

**De:** Centro de Medio Ambiente y Energía Sociedad de Fomento Fabril  
**Para:** Ministerio del Medio Ambiente  
**Asunto:** Norma de emisión para centrales termoeléctricas, D.S. N°13 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente  
**Fecha:** 30 de abril de 2020

---

## I. ANTECEDENTES

- Con fecha 3 de febrero de 2020, la Contraloría General de la República instruyó al Ministerio del Medio Ambiente, mediante Dictamen N°2.737, iniciar la **revisión del D.S. N°13 de 2011** que “Establece norma de emisión para centrales termoeléctricas” en un plazo máximo de 60 días.
- El Ministerio del Medio Ambiente, por medio de Resolución Exenta N°130 del 12 de febrero de 2020, **dio inicio al proceso de revisión de dicha norma de emisión**, estableciendo la conformación de un expediente y la creación de un Comité Operativo que intervenga el proceso de revisión (“Resolución N° 0130”). Asimismo, se estableció como plazo el 30 de abril de 2020 para la recepción de antecedentes técnicos, científicos y sociales sobre la materia y sobre los contaminantes a normar.
- En el apartado siguiente se detallan las **principales consideraciones** recabadas por el Centro de Medio Ambiente y Energía de SOFOFA a la formulación del anteproyecto de actualización de la norma.

## II. PRINCIPALES CONSIDERACIONES

### 2.1. Enfoque dinámico

- Sobre la base de la normativa internacional de referencia en materias afines, se espera que **la revisión de la norma no se acote a la discusión de límites estáticos de emisión autorizados**. Por el contrario, es fundamental que la norma actualizada **internalice la nueva forma de operar del sistema eléctrico nacional para el próximo decenio**, y recoja por tanto la compatibilidad del análisis de límites de emisiones y consideraciones de flexibilidad de operación.
- En efecto, la mayor penetración de energías renovables variables en el sistema eléctrico implica una operación distinta en la que **la demanda por energía basada en combustibles fósiles requerirá un amplio espectro de operación en torno al mínimo técnico**, más allá de la operación a carga base, lo que a su vez tiene incidencia en las emisiones, dificultando o encareciendo su control<sup>1</sup>. Ello, toda vez que **los sistemas de**

---

<sup>1</sup> A través del D.S. N°13/11 se establecen concentraciones máximas en las emisiones de centrales termoeléctricas, en función del combustible utilizado. Ello no toma en cuenta necesariamente la lógica de adjudicación del despacho eléctrico ni la agenda a mediano plazo de descarbonización de la matriz. Asimismo, tampoco se toman en cuenta factores técnicos

**operación y abatimiento operativos en la actualidad fueron diseñados para una operación estática.**

- En particular, respecto de los mínimos técnicos como condición de base operativa, se estima que la actualización de la norma no sólo debiera incorporar períodos estáticos disímiles, sino que también **aceleraciones y desaceleraciones diarias que podrían enfrentar termoeléctricas a carbón y gas** y que, con alta probabilidad, implicarán incumplimientos de la norma de emisión en la medida que ésta esté estructurada sobre una base estática.
- En efecto, es muy posible que antes la mayor penetración de ERNC<sup>2</sup> variable, sumada a la poca capacidad de almacenaje, las termoeléctricas deban cumplir regulaciones de carga diarias, con los efectos en la disparidad de emisiones que ello conlleva.
- En otras palabras, la nueva condición de operación del Sistema Eléctrico Nacional “SEN” será cada vez más dinámica, por lo que la nueva norma debiera recoger tal condición.

## 2.2. Regulación de emisiones de metales pesados

Se considera, sobre la base de la regulación internacional de referencia que el control de metales como níquel (Ni) o Vanadio (V) se justifica cuando el combustible que alimenta a una central corresponde a coque de petróleo, lo cual en el país tiene actualmente un alcance marginal.

- **Internacionalmente el precedente generalizado es el de “no establecimiento de límite para esos metales”**, lo que es consistente con el hecho de que el Ni y el V son arrastrados en el material particulado, lo que no sucede con el elemento mercurio (Hg), que presenta formas químicas gaseosas.
- De esta manera, **la regulación del Ni y el V puede bien ser abordada como parte de la regulación propia del material particulado.**

---

de operación de los sistemas de generación y abatimiento de emisiones, que implican un tiempo y carga mínima de operación de una central termoeléctrica para alcanzar concentraciones bajo normativa ambiental. Adicionalmente, debe considerarse que cada central opera con una concentración asociada al ‘mínimo técnico’, entendida como aquella emisión asociada a la mínima carga que le permita a la central inyectar energía al sistema, y, asimismo, existe una ‘carga ambiental mínima’, entendida como aquella carga necesaria que le permita a la central operar a una emisión bajo el umbral permitido. Nótese que, bajo las reglas de operación existentes en la actualidad, ambos regímenes de operación no son necesariamente los mismos, toda vez que la decisión de operación y su carga asociada, es una decisión netamente económica tomada por el CEN, y que no toma en cuenta otros requisitos ambientales o restricciones técnicas de operación de sistemas de generación y/o abatimiento de emisiones. A ello debe agregarse que la decisión de operación de una central durante tiempos o ciclos inferiores a los recomendados por el fabricante puede determinar un desgaste prematuro de los equipos y sistemas y por ende una pérdida de valor, con un aumento de los costos marginales respectivos.

<sup>2</sup> Energías Renovables No Convencionales.

- En coherencia con el carácter volátil del mercurio, se identifican holguras con respecto a la posibilidad de contar con niveles más estrictos para la emisión de ese elemento.

### 2.3. Compatibilidad con plan de descarbonización

- Es relevante tener presente que ya existen impuestos sobre las emisiones (Ley 20.780 y su modificación por Ley 21.210) y Planes de Prevención y Descontaminación Atmosférica, en diversas ciudades y zonas del país. Por lo tanto, el criterio de una normativa local más estricta que la general se estima corresponde a efectos de la actualización del DS13.
- En el contexto del Plan de Descarbonización de la matriz energética nacional, es posible introducir incentivos a una transición en que el gas juegue un mayor protagonismo en la generación eléctrica, en reemplazo del carbón<sup>3</sup>.
- Un enfoque valioso para la actualización normativa es considerar una mayor flexibilización en el control de NOx para centrales operadas con gas, o bien corregir distorsiones de incentivos de operación con respecto al petróleo diésel<sup>4</sup>. Ello, especialmente si se considera **el enfoque principalmente recaudatorio del impuesto vigente sobre las emisiones** de centrales termoeléctricas por sobre otros incentivos a la descarbonización adecuadamente diseñados.

### 2.4. Simplificación del monitoreo y reportabilidad de las emisiones.

- Se considera pertinente considerar la oportunidad de **simplificación de los reportes**. Entre ellos, se encuentra la posibilidad de **eliminar la exigencia de reportes en distintos formatos y a distintas instituciones**, especialmente cuando existen CEMS<sup>5</sup> operativos, validados y en línea con los sistemas de información del Ministerio de Medio Ambiente y de la Superintendencia del Medio Ambiente.
- En su defecto, es preferible asignar recursos a optimizar los protocolos de aseguramiento y control de la calidad de las mediciones de contaminantes atmosféricos (QA/QC<sup>6</sup>). Se tienen antecedentes en este sentido, derivados del “Test de Intercomparación de

<sup>3</sup> En caso de que el objetivo primario de mediano plazo corresponda al cierre de centrales termoeléctricas, se deberá considerar la necesidad de desarrollo de infraestructura de transmisión eléctrica que permita aprovechar energías renovables solares y eólicas, generadas en el norte del país. De acuerdo con opinión experta, se estima que la ejecución de dichas obras no duraría menos de 10 a 12 años desde el momento de su planificación. En el intertanto, sería necesario contar con fuentes de energía más limpias que el carbón, con un enfoque de transición energética, capaces de funcionar con la infraestructura actual y a niveles aceptables de costo y confiabilidad. El combustible fósil más limpio, disponible en la actualidad y capaz de satisfacer dichos requisitos, es el gas; pero su utilización no será posible en caso de contar con normativa ambiental que no sea coherente con este objetivo de mediano plazo. De esta forma, es necesario desarrollar normativa ambiental coherente con los objetivos de desarrollo energético adoptados por el país, y, asimismo, tener en cuenta directrices de sostenibilidad ambiental.

<sup>4</sup> Se observan en el DS13 vigente, límites de emisión que benefician al petróleo diésel por sobre el gas.

<sup>5</sup> Monitoreo continuo de emisiones en su acepción en inglés: “Continuous Emissions Monitoring Systems (CEMS)”

<sup>6</sup> Aseguramiento y control de la calidad en su acepción en inglés: “Quality Assurance / Quality Control (QA/QC)”



Emisiones” realizado por el Centro de Medio Ambiente y Energía de SOFOFA con el involucramiento del Instituto de Investigación Técnica de Finlandia “VTT”<sup>7</sup>, de donde se desprende un análisis de los distintos métodos de medición de los contaminantes y que se pone a disposición de las autoridades a efectos de la presente revisión normativa.

---

<sup>7</sup> Presentado oficialmente a la Autoridad en Seminario Internacional conjunto entre SOFOFA y el Ministerio del Medio Ambiente en mayo de 2019.

## ANEXO. Algunas referencias internacionales.

- A nivel internacional, se observan distintos formatos de regulación de las emisiones a la atmósfera de las centrales térmicas de generación de electricidad, siendo el criterio predominante el de **cubrir la demanda energética de la forma más eficientemente posible**, en función de las políticas de energía y ambientales propuestas por los lineamientos de gobierno de cada país.
- En diversos países se entrega cierta preponderancia a sus posibilidades naturales (centrales hidroeléctricas en Noruega o Canadá, por ejemplo), o a energías alternativas de cero emisiones (energía nuclear en Francia o Estados Unidos).
- Es común, en coherencia con los objetivos trazados, el uso del criterio de la mejor tecnología disponible.
- En México, por otro lado, se diseñan políticas públicas para incentivar la migración que gran parte que la dependencia de su matriz eléctrica tenía en petróleo hacia el año 2000, a gas natural.
- A continuación, se entregan algunas referencias más específicas para los casos de EE. UU. y la UE.

### 1.1. Estados Unidos de América

- En 1970 se establecen las bases del *Clean Air Act* (CAA), instrumento que es modificado en gran medida en 1977 y 1990. Estas últimas modificaciones introducen el *Acid Rain Program* (ARP), junto con el primer sistema, a nivel mundial y de gran escala, de transacción de emisiones tipo *Cap & Trade*. En resumen, el CAA provee al estado de los siguientes instrumentos de gestión ambiental:
  - **NAAQS, SIPS:** Se regulan una serie de compuestos nocivos de presencia ubicua. A través de este instrumento, se mandata a la US-EPA para la elaboración de niveles nacionales de calidad ambiental para dichos parámetros contaminantes (*National Ambient Air Quality Standards* o NAAQS), basados en estudios sanitarios. Asimismo, la US-EPA es mandatada a actualizar los niveles permisibles periódicamente. Cada estado dentro de la república federal es mandatado a entregar a la US-EPA un programa detallado de cumplimiento de dichos estándares dentro de su territorio (*State Implementation Plan* o SIP).
  - **NSPS:** Se mandata a la US-EPA para la elaboración de estándares de emisión para nuevas (o modificadas) fuentes fijas industriales. Dicho programa, el *New Source Performance Standard* o NSPS, regula principalmente a través de la obligación de

industriales a la operación según el mejor estándar técnico disponible, **pero teniendo en cuenta los costos de operación.**

- **NESHAP, MACT:** Se definen niveles de emisión para sustancias peligrosas bajo el programa *Emission Standards for Hazardous Air Pollutants* (NESHAP). El congreso definió un listado de 190 sustancias peligrosas que, conocidamente o bajo sospecha son responsables de causar cáncer u otros efectos serios en la salud humana. Dado que la emisión de cierto tipo de sustancias es propia de cierto tipo de industrias, la US-EPA definió estándares de reducción basados en niveles máximos de reducción logrables (*Maximum Achievable Control Technology, MACT*), considerando los costos de operación e implementación de sistemas de abatimiento entre otros factores, pero siempre estableciendo un nivel basal de reducción comparable entre fuentes similares.
- Producto de la implementación y puesta en marcha del CAA, virtualmente todas las centrales termoeléctricas a carbón en Estados Unidos han invertido en sistemas de abatimiento como precipitadores electrostáticos, filtros de mangas u otros controles avanzados para la remoción de MP. Adicionalmente, una gran mayoría ha instalado controles para SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>. La siguiente tabla resume los controles adicionales a MP instalados para plantas de la república federal, al año 2015. Nótese que existen plantas que utilizan más de un tipo de sistema de abatimiento, tanto en serie como en paralelo.

Tecnología de abatimiento	Descripción	% de adopción en plantas a carbón
FGD	Lavadores (scrubbers) post combustión que utilizan limo absorbente para remover SO <sub>2</sub> del gas de salida. Unidades nuevas muestran eficiencias de 95% a 98% de remoción.	60%
FBC	Cama de lecho fluidizado para remoción de hasta el 95% de SO <sub>2</sub> . Junto con ello, las bajas temperaturas de combustión reducen la formación de NO <sub>x</sub> .	8%
IGCC	Plantas de gasificación integrada producen <i>syngas</i> (gas de síntesis), produce un gas de combustión prácticamente libre de azufre, limitando la formación de SO <sub>2</sub> post combustión. Asimismo, la combustión puede ser mejor controlada, limitando la formación de NO <sub>x</sub> .	3 plantas
SCR/SNCR	Reductores catalíticos selectivos y no selectivos para efluente de post combustión, muestran eficiencias de abatimiento de NO <sub>x</sub> de entre 60% a más de 80% (para el catalizador selectivo).	51%
LNB	Tecnologías de combustión <i>Low Nox</i> , muestran eficiencias de remoción de dicho gas en rangos de 40 a 60%.	71%

## 1.2. Unión Europea

- La directiva 2010/75 de la Unión Europea define la necesidad de “evitar, reducir, y en la medida de lo posible, eliminar la contaminación derivada de las actividades industriales de conformidad con el principio de “quien contamina paga” y el principio de prevención de la contaminación”, el establecimiento de un marco general para el control de las principales actividades industriales, priorizando la intervención de la fuente misma.
- En ese contexto, a través de dicha directiva se inicia la necesidad de determinación de “las mejores técnicas disponibles”, llamados “documentos de referencia”, para establecer condiciones de operación y abatimiento de emisiones. Asimismo, se definen tiempos máximos estándares de funcionamiento de una planta de abatimiento en situación de “avería” o mal funcionamiento.
- Esta directiva plantea valores límites en términos generales para tipos de centrales y sus combustibles respectivos. Ejemplo de ello se provee en la tabla siguiente.

Tipo de instalación	Límite NOx [mg/m <sup>3</sup> N]	Límite CO [mg/m <sup>3</sup> N]
Instalaciones de combustión alimentadas con gas natural, con excepción de las turbinas y motores de gas	100	100
Instalaciones de combustión alimentadas con gas de altos hornos, gas de hornos de coque o gases de bajo poder calorífico procedentes de la gasificación de residuos de refinería con excepción de las turbinas y motores de gas	200	---
Instalaciones de combustión alimentadas con otros gases, con excepción de las turbinas y motores de gas	200	---
Turbinas de gas (incluidas las TGCC) que utilizan gas natural o como combustible	50	100
Turbinas de gas (incluidas las TGCC) que utilizan otros gases como combustible	120	---
Motores de gas	100	100

- Con ocasión de dicha directiva, se crea la posterior Decisión 2017/1442, que establece las mejores tecnologías disponibles para los distintos tipos de fuentes. En particular con respecto a la generación eléctrica, se presentan bandas de concentraciones y eficiencias de operación asociables a distintas tecnologías y métodos de abatimiento de emisiones. Los parámetros de emisión pueden ser tan complejos como los que se muestran para NOx en la tabla siguiente:

Tipo de planta	Potencia térmica en el combustible (MWt/h)	Concentración exigible NOx, promedio anual [mg/m <sup>3</sup> N]	Concentración exigible NOx, promedio diario [mg/m <sup>3</sup> N]

Turbinas de gas de ciclo abierto (TGCO)			
Nueva TGCO	$\geq 50$	15 – 35	25 – 50
TGCO existente, con excepción de aquellas plantas que operen < 500 h/año	$\geq 50$	15 – 50	25 – 55
Turbinas de ciclo combinado (TGCC)			
Nueva TGCC	$\geq 50$	10 – 30	15 – 40
TGCC existente con utilización total neta de combustible < 75%	$\geq 600$	10 – 40	18 – 50
TGCC existente con utilización neta de combustible $\geq 75\%$	$\geq 600$	10 – 50	18 – 55
TGCC existente con utilización total neta de combustible < 75%	50 – 600	10 – 45	35 – 55
TGCC existente con utilización neta de combustible $\geq 75\%$	50 – 600	25 – 50	35 – 55
Turbinas de ciclo abierto y ciclo combinado			
Turbina de gas puesta en operación antes del 27-11-2003 o turbina a gas existente utilizada para emergencia y operada < 500 h/año	$\geq 50$	N/A	60 – 140
Turbina a gas existente para aplicaciones mecánicas – Todas las plantas con excepción a aquellas < 500 h/año	$\geq 50$	15 – 50	25 – 55

- Nótese que en la tabla anterior se dictan excepciones y observaciones específicas para cada tipo de central.
- De cualquier modo, en general se exceptúan de cumplir los rangos de concentración exigidos a aquellas centrales que operen menos de 1.500 horas al año. Asimismo, los valores exigibles corresponden a promedios diarios o anuales, y no solamente a un valor límite que no deba ser sobrepasado en cualquier circunstancia, a diferencia del caso nacional.