

“Asesoría en procesos de generación de normas ambientales y en la elaboración de propuestas legislativas, con especial énfasis en aquellas que inciden en los territorios vulnerables”

Informe Final

Elaborado para:

**MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
SUBSECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE:**

Gerardo Alvarado Z

Diciembre de 2023

Resumen Ejecutivo

Antecedentes generales y objetivos de la asesoría

La sección de Normas del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) se constituyó durante el año 2022 y sólo cuenta con 3 profesionales para todos los procesos en curso, siendo insuficiente la dotación actual para dar respuesta a las demandas y compromisos respecto a las normativas tanto nuevas como en revisión. Dado lo anterior, se contrató una asesoría profesional experta, que permita apoyar en la solución calificada, a las distintas complejidades que debe enfrentar el MMA, tanto en el proceso de elaboración de normas nuevas como en las revisiones normativas y la generación de antecedentes para fundamentar la mejora regulatoria.

De acuerdo a los Términos de Referencia, el objetivo general es asesorar de manera experta a la Sección de Normas del MMA, en una estrategia de requerimientos para fortalecer institucionalmente a la sección, incorporando el concepto de transición socioecológica justa. Además de apoyar en los trámites y acciones necesarias para el adecuado proceso de generación de antecedentes para la elaboración o revisión de los siguientes instrumentos:

- i. Normativas incluidas en el programa de regulación ambiental 2022-2023 que se planifican iniciar, avanzar y/o concluir, en el bienio 2022-2023¹: (1) revisión Norma primaria de calidad del aire (NPCA) para NO₂; (2) NPCA para arsénico; (3) revisión de D.S N° 13, de 2011, del MMA Norma emisión (“NE”) para centrales termoeléctricas; (4) revisión de D.S N° 28 de 2013 NE para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico; (5) NE para Calderas; (6) revisión de la NPCA para MP_{2,5}.
- ii. Normativas que deberían iniciar el proceso de revisión y que se desarrollarán según priorización de gabinete o estrategia establecida en la División, algunas de estas pueden ser: (7) Norma Secundaria de Calidad del Aire (NSCA) para Material Particulado Sedimentable en la cuenca del Río Huasco III Región; (8) revisión NPCA para SO₂ y NSCA para SO₂; (9) revisión NPCA para O₃; y (10) revisión NPCA para CO.

Para alcanzar el cumplimiento de los objetivos durante la asesoría se realizó procesamiento, revisión y análisis de información, lo cual incluyó:

- 1) Asistir y participar de reuniones organizadas por el MMA con los actores relevantes de este proceso, tales como reuniones de Comité Operativo, Comité Operativo Ampliado, reuniones bilaterales con los servicios competentes y proceso de consulta ciudadana.
- 2) Elaborar, revisar y proponer eventuales ajustes a la normativa y a los distintos actos administrativos necesarios en la tramitación de los procesos normativos asociados a las normas indicadas en los Objetivos Específicos de la asesoría
- 3) Analizar y emitir informes respecto de materias, iniciativas y otras dudas que puedan surgir para efectos de dar curso al proceso de elaboración y revisión de las normativas indicadas.

¹ <https://bcn.cl/3a0nl>

La asesoría realizada consideró un plazo máximo de 10 meses y la entrega de 4 informes de avance más un informe final compilatorio que corresponde a la presente entrega.

Comentarios por cada actividad realizada:

1. Revisión del estado del arte de las metodologías de referencia para el monitoreo de los contaminantes actualmente normados en Chile

En Chile, las normas primarias de O₃, NO₂ y CO vigentes desde el año 2002 establecen métodos de referencia respectivos para la medición. En cambio, las normas actualizadas por el MMA desde el año 2011 para MP_{2,5} (D.S. N°12/2011); SO₂ (D.S. N°104/2018) y MP₁₀ (D.S. N°12/2021) han definido para cada una de ellas que “Las metodologías de medición para el monitoreo y la vigilancia de la presente norma primaria de calidad ambiental se establecerán por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), mediante una resolución dictada en el plazo de 12 meses contado desde la entrada en vigencia de este decreto, la que se publicarán en el Diario Oficial.”

En Agosto de 2023, la SMA publicó en Diario Oficial la Resolución N°1449 que "Dicta instrucciones de carácter general que establecen los requisitos técnicos para la instalación, funcionamiento y operación de los instrumentos en las estaciones de muestreo y medición de calidad del aire y meteorología" estableciendo que "Se deben instalar instrumentos de medición y muestreadores incluidos en la lista de Métodos denominados de Referencia y Equivalentes publicada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica o que cuenten con aprobación de alguna de las agencias de los países miembros de la Comunidad Europea que implementan las directrices del Comité Europeo para Estandarizaciones”.

En Chile no hay una clasificación de estaciones de monitoreo de calidad de aire para fines específicos como existe en Estados Unidos que clasifica en función de la escala espacial en Micro, media, vecindario, Urbana, Regional y nacional o como en la Comunidad Europea que clasifica en función de objetivo de medición en Tráfico, Industrial, Fondo y otras aplicaciones. En Chile se ha definido Estación de monitoreo con representatividad población (EMRP) a aquella Estación de monitoreo que, a través de la medición de la concentración ambiental del contaminante, representa la exposición de las personas a ese contaminante en un área habitada. Donde área habitada corresponde al territorio donde vive habitualmente un conjunto de personas. Por otro lado, la norma secundaria de calidad del aire para SO₂ (D.S. N°22/2009 de MINSEGPRES) estableció los criterios para declarar una Estación Monitora con Representatividad de Recursos Naturales (EMRRN).

2. Revisión del estado del arte de las metodologías y equipos de medición alternativos para el monitoreo de los contaminantes actualmente normados en Chile:

De acuerdo a las normas primarias de calidad del aire, D.S. N°61/2008 de Minsal y la R.E. N°1449/2023 de la SMA para efectos de evaluación de normas no se pueden utilizar equipos alternativos. En Estados Unidos, Comunidad Europea, Australia, Japón entre otros tampoco permiten uso de equipos alternativos o “no regulatorios” para evaluación de normas.

Sin embargo, hay otras actividades de monitoreo, entre ellas: estudios de investigación, levantamiento de línea base para estudios de impacto ambiental, mediciones para calibrar modelos

de dispersión, mediciones exploratorias para definir donde instalar una estación para evaluar norma o para estimar eficiencia de medidas de abatimiento de emisiones que demandan equipos de menor precio, portables, fáciles de operar y confiables. Para realizar estas actividades se requiere identificar los equipos de monitoreo de calidad de aire y procedimientos de operación adecuados que permitan validar y confiar en los resultados obtenidos.

Todas las metodologías para monitoreo y muestreo de la calidad del aire pueden ser divididas en 5 tipos genéricos: muestreadores pasivos, muestreadores activos, analizadores automáticos en línea, sensores remotos y bioindicadores.

Los avances en microprocesadores, miniaturización de componentes y disminución de costos han permitido una rápida expansión de los sensores utilizados para medir una variedad de contaminantes del aire, incluso algunos en forma simultánea. Para apoyar la definición de los sensores a utilizar se recomienda consultar las siguientes guías:

- The Enhanced Air Sensor Guidebook (2022) de USEPA
- Review of sensors for air quality monitoring (2019) y Guidance on low-cost air quality sensor deployment for non-experts based on the AirSenseUR experience (2022) de la Unión Europea

3. Apoyo para elaboración de una estrategia para la Sección de Normas

Esta actividad incluyó la recopilación de estrategias de calidad de aire y de desarrollo e implementación de normas de calidad de aire en Estados Unidos, América Latina, Comunidad Europea, Asia y Oceanía las cuales han sido resumida en un anexo al presente informe.

En Chile, las principales referencias corresponden a la Estrategia de la gestión de Olores del MMA (2017), Estrategia para la Gestión del Control de Ruido Ambiental (2010 - 2014) del MMA, Estrategia climática de largo plazo: Camino a la carbono neutralidad y resiliencia a más tardar al 2050 (2021) del MMA y Estrategia de fiscalización ambiental 2018-2023 de la SMA.

Se elaboró un documento preliminar de la estrategia que incluyó una descripción del marco normativo y un diagnóstico de la situación actual en Chile tanto de la calidad del aire como de las emisiones totales a nivel regional y nacional de MP2,5, MP10, NOx y SO₂.

Respecto a la estrategia de desarrollo de Normas asociadas a calidad de aire se estableció como objetivo general “Contar con una hoja de ruta que permita avanzar gradualmente en la revisión y elaboración de las normas de calidad de aire y de emisión atmosférica en el corto, mediano y largo plazo, con vistas a regulaciones más exigentes y acordes a la realidad chilena para un mejoramiento sostenido en la calidad del aire en Chile, orientado a proteger la salud de la población, a la protección o la conservación del medio ambiente y aportar a la mitigación del Cambio Climático”.

Los objetivos específicos de la estrategia serán:

- a) Fortalecer la generación de información técnica y evidencia científica relacionada con los contaminantes atmosféricos, sus efectos en la salud de la población y en los ecosistemas; reconociendo las brechas normativas con las regulaciones vigentes en comparación a

valores internacionales y recomendaciones de la OMS incluyendo la identificación de nuevos contaminantes y fuentes posibles de normar.

- b) Revisar el análisis del estado de la situación de la calidad del aire del país, de las evidencias de los impactos de las emisiones atmosféricas nacionales y/o regionales y de los avances en las tecnologías existentes para apoyar la definición de los pasos a seguir en el proceso normativo.
- c) Proponer, formular y revisar normas de emisión y de calidad ambiental relacionadas con la calidad del aire de acuerdo con las competencias específicas de la Sección de Normas y los principios de la Ley de Bases de Medio Ambiente, definiendo una hoja de ruta o cronograma de acción en el corto, mediano y largo plazo que incorpore los pasos y criterios a seguir para avanzar en ciclos de revisión y propuestas conducentes a Normas acordes a la realidad chilena, y que aporten a la mitigación del Cambio Climático.
- d) Colaborar en el fortalecimiento institucional y la coordinación intersectorial para mejorar el desarrollo y cumplimiento de las actividades de la Sección de Normas.
- e) Colaborar en la elaboración de programas de difusión y capacitación para fomentar y facilitar la participación ciudadana en la elaboración de normas ambientales.

Los pilares (ejes estratégicos) en concordancia con los objetivos específicos definidos en la estrategia se resumen en la figura siguiente:



Las actividad o líneas de acción de los pilares que son presentadas en el Documento preliminar de la estrategia fueron consensuados con profesionales de distintas secciones de las Divisiones de Calidad del Aire y de Cambio Climático del MMA.

4. Apoyo en revisión de normativas incluidas en el programa de regulación ambiental 2022-2023 que se planifican iniciar, avanzar y/o concluir, en el bienio 2022-2023

Respecto al Anteproyecto de norma de emisión de Centrales Termoeléctricas se apoyó realizando cálculo de emisiones para la elaboración del AGIES del Proyecto Definitivo y procesamiento de los datos de emisiones del año 2022 para actualizar el cumplimiento de la norma vigente (D.S.

N°13/2011) y evaluar el cumplimiento de los valores límites de emisiones propuestos para proyecto definitivo, especialmente para MP que se considera bajar de 30mg/Nm³ para CT con combustible sólido en el AP a 20 mg/Nm³ y de 20 mg/Nm³ a 10 mg/Nm³ para CT con combustible líquido. Otra actividad consistió en la evaluación de escenarios de cumplimiento de emisiones de NOx para horas de régimen. Durante noviembre-diciembre se apoyó la revisión del Consolidado de Observaciones de la Consulta Ciudadana del Anteproyecto que recibió 354 observaciones, del total se clasificaron en 63 asociadas a AGIES y 38 para que sean respondidas por la Oficina de Transición Socioeconómica Justa. Para dar respuesta el resto de observaciones, previamente se participó en reuniones con representantes del Ministerio de Energía, Coordinador Eléctrico, y de la SMA en las cuales se llegó a acuerdos para la elaboración del Proyecto definitivo considerando las observaciones recibidas.

Durante septiembre se apoyó preparando contenidos para la página web de la Sección de Normas que está en etapa de construcción.

Respecto a la Norma de Calderas, se revisó y entregaron observaciones a la contraparte técnica de los Informes de Avance 1 y 2 del estudio “Generación de antecedentes que permitan actualizar la propuesta de una norma de emisión para calderas”, Licitación: 608897-58-LE23 adjudicado a Dictuc.

Respecto a la Norma de MP_{2,5} no fue necesario dar apoyo a la Sección de normas, pero se participó en algunas de las reuniones de Comité Operativo y Comité Operativo Ampliado.

Respecto a la Norma de NO₂, se procesó información de concentraciones disponibles de las estaciones en Chile para los años 2016 a 2022 verificando que las concentraciones más altas se registran en la Región Metropolitana donde incluso se excede el valor para promedio trianual del Proyecto Definitivo establecido en 40 µg/m³N en las estaciones La Florida, Las Condes, El Bosque, Santiago (Parque O’Higgins) e Independencia. Ninguna estación En Chile supera la norma horaria establecida en 120 µg/m³N. En la sesión del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático (CMSyCC) realizada el 13 de septiembre de 2023 se aprobó la actualización de la Norma Primaria de Calidad del Aire sobre dióxido de nitrógeno.

Respecto al Anteproyecto de la norma primaria de Arsénico se apoyó la revisión del Consolidado de Observaciones de la Consulta Ciudadana del "ANTEPROYECTO NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL AIRE PARA ARSÉNICO.", lo cual incluyó dar respuesta a 35 observaciones asociadas tanto a los considerandos como al Articulado del Anteproyecto, las cuales fueron enviadas por correo electrónico a la contraparte técnica el 14 de septiembre. Además, se participó en reuniones por videoconferencia. El viernes 17 de noviembre el CMSyCC aprobó la propuesta de norma que establece una concentración máxima de arsénico de 23 ng/m³ como concentración anual, por lo cual solo se esperan los pasos siguientes que conducen a su publicación.

5. Apoyo en revisión de normativas que deberían iniciar el proceso de revisión y que se desarrollarán según priorización de gabinete o estrategia establecida en la División

Respecto a la norma secundaria de MPS, se revisó y envió las observaciones del Informe Final de Dictuc de “Estudio antecedentes para la revisión del plan de prevención de Huasco y revisión de la norma de calidad del aire para material particulado sedimentable en la cuenca del Río Huasco. Licitación: 608897-129-LP22”.

Respecto a la Normas primarias de SO₂, CO, O₃, Pb y Secundaria de SO₂ se revisó y envió las observaciones a la contraparte técnica el 22 de diciembre del Informe de Avance 1 del “ ESTUDIO DE ANTECEDENTES PARA LA REVISIÓN DE LAS NORMAS PRIMARIAS DE CALIDAD DEL AIRE SO₂, O₃, PB y CO y NORMA SECUNDARIA PARA SO₂(Licitación ID: 608897-119- LP23)” adjudicado a Dictuc.

Contenido

1	Antecedentes generales y justificación de la asesoría.....	1
2	Objetivos de la asesoría	2
2.1	Objetivo General.....	2
2.2	Objetivos específicos	3
2.3	Informes y/o productos:	5
3	Asesoramiento en una estrategia o requerimientos de estudio para fortalecer institucionalmente a la sección de Normas, incorporando el concepto de transición socioecológica justa8	
3.1	Revisión del estado del arte de las metodologías de referencia para el monitoreo de los contaminantes actualmente normados en Chile	8
3.1.1	Metodologías de medición para evaluación de normas de calidad de aire.....	8
3.1.2	Criterios para equipos automáticos de monitoreo para evaluación de normas.....	10
3.1.3	Resumen de Criterios generales de emplazamiento estaciones de monitoreo de calidad de aire	16
3.1.4	Operación, mantención , calibración y procesamiento de datos.....	21
3.2	Revisión del estado del arte de las metodologías y equipos de medición alternativos para el monitoreo de los contaminantes actualmente normados en Chile	24
3.3	Apoyo para elaboración de una estrategia para la Sección de Normas.....	30
3.3.1	Proceso de revisión de normas en los Estados Unidos de América.....	34
3.3.2	Proceso de revisión de normas de la Unión Europea.....	36
3.3.3	Propuesta preliminar de Estrategia de desarrollo de Normas asociadas a calidad de aire	39
4	Apoyo en revisión de normativas incluidas en el programa de regulación ambiental 2022-2023 que se planifican iniciar, avanzar y/o concluir, en el bienio 2022-2023	40
4.1	Revisión de Normas primarias de calidad del aire para NO ₂	40
4.2	Revisión de Normas primarias de calidad del aire para Arsénico	44
4.2.1	Antecedentes.....	44
4.2.2	Apoyo en revisión de Consolidado de Observaciones y Respuestas Consulta Ciudadana.....	45
4.2.3	Participación en reuniones.....	45
4.3	Revisión de Norma de emisión para centrales termoeléctricas:.....	45
4.3.1	Antecedentes.....	45
4.3.2	Apoyo para ajustes en costos considerados en AGIES asociados a la implementación de medidas de control de emisiones.	47

4.3.3	Comparación 2021 vs 2022	48
4.3.4	Apoyo en revisión de consolidado de Observaciones Anteproyecto NECT	51
4.4	Revisión de Norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico:	53
4.5	Revisión de norma de emisión para Calderas y Procesos de Combustión	53
4.6	Revisión de norma primaria de calidad de aire para MP _{2,5}	56
5	Apoyo en revisión de normativas que deberían iniciar el proceso de revisión y que se desarrollarán según priorización de gabinete o estrategia establecida en la División	58
5.1	Revisión de Norma Secundaria de Calidad del Aire para Material Particulado Sedimentable en la cuenca del Rio Huasco III Región.....	58
5.1.1	Antecedentes Normativos.....	58
5.1.2	Apoyo en revisión de informes.....	63
5.2	Revisión de norma primaria de calidad de aire para SO ₂ , O ₃ y CO y norma secundaria para SO ₂	65
5.2.1	Antecedentes.....	65
5.2.2	Proceso de revisión de la norma	68
5.2.3	Licitación de Estudio de antecedentes para la revisión de normas	69
5.3	Generación de antecedentes técnicos y económicos para propuesta de medidas de reducción de emisiones de compuestos orgánicos volátiles factibles de incluir en una norma de emisión.	71
6	Apoyo a la elaboración de contenidos para la página web de la sección de Normas	74
7	Conclusiones.....	75
8	Referencias bibliográficas	78
9	Anexos	82
9.1	Anexo 1: Criterios para instalación de estaciones de monitoreo de calidad de aire	83
9.1.1	Criterios recomendados para Estados Unidos	83
9.1.2	Criterios recomendados para la Comunidad Europea	89
9.1.3	Criterios recomendados para Australia y Nueva Zelandia	94
9.2	Anexo 2: Ejemplos de estrategias.....	98
9.2.1	Revisión de las Directivas de calidad del aire ambiente EU	98
9.2.2	Política Aire puro de la UE.....	101
9.2.3	De Plan nacional de calidad de aire de España, 2017-2019	102
9.2.4	Estrategia de Cambio Climático, Calidad del Aire y Salud de Zaragoza	103
9.2.5	Estrategia de Calidad de Aire de La Coruña	104
9.2.6	Bases científico-técnicas para un Plan Nacional de Mejora de la Calidad del Aire ...	105

9.2.7	Estrategia nacional de calidad del aire 2017-2030 para México.....	106
9.2.8	Marco para la transición a cero emisiones netas de la industria. Desarrollo de soluciones financieras en economías emergentes y en desarrollo.....	111
9.2.9	Estrategia Nacional de Calidad del Aire Colombia	116
9.2.10	Estrategia Regulatoria de Australia.....	118
9.2.11	Programa de creación de capacidad sobre normas de calidad del aire para los países del Consejo de Cooperación del Golfo	123
9.2.12	Estrategias en Chile	124
9.3	Anexo 3: Avance Estrategia de Normas de Calidad de Aire y Emisión	134
9.3.1	Prólogo	135
9.3.2	Introducción	136
9.3.3	Objetivos de la Estrategia.....	143
9.3.4	Alcance	144
9.3.5	Diagnóstico.....	145
9.3.6	Actividades	157
9.3.7	Cronograma.....	160
9.3.8	Evaluación.....	160
9.3.9	Difusión.....	160
9.3.10	Conclusiones	160
9.3.11	Anexos.....	161
9.4	Anexo 4: Apoyo respuestas de Consolidado de Observaciones y Respuestas Consulta Ciudadana "ANTEPROYECTO NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL AIRE PARA ARSÉNICO."	171
9.5	Anexo 5: Apoyo a la elaboración de contenidos para la página web	185
9.5.1	Normas de Calidad vigente.....	185
9.5.2	Normas de emisión.....	207
9.5.3	Monitoreo.....	223
9.6	Anexo 6: Resolución N°1449/2023 de SMA.....	228
9.7	Anexo Presentación powerpoint de la Estrategia.....	265
9.8	Anexo Digital Respuestas Observaciones NECT.....	280

Índice de Figuras y Tablas:

Figuras:

Figura 1 Tomamuestras tipo horizontal	15
Figura 2 Tomamuestras verticales	16
Figura 3 Ejemplos de mediciones con sensores no regulatorios	29
Figura 4 Resumen esquemático del proceso de revisión de NAAQS	35
Figura 5 Hitos de Aire Limpio 2020 to 2023, incluida la revisión de la política europea de calidad del aire (fuente: Comisión Europea).	37
Figura 6 Opciones de política para informar el nivel de ambición.....	38
Figura 7 Percentiles 99 de máximos diarios de concentraciones de 1h de NO ₂ , 2018 a 2022	41
Figura 8 Promedio trianual de concentraciones de NO ₂ , 2018 a 2022	42
Figura 9 Percentiles 99 de concentraciones diarias de NO ₂ , 2021 y 2022	43
Figura 10 Esquema de módulos a incluir en página web de Sección de Normas	74
Figura 11 Criterios generales para ubicación del tomamuestras a nivel del suelo.....	96
Figura 12 Criterios generales para ubicación del tomamuestras a nivel de techo	96
Figura 13 Estructura de la ENCA.....	107
Figura 14 Marco estratégico y de implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB)	133
Figura 15 Principales efectos en Salud de contaminantes atmosféricos	142
Figura 16 Aporte de las distintas fuentes al total nacional de emisiones de SO ₂ , NO _x , MP10 y MP2,5 – 2020	148
Figura 17 Emisiones de NO ₂ por región y por tipo de fuente, 2020	148
Figura 18 Emisiones de SO ₂ por región y por tipo de fuente, 2020	149
Figura 19 Emisiones de MP2,5 por región y por tipo de fuente, 2020	150
Figura 20 Composición de emisiones totales al aire de fuentes puntuales por rubro - 2020	151
Figura 21 Análisis NPCA MP_{2.5}	152
Figura 22 Análisis NPCA MP₁₀	153
Figura 23 Análisis NPCA SO₂	153
Figura 24 Análisis NPCA NO₂	153
Figura 25 Análisis NPCA O₃	154
Figura 26 Análisis NPCA CO	154
Figura 27 Evolución de concentraciones anuales de SO ₂ en zonas de conflictos ambientales, 2012-2021.....	156
Figura 28 Evolución de concentraciones anuales de MP10 en zonas de conflictos ambientales, 2012-2021	156
Figura 29 Pilares o líneas de acción de la estrategia de normas.....	157
Figura 30 Actividades implementación Estrategia de normas.....	160
Figura 30 Evaluación de norma diaria de MP2,5 – 2022.....	164
Figura 31 Evaluación de norma anual de MP2,5 años 2020 - 2022	165
Figura 32 Evaluación de norma diaria de MP10 - 2021	166
Figura 33 Evaluación de norma anual de MP10 años 2019 - 2021	167
Figura 34 Evaluación de norma horaria de NO ₂ años 2020 - 2022	168
Figura 35 Evaluación de norma anual de NO ₂ años 2020 - 2022	169

Figura 36 Evaluación de norma de 8 horas de O ₃ años 2017 - 2019	170
---	-----

Tablas:

Tabla 1 Cronograma de entrega Informes y sus actividades por objetivo específico.....	6
Tabla 2 Métodos de referencias para la medición de O ₃ , NO ₂ y CO establecidos en las normas primarias de calidad de aire vigentes en Chile.....	9
Tabla 3 Métodos de referencia y/o equivalencia para medición de gases y MP en Europa, Estados Unidos y Australia/Nueva Zelanda	10
Tabla 4 parámetros de desempeño para equipos de monitoreo de calidad de aire.....	11
Tabla 5 Límites de desempeño para equipos de monitoreo de gases.....	12
Tabla 6 Criterios para estación y sistema de toma de muestras para monitoreo de gases	13
Tabla 7 Tipos de clasificación de estaciones	16
Tabla 8 Criterios generales de emplazamiento de la estación o caseta de monitoreo	20
Tabla 9 Criterios de aceptación para cero y span	23
Tabla 10 Resumen de aplicaciones de monitoreo informativo y suplementario no regulatorio (NSIM) para sensores de aire	28
Tabla 11 Consecuencias de las deficiencias de las actuales políticas de la UE relacionadas con la calidad del aire	37
Tabla 12 Escenarios normativos para NO ₂ propuestos en estudio O2b	40
Tabla 13 Resumen de valores guías y niveles intermedios propuestos en directrices de OMS 2021	40
Tabla 14 Límites de emisión para fuentes emisoras existentes (mg/Nm ³):.....	46
Tabla 15 Límites de emisión para fuentes emisoras nuevas (mg/Nm ³):.....	46
Tabla 16 Límite de emisión para Mercurio (Hg), Níquel (Ni) y Vanadio (V), para fuentes emisoras existentes y nuevas que utilicen carbón y/o petcoke (mg/m ³ N):.....	46
Tabla 17 Estimación de las emisiones en horas de funcionamiento que exceden los límites de emisión de NO _x establecidos en el DS13/2011 y en el Anteproyecto de NECT para CT consideradas en AGIES	47
Tabla 18 Comparación superación valores anteproyecto de NECT años 2021 y 2022	48
Tabla 19 Comparación superación valores anteproyecto de NECT años 2021 y 2022(continuación)	49
Tabla 20 Comparación de emisiones para horas de funcionamiento años 2021 y 2022	49
Tabla 21 Clasificación de observaciones a Anteproyecto de NECT realizadas por PAC.....	52
Tabla 22 Clasificación revisada de observaciones a Anteproyecto de NECT	52
Tabla 23 Clasificación de observaciones según incidencia en Proyecto definitivo de NECT	52
Tabla 24 Principales sitios web revisados para recopilar valores guías para MPS.....	58
Tabla 25 Resumen de valores guías para MPS mensual y anual actualizado hasta 2018.....	60
Tabla 26 Resumen valores de referencia internacionales de MPS de estudio Dictuc 2023	63
Tabla 27 Resumen de valores límites considerados en las normas primarias de O ₃ , SO ₂ y CO y normas secundarias de SO ₂ vigentes en Chile	67
Tabla 28 Niveles de emergencia vigentes en Chile para O ₃ , SO ₂ y CO	67
Tabla 29 Valores guías propuestos por la OMS para SO ₂ , CO y O ₃ en publicación de año 2021	68
Tabla 30 Distancia Mínima de Separación entre la entrada del tomamuestras y Calles para Escalas Vecindario y Urbana para Ozono (O ₃) y Óxidos de Nitrógeno (NO, NO ₂ , NO _x , NO _y)	86

Tabla 31 Distancia mínima de separación entre vías y sondas o sistemas de monitoreo para monitorear el monóxido de carbono a escala vecindario.....	87
Tabla 32 Resumen de criterios para gases.....	88
Tabla 33 Normas técnicas con métodos para monitoreo de gases	90
Tabla 34 Criterios de localización de entrada de muestra	96
Tabla 35 Eje 1 - Gestión integral de la calidad del aire	107
Tabla 36 Eje 2- Instituciones Eficientes y Orientadas a Resultados	108
Tabla 37 Eje 3 - Empresas comprometidas con la calidad del aire	109
Tabla 38 Eje 4 - Políticas para mejorar la calidad del aire con base científica	109
Tabla 39 Eje 5 - Sociedad responsable y participativa	110
Tabla 40 Estrategia regulatoria en Plan Estratégico Nacional	119
Tabla 41 Desafíos regulatorios de la estrategia de Australia en 6 ejes.....	120
Tabla 42 Que hacer y como hacerlo en la estrategia de Australia.....	121
Tabla 43 Normas primarias de calidad de Aire vigentes.....	140
Tabla 44 Normas secundarias de calidad de Aire vigentes.....	141
Tabla 45 Normas de emisión vigentes:	141
Tabla 46 Planes de descontaminación (PDA) o prevención (PPA) atmosféricos vigentes.....	146
Tabla 47 Resumen de normas de calidad de aire primarias y secundarias	146
Tabla 48 Preguntas de consolidado de Observaciones para las cuales se elaboraron respuestas.	171

“ASESORÍA EN PROCESOS DE GENERACIÓN DE NORMAS AMBIENTALES Y EN LA ELABORACIÓN DE PROPUESTAS LEGISLATIVAS, CON ESPECIAL ÉNFASIS EN AQUELLAS QUE INCIDEN EN LOS TERRITORIOS VULNERABLES”

1 Antecedentes generales y justificación de la asesoría.

El Ministerio del Medio Ambiente (en adelante “MMA”), está encargado de colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa.

El artículo 70 de la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, precisa las competencias del Ministerio del Medio Ambiente, dentro de las que se relevan, para efecto de estos TDR, (las letras g), i), n). En particular la indicada letra n) del artículo 70 establece que corresponde al MMA, coordinar el proceso de generación de las normas de calidad ambiental, de emisión y de planes de prevención y, o descontaminación, determinando los programas para su cumplimiento.

En Chile existen territorios en los cuales se han conjugado por un lado una alta localización de industrias y, por otro lado, centros urbanos, lo que ha potenciado los conflictos socioambientales (Coronel, Mejillones, Til Til, Huasco, entre otros), algunos de ellos de larga data. Es el caso en particular del territorio Concón, Quintero y Puchuncaví (en adelante “CQP”), y respecto del cual el MMA ha tenido especial preocupación e interés para avanzar a una solución integral.

En ese marco ha enfatizado la necesidad de acelerar los procesos normativos de los instrumentos regulatorios de mayor incidencia en dicho territorio, como son, por ejemplo, la revisión de la norma de emisión para fundiciones y fuentes emisoras de arsénico, la norma de emisión para centrales termoeléctricas y la norma primaria de calidad de aire para arsénico, entre otros.

Por otro lado, la urgencia asociada a dichos territorios vulnerables ha generado el interés de distintos actores, entre ellos del propio Congreso Nacional, que a través de diversas mociones parlamentarias ha buscado regular y/o fortalecer instrumentos normativos o de política pública, con el fin de avanzar a la mencionada recuperación socio ambiental de los territorios. Son ejemplo de ello, el Boletín N° 13.652-12 y Boletín N°11.140-2, entre otros.

Por otro lado, en la Propuesta de Conciliación de la Causa Rol D N° 20-2016 del Segundo Tribunal Ambiental de Santiago, se establecen 16 medidas principales para propender hacia una recuperación ambiental y social de una zona comprendida por la Bahía de Quintero– Puchuncaví. Para lo anterior, ha asignado al Ministerio del Medio Ambiente; al Consejo para la Recuperación Ambiental y Social; y, al Programa para la Recuperación Ambiental y Social un rol preponderante. En este contexto la medida N°6 establece que el MMA debe dar Celeridad y urgencia a los procesos de elaboración o revisión de normas ambientales aplicables en Quintero-Puchuncaví.

A saber, la sección de normas se constituyó durante el año 2022 y sólo cuenta con 3 profesionales para todos los procesos en curso, siendo insuficiente la dotación actual para dar respuesta a las demandas y compromisos respecto a las normativas tanto nuevas como en revisión. Se espera contar con presupuesto para el próximo año para aumentar la dotación.

Dado todo lo anterior, se hace necesario y urgente disponer de una asesoría profesional experta, que permita apoyar en la solución calificada, a las distintas complejidades que debe enfrentar el MMA, tanto en el proceso de elaboración de normas nuevas como en las revisiones normativas y la generación de antecedentes para fundamentar la mejora regulatoria. Efectivamente, la urgencia y especialidad de los temas, el alto nivel de criticidad que implica arribar a soluciones rápidas, con variables complejas (territorio, comunidad, información, empresas, vulnerabilidad, emergencias recurrentes, entre otros), exigen disponer de apoyos especializados que permita dar respuestas asertivas y con mayor celeridad a los distintos requerimientos asociados a los procesos indicados.

La justificación de la actual asesoría se funda en lo que establece el decreto N° 250, de 2004, del Ministerio de Hacienda, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 19.886, en su artículo 10, N° 7, letra d), que indica que procede el Trato o Contratación Directa si se requiere contratar consultorías cuyas materias se encomiendan en consideración especial de las facultades del proveedor que otorgará el servicio, o ellas se refieran a aspectos claves y estratégicos, fundamentales para el cumplimiento de las funciones de la entidad pública por lo cual no pueden ser sometidas a un Proceso de Compras Público.

La presente entrega corresponde al Informe Final del contrato HR N°106/2023 que reporta todas las actividades realizadas durante la asesoría.

2 Objetivos de la asesoría

2.1 Objetivo General

De acuerdo a los Términos de Referencia, el objetivo general es asesorar de manera experta a la Sección de Normas del MMA, en una estrategia de requerimientos para fortalecer institucionalmente a la sección, incorporando el concepto de transición socioecológica justa. Además de apoyar en los trámites y acciones necesarias para el adecuado proceso de generación de antecedentes para la elaboración o revisión de los siguientes instrumentos:

- iii. Normativas incluidas en el programa de regulación ambiental 2022-2023 que se planifican iniciar, avanzar y/o concluir, en el bienio 2022-2023²: (1) revisión Norma primaria de calidad del aire (NPCA) para NO₂; (2) NPCA para arsénico; (3) revisión de D.S N° 13, de 2011, del MMA Norma emisión (“NE”) para centrales termoeléctricas; (4) revisión de D.S N° 28 de 2013 NE para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico; (5) NE para Calderas; (6) revisión de la NPCA para MP_{2,5}.
- iv. Normativas que deberían iniciar el proceso de revisión y que se desarrollarán según priorización de gabinete o estrategia establecida en la División, algunas de estas pueden ser: (7) Norma Secundaria de Calidad del Aire (NSCA) para Material Particulado Sedimentable en la cuenca del Río Huasco III Región; (8) revisión NPCA para SO₂ y NSCA para SO₂; (9) revisión NPCA para O₃; y (10) revisión NPCA para CO.

² <https://bcn.cl/3a0nl>

2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos y sus actividades a desarrollar durante la asesoría se detallan a continuación:

1. Asesorar en una estrategia o requerimientos de estudio para fortalecer institucionalmente a la sección de Normas, incorporando el concepto de transición socioecológica justa:

- a) Realizar una revisión del estado del arte de las metodologías de referencia para el monitoreo de los contaminantes actualmente normados en Chile, señalando los métodos más adecuados para el seguimiento de la calidad del aire. Incluir revisión de requisitos y criterios para la instalación de estaciones de monitoreo de la calidad del aire, sus controles de calidad, validación de datos, catastro de estaciones de monitoreo aptas para la evaluación de normas de calidad de calidad (que cuenten con declaración EMRP).
- b) Realizar una revisión del estado del arte de las metodologías y equipos de medición alternativos para el monitoreo de los contaminantes actualmente normados en Chile, señalando sus ventajas y desventajas, respecto a los métodos de referencia para la evaluación del cumplimiento normativo.
- c) Planificar variables que debiera contener una estrategia para la Sección de Normas que establezca las principales líneas de acción, en base a la experiencia internacional, así como al diagnóstico del problema en Chile. Incorpora las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE, de la Organización Mundial de la Salud, OMS, e incorporación el concepto de transición socioecológica justa.
- d) Los elementos a considerar en la estrategia deberán ser a lo menos las siguientes líneas de acción: fortalecimiento del marco regulatorio, levantamiento de información, difusión y capacitación, coordinación intersectorial y fortalecimiento institucional (Colaboración y trabajo en conjunto con Oficina de Transición Socio ecológica justa). Lo anterior considerará: elaboración de minutas, comparados, apoyo en la redacción y fundamentación de la estrategia de la sección de Normas.

2. Se deberá realizar Revisión de los procesos referido a los siguientes procesos³:

2.1. Normativas incluidas en el programa de regulación ambiental 2022-2023 que se planifican iniciar, avanzar y/o concluir, en el bienio 2022-2023:

2.1.1 Norma primaria de calidad del aire (NPCA) para NO₂ y NPCA para arsénico:

- a) Asistir y participar de reuniones necesarias con los actores relevantes de este proceso necesarias para el término del mismo, tales como reuniones de Comité Operativo, Comité Operativo Ampliado, reuniones bilaterales con los servicios competentes y proceso de consulta ciudadana. Para cada una de las reuniones, se deberá generar una minuta o acta, según corresponda, que integre la visión/revisión de asesor experto.

³ Se hace presente que, dado que son procesos normativos reglados, el avance de las etapas de tramitación de las normas estará supeditado al cumplimiento del Reglamento de Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión (DS N° 38, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente).

- b) Apoyo técnico experto para el Informe Consolidado de Observaciones y respuestas del Anteproyecto, a partir de las observaciones efectuadas en la etapa de Consulta Pública.
- c) Elaboración de minutas que dé cuenta de los cambios entre el proyecto definitivo y el anteproyecto, en caso de corresponder
- d) Actualización de cumplimiento de norma de NO₂ para el período 2020-2022 en las estaciones públicas y privadas (sujeto a la información disponible).
- e) Propuesta de métodos de referencia y equipos para la medición de NO₂

2.1.2 Revisión de D.S N° 13, de 2011, del MMA (Norma emisión (“NE”) para centrales termoeléctricas) y Revisión de D.S N° 28 de 2013 (NE para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico):

- a) Asistir a las reuniones del MMA, en el proceso de procesamiento, revisión y análisis de la información.
- b) Asistir y participar de reuniones necesarias con los actores relevantes de este proceso necesarias para el término del mismo, tales como reuniones de Comité Operativo, Comité Operativo Ampliado, reuniones bilaterales con los servicios competentes y proceso de consulta ciudadana. Para cada una de las reuniones, se deberá generar una minuta o acta, según corresponda, que integre la visión/revisión de asesor experto.
- c) Elaborar, revisar y proponer eventuales ajustes a la normativa, considerando minutas, informes o eventuales nuevas bases de datos en el formato adecuado para realizar el AGIES
- d) Analizar y emitir informes con opinión experta, respecto de materias, iniciativas y otras dudas que puedan surgir para efectos de dar curso al proceso normativo
- e) Apoyo técnico experto para el Informe Consolidado de Observaciones y respuestas del Anteproyecto, a partir de las observaciones efectuadas en la etapa de Consulta Pública
- f) Elaborar minutas que dé cuenta de los cambios entre el proyecto definitivo y el anteproyecto, en caso de corresponder

2.2.3 Revisión NE para Calderas

- a) Asistir a las reuniones del MMA, en el proceso de procesamiento, revisión y análisis de la información.
- b) Revisar los antecedentes considerados durante el proceso de elaboración de la normativa, identificar las mejoras de brechas y proponer listado de actividades a realizar para actualizar los antecedentes, el cual deberá ser consensuado con la contraparte-técnica.
- c) Desarrollo de términos de referencia con las actividades identificadas en el punto anterior

2.2.4 Revisión de la NPCA para MP_{2,5}:

- a) Asistir a las reuniones del MMA, en el proceso de procesamiento, revisión y análisis de la información
- b) Asistir y participar de reuniones necesarias con los actores relevantes de este proceso necesarias para el término del mismo, tales como reuniones de Comité Operativo, Comité Operativo Ampliado, reuniones bilaterales con los servicios competentes y proceso de consulta ciudadana. Para cada una de las reuniones, se deberá generar una minuta o acta con opinión experta, según corresponda.
- c) Propuesta de métodos de referencia y equipos para la medición de MP_{2,5}.

2.2. Normativas que deberían iniciar el proceso de revisión y que se desarrollaran según priorización de gabinete o estrategia establecida en la División, algunas de estas pueden ser

2.2.1 Norma Secundaria de Calidad del Aire (NSCA) para Material Particulado Sedimentable en la cuenca del Río Huasco III Región:

- a) Asistir a las reuniones del MMA, en el proceso de procesamiento, revisión y análisis de la información
- b) Analizar y revisar los antecedentes levantados por el Ministerio del Medio Ambiente, para la revisión de la normativa, en la localidad de Huasco
- c) Realizar un análisis normativo de las mediciones de MPS presentes en la Región de Antofagasta y Atacama, considerando como límite de referencia el valor actual de la NSCA para MPS. Lo anterior, con el objetivo de evaluar expandir el alcance geográfico

2.2.2 Revisión NPCA SO₂, NSCA para SO₂, NPCA para O₃ y NPCA para CO:

- a) Asistir a las reuniones del MMA, en el proceso de procesamiento, revisión y análisis de la información
- b) Revisar los antecedentes considerados durante el proceso de elaboración de la normativa, identificar las mejoras de brechas y proponer listado de actividades a realizar para actualizar los antecedentes, el cual deberá ser consensuado con la contraparte-técnica.
- c) Desarrollo de términos de referencia con las actividades identificadas en el punto anterior
- d) Propuesta de métodos de referencia y equipos para la medición de SO₂, CO y O₃

2.3 Informes y/o productos:

Para dar cumplimiento a los objetivos generales y específicos se considera durante la asesoría asistir a las reuniones del MMA en el proceso de procesamiento, revisión y análisis de la información, lo cual incluye:

- 4) Asistir y participar de reuniones necesarias con los actores relevantes de este proceso necesarias para el término del mismo, tales como reuniones de Comité Operativo, Comité Operativo Ampliado, reuniones bilaterales con los servicios competentes y proceso de consulta ciudadana.
- 5) Elaborar, revisar y proponer eventuales ajustes a la normativa y a los distintos actos administrativos necesarios en la tramitación de los procesos normativos asociados a las normas indicadas en el Objetivo Específico
- 6) Analizar y emitir informes respecto de materias, iniciativas y otras dudas que puedan surgir para efectos de dar curso al proceso elaboración y revisión de las normativas indicadas.

Como resultado de la asistencia técnica, de la interacción con los equipos profesionales y a partir de los lineamientos entregados por la Gabinete, División de Calidad del Aire, la Contraparte Técnica y por la División de Información y Economía Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, se considera la entrega de los siguientes productos, asociados a las actividades anteriores:

- 1) Entregar las minutas, bases de datos, análisis comparados, propuestas, e informes sobre diversos aspectos relacionados a la revisión normativa.
- 2) Entregar actas de las reuniones en que participe.

- 3) Entregar bases de datos procesadas y bases de datos con el formato requerido para elaborar el AGIES.

Durante la asesoría se entregarán 4 informes de avance y un informe final, cuyo número, contenido y plazos de entrega acordados con la contraparte técnica se detallan a continuación en la Tabla 1:

Tabla 1 Cronograma de entrega Informes y sus actividades por objetivo específico

	Objetivos de la Asesoría	Inf1 18/06	Inf 2 18/08	Inf 3 29/09	Inf 4 17/11	Final 27/12
1	Asesorar en una estrategia o requerimientos de estudio para fortalecer institucionalmente a la sección de Normas					
a	Realizar una revisión del estado del arte de las metodologías de referencia para el monitoreo de los contaminantes	X	X	X		
b	Realizar una revisión del estado del arte de las metodologías y equipos de medición alternativos para el monitoreo de los contaminantes		X	X		
c	Planificar variables que debiera contener la estrategia		X	X		
d	Considerar en la estrategia las líneas de acción		X	X		
2	Realizar Revisión de los procesos referido a los siguientes procesos					
2.1	Normativas incluidas en el programa de regulación ambiental 2022-2023 que se planifican iniciar, avanzar y/o concluir					
2.1.1	Norma primaria de calidad del aire (NPCA) para NO₂ y para arsénico:					
a	Asistir y participar de reuniones necesarias				X	
b	Apoyo técnico experto para el Informe Consolidado de Observaciones y respuestas del Anteproyecto,				X	
c	Elaboración de minutas en caso de corresponder				X	
d	Actualización de cumplimiento de norma de NO ₂ para el período 2020-2022 en las estaciones públicas y privadas (sujeto a la información disponible).	X				
e	Propuesta de métodos de referencia y equipos para la medición de NO ₂	X	X			
2.1.2	Revisión de D.S N° 13/2011 NECT y Revisión de D.S N° 28/2013 NE para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico:					
a	Asistir a las reuniones del MMA, en el proceso de procesamiento, revisión y análisis de la información.				X	
b	Asistir y participar de reuniones necesarias con los actores relevantes de este proceso				X	
c	Elaborar, revisar y proponer eventuales ajustes a la normativa				X	
d	Analizar y emitir informes con opinión experta,				X	
e	Apoyo técnico experto para el Informe Consolidado de Observaciones y respuestas del Anteproyecto,				X	
f	Elaborar minutas en caso de corresponder				X	
2.1.3	Revisión NE para Calderas					
a	Asistir a las reuniones del MMA, en el proceso de procesamiento, revisión y análisis de la información.					X
b	Revisar los antecedentes considerados durante el proceso de elaboración de la normativa,					X
c	Desarrollo de términos de referencia con las actividades identificadas en el punto anterior					X

	Objetivos de la Asesoría	Inf1 18/06	Inf 2 18/08	Inf 3 29/09	Inf 4 17/11	Final 27/12
2.1.4	Revisión de la NPCA para MP_{2,5}:					
a	Asistir a las reuniones del MMA, en el proceso de procesamiento, revisión y análisis de la información				X	X
b	Asistir y participar de reuniones necesarias con los actores relevantes de este proceso				X	X
c	Propuesta de métodos de referencia y equipos para la medición de MP _{2,5} .				X	X
2.2	Normativas que deberían iniciar el proceso de revisión				X	X
2.2.1	Norma Secundaria de Calidad del Aire (NSCA) para Material Particulado Sedimentable en la cuenca del Rio Huasco III Región				X	X
a	Asistir a las reuniones del MMA, en el proceso de procesamiento, revisión y análisis de la información				X	X
b	Analizar y revisar los antecedentes levantados por el MMA, para la revisión de la normativa, en la localidad de Huasco				X	X
c	Realizar un análisis normativo de las mediciones de MPS presentes en la Región de Antofagasta y Atacama,				X	X
2.1.2	Revisión NPCA SO₂, NSCA para SO₂, NPCA para O₃ y NPCA para CO:				X	X
a	Asistir a las reuniones del MMA y en el proceso de procesamiento, revisión y análisis de la información				X	X
b	Revisar los antecedentes considerados durante el proceso de elaboración de la normativa,				X	X
c	Desarrollo de términos de referencia con las actividades identificadas en el punto anterior				X	X
d	Propuesta de métodos de ref y equipos para la medición de SO ₂ , CO y O ₃				X	X

La X indica el informe de avance en el cual debería reportarse el avance de la actividad

3 Asesoramiento en una estrategia o requerimientos de estudio para fortalecer institucionalmente a la sección de Normas, incorporando el concepto de transición socioecológica justa

3.1 Revisión del estado del arte de las metodologías de referencia para el monitoreo de los contaminantes actualmente normados en Chile

3.1.1 Metodologías de medición para evaluación de normas de calidad de aire

La gran importancia y necesidad de controlar los contaminantes atmosféricos en la época de los años 50 y 60, trajo consigo un rápido desarrollo de metodologías para el muestreo y análisis de estos contaminantes en varios países. En 1955, el Congreso núm. 84 de los Estados Unidos de Norteamérica, decretó la Ley Pública 159, para proveer investigación y asistencia técnica relacionadas con el control de contaminantes atmosféricos. Una división de contaminantes atmosféricos fue establecida en el Servicio de Salud Pública de este país en 1960 y la primera “Clean Air Act (Acta del Aire Limpio)”, fue adoptada por el Congreso núm. 88 como Ley Pública 206 en diciembre de 1963. Posteriormente, se organiza en marzo de 1963, el Comité Intersociedades Norteamericano (ISC, siglas en inglés) que agrupa a diferentes asociaciones americanas como la de Higiene Industrial, de Ingenieros Químicos, de Salud Pública, entre otras, con la finalidad de establecer y desarrollar métodos de muestreo y análisis de calidad de aire y publica en 1972 el Manual ISC que contenía 57 metodologías. Por otro lado, la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM,, siglas en inglés) se había ocupado del desarrollo y publicación de métodos tentativos y estándares para el muestreo y análisis de contaminantes atmosféricos, en su “Committee D-22”, participando con ISC hasta 1973.

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA, siglas en inglés) publica en 1971, métodos de referencia para el análisis de los seis principales contaminantes atmosféricos (partículas suspendidas totales (PST), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), oxidantes fotoquímicos entre estos se encuentra el ozono (O₃), hidrocarburos no-metano (HCNM) y dióxido de nitrógeno (NO₂) con la finalidad de determinar una congruencia con los estándares nacionales de calidad del aire, primarios y secundarios.

De igual manera la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, siglas en inglés) en los años 60 formó un grupo de trabajo encargado de desarrollar y estudiar metodologías para la medición de contaminantes atmosféricos. En 1969, la Organización Mundial de la Salud (OMS), publicó una Guía de Selección de Metodologías para la Medición de Contaminantes Atmosféricos, preparada por el Dr. Morris Katz. Siguiendo a esta publicación, un manual de laboratorio titulado Métodos Selectos de Medición de Contaminantes Atmosféricos, publicado en 1976 bajo el patrocinio del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y de la OMS.

En Chile, las normas primarias de O₃, NO₂ y CO vigentes desde el año 2002 establecen los métodos de referencia para la medición, los cuales se resumen en la Tabla 2. En cambio, las normas actualizadas por el Ministerio del Medio Ambiente desde el año 2011 para MP_{2,5} (D.S. N°12/2011); SO₂ (D.S. N°104/2018) y MP₁₀ (D.S. N°12/2021) han definido para cada una de ellas que “Las

metodologías de medición para el monitoreo y la vigilancia de la presente norma primaria de calidad ambiental se establecerán por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), mediante una resolución dictada en el plazo de 12 meses contado desde la entrada en vigencia de este decreto, la que se publicarán en el Diario Oficial.”

Tabla 2 Métodos de referencias para la medición de O₃, NO₂ y CO establecidos en las normas primarias de calidad de aire vigentes en Chile

Gas	Método de referencia establecido en la Norma	Referencia
O ₃	a. Quimiluminiscencia con etileno; b. Fotometría de absorción ultravioleta; c. Cromatografía líquida gas/sólido; d. Espectrometría de absorción óptica diferencial, con calibración in-situ y, e. Un método de medición de referencia o equivalente designado o aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos o por las Directivas de la Comunidad Europea	Artículo 6 D.S. N°112/2002 de MINSEGPRES
NO ₂	a. Quimiluminiscencia; b. Los que se basen en el método modificado de Griess-Saltzman; c. Espectrometría de absorción óptica diferencial, con calibración in-situ y, d. Un método de medición de referencia o equivalente designado o aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos o por las Directivas de la Comunidad Europea.	Artículo 7 D.S. N°114/2002 de MINSEGPRES
CO	a. Fotometría infrarroja no dispersiva y, b. Un método de medición de referencia o equivalente designado o aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos o por las Directivas de la Comunidad Europea.	Artículo 8 D.S. N°114/2002 de MINSEGPRES

Durante este año 2023, en Agosto se publicó en Diario Oficial la Resolución N°1449⁴ de SMA que **"Dicta instrucciones de carácter general que establecen los requisitos técnicos para la instalación, funcionamiento y operación de los instrumentos en las estaciones de muestreo y medición de calidad del aire y meteorología"**, la cual en la letra c del punto 2.2 establece que "Se deben instalar instrumentos de medición y muestreadores incluidos en la lista de Métodos denominados de Referencia y Equivalentes publicada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica o que cuenten con aprobación de alguna de las agencias de los países miembros de la Comunidad Europea que implementan las directrices del Comité Europeo para Estandarizaciones".

Para complementar lo establecido en la Resolución N°1449 de SMA, en la Tabla 3 se resumen los métodos de referencia para medición de NO₂, SO₂, O₃, CO, Benceno, MP₁₀ y MP_{2,5} establecidos para la Comunidad Europea, Estados Unidos (US EPA), y Australia/Nueva Zelandia. Para el monitoreo de SO₂ se recomienda priorizar por el método Fluorescencia de ultravioleta y para monitoreo de O₃ el método Fotometría UV, ya que la mayoría de los equipos automáticos aprobados para efectos de evaluación de normas de calidad de aire utilizan esos métodos de medición por tener una respuesta más rápida y ser de menor complejidad. Para la medición de MP₁₀ y MP_{2,5} el método de referencia es la gravimetría, pero se aceptan los métodos TEOM y BAM por obtener resultados equivalentes al de referencia, por lo cual se les denomina métodos equivalentes.

⁴ Res Ex N°1449/2023 de SMA Disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1195320>

Tabla 3 Métodos de referencia y/o equivalencia para medición de gases y MP en Europa, Estados Unidos y Australia/Nueva Zelanda

Gas/MP	Método	Referencias		
		Europa	EEUU (US EPA)	Australia/NZ
NO ₂	Quimioluminiscencia	EN 14211:2013	40CFR 50 Apend F	AS 3580.5.1-2011
SO ₂	Fluorescencia UV	EN 14212:2013	40CFR 50 Apend A-1	AS 3580.4.1-2008
	Pararosanilina	--	40CFR 50 Apend A-2	--
O ₃	Fotometría ultravioleta	EN 14625:2013	40CFR 53	AS 3580.6.1-2011
	Quimioluminiscencia	--	40CFR 50 Apend D	--
CO	Fotometría infrarroja no dispersiva	EN 14626:2013	40CFR 50 Apend C	AS 3580.7.1-2011
Benceno	Cromatografía Gaseoso	EN 14662-1:2005 EN 14662-2:2005 EN 14662-3:2015	USEPA Method TO-1 USEPA Method TO-14A USEPA Method TO-15 USEPA Method TO-17	Recomienda los métodos Europeos y de USEPA ⁵
MP ₁₀	TEOM (equivalencia)	EN 16450:2017	Ver lista de métodos de USEPA ⁶	AS 3580.9.8:2022
	BAM (equivalencia)	EN 16450:2017		AS/NZS 3580.9.11:2022
	Gravimetría	EN 12341:2014	40CFR 50 Apend J	AS/NZS 3580.9.6:2015
MP _{2,5}	TEOM (equivalencia)	EN 16450:2017	Ver lista de métodos de USEPA	AS/NZS 3580.9.13:2022
	BAM (equivalencia)	EN 16450:2017		AS/NZS 3580.9.12:2022
	Gravimetría	EN 12341:2014	40CFR 50 Apend L	AS/NZS 3580.9.7:2015

Fuente: Elaboración propia

Para conocer los equipos (breve descripción de componentes, funcionamiento y fotografías) que cuentan con aprobación USEPA se recomienda revisar el documento Reference and Equivalent Methods Used to Measure National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) Criteria Air Pollutants⁷.

3.1.2 Criterios para equipos automáticos de monitoreo para evaluación de normas

Los equipos automáticos, también denominados analizadores, utilizados para monitoreo de gases con fines de evaluación de normas de calidad de aire, deben cumplir rigurosas especificaciones técnicas, además de tener un principio de medición basado en un método de referencia o equivalencia acorde a los mencionados en la Tabla 3. En Estados Unidos, los equipos que cumplen las especificaciones técnicas, ya sea como método de referencia o de método de equivalencia (en caso de llegar a un mismo rendimiento en la determinación de las concentraciones, pero con un método distinto al de referencia) reciben un certificado de USEPA. El listado con equipos aprobados por USEPA está disponible en el sitio web: <https://www.epa.gov/amtic/air-monitoring-methods-criteria-pollutants>. En Europa, un procedimiento similar es realizado por la Agencia Ambiental "Monitoring Certification Scheme (MCerts), la cual mantiene listado⁸ de equipos certificados en su sitio web".

Es importante destacar que en la letra c) del punto 2.2 de la Resolución N° 1449 de SMA se establecen los siguientes requisitos para Instrumentos de medición y muestreadores:

⁵ Disponible en <https://environment.govt.nz/assets/Publications/Files/good-practice-guide-for-air-quality.pdf>

⁶ Disponible en https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-06/List_of_FRM_FEM_%20June%202023_Final.pdf

⁷ Disponible en https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NERL&dirEntryId=321491

⁸ <https://www.csagroupuk.org/wp-content/uploads/2019/04/MCERTSCertifiedProductsCAMS.pdf>

- *La instalación del instrumento se debe realizar de acuerdo con lo especificado en el manual del fabricante.*
- *Se debe configurar los instrumentos de medición y muestreadores de acuerdo con la secuencia e instrucciones especificadas en el manual de operación del fabricante.*
- *Se debe proteger a los instrumentos de medición de las vibraciones de bombas u otros instrumentos que funcionan al interior de la estación.*
- *Los instrumentos de medición y muestreadores deben funcionar con sus parámetros operacionales de acuerdo con lo especificado en su certificado de aprobación o de acuerdo con lo establecido en el manual del fabricante.*
- *Los muestreadores de MP10, MP2,5 y MPS instalados en el techo de la estación o en estructuras anexas a la estación, deben estar conectados a un circuito eléctrico específico para ellos, si corresponde. Deben estar ubicados a una distancia respecto a cualquier obstáculo de al menos 2 veces la altura de ese obstáculo. El flujo de aire no debe tener obstrucciones a lo menos en un arco de 270°.*
- *No se deben dejar conexiones eléctricas o extensiones descubiertas en los techos o estructuras anexas, para ello se deben utilizar cajas de conexiones.*
- *Los muestreadores y cabezales deben estar debidamente sujetos a sus estructuras de soporte.*
- *Los muestreadores de polvo sedimentable (MPS), se deben instalar con la entrada del muestreador a una altura entre 2m y 4m desde el suelo. Además, en un radio de 20m no deben existir estructuras de altura superior a 1m y las elevaciones a objetos más altos (por ejemplo: árboles) no deben superar los 30° desde la horizontal*
- *El contenedor de los muestreadores de polvo sedimentable (MPS), debe estar hecho de acero inoxidable, plástico o vidrio resistente a las condiciones de intemperie y que no sean reactivos con la muestra. El tipo de contenedor de la muestra estará directamente relacionado con las condiciones del lugar de instalación.*

La Tabla 4 presenta los principales parámetros y sus definiciones para evaluar el desempeño de los equipos de monitoreo de calidad de aire, posteriormente la Tabla 5 resume los límites que deben cumplir los parámetros de desempeño de los analizadores de gases de acuerdo a las recomendaciones de 40 CFR parte 53⁹ para su aprobación por USEPA como equipo con método de referencia o equivalencia, apto para monitoreo con fines de evaluación de normas.

Tabla 4 parámetros de desempeño para equipos de monitoreo de calidad de aire

Parámetro	Definición
Rango	Las concentraciones mínimas y máximas nominales que un método es capaz de medir
Ruido	Desviaciones espontáneas de corta duración en las mediciones que no son causadas por cambios en la concentración de entrada
Menor límite detectable	La concentración mínima de contaminantes que es capaz de medir o medición de al menos el doble del nivel de ruido
Equivalente de interferencia	Respuesta de medición positiva o negativa causada por una sustancia distinta de la que se está midiendo

⁹ CRF40 Part 53- Subpart B—Procedures for Testing Performance Characteristics of Automated Methods for SO₂, CO, O₃, and NO₂ Disponible en <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=92c90499b277d41a4c10de4839b3a2a9&mc=true&node=sp40.6.53.b&rgn=div6>

Parámetro	Definición
Corrimiento Cero (Zero drift), 12h y 24h	el cambio en la respuesta de medición a la concentración cero de contaminantes durante periodos de 12 y 24 horas de operación continua no ajustada (ver Tabla 5).
Corrimiento Span (Span drift) 24 h	El cambio porcentual en la respuesta de medición a una concentración de contaminantes en el rango alto de la escala durante un período de 24 horas de funcionamiento continuo sin ajustar (ver Tabla 5).
Tiempo retardo (lag time)	El intervalo de tiempo entre un cambio en la concentración de entrada y el primer cambio observable en la respuesta de medición a esa concentración
Tiempo aumento (rise time)	El intervalo de tiempo entre la respuesta de medición inicial y el 95% de la respuesta final después de un incremento determinado en la concentración de entrada
Tiempo caída (fall time)	El intervalo de tiempo entre la respuesta de medición inicial y el 95% de la respuesta final después de una disminución determinada en la concentración de entrada
Precisión	Variación sobre la media de mediciones repetidas de la misma concentración de contaminantes, equivalente a la desviación estándar expresada como un porcentaje de los límites del rango superior

Es muy importante controlar el cumplimiento en el transcurso del tiempo de los límites de desempeño de los analizadores, ya que es muy probable que durante la operación rutinaria se realicen ajustes de rangos o cambios de piezas que podrían dejar el analizador de gas fuera de especificación, es decir en la práctica no cumple las exigencias para tener aprobación USEPA.

Tabla 5 Límites de desempeño para equipos de monitoreo de gases

Parámetro de desempeño	Unidades ¹	SO ₂		O ₃		CO		NO ₂ (rango Std.)	Definiciones y test de procedimientos
		Rango Std. ³	menor rango ^{2,3}	Rango Std. ³	menor rango ^{2,3}	Rango Std. ³	Menor rango ^{2,3}		
1. Rango	ppm	0-0,5	<0,5	0-0,5	<0,5	0-50	<50	0-0,5	Sec. 53.23(a)
2. Ruido	ppm	0,001	0,0005	0,0025	0,001	0,2	0,1	0,005	Sec. 53.23(b)
3. Menor límite detectable	ppm	0,002	0,001	0,005	0,002	0,4	0,2	0,010	Sec. 53.23(c)
4. Equivalente de interferencia									
Cada interferente	ppm	±0,005	±0,005 ⁴	±0,005	±0,005	±1,0	±0,5	±0,02	Sec. 53.23(d)
Total, todos	ppm	-	-	-	-	-	-	0,04	Sec. 53.23(d)
5. Corrimiento Cero, 12 y 24 horas	ppm	±0,004	±0,002	±0,004	±0,002	±0,5	±0,3	±0,02	Sec. 53.23(e)
6. Corrimiento Span 24 h									
20% rango	%	-	-	-	-	-	-	±20,0	Sec. 53.23(e)
80% rango	%	±3,0	±3,0	±3,0	±3,0	±2,0	±2,0	±5,0	Sec. 53.23(e)
7. Tiempo retardo	min	2	2	2	2	2,0	2,0	20	Sec. 53.23(e)
8. Tiempo aumento	min	2	2	2	2	2,0	2,0	15	Sec. 53.23(e)
9. Tiempo caída	min	2	2	2	2	2,0	2,0	15	Sec. 53.23(e)
10. Precisión									
20% rango superior	% ⁵	2	2	2	2	1,0	1,0	4	Sec. 53.23(e)

Parámetro de desempeño	Unidades ¹	SO ₂		O ₃		CO		NO ₂ (rango Std.)	Definiciones y test de procedimientos
		Rango Std. ³	menor rango ^{2,3}	Rango Std. ³	menor rango ^{2,3}	Rango Std. ³	Menor rango ^{2,3}		
80% rango superior	% ⁵	2	2	2	2	1,0	1,0	6	Sec. 53.23(e)

1. Convertir de (ppm) a µg/m³ considerando factores a 25 °C y 760 mm Hg.

2. Las pruebas de equivalente de interferencia y tiempo de retardo no necesitan repetirse para ningún rango inferior, siempre que la prueba para el rango estándar muestre que se cumple la especificación de rango inferior (si corresponde) para cada uno de estos parámetros de prueba.

3. Para analizadores candidatos que tengan constantes de tiempo automáticas o adaptativas o filtros de suavizado, describa su naturaleza funcional y describa y realice pruebas adecuadas para demostrar sus aspectos funcionales y verifique que los desempeños de calibración, ruido, retardo, tiempos de caída y precisión estén dentro de las especificaciones bajo todas las condiciones aplicables. Para analizadores candidatos con constantes de tiempo seleccionables por el operador o filtros suavizadores, realice calibraciones, ruido, retraso, aumento, tiempos de caída y pruebas de precisión en los ajustes más altos y más bajos que se incluirán en la designación método de referencia o método de equivalencia.

4 Para la interferencia de óxido nítrico para el método Fluorescencia UV para SO₂, el equivalente de interferencia es de ±0.0003 ppm para el rango inferior.

5 Desviación estándar expresada como porcentaje del límite del rango superior

Fuente: Table B-1 to Subpart B of Part 53—Performance Limit Specifications for Automated Methods.

[https://www.ecfr.gov/cgi-](https://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=5878bcb671215c75086813ba0929b624&mc=true&n=sp40.6.53.b&r=SUBPART&ty=HTML)

[bin/retrieveECFR?gp=&SID=5878bcb671215c75086813ba0929b624&mc=true&n=sp40.6.53.b&r=SUBPART&ty=HTML](https://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=5878bcb671215c75086813ba0929b624&mc=true&n=sp40.6.53.b&r=SUBPART&ty=HTML)

Complementariamente, en la R.E N° 744/2017 de la SMA se incluye en el Artículo 4 “Para considerar como válido el instrumento de medición, se deberá asegurar que el certificado de fábrica exprese de manera clara el criterio por el cual se le otorgó aprobación al método, identificación del número de referencia del equipo y un certificado de calibración de flujo emitido de fábrica. Este último deberá asegurar que los resultados de las mediciones sean trazables a patrones de referencia, calibrados según estándares internacionales por alguna entidad con competencia y reconocida en este ámbito, con trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades, tales como BIPM, NIST u otra entidad. Respecto del rango de medición del equipo, este debe ser adecuado para medir tanto las concentraciones establecidas en la norma, así como las concentraciones registradas en el lugar de medición”.

La Tabla 6 resume criterios que debería cumplir la caseta de monitoreo donde es instalado un analizador de gases, como también el tomamuestras y las líneas que conducen la muestra de aire desde la entrada hasta el analizador con el objetivo que la muestra sea representativa de las condiciones que está midiendo.

Tabla 6 Criterios para estación y sistema de toma de muestras para monitoreo de gases

Requerimiento	Criterio	Referencias
Rango temperatura caseta	20 – 30 °C	40 CFR Part 53.32
Fluctuaciones horarias Temp. caseta	<2.1 °C	QA Handbook Volume 2 Sec. 7.2.2
Tiempo de residencia de la muestra	≤ 20 S	40 CFR Part 58 App E, Sec. 9
Material sistema de toma de muestras (líneas, tomamuestras, manifold)	Vidrio de Borosilicatos (ej. Pyrex®) o Teflon®	40 CFR Part 58 App E, Sec. 9

Fuente: Appendix D. Measurement Quality Objectives and Validation Templates. Disponible en

https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/qa/APP_D%20validation%20template%20version%2003_2017_for%20AMTIC%20Rev_1.pdf

En la letra a) del punto 2.2 de la **Resolución N° 1449 de SMA** se establecen los siguientes requisitos para el **Sistema de toma de muestras de gases y material particulado**:

- *Los sistemas de tomas de muestras de gases deben estar contruidos de vidrio de borosilicato y tetrafluoroetileno materiales no reactivos con los gases muestreados. Solo en el caso de realizar mediciones de COV no se deberá utilizar en los sistemas de toma de muestra el tetrafluoretileno, debido a las reacciones de adsorción y desorción con los COV.*
- *El tiempo de residencia de la muestra al interior del sistema de toma de muestra debe ser menor o igual a 20 segundos (EPA 2017, sección 7.3.1).*
- *El sistema de toma de muestra debe tener un sistema de extracción de humedad del flujo muestreado.*
- *En el caso de uso de un colector (manifold) para conducir la muestra de aire a los instrumentos de medición de gases, se deben utilizar mangueras de teflón para conectar el manifold con la entrada de los instrumentos.*
- *En el caso de líneas de muestreo individuales desde el instrumento de medición de gas hasta la entrada del toma de muestra sobre el techo de la estación, se deben utilizar mangueras de teflón conectadas directamente a la entrada “sample” de cada instrumento de medición.*
- *Se deben identificar todas las líneas de muestreo. La identificación debe incluir entradas y salidas del manifold, instrumentos de medición y sistema de evacuación de gases.*
- *Se debe asegurar que no ingrese agua a los instrumentos de medición por las líneas de entrada de gases.*
- *Se debe instalar un sello hermético en la conexión del toma de muestra con el techo de la estación, que no permita el ingreso de polvo y agua al interior de la caseta.*
- *El toma de muestra debe instalarse a una distancia horizontal mayor a 1m respecto a otro toma de muestra de gases y de cabezales de muestreadores de bajo volumen a alturas similares y una distancia horizontal mayor a 2m respecto a cabezales de instrumentos de alto volumen.*
- *La entrada del toma de muestra debe estar a una distancia de al menos 1m horizontalmente respecto a muros, estructuras de soporte o barandas en el techo de la estación.*
- *La entrada del toma de muestra no debe estar obstruida por ramas de árboles cercanos.*
- *La entrada del toma de muestra no debe estar instalada en el mismo lado de la salida de los gases de la estación y de la salida del sistema de aire acondicionado.*
- *La entrada de cabezales de MP10 o MP2,5 de instrumentos o muestreadores de bajo volumen debe estar ubicada a una distancia horizontal mínima de 2m de cabezales de alto volumen y de 1m respecto a otros cabezales de instrumentos de bajo volumen o de la entrada de toma de muestra de gases.*

Para calcular el tiempo de residencia (T_r) de la muestra, antes de ingresar a la cámara de reacción de los analizadores de gases se divide el volumen total (V_t) por el flujo total (F_t):

$$T_r = \frac{V_t}{F_t}$$

Donde el flujo total Ft corresponde al flujo bomba del cabezal (si hay) más flujo de muestra del equipo, expresados en cm³/s. El Volumen total (Vt) corresponde a:

$$V_T = T_v + M_V + L_v$$

Donde:

Tv= Volumen de tomamuestras y extensiones (en cm³)

Mv=Volumen del manifold y trampa para agua (en cm³)

Lv= Volumen de líneas de conducción de la muestra (en cm³).

Lv se calcula considerando el largo "L" de la línea y el diámetro interno "d" usando la fórmula de un cilindro:

$$L_v = L * \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

Las figuras siguientes ilustran tipos de cabezales horizontales y verticales, de material de vidrio, utilizados para monitoreo de calidad de aire.

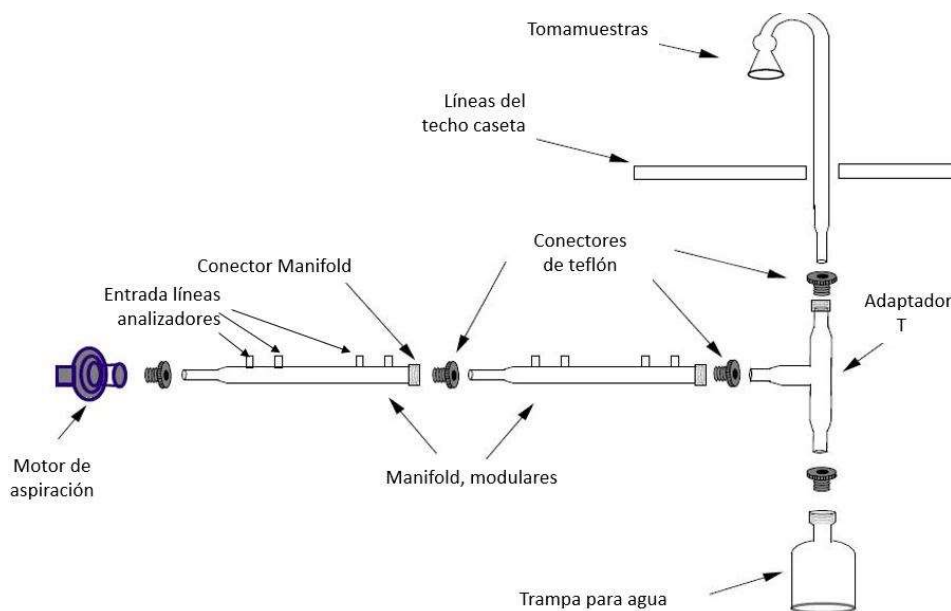


Figura 1 Tomamuestras tipo horizontal

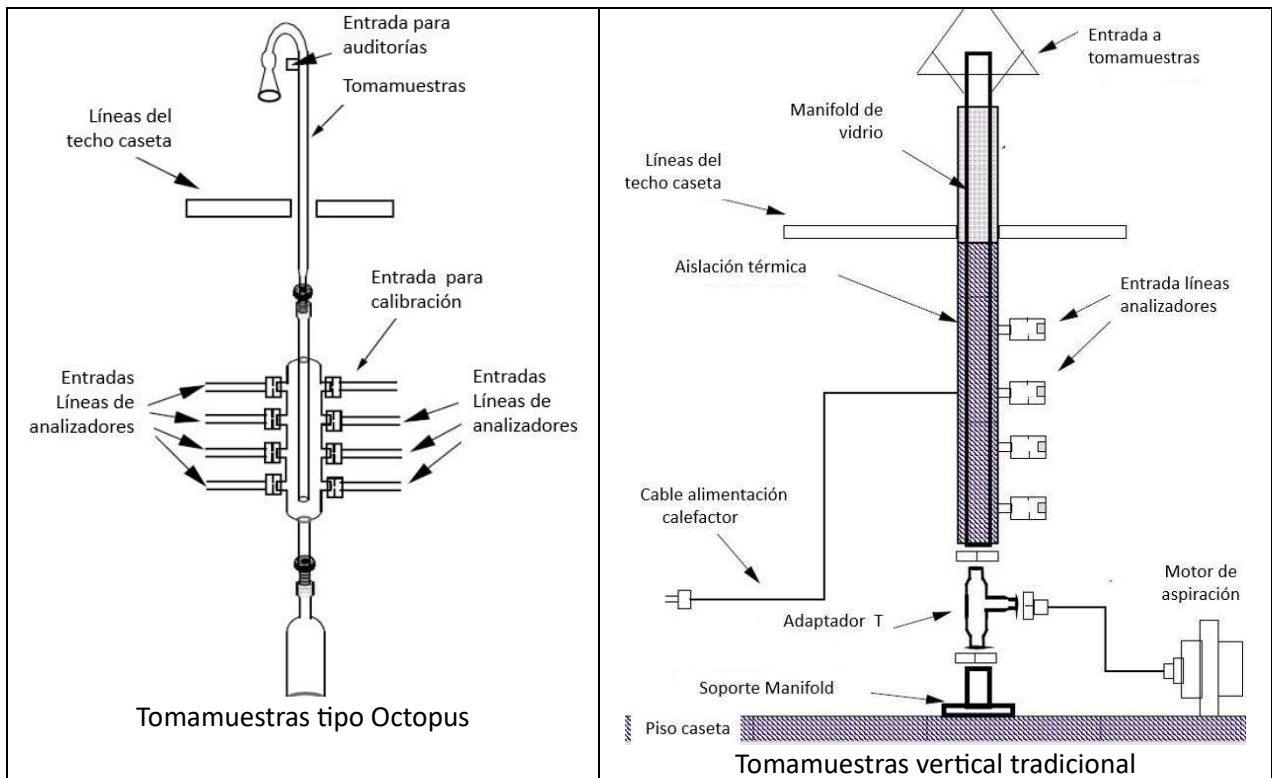


Figura 2 Tomamuestras verticales

3.1.3 Resumen de Criterios generales de emplazamiento estaciones de monitoreo de calidad de aire

Considerando la experiencia de los países en monitoreo de calidad de aire, tanto a nivel de legislación como en lo relativo a procedimientos de mantención y operación de las estaciones de monitoreo y considerando además la procedencia de los equipos de monitoreo vendidos en el mercado chileno la recopilación bibliográfica se concentró en Estados Unidos y su agencia ambiental (USEPA), los países de la Comunidad Europea y en las agencias de Australia/Nueva Zelandia. La Tabla 7 resume los tipos de estación recopilados, un mayor detalle de cada uno de ellos se incluye como Anexo.

Tabla 7 Tipos de clasificación de estaciones

País o institución	Tipo de estación	Subtipo de estación
Australia / Nueva Zelandia	Máximo impacto	
	Vecindario (Neighbourhood)	
	Fondo (Background)	
Países de la Comunidad Económica Europea	Tráfico	Fondo Urbano Fondo Regional
	Industrial	
	Fondo	
	Otras aplicaciones	
Reino Unido	Urbana	Cuneta (<1m de calles)

País o institución	Tipo de estación	Subtipo de estación
		Camino (2 – 5 m de calles)
		Centro urbano
		Fondo Urbano
		Urbano Industrial
	Suburbana	
	Rural	
	Remota	
	Especial (orientada a la fuente)	
Estados Unidos (USEPA)	Escala micro (0 – 100 m)	
	Escala media (100m – 0.5 Km)	
	Vecindario (0.5 – 4 Km)	
	Urbana (4 – 50 Km)	
	Regional (10 – 100 Km)	
	Nacional	

Fuente: Elaboración propia

Es importante señalar que en Chile no hay una clasificación de estaciones de monitoreo de calidad de aire para fines específicos similar a los presentados en la Tabla 7. Por ejemplo, clasificación de estaciones para zonas suburbanas o para zonas industriales, solamente se ha definido Estación de monitoreo con representatividad población (EMRP). Los criterios para declaración de estación EMRP inicialmente fueron establecidos en las normas primarias de calidad de aire (NPCA), pero en las revisiones de las NPCA se ha designado a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) la definición de criterios para declarar EMRP. Considerando que a la fecha no se han establecido los criterios para declaración de EMRP por gases se podrían considerar utilizar los criterios resumidos en la Tabla 7 para las estaciones Vecindario, Fondo, Urbana, Suburbana, Rural y Regional.

Por otro lado, la SMA ha elaborado resoluciones para establecer los criterios técnicos para el monitoreo de $MP_{2,5}$ (R.E. N° 106 en el año 2013) y para monitoreo de MP_{10} (R.E. N° 744 en el año 2017), las cuales se resumen a continuación:

La R.E N°106/2013 de la SMA¹⁰ establece los siguientes criterios de emplazamiento para calificar estaciones de monitoreo de $MP_{2,5}$ como de representatividad poblacional:

1. **Localización en área urbana:** La estación debe ubicarse en un área calificada como urbana por los instrumentos de planificación territorial, en la que exista al menos un área edificada habitada, en un círculo de radio de 2 kilómetros, medidos desde el punto de ubicación de la estación. Además, se deben considerar los factores señalados en el artículo 7° del decreto supremo N° 12, de 18 de enero de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable (2,5). Se deben evitar lugares limítrofes de sectores urbanos o de otro tipo, así como lugares que limiten con otro tipo de uso de suelo, especialmente lugares como el borde de la ciudad, pueblo o localidad.
2. **Exposición:** La estación debe tener una exposición óptima a la atmósfera de la zona que se va a monitorear, teniendo cielo despejado sobre ella, considerando las características

¹⁰ R.E N°106/2013 de la SMA Disponible en <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1048645>

meteorológicas y el régimen de vientos. Debe evitar lugares con obstrucciones a la circulación del viento, como la presencia de árboles, edificios o topografía compleja (condiciones de valle, quebradas, bruscos cambios en la pendiente o altura), buscando la correcta representación de la concentración predominante de $MP_{2,5}$.

3. **Distancia de fuentes emisoras de material particulado:** Se debe evitar la instalación de la estación contigua a fuentes que distorsionen la medición de la norma de calidad específica, como el área contigua a carreteras, acopios de material, fuentes industriales y/o megafuentes, o sitios emisores de polvo. En el caso de fuentes de combustión en base a carbón, leña o petróleo, y otras fuentes fijas similares, la estación se debe emplazar a más de 50 metros de ellas.
4. **Distancia del cabezal:** La distancia del cabezal a las calles deberá ser mayor a 10 metros para calles internas de pueblos y localidades, mayor a 15 metros para avenidas o calles principales y mayor a 50 metros para autopistas urbanas y carreteras.
5. **Distancia horizontal del cabezal respecto a otros cabezales de otros equipos:** La distancia horizontal del cabezal respecto a otros cabezales de otros equipos deberá ser mayor a 1 metro respecto a toma de muestras de gases a alturas similares, y mayor a 2 metros respecto a cabezales de equipos de alto volumen.
6. **Distancia del cabezal respecto a obstrucciones espaciales:** La distancia del cabezal respecto a obstrucciones espaciales debe ser mayor a 2 metros para muros u obstáculos verticales; y debe mantener una distancia en la horizontal de, a lo menos, 2 veces la diferencia de altura entre la toma de muestra y la altura máxima de un obstáculo. El flujo de aire no debe tener obstrucciones a lo menos en un arco de 270° . La distancia debe ser mayor a 20 metros de la línea de goteo de un grupo de árboles.

La R.E N° 744/2017¹¹ de la SMA establece los siguientes criterios de emplazamiento de la estación y de equipos para calificar estaciones de monitoreo de MP_{10} como de representatividad poblacional:

Artículo segundo. Criterios generales de emplazamiento de la estación de monitoreo. La estación de monitoreo deberá ubicarse en una zona donde exista al menos un área edificada habitada en un círculo de radio de 2 kilómetros, medidos desde el punto de ubicación de la estación. Adicionalmente, para la ubicación de la estación, se deberán considerar los siguientes criterios:

- a) Se deberá evitar el emplazamiento en zonas con topografía compleja, considerando las condiciones del valle, quebradas, bruscos cambios de pendiente o altura;
- b) La estación de monitoreo deberá tener cielo despejado sobre ella y una exposición óptima a la atmósfera de la zona que se va a monitorear, considerando las características meteorológicas y el régimen de vientos. En el caso particular de zonas con vientos predominantes, se deberá considerar la velocidad y dirección del viento si existen fuentes emisoras cercanas que pudiesen afectar las mediciones;
- c) Se deberá evitar la ubicación de la estación en lugares con obstrucciones a la circulación del viento, como la presencia de árboles, edificios, muros o vegetación frondosa, buscando la correcta representación de la concentración de MP_{10} ;
- d) La estación deberá estar emplazada en zonas donde la población pasa gran parte del tiempo, principalmente cercana a áreas con edificaciones habitacionales o mixtas (residencial y comercial).

¹¹ R.E N° 744/2017 de la SMA Disponible en <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1105514>

Artículo tercero. Distancia del cabezal del instrumento de medición de MP₁₀ a fuentes emisoras de material particulado. El cabezal del instrumento de medición de MP₁₀ deberá ubicarse alejado de fuentes emisoras que puedan alterar la representatividad de la medición, tales como un área contigua a carreteras, acopios de material, fuentes industriales y/o megafuentes, o sitios emisores de polvo.

El cabezal del instrumento de medición deberá emplazarse a una distancia mayor o igual a cincuenta metros, medidos desde fuentes de combustión en base a carbón, leña o petróleo, y otras fuentes fijas similares. No obstante, en el caso de fuentes residenciales que utilicen como combustible leña o biomasa se podrán aceptar distancias menores, siempre y cuando la fuente no impacte en la estación, considerando la dirección del viento predominante en dicha estación.

Para la ubicación del cabezal del instrumento de medición se deberá considerar que éste debe emplazarse a una distancia mayor o igual a 10 metros, de calles internas de pueblos y localidades; mayor o igual a 15 metros, de avenidas o calles principales; y mayor o igual a 50 metros de distancia entre la ubicación del cabezal del instrumento y autopistas urbanas y carreteras.

Artículo quinto. Ubicación del instrumento de medición en la estación de monitoreo. Para la ubicación del instrumento de medición en la estación de monitoreo, se deberán considerar los siguientes criterios:

- a) El cabezal del instrumento de medición de MP₁₀ debe ubicarse a una distancia mayor o igual a 10 metros de la línea de goteo de un grupo de árboles, y mayor o igual a 20 metros cuando un grupo de árboles actúen como obstrucción de la libre circulación del flujo de aire;
- b) El cabezal del instrumento de medición de MP₁₀ no debe tener obstrucciones al flujo de aire a lo menos en un arco de 270°;
- c) La distancia del cabezal del instrumento de medición de MP₁₀ respecto a obstrucciones espaciales debe ser mayor o igual a 2 metros para muros u obstáculos verticales;
- d) Se deberá mantener una distancia en la horizontal de, a lo menos, dos veces la diferencia de altura entre el cabezal del instrumento de medición de MP₁₀ y la altura máxima de un obstáculo;
- e) La distancia horizontal del cabezal del instrumento de medición de MP₁₀ respecto a cabezales de otros equipos deberá ser mayor o igual a 1 metro para el caso de toma de muestras de gases a alturas similares, y mayor o igual a 2 metros respecto a cabezales de equipos de alto volumen;
- f) El cabezal del instrumento de medición de MP₁₀ se deberá ubicar a una altura mayor o igual a 2 metros y menor o igual a 15 metros sobre el nivel del suelo. La altura del cabezal del instrumento de medición dependerá de la altura de las edificaciones u obstáculos circundantes, considerando una mayor altura del cabezal o tomamuestra cuando existan construcciones en altura alrededor de la estación de monitoreo.

La revisión de literatura verificó que los requerimientos técnicos de emplazamiento de las estaciones de monitoreo establecidos en las resoluciones N°106 de 2013 y N°744 de 2017 de la SMA para MP_{2,5} y MP₁₀ respectivamente incorporan requerimientos establecidos en las regulaciones de US EPA y la Comunidad Europea para monitoreo de calidad de aire, estas últimas a su vez son la base para los requerimientos establecidos en las regulaciones de Australia, Nueva Zelandia y otros países con regulaciones más recientes. Actualmente, las normas primarias Chilenas para gases solamente consideran que la estación esté ubicada en un área habitada para tener representatividad poblacional para gases.

La Tabla 8 resume los criterios recopilados para el emplazamiento de la estación o caseta de monitoreo:

Tabla 8 Criterios generales de emplazamiento de la estación o caseta de monitoreo

N	Criterios	Subcriterios	Referencia
1	Área habitada	La estación deberá estar emplazada en zonas donde la población pasa gran parte del tiempo, principalmente cercana a áreas con edificaciones habitacionales o mixtas (residencial y comercial).	R.E. N°744/2017 D.S. N°112/2002, D.S. N°113/2002, D.S. N°114/2002 y D.S. N°115/2002
2	Exposición	Se deberá evitar el emplazamiento en zonas con topografía compleja, considerando las condiciones del valle, quebradas, bruscos cambios de pendiente o altura;	R.E. N°106/2013 y R.E. N°744/2017
3		Se deberá tener cielo despejado sobre ella y una exposición óptima a la atmósfera de la zona que se va a monitorear, considerando las características meteorológicas y el régimen de vientos. En el caso particular de zonas con vientos predominantes, se deberá considerar la velocidad y dirección del viento si existen fuentes emisoras cercanas que pudiesen afectar las mediciones	R.E. N°106/2013 y R.E. N°744/2017
4		Se deberá evitar la ubicación de la estación en lugares con obstrucciones a la circulación del viento, como la presencia de árboles, edificios, muros o vegetación frondosa, buscando la correcta representación de la concentración de los gases	R.E. N°106/2013 y R.E. N°744/2017
5	Distancia de fuentes emisoras locales o fuentes menores	No debe permitirse que la pluma de las fuentes locales menores impacte de manera inapropiada la estación.	40 CFR 58 Apéndice E.
6		Evitar sitios donde se pueda producir interferencia química con el contaminante que está siendo monitoreado.	AS/NZS 3580.1.1:2016

En consideración a la norma secundaria de calidad del aire para SO₂, el D.S. N°22/2009 de MINSEGPRES establece el concepto de Estación Monitora con Representatividad de Recursos Naturales (EMRRN): “.. Estación monitora que a través de la medición de la concentración ambiental de SO₂, representa la exposición a este contaminante de:

- a) Las explotaciones silvoagropecuarias ubicadas fuera de los límites urbanos establecidos por los instrumentos de planificación territorial;
- b) Los ecosistemas pertenecientes a áreas silvestres protegidas; y
- c) Las especies de flora y fauna silvestre puestas bajo protección oficial mediante decreto respectivo, o clasificadas oficialmente en las categorías “insuficientemente conocidas”, “en peligro de extinción”, “vulnerables” o “raras”, según el procedimiento establecido en el D.S. N°75/04 del MINSEGPRES; y antes de ser sometidas a este procedimiento de clasificación,

especies de fauna silvestre identificadas en alguna de las categorías de conservación señaladas anteriormente, según lo establecido en el DS. N° 5/98 del MINAGRI, Reglamento de la Ley N° 19.473, sobre caza. Se espera completar en informe de avance 4 la revisión del estado del Arte de las metodologías de medición de referencia y los aspectos relacionados con revisión de requisitos y criterios para la instalación de estaciones de monitoreo de la calidad del aire, controles de aseguramiento de calidad, validación de datos.

Por otro lado, la SMA mediante su Resolución Exenta N° 1690/2022 Establece Listado de Estaciones de Monitoreo con Representación Poblacional (EMRP) o Representación de Recursos Naturales (EMRRN). Sin embargo, en el listado hay estaciones que no fueron consideradas, entre ellas algunas de Mejillones. Por este motivo, dentro del alcance de la presente asesoría se espera actualizar y entregar en el Informe de Avance 4 el catastro de estaciones de monitoreo aptas para la evaluación de normas de calidad de calidad, es decir que cuenten con declaración EMRP e identificar las estaciones que estarían aptas para ser declaradas como EMRP o EMRRN.

3.1.4 Operación, mantención, calibración y procesamiento de datos

En el año 2008, mediante el D.S. N°61¹² de MINSAL “Reglamento de Estaciones de Monitoreo de Contaminantes atmosféricos” se establecieron requisitos obligatorios para las instalaciones, equipos, calibraciones, mantenciones, procesamiento de datos, informes y de personal para que una estación de monitoreo pueda ser considerada para evaluar las normas primarias de calidad de Aire. El Reglamento está basado en el estudio “Elaboración de Reglamentos y Protocolos de Procedimientos para el Aseguramiento de la Calidad del Monitoreo de Contaminantes Atmosféricos” desarrollado por CENMA para CONAMA en el año 2003 el cual consideró las recomendaciones vigentes en USEPA y CFR parte 40 en el año 2003. El reglamento de MINSAL permitió establecer criterios para estandarizar la operación de las estaciones de monitoreo en el país y realizar programas de auditorías o de evaluación del funcionamiento. La Resolución N° 1449¹³ de SMA, mencionada anteriormente en la práctica corresponde a una actualización del D.S. N°61 entregando a la SMA una herramienta legal para sus fiscalizaciones estableciendo los requisitos resumidos a continuación:

- Requisitos técnicos para la instalación de estaciones e instrumentos de medición de calidad de aire, incluye condiciones tanto para el exterior de las estaciones como para el interior.
- Requisitos técnicos para funcionamiento y operación de instrumentos de muestreo, medición y meteorología en estaciones de calidad del aire, esto incluye:
 - Verificaciones generales de la estación
 - Verificaciones a los instrumentos
 - Requisitos de patrones y material de referencia
 - Calibraciones
 - Mantenimientos
 - Muestreo con filtros en instrumentos de alto y bajo volumen
 - Muestreo de Material Particulado Sedimentable

¹² http://juridico1.minsal.cl/DECRETO_61_08.doc

¹³ Res Ex N°1449/2023 de SMA Disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1195320>

- Calificación de personal técnico
- Generación, procesamiento, validación y reporte de datos
- Registros y documentos

Una de las obligaciones más importantes de la Resolución N°1469 es que las calibraciones deben ser realizadas por Laboratorios de Calibración acreditados ISO 17025 para lo cual hay un plazo de 3 años desde la entrada en vigencia, es decir desde el 1º de enero de 2025. Hasta el plazo de inicio de la Resolución N°1469 (hasta 31 de diciembre de 2028) seguirá vigente el D.S. N°61.

Además, la Resolución N°1449 establece que la *verificación de instrumentos de medición se deberá realizar con patrones de trabajo, con sus calibraciones vigentes de acuerdo con lo indicado en el punto 3.3 de la Resolución N°1449 y según el procedimiento indicado en el Diagrama 1. Se debe considerar que antes de realizar una verificación de flujo, cero/span o multipunto se deben verificar las fugas del instrumento de acuerdo con el manual del fabricante:*

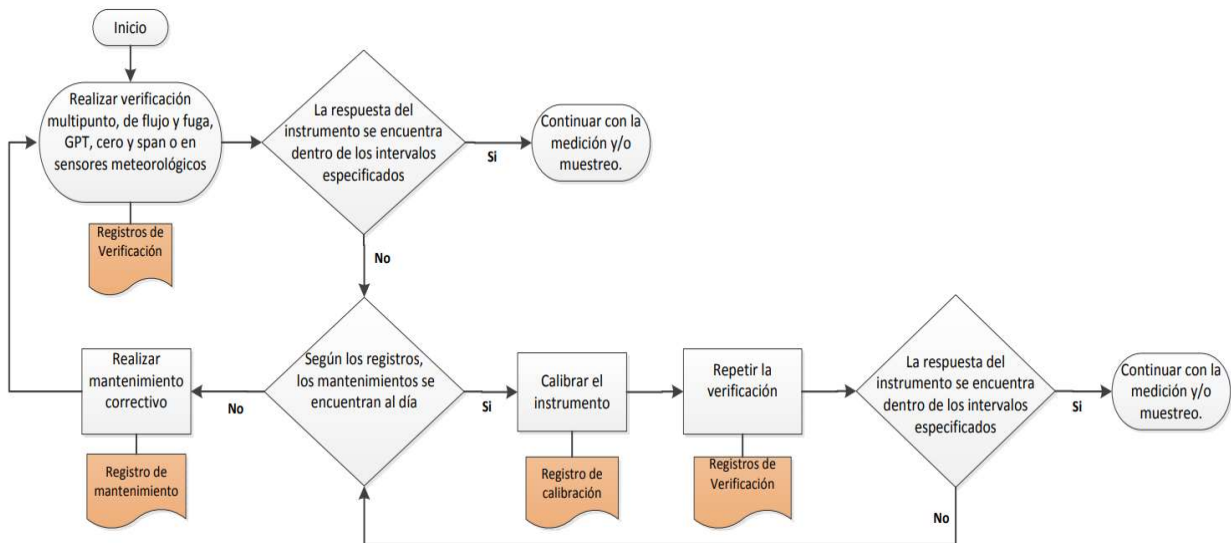


Diagrama 1. Diagrama general de verificaciones, mantenimientos y calibraciones

Para realizar una verificación de cero y span se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Para verificar el instrumento se deberá esperar entre 24 a 48 horas posterior a su instalación en la estación.
- El intervalo utilizado en la verificación debe coincidir con el intervalo de trabajo.
- Se debe realizar una verificación de los parámetros operacionales del instrumento, previo a la verificación de cero y span.
- Se debe verificar un solo instrumento a la vez y mantener una temperatura entre 20 y 30 °C.

El error máximo permitido para la verificación de cero y span corresponderá al indicado por el fabricante en los manuales de uso de los instrumentos o según lo indicado en la Tabla 9 debiendo utilizar el criterio más estricto para el error máximo permitido.

Tabla 9 Criterios de aceptación para cero y span

Contaminante	Error máximo permitido Cero	Error máximo permitido Span	Tiempo de Respuesta	Tiempo de Estabilización
O ₃	±3 ppb	±7%	De acuerdo con lo establecido en el manual del Fabricante	10- 15 min
NO _x , NO, NO ₂	±3 ppb	±7%		10- 15 min
SO ₂	±3 ppb	±7%		10- 15 min
CO	±0.03 ppm	±10%		10- 15 min

(Fuente: Resolución N° 1449 de SMA)

Para mayores detalles de verificaciones Multipunto, Presiones y Fugas revisar el texto de la Resolución N°1469 incluido como Anexo del presente Informe de Avance 4.

Para complementar la Resolución N°1469 se recomienda replicar la experiencia de México estableciendo manuales¹⁴ como parte de un programa de difusión y capacitación que facilite además el entendimiento de la problemática del monitoreo de calidad de aire a la comunidad, entre ellos:

- Principios de Medición de la Calidad del Aire
- Sistemas de Medición de la Calidad del Aire
- Redes, Estaciones y Equipos de Medición de la Calidad del Aire
- Operación de Estaciones de Medición de la Calidad del Aire, mantenimiento y calibración de sus Componentes
- Protocolo de Manejo de Datos de la Calidad del Aire
- Lineamientos Técnicos y Administrativos para la Auditoría de Sistemas de Medición de la Calidad del Aire

También se recomienda establecer procedimientos de operación y mantenerlos para consulta online, a modo de ejemplos:

- Manual de operaciones para el monitoreo de la calidad del aire en Ontario¹⁵
- Manual para operadores locales de estaciones de monitoreos urbanas y rurales del Reino Unido¹⁶

La revisión de la experiencia Europea y de Australia/NZ muestra que tanto los requisitos de los equipos de monitoreo como de las instalaciones para el monitoreo, están establecidas en normas técnicas (ver Tabla 3) las cuales están referidas o citadas en las normas ambientales.

¹⁴ Manuales disponibles en <https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/guias.php>

¹⁵ <https://www.ontario.ca/document/operations-manual-air-quality-monitoring-ontario-0>

¹⁶ <https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/empire/Isoman/Isoman.html>

3.2 Revisión del estado del arte de las metodologías y equipos de medición alternativos para el monitoreo de los contaminantes actualmente normados en Chile

Como se mencionó anteriormente, las normas primarias de calidad del aire, el D.S. N°61/2008 de Minsal y la R.E. N°1449/2023 de la SMA establecen que, para efectos de evaluación de las normas de calidad de aire, se deben utilizar monitores y muestreadores que cuenten con certificación de US EPA, la CCE o con la certificación que dé cumplimiento a los estándares de calidad exigidos en el país de origen, entregada por algún ente acreditado por el gobierno de ese país.

Sin embargo, hay otras actividades de monitoreo ya sea para estudios de investigación, levantamiento de línea base para estudios de impacto ambiental, mediciones para calibrar modelos de dispersión, mediciones exploratorias para definir donde instalar una estación para evaluar norma o para estimar eficiencia de medidas de abatimiento de emisiones que demandan equipos de menor precio, portables, fáciles de operar y confiables. Para realizar estas actividades se requiere identificar los equipos de monitoreo de calidad de aire denominados “no regulatorios” y procedimientos de operación adecuados que permitan validar y confiar en los resultados obtenidos.

Todas las metodologías para monitoreo y muestreo de la calidad del aire pueden ser divididas en 5 tipos genéricos: muestreadores pasivos, muestreadores activos, analizadores automáticos en línea, sensores remotos y bioindicadores. Los cuales se resumen a continuación:

a. Muestreadores Pasivos

Estos dispositivos de toma de muestra generalmente con forma de tubo o disco, colectan un contaminante específico por medio de su adsorción y absorción en un sustrato químico seleccionado. Después de su exposición por un apropiado período de muestreo, que varía desde un par de horas hasta un mes, la muestra se regresa al laboratorio, donde se realiza la desorción del contaminante y después se le analiza cuantitativamente.

Las principales ventajas del muestreo pasivo es su simplicidad y bajo costo, por lo que se pueden extender muchas unidades para que provean información en cuanto a la distribución espacial de los contaminantes. Sin embargo, el tiempo de resolución de esta técnica es limitado, por lo que sólo puede proveer información de concentraciones promedio de contaminantes. Debido a su simplicidad y bajo costo, las técnicas de muestreo pasivo son adecuadas para muchas aplicaciones, ya sea por sí mismas o en combinación con analizadores automáticos.

Existen varias técnicas de muestreos pasivos disponibles o en desarrollo para los principales contaminantes urbanos, entre las que se incluyen las de NO₂, SO₂, NH₃, COVs, y O₃. Entre los muestreadores pasivos hay que diferenciar los que específicamente se utilizan en puntos fijos de muestreo, para monitorear calidad de aire, especialmente para estudios de fondo y muestreos de amplia cobertura espacial (Ejemplo colectores de MPS); y los pasivos personales, que la gente puede llevar puestos y se utilizan principalmente en estudios epidemiológicos.

b. Muestreadores Activos

A diferencia de los muestreadores pasivos, este tipo de equipos requieren energía eléctrica para bombear el aire a muestrear a través de un medio de colección físico o químico. El volumen adicional de aire muestreado incrementa la sensibilidad, por lo que pueden obtenerse mediciones diarias promedio. Los muestreadores activos más utilizados actualmente son los burbujeadores acidimétricos para medir SO_2 , el método de filtración para PST de la OECD y el método gravimétrico de Altos Volúmenes (High Vol.) para partículas totales y fracción respirable de la EPA. Sin embargo, la mayoría de estas técnicas han sido reemplazadas por analizadores automáticos. De cualquier manera, para la investigación de aerosoles y gases ácidos se están usando filtros empacados y sistemas "Denuder".

Aunque los muestreadores activos son más caros y complejos que los muestreadores pasivos, son relativamente fáciles de operar, confiables y han proporcionado la base de datos de mediciones en la mayor parte del mundo por más de quince años. La continuidad de esta base de datos es muy importante para poder deducir tendencias a largo plazo.

c. Analizadores o Monitores Automáticos

A pesar de las ventajas económicas de los muestreadores activos o pasivos, existen aplicaciones de monitoreo que necesitan de la rápida respuesta, en horas o minutos, que proporciona un analizador automático. Estos instrumentos se basan en propiedades físicas o químicas del gas que va a ser detectado continuamente, utilizando métodos optoelectrónicos. El aire muestreado entra en una cámara de reacción donde, ya sea por una propiedad óptica del gas que pueda medirse directamente o por una reacción química que produzca quimiluminiscencia o luz fluorescente, se mide esta luz por medio de un detector que produce una señal eléctrica proporcional a la concentración del contaminante muestreado. La gran capacidad de estos monitores automáticos se obtiene a expensas de los altos costos que implica su inversión inicial y su operación. Estos instrumentos tienden también a ser más susceptibles a problemas técnicos en comparación con los muestreadores, cuando no se cuenta con los programas de mantenimiento adecuados y con personal técnico calificado, ya que requieren de técnicos especializados para la operación rutinaria de los equipos y de métodos más sofisticados de aseguramiento y control de calidad. Estos monitores automáticos producen gran cantidad de datos que usualmente necesitan de sistemas telemétricos para su recopilación y computadoras para su subsecuente procesamiento y análisis.

Se cuenta con monitores continuos aprobados y validados para la mayor parte de los principales contaminantes urbanos. Es muy común en las redes de monitoreo el uso de monitores automáticos junto con muestreadores activos y pasivos. En la práctica estas mediciones se consideran como complementarias, debido a que, los monitores automáticos no son necesariamente superiores y muchos errores se evitarían si se mantuvieran algunos muestreadores cuando se instalan los monitores automáticos, por lo menos durante el período de ajuste y capacitación para el manejo de los mismos.

d.Sensores Remotos

Los sensores remotos a diferencia de los monitores automáticos, que proporcionan mediciones de un contaminante en un punto en el espacio, pueden proporcionar mediciones integradas de multicomponentes a lo largo de una trayectoria específica en la atmósfera (normalmente mayor a 100 m.), y sistemas más complejos, pueden hasta proveer mediciones con rangos de resolución a lo largo de la trayectoria. Algunos de estos monitoreos remotos se han llevado a cabo por medio de instrumentos montados en aviones o en satélites, cuyos métodos incluyen el uso de correlaciones espectrométricas, el reflejo de la luz solar en las partículas de los aerosoles, absorción infrarroja y emisión espectroscópica, láser de color y de inducción infrarroja fluorescente y la aplicación de técnicas astronómicas.

Las aplicaciones de los sensores remotos son muy especializadas y particularmente se utilizan para investigaciones cerca de las fuentes de emisión, en las plumas de las chimeneas y para mediciones verticales de contaminantes gaseosos y aerosoles en la atmósfera, como la investigación de la distribución del ozono en la troposfera y en la estratosfera. Sin embargo, desde un punto de vista comercial son instrumentos muy caros y extremadamente complejos, y presentan además dificultades con la validación de sus datos, niveles de confianza y calibración. Se requiere de un gran esfuerzo especializado y cuidadoso control de calidad para operar exitosamente estos sistemas y producir datos confiables.

e.Bioindicadores

El término biomonitoreo, (el cual implica generalmente el uso de plantas para monitorear el aire) cubre una multitud de muy diferentes muestreos y enfoques de análisis con muy diferentes grados de sofisticación y desarrollo. Los métodos incluyen:

- 1) Uso de la superficie de las plantas como receptoras de contaminantes, como el uso del perejil para el plomo y el musgo para hidrocarburos poliaromáticos. Esencialmente la planta es un muestreador y debe ser colectada y analizada en el laboratorio por medio de métodos clásicos.
- 2) Uso de la capacidad de la planta para acumular contaminantes o sus metabolitos en el tejido de la planta, como en el caso de las agujas del abeto para azufre total y de los pastos para fluoruros, azufre y algunos metales pesados. Nuevamente el tejido de la planta deberá ser colectado y analizado por métodos clásicos.
- 3) Estimación de los efectos de los contaminantes en el metabolismo o en la información genética de las plantas, como el efecto del ozono en los cloroplastos del abeto. En este caso la colección y análisis requiere de técnicas muy sofisticadas.
- 4) Estimación de los efectos de los contaminantes en la apariencia de las plantas, como el efecto del SO₂ en los líquenes, el efecto del ozono en las plantas de tabaco y en algunas especies de pinos, cuyas agujas presentan bandas cloróticas cuando están expuestas a concentraciones episódicas de ozono. La estimación puede llevarse a cabo en el campo por expertos y no se necesitan análisis de laboratorio.

5) Distribución y análisis de plantas específicas como indicadores de calidad del aire, como el tipo y distribución de líquenes para estimar los efectos fitotóxicos totales de la contaminación del aire. La estimación se lleva a cabo en el campo por expertos y no se requiere análisis de laboratorio.

A pesar de que se han desarrollado guías sobre las metodologías de los bioindicadores, todavía quedan problemas no resueltos en cuanto a la estandarización y armonización de estas técnicas. Algunos de los problemas son inherentes a los procedimientos y otros se deben a limitaciones por los tipos de plantas que pueden ser empleadas en diferentes regiones. Estas técnicas pueden establecer los efectos de contaminantes en lugares donde no es de primordial importancia el detallado conocimiento de la concentración de los mismos.

Los avances recientes en el campo de los sensores, la electrónica digital y la tecnología de comunicación inalámbrica han llevado al surgimiento de un nuevo paradigma para el monitoreo de la contaminación del aire. Este paradigma tiene como objetivo recopilar datos de contaminación del aire espacio-temporales de alta resolución mediante el uso de una red ubicua de nodos de sensores de bajo costo para monitorear en tiempo real (o casi en tiempo real) la concentración de diferentes contaminantes del aire. Dichos datos se pueden utilizar para una variedad de tareas de gestión de la contaminación del aire, como: (i) complementar el monitoreo convencional de la contaminación del aire; (ii) mejorar el vínculo entre la exposición a contaminantes y la salud humana; (iii) gestión de respuesta a emergencias, detección de fugas peligrosas y monitoreo de cumplimiento de fuentes; y (iv) aumentar la conciencia y el compromiso de la comunidad con respecto a los problemas de calidad del aire.

Varios artículos de revisión ya han abordado esta área emergente de la gestión de la calidad del aire basada en sensores. La mayoría de estos artículos se centran en las necesidades, los beneficios, los desafíos y las direcciones futuras de un paradigma de monitoreo basado en sensores para diferentes áreas de aplicación (Bhanarkar et al, 2016; Castell et al, 2013; Kumar et al, 2016a; Kumar et al, 2015; Kumar et al, 2016b; Snyder et al, 2013; White et al, 2012). Algunos otros discuten tecnologías de sensores emergentes para monitorear gases y/o partículas contaminantes del aire (Aleixandre & Gerbolesb, 2012; White et al, 2012; Zhou et al, 2015). Las campañas de gestión de la calidad del aire en curso que utilizan redes de sensores se han revisado en algunos otros artículos (Castell et al, 2013; Thompson, 2016).

En 2014, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (U.S. EPA) publicó la Guía de sensores de aire original para ayudar a aquellos interesados en usar sensores para recopilar mediciones de la calidad del aire e interpretar los datos de los sensores. La guía estaba destinada a proporcionar conocimientos básicos sobre temas que incluyen:

- Información básica sobre los contaminantes atmosféricos comunes y la calidad del aire
- Selección de sensores apropiados para diferentes aplicaciones
- Consideraciones sobre la calidad de los datos, y
- Rendimiento del sensor para diferentes aplicaciones

Los sensores de aire son una clase de tecnología no regulatoria, son de bajo costo, portátiles y, en general, más fáciles de operar que los monitores utilizados con fines de evaluación de norma. Los sensores para aire y los monitores regulatorios se diferencian en que los monitores regulatorios cumplen los métodos de referencia y/o equivalencia, diseñados para cumplir con los estrictos requisitos de rendimiento para su uso en el monitoreo regulatorio.

Los avances en microprocesadores y miniaturización han llevado a una rápida expansión en la disponibilidad de sensores para medir una variedad de contaminantes del aire. A medida que los sensores se han vuelto más accesibles en todo el mundo, ha habido un fuerte aumento en su uso para medir las condiciones de calidad del aire con un mayor acceso a conjuntos de datos de sensores disponibles públicamente.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (U.S. EPA) ha identificado que un uso principal de los sensores de aire de bajo costo es para monitoreo informativo y suplementario no reglamentario (NSIM por sus siglas en inglés). Un resumen se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 10 Resumen de aplicaciones de monitoreo informativo y suplementario no regulatorio (NSIM) para sensores de aire

Categoría	Descripción	Ejemplos
Variabilidad espacio-temporal	Caracterización de concentraciones de contaminantes en un área geográfica o en el tiempo. Ejemplo, se puede utilizar para determinar si ¿Es la contaminación mayor en la mañana en un lugar?	<ul style="list-style-type: none"> • Tendencias diarias • Estudios de gradientes • Pronóstico calidad del aire • Ciencia participativa*¹⁷ • Educación
Comparaciones	Analizar las diferencias y/o similitudes en las características de la contaminación del aire frente a un valor umbral o entre diferentes redes, ubicaciones, regiones, períodos de tiempo, etc. ¿Muestra un lugar altos niveles de contaminación, pero otros no?	<ul style="list-style-type: none"> • Detección de hotspot • Fusión de datos • Respuesta de emergencia • Monitoreo complementario
Tendencia de largo plazo	Caracterización de los cambios en las concentraciones de contaminantes durante un largo tiempo. ¿Cómo cambiaron las concentraciones de contaminación en un lugar durante un período de 5 años?	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios a largo plazo • Estudios epidemiológicos • Verificación de modelos

Fuente: Traducido de The Enhanced Air Sensor Guidebook (Table 1-1)¹⁸

De acuerdo con la Directiva Europea de Calidad del Aire, un sistema de sensores puede considerarse "Equivalente" a un método de referencia cuando cumple con los Objetivos de Calidad de Datos (DQO) establecidos para la captura de datos y la incertidumbre. Los DQO, definidos como la incertidumbre relativa máxima permitida, se definen para mediciones de referencia e indicativas o para estimaciones objetivas. Aunque el objetivo de los sistemas de sensores es proporcionar las mediciones de contaminación del aire más precisas, es muy probable que el DQO para las mediciones de referencia esté fuera de alcance, mientras que se cree que, al mejorar los procedimientos de calibración del sensor, el DQO de las "Mediciones indicativas" podría cumplirse en sitios fijos de monitoreo.

¹⁷ <https://www.epa.gov/participatory-science>

¹⁸ Disponible en https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=CEMM&dirEntryId=356426

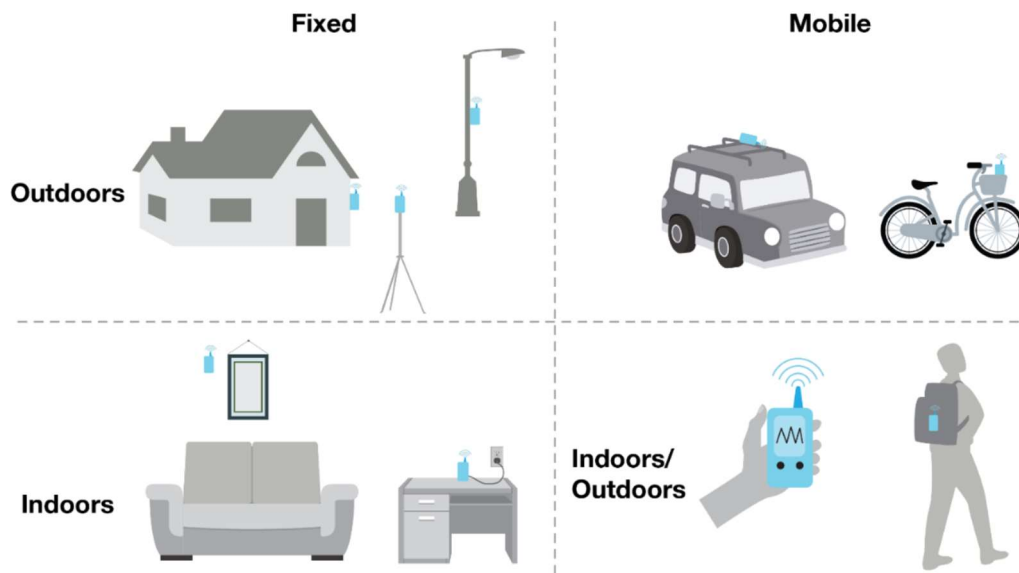


Figura 3 Ejemplos de mediciones con sensores no regulatorios

Los monitores de bajo costo brindan la oportunidad de recopilar información sobre la calidad del aire para objetivos como la salud pública o el alcance de los problemas de calidad del aire que afectan a las comunidades. Estos monitores requieren una calibración y un mantenimiento constantes, ya que su sensibilidad se ve afectada por factores ambientales como la humedad, la temperatura y la presión (Clements Andrea L et al, 2017).

Se debe tener en cuenta que el rendimiento de los monitores de bajo costo también puede verse afectados por las cargas de aerosol. Se recomienda que se desarrolle una curva de corrección establecida contra un monitor PM estable en las cercanías de los sitios y que se verifique con frecuencia para cada dispositivo antes de la instalación.

Para mayor información revisar los documentos de la Agencia Ambiental de la Unión Europea:

- Review of sensors for air quality monitoring (2019)¹⁹
- Guidance on low-cost air quality sensor deployment for non-experts based on the AirSenseEUR experience(2022)²⁰

¹⁹ <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/c5c8aadb-b33d-11e9-9d01-01aa75ed71a1/language-en>

²⁰ <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/0eacd5cf-60ad-11ed-92ed-01aa75ed71a1/language-en>

3.3 Apoyo para elaboración de una estrategia para la Sección de Normas

La Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente establece entre sus instrumentos de gestión ambiental, la existencia de dos tipos de normas, norma de calidad ambiental y norma de emisión, donde el proceso se encuentra regulado mediante el Decreto Supremo N° 38, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

Las normas de calidad ambiental pueden ser primarias o secundarias. Las normas de calidad primarias son aquellas que tienen como objetivo proteger la salud de la población humana dentro del territorio nacional, mientras que las normas de calidad secundaria tienen por objetivo proteger o conservar el medio ambiente o la naturaleza y son de carácter local, y no necesariamente nacional.

Actualmente, se cuenta con 8 normas primarias de calidad del aire vigentes para los siguientes contaminantes, material particulado MP₁₀ y MP_{2,5}, dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), compuesto orgánico volátil benceno (COV benceno), plomo (Pb) y ozono (O₃). Adicionalmente, se encuentra en elaboración una nueva norma de calidad para el contaminante arsénico (As).

En lo que respecta a las normas secundarias de calidad del aire se cuenta con 2, la Norma secundaria de calidad del aire para Anhídrido sulfuroso (SO₂) y la Norma de calidad del aire para material particulado sedimentable (MPS) en la cuenca del río Huasco, Región de Atacama.

Las normas de emisión en tanto, son instrumentos de gestión ambiental que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante -medida en el efluente de la fuente emisora- y, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental. Estas normas pueden utilizarse con el objetivo de la prevención de la contaminación o de sus efectos, o la mantención de la calidad ambiental de un territorio determinado, o su recuperación, en cuyo caso estarán insertas en un Plan de Descontaminación y/o de Prevención, según corresponda²¹. En vigencia, la sección normas del Ministerio, cuenta con 5 normas de emisión a fuentes puntuales, Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas (calderas sobre 50 MWT), Norma de emisión de material particulado para los artefactos que combustionen o puedan combustionar leña y pellet de madera, Norma de Emisión para Incineración, Coincineración y Coprocesamiento, Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico, Norma de Emisión para Grupos Electrógenos, y para este año se proyecta la realización de un estudio para la Norma de emisión para calderas.

La elaboración de ambos instrumentos requiere cumplimiento de etapas²², consistentes en la elaboración de un anteproyecto, desarrollo de estudios científicos, trabajo con el comité operativo

²¹ En ambos casos se utilizarán las mejores técnicas disponibles, como criterio a aplicar para determinar los valores

o parámetros exigibles en la norma, cuando corresponda

²² Título II Procedimiento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, del D.S.38/2012 del MMA

y el comité operativo ampliado, desarrollo de análisis técnico y económico AGIES, consulta pública, análisis de las observaciones formuladas y la elaboración de proyecto definitivo.

En cuanto a la revisión de procesos, ésta también se encuentra regulada por el D.S N° 38 de 2012, del MMA, que establece una frecuencia de revisión de a lo menos cinco años, pero que ha sido modificada por leyes o dictámenes de la Contraloría General de la República, éstas son:

- Ley N° 21455, denominada Ley Marco de Cambio Climático, modificó la frecuencia de revisión de normativas de calidad del aire desde 5 a 4 años.
- Ley N° 21562, denominada “Modifica la ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, con el objeto de establecer restricciones a la tramitación de proyectos en zonas declaradas latentes o saturadas”, incorpora nuevamente la revisión cada 4 años, pero incluye además medidas al Subsecretario del Medio Ambiente, que será sancionado con la medida disciplinaria de multa equivalente a media remuneración mensual, previa instrucción de una investigación sumaria o sumario administrativo, llevado por la Contraloría General de la República.
- Contraloría General de la República en el Dictamen N° 2.737, del 3 de febrero de 2020, indicó que el plazo de cinco años para revisar norma de emisión debe computarse desde el inicio de su vigencia, no obstante que algunas fuentes emisoras tengan un plazo diferido de cumplimiento, por lo que existe una exigencia de revisar normas de emisión cada 5 años.
- Oficio: E214418/2022, de la Contraloría General de la República, con alcance para un decreto, donde indica que este “Ministerio deberá ejercer las acciones que sean necesarias a fin de que sus instrumentos se dicten y remitan a tramitación en su debida oportunidad”, para efectos de dar cumplimiento al artículo 8° de la ley N° 18.575, que impone el deber de actuar por propia iniciativa en el desarrollo de sus funciones, procurando la simplificación y rapidez de los trámites, y también al artículo 7° de la ley N° 19.880, relativo al principio de celeridad (aplica oficio N° 9.090, de 2017, entre otros).
- Programa de Regulación Ambiental 2022-2023, Resolución N° 1206 de 2022, del Ministerio del Medio Ambiente, en el cual contempla la elaboración y revisión de diversas normativas tanto de calidad del aire como de emisión, que se priorizó avanzar y finalizar durante el mencionado periodo.

Además, se debe tener en cuenta que el proceso de Transición Socioecológica Justa constituye una prioridad para el Ministerio del Medio Ambiente y el actual Gobierno, y es entendida como promover una sociedad resiliente baja en carbono y contaminantes, en que la protección ambiental sea parte de las decisiones del Estado, comunidades y sector privado. Ello implica avanzar en la protección de la vida y del medio ambiente, garantizando que los beneficios se compartan amplia y equitativamente, a través de la creación de normas de calidad y emisión que mejoren la calidad de vida de las comunidades, el fortalecimiento de la institucionalidad ambiental, para que los proyectos de inversión estén alineados con la resiliencia climática, la descarbonización y altos estándares de protección ambiental, además del fortalecimiento de la cohesión social mediante instancias de gobernanza pertinentes territorialmente y la participación pública. Adicionalmente, Chile al formar parte de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), enfrenta

importantes desafíos en la integración de las consideraciones ambientales en el marco normativo y de las políticas públicas ambientales.

Considerando lo anterior, y en el contexto de los alcances y visión de futuro vinculados a estos procesos normativos, es que se requiere la formulación de una estrategia global para la Sección de Normas del Ministerio, que identifique aquellas líneas de trabajo, los pilares sobre los cuales se vayan definiendo los planes y acciones, a fin de avanzar en forma conjunta con los actores involucrados del sector público y privado en las metas ambientales a corto, mediano y largo plazo. Resulta también necesario fortalecer la institucionalidad ambiental y la coherencia normativa en el cumplimiento de metas ambientales y la integración de políticas con un horizonte claro y sustentable, y que considere los factores externos, para ir avanzando al cumplimiento de los estándares de calidad del aire propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), a fin de proteger la salud de la población y el medioambiente.

En el presente informe de avance se reportan ejemplos de estrategias recopiladas de las principales agencias ambientales, entre ellas US EPA²³ (para Estados Unidos), de la Unión Europea²⁴, OCDE²⁵, de las Naciones Unidas²⁶ y Australia-Nueva Zelanda²⁷. Un resumen de las principales Estrategias recopiladas se incluye en Anexo 2.

En general, las estrategias están enfocadas a establecer programas de gestión de la calidad del aire más que solamente desarrollar un programa de implementación y actualización de normas de calidad o emisión.

El programa de **Desarrollo de capacidades sobre estándares de calidad del aire**²⁸ elaborado en 2021 por la Oficina de Asia Occidental del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con el apoyo de la Secretaría del Consejo de Cooperación del Golfo (CCG) y en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia Ambiental de Austria (EAA) entrega información reciente para establecer programas de calidad de aire y normativa en calidad de aire compilando las experiencias de programas de US EPA y de la Unión Europea, señalando en el Capítulo 2 del documento que un marco legislativo generalmente proporciona la base para el proceso de evaluación y toma de decisiones al establecer estándares de calidad del aire a nivel nacional o supranacional. El establecimiento de normas depende en gran medida del tipo de estrategia de gestión de riesgos adoptada. Tal estrategia está influenciada por consideraciones sociopolíticas específicas del país y/o acuerdos supranacionales. La legislación, así como el formato de los estándares de calidad del aire, varían de un país a otro, pero en general se deben considerar los siguientes aspectos:

²³ <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants>

²⁴ https://environment.ec.europa.eu/publications/revision-eu-ambient-air-quality-legislation_en

²⁵ <https://www.oecd.org/environment/air-pollution/>

²⁶ <https://zoinet.org/product/gulf-coop-air-quality/>

²⁷ <https://www.epa.nsw.gov.au/>

²⁸ https://zoinet.org/wp-content/uploads/2023/02/Capacity-building-programme_EN.pdf

a) Legales

- Identificación y selección de contaminantes a los que se aplicará el instrumento legislativo;
- El valor numérico de los estándares para los diversos contaminantes o el proceso para tomar decisiones sobre los estándares apropiados, los métodos de detección aplicables y la metodología de monitoreo;
- Acciones a tomar para implementar la norma, tales como la definición del marco de tiempo necesario/permitido para lograr el cumplimiento de la norma, considerando las medidas de control de emisiones y las estrategias de reducción necesarias;
- Identificación de las autoridades responsables de la ejecución o aplicación.

Puntos a considerar en el establecimiento de normas

Dentro de los marcos legales establecidos y utilizando las pautas de calidad del aire como punto de partida, el desarrollo de estándares involucra la consideración de varios temas, en parte determinados por las características de las poblaciones o las propiedades físicas del medio ambiente.

- Efectos adversos en la salud
- Poblaciones especiales en riesgo
- Relaciones exposición-respuesta
- Caracterización de la exposición
- Evaluación de riesgos
- Aceptabilidad del riesgo

b) Aporte de Stakeholders en la revisión del establecimiento de normas

El desarrollo de estándares debe abarcar un proceso que involucre a las partes interesadas (Stakeholders) que asegure, en la medida de lo posible, la equidad o justicia social para todas las partes involucradas.

También debe proporcionar información suficiente para garantizar la comprensión por parte de las partes interesadas de las consecuencias científicas y económicas. Es útil una revisión del proceso de establecimiento de estándares realizado por las partes interesadas, iniciada en una etapa temprana. La transparencia al pasar de las pautas de calidad del aire a los estándares ayuda a aumentar la aceptación pública de las medidas necesarias.

c) Implementación

Los principales objetivos de la implementación de los estándares de calidad del aire son (1) definir las medidas necesarias para lograr los estándares, y (2) establecer una estrategia regulatoria adecuada y un instrumento legislativo para lograr este objetivo. Es probable que se necesiten objetivos a largo y mediano plazo.

El proceso de implementación debe garantizar un mecanismo para la evaluación periódica de la calidad del aire, establecer las estrategias de reducción y establecer los reglamentos de aplicación.

También se debe evaluar el impacto de las acciones de control, tanto para la salud pública como los efectos sobre el medio ambiente mediante el uso de, por ejemplo, estudios epidemiológicos y monitoreo integrado de ecosistemas.

d) Evaluación de la calidad del aire

Los objetivos de la evaluación de la calidad del aire son proporcionar datos relevantes al proceso de gestión de la calidad del aire a través de una caracterización adecuada de la situación de la contaminación del aire utilizando programas de monitoreo y/o modelación y proyección de la calidad del aire futura asociada con estrategias alternativas.

En este punto se debe considerar

- Métodos de seguimiento, procedimientos de evaluación/control de calidad (QA/QC)
- Diseño de la red de monitoreo
- Modelación de la calidad del aire

e) Estrategias de reducción

Las estrategias de abatimiento son el conjunto de medidas a tomar para reducir las emisiones contaminantes y, por tanto, mejorar la calidad del aire. Las autoridades deben considerar las medidas necesarias para cumplir con los estándares.

f) Aplicación

El gobierno de cada país establece las responsabilidades para la implementación de las normas. Las responsabilidades de supervisar diferentes aspectos del cumplimiento pueden distribuirse entre los gobiernos nacionales, regionales y locales, según el nivel en el que sea necesario actuar.

Adicionalmente, en el capítulo 2 del documento Desarrollo de capacidades sobre estándares de calidad del aire se resumen los procesos de revisión de normas en Estados Unidos y en la Comunidad o Unión Europea, los cuales se presentan a continuación:

3.3.1 Proceso de revisión de normas en los Estados Unidos de América

Los primeros Estándares Nacionales de Calidad del Aire²⁹ Ambiental (NAAQS en Inglés) fueron establecidos en 1970 por la Ley de Aire Limpio en los EE.UU.

La Ley de Aire Limpio (Clean Air Act, CAA) exige una revisión periódica de las NAAQS que es realizada por la Agencia de Protección Ambiental (US EPA), siguiendo un ciclo determinado (ver Figura 4):

²⁹ <https://archive.epa.gov/epa/aboutepa/epa-sets-national-air-quality-standards.html>

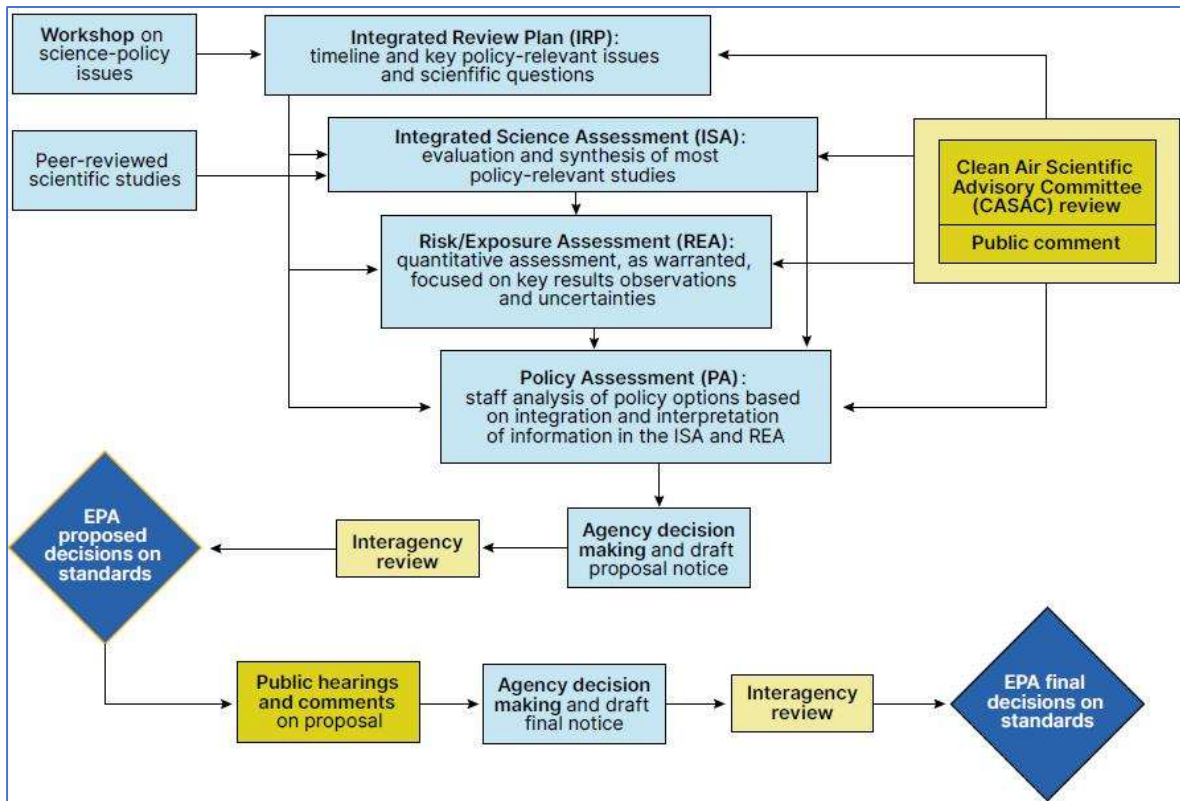


Figura 4 Resumen esquemático del proceso de revisión de NAAQS

Fuente: US EPA-NAAQS

US EPA describe el proceso³⁰ de revisión de la siguiente manera:

“La CAA (Clean Air Act) requiere una revisión periódica de la ciencia en la que se basan los estándares y los estándares mismos. Revisar las NAAQS es una tarea larga e incluye las siguientes fases principales:

-Planificación: La fase de planificación del proceso de revisión de las NAAQS comienza con un taller de política científica, cuyo objetivo es recopilar aportes de la comunidad científica y el público en relación con cuestiones y preguntas relevantes para la política que enmarcarán la revisión. A partir de las discusiones del taller, la EPA prepara un Plan de revisión integrado (IRP) que presenta el cronograma para la revisión completa, el proceso para realizar la revisión y los temas científicos clave relevantes para la política que guiarán la revisión.

-Evaluación científica integrada (ISA): esta evaluación es una revisión, síntesis y evaluación exhaustivas de la ciencia más relevante para las políticas, incluidos los juicios científicos clave que son importantes para informar el desarrollo de las evaluaciones de riesgo y exposición, así como otros aspectos de la Revisión NAAQS.

-Evaluación de riesgo/exposición (REA): esta evaluación se basa en la información y las conclusiones presentadas en la ISA para desarrollar caracterizaciones cuantitativas de las exposiciones y los riesgos asociados para la salud humana o el medio ambiente asociados con las condiciones recientes

³⁰ <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/process-reviewing-national-ambient-air-quality-standards>

de la calidad del aire y con la calidad del aire estimada para cumplir con los requisitos actuales o norma(s) alternativa(s) bajo consideración.

Esta evaluación incluye una caracterización de las incertidumbres asociadas con dichas estimaciones.

-Evaluación de políticas (PA por sus siglas en Inglés): esta evaluación proporciona un análisis transparente del personal sobre la base científica de las opciones de políticas alternativas para su consideración por parte de la alta dirección de la EPA antes de la elaboración de normas. Dicha evaluación de las implicaciones de política tiene por objeto ayudar a "cerrar la brecha" entre las evaluaciones científicas de la Agencia, presentadas en la ISA y REA(s), y los juicios requeridos del Administrador de la EPA para determinar si es apropiado retener o revisar las NAAQS. Al hacerlo, la PA también pretende facilitar el asesoramiento del Comité Asesor Científico de Aire Limpio (CASAC) a la Agencia y las recomendaciones al Administrador, según lo dispuesto en la CAA, sobre la idoneidad de las normas existentes o las revisiones que puedan ser apropiadas para considerar. El PA se enfoca en la información más pertinente para evaluar los elementos básicos de las NAAQS: indicador, tiempo promedio, forma y nivel. La revisión científica durante el desarrollo de estos documentos es minuciosa y extensa. Los borradores de todos los documentos son revisados por CASAC y el público tiene la oportunidad de comentarlos.

-Reglamentación: Teniendo en cuenta la información de la ISA, REA(s) y PA y el asesoramiento de CASAC, la EPA desarrolla y publica un aviso de reglamentación propuesta, que comunica las decisiones propuestas por el Administrador con respecto a la revisión de las NAAQS. Un período de comentario público, durante el cual generalmente se llevan a cabo audiencias públicas, sigue a la publicación del aviso de reglamentación propuesta. Teniendo en cuenta los comentarios recibidos sobre la regla propuesta, la EPA emite una regla final.

El proceso general de establecimiento e implementación de NAAQS se desglosa de la siguiente manera:

- Estándares: establecimiento, revisión y ajustes de los estándares.
- Designaciones: determinar si las áreas cumplen con los estándares
- Implementación: lograr y mantener los estándares.

3.3.2 Proceso de revisión de normas de la Unión Europea

El impulso para mejorar la calidad del aire en la Unión Europea (UE) comenzó en la década de 1970 con énfasis en el control de las emisiones, la mejora de la calidad del combustible y la integración de los requisitos de protección ambiental en el sector del transporte y la energía. Los primeros valores límites y los denominados valores guía para SO₂ y PM en el aire ambiente se introdujeron en 1980³¹, seguidos de valores límite para Pb en 1982³², estándares de calidad del aire para NO₂ en 1985³³ y para O₃ en 1992³⁴.

³¹ <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1980/779/oj>

³² <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1982/884/oj>

³³ <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1985/203/oj>

³⁴ <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1992/72/oj>



Figura 5 Hitos de Aire Limpio 2020 to 2023, incluida la revisión de la política europea de calidad del aire (fuente: Comisión Europea).

Como primer paso, se analizaron las carencias de las políticas actuales en la Tabla siguiente:

Tabla 11 Consecuencias de las deficiencias de las actuales políticas de la UE relacionadas con la calidad del aire

Medio Ambiente y Salud	Niveles elevados de concentración de contaminantes del aire, tanto en la exposición general de la población como en el punto crítico de contaminación	Costos para la sociedad. 20 billones EUR de costos directos para la atención de la salud, días de trabajo perdidos, pérdidas de cosechas, más 330-940 billones EUR de costos indirectos.	Económicos
	Impactos en Salud. Más de 400000 muertes prematuras/año en la UE más impactos en morbilidad	Medidas necesarias para cumplir con los estándares de calidad del aire de la UE, con costo para el sector de la industria, el transporte, la energía y la agricultura	
	Impactos en ecosistemas, límites de eutrofización son excedidos por el 62% de ecosistemas en la UE	Impactos en la competitividad internacional de la UE, con potencial de innovación, especialmente para tecnologías de aire limpio.	
Medio Ambiente y Salud	Vínculo con cambio climático, como las mayores temperaturas son asociadas a altos niveles de O ₃	Grupos sensibles de la población (niños, embarazadas, adultos) son más susceptibles a la contaminación del aire	Sociales
	Sinergias con otras políticas de la UE, y en particular con los objetivos del Plan de Acción para Contaminación Cero de la UE	Desigualdades y sostenibilidad social, como grupos de bajo nivel socioeconómico tienden a ser más negativamente afectados	
	Carga administrativa de la gestión de la calidad de aire, en particular como se relaciona con los regímenes de evaluación de la calidad del aire	Medidas dirigidas a la contaminación del aire pueden tener efectos en el empleo	

Adicionalmente, la Figura 6 muestra las opciones de política y los niveles de ambición que se considerarán en el proceso de revisión.

Las opciones políticas se dividen en tres áreas:

- Área de política 1 (Policy Area 1, EU Standards): alineación más estrecha de las normas de calidad del aire de la UE con el conocimiento científico, incluidas las Directrices de calidad del aire de la OMS actualizadas
- Área política 2 (Policy Area 2, Legislative Frame): Mejora del marco legislativo de la calidad del aire, incluidas disposiciones sobre sanciones e información pública
- Área de política 3 (Policy Area 3, mon-mod-plans): fortalecimiento del monitoreo, modelación y planes de la calidad del aire

Estas áreas de políticas se desarrollan en escenarios y opciones de políticas más detalladas; se consideran diferentes niveles de ambición para cada opción política. Los impactos sobre la salud humana y los ecosistemas, por un lado, y la economía, las desigualdades, la sostenibilidad social y la carga administrativa, por otro, se establecerán en una evaluación de impacto. Esta evaluación será la base para la negociación política de la futura política de calidad del aire.

En la UE, el proceso de revisión de los estándares de calidad del aire ambiente está menos formalizado que en los EE. UU. y no se lleva a cabo a intervalos regulares. Además, la documentación de revisión es menos extensa. No obstante, las normas de calidad del aire de la UE y cualquier revisión también se basan en pruebas científicas e incluyen la participación de las partes interesadas.

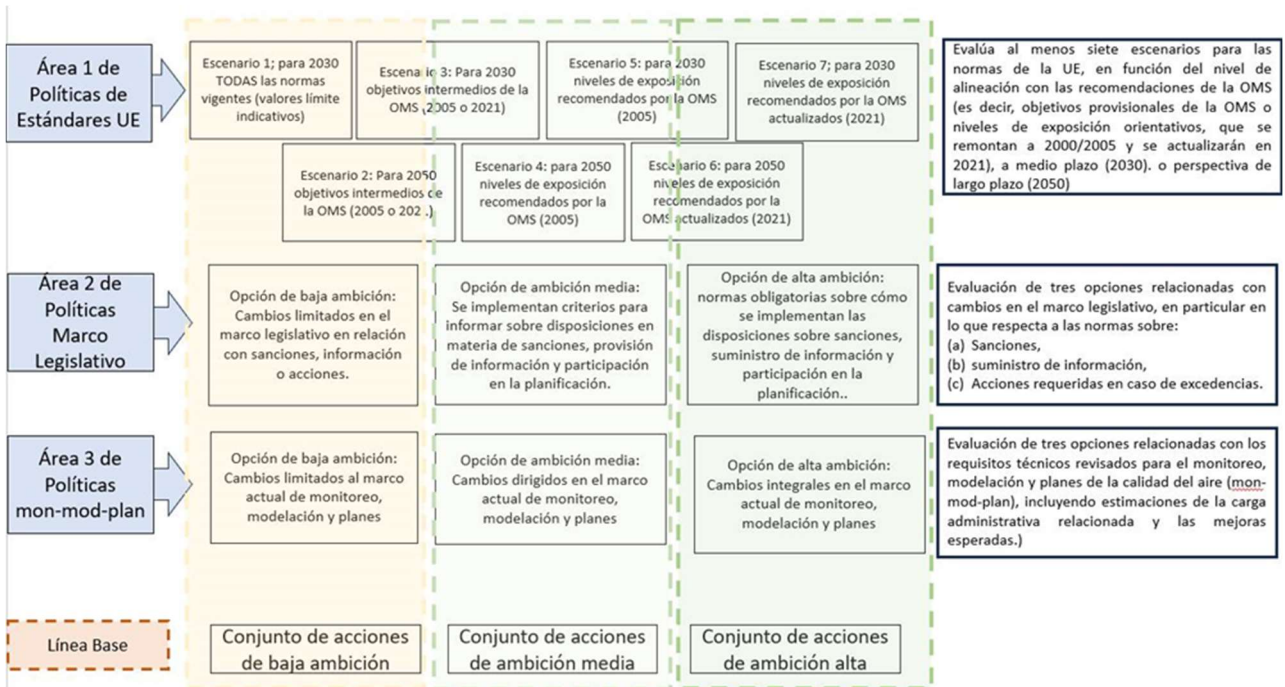


Figura 6 Opciones de política para informar el nivel de ambición

Fuente: Traducción de Figura 11 de (UNEP, 2021)

3.3.3 Propuesta preliminar de Estrategia de desarrollo de Normas asociadas a calidad de aire

La versión preliminar de la Estrategia de desarrollo de Normas asociadas a calidad de aire se incluye como Anexo, la cual contiene los siguientes capítulos:

Capítulo	Contenido propuesto
Prologo	<ul style="list-style-type: none"> • Prólogo
Introducción	<ul style="list-style-type: none"> • Antecedentes generales del programa • Descripción del marco normativo • Descripción de los efectos en salud de los contaminantes normados • Definición de misión-visión
Objetivos	Definición de objetivos de la estrategia <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo General • Objetivos específicos
Alcance	Definición de alcance y limitaciones de la estrategia
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> • Estado de la calidad del aire. Diagnóstico de la calidad del aire con tablas y gráficos que resuman tendencias y cumplimiento normativo de los principales contaminantes • Fuentes de emisiones contaminantes a la atmósfera (resumen de principales fuentes contaminantes y su participación para principales ciudades y contaminantes) • Ordenamiento territorial enfocado en la gestión de la calidad del aire (zonas con conflictos ambientales, PDA, Planes de GCA, APL, Transición Socio ecológica justa)
Actividades	Definir Líneas de acción o actividades por cada eje estratégico <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer el conocimiento técnico científico para el mejoramiento de la información disponible (Bases científicas, mejores tecnologías disponibles para medición y control) • Fortalecimiento institucional • Fortalecimiento de la coordinación intersectorial. • Fortalecer y actualizar instrumentos normativos y técnicos • Fortalecimiento de los programas de Difusión y capacitación.
Cronograma	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de implementación de Líneas de acción o actividades por cada objetivo • Definición de metas
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de indicadores • Definición de metodologías de evaluación y seguimiento de las líneas de acción
Difusión	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de lineamientos para elaboración de Programa de Difusión, participación ciudadana y capacitación
Conclusiones	Comentarios y conclusiones de la estrategia
Anexos	<ul style="list-style-type: none"> • Bibliografía • Glosario • Otros anexos que surjan durante el desarrollo de la estrategia

Durante el mes de diciembre se realizaron reuniones con profesionales de la División de calidad de Aire del MMA para presentar la estrategia (el documento powerpoint se incluye como anexo en formato pdf). El texto de la estrategia también fue compartido a los profesionales de las Divisiones de Jurídica y de Cambio Climático. Las observaciones, comentarios y recomendaciones recibidas fueron consideradas para realizar una versión revisada de la estrategia.

Durante el mes de Enero de 2024, la estrategia será presentada al Subsecretario del MMA para que de el visto bueno a la inclusión de elaboración de la estrategia definitiva en la programación de actividades a realizar durante el 2024 por la Sección de Normas.

4 Apoyo en revisión de normativas incluidas en el programa de regulación ambiental 2022-2023 que se planifican iniciar, avanzar y/o concluir, en el bienio 2022-2023

4.1 Revisión de Normas primarias de calidad del aire para NO₂

Mediante la Resolución Exenta N°1307 del MMA³⁵ promulgada el 23 de octubre de 2019 se dio inicio a la revisión del D.S. N°114/2002 de MINSEGPRESS que establece “Norma primaria de calidad de Aire para dióxido de nitrógeno (NO₂)”.

En diciembre de 2020, se entregó el Informe final del estudio encargado por MMA a la consultora O2b³⁶ donde se establecieron 3 escenarios normativos con propuestas de valores límites para NO₂, los cuales se resumen en la Tabla 12, a continuación:

Tabla 12 Escenarios normativos para NO₂ propuestos en estudio O2b

Escenarios	Propuesta	Concentración horaria	Concentración anual
Escenario 1	Mantener los niveles actualmente vigentes para NO ₂	400 µg/m ³ N	100 µg/m ³ N
Escenario 2	Establecer un nivel intermedio entre los niveles actualmente vigentes y los sugeridos por la OMS	280 µg/m ³ N	66 µg/m ³ N
Escenario 3	Establecer gradualidad para alcanzar la meta de niveles propuestos por la OMS en un plazo de 10 años	200 µg/m ³ N	40 µg/m ³ N

Por otro lado, el 22 de septiembre de 2021 se publicaron las nuevas Directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS)³⁷, con recomendaciones de niveles de calidad del aire y propuestas de metas intermedias para facilitar la mejora gradual de la calidad del aire en los países. En la Tabla 13 se resumen los valores guías y niveles intermedios propuestos en las directrices de OMS 2021:

Tabla 13 Resumen de valores guías y niveles intermedios propuestos en directrices de OMS 2021

	Horario (µg/m ³ N)	Diario (µg/m ³ N)	Anual (µg/m ³ N)
Nivel intermedio 1 OMS		120	40
Nivel intermedio 2 OMS		50	30
Nivel intermedio 2 OMS			20
AQG level 2021 de OMS	200	25	10
Anteproyecto de NO₂	200		40

³⁵ Disponible en https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2019/proyectos/Folio_1-2.pdf

³⁶ Disponible en https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2021/proyectos/27_31052021_INFORME_FINAL_folio_241-405.pdf

³⁷ Disponible Resumen en español en http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2022/proyectos/b11_52_Guia_en_espanol-eng_folio_475-482.pdf y versión en inglés http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2022/proyectos/cbe_53_Guia_en_ingles-eng_folio_483-632.pdf

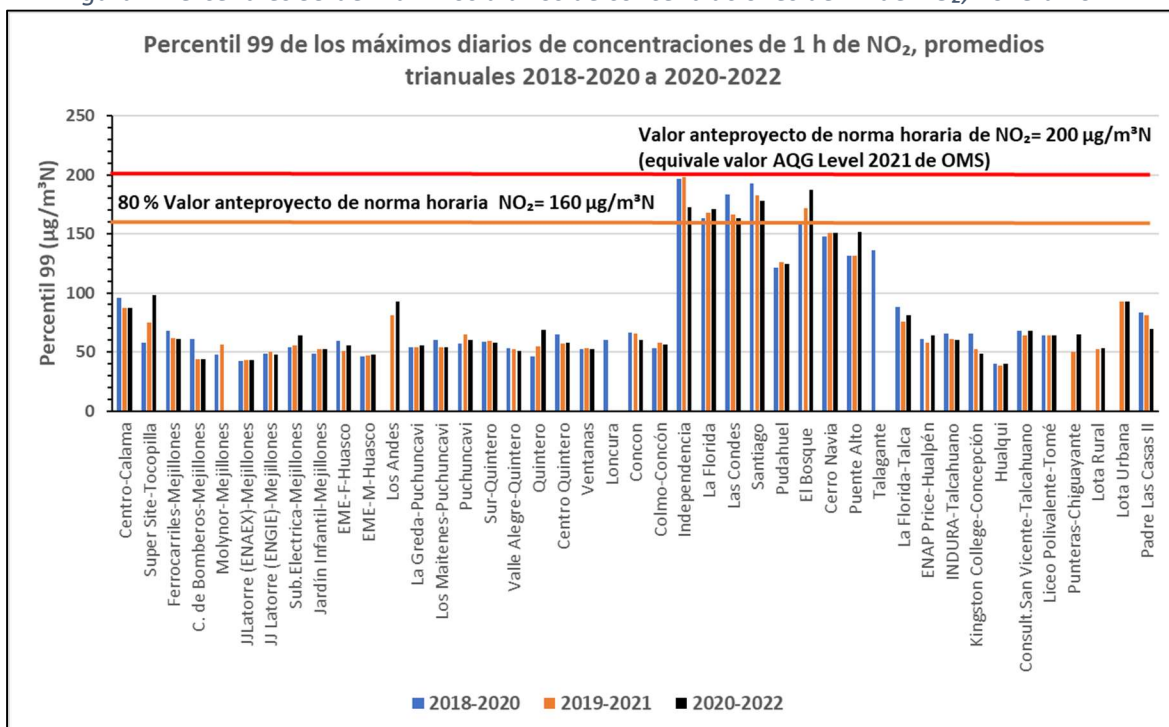
Las directrices de OMS 2021 incluyen valores para las concentraciones diarias de NO₂, las cuales no están consideradas en la norma vigente de NO₂ (D.S. N°114/2002) que considera solamente norma para concentraciones horarias y concentraciones anuales.

El 16 de diciembre de 2022 se publicó en diario oficial la Resolución Exenta N°1518 del MMA con el Anteproyecto de la revisión de la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno (NO₂) y lo somete a consulta pública. Este anteproyecto considera norma horaria en 200 µg/m³N para promedio trianual de percentil 99 de los máximos diarios de concentraciones horarias y norma anual en 40 µg/m³N para el promedio trianual. A diferencia de las directrices OMS 2021 no se incluyó un valor para concentraciones de 24 horas.

Por este motivo, como actividad de la asesoría se realizaron 2 minutas; una de ellas con la evaluación para los años 2020 a 2022 del cumplimiento de los valores propuestos para NO₂ en anteproyecto de norma primaria para NO₂, y la otra con la evaluación para los años 2020 a 2022 de cumplimiento de valores propuestos para NO₂ en la actualización de la Guía de la OMS del año 2021. Las respectivas minutas se incluyeron como Anexo 3 en el Informe de Avance 1. Es importante señalar que la información para ser analizada fue facilitada por el Departamento de Redes del MMA, la cual fue complementada con la información disponible en la página SNIFA³⁸ de la SMA y en SINCA³⁹ del MMA.

Las figuras siguientes resumen el cumplimiento de valores presentados en las minutas para concentraciones horarias, anuales y diarias:

Figura 7 Percentiles 99 de máximos diarios de concentraciones de 1h de NO₂, 2018 a 2022



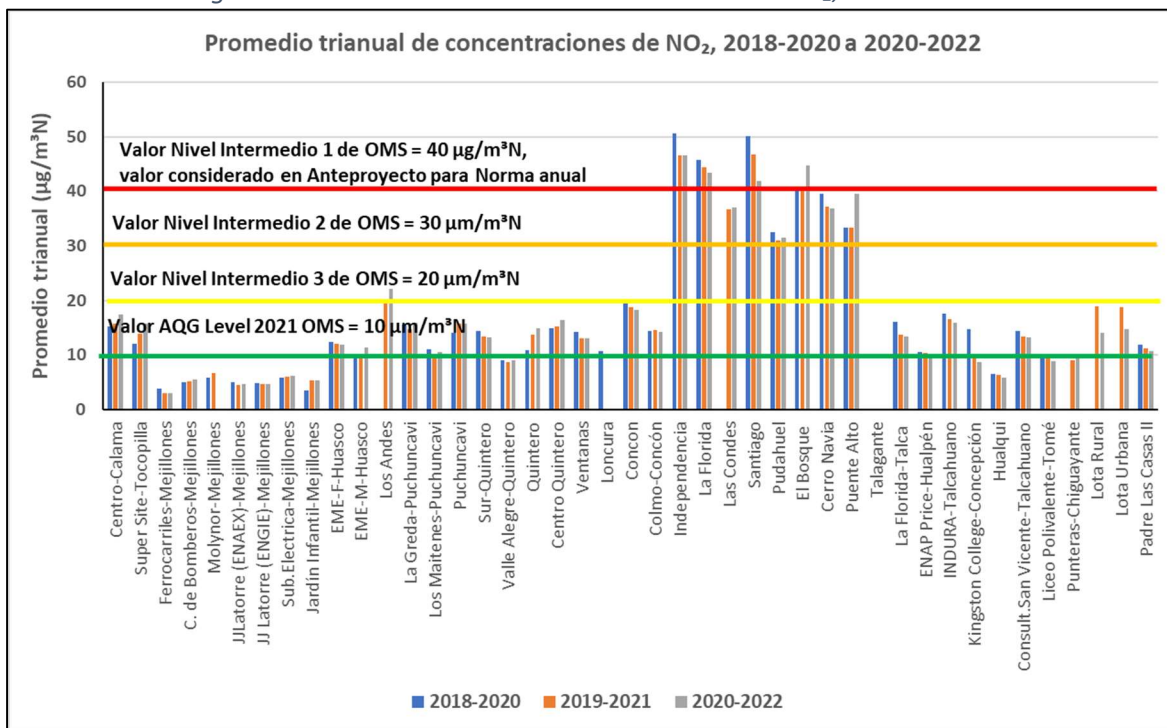
Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por MMA y disponible en SINCA y SNIFA

³⁸ Disponible en <https://snifa.sma.gob.cl/>

³⁹ Disponible en <https://sinca.mma.gob.cl/>

De acuerdo a los valores de la Figura 7, ninguna estación supera el valor límite para el percentil 99 de las concentraciones horarias establecido en $200 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, pero la mayoría de las estaciones de Santiago tienen valores cercanos, siendo los más altos en La Florida, Las Condes, El Bosque, Santiago (Parque O'Higgins) e Independencia, las cuales también superan los niveles intermedios 1, 2, 3 y el valor AQG. En Regiones, las estaciones Supersite en Tocopilla, Los Andes, centro en Calama y Lota Urbana tienen las concentraciones horarias más altas con percentiles 99 entre 90 y $100 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, inferior al 80% del valor considerado en el Anteproyecto.

Figura 8 Promedio trianual de concentraciones de NO_2 , 2018 a 2022



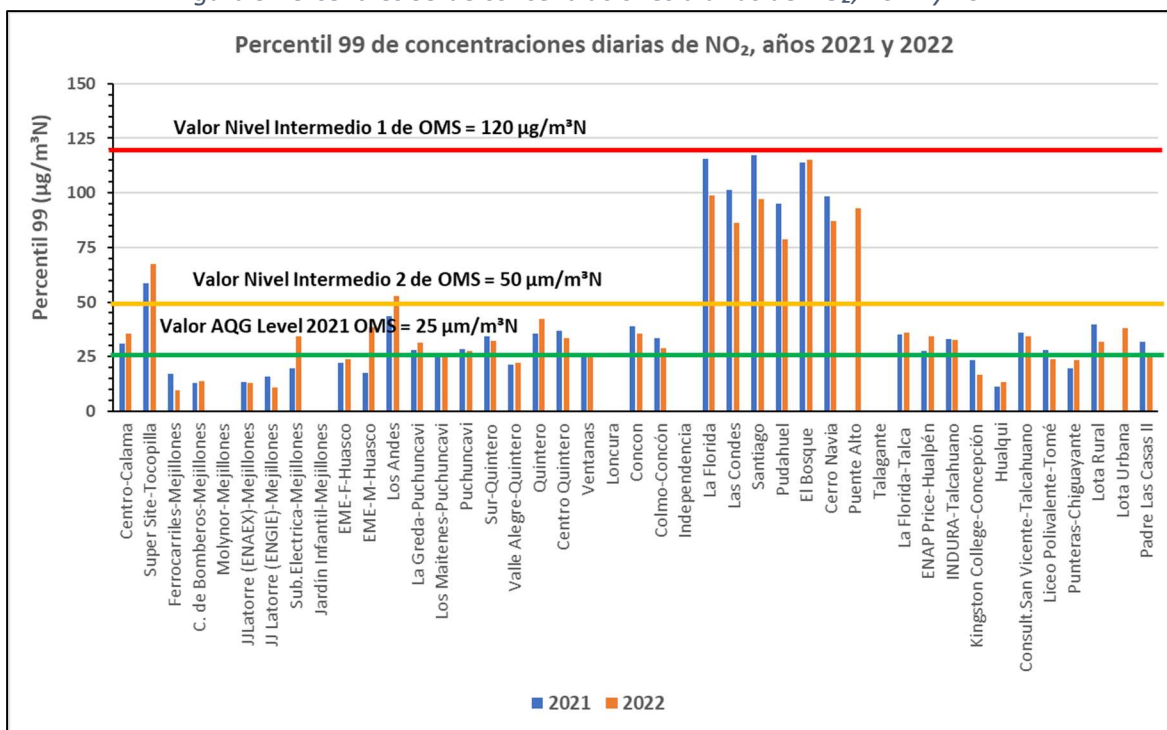
Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por MMA y disponible en SINCA y SNIFA

De acuerdo a la Figura 8, solamente en la Región Metropolitana se excede el valor para promedio anual del anteproyecto establecido en $40 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, siendo las estaciones con concentraciones horarias más altas las que exceden, es decir La Florida, Las Condes, El Bosque, Santiago (Parque O'Higgins) e Independencia. En Regiones, las estaciones Los Andes y Concón tienen promedios trianuales más altos con valores cercanos a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, inferiores al 80% del valor del anteproyecto. Además, las estaciones ubicadas fuera de la Región Metropolitana cumplen los niveles intermedios 1, 2 y 3 de la OMS para promedio anual. Pero la mayoría supera el valor AQG establecido en $10 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Por otro lado, todas las estaciones ubicadas en Mejillones cumplen todos los valores AQG para promedio anual.

Para el percentil 99 de concentraciones diarias de años 2021 y 2022, presentados en la Figura 9, todas las estaciones cumplen el valor intermedio 1 establecido en $120 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, pero las estaciones de la Región Metropolitana son las que tienen los valores más altos superando el nivel intermedio 2 fijado en $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ junto a las estaciones Supersite en Tocopilla y Los Andes. El Valor AQG

establecido en $25 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ es superado en la mayoría de las estaciones, que también superan el AQG para promedio anual. Todas las estaciones ubicadas en Mejillones cumplen todos los valores AQG para el percentil 99 de las concentraciones diarias.

Figura 9 Percentiles 99 de concentraciones diarias de NO_2 , 2021 y 2022



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por MMA y disponible en SINCA y SNIFA

En resumen, en el contexto de esta actividad se procesó información para la toma de decisiones del proyecto definitivo (PD), en el que se incluyó un valor como concentración de 24 horas de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

El 21 de julio se despachó Oficio⁴⁰ con el proyecto definitivo de la Norma y el AGIES actualizado al proyecto definitivo para pronunciamiento del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático.

En la sesión del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático (CMSyCC) realizada el 13 de septiembre de 2023 se aprobó la actualización de la Norma Primaria de Calidad del Aire sobre dióxido de nitrógeno.

⁴⁰ https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2023/proyectos/71._21072023_OF_ORD._N_232958_folio_709-709.pdf

4.2 Revisión de Normas primarias de calidad del aire para Arsénico

4.2.1 Antecedentes

El arsénico es un elemento natural que se distribuye ampliamente en la corteza terrestre de nuestro país. En el aire, existe como un componente del material particulado y puede emitirse a partir de fuentes naturales, como la resuspensión de polvo por rachas de viento o por erupciones volcánicas, o por la acción antropogénica, como en procesos de extracción y fundición de minerales, funcionamiento de plantas de energía u otros procesos de combustión de carbón. El inventario de emisiones atmosféricas de fuentes puntuales actualizado al año 2020, estima 473 toneladas de arsénico emitidas por año, donde el 99% de éstas proviene de las Fundiciones de Cobre.

De acuerdo a la información revisada en el proceso de elaboración de la norma, las intoxicaciones que se pueden presentar en la población general, salvo situaciones de accidentes o contaminaciones masivas, en general suelen ser de carácter crónico (largo plazo), constituyendo la intoxicación crónica el problema epidemiológico de mayor importancia (cáncer de pulmón), siendo menos probable que se presenten actualmente efectos agudos (corto plazo) en la salud de las personas por arsénico en el aire en ambientes comunitarios, salvo por ingesta accidental o intencional. Por este motivo, en el Anteproyecto de NPCA por Arsénico se propuso regular el promedio anual, estableciendo un valor de 23 ng/m³ como concentración anual.

De acuerdo a la Res. Ex. N°293/2023 que aprueba Anteproyecto de NPCA para arsénico y lo somete a consulta pública, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para arsénico como concentración anual, cuando ocurra al menos una de las siguientes condiciones:

- a. El promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, fuere mayor o igual al valor de la norma que se establece.
- b. Si en un año calendario, el valor de la concentración anual, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece.

El proceso desde el inicio hasta la etapa de consulta pública se resume en los siguientes Hitos:

- El proceso se inició el 02 de noviembre de 2020 con la publicación en Diario Oficial de la Resolución N°1136/2020, del MMA.
- Mediante Res. N°1176/2021 y Res. N°890/2022, se amplió plazo para elaboración de anteproyecto de NPCA para arsénico, hasta el 30 de abril de 2023.
- El Comité operativo se encuentra conformado mediante Res. N°1039/2021, del MMA, el cual fue modificado por Res. N° 1103/2022. A la fecha, se han realizado 7 reuniones.
- El Comité operativo Ampliado se encuentra conformado mediante Res. N°1307/2022, del MMA. Cuenta con 27 instituciones adicionales al comité operativo, dentro de las cuales hay empresas, ONG's, instituciones académicas y de investigación, asociación de municipios, colegio médico y organizaciones de la sociedad civil. A la fecha, se han realizado 4 reuniones.
- Mediante resolución Exenta N°293/2023, se aprueba Anteproyecto y lo somete a consulta pública, el cual fue publicado el 14 y 16 de abril de 2023, en el Diario Oficial y Las últimas noticias, respectivamente.
- La consulta pública estuvo abierta desde el 17 de abril al 13 de julio de 2023.

4.2.2 Apoyo en revisión de Consolidado de Observaciones y Respuestas Consulta Ciudadana

Se prestó apoyo para revisión de respuestas y dar respuestas a algunas observaciones del Consolidado de Observaciones de la Consulta Ciudadana del "ANTEPROYECTO NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL AIRE PARA ARSÉNICO."

Se respondieron 35 observaciones tanto asociadas a los considerandos como al Articulado del Anteproyecto, las cuales fueron enviadas por correo electrónico a la contraparte técnica el 14 de septiembre. Las respuestas a Consolidado se incluyen como anexo 8.3.

4.2.3 Participación en reuniones

El 8 de noviembre la sección de normas del MMA realizó un webinar en el cual el encargado de la norma presentó un resumen de las observaciones y el Proyecto definitivo al Comité Operativo de la elaboración norma primaria de Calidad del Aire para Arsénico.

El Proyecto definitivo de la Norma de primaria As incorpora observaciones de la consulta ciudadana, pero mantiene el límite de $23\text{ng}/\text{m}^3$ para promedio anual, considerando sobrepasada la norma cuando ocurra al menos, una de las siguientes condiciones en cualquier estación de monitoreo discreta calificada como EMRP MP10 o EMRP MP2,5 , identificadas en el programa de monitoreo que deberá dictar el MMA:

1. El promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, fuere mayor o igual al valor de la norma que se establece.
2. Si en un año calendario, el valor de la concentración anual, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece.

El viernes 17 de noviembre el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático dio el visto bueno a la propuesta de norma que establece una concentración máxima de arsénico de $23\text{ng}/\text{m}^3$ como concentración anual, por lo cual solo se esperan los pasos siguientes que conducen a su publicación.

4.3 Revisión de Norma de emisión para centrales termoeléctricas:

4.3.1 Antecedentes

Durante los primeros meses de la asesoría se avanzó en la revisión de la Norma de emisión para centrales termoeléctricas (D.S. N°13/2011) entregando asistencia a los profesionales del Staff del Departamento de Normas en procesamiento, revisión y análisis de la información como también apoyo en la preparación de presentaciones powerpoint para las siguientes reuniones:

- 6ta. reunión de Comité Operativo de la revisión de la NECT realizada el viernes 21 de abril, en la cual se realizó Presentación del Borrador de Anteproyecto y de AGIES
- 5ta. reunión de Comité Operativo Ampliado de la revisión de la NECT realizada el jueves 18 de mayo, en la cual se realizó la Presentación Borrador Anteproyecto y AGIES

Se elaboraron minutas con la revisión de la normativa internacional, cambios en las condiciones ambientales, nivel de cumplimiento del D.S. N°13/2011 y estimación de emisiones las cuales fueron subidas al expediente⁴¹ del Anteproyecto de la NECT.

Se entregó apoyo a profesionales de la Sección de Evaluación Ambiental de Políticas Públicas y Valoración de la Biodiversidad para la elaboración del AGIES de la NECT. El apoyo consistió principalmente en cálculos de emisiones, recopilación de información de proyección de generación eléctrica y preparación de planillas para correr modelo que se utiliza para AGIES.

Se entregó apoyo en la revisión de las versiones borradores del Anteproyecto de NECT y en las respuestas a las observaciones realizadas por miembros de Comité Operativo Ampliado al Anteproyecto de la Norma.

Las tablas siguientes resumen los límites máximos de emisión propuestos en el anteproyecto, Res. Ex. N° 569, del 13 de junio de 2023 “Aprueba Anteproyecto de norma emisión para centrales termoeléctricas elaborado a partir de D.S. N° 13 de 2011, del MMA y lo somete a consulta”:

Tabla 14 Límites de emisión para fuentes emisoras existentes (mg/Nm³):

Combustible	Material Particulado (MP)	Dióxido de Azufre (SO ₂)	Óxidos de Nitrógeno (NO _x)
Sólido	30	200 ⁽¹⁾	200
Líquido	30	10	120
Gaseoso	No aplica	No aplica	50

⁽²⁾ Se eximen del cumplimiento del límite de emisión aquellos equipos que utilicen Biomasa como combustible.

Tabla 15 Límites de emisión para fuentes emisoras nuevas (mg/Nm³):

Combustible	Material Particulado (MP)	Dióxido de azufre (SO ₂)	Óxidos de Nitrógeno (NO _x)
Sólido	10	120 ⁽¹⁾	120
Líquido	20	10	100
Gaseoso	No aplica	No aplica	50

⁽¹⁾ Se eximen del cumplimiento del límite de emisión aquellos equipos que utilicen Biomasa como combustible.

Tabla 16 Límite de emisión para Mercurio (Hg), Níquel (Ni) y Vanadio (V), para fuentes emisoras existentes y nuevas que utilicen carbón y/o petcoke (mg/m³N):

Contaminante	Límite concentración (mg/m ³ N)
Mercurio (Hg)	0,005
Níquel	1,0
Vanadio	5,0

⁴¹ Disponible en

https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=936887

4.3.2 Apoyo para ajustes en costos considerados en AGIES asociados a la implementación de medidas de control de emisiones.

Considerando que en el AGIES⁴² los costos asociados a la reducción de la emisión para cumplir los valores límites del AP de la NECT se estimaron en USD 191,66 millones anuales se solicitó realizar nuevos cálculos de emisiones para explorar la posibilidad de disminuir los costos descontando las emisiones que superan el criterio del D.S. N°13/2011 que permite un 30% de excedencias.

Por este motivo se calcularon las emisiones para las horas de funcionamiento que exceden el valor límite de NOx establecido en el AP de la NECT (120 mg/Nm³ para CT a Carbón, 100 mg/Nm³ para CT a Petróleo diesel y 50 mg/Nm³ a gas) que corresponden a las columnas en Rojo de la Tabla 17 y en negro las emisiones para las horas que exceden el límite de NOX de D.S. N°13/2011, en azul se presenta la diferencia en emisiones que debería ser considerada para revisar los costos del AGIES. En el caso de la Central Guacolda se consideró las horas que exceden límites de MP. Los resultados fueron enviados a los profesionales encargados de AGIES.

Tabla 17 Estimación de las emisiones en horas de funcionamiento que exceden los límites de emisión de NOx establecidos en el DS13/2011 y en el Anteproyecto de NECT para CT consideradas en AGIES

Tipo combustible	UGE	Emisiones en horas Func con excedencia límite NOx DS13			Emisiones en horas Func con excedencia límite NOx AP NECT			Dif Emis NOx	Dif Emis MP
		NOx (Ton/año)	SO2 (Ton/año)	MP (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO2 (Ton/año)	MP (Ton/año)		
Gas	CTMEJILLONES_CTM3_GNL	37,0	0,4	2,3	60,4	0,7	4,6	23,3	
Gas	KELAR_GNL_1	5,0	0,0	1,3	5,0	0,0	1,3	0,0	
Gas	KELAR_GNL_2	3,8	0,0	0,3	3,8	0,0	0,3	0,0	
Gas	SanisidroIICC	10,9	0,0	0,2	10,9	0,0	0,2	0,0	
Gas	Nehuenco1	16,3	0,0	0,1	16,3	0,0	0,1	0,0	
Gas	Sanisidro	4,1	0,3	0,0	4,1	0,3	0,0	0,0	
Gas	Quintero_1	3,3	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	
Gas	Quintero_2	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	
Gas	Candelaria_GNL_1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Gas	Candelaria_GNL_2	0,0	0,0	0,0	89,2	89,2	1,4	89,2	
Gas	Taltal2_GNL	0,0	0,0	0,0	7,7	0,1	0,1	7,7	
Gas	Taltal1_GNL	0,0	0,0	0,0	5,9	0,1	0,1	5,9	
Líquido	ATACAMA_CC1_1	2,2	0,0	0,1	87,2	0,8	2,0	84,9	
Líquido	ATACAMA_CC1_2	8,3	0,1	1,5	33,1	0,3	4,6	24,8	
Líquido	ATACAMA_CC2_1	6,9	0,1	0,1	54,2	0,4	0,4	47,2	
Líquido	ATACAMA_CC2_2	6,6	0,0	0,3	81,4	0,3	2,5	74,8	
Líquido	Cardones	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	0,3	5,5	
Líquido	LosVientos	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	4,2	
Sólido	GuacoldaU4	0,0	0,1	0,0	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5
Sólido	GuacoldaU1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sólido	GuacoldaU3	1,0	1,1	0,4	2,4	1,9	0,6	1,4	1,0
Sólido	GuacoldaU2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sólido	CTNORGENER_NTO2	14,4	9,3	0,3	1402,0	846,7	28,8	1387,6	
Sólido	CTNORGENER_NTO1	12,9	14,1	0,6	1143,2	716,6	34,1	1130,2	
Sólido	Lautaro_1	2,5	0,0	0,1	78,4	0,0	11,1	75,9	
Sólido	Santa María (colbún)	34,8	13,3	2,2	3352,1	1750,9	93,2	3317,3	

Nota: Para Guacolda se consideró horas de excedencia para límite de MP

⁴² Disponible en

https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2023/proyectos/AGIES_NE_AP_Termoelectricas.pdf

4.3.3 Comparación 2021 vs 2022

Para apoyar el análisis de los antecedentes para la revisión del borrador del Anteproyecto de la NECT se realizó una comparación del cumplimiento de los valores límites propuestos para MP, SO2 NOx (ver Tabla 14) de unidades existentes, la cual se presenta en las tablas siguientes:

Tabla 18 Comparación superación valores anteproyecto de NECT años 2021 y 2022

Central	UGE	Combustible 2021	Combustible 2022	MP		SO2		NOx	
				Cumple 2021	Cumple 2022	Cumple 2021	Cumple 2022	Cumple 2021	Cumple 2022
ANDINA	CTA	Sólido	Sólido	NO	NO	NO	NO	NO	NO
ANDINA	CTH	Sólido	Sólido	NO	NO	NO	NO	NO	NO
ANGAMOS	ANGAMOS 1	96%Sol, 4%Liq	96%Sol, 4%Liq	NO	NO	NO	NO	NO	NO
ANGAMOS	ANGAMOS 2	96%Sol, 4%Liq	96%Sol, 4%Liq	NO	NO	NO	NO	NO	NO
ANTILHUE TG	TG-1	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	SI	SI
ANTILHUE TG	TG-2	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	SI	SI
BOCAMINA	Unidad 2	Sólido	98%Sol, 2%Liq	SI	SI	NO	NO	NO	NO
CANDELARIA	TG1	87%Gas, 13%Liq	87%Gas, 13%Liq	SI	SI	SI	SI	SI	SI
CANDELARIA	TG2	92%Gas, 8%Liq	91%Gas, 9%Liq	SI	SI	SI	SI	NO	NO
CARDONES (EX TIERRA A)	Turbina N°1	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	NO	NO
CENTRAL ATACAMA	HRSG-Chimenea 1	89%Liq, 11%Gas	82%Gas, 18%Liq	SI	SI	SI	SI	NO	NO
CENTRAL ATACAMA	HRSG-Chimenea 1	84%Liq, 16%Gas	90%Gas, 10%Liq	SI	SI	SI	SI	NO	NO
CENTRAL ATACAMA	HRSG-Chimenea 2	94%Liq, 6%Gas	87%Gas, 13%Liq	SI	SI	SI	SI	NO	NO
CENTRAL ATACAMA	HRSG-Chimenea 2	83%Liq, 17%Gas	83%Liq, 17%Gas	SI	SI	SI	SI	NO	NO
CENTRAL ESPERANZA	TG-CH1	Líquido	Líquido	No Operó	SI	No Operó	SI	No Operó	Exenta
CENTRAL KELAR	TG1	99%Gas, 1%Liq	66%Gas, 34%Liq	SI	SI	SI	SI	SI	SI
CENTRAL KELAR	TG2	98%Gas, 2%Liq	66%Gas, 34%Liq	SI	SI	SI	SI	SI	SI
CENTRAL LOS GUINDOS	Los Guindos TG	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	SI	SI
CENTRAL LOS GUINDOS	Los Guindos TG2	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	SI	NO
CT COCHRANE	CCH1	98%Sol, 2%Liq	97%Sol, 3%Liq	SI	SI	SI	SI	SI	SI
CT COCHRANE	CCH2	98%Sol, 2%Liq	97%Sol, 3%Liq	SI	SI	SI	SI	SI	SI
COLMITO	Chimenea Colmito	99%Liq, 1%Gas	75%Gas, 25%Liq	SI	SI	SI	SI	SI	SI
CORONEL	LM-6000 PC 47 MV	88%Sol, 12%Liq	74%Gas, 26%Liq	SI	SI	SI	SI	NO	NO
DIEGO DE ALMAGRO	TG1	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	Exenta	Exenta
EL SALVADOR	CHTG1	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	Exenta	Exenta
EMELDA	EMELDA U1	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	Exenta	Exenta
EMELDA	EMELDA U2	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	Exenta	Exenta
GUACOLDA	CTG, Unidad N°1	Sólido	97%Sol, 3%Liq	SI	SI	NO	NO	NO	NO
GUACOLDA	CTG, Unidad N°2	Sólido	97%Sol, 3%Liq	SI	SI	NO	NO	NO	NO
GUACOLDA	CTG, Unidad N°3	Sólido	98%Sol, 2%Liq	NO	SI	NO	NO	NO	NO
GUACOLDA	CTG, Unidad N°4	Sólido	99%Sol, 1%Liq	NO	SI	NO	NO	NO	NO
GUACOLDA	CTG, Unidad N°5	Sólido	99%Sol, 1%Liq	SI	SI	SI	SI	SI	SI
HORCONES	Central Horcones	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	Exenta	Exenta
HUASCO	TG3	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	Exenta	Exenta
HUASCO	TG4	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	Exenta	Exenta
HUASCO	TG5	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	Exenta	Exenta
LAGUNA VERDE	AEG	Líquido	Líquido	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó
LAGUNA VERDE	BROWN BOVERI	Líquido	Líquido	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó
LAGUNA VERDE	TG	Líquido	Líquido	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó
LAUTARO-COMASA	Unidad N° 1	Sólido	Sólido	NO	NO	No Aplica	No Aplica	NO	NO
LAUTARO-COMASA	Unidad N° 2	Sólido	Sólido	SI	SI	No Aplica	No Aplica	SI	SI
LOS PINOS	CH-TG	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	SI	SI
LOS VIENTOS	Los Vientos	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Donde los casos de no cumplimiento corresponden a									
		NO		No cumple, % NC en horas de régimen menor a 5%					
		NO		No cumple, % NC en horas de régimen mayor o igual a 5% y menor a 10%					
		NO		No cumple, % NC en horas de régimen mayor a 10%					

Tabla 19 Comparación superación valores anteproyecto de NECT años 2021 y 2022(continuación)

Central	UGE	Combustible 2021	Combustible 2022	MP		SO2		NOx	
				Cumple 2021	Cumple 2022	Cumple 2021	Cumple 2022	Cumple 2021	Cumple 2022
MEJILLONES	CTM1	Sólido	Sólido	NO	NO	NO	NO	NO	NO
MEJILLONES	CTM2	Sólido	Sólido	NO	NO	NO	NO	NO	NO
MEJILLONES	CTM3TG-TV	96%Gas, 4%Liq	85%Liq, 15%Gas	SI	SI	SI	SI	NO	NO
MEJILLONES	CTM-7	Sólido	Sólido	SI	SI	SI	SI	SI	SI
NEHUENCO	Turbina Gas Nehue	96%Gas, 4%Liq	Gaseoso	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	NO	SI
NEHUENCO	Turbina Gas Nehue	Líquido	Gaseoso	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	SI	SI
NEHUENCO	Turbina Gas Nehue	Gaseoso	Gaseoso	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	SI	SI
NORGENER	NT01	97%Sol, 3%Liq	95%Sol, 5%Liq	SI	NO	NO	NO	NO	NO
NORGENER	NT02	99%Sol, 1%Liq	99%Sol, 1%Liq	SI	NO	NO	NO	NO	NO
QUINTERO	TG1A	Gaseoso	Gaseoso	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	NO	SI
QUINTERO	TG1B	Gaseoso	Gaseoso	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	NO	NO
RENCA - NUEVA RENCA	Central Renca (U1)	Líquido	Líquido	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó
RENCA - NUEVA RENCA	Central Renca (U2)	Líquido	Líquido	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó
Nueva Renca	Nueva Renca	81%Sol, 19%Liq	Gaseoso	SI	No Aplica	SI	No Aplica	NO	SI
SALAR	Tg01 A	Líquido	Líquido	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó
SALAR	Tg01 B	Líquido	Líquido	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó
SALAR	tg02	Líquido	Líquido	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó
SAN ISIDRO I	TG1	Gaseoso	Gaseoso	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	NO	NO
SAN ISIDRO II	TG2	Gaseoso	Gaseoso	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	NO	NO
SAN LORENZO DE DIEGO	TG1	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	Exenta	Exenta
SAN LORENZO DE DIEGO	TG2	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	Exenta	Exenta
SANTA LIDIA	Santa Lidia	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	SI	NO
SANTA MARÍA I	Unidad I	98%Sol, 2%Liq	98%Sol, 2%Liq	SI	SI	NO	NO	NO	NO
TALTAL	TG1	76%Gas, 24%Liq	90%Gas, 10%Liq	SI	SI	SI	SI	NO	NO
TALTAL	TG2	98%Gas, 2%Liq	86%Liq, 14%Gas	SI	SI	SI	SI	NO	NO
TARAPACA	TGTAR	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	Exenta	Exenta
TOCOPILLA	TG1	75%Liq, 25%Gas	Líquido	SI	SI	SI	SI	Exenta	Exenta
TOCOPILLA	TG2	75%Liq, 25%Gas	Líquido	SI	SI	SI	SI	Exenta	Exenta
TOCOPILLA	TG3	Gaseoso	Gaseoso	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Exenta	Exenta
TOCOPILLA	U14	Sólido	Sólido	NO	NO	NO	NO	NO	NO
TOCOPILLA	U15	Sólido	Sólido	NO	NO	NO	NO	NO	NO
TOCOPILLA	U16 TG-TV	Gaseoso	Gaseoso	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	SI	NO
TRES PUENTES	Unidad 1	Gaseoso	Gaseoso	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Exenta	Exenta
VENTANA II	VENTANAS II	98%Sol, 2%Liq	92%Sol, 8%Liq	SI	SI	NO	NO	NO	NO
VENTANA IV (EX CENTRAL)	Central Campiche	98%Sol, 2%Liq	97%Sol, 3%Liq	SI	SI	NO	NO	NO	NO
VENTANAS III	Nueva Ventanas	99%Sol, 1%Liq	96%Sol, 4%Liq	SI	SI	NO	NO	NO	NO
YUNGAY	YUNGAY 1A	Gaseoso	63%Liq, 37%Gas	No Aplica	SI	No Aplica	SI	Exenta	Exenta
YUNGAY	YUNGAY 1B	Gaseoso	63%Liq, 37%Gas	No Aplica	SI	No Aplica	SI	Exenta	Exenta
YUNGAY	YUNGAY 2A	99%Gas, 1%Liq	68%Liq, 32%Gas	No Aplica	SI	No Aplica	SI	Exenta	Exenta
YUNGAY	YUNGAY 2B	99%Gas, 1%Liq	68%Liq, 32%Gas	No Aplica	SI	No Aplica	SI	Exenta	Exenta
YUNGAY	YUNGAY 3A	Gaseoso	72%Liq, 28%Gas	No Aplica	SI	No Aplica	SI	Exenta	Exenta
YUNGAY	YUNGAY 3B	Gaseoso	72%Liq, 28%Gas	No Aplica	SI	No Aplica	SI	Exenta	Exenta
YUNGAY	YUNGAY 4	Líquido	Líquido	SI	SI	SI	SI	Exenta	Exenta
Donde los casos de no cumplimiento corresponden a									
		NO	No cumple, % NC en horas de régimen menor a 5%						
		NO	No cumple, % NC en horas de régimen mayor o igual a 5% y menor a 10%						
		NO	No cumple, % NC en horas de régimen mayor a 10%						

Para complementar el análisis de las emisiones de los años 2021 y 2022 en la Tabla 20 se presenta un resumen de las emisiones anuales calculadas para las horas de funcionamiento, es decir para las horas de operación en régimen, horas de falla, horas de encendido y horas de apagado.

Tabla 20 Comparación de emisiones para horas de funcionamiento años 2021 y 2022

Central	UGE	MP10 (Ton/año)		SO2 (Ton/año)		NOx (Ton/año)	
		2021	2022	2021	2022	2021	2022
ANDINA	CTA	22,3	16,1	1056,6	830,5	1541,4	1129,4
ANDINA	CTH	20,0	14,5	1103,7	854,1	1472,3	1124,4
ANGAMOS	ANGAMOS 1	146,5	244,1	1624,8	2695,1	1342,1	2935,6

Central	UGE	MP10 (Ton/año)		SO2 (Ton/año)		NOx (Ton/año)	
		2021	2022	2021	2022	2021	2022
ANGAMOS	ANGAMOS 2	146,5	244,1	1624,8	2695,1	1342,1	2935,6
ANTILHUE TG	TG-1	0,6	0,5	35,2	29,3	35,2	29,3
ANTILHUE TG	TG-2	0,7	0,5	45,5	27,8	45,5	27,8
BOCAMINA	Unidad 2	53,7	31,4	2344,6	1076,7	2914,6	1731,9
CANDELARIA	TG1	4,1	5,5	204,8	228,8	204,8	228,8
CANDELARIA	TG2	4,1	7,3	217,3	330,3	217,3	330,3
CARDONES	Turbina N°1	0,3	1,3	0,0	0,1	5,5	26,5
CENTRAL ATACAMA	HRSO-Chim. 1A	5,0	10,3	1,3	1,4	115,4	149,6
CENTRAL ATACAMA	HRSO-Chim. 1B	22,3	43,2	0,8	1,4	91,4	122,8
CENTRAL ATACAMA	HRSO-Chim. 2A	1,4	4,5	1,0	1,3	95,0	122,5
CENTRAL ATACAMA	HRSO-Chim. 2B	7,9	12,0	0,5	1,1	144,2	132,5
CENTRAL ESPERANZA	TG-CH1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	1,7
CENTRAL KELAR	TG1	35,6	21,8	1,7	1,6	284,3	188,6
CENTRAL KELAR	TG2	15,7	18,7	1,7	1,3	207,9	191,9
CENTRAL LOS GUINDOS	Los Guindos TG	3,1	0,4	0,3	0,1	11,5	3,5
CENTRAL LOS GUINDOS	Los Guindos TG2	3,2	1,9	0,4	0,5	15,0	15,6
CT COCHRANE	CCH1	79,4	106,3	1001,5	1641,8	890,2	1410,5
CT COCHRANE	CCH2	79,4	106,3	1001,5	1641,8	890,2	1410,5
COLMITO	Chimenea Colmito	1,0	0,6	0,5	1,9	28,5	22,5
CORONEL	LM-6000 PC47 MW	1,3	0,6	0,0	0,8	38,8	25,2
DIEGO DE ALMAGRO	TG1	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	3,9
EL SALVADOR	CHTG1	0,1	0,1	0,0	0,0	7,8	5,2
EMELDA	EMELDA U1	0,0	1,3	0,0	0,2	2,4	135,2
EMELDA	EMELDA U2	0,0	0,1	0,0	0,0	1,4	16,2
GUACOLDA	CTG, Unidad N°1	10,5	15,3	1204,5	1419,2	1552,5	2037,8
GUACOLDA	CTG, Unidad N°2	10,5	15,3	1204,5	1419,2	1552,5	2037,8
GUACOLDA	CTG, Unidad N°3	44,8	45,2	754,5	704,6	870,8	959,2
GUACOLDA	CTG, Unidad N°4	46,0	44,5	842,5	674,1	188,2	215,9
GUACOLDA	CTG, Unidad N°5	27,6	30,1	273,7	253,2	215,7	149,3
HORCONES	Central Horcones	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	3,5
HUASCO	TG3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,2
HUASCO	TG4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2
HUASCO	TG5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2
LAGUNA VERDE	AEG	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó
LAGUNA VERDE	BROWN BOVERI	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó
LAGUNA VERDE	TG	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó
LAUTARO-COMASA	Unidad N° 1	22,6	25,3	0,0	0,0	367,4	194,6
LAUTARO-COMASA	Unidad N° 2	2,9	4,3	0,0	0,0	41,7	66,6
LOS PINOS	CH-TG	2,0	1,5	99,7	77,2	99,7	77,2
LOS VIENTOS	Los Vientos	2,4	3,8	0,3	0,6	140,6	249,3
MEJILLONES	CTM1	21,9	43,0	362,5	436,6	506,1	613,0
MEJILLONES	CTM2	21,9	43,0	362,5	436,6	506,1	613,0
MEJILLONES	CTM3TG-TV	5,5	6,7	0,8	1,5	286,9	207,9
MEJILLONES	CTM-7	53,2	9,2	502,1	406,2	955,3	568,4
NEHUENCO	T. Gas Nehuenco I	2,9	2,7	3,2	2,9	329,3	364,1
NEHUENCO	T. Gas Nehuenco II	1,3	1,6	2,3	3,7	205,1	398,3
NEHUENCO	T. Gas Nehuenco II	0,7	0,3	1,7	0,8	33,4	15,4
NORGENER	NT01	34,6	23,7	723,1	800,2	1151,5	960,8

Central	UGE	MP10 (Ton/año)		SO2 (Ton/año)		NOx (Ton/año)	
		2021	2022	2021	2022	2021	2022
NORGENER	NT02	28,9	30,7	848,1	836,5	1403,7	1032,7
QUINTERO	TG1A	0,0	0,0	0,0	0,0	137,6	155,7
QUINTERO	TG1B	0,0	0,0	0,0	0,0	97,4	72,1
RENCA - NUEVA RENCA	Central Renca (U1)	0,0	No Operó	0,0	No Operó	0,1	No Operó
RENCA - NUEVA RENCA	Central Renca (U2)	No Operó	0,0	No Operó	0,0	No Operó	0,0
Nueva Renca	Nueva Renca	26,8	37,3	2,7	2,5	324,1	159,5
SALAR	Tg01 A	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó
SALAR	Tg01 B	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó
SALAR	tg02	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó	No Operó
SAN ISIDRO I	TG1	2,7	1,3	49,6	75,2	552,5	526,9
SAN ISIDRO II	TG2	1,5	1,3	7,2	10,2	612,9	552,8
SAN LOR. D. DE ALMAGRO	TG1	11,4	0,0	2,3	0,0	1239,4	0,9
SAN LOR. D. DE ALMAGRO	TG2	13,6	0,0	2,7	0,0	1478,4	0,8
SANTA LIDIA	Santa Lidia	0,4	0,7	0,1	0,1	22,2	36,4
SANTA MARÍA I	Unidad I	93,8	103,2	1753,9	1810,8	3361,6	3156,0
TALTAL	TG1	0,2	1,4	0,5	4,2	9,7	58,9
TALTAL	TG2	0,3	1,6	0,8	4,4	16,9	81,1
TARAPACA	TGTAR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
TOCOPILLA	TG1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
TOCOPILLA	TG2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,1
TOCOPILLA	TG3	0,3	0,7	0,0	0,1	20,8	19,3
TOCOPILLA	U14	20,5	8,8	592,4	406,2	461,0	329,4
TOCOPILLA	U15	20,5	8,8	592,4	406,2	461,0	329,4
TOCOPILLA	U16 TG-TV	0,0	0,0	0,0	0,0	167,9	212,3
TRES PUENTES	Unidad 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VENTANA II	VENTANAS II	36,9	12,5	1370,6	479,7	1913,5	613,0
VENTANA IV	Central Campiche	37,2	30,5	1542,4	1167,5	1374,5	1208,8
VENTANAS III	Nueva Ventanas	9,1	13,3	1762,2	1295,6	1646,8	1229,9
YUNGAY	YUNGAY 1A	0,0	0,1	0,0	0,3	2,4	29,9
YUNGAY	YUNGAY 1B	0,0	0,1	0,0	0,3	2,4	29,9
YUNGAY	YUNGAY 2A	0,0	0,1	0,0	0,3	5,8	41,7
YUNGAY	YUNGAY 2B	0,0	0,1	0,0	0,3	5,8	41,7
YUNGAY	YUNGAY 3A	0,0	0,2	0,0	0,3	2,2	43,4
YUNGAY	YUNGAY 3B	0,0	0,2	0,0	0,3	2,2	43,4
YUNGAY	YUNGAY 4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	2,0
		1269,8	1461,6	25134,5	25201,0	36286,8	34197,9

De acuerdo a la Tabla 20, al considerar todas las unidades de generación normadas en el año 2022 se registró un aumento de 15% de emisiones de MP y de 0,3% de SO2, pero hay una disminución de 6% de emisiones de NOx durante las horas de funcionamiento.

4.3.4 Apoyo en revisión de consolidado de Observaciones Anteproyecto NECT

El consolidado de observaciones (se recibió un total de 354) fue entregado por los profesionales de Participación Ciudadana a mediados de septiembre quienes realizaron una clasificación de ellas que se resume en la Tabla 21:

Tabla 21 Clasificación de observaciones a Anteproyecto de NECT realizadas por PAC

Clasificación de observaciones	Número de observaciones
Artículos Transitorios	8
Obs. General	313
Titulo 1 Disposiciones Generales	4
Titulo 2 Limites máximos de emisión por centrales termoeléctricas reguladas por la presente norma	16
Titulo 3 Fiscalización y metodología de medición	2
Vistos y considerandos	11
Total	354

Durante Octubre, y noviembre se realizó una clasificación revisada de las observaciones cuyo resultado se resume en la Tabla 22, en la cual se incluye una clasificación de observaciones asociadas a AGIES que serán revisadas por profesionales de la Sección de Evaluación Ambiental de Políticas Públicas y Valoración de la Biodiversidad y las que serán revisadas por profesionales de la Oficina de Transición Socioeconómica Justa (OTSJ).

Tabla 22 Clasificación revisada de observaciones a Anteproyecto de NECT

Clasificación de observaciones	Número de observaciones
Considerandos	34
Titulo I	31
Titulo II	97
Titulo III	19
Titulo IV	4
Art. Transitorios	19
Generales	49
AGIES	63
OTSJ	38
Total	354

Durante noviembre y diciembre se participó en reuniones bilaterales con Ministerio de Energía, Coordinador eléctrico y la SMA para revisar las observaciones de esas instituciones y las recibidas dentro del proceso de PAC. Los acuerdos obtenidos en las reuniones será reflejados en la versión del Proyecto definitivo de la NECT y en las respuestas a las observaciones las cuales sumaron un total de 258, excluyendo las observaciones asociadas a AGIES y OTSJ, resumidas en la Tabla 23.

Tabla 23 Clasificación de observaciones según incidencia en Proyecto definitivo de NECT

Incidencia	Número de observaciones
Antecedentes, manifestaciones de agrado o desagrado, preguntas o solicitud de aclaraciones.	144
factible de incluir en proyecto definitivo	114
Subtotal	258

Nota: No incluye las observaciones que serán revisadas por AGIES y OTSJ

Considerando la cantidad observaciones (354) y la extensión de algunas de ellas, adiferencia de las observaciones recibidas en la PAC de Arsénico, para efecto de incluir las respuestas en el presente informe se definió realizarlo mediante un anexo digital correspondiente a una planilla en formato excel (ver Anexo8_planilla observaciones_NECT23.xlsx).

4.4 Revisión de Norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico:

De acuerdo al memorándum M°169/2023 se solicitó una ampliación de plazo para la elaboración del Anteproyecto de revisión del D.S. N°28 de 2013. La justificación de la solicitud se fundamenta en los siguiente:

- El proceso se inició mediante la Resolución Exenta N°119 del 16 de octubre de 2020 con plazo ampliado para elaborar Anteproyecto hasta el 30 de abril de 2022.
- El Comité Operativo (CO) se encuentra conformado desde el 8 de julio de 2021 (Res N°680/2021) y ha realizado 9 sesiones.
- El Comité Operativo Ampliado (COA) se encuentra conformado desde el 25 de octubre de 2022 (Res N°1308/2022) y ha realizado 4 sesiones.
- Se realizó el Estudio de antecedentes para la elaboración de una norma primaria de calidad del aire para Arsénico y la revisión de la norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico (Licitación N°608897-23-LP21), finalizado en junio de 2022.
- Se revisó la nueva evidencia científica en Salud sobre los efectos de los contaminantes emitidos por las fundiciones, los cambios en las condiciones ambientales, el estado del cumplimiento informado por la SMA y los antecedentes del estudio en las reuniones del CO y COA.
- El sector regulado envió nuevos antecedentes de factibilidades técnicas y económicas respecto a la propuesta entregada por el Estudio.
- Además, se han generado instancias para que los otros integrantes del COA puedan entregar nuevos antecedentes.
- En base a lo anterior, el equipo técnico elaboró un borrador de propuesta de revisión normativa.

Mediante la Res. Ex N°373 del 23 de abril, en respuesta al memorándum N°169 se amplía por 3 meses el plazo para elaborar Anteproyecto, el cual es ampliado por 3 meses adicionales mediante la Res. Ex. N°739 del 28 de julio de 2023.

Durante los meses de ejecución de la Asesoría la contraparte técnica no solicitó apoyo para esta norma.

4.5 Revisión de norma de emisión para Calderas y Procesos de Combustión

Durante la primera semana de Julio de 2023 se adjudicó a Dictuc el Estudio “Generación de antecedentes que permitan actualizar la propuesta de una norma de emisión para calderas”,

Licitación: 608897-58-LE23 el cual tiene como Objetivo general “Generar los antecedentes que permitan actualizar la propuesta de una norma de emisión para calderas, realizando un análisis y recomendaciones que permitan apoyar la formulación de la norma para calderas del sector industrial, comercial y residencial” y los siguientes objetivos específicos que definirán las actividades y resultados:

- a) Elaborar un análisis de la tendencia de la regulación internacional respecto de calderas, comparar con la normativa nacional y la propuesta contenida en el proyecto definitivo.
- b) Realizar una descripción y análisis del mercado nacional respecto a rubros que utilizan calderas, disponibilidad de combustibles y tipos de calderas comercializadas en el país.
- c) Identificar mejores técnicas o tecnologías de control de emisiones para calderas.
- d) Desarrollar una base de datos a nivel nacional de calderas y sus respectivas emisiones.
- e) Analizar el cumplimiento normativo actual vinculado a calderas en los planes de descontaminación y la sinergia entre una futura norma de emisión y los PPDAs. También un análisis sobre las emisiones típicas en zonas sin PPDAs.
- f) Proponer y justificar nuevos escenarios normativos para el uso de calderas a nivel nacional.
- g) Evaluar costos y beneficios asociados a la aplicación de las propuestas regulatorias para calderas a nivel nacional.
- h) Presentar resultados del estudio.

El estudio que está realizando Dictuc tiene una duración de 6 meses, con entrega de informes al finalizar los meses 2, 4 y 6.

El 18 de Octubre de 2023 Dictuc entregó el Informe de Avance 1 del estudio con las siguientes conclusiones: *En este documento se presenta el desarrollo del análisis de la regulación internacional respecto de calderas y un análisis de la normativa nacional, lo que se presenta junto con el detalle de las unidades utilizadas para definir límites de emisión, y con la revisión de las metodologías utilizadas para evaluar el cumplimiento normativo.*

Luego se presenta una descripción y análisis del mercado nacional de caldera, lo que incluye las principales actividades y rubros que las utilizan, un análisis de los tipos de combustibles que se usan a nivel de cada región. También se presenta un análisis respecto de los niveles de emisiones de los combustibles y la factibilidad de introducir mejoras. Junto con lo anterior, se presenta una descripción de las calderas comercializadas en el país, según tipo y tecnología.

Posteriormente, se presenta una identificación de las potenciales tecnologías de abatimiento disponibles para la reducción de emisiones de calderas, los cuales se presentan distinguiendo según cada contaminante.

Para el informe de avance 2 se completará el desarrollo de las actividades asociadas al objetivo específico b), así como avances en los objetivos d), e) y f).

Una versión con observaciones y comentarios al Informe de Avance 1 fue enviado a la contraparte técnica de la sección de normas el 6 de noviembre mediante correo electrónico, siendo las principales:

- Se recomienda en punto 3.1 revisar las unidades MWt, en la ordenanza Suiza a modo de ejemplo las categorías son desde 70Kw en adelante hasta sobre 100MW. Además en proyecto de norma la última categoría es Mayor a 20 MWt.
- Se recomienda en punto 3.2.1 incluir en pie de página link a donde se encuentra disponible online el cada uno de los decretos presentados.
- Respecto al punto 3.4 el TDR incluye "Se propondrá un esquema de fiscalización de la normativa conforme la revisión de las normativas internacionales, considerando la institucionalidad chilena. Esta actividad incluirá una tabla comparativa y gráficos. "Se recomienda desarrollar mejor esta actividad".
- Para punto 4.1 Se recomienda identificar cuales son los principales rubros (o mencionar donde están, ya que la la Tabla 4-2 solo menciona actividades económicas).
- Para punto 4.2 Se recomienda incluir para el nivel de emisiones, gráficos con datos desde el RETC con emisiones totales por tipo de combustible para MP10, SO2, NOx, CO.
- Respecto a capítulo de Conclusiones está redactado describiendo el contenido en los capítulos. Luego se recomienda hacer conclusiones o comentarios por cada una de las actividades (según TDR para este Informe de Avance 1).

El 29 de noviembre se participó en una reunión con la contraparte técnica del estudio y los profesionales de Dictuc para revisar las observaciones al Informe de Avance 1 y acordar la entrega de contenidos del Informe de Avance 2.

El 30 de noviembre se envió por correo electrónico las observaciones al Informe de avance 1 revisado.

El 11 de diciembre se recibió la versión 3 del Informe de Avance 1, verificando que fueron levantadas todas las observaciones realizadas previamente.

El 14 de diciembre se recibió un link a sitio web con informe de avance 2 para realizar observaciones online, las cuales quedaron disponibles para revisión de la contraparte técnica el 15 de diciembre. A diferencia del informe de avance 1, para el informe de avance 2 solo se realizaron observaciones menores.

El informe Dictuc está cumpliendo tanto con los plazos como con la entrega de contenidos establecidos en los TDR.

4.6 Revisión de norma primaria de calidad de aire para MP_{2,5}.

Se apoyó en la revisión y en la elaboración de observaciones del Informe Final Versión Corregida del “*Estudio de Antecedentes para la Revisión de la Norma Primaria de Calidad Ambiental Para Material Particulado Fino Respirable (MP_{2,5})*”, Licitación ID: 608897-106-LP22, las cuales fueron enviadas a la contraparte Técnica de la Sección de Normas (correos enviados a la contraparte técnica el 24 de julio de 2023)

El objetivo general del estudio revisado es “Proveer antecedentes al proceso de revisión del D.S. N°12/2011 del MMA que establece la Norma de Primaria de Calidad del Aire para MP_{2,5}, mediante una evaluación técnica, económica y científica considerando los costos y desafíos asociados a diferentes escenarios regulatorios”. Además, incluye los siguientes objetivos específicos:

- Analizar la convergencia entre la propuesta de norma y otros instrumentos regulatorios o voluntarios vigentes y proyectados, con planes de prevención y descontaminación atmosférica, normas de emisión y cualquier iniciativa que esté disminuyendo MP_{2,5} en las fuentes reguladas.
- A partir de las propuestas normativas, realizar un diagnóstico del cumplimiento determinado de las zonas que se encontrarían en latencia y saturada. Asimismo, estimar el número de episodios de emergencia ambiental para un año tipo.
- Estudiar metodologías de monitoreo aplicadas a nivel internacional (continuas, discontinuas, mixtas), evaluando la pertinencia de incorporar nuevas tecnologías y métodos de monitoreo.
- Evaluar los costos relacionados a la implementación de los escenarios propuestos, considerando el estado actual de la implementación de los planes y los costos adicionales para el cumplimiento de los nuevos escenarios.
- De las nuevas medidas no consideradas en los actuales PPDA para reducir los niveles de MP_{2,5}, considerar los costos de inversión, operación/mantenimiento, eficiencia en la remoción de MP_{2,5} y a sinergia de las nuevas tecnologías con las ya existentes (esto específicamente para el sector industrial).
- Identificar los costos de inversión, operación y mantenimiento al implementar cambio en la metodología de monitoreo.
- Análisis de Costos y Beneficios de escenario actual y de nuevos escenarios normativos.

Principales actividades asociadas a la NPCA de MP_{2,5}:

- El 3 de agosto de 2023 mediante el memorandum N°439 el Jefe(s) de la División de Calidad de Aire solicita constituir el Comité operativo ampliado (COA) considerando el listado de integrantes incluido en el memorandum.
- El 6 de octubre se realizó la segunda sesión del Comité operativo ampliado mediante Video conferencia vía Microsoft Teams cuyo objetivo fue Presentar los efectos en la salud asociados a la exposición del MP_{2,5} y su análisis normativo.
- El 26 de octubre se realizó la 4 reunión del Comité Operativo mediante Video conferencia vía Microsoft Teams cuyo objetivo fue Presentar las propuestas normativas y análisis de costo beneficios realizados en el estudio de antecedentes.
- El 9 de noviembre se realizó la tercera sesión de COA mediante Video conferencia vía Microsoft Teams cuyo objetivo fue Presentar las propuestas normativas y análisis de costo beneficios realizados en el estudio de antecedentes.

- El 23 de noviembre se realizó la cuarta reunión del Comité Operativo mediante Video conferencia vía Zoom Meeting cuyo objetivo fue Discutir y definir valores normativos.
- El 28 de noviembre de 2023 mediante el memorandum N°703/2023 se solicitó apliar el plazo para la elaboración del Anteproyecto de la revisión del D.S. N°12 de 2011.

5 Apoyo en revisión de normativas que deberían iniciar el proceso de revisión y que se desarrollarán según priorización de gabinete o estrategia establecida en la División

5.1 Revisión de Norma Secundaria de Calidad del Aire para Material Particulado Sedimentable en la cuenca del Rio Huasco III Región.

5.1.1 Antecedentes Normativos

La Norma Secundaria de Calidad del Aire para Material Particulado Sedimentable en la cuenca del Río Huasco III Región que corresponde al D.S. N°4 de 1992 del Ministerio de Agricultura estableció los siguientes valores máximos permisibles:

a) Para Material particulado sedimentable:

- 150 miligramos por metro cuadrado por día (mg/ (m²día)) como concentración media aritmética mensual.
- 100 (mg/(m² día)) como concentración media aritmética anual.

b) Para Hierro en el material particulado sedimentable:

- 60 (mg/(m²día)) como concentración media aritmética mensual, con excepción de los meses de Septiembre, Octubre, Noviembre y primera mitad de Diciembre en el que ésta será de 30 (mg/(m² día)) como concentración media aritmética mensual.
- 30 (mg/ (m² día)) como concentración media aritmética anual.

De acuerdo a la Resolución Exenta N°706, publicada el 28 de julio de 2023 esta norma secundaria está incluida en el nuevo proceso de revisión de normas de calidad de aire, junto a las normas primarias de SO₂, CO, O₃ y Pb más la norma secundaria de SO₂.

A continuación, en la Tabla 24 se presentan los principales sitios web de agencias ambientales estatales o Ministerios de Medio Ambiente revisados una búsqueda preliminar de valores guías o normativos para MPS realizado por el consultor en el año 2018:

Tabla 24 Principales sitios web revisados para recopilar valores guías para MPS

País	Agencia	Link a sitio web
Alemania	Federal Ministry for Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety	https://www.bmu.de/en/
Argentina	Secretaría de Ambiente de Buenos Aires	https://www.buenosaires.gob.ar
Australia	NSW Environment Protection Authority	https://www.epa.nsw.gov.au/
	Department of Agriculture, Water and Environment	https://www.environment.gov.au/
Brasil	Ministerio de Medio Ambiente	https://www.mma.gov.br/
	Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo	https://cetesb.sp.gov.br/
Canada	Municipal Affairs and Environment of Newfoundland	https://www.mae.gov.nl.ca
	Ministry of the Environment, Conservation and Parks	https://www.ontario.ca/page/ministry-environment-conservation-parks
	Ministry of Environment & Climate Change Strategy of British Columbia	https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/air-land-water
	Alberta's air quality	https://www.alberta.ca/air-quality.aspx

País	Agencia	Link a sitio web
	Vancouver	http://www.metrovancouver.org/services/air-quality/Pages/default.aspx
Comunidad Económica Europea	Agencia Ambiental	https://ec.europa.eu/environment/air/
España	Ministerio para la Transición Ecológica	https://www.miteco.gob.es/es/
Estados Unidos	US EPA	https://www.epa.gov/technical-air-pollution-resources
	Code of Federal Regulations. Title 40 Protection of Environment	https://gov.ecfr.io/cgi-bin/ECFR?page=browse
	Wyoming Department of environmental quality	http://deq.wyoming.gov/
	New Mexico Environment Department	https://www.env.nm.gov/air-quality/
Nueva Zelanda	Ministry for the Environment	https://www.mfe.govt.nz/
Reino Unido	Institute of Air Quality Management	https://iaqm.co.uk/

Para complementar la búsqueda de valores guías se revisaron las referencias bibliográficas del Informe Final del “Diagnóstico de Riesgo Ambiental, Región de Antofagasta, Código BIP 30359875-0, Componente A) Estudio de calidad del aire por la presencia de material particulado sedimentable en la ciudad de Antofagasta”. A continuación, se incluyen links para acceder a las referencias:

- Vallack, 1998: Suggested Guidelines for Deposited Ambient Dust. Vallack, H. W. and Shillito, D. E. Atmospheric Environment 32 (1998), 2737–2744. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231098000375>
- Machado, 2018: A new methodology to derive settleable particulate matter guidelines to assist policy-makers on reducing public nuisance, Milena Machado, Jane Meri Santos, Valdério Anselmo Reisen, Neyval Costa Reis Jr., Ilias Mavroidis, Ana T. Lima. Atmospheric Environment 182 (2018) 242–251. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231018301171>
- TULSMA: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). (2002). Libro VI, Anexo 4, norma de calidad de aire ambiente. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>
- Ordenanza sobre control de Contaminación del Aire (OAPC). Suiza, 1985. Disponible en: <https://www.admin.ch/opc/en/classified-compilation/19850321/index.html>
- LEY Nº 1356/04, Buenos Aires, Argentina. 2004. Disponible en: https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/documents/ley_1356.pdf
- NSW Coal Mining Benchmarking Study, Office of Environment and Heritage December 2014. Disponible en: <https://www.epa.nsw.gov.au/-/media/epa/corporate-site/resources/epa/140075coalminestudy.pdf>
- State Council for Environmental protection of Minas Gerais (COPAM), 1981. Disponible en: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=88>
- Environmental Law of the Municipality of Macapá n. 948/98, Chapter V, Section III, Art. 89. Versión actualizada Disponible en: <https://www.macapa.ap.leg.br/leis/lei-organica-municipal/lei-org-atualizado-2014.pdf/view>

- Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2004/107/oj>
- English text of the First General Administrative Regulation Pertaining the Federal Immission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft), Federal. Disponible en: http://m.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Luft/taluft_engl.pdf

Un resumen de los valores guías para MPS recopilados en la revisión bibliográfica realizada en 2018 se presentan a continuación en la Tabla 25, la mayoría de ellos se establecieron en los años 70s y 80s, posteriormente las revisiones de las normas de calidad de aire han priorizado por establecer valores guías para material particulado respirable (MP_{2,5} y MP₁₀).

Tabla 25 Resumen de valores guías para MPS mensual y anual actualizado hasta 2018

País	Ciudad o Estado	Valores (mg/m ³ /día)		Restricción a zonas donde aplican valores guías	Referencia
		Mensual	Anual		
Alemania			350	Área Residencial y Comercial Área Industrial	TA Luft ⁴³
		650			Vallack, 1998 ⁴⁴
Argentina			333	Agricultura/ Rural	LEY N° 1356/04 ⁴⁵
Australia	Western Australia		133 ^a 333 ^a	Áreas Residenciales	Vallackl, 1998
	New South Wales		133	Área Residencial y Comercial	NSW Air Quality – Dust Monitoring ⁴⁶
	Queensland	120			The Environmental Protection Policy 2008 ⁴⁷
Brasil	Minas Gerais, Río de Janeiro Amapá	167		Área Residencial y Comercial Área Industrial	NORMATIVA COPAM N° 01/81 - SIAM ⁴⁸
		333			
Bulgaria		200		Área Residencial	Air Quality and Dust Management Plan ⁴⁹
Canadá	Alberta	177		Área Residencial y Recreacional Área Industrial y Comercial	Alberta Ambient Air Quality Guidelines ⁵⁰
		600			
	Manitoba		200 ^b 266 ^b	Área Residencial y Comercial	Vallack, 1998
	Ontario	233	153	Vegetación, Áreas Pobladas	Air quality Criteria ⁵¹ Ontario Ministry of the Environment and Climate Change
Chile	Cuenca Río Huasco	150	100	Norma Secundaria	D.S N° 4/1992 ⁵³
		290		Área Residencial Área no Residencial	F17 Coal Dustfall Monitoring Update ⁵²

⁴³ http://m.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Luft/taluft_engl.pdf

⁴⁴ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231098000375>

⁴⁵ https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/documents/ley_1356.pdf

⁴⁶ <https://www.epa.nsw.gov.au/-/media/epa/corporate-site/resources/epa/140075coalminestudy.pdf>

⁴⁷ <https://www.qld.gov.au/environment/pollution/monitoring/air/air-pollution/pollutants/particles>

⁴⁸ <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=88>

⁴⁹ https://s21.q4cdn.com/589145389/files/doc_documents/EN/2017/12/A150-14-R2241-Air-Quality-Management-Plan_EN.pdf

⁵⁰ <https://open.alberta.ca/dataset/Od2ad470-117e-410f-ba4f-aa352cb02d4d/resource/97d1afdf-b66b-4805-be41-a5a3f589c988/download/aaqo-summary-jun29-2017.pdf>

⁵¹ <https://www.ontario.ca/page/ontarios-ambient-air-quality-criteria-sorted-contaminant-name>

⁵² <https://delta.civicweb.net/filepro/documents/118680?preview=118863>

⁵³ https://www.leychile.cl/Navegar/index_html?idNorma=95904

País	Ciudad o Estado	Valores (mg/m ³ /día)		Restricción a zonas donde aplican valores guías	Referencia
		Mensual	Anual		
Ecuador	Cuenca	333		Norma Secundaria	TULSMA, 2002 ⁵⁴
España		300			DECRETO 833/1975 ⁵⁵
			200		Vallack, 1998
Estados Unidos	New York		100 ^c 130 ^c	Áreas rurales para agricultura o recreación.	Vallack, 1998
	North Dakota	196 ^d			Vallack, 1998
	Washington	-	183	Áreas Residenciales	Vallack, 1998
	Wyoming	170	-	Áreas Residenciales	Vallack, 1998
	Pensilvania	500	267	Áreas Residenciales	Vallack, 1998
	Kentucky	-	196	Áreas Residenciales	Vallack, 1998
	Lousiana	-	262	Áreas Residenciales	Vallack, 1998
	Maryland	-	183	Áreas Residenciales	Vallack, 1998
	Mississippi	175	-	Áreas Residenciales	Vallack, 1998
Montana	-	196	Áreas Residenciales	Vallack, 1998	
Finlandia		-	333	Áreas Residenciales	Vallack, 1998
Gran Bretaña		80 (Perc. 90%)	-	Área Rural	Machado, 2018 ⁵⁶
		100 (Perc. 95%)	-	Área Rural	Machado, 2018
		110 (Perc. 90%)	-	Área Residencial	Machado, 2018
		150 (Perc. 95%)	-	Área Residencial	Machado, 2018
		150 (Perc. 90%)	-	Área Comercial	Machado, 2018
		190 (Perc. 95%)		Área Comercial	Machado, 2018
Malasia		-	133	Norma Secundaria	Malaysian Secondary Guidelines ⁵⁷
N. Zelanda		133			Good practice guide, 2001 ⁵⁸
Reino Unido	Wales	200 1000		Área Residencial Recptores ecológicos	Technical Guidance Note M17 ⁵⁹
Sudáfrica		600 1200		Área Residencial Área no Residencial	Air Quality Act, 2004 ⁶⁰
Suiza		-	200	Fertilidad del suelo, vegetación y aguas	Ordinance on Air Pollution Control ⁶¹

^a Norma de dos etapas, para la primera 133 mg/m³/día corresponde al valor de la primera percepción de pérdida de comodidad. La segunda considera como límite el valor de 333 mg/m³/día, el cual corresponde a un umbral Inaceptable de reducción en la calidad del aire.

^b Para Manitoba se establece un valor máximo deseable para el promedio anual de 200 mg/m³/día, y como máximo permisible un valor de 266 mg/m³/día.

^c Para Nueva York se establece que, para un período de 12 meses consecutivos, el 50% de los valores promedios de 30 días no deberá exceder 100 mg/m³/día y para el 84% no deberá exceder 130 mg/m³/día.

^d promedio tres meses consecutivos

Se puede apreciar en la Tabla 25 que hay una diversidad de valores guías propuestos para MPS, tanto para período mensual como anual. En algunos países se proponen diferentes valores para distinguir entre zonas residencias y zonas industriales e incluso para zonas de interés ecológico. En el estudio

⁵⁴ <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

⁵⁵ http://www.madrid.org/rlma_web/html/web/FichaNormativa.icm?ID=189

⁵⁶ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231018301171>

⁵⁷ https://www.researchgate.net/publication/256547227_Compositions_of_Dust_Fall_around_Semi-Urban_Areas_in_Malaysia

⁵⁸ <https://www.mfe.govt.nz/sites/default/files/dust-guide-sep01.pdf>

⁵⁹ <https://naturalresources.wales/media/2129/technical-guidance-note-m17-monitoring-monitoring-particulate-matter-in-air-around-waste-facilities.pdf>

⁶⁰ https://www.environment.gov.za/sites/default/files/legislations/dust_control_regulations_g35931_0.pdf

⁶¹ <https://www.admin.ch/opc/en/classified-compilation/19850321/index.html>

encargado por el Gobierno Regional de Antofagasta ⁶² se utilizó para período mensual el valor del Estado de Wyoming (USA) correspondiente a 170 mg/m²/día y para promedio anual el valor de New South Wales (Australia) correspondiente a 133 mg/m²/día.

Durante el año 2023 la Subsecretaría del Medio Ambiente adjudicó a Dictuc la elaboración del estudio “Antecedentes para la revisión del plan de prevención de Huasco y revisión de la norma de calidad del aire para material particulado sedimentable en la cuenca del Río Huasco Licitación: 608897-129-LP22”, los principales comentarios se resumen a continuación:

- Actualmente, en la Unión Europea, Reino Unido y Canadá no existe una normativa vigente que establezca un valor máximo permisible para la concentración de MPS.
- Brasil posee un límite vigente de 467 mg/m²/día en el estado de Espírito Santo, establecido a través del Decreto 3463-R de 2013 bastante mayor al que se encuentra vigente en la localidad de Huasco.
- En Alemania se publicó en 2002 el Primer Reglamento Administrativo General de la Ley Federal de Control de Inmisiones, donde se establece un valor de inmisión para la protección contra molestias o desventajas significativas debidas a la caída de polvo, correspondiente a 350 mg/m²/día como promedio anual.
- En la provincia de Buenos Aires, Argentina, en el Decreto 1074/2018 se fijó un máximo de a 333 mg/m²-día, idéntico al del estado de Montana en EEUU.
- Suiza ha establecido estándares de calidad del aire que forman parte de la Ordenanza sobre el Control de la Contaminación del Aire (OAPC, por sus siglas en inglés), en donde se encuentra vigente un valor límite para MPS, especificado como deposición total de polvo, correspondiente a 200 mg/m²/día como concentración media anual.
- El Departamento de Conservación Ambiental del estado de Nueva York en EEUU define cuatro niveles de desarrollo social, económico y potencial de contaminación, y para cada uno establece un límite de MPS, diferenciado también por el porcentaje de las concentraciones promedio de 30 días que no deben excederlo en cada mes durante 12 meses. El nivel I se asocia a ciudades con la menor densidad poblacional y que se caracteriza por actividades de agricultura propias de zonas rurales, mientras que las ciudades del nivel IV poseen una alta densidad poblacional y fuerte actividad industrial, como Nueva York. Como se observa en la Figura 4 29, el nivel IV es el que posee un mayor límite de concentración de MPS, mientras que los niveles I y II tienen un máximo permisible más exigente, de 100 mg/m²-día, igual al establecido en Huasco.
- En España, mediante el Decreto 833/1975 se estableció un límite de 300 mg/m²/día como concentración media en 24 horas, sin embargo, este fue derogado el año 2002.
- En Machado et al., 2018 se se presenta el valor de 333 mg/m²/día para Finlandia.

Un resumen de los Antecedentes normativos para MPS recopilados por Dictuc 2023 se presentan a continuación en la Tabla 26:

⁶² Diagnóstico de Riesgo Ambiental, Región de Antofagasta, Código BIP 30359875-0, Componente A) Estudio de calidad del aire por la presencia de material particulado sedimentable en la ciudad de Antofagasta. Disponible en: <https://mma.gob.cl/antofagasta/>

Tabla 26 Resumen valores de referencia internacionales de MPS de estudio Dictuc 2023

País/Estado	Verificador	Valor [mg/m ² /día]	Referencia	Vigencia
Alemania	Promedio anual	350	Technical Instructions on Air Quality Control (TA Luft)	Vigente
Argentina/Buenos Aires	Promedio 30 días	333	Decreto 1074/2018	Vigente
Brasil/Espírito Santo	Promedio 30 días	467	Decreto Nº 3463-R 2013	Vigente
Chile/Huasco	Promedio anual	100	Decreto 4/1992	Vigente
EEUU/Montana	Promedio 30 días	333	Regulación 17.8.220, MAAQS	Vigente
EEUU/Nueva York/Nivel I	Percentil 50 de las concentraciones promedio de 30 días durante 12 meses.	100	Título 6 CRR-NY, 257-3.4	Vigente
EEUU/Nueva York/Nivel I*	Percentil 84 de las concentraciones promedio de 30 días durante 12 meses.	150	Título 6 CRR-NY, 257-3.4	Vigente
EEUU/Nueva York/Nivel II	Percentil 50 de las concentraciones promedio de 30 días durante 12 meses.	100	Título 6 CRR-NY, 257-3.4	Vigente
EEUU/Nueva York/Nivel II*	Percentil 84 de las concentraciones promedio de 30 días durante 12 meses.	150	Título 6 CRR-NY, 257-3.4	Vigente
EEUU/Nueva York/Nivel III	Percentil 50 de las concentraciones promedio de 30 días durante 12 meses.	133	Título 6 CRR-NY, 257-3.4	Vigente
EEUU/Nueva York/Nivel III*	Percentil 84 de las concentraciones promedio de 30 días durante 12 meses.	200	Título 6 CRR-NY, 257-3.4	Vigente
EEUU/Nueva York/Nivel IV	Percentil 50 de las concentraciones promedio de 30 días durante 12 meses.	200	Título 6 CRR-NY, 257-3.4	Vigente
EEUU/Nueva York/Nivel IV*	Percentil 84 de las concentraciones promedio de 30 días durante 12 meses.	300	Título 6 CRR-NY, 257-3.4	Vigente
Suiza	Promedio anual	200	Ordinance on Air Pollution Control (OAPC)	Vigente
Australia Occidental	Empeoramiento inaceptable	333	(Vallack y Shillito, 1998)	No vigente
Australia Occidental*	Primera molestia percibida	133	(Vallack y Shillito, 1998)	No vigente
España	Promedio 24 horas	300	Decreto 833/1975	No vigente
Finlandia	Promedio anual	333	(Machado et al., 2018)	No vigente

Nota: El símbolo * se utiliza para diferenciar los valores de referencia presentados para un mismo país/estado por su periodo de cumplimiento, como es el caso de Australia Occidental y todos los niveles de EEUU/Nueva York.

Fuente: Elaboración en base a Dictuc 2023

5.1.2 Apoyo en revisión de informes

Se revisó y entregaron observaciones al Informe Final Agosto 2023 del “Estudio antecedentes para la revisión del plan de prevención de Huasco y revisión de la norma de calidad del aire para material particulado sedimentable en la cuenca del Río Huasco. Licitación: 608897-129-LP22” elaborado por Dictuc.

El objetivo general del estudio es recomendar líneas de acción futuras, mediante la evaluación del impacto generado por la aplicación del Plan de Prevención en la evolución de la calidad del aire en

Huasco, y la presentación de antecedentes para la revisión de la norma de calidad del aire por material particulado sedimentable (MPS).

Los Objetivos específicos son:

- Generar antecedentes para la revisión del Plan de Prevención de la contaminación atmosférica para la localidad de Huasco y su zona circundante.
- Evaluar el comportamiento histórico de la concentración del Material Particulado Sedimentable, en función del D.S. N°4/1992 del MINAGRI y generar antecedentes para la revisión y/o actualización de la Norma de MPS.

Las principales observaciones enviadas a la contraparte técnica son:

- Mejorar presentación del análisis histórico del MPS ya que se centra en la descripción y diagnóstico sin profundizar en causas que expliquen los resultados.
- Conocer el aporte de las distintas fuentes en los niveles de calidad de aire (no solo en emisiones).
- Conocer el background, además no está bien explicado como midieron, con que midieron y como instalaron los equipos de monitoreo. Falta incluir los controles intermedios para asegurar calidad de las mediciones.
- Mejorar la estimación del potencial de reducciones de emisiones
- Falta un análisis del comportamiento estacional del MPS y de MP10/MP2,5. Además, es importante incluir un cruce de concentraciones con vel/dir de viento al menos.
- Mejorar capítulo de conclusiones

Durante la segunda semana de noviembre se recibió la versión revisada del Informe Final de Dictuc **PPAHUASCO2-Informe-Final_respGL.docx** en el cual se da respuesta a todos los comentarios enviados a la contraparte técnica incluyendo además una versión Final de Informe sin control de cambios, a la cual se realizaron las siguientes observaciones:

- En punto 3.7.3 No se identifica la relación según escenarios con y sin medidas proyectadas a 15 años, hay solo un caso (el actual)
- En punto 3.8.3 hay un supuesto que considera que el MP cuando sopla viento con dirección norte representa el MP background de la zona de estudio. Este supuesto es bastante discutible, especialmente para la estación 21 de mayo que se encuentra casi en el centro de Huasco con muchas casas y calles ubicadas al Norte. Además, se obtiene con ese método un MP2,5 background promedio de 1,73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bastante inferior al obtenido durante la semana de mediciones a fines de julio con un promedio de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- En Tabla 4-22 se solicita aclarar cual es la interpretación para necesitar menos emisiones en estación SM8 ubicada a mucha más distancia de las fuentes que estación 21 de Mayo?

5.2 Revisión de norma primaria de calidad de aire para SO₂, O₃ y CO y norma secundaria para SO₂.

5.2.1 Antecedentes

La contaminación atmosférica hace referencia a toda sustancia que en ciertas concentraciones es perjudicial para el ser humano y su entorno. A raíz de esto nacen las normas primarias de calidad del aire, que son instrumentos preventivos orientados a proteger la salud de la población⁶³.

El dióxido de azufre (SO₂), también conocido como anhídrido sulfuroso, es un contaminante gaseoso cuya exposición no solamente tiene efectos de corto y largo plazo en las personas, sino que también se han reconocido sus efectos sobre la vegetación, algunos benéficos como los de efecto fertilizante, pero mayormente negativos como la reducción del crecimiento, daños visibles en el follaje como síntomas crónicos o agudos, asociados o no a reducciones en el crecimiento y la producción, así como muerte de plantas en condiciones extremas; sobre los ecosistemas interfiriendo en el equilibrio de las condiciones ambientales del hábitat, cuando la presencia de azufre en ellos es elevada; y sobre los materiales expuestos a este contaminante.

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro, insípido y no irritante, pero tóxico para los seres hemoglobinosos, ya que desplaza al oxígeno y no permite la correcta oxigenación de las células. Éste se emite primariamente a partir de la combustión incompleta de combustibles fósiles, quemas naturales de biomasa, y por otros procesos biológicos del suelo y los océanos. Secundariamente, se produce mediante la oxidación de compuestos orgánicos volátiles (COVs).

El ozono (O₃) presente en la tropósfera es un gas de olor picante y actúa como un tóxico irritante para el sistema respiratorio. Se produce por reacciones fotoquímicas a partir de otros gases presentes en la tropósfera, siendo sus precursores principales los NOx y COVs. Dado esto, su perfil de concentraciones diario se relaciona directamente con el máximo de radiación solar y temperatura ya que éstos favorecen su formación, encontrándose además máximos de concentraciones de O₃ viento abajo de las emisiones de sus precursores.

En Chile, la primera regulación que estableció estándares de calidad del aire se dictó 1978, a través de la Resolución N° 1.215, del Ministerio de Salud, denominada “Normas sanitarias mínimas destinadas a prevenir y controlar la contaminación atmosférica”. La resolución incluyó niveles permitidos de calidad de aire para los contaminantes monóxido de carbono (CO), ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂) y partículas totales en suspensión (PTS).

La Resolución N°1.215 estableció para SO₂ un estándar anual de 80 µg/m³N y de 365 µg/m³N para promedios diarios. Para CO se estableció un valor límite de 10 mg/m³N para concentraciones de 8 horas y 40 mg/m³N para concentraciones de 1 hora. Para O₃ se estableció un valor límite de 160 µg/m³N para concentraciones de 1 hora.

En el año 1999, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) inició la revisión de todas las normas primarias de calidad del aire contenidas en la Resolución N°1.215 culminando el 6 de agosto del 2002 con la promulgación de los Decretos Supremos N°112, N°113 y N° 115 del MINSEGPRES,

⁶³ Artículo 2° del D.S. N°38 del año 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que “Aprueba Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión”.

donde se establecieron respectivamente las normas primarias de O₃, SO₂ y CO. Para O₃, se derogó la norma horaria estableciendo una norma para concentraciones de 8 horas con un límite de 120 µg/m³N para el promedio aritmético de tres años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario. Respecto el estándar de promedio anual se mantuvo en 80 µg/m³N, pero disminuyó el límite para las concentraciones diarias a 250 µg/m³N para el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario. Para CO se mantuvo el valor límite de las concentraciones de 8 horas en 10 mg/m³N, pero disminuyó el de concentración horaria a 30 mg/m³N, en ambos casos para evaluar la superación se considera el promedio aritmético de tres años sucesivos del percentil 99 de las concentraciones registradas durante un año calendario.

En el 2010, la CONAMA, inició un segundo proceso de revisión de todas las normas primarias de calidad del aire de gases (SO₂, NO₂, O₃ y CO), mediante la Resolución Exenta N°35, del mismo organismo. Previamente, la CONAMA realizó un estudio, cuyos resultados permitieron realizar un diagnóstico preliminar del estado de cumplimiento de las normas para esa época.

Durante el año 2014, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), en la Resolución Exenta N°1.366 del 29 de diciembre de 2014 priorizó la preparación del anteproyecto de revisión de las normas primarias de calidad de aire para SO₂ separando la revisión de las normas primarias de calidad del aire para NO₂, O₃ y CO. Por lo anterior, en el año 2016 se realizó el estudio: "Análisis de antecedentes y evaluación de impactos para revisar las normas NO₂, O₃ y CO" (en adelante estudio 2016⁶⁴), preparado por el Instituto de Salud Poblacional de la Universidad de Chile.

En mayo de 2019 se publicó en el diario oficial una actualización de la norma primaria de calidad de SO₂ (D.S. N°104/2018 del MMA), la cual consideró la evidencia sobre la tendencia internacional en la actualización de las normas primarias de SO₂, las que incluyen: (i) una norma horaria de SO₂ para la protección de los efectos agudos del SO₂, y (ii) niveles de emergencia que alertan a la población y en especial a los grupos vulnerables, como asmáticos, infantes, niños y ancianos; con el fin de reducir la exposición a concentraciones de SO₂ durante situaciones de emergencia. Asimismo, en los episodios de contaminación más críticos se permiten tomar medidas extraordinarias como restricciones a fuentes emisoras de SO₂. Además, la actualización de la norma primaria de SO₂ concilió objetivos del país en materias de políticas de salud, políticas ambientales y políticas económicas. Se incluyó la nueva evidencia, principalmente epidemiológica, de los efectos agudos del dióxido de azufre en la salud de las personas. Asimismo, se consideró que Chile forma parte de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), lo que conlleva importantes desafíos en la integración de las consideraciones ambientales en el marco normativo y de las políticas públicas ambientales.

A continuación, la Tabla 27 y la Tabla 28 resumen los valores límites y niveles de emergencia establecidos en las normas primarias de O₃, SO₂ y CO y norma secundaria de SO₂ vigentes en Chile:

⁶⁴ Licitación N° 608897-161-LE15, Informe final mayo de 2016

Tabla 27 Resumen de valores límites considerados en las normas primarias de O₃, SO₂ y CO y normas secundarias de SO₂ vigentes en Chile

Contaminante	Normativa	Estadígrafo	Valor límite
O ₃	O ₃ (D.S. N°112/2002, MINSEGPRES)	Máx diario de 8 horas, percentil 99	120 µg/m ³
SO ₂	Norma primaria de SO ₂ (D.S. N°104/2018, MMA)	Promedio horario, percentil 98,5	350 µg/m ³ N
		Promedio diario, percentil 99	150 µg/m ³ N
		Media aritmética anual	60 µg/m ³ N
CO	CO (D.S. N°115/2002, MINSEGPRES)	Máx diario de 8 horas, percentil 99	30 mg/m ³
		Máx diario de 1 hora, percentil 99	10 mg/m ³
SO ₂	Norma secundaria de SO ₂ (D.S. N°22/2009, MINSEGPRES)	Promedio horario, percentil 99,73	700 µg/m ³ N
		Promedio diario, percentil 99,7	260 µg/m ³ N
		Media aritmética anual	60 µg/m ³ N

Fuente: MMA

Tabla 28 Niveles de emergencia vigentes en Chile para O₃, SO₂ y CO

Niveles	Concentración de 8 horas de O ₃ (µg/m ³ N) D.S. N°112/2002	Concentración 1 hora de SO ₂ (µg/m ³ N) D.S. N°104/2018	Concentración de 8 horas de CO (mg/m ³ N) D.S. N°115/2002
1. Alerta	400 - 799	500 - 649	17 - 33
2. Preemergencia	800 - 999	650 - 949	34 - 39
3. Emergencia	1000 o superior	950 o superior	40 o superior

Fuente: MMA

Por otro lado, mediante el D.S. N°185 de 1991 del Ministerio de Minería, publicado en el Diario Oficial el día 16 de enero de 1992, se estableció la norma secundaria de calidad ambiental para SO₂ con el objeto de proteger las explotaciones silvoagropecuarias y de preservar los ecosistemas pertenecientes a las Áreas Silvestres Protegidas. Para efectos de aplicación de la norma secundaria de SO₂ el país se dividió en zona Norte y zona Sur (con límite a la altura de la desembocadura del río Maipo) estableciendo para la zona Norte un valor límite anual de 80 µg/m³N, un valor de 365 µg/m³N para concentraciones diarias y 1000 µg/m³N para concentraciones horarias. En cambio, para la zona Sur se estableció límite anual de 60 µg/m³N, 260 µg/m³N para concentraciones diarias y 700 µg/m³N para concentraciones horarias.

Posteriormente, mediante el D.S. N°22/2009 de MINSEGPRES se efectuó un mejoramiento del D.S. N°185/1991 mediante la introducción del percentil como criterio de excedencia a la norma diaria y horaria, pero manteniendo los valores límites para las zonas Norte y Sur. Además, se actualizó los métodos de monitoreo; la obligación de entrega de información al fiscalizador y la caracterización de estaciones monitoras apropiadas para evaluar la norma secundaria definiendo la Estación monitora con representatividad de recursos naturales (EMRRN). Lo anterior, en armonía con lo establecido en las demás normas de calidad vigentes en el país.

Para la actualización de las normas se debe considerar la nueva guía de calidad del aire⁶⁵ de la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicada en el año 2021 en la cual se actualizan los valores límites recomendados y los valores objetivos intermedios para diferentes contaminantes atmosféricos, entre estos, el SO₂, CO y O₃ cuyos valores guías se resumen en la Tabla 29. Dicha guía tiene como finalidad asesorar a los países para que alcancen los niveles de calidad del aire recomendados mediante una reducción gradual, lo que conlleva a resguardar la salud de la población, disminuyendo así la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas.

Tabla 29 Valores guías propuestos por la OMS para SO₂, CO y O₃ en publicación de año 2021

Contaminante	Estadígrafo	Valor guía 2005	Valor guía 2021
SO ₂	Concentración 24 horas ^a	20 µg/m ³	40 µg/m ³
CO	Concentración 24 horas ^a	--	4 mg/m ³
O ₃	Máximo temporada ^b	--	60 µg/m ³
	Concentración 8 horas ^a	100 µg/m ³	100 µg/m ³

^a Percentil 99

^b Máximo del promedio de las concentraciones de 8 horas máximas mensuales de 6 meses móviles consecutivos

5.2.2 Proceso de revisión de la norma

Mediante la Resolución Exenta N°706, publicada el 28 de julio de 2023 se da inicio al proceso de revisión de las normas señaladas en el Memorándum N° 255, de 2023, de la División de Calidad del Aire del Ministerio del Medio Ambiente, las cuales se mencionan a continuación:

- a) DS N° 4, de 1992, del Ministerio de Agricultura, que “Establece Normas de Calidad del Aire para material particulado sedimentable en la cuenca del Río Huasco III Región”;
- b) DS N° 136, de 2001, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que “Establece Norma de Calidad Primaria para plomo en el aire”;
- c) DS N° 22, de 2009, de Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que “Establece Norma de Calidad Secundaria de aire para anhídrido sulfuroso (SO₂)”;
- d) DS N° 104, de 2018, del Ministerio del Medio Ambiente, que “Establece Norma de Calidad de aire para Dióxido de Azufre (SO₂)”;
- e) DS N° 115, de 2002, de Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que “Establece Norma Primaria de Calidad de aire para Monóxido de Carbono (CO)”;
- f) DS N° 112, de 2002, de Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que “Establece Norma Primaria de Calidad de aire para Ozono (O₃)”.

Las RE N°706/2023 establece además un plazo de tres meses, contados desde el 28 de julio de 2023, como fecha límite para la recepción de antecedentes sobre la revisión de las Normas de Calidad Ambiental mencionadas anteriormente. Cualquier persona natural o jurídica podrá, dentro del plazo

⁶⁵ World Health Organization, 2021, WHO Global Air Quality Guidelines, Particulate matter (PM_{2,5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide.

señalado precedentemente, aportar antecedentes técnicos, científicos, sociales y económicos sobre la materia.

El Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, D.S. N°38 del año 2012, del MMA, en su artículo 39 indica que, para revisar las normas ambientales, se debe considerar criterios de eficacia y de eficiencia en su aplicación, ponderados de acuerdo a:

- a) Los antecedentes considerados para la determinación de la norma de conformidad con lo dispuesto en el artículo 26, 28 inciso 1°, 32 inciso 1° y 37 letra a) del citado Reglamento, que tienen que ver con actualizaciones de los antecedentes considerados para establecer los estándares.
- b) El nivel de cumplimiento informado por la Superintendencia del Medio Ambiente y vigencia actual de los objetivos tenidos en cuenta al momento de su dictación.
- c) Los cambios en las condiciones ambientales consideradas al momento de dictarse la norma, y;
- d) Los resultados de las investigaciones científicas que aporten antecedentes nuevos sobre efectos adversos a las personas o a los recursos naturales o sobre nuevas metodologías de medición.

5.2.3 Licitación de Estudio de antecedentes para la revisión de normas

El 8 de septiembre de 2023 se publicó en el portal de Mercado Público la Licitación ID: 608897-119-LP23 “ ESTUDIO DE ANTECEDENTES PARA LA REVISIÓN DE LAS NORMAS PRIMARIAS DE CALIDAD DEL AIRE SO₂, O₃, PB y CO y NORMA SECUNDARIA PARA SO₂”⁶⁶:

De acuerdo a los TDR de la Licitación el **Objetivo general es:** Contar con antecedentes sobre la nueva evidencia científica en salud y recursos naturales, según sea el caso, la tendencia de la normativa nacional e internacional, las consideraciones y enfoques utilizados en la evaluación económica y social de las normas ambientales para fortalecer la fundamentación de la revisión de las normas de calidad primaria y secundaria de dióxido de azufre (SO₂) y de las normas de calidad primaria para ozono (O₃), plomo (Pb) y monóxido de carbono (CO), considerando los costos y desafíos asociados a diferentes escenarios regulatorios.

Además, los Objetivos específicos son:

- a) Actualización tanto de la evidencia en salud de la exposición (efectos crónicos y agudos) a concentraciones de SO₂, O₃, Pb y CO, como de la evidencia para establecer los niveles de exposición a concentraciones de SO₂ para la protección o conservación del medio ambiente o la preservación de la naturaleza, disponible internacionalmente y en Chile.
- b) Recopilación y comparación de los valores de las normas de calidad del aire adoptadas o recomendadas a nivel internacional para SO₂ (primaria y secundaria), O₃, Pb y CO.
- c) Análisis del origen, comportamiento, tendencia histórica y proyección de la concentración de SO₂, O₃, Pb y CO, a nivel nacional, regional y/o por área de interés incluyendo la actualización y proyección de inventarios de emisión.

⁶⁶ Licitación de estudio disponible en

<https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/RFB/DetailsAcquisition.aspx?q=c9gEORA16LaJxfQU9aYwxA==>

- d) Revisión de programas de medidas para la gestión de episodios de emergencia ambiental a nivel internacional y comparación con lo vigente en Chile para SO₂, O₃, Pb y CO.
- e) Diseño e implementación una campaña de monitoreo para plomo.
- f) Propuesta de escenarios de revisión para las normas primarias de SO₂, O₃, Pb y CO y para norma secundaria de SO₂.
- g) Evaluación y cuantificación de los costos asociados a la aplicación y cumplimiento de la normativa y escenarios propuestos, el impacto (cuantificación) en los valores de las normas primarias relacionadas, y los beneficios en salud y ambientales, a fin de ser utilizado en estudio de AGIES.
- h) Presentación de los resultados del estudio.

El estudio fue adjudicado a Dictuc el 26 de octubre de 2023 entregando el primer informe de avance el 22 de diciembre.

Las principales observaciones enviadas a la contraparte técnica son:

Respecto al punto 4.3 Estudio y síntesis de metodologías de monitoreo continuo se les refuerza que deben incluir lo comprometido en la Propuesta técnica se compromete "Se estudiarán y sintetizarán las metodologías de monitoreo, aplicadas a nivel internacional (continuas, discontinuas y mixtas), evaluando la pertinencia de incorporar nuevas tecnologías y métodos de monitoreo y análisis para efectos de evaluación de normas." Por lo cual, se recomienda entregar mayor información en este Punto, aclarando que continuo se refiere a que se mantiene en el tiempo (para seguimiento de las normas) por lo cual se incluyen métodos continuos y discretos (en caso de Plomo), recordar que en Durante este año 2023, en Agosto se publicó en Diario Oficial la Resolución N°1449 de SMA que "Dicta instrucciones de carácter general que establecen los requisitos técnicos para la instalación, funcionamiento y operación de los instrumentos en las estaciones de muestreo y medición de calidad del aire y meteorología".

Respecto a punto 6.1 Identificación de técnicas de análisis de muestras para el monitoreo discontinuo se recomienda comentar cuales son las técnicas usadas en Chile considerando que la norma (DS136/2001) establece "El método de análisis del plomo en el material particulado corresponderá a la espectrometría de absorción atómica especificada en la norma ISO 9855 Aire Ambiente - Determinación del Contenido Particulado de Plomo en Aerosoles Captados en Filtros."

Ademas, se consulta Por qué no se incluye PIXE y XRF en tabla 6.1 considerando además que están dentro del punto 6.1.5 Emisión de rayos X inducida por protones (PIXE). Se recomienda agregar un punto 6.1.6 para la comparación.

Considerando que se debe realizar campaña de monitoreo de Plomo en Verano y su preparación requiere tiempo, especialmente si hay que conseguir lugares se recomienda que presenten prontamente el diseño de la campaña de Verano indicando lugares, equipamiento a utilizar (incluir temperatura y presión para normalizar concentraciones), tipo de filtros, frecuencia de monitoreo, encargado y operadores en terreno, medidas de aseguramiento de calidad (calibración de muestreadores, verificaciones en terreno, cadena de custodia, transporte de muestras, etc) incluir le técnica de análisis en laboratorio.

Para el capítulo de conclusiones del Informe de Avance 1 se recomienda:

- Mencionar algunos efectos o los principales para cada contaminante, todo en su solo párrafo a modo de conclusión-resumen
- Comentar al menos cuales son los valores más permisivos y más restrictivos para identificar el rango dentro del cual se ha normado. Ejemplo, para SO₂ los límites para media anual están entre 13 µg/m³ en Canada y 80 µg/m³ en Argentina
- Comentar , en base lo recopilado de la normativa internacional, si para las futuras normas se debe mantener o no la normalización de las concentraciones?,
- Comentar cual es el análisis en laboratorio más recomendable aplicado a la realidad chilena en corto plazo y a futuro por si se establece un nuevo laboratorio con tecnología de punta.

5.3 Generación de antecedentes técnicos y económicos para propuesta de medidas de reducción de emisiones de compuestos orgánicos volátiles factibles de incluir en una norma de emisión.

A mediados de diciembre, la contraparte técnica del MMA incluyó dentro de las actividades de la Asesoría el apoyo a la revisión del Informe Final del estudio “Generación de antecedentes técnicos y económicos para propuesta de medidas de reducción de emisiones de compuestos orgánicos volátiles factibles de incluir en una norma de emisión (Licitación: 608897-11-LE23)” que está realizando Dictuc desde Abril de 2023.

El objetivo general del estudio es: Generar antecedentes técnicos y económicos para fundamentar una propuesta de medidas de reducción de emisiones de COVs factibles de incluir en una norma de emisión , considerando los costos y desafíos asociados a diferentes escenarios regulatorios

Los objetivos específicos del estudio son:

- Identificar los COVs de interés o familias de ellos, complementando estudios de antecedentes de efectos en salud de la nueva norma de calidad del aire para el COV benceno, y determinar aquellos que puedan constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza y/o a la conservación del patrimonio ambiental.
- Analizar los antecedentes normativos y recomendaciones internacionales sobre medidas efectivas para la regulación de COVs en las distintas fuentes de emisión.
- Elaborar un inventario actualizado de emisiones para COVs, identificando todas las fuentes existentes, estudiando la fotoquímica y a los COVs como precursores, y destacando futuros incrementos de fuentes existentes, considerando un horizonte de evaluación de 15 años.
- Proponer y evaluar medidas necesarias, según tipo de fuente, identificando técnicas y tecnologías de abatimiento, eficiencia de abatimiento (%) por cada tipo de proceso unitario existentes, con el objetivo de reducir emisiones de COVs, considerando un horizonte de evaluación de 15 años.

- Evaluar costos asociados a la aplicación de las propuestas regulatorias, el impacto en los valores de las normas primarias relacionadas, y los beneficios en salud y ambientales, a fin de ser utilizado en estudio de AGIES.
- Presentación de los resultados del estudio.

Las principales conclusiones del estudio realizado por Dictuc son:

- En la primera etapa del estudio se identificaron 25 COVs específicos de interés los que pueden ser de utilidad en la medida que sea posible medirlos separadamente, sin embargo, actualmente a nivel nacional no se observa esta capacidad instalada. Sí pueden ser útiles para clasificar algunos COVs como de menor relevancia, como es el caso del Propano emitido en la industria del gas (que tiene sus propias preocupaciones de seguridad, pero no tanto por su toxicidad). Los COVs de interés identificados posiblemente sirvan como objetivos de largo plazo, pero en el corto plazo sigan siendo los aromáticos (principalmente BTEX) y aldehídos (principalmente Formaldehído) los prioritarios, con la esperanza de que sean buenos subrogantes de los otros.
- Si bien la medición de COVs específicos no asegura la identificación de los emisores puntuales, si es relevante mejorar la red de monitoreo del lugar como han recomendado otros autores (R. Seguel, 2023). En esto la escala temporal será muy relevante, ya que se deben identificar eventos agudos, para los cuales la norma de calidad de benceno podría ser insuficiente.
- En los inventarios, a pesar de todas sus limitaciones, se encontraron valores de Formaldehído altos, lo que tiene sentido considerando que los perfiles de especies utilizados poseen una fracción alta de este compuesto. También es coherente con el AirToxScreening de la US-EPA que clasificó este compuesto como el principal driver de cáncer a nivel nacional.
- Para la zona de CQP vuelven a aparecer los BTEX como los contaminantes prioritarios después del Formaldehído. Esto refuerza la idea de que estos contaminantes podrían ser buenos subrogantes. Esta evidencia debe ser tomada con cautela ya que la información de inventarios es débil y urge contrastarlas con la realidad. Algunos estudios recomiendan multiplicar por 6 los valores estimados en los inventarios para tener una estimación más realista (MOBLEY et al., 2005) y en otros se han encontrado concentraciones hasta 1.000 veces más altas que las estimadas por los inventarios (The Texas Air Quality Study, 2000).
- Para construir escenarios regulatorios, se estudia más en detalle algunas regulaciones. Lo primero a resaltar es que Chile pareciera estar muy atrasado en este aspecto: estándares de techos (fijos o flotantes), tapado (membranas) y sellos (simples o dobles) que recién se están implementando en los planes operacionales de CQP eran exigencias en Estados Unidos desde los 80s. Lo segundo a destacar es que, para estos compuestos tóxicos no hay tanto interés en determinar límites de concentración, sino que más en establecer estándares de operación y de mejores tecnologías disponibles. También se ha visto exigencias de recuperación de vapores que más allá del control de emisiones es parte de la excelencia operacional.
- Con esta información se proponen ciertos escenarios regulatorios de manera preliminar, estableciendo directrices de los posibles costos y reducciones. En estos escenarios se

combinaron medidas para distintas fuentes que en la regulación internacional son estudiadas en gran detalle una por una, de ahí que no se haya podido profundizar tanto en los escenarios. El valor de esta etapa es proponer ciertos lineamientos y opciones, pero bajo ningún punto de vista es una propuesta final, ya que se necesita explorar más en detalle cada proceso y equipos utilizados, sumado a que las tecnologías a implementar tienen un diseño sumamente sitio-específico.

- De las medidas propuestas, al equipo consultor le parece apropiado comenzar enfocándose en estándares para estanques que contienen líquidos orgánicos volátiles, tanto de refinerías y empresas químicas. Esto debido que pareciera ser el aspecto donde Chile está más retrasado, por ejemplo, en comparación a Estados Unidos que ya está discutiendo la cuarta versión de estos estándares. También parece apropiado ya que afectaría a un grupo más amplio de titulares que alguna norma o estándar enfocado solo en refinería. Para definir bien los alcances de este eventual estándar es necesario investigar en profundidad este sector.

Las observaciones al informe de avance fueron enviados por correo electrónico a la contraparte técnica del MMA.

6 Apoyo a la elaboración de contenidos para la página web de la sección de Normas

La Sección de Normas de la División de Calidad de Aire del MMA está diseñando una página web que contendrá los módulos de la figura siguiente:

Inicio	Quiénes somos	Normas ambientales	Monitoreo	Gestión y seguimiento	Difusión	Contacto
	<ul style="list-style-type: none">• Funciones y atribuciones• Objetivo página y alcances	<ul style="list-style-type: none">• ¿Qué es una norma ambiental?• Normas de emisión<ul style="list-style-type: none">• Listado 1• Normas de calidad<ul style="list-style-type: none">• Listado 2	<ul style="list-style-type: none">• ¿Qué es el monitoreo?• Tipos de monitoreo• Link a SINCA	<ul style="list-style-type: none">• Estrategia• PPDA• SMA• SEA• SINIA• MMA	<ul style="list-style-type: none">• Noticias• Estudios• Actividades• Preguntas frecuentes	<ul style="list-style-type: none">• Link contacto MMA

Figura 10 Esquema de módulos a incluir en página web de Sección de Normas

Fuente: (Sección de Normas de MMA, 2023)

Como parte de la Asesoría se incluyó entregar apoyo a la elaboración de la página web como una actividad adicional priorizada por la contraparte técnica del MMA.

El apoyo principal se concentró en el mes de septiembre proporcionando contenido para los módulos de Normas Ambientales (de calidad y de emisión) y de Monitoreo. El documento enviado a la contraparte técnica está incluido como Anexo 9.5 en el presente Informe.

7 Conclusiones

La principal actividad realizada durante la Asesoría fue la elaboración de Estrategia de desarrollo de Normas asociadas a calidad de aire para la Sección de Normas que incluyó etapas de recopilación de estrategias similares en Estados Unidos, Latinoamérica, Europa, Asia y Oceanía. Además, una etapa de procesamiento de datos de emisiones regionales y nacionales disponibles en sitio RECT y de datos de concentraciones de contaminantes normados de las estaciones públicas principalmente para evaluar el cumplimiento de normas de calidad de aire.

Para la estrategia se definió que el Objetivo general es “Contar con una hoja de ruta que permita avanzar gradualmente en la revisión y elaboración de las normas de calidad de aire y de emisión atmosférica en el corto, mediano y largo plazo, con vistas a regulaciones más exigentes y acordes a la realidad chilena para un mejoramiento sostenido en la calidad del aire en Chile, orientado a proteger la salud de la población, a la protección o la conservación del medio ambiente y aportar a la mitigación del Cambio Climático. Adicionalmente, los objetivos definidos son:

- a) Fortalecer la generación de información técnica y evidencia científica relacionada con los contaminantes atmosféricos, sus efectos en la salud de la población y en los ecosistemas; reconociendo las brechas normativas con las regulaciones vigentes en comparación a valores internacionales y recomendaciones de la OMS incluyendo la identificación de nuevos contaminantes y fuentes posibles de normar.
- b) Revisar el análisis del estado de la situación de la calidad del aire del país, de las evidencias de los impactos de las emisiones atmosféricas nacionales y/o regionales y de los avances en las tecnologías existentes para apoyar la definición de los pasos a seguir en el proceso normativo.
- c) Proponer, formular y revisar normas de emisión y de calidad ambiental relacionadas con la calidad del aire de acuerdo con las competencias específicas de la Sección de Normas y los principios de la Ley de Bases de Medio Ambiente, definiendo una hoja de ruta o cronograma de acción en el corto, mediano y largo plazo que incorpore los pasos y criterios a seguir para avanzar en ciclos de revisión y propuestas conducentes a Normas acordes a la realidad chilena, y que aporten a la mitigación del Cambio Climático.
- d) Colaborar en el fortalecimiento institucional y la coordinación intersectorial para mejorar el desarrollo y cumplimiento de las actividades de la Sección de Normas.
- e) Colaborar en la elaboración de programas de difusión y capacitación para fomentar y facilitar la participación ciudadana en la elaboración de normas ambientales.

Para mantener coherencia con las estrategias de gestión de olores y de ruidos del MMA se definió mantener pilares estratégicos de gestión, los cuales se presentan a continuación:

1. Fortalecer el conocimiento técnico científico para el mejoramiento de la información disponible
2. Fortalecer y actualizar instrumentos normativos y técnicos :
3. Fortalecimiento institucional
4. Fortalecimiento de la coordinación intersectorial
5. Fortalecimiento de los programas de Difusión y Capacitación

Para la definición de las actividades específicas de cada pilar estratégico se realizaron reuniones con profesionales de la División de Calidad de Aire. Además, se envió el texto de la estrategia para revisión y comentarios a profesionales de las Divisiones de Jurídica y Cambio Climático, ambas del MMA. De acuerdo a lo que se establece en la estrategia, ésta debe ser revisada y mejorada durante el año 2024.

La segunda actividad con mayor dedicación durante la asesoría fue el Apoyo al Anteproyecto de norma de emisión de Centrales Termoeléctricas que incluyó cálculo de emisiones para la elaboración del AGIES del Proyecto Definitivo y procesamiento de los datos de emisiones del año 2022 para actualizar el cumplimiento de la norma vigente (D.S. N°13/2011) y evaluar el cumplimiento de los valores límites de emisiones propuestos para proyecto definitivo, especialmente para MP que se considera bajar de 30mg/Nm³ para CT con combustible sólido en el AP a 20 mg/Nm³ y de 20 mg/Nm³ a 10 mg/Nm³ para CT con combustible líquido. Otra actividad consistió en la evaluación de escenarios de cumplimiento de emisiones de NOx para horas de régimen. Durante noviembre-diciembre se apoyó la revisión del Consolidado de Observaciones de la Consulta Ciudadana del Anteproyecto que recibió 354 observaciones, del total se clasificaron en 63 asociadas a AGIES y 38 para que sean respondidas por la Oficina de Transición Socioeconómica Justa. Para dar respuesta el resto de observaciones, previamente se participó en reuniones con representantes del Ministerio de Energía, Coordinador Eléctrico, y de la SMA en las cuales se llegó a acuerdos para la elaboración del Proyecto definitivo considerando las observaciones recibidas.

Durante septiembre se apoyó preparando contenidos para la página web de la Sección de Normas que está en etapa de construcción.

Respecto a la Norma de Calderas, se revisó y entregaron observaciones a la contraparte técnica de los Informes de Avance 1 y 2 del estudio "Generación de antecedentes que permitan actualizar la propuesta de una norma de emisión para calderas", Licitación: 608897-58-LE23 adjudicado a Dictuc.

Respecto a la Norma de MP_{2,5} no fue necesario dar apoyo a la Sección de normas, pero se participó en algunas de las reuniones de Comité Operativo y Comité Operativo Ampliado.

Respecto a la Norma de NO₂, se procesó información de concentraciones disponibles de las estaciones en Chile para los años 2016 a 2022 verificando que las concentraciones más altas se registran en la Región Metropolitana donde incluso se excede el valor para promedio trianual del Proyecto Definitivo establecido en 40 µg/m³N en las estaciones La Florida, Las Condes, El Bosque, Santiago (Parque O'Higgins) e Independencia. Ninguna estación En Chile supera la norma horaria establecida en 120 µg/m³N. En la sesión del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático (CMSyCC) realizada el 13 de septiembre de 2023 se aprobó la actualización de la Norma Primaria de Calidad del Aire sobre dióxido de nitrógeno.

Respecto al Anteproyecto de la norma primaria de Arsénico se apoyó la revisión del Consolidado de Observaciones de la Consulta Ciudadana del "ANTEPROYECTO NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL AIRE PARA ARSÉNICO.", lo cual incluyó dar respuesta a 35 observaciones asociadas tanto a los considerandos como al Articulado del Anteproyecto, las cuales fueron enviadas por correo electrónico a la contraparte técnica el 14 de septiembre. Además, se participó en reuniones por videoconferencia. El viernes 17 de noviembre el CMSyCC aprobó la propuesta de norma que

establece una concentración máxima de arsénico de 23 ng/m³ como concentración anual, por lo cual solo se esperan los pasos siguientes que conducen a su publicación.

Respecto a la norma secundaria de MPS, se revisó y envió las observaciones del Informe Final de Dictuc de "Estudio antecedentes para la revisión del plan de prevención de Huasco y revisión de la norma de calidad del aire para material particulado sedimentable en la cuenca del Río Huasco. Licitación: 608897-129-LP22".

Respecto a la Normas primarias de SO₂, CO, O₃, Pb y Secundaria de SO₂ se revisó y envió las observaciones a la contraparte técnica el 22 de diciembre del Informe de Avance 1 del " ESTUDIO DE ANTECEDENTES PARA LA REVISIÓN DE LAS NORMAS PRIMARIAS DE CALIDAD DEL AIRE SO₂, O₃, PB y CO y NORMA SECUNDARIA PARA SO₂(Licitación ID: 608897-119- LP23)" adjudicado a Dictuc.

8 Referencias bibliográficas

CEE, 2004. Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2004/107/oj>

CFR40, 2023. Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods. Disponible en: <https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-53>

CFR40, 2023. Part 53- Subpart B—Procedures for Testing Performance Characteristics of Automated Methods for SO₂, CO, O₃, and NO₂ Disponible en <https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-53/subpart-B>

CFR40, 2023. Part 58 “AMBIENT AIR QUALITY SURVEILLANCE”. Disponible en: <https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-58>

Colombia, 2019. Estrategia Nacional de Calidad del Aire Colombia. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/estrategia-nacional-de-calidad-del-aire-enca/>

CSIC, 2012. Bases científico-técnicas para un Plan Nacional de Mejora de la Calidad del Aire. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/CALIDAD%20AIRE%20\(alta\)_tcm30-187886.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/CALIDAD%20AIRE%20(alta)_tcm30-187886.pdf)

Defra, 2022. Automatic Urban and Rural Network (AURN) LSO Manual. Updated 2022. Disponible en: <https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/empire/Isoman/Isoman.html>

EU-JRC, 2019. Review of sensors for air quality monitoring. Disponible en: <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/c5c8aadb-b33d-11e9-9d01-01aa75ed71a1/language-en>

EU, 2021. Air quality - revision of EU rules. Disponible en: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12677-Air-quality-revision-of-EU-rules_en

EU-JRC, 2022. Guidance on low-cost air quality sensor deployment for non-experts based on the AirSensEUR experience. Disponible en: <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/0eacd5cf-60ad-11ed-92ed-01aa75ed71a1/language-en>

Galicia, 2011. Estrategia de Calidad de Aire de La Coruña. Disponible en: http://www.meteogalicia.es/datosred/infoweb/caire/informes/ESTUDIO/ES/431_Plan_mejora_PM_10_Coruna.pdf

INE, 2010. Manuales de monitoreo atmosférico en México. Disponibles en <https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/guias.php>

LEY Nº 1356/04, Buenos Aires, Argentina. 2004. Disponible en: https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/documents/ley_1356.pdf

Machado, 2018: A new methodology to derive settleable particulate matter guidelines to assist policy-makers on reducing public nuisance, Milena Machado, Jane Meri Santos, Valdério Anselmo Reisen, Neyval Costa Reis Jr., Ilias Mavroidis, Ana T. Lima. Atmospheric Environment 182 (2018) 242–251. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231018301171>

MCERTS, 2019. Certified Products: Continuous Ambient Air Monitoring System. Disponible en <https://www.csagroupuk.org/wp-content/uploads/2019/04/MCERTSCertifiedProductsCAMS.pdf>

Minsal, 2008. Decreto N°61 “Reglamento de Estaciones de Monitoreo de Contaminantes atmosféricos”. Disponible en: http://juridico1.minsal.cl/DECRETO_61_08.doc

Miteco, 2019. Plan nacional de calidad de aire de España. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/planaire2017-2019_tcm30-436347.pdf

Ministerio de Agricultura. 1992. Decreto N° 4 que “Establece Normas de Calidad del Aire para material particulado sedimentable en la cuenca del Río Huasco III Región” Disponible en: <http://bcn.cl/2zubq>

Ministerio del Medio Ambiente, 2011. Decreto N° 12 que “Establece Norma de Calidad de aire para MP2,5”. Disponible en: <http://bcn.cl/2fegn>

Ministerio del Medio Ambiente, 2018. Decreto N° 104 que “Establece Norma de Calidad de aire para Dióxido de Azufre (SO₂)”. Disponible en: <http://bcn.cl/2lr3h>

Ministerio del Medio Ambiente, 2018. Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030. Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Estrategia_Nac_Biodiv_2017_30.pdf

Ministerio del Medio Ambiente, 2021. Estrategia climática de largo plazo de Chile. Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente, 2021. Decreto N° 12 que “Establece Norma de Calidad de aire para MP10”. Disponible en: <https://bcn.cl/32bxz>

Ministerio del Medio Ambiente, 2023. Decreto N° 5 que “Establece Norma de Calidad de aire para el compuesto orgánico volátil Benceno”. Disponible en: <https://bcn.cl/3di2z>

Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2001. Decreto N° 136 que “Establece Norma de Calidad Primaria para plomo en el aire”. Disponible en: <http://bcn.cl/2ldka>

Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2009. Decreto N° 22 que “Establece Norma de Calidad Secundaria de aire para anhídrido sulfuroso (SO₂)”. Disponible en: <http://bcn.cl/2oe9n>

Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2002. Decreto N° 112 que “Establece Norma Primaria de Calidad de aire para Ozono (O₃)”. Disponible en: <http://bcn.cl/2kayi>

Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2002. Decreto N° 114 que “Establece Norma Primaria de Calidad de aire para dióxido de nitrógeno (NO₂)”. Disponible en: <http://bcn.cl/2l37f>

Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2002. Decreto N° 115 que “Establece Norma Primaria de Calidad de aire para Monóxido de Carbono (CO)”. Disponible en: <http://bcn.cl/2lak5>

New Zealand, 2011. Good Practice Guide for Air Quality Monitoring and Data Management. Disponible en <https://environment.govt.nz/assets/Publications/Files/good-practice-guide-for-air-quality.pdf>

NEPC, 2011. Methodology for setting air quality standards in Australia Part A. Disponible en: <https://www.nepc.gov.au/sites/default/files/2022-09/methodology-air-quality-standards-australia-parta.pdf>

NSW, 2014. Coal Mining Benchmarking Study, Office of Environment and Heritage December 2014. Disponible en: <https://www.epa.nsw.gov.au/-/media/epa/corporate-site/resources/epa/140075coalminestudy.pdf>

OCDE, 2022. Framework for Industry's net-zero Transition. Disponible en: https://www.oecd-ilibrary.org/environment/framework-for-industry-s-net-zero-transition_0c5e2bac-en

Ontario, 2018. Operations manual for air quality monitoring in Ontario. Disponible en: <https://www.ontario.ca/document/operations-manual-air-quality-monitoring-ontario-0>

PNUMA, 2021. Desarrollo de capacidades sobre estándares de calidad del aire. Disponible en: https://zoinet.org/wp-content/uploads/2023/02/Capacity-building-programme_EN.pdf

UN, 2023. Gulf Cooperation Council reports: Air Quality 2023. Serie de guías Disponibles en: <https://zoinet.org/product/gulf-coop-air-quality/>

USEPA, 2016. Reference and Equivalent Methods Used to Measure National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) Criteria Air Pollutants - Volume I, June 2016. Disponible en https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NERL&dirEntryId=321491

USEPA, 2017. Appendix D. Measurement Quality Objectives and Validation Templates. Disponible en https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/qa/APP_D%20validation%20template%20version%2003_2017_for%20AMTIC%20Rev_1.pdf

USEPA, 2022. The Enhanced Air Sensor Guidebook, revised 2023. Disponible en: https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=CEMM&dirEntryId=356426

USEPA, 2023. List of Designated Reference and Equivalent Methods, december 2023. Disponible en: <https://www.epa.gov/amtic/air-monitoring-methods-criteria-pollutants>

SEMARNAT, 2016. Estrategia nacional de calidad del aire 2017-2030 para México. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/195809/Estrategia_Nacional_Calidad_del_Aire.pdf

SMA, 2013. Resolución N°106 Establece criterios de emplazamiento para calificar estaciones de monitoreo de MP2,5 como de representatividad poblacional. Disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1048645>

SMA, 2017. Resolución N°744 Establece criterios de emplazamiento para calificar estaciones de monitoreo de MP10 como de representatividad poblacional. Disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1105514>

SMA, 2018. Estrategia de fiscalización ambiental 2018-2023 de la SMA. Disponible en: <https://portal.sma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/11/Estrategia-de-Fiscalizacion-Ambiental-2018-2023.pdf>

SMA, 2023. Resolución N°1449 "Dicta instrucciones de carácter general que establecen los requisitos técnicos para la instalación, funcionamiento y operación de los instrumentos en las estaciones de muestreo y medición de calidad del aire y meteorología". Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1195320>

Suiza, 1985. Ordenanza sobre control de Contaminación del Aire (OAPC). Disponible en: <https://www.admin.ch/opc/en/classified-compilation/19850321/index.html>

TULSMA, 2002: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro VI, Anexo 4, norma de calidad de aire ambiente. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

Vallack, 1998: Suggested Guidelines for Deposited Ambient Dust. Vallack, H. W. and Shillito, D. E. Atmospheric Environment 32 (1998), 2737–2744. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231098000375>

Zaragoza, 2019. Estrategia de Cambio Climático, Calidad del Aire y Salud de Zaragoza. Disponible en: http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/ecaz/ECAZ30_WEB03102019.pdf

9 Anexos

9.1 Anexo 1: Criterios para instalación de estaciones de monitoreo de calidad de aire

9.1.1 Criterios recomendados para Estados Unidos

Para Estados Unidos tanto el sitio de USEPA relacionado con revisión de normas de calidad aire (Reviewing National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) disponible en <https://www.epa.gov/naaqs>), como también el sitio con reglamentos e información para monitoreo de calidad de aire (Ambient Monitoring Technology Information Center (AMTIC) disponible en <https://www.epa.gov/amtic>) son las principales fuentes de información. Adicionalmente, desde el punto de vista normativo la mayoría de las referencias de la NAAQS y de AMTIC están en el Registro del Código Federal número 40 parte 53⁶⁷ y parte 58⁶⁸, en adelante 40CFR53 y 40CFR58 respectivamente.

USEPA reconoce la existencia de una variabilidad de tipos de estaciones las cuales han sido instaladas en función de sus objetivos de monitoreo y la escala espacial de representatividad. Para el caso de las estaciones clasificadas como de Vecindario, Urbanas y Regionales (aquellas que se encuentran normalmente en las zonas más densamente pobladas de la región o ciudad) se recomienda instalarlas en zonas donde la población pasa gran parte del tiempo, principalmente áreas residenciales o mixtas (residencial, comercial, industrial no contaminante) con buena exposición, uniformes y alejada de fuentes emisoras que puedan alterar la representatividad de la medición. Un mayor detalle de los criterios está disponible en el Apéndice D del 40CFR58⁶⁹.

En enero de 2017 se publicó una nueva versión del documento “Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems. Volume II Ambient Air Quality⁷⁰”, en adelante QA Handbook Volume 2, en el cual se realizó una actualización tanto de las recomendaciones para el control y aseguramiento de la calidad de las mediciones en estaciones de monitoreo de calidad de aire como también de los criterios para la ubicación de las estaciones y sistema de tomamuestras de los analizadores. El Apéndice E de 40CFR58⁷¹ es la principal fuente de información de los criterios para localizar las estaciones e instalar los sistemas de toma de muestras, los cuales se resumen a continuación.

⁶⁷ CFR40 parte 53 “AMBIENT AIR MONITORING REFERENCE AND EQUIVALENT METHODS” Disponible en: <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=3360c3fc27e2ca845d8b8076f5382c6b&mc=true&node=pt40.6.53&rgn=div5>

⁶⁸ CFR40 parte 58 “AMBIENT AIR QUALITY SURVEILLANCE” disponible en: <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=3360c3fc27e2ca845d8b8076f5382c6b&mc=true&node=pt40.6.58&rgn=div5>

⁶⁹ Appendix D to Part 58—Network Design Criteria for Ambient Air Quality Monitoring Disponible en: https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=5fcafc20cf1806cd873a7fbb5619bef5&mc=true&node=ap40.6.58_161.d&rgn=div9

⁷⁰ Disponible en: https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/qa/Final%20Handbook%20Document%201_17.pdf

⁷¹ Appendix E to Part 58—Probe and Monitoring Path Siting Criteria for Ambient Air Quality Monitoring. Disponible en: https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=b5e1836a4254900faa27201107bdc703&mc=true&node=ap40.6.58_161.e&rgn=div9

1. Ubicación horizontal y vertical de la entrada del tomamuestras

La entrada del sistema de toma de muestra de gases (en adelante tomamuestras) debe ubicarse entre 2 y 15 metros sobre el nivel del suelo para todos los sitios de monitoreo de O_3 y SO_2 , y para escalas espaciales mayores a vecindarios en el caso de medición de NO_2 y CO .

Se requiere que los sitios de monitoreo de NO_2 de microescala o cercanos a caminos tengan la entrada del tomamuestras ubicada entre 2 y 7 metros sobre el nivel del suelo.

La entrada del tomamuestras para medición de CO de microescala o cercana a las carreteras o autopistas debe estar ubicada entre 2 y 7 metros sobre el nivel del suelo. En el caso de la medición de CO de microescala en las áreas del centro de la ciudad o calles tipo cañones urbanos (con edificios altos a ambos costados que canalizan el flujo del aire) debe ubicarse la entrada del tomamuestras entre 2.5 y 3.5 metros sobre el nivel del suelo.

En todos los casos, la entrada del tomamuestras debe ubicarse a una distancia mayor o igual a 1 metro tanto vertical como horizontalmente alejada de cualquier estructura de soporte, paredes, barandas, áticos, etc., y lejos de áreas polvorosas o sucias. Si la entrada del tomamuestras se encuentra cerca del lado de un edificio o pared, debe ubicarse en el lado de barlovento del edificio con respecto a la dirección del viento predominante durante la temporada de mayor potencial de concentración para el contaminante que está siendo medido.

2. Distancia a fuentes menores

- a) Es importante comprender el objetivo de monitoreo para una ubicación particular a fin de interpretar este requisito en particular. Las fuentes menores locales de un contaminante primario, como SO_2 , plomo o partículas, pueden causar altas concentraciones de ese contaminante particular en un sitio de monitoreo. Si el objetivo para ese sitio de monitoreo es investigar estas emisiones locales de contaminantes primarios, entonces es probable que el sitio esté ubicado adecuadamente cerca. Este tipo de sitio de monitoreo con toda probabilidad sería un tipo de sitio de monitoreo a microescala. Si se va a utilizar un sitio de monitoreo para determinar la calidad del aire en un área mucho más grande, como un vecindario o ciudad, una agencia de monitoreo debe evitar colocar la entrada del tomamuestras cerca de fuentes locales menores para que no se alteren de manera inapropiada los datos de calidad del aire recopilados en el lugar de medición.
- b) De forma similar, las fuentes locales de óxido nítrico (NO) e hidrocarburos reactivos al ozono pueden tener un efecto de limpieza que causa concentraciones poco representativas de O_3 . Para minimizar estas posibles interferencias la entrada del tomamuestras debe estar lejos de los conductos de combustión o incineración u otras fuentes menores de SO_2 y/o NO . La distancia de separación debe tener en cuenta la altura de los conductos de humo, el tipo de residuo o combustible quemado y el contenido de azufre del combustible.

3. Distancia a obstrucciones

- c) Los edificios y otros obstáculos puedan atrapar SO_2 , O_3 o NO_2 , actuando además como restricción del flujo de aire de cualquier contaminante. Para evitar esta interferencia, la entrada del tomamuestras debe tener un flujo de aire sin restricción y estar ubicada lejos de obstáculos. La distancia desde el obstáculo hasta la entrada del tomamuestras deber ser mayor al doble de la altura que el obstáculo sobresale por encima de la entrada del tomamuestras. Se puede hacer una excepción a este requisito para mediciones realizadas en calles tipo cañón urbano o en sitios orientados a fuentes donde los edificios y otras estructuras son inevitables.
- d) Generalmente, una sonda o sistema de monitoreo localizado cerca o a lo largo de una pared vertical no es deseable debido a que el aire que se mueve a lo largo de la pared puede estar sujeto a posibles mecanismos de remoción. Una sonda, entrada o sistema de monitoreo debe tener un flujo de aire sin restricciones en un arco de al menos 180 grados. Este arco debe incluir la dirección predominante del viento para la temporada de mayor potencial de concentración de contaminantes. Para el muestreo de partículas, se requiere un mínimo de 2 metros de separación de las paredes, barandas y estructuras para la ubicación en el tejado.
- e) En el caso de analizadores de gases de vía abierta (Open Path en inglés) se requiere que el trayecto de análisis esté libre de árboles, arbustos, edificios, penachos, polvo u otras obstrucciones ópticas, incluidas posibles obstrucciones que pueden moverse debido al viento, la actividad humana, el crecimiento de la vegetación, etc. También deben considerarse obstrucciones ópticas temporales, como la lluvia, partículas, niebla o nieve que podrían ser de suficiente densidad para oscurecer el rayo de luz afectando la capacidad del sistema de monitoreo abierto de gases. Si no se implementan otras medidas de compensación al inicio de la medición (por ejemplo, longitudes de trayecto más cortas, mayor intensidad de fuente de luz) se puede afectar la recuperación de datos incluso durante los períodos de mayor potencial del contaminante primario.
- f) Para las estaciones de monitoreo de NO_2 cercanas a caminos o calles no deben existir obstáculos a la altura de la entrada del tomamuestras, entre la estación de monitoreo y el borde exterior más cercano de las vías de tránsito.

4. Distancia a árboles

- a) Los árboles pueden proporcionar superficies para la adsorción o reacciones de SO_2 , O_3 o NO_2 , y superficies para la deposición de partículas. Los árboles también pueden actuar como obstrucciones en casos donde están ubicados entre las fuentes contaminantes y el sitio de monitoreo, y donde los árboles tienen una altura y una densidad de dosel suficientes para interferir con el flujo de aire normal alrededor de la entrada del tomamuestras. Para reducir esta posible interferencia y/o obstrucción la entrada del tomamuestras debe estar al menos a una distancia de 10 metros de la línea de goteo de los árboles.
- b) El efecto de remoción de los árboles es mayor para O_3 que para otros contaminantes criterio. Por este motivo, las agencias de monitoreo deben tomar medidas para considerar el impacto de los árboles y tomar medidas para evitar este problema en los sitios de monitoreo de ozono.
- c) Para mediciones de microescala de cualquier contaminante gaseoso, no deben ubicarse árboles o arbustos entre la entrada del tomamuestras y la fuente emisora bajo investigación, como una carretera o una fuente estacionaria.

5. Distancia a calles

5.1 Distancia para ozono

La Tabla 30 presenta la distancia entre la entrada del tomamuestras y las calles, en función del flujo de vehículos de la calle más cercana para monitoreo de calidad de aire en escalas vecindario y Urbana para O₃ y NO₂.

Tabla 30 Distancia Mínima de Separación entre la entrada del tomamuestras y Calles para Escalas Vecindario y Urbana para Ozono (O₃) y Óxidos de Nitrógeno (NO, NO₂, NOx, NOy)

Tráfico promedio por día (Número de vehículos por día)	Distancia a calles ¹ (m)	Distancia a calles ^{1, 2} (m)
<1000	10	10
10000	10	20
15000	20	30
20000	30	40
40000	50	60
70000	100	100
≥110000	250	250

¹ Distancia desde el borde del carril de tráfico más cercano. La distancia para recuentos intermedios de tráfico se debe interpolar a partir de los valores de la tabla en función del recuento de tráfico real.

² Aplicable para monitores de ozono en EEUU cuya ubicación no haya sido aprobada hasta el 18 de diciembre de 2006.

Considerando que el NO reacciona reduciendo el ozono, es necesario minimizar las interferencias destructivas de fuentes de NO, entre ellas las emisiones vehiculares desde las calles. La Tabla 30 proporciona las distancias mínimas de separación requeridas entre las calles y la entrada del tomamuestras. En el caso de mediciones con sistemas abiertos para O₃ se requiere que al menos el 90% del tramo o trayecto analizado cumpla las distancias recomendadas en la Tabla 30 y si el número de vehículos por día es mayor a 10000 ningún tramo del monitoreo abierto puede cruzar sobre la calle. En caso de distancias menores a las recomendadas en la Tabla 30 se considerarán como mediciones de escala micro o media.

5.2 Distancia para monóxido de carbono

- a) Las mediciones de CO de microescala, incluidos los ubicados en áreas céntricas, cañones urbanos y otras ubicaciones cercanas a la carretera, como los adyacentes a carreteras con mucho tráfico, tienen como objetivo medir la influencia de la fuente inmediata. En estos casos, la entrada del tomamuestras se ubicará a una distancia mínima de 2 metros y una distancia máxima de 10 metros del borde de la línea de tráfico más cercana.
- b) Para mediciones de CO en escalas Vecindario y Urbana se debe considerar las distancias mínimas desde la entrada del tomamuestras al borde del carril más cercano de las calles recomendadas en la Tabla 31.

Tabla 31 Distancia mínima de separación entre vías y sondas o sistemas de monitoreo para monitorear el monóxido de carbono a escala vecindario

Tráfico promedio por día (Número de vehículos por día)	Distancia a calles ¹ (m)
<1000	10
15000	25
20000	45
30000	80
40000	115
50000	135
≥60000	150

¹ Distancia desde el borde del carril de tráfico más cercano. La distancia para recuentos intermedios de tráfico se debe interpolar a partir de los valores de la tabla en función del recuento de tráfico real.

5.3 Distancia para Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

- a) Al ubicar los monitores de NO₂ cercanos a la carretera en mediciones de microescala de acuerdo al párrafo 4.3.2 del apéndice D del 40CFR50 la entrada del tomamuestras debe estar a una distancia menor a 50 metros, en la horizontal, desde el borde exterior más cercano de las vías de tránsito.
- b) Para mediciones de escalas Vecindarios, Urbanas o mayores de NO₂ se debe reducir las influencias en las zonas cercanas a la carretera considerando las distancias recomendadas en la Tabla 30. En el caso de monitoreo de sistema abierto de NO₂ se requiere que al menos el 90% del tramo o trayecto analizado cumpla las distancias recomendadas en la Tabla 30 y si el número de vehículos por día es mayor a 10000 ningún tramo del monitoreo abierto puede cruzar sobre la calle. En caso de distancias menores a las recomendadas en la Tabla 30 se considerarán como mediciones de escala micro o media.

6. Material del sistema de tomamuestras y tiempo de residencia de la muestra

- a) Para SO₂, NO₂ y O₃, gases considerados reactivos, se debe usar material especial para el sistema de toma de muestra de los analizadores. Se han llevado a cabo estudios para determinar la idoneidad de materiales que actualmente se utilizan, entre ellos polipropileno, polietileno, cloruro de polivinilo, Tygon[®], aluminio, latón, acero inoxidable, cobre, vidrio de borosilicato (Pyrex[®]) y tetrafluoroetileno (Teflon[®]) encontrando que el vidrio de borosilicato y el tetrafluoroetileno son aceptables para usarse como líneas de muestreo de admisión para todos los contaminantes gaseosos reactivos. Por este motivo, US EPA ha especificado al vidrio de borosilicato (Pyrex[®]) o tetrafluoroetileno (Teflon[®]) como los únicos materiales aceptables para sistemas de muestreo, desde la toma de la muestra, líneas de conducción y entrada al analizador en la determinación de métodos de referencia o equivalentes.
- b) Para el monitoreo de compuestos orgánicos volátiles (VOC) el tetrafluoroetileno (Teflon[®]) es inaceptable en el sistema de muestreo debido a la adsorción de COV y reacciones de desorción. En estos casos se recomienda el vidrio de borosilicato y acero inoxidable o su equivalente. Además, el tiempo de residencia de la muestra debe ser menor o igual a 20 segundos.

- c) A pesar de utilizar materiales no reactivos en el sistema de tomamuestra, después de un período de tiempo en uso se deposita material particulado reactivo en las paredes del sistema. Por lo tanto, el tiempo que tarda el gas en transferirse desde la entrada del tomamuestras hasta el analizador también es crítico. El ozono en presencia de óxido de nitrógeno (NO) mostrará pérdidas significativas incluso en el material más inerte cuando el tiempo de residencia excede los 20 segundos en el interior del sistema de toma de muestra. Hay estudios que indican que un tiempo de residencia incluso de 10 segundos o menos es fácilmente alcanzable, por lo cual es prudente establecer un tiempo de residencia en el sistema de toma de muestra menor a 20 segundos.

7. Resumen de criterios en USEPA

La Tabla 32 resume los criterios establecidos en el Apéndice E del 40CFR58.

Tabla 32 Resumen de criterios para gases

Contaminante	Escalas (m)	Altura respecto al suelo (m)	Distancias horizontales y verticales respecto a estructuras ¹ (m)	Distancia a árboles (m)	Distancia a caminos ¹ (m)
SO ₂ ^{3 4 5 6}	Media (300 m) vecindario Urbana, y Regional (1 km)	2-15	>1	>10	N/A.
CO ^{4 5 7}	Micro [centro o cañones de calles], micro [cerca de caminos], media (300 m) y Vecindario (1 km)	2,5 – 3,5; 2 – 7 ; 2 – 15	>1	>10	2-10 para áreas del centro o cañones de calles o micro escala; ≤50 cerca de caminos; ver Tabla 31 escala media y vecindario.
O ₃ ^{3 4 5}	Media (300 m) Vecindario, Urbana, and Regional (1 km)	2 – 15	>1	>10	Ver Tabla 30 distancia para O ₃ y NO ₂ para todas las escalas.
NO ₂ ^{3 4 5}	Micro (cerca de calles [50-300 m])	2-7 (micro);	>1	>10	≤50m para cerca de calles en escala a micro
	Media (300 m) Vecindario, Urbana, y Regional (1 km)	2 – 15	>1	>10	
	Media (300 m) Vecindario, Urbana, y Regional (1 km)	2 – 15	>1	>10	Ver Tabla 30 para todas las escalas
MP ₁₀ ^{3 4 5 8} , Pb ^{3 4 5 8}	Micro, Media Vecindario	2 – 7 2 – 15	>2 (Sólo horizontal)	>10	>10 >50

Contaminante	Escalas (m)	Altura respecto al suelo (m)	Distancias horizontales y verticales respecto a estructuras ¹ (m)	Distancia a árboles (m)	Distancia a caminos ¹ (m)
	Urbana y Regional	2 – 15			>50

N/A—No aplica.

¹ Sistema de monitoreo abierto es aplicable solo a monitoreo de CO de escala intermedia o de vecindario, monitoreo de NO₂ a nivel medio, vecindario, urbano y regional, y todas las escalas aplicables para monitorear SO₂, O₃ y precursores de O₃.

² Cuando la entrada del tomamuestras está ubicada en la azotea, esta distancia de separación se refiere a las paredes, barandas o áticos ubicados en el techo.

³ Debe estar a más de 10 metros de la línea de goteo del árbol (s) y debe estar a 20 metros de la línea de goteo cuando el árbol (s) actúe como una obstrucción.

⁴ La distancia desde la entrada del tomamuestra al obstáculo, como un edificio, debe ser al menos el doble de la altura que sobresale el obstáculo sobre la entrada del tomamuestras. Los sitios que no cumplen este criterio se pueden clasificar como escala intermedia (ver texto).

⁵ Debe tener un flujo de aire sin restricciones de 270 grados alrededor de la entrada del tomamuestras; 180 grados la entrada del tomamuestras está en el costado de un edificio o una pared.

⁶ La entrada del tomamuestras debe estar alejada de fuentes menores, como hornos o los conductos de incineración. La distancia de separación depende de la altura del punto de emisión de la fuente menor (como el conducto), el tipo de combustible o residuo quemado y la calidad del combustible (contenido de azufre, ceniza o plomo). Este criterio está diseñado para evitar influencias indebidas de las fuentes menores.

⁷ Para sitios de monitoreo de CO de microescala, la entrada del tomamuestra debe estar a más de 10 metros de una intersección de calles y preferiblemente en una ubicación intermedia.

⁸ Los analizadores de gases de monitoreo en paralelo deben estar a una distancia menor a 4 metros uno del otro y separados por lo menos 2 metros para caudales superiores a 200 litros/min o separados al menos 1 metro para muestreadores que tienen caudales inferiores a 200 litros /min para evitar la interferencia del flujo de aire, a menos que exista una exención en su lugar según lo aprobado por el Administrador Regional en conformidad con la sección 3 del Apéndice A del 40CFR58.

9.1.2 Criterios recomendados para la Comunidad Europea

En la Comunidad Europea se puede acceder a las “Directivas” con los criterios y recomendaciones para el monitoreo de calidad de aire y sus normativas a través del portal <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=es> y a documentos técnicos relacionados a través de la Agencia Europea del Medio Ambiente (<https://www.eea.europa.eu/es/themes/air>) o de agencias ambientales de algunos países, entre ellos:

- El Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente de España⁷².
- Agencia de calidad de Aire de Escocia⁷³.
- La unidad de calidad del Aire del Ministerio de medio ambiente, alimentos y asuntos rurales del Reino Unido⁷⁴.

Por otro lado, en Europa, se han establecido normas técnicas para el monitoreo de cada uno de los contaminantes criterios. Sin embargo, a diferencia de las Directivas Europeas que están disponibles

⁷² Disponible en: <http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/normativa/normativa-europea.aspx>

⁷³ Disponible en: <http://www.scottishairquality.co.uk/news/>

⁷⁴ Disponible en: <https://uk-air.defra.gov.uk/air-pollution/>

para su descarga gratuita estas normas técnicas solamente están disponibles previo pago por ellas (con valores cercanos a 100 euros) en sitios web de la “International Organization for Standardization (<https://www.iso.org>) o en la “EUROPEAN STANDARDS (<https://www.en-standard.eu/>). Las versiones en español de las normas técnicas presentadas en la Tabla 33, con los métodos normalizados EN para gases, están disponibles en la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR)⁷⁵.

Tabla 33 Normas técnicas con métodos para monitoreo de gases

Gas	Código Norma	Nombre Norma
NO ₂	UNE-EN 14211:2013	Método normalizado de medida de la concentración de dióxido de nitrógeno y monóxido de nitrógeno por quimioluminiscencia
SO ₂	UNE-EN 14212:2013	Método normalizado de medida de la concentración de dióxido de azufre por fluorescencia de ultravioleta
O ₃	UNE-EN 14625:2013	Método normalizado de medida de la concentración de ozono por fotometría ultravioleta
CO	UNE-EN 14626:2013	Método normalizado para la medición de la concentración de monóxido de carbono por espectroscopía infrarroja no dispersiva

Los criterios de emplazamiento de las estaciones de monitoreo de calidad de aire están disponibles en el ANEXO III de la directiva 2008/50/CE modificado por la directiva 2015/1480/UE “Evaluación de la calidad del aire ambiente y ubicación de los puntos de muestreo para la medición del dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno y los óxidos de nitrógeno, las partículas (PM10 y PM2,5), el plomo, el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente”. Un resumen de los criterios se presenta a continuación:

A. Generalidades

La calidad del aire ambiente se evaluará en todas las zonas⁷⁶ y las aglomeraciones⁷⁷ con arreglo a los siguientes criterios:

1. La calidad del aire ambiente se evaluará en todos los emplazamientos salvo los enumerados en el apartado 2, conforme a los criterios establecidos en las secciones B y C para la ubicación de puntos de muestreo para mediciones fijas. Los principios establecidos en las secciones B y C también serán de aplicación en la medida en que sean pertinentes para identificar los emplazamientos específicos en los que se determina la concentración de los contaminantes evaluados mediante mediciones indicativas o modelización.
2. El cumplimiento de los valores límite para la protección de la salud humana no se evaluará en los emplazamientos siguientes:
 - a) las ubicaciones situadas en zonas a las que el público no tenga acceso y no existan viviendas permanentes;

⁷⁵ Disponible en: <http://www.aenor.es/aenor/normas/buscadornormas/buscadornormas.asp?modob=S#.W1VNX6jiZPY>

⁷⁶ Zona: parte del territorio de un Estado miembro de la Comunidad Europea delimitada por este a efectos de evaluación y gestión de la calidad del aire

⁷⁷ Aglomeración: conurbación de población superior a 250 000 habitantes o, cuando tenga una población igual o inferior a 250 000 habitantes, con una densidad de población por km² que habrán de determinar los Estados miembros.

- b) de conformidad con el artículo 2, apartado 1, los locales de fábricas o instalaciones industriales en las que se aplican las normas de protección en el lugar de trabajo correspondientes;
- c) en la calzada de las carreteras y en las medianas de las carreteras, salvo cuando normalmente exista un acceso peatonal a la mediana.

B. Criterios para Macroimplantación de los puntos de muestreo

1. Protección de la salud humana

- a) la ubicación de los puntos de muestreo destinados a la protección de la salud humana deberá determinarse de manera que proporcione datos sobre:
 - Las áreas situadas dentro de zonas y aglomeraciones donde se registren las concentraciones más altas a las que la población puede hallarse directa o indirectamente expuesta durante un período significativo en relación con el período considerado para el cálculo del valor o valores límite
 - Los niveles de contaminación en otras áreas situadas dentro de zonas y aglomeraciones que sean representativas de la exposición de la población en general.
- b) en general, la ubicación de los puntos de muestreo deberá ser tal que evite que se midan los microambientes muy pequeños en sus proximidades, lo que significa que los puntos de muestreo deberán estar ubicados de manera que sean, en la medida de lo posible, representativos de la calidad del aire de un segmento de calle no inferior a 100 m de longitud en los emplazamientos de tráfico y de al menos 250 m x 250 m en los emplazamientos industriales;
- c) las estaciones de fondo urbano deberán ubicarse de forma que su nivel de contaminación refleje la contribución procedente de todas las fuentes situadas a barlovento de la estación. El nivel de contaminación no debe estar dominado por una sola fuente salvo en el caso de que tal situación sea característica de una zona urbana más amplia. Por regla general, esos puntos de muestreo deberán ser representativos de varios kilómetros cuadrados;
- d) cuando el objetivo sea evaluar los niveles rurales de fondo, los puntos de muestreo no deberán estar influidos por las aglomeraciones o los emplazamientos industriales de los alrededores, es decir los situados a menos de cinco kilómetros;
- e) cuando se desee evaluar las aportaciones de fuentes industriales, al menos un punto de muestreo se instalará a sotavento de la fuente en la zona residencial más cercana. Cuando no se conozca la concentración de fondo, se situará un punto de muestreo suplementario en la dirección dominante del viento;
- f) en la medida de lo posible, los puntos de muestreo serán también representativos de ubicaciones similares que no estén situadas en su proximidad inmediata;
- g) se tendrá en cuenta la necesidad de ubicar puntos de muestreo en las islas cuando la protección de la salud humana así lo exija.

2. Protección de la vegetación y los ecosistemas naturales

Los puntos de muestreo destinados a la protección de la vegetación y los ecosistemas naturales deberán ubicarse a más de 20 km de distancia de las aglomeraciones o a más de 5 km de otras zonas edificadas, instalaciones industriales o autopistas o carreteras principales con una densidad de tráfico superior a los 50000 vehículos diarios, lo que significa que los puntos de muestreo deberán estar ubicados en un lugar representativo de la calidad del aire de una zona circundante de al menos 1000 km². Atendiendo a las condiciones geográficas o a las posibilidades de proteger zonas particularmente vulnerables, los Estados miembros podrán disponer que un punto de muestreo esté ubicado a una distancia inferior o sea representativo de la calidad del aire de un área menos extensa.

Se tendrá en cuenta la necesidad de evaluar la calidad del aire de las islas.

C. Criterios para Microimplantación de puntos de muestreo

En la medida de lo posible, deberán respetarse las indicaciones siguientes:

- El punto de entrada del muestreo deberá estar despejado (en general, libre en un arco de al menos 270° o de 180° en el caso de los puntos de muestreo de la línea de edificios), de forma que ningún obstáculo entorpezca el flujo de aire a proximidad del punto de entrada (el cual deberá colocarse, por regla general, a varios metros de edificios, balcones, árboles y otros obstáculos y, como mínimo, a 0.5 m del edificio más próximo en el caso de los puntos de muestreo representativos de la calidad del aire en la línea de edificios),
- En general, el punto de entrada del muestreo deberá situarse entre 1.5 m (zona de respiración) y 4 m sobre el nivel del suelo; en algunos casos también podrá resultar adecuada una posición más elevada si la estación es representativa de un área extensa, y cualquier excepción deberá estar documentada exhaustivamente
- El punto de entrada del muestreo no debería estar situado en las proximidades de fuentes de emisión para evitar la entrada directa de emisiones no mezcladas con el aire ambiente,
- La salida del captador deberá colocarse de forma que se evite la recirculación del aire saliente hacia la entrada del sistema,
- En el caso de todos los contaminantes, las sondas de muestreo de tráfico deberán estar situadas al menos a 25 m del límite de los cruces principales y a una distancia no superior a 10 m del borde de la acera; los cruces principales que deben considerarse aquí son aquellos que interrumpen el flujo del tráfico y provocan emisiones distintas (parada y arranque) de las que se producen en el resto de la carretera.»

Además, podrán tenerse en cuenta los factores siguientes:

- Interferencias de otras fuentes,
- Seguridad,
- Acceso,
- Posibilidad de conexión a la red eléctrica y telefónica,
- Visibilidad del emplazamiento en relación con su entorno,
- Seguridad de la población y de los técnicos,
- Interés de la implantación conjunta de puntos de muestreo de distintos contaminantes,
- Normas urbanísticas.

Cualquier excepción a los criterios enumerados en la presente sección deberá estar documentada exhaustivamente de acuerdo con los procedimientos descritos en la sección D

D. Documentación y reevaluación de la elección de los emplazamientos

Las autoridades competentes responsables de la evaluación de la calidad del aire deberán documentar exhaustivamente, en relación con todas las zonas y aglomeraciones, los procedimientos de elección de los emplazamientos, así como registrar la información que justifique el diseño de la red y la elección de la ubicación de todos los puntos de control. La documentación deberá incluir fotografías de la zona circundante de cada punto de control con indicación de las coordenadas geográficas y mapas detallados. Si en una zona o aglomeración se utilizan métodos suplementarios, en la documentación deberán describirse esos métodos y se incluirá información sobre cómo se cumplen los criterios del artículo 7, apartado 3. La documentación deberá actualizarse si resulta necesario y revisarse al menos cada cinco años para que los criterios de selección, el diseño de la red y la ubicación de los puntos de control sigan siendo válidos y óptimos a lo largo del tiempo. La documentación deberá presentarse a la Comisión a más tardar a los tres meses de haber sido solicitada.

Respecto a las mediciones de Ozono, el Anexo VIII de la Directiva 2008/50/CE se mantiene vigente, es decir no fue modificado por las directivas 2015/1480/UE y 2016/2284/UE. Este anexo establece que una estación Urbana orientada a la medición de Ozono para protección de la salud humana debe ser instalada lejos de la influencia de las emisiones locales debidas al tráfico, las gasolineras, etc.; se requiere ubicaciones ventiladas donde pueda medirse una mezcla adecuada de sustancias; se recomiendan ubicaciones como zonas residenciales y comerciales urbanas, parques (lejos de los árboles), grandes calles o plazas de tráfico escaso o nulo, espacios abiertos característicos de las instalaciones educativas, deportivas o recreativas.

Respecto a la Microimplantación de la estación de monitoreo para Ozono en la medida de lo posible, se seguirá el procedimiento de micromplantación descrito en la sección C del anexo III, asegurando asimismo que el punto de entrada de muestreo se sitúe lejos de fuentes de emisiones como chimeneas de hornos y plantas de incineración y a más de 10 m de la carretera más cercana, y tanto más alejada cuanto mayor sea la intensidad del tráfico.

9.1.3 Criterios recomendados para Australia y Nueva Zelandia

En Australia se revisó la documentación disponible para Aire en el Ministerio del Medio Ambiente y Energía (<http://www.environment.gov.au/protection/air-quality>).

En Nueva Zelandia se revisó la documentación disponible para Aire en el Ministerio del Medio Ambiente de Nueva Zelandia (<http://www.mfe.govt.nz/air>).

En Australia y Nueva Zelandia también se han elaborado normas técnicas, similar a las normas técnicas EN de la Comunidad Europea, las cuales están disponibles en el sitio de la empresa SAI Global (<https://infostore.saiglobal.com/>):

- AS/NZS 3580.1.1:2016. Methods for sampling and analysis of ambient air Guide to siting air monitoring equipment.
- AS 3580.4.1-2008. Methods of sampling and analysis of ambient air Determination of sulfur dioxide - Direct reading instrumental method.
- AS 3580.5.1-2011. Methods for sampling and analysis of ambient air Determination of oxides of nitrogen - Direct-reading instrumental method.
- AS 3580.6.1-2011. Methods for sampling and analysis of ambient air Determination of ozone - Direct-reading instrumental method.
- AS 3580.7.1-2011. Methods for sampling and analysis of ambient air Determination of carbon monoxide - Direct-reading instrumental method.

Para Australia y Nueva Zelandia se recopiló la versión digital de la guía técnica denominada “AS/NZS 3580.1.1:2007 Australian/New Zealand Standard Methods for sampling and analysis of ambient air Part 1.1: Guide to siting air monitoring equipment”, versión del año 2007 anterior a la versión vigente correspondiente al año 2016. En esta guía, los criterios de ubicación de estaciones de monitoreo y cabezales/tomamuestras se han elaborado en su gran mayoría de los criterios establecidos en USEPA y CFR parte 40 considerando los siguientes temas:

- Objetivos del monitoreo de calidad del aire
- Clasificaciones de los sitios de monitoreo
- Selección de sitios de monitoreo
- Ubicación de tomamuestras y cabezales

Como se mencionó en la Tabla 7, la guía AS/NZS 3580.1.1:2007 establece 3 tipos de estaciones: Máximo impacto, vecindario (neighbourhood) y Fondo (background). Definiendo estación vecindario como aquellas que caracterizan una amplia zona de uso de suelo uniforme, por ejemplo, residencial, industrial y comercial. Estos sitios son especialmente útiles para determinar las tendencias de la calidad del aire urbano, el cumplimiento de las normas de calidad del aire y efectos de las principales fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos. Aplicado a la realidad Chilena, las estaciones Vecindario y Fondo podrían ser consideradas para ser calificadas como Estaciones de Monitoreo de Representatividad Poblacional.

La guía recomienda que la estación de monitoreo se instale con el fin de obtener datos representativos de la zona. No debe ser influenciada por el entorno inmediato a la estación a menos que esas influencias sean el objetivo del monitoreo (por ejemplo, emisiones de los vehículos que viajan a lo largo de carreteras, las emisiones de una chimenea o un grupo de pilas en un sitio

industrial, el polvo de una mina a cielo abierto de carbón). Las principales recomendaciones para la definición del sitio de monitoreo incluyen:

- a) Evitar sitios poco expuestos con corrientes de aire restringidas, así como sitios adyacentes a construcciones, arboles, murallas etc. Además, el cabezal o tomamuestras debe tener cielo despejado sobre él.
- b) Evitar sitios que estén adyacentes a objetos que pueden alterar las concentraciones contaminantes por adsorción o absorción, entre ellos la superficie de algunos edificios o la cercanía de una frondosa vegetación.
- c) Evitar sitios donde se pueda producir interferencia química con el contaminante que está siendo monitoreado. Por, ejemplo: Las emisiones de vehículos a motor pueden interferir con las mediciones de ozono, el amoniaco desde una planta de refrigeración puede interferir con mediciones de gases ácidos.
- d) Evitar sitios donde la interferencia física puede producir resultados atípicos. Por ejemplo las emisiones desde incineradores domésticos o comerciales y la interferencia eléctrica a los equipos de monitoreo desde líneas de alto voltaje cercanas.
- e) En general para áreas de construcciones bajas o poco desarrolladas los sitios de muestreo deberían ubicar el tomamuestras o cabezal a una altura entre 2 y 5m sobre el nivel del suelo. En áreas más desarrolladas o densamente pobladas con edificios podría ser necesario una altura mayor. El resto de los requisitos para la instalación local del equipo de monitoreo fueron tomados desde los criterios USEPA establecidos en "40 CFR Part 58 Appendix E: Probe and monitoring path siting criteria for ambient air quality monitoring".
- f) Los sitios de monitoreo no deben estar afectados por emisiones locales.
- g) Actividades locales en torno a un lugar de monitoreo puede cambiar su conveniencia como un sitio, ya sea temporal o permanentemente. Por ejemplo actividades de demolición, construcción, pavimentación de calles, etc.

La Figura 11 y la Figura 12 ilustran los criterios generales ubicar el tomamuestras ya sea con caseta de monitoreo a nivel de suelo o sobre el techo de un edificio en cuanto a distancias de árboles, obstáculos y estructuras soportantes. Otros criterios de ubicación que contiene la Norma técnica "AS/NZS 3580.1.1:2007" se resumen en la Tabla 5.

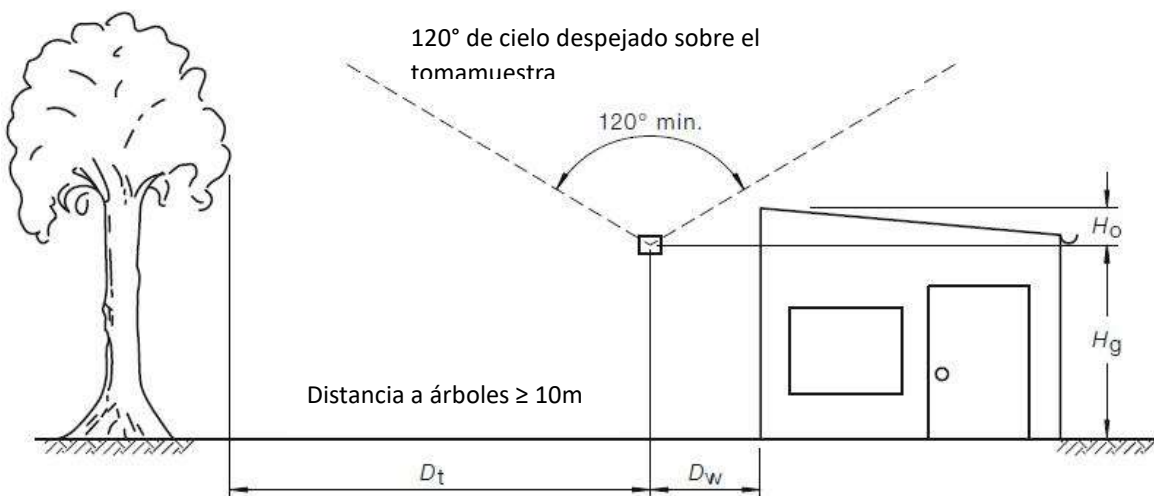


Figura 11 Criterios generales para ubicación del tomamuestras a nivel del suelo

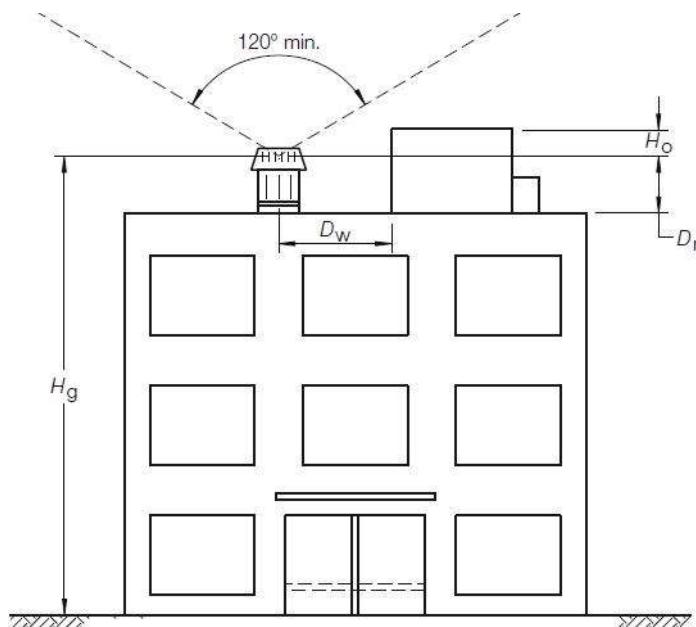


Figura 12 Criterios generales para ubicación del tomamuestras a nivel de techo

Fuente: AS/NZS 3580.1.1:2007, "Chapter 8: Position of sampling inlet or sample path"

Donde:

- Hg: Altura del tomamuestras sobre el suelo. 2 a 5 m medición a nivel de suelo. Hasta 15m con mediciones a nivel de techo de edificio.
- Ho: Diferencia de altura del obstáculo más cercano por sobre tomamuestra
- Dw: Distancia a muros al menos 1m y mayor dos veces Ho si el muro es más alto.
- Dt: Distancia a árboles al menos 10m.
- Dr: Distancia a estructura soportante (ejemplo techos) al menos 1m.

Tabla 34 Criterios de localización de entrada de muestra

Gases	Tipo de monitoreo	Altura entrada muestra sobre el suelo (m)	Otros criterios de localización (requisitos mínimos)
SO ₂	Máx. impacto, Vecindario y Fondo.	2.0 – 15	<ul style="list-style-type: none"> • Cielo despejado en ángulo de 120° • Flujo de aire sin restricciones de 270 ° alrededor de la entrada del tomamuestras o 180 ° si la entrada está en el lado de un edificio. • 10 m de la línea de goteo de los árboles que están a más de 2 m por debajo de la altura de la entrada del tomamuestra. • Sin fuentes extrañas cerca.
	Máx. impacto		<ul style="list-style-type: none"> • ≥2 m desde la fuente y tan cerca como sea posible
	Vecindario y Fondo.		<ul style="list-style-type: none"> • > 50 m desde la fuente
NO _x	Máx. impacto	2.0 – 15	<ul style="list-style-type: none"> • Cielo despejado en ángulo de 120°

Gases	Tipo de monitoreo	Altura entrada muestra sobre el suelo (m)	Otros criterios de localización (requisitos mínimos)
			<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de aire sin restricciones de 270 ° alrededor de la entrada del tomamuestras o 180 ° si la entrada está en el lado de un edificio. • ≥2 m de calles y tan cerca como sea posible • no hay árboles o arbustos entre la entrada de tomamuestras y la carretera
	Vecindario y Fondo.		<ul style="list-style-type: none"> • Cielo despejado en ángulo de 120° • Flujo de aire sin restricciones de 270 ° alrededor de la entrada del tomamuestras o 180 ° si la entrada está en el lado de un edificio.. • 10 m de la línea de goteo de los árboles que están a más de 2 m por debajo de la altura de la entrada del tomamuestras. • Sin fuentes extrañas cerca. • > 10 m de calles (ver tabla¹ para flujos CFR)
O ₃	Máx. impacto, Vecindario y Fondo.	2.0 – 15	<ul style="list-style-type: none"> • Cielo despejado en ángulo de 120° • Flujo de aire sin restricciones de 270 ° alrededor de la entrada del tomamuestras o 180 ° si la entrada está en el lado de un edificio. • 10 m de la línea de goteo de los árboles que están a más de 2 m por debajo de la altura de la entrada del tomamuestras. • Para vecindario y background > 10 m de calles (ver tabla¹ para flujos)
CO	Máx. impacto	2.0 – 15	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de aire sin restricciones de 270 ° alrededor de la entrada del tomamuestras o 180 ° si la entrada está en el lado de un edificio. • ≥2 m de calles y tan cerca como sea posible • no hay árboles o arbustos entre la entrada del tomamuestras y la carretera
	Vecindario y Fondo.		<ul style="list-style-type: none"> • Cielo despejado en ángulo de 120° • Flujo de aire sin restricciones de 270 ° alrededor de la entrada del tomamuestras o 180 ° si la entrada está en el lado de un edificio. • 10 m de la línea de goteo de los árboles que están a más de 2 m por debajo de la altura del tomamuestras de la muestra. • Sin fuentes extrañas cerca. • > 10 m de calles (ver tabla¹ para flujos)

¹ ver tabla de distancia a calles de "40 CFR Part 58 Appendix E: Probe and monitoring path siting criteria for ambient air quality monitoring", las cuales corresponden a la Tabla 30 y la Tabla 31 del presente reporte.

9.2 Anexo 2: Ejemplos de estrategias

9.2.1 Revisión de las Directivas de calidad del aire ambiente EU

La revisión⁷⁸ de las Directivas de calidad del aire ambiente definen métodos comunes para controlar, evaluar e informar sobre la calidad del aire ambiente en la Unión Europea, y establecen objetivos de calidad del aire ambiente para evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y el medio ambiente en su conjunto.

Fitness Check de las Directivas de Calidad del Aire Ambiente deja 7 lecciones aprendidas:

- (1) La calidad del aire sigue siendo una preocupación importante para la salud y el medio ambiente;
- (2) Los estándares de calidad del aire son fundamentales y parcialmente efectivos para reducir la contaminación;
- (3) Las normas actuales de la UE son menos ambiciosas que el asesoramiento científico;
- (4) Los valores límite han sido más efectivos que otros tipos de estándares de calidad del aire;
- (5) La acción de ejecución legal por parte de la Comisión Europea y la sociedad civil es una herramienta eficaz;
- (6) Existe margen para armonizar aún más los planes de monitoreo, modelado, información y calidad del aire;
- (7) No todos los datos notificados son igualmente útiles, los informes electrónicos permiten obtener mayores ganancias de eficiencia.

Esta iniciativa abordará tres problemas relacionados con la calidad del aire ambiente:

(1) Las normas de calidad del aire de la UE permiten concentraciones de contaminantes atmosféricos más altas de lo que es científicamente aconsejable: las normas de calidad del aire de la UE se han establecido en las Directivas de calidad del aire ambiente para 13 contaminantes del aire: dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxido de nitrógeno, partículas (PM10, PM2.5), ozono, benceno, plomo, monóxido de carbono, arsénico, cadmio, níquel y benzo(a)pireno. Para varios contaminantes del aire, estos estándares no son tan estrictos como recomiendan las 'Pautas de calidad del aire' de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 2006, las cuales fueron revisadas en la publicación de la OMS del año 2021.. El creciente cuerpo de evidencia científica apunta a graves efectos adversos para la salud a niveles de concentración inferiores a los establecidos por las normas de calidad del aire de la UE, sobre todo para las partículas finas (PM2.5).

(2) Hay margen para nuevas mejoras en el marco legislativo (por ejemplo, en relación con las sanciones y la información pública): hay retrasos sustanciales en la adopción de medidas adecuadas y eficaces para cumplir todas las normas de calidad del aire de la UE en todos los Estados miembros. Las superaciones persistentes de los estándares actuales de calidad del aire para al menos un contaminante del aire en la mayoría de los Estados miembros apuntan a importantes desafíos socioeconómicos o políticos para alcanzar los objetivos de calidad del aire que se acordaron hace más de una década. Por lo tanto, si bien el número y la magnitud de las superaciones por encima de los estándares de calidad del aire han disminuido, los períodos de superación no se han mantenido

⁷⁸ https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12677-Air-quality-revision-of-EU-rules_en

lo más cortos posible hasta la fecha. Las mejoras al marco legislativo, incluidas las relacionadas con las sanciones y la información pública, pueden facilitar la acción sobre la calidad del aire.

(3) Hay margen para ayudar mejor a las autoridades locales a lograr un aire más limpio mediante el fortalecimiento de la supervisión, la modelización y los planes de la calidad del aire: las Directivas sobre la calidad del aire ambiente han guiado el establecimiento de un sistema sólido para la evaluación de la calidad del aire y han enmarcado la acción de las autoridades competentes para lograr un aire más limpio a través de planes de calidad del aire. Sin embargo, los criterios de monitoreo podrían aclararse aún más para reducir la ambigüedad y aumentar la comparabilidad de los datos de calidad del aire. Además, los modelos de calidad del aire han mejorado pero aún no se utilizan en todo su potencial debido a la falta de estándares de modelado comunes. Además, los planes de calidad del aire no siempre han estado a la altura del requisito de garantizar el cumplimiento de las normas de calidad del aire de la UE.

Objetivos

El objetivo de la iniciativa es mejorar aún más la eficacia de la legislación sobre calidad del aire de la UE, específicamente las Directivas sobre calidad del aire ambiente, para evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos de la contaminación del aire sobre la salud humana y el medio ambiente, en línea con la ambición de contaminación cero del Pacto Verde Europeo⁷⁹. También tiene como objetivo mejorar la eficiencia de la legislación, facilitando el cumplimiento de un determinado nivel de eficacia.

Las áreas de política descritas a continuación no pretenden ser mutuamente excluyentes. Para cada una de estas áreas de políticas, se desarrollarán opciones de políticas. Las consultas con las partes interesadas, incluida la consulta pública, y los estudios se utilizarán para especificar los enfoques alternativos. La política de referencia serán las Directivas vigentes.

Área de política 1: una mayor alineación de los estándares de calidad del aire de la UE con el conocimiento científico, incluidas las últimas recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS del año 2021, incorporando niveles de exposición de referencia actualizados para una serie de contaminantes del aire y, en particular, para las partículas finas más dañinas (PM2.5). La evaluación de impacto considerará y evaluará diferentes opciones de políticas y escenarios definidos por el nivel de ambición en la alineación con las Directrices de calidad del aire de la OMS revisadas (y el momento de esta alineación). También considerará incluir en las Directivas un mecanismo explícito para ajustar los estándares de calidad del aire al progreso técnico y científico, incluso para los contaminantes del aire que actualmente no están cubiertos.

Área política 2: mejorar el marco legislativo de la calidad del aire, incluidas las disposiciones sobre sanciones e información pública, para mejorar la eficacia, la eficiencia y la coherencia. Esta área política considerará fusionar las Directivas 2008/50/EC y 2004/107/EC en un solo instrumento y eliminar las disposiciones redundantes identificadas en el Fitness Check. Evaluará las opciones políticas para la modificación de las disposiciones sobre sanciones y penas que se establecerán en

⁷⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1576150542719&uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>

los sistemas nacionales por incumplimiento de las obligaciones pertinentes derivadas de las Directivas.

También considerará opciones para una mayor armonización de la información pública, incluidos los criterios sobre cómo y qué tipo de información se pone a disposición del público, involucrando también a las autoridades sanitarias pertinentes de los Estados miembros.

Área de política 3: fortalecimiento del monitoreo, modelado y planes de la calidad del aire. Las opciones de política explorarán soluciones para mejorar, simplificar y aumentar la precisión y la coherencia de los requisitos con respecto al monitoreo, la modelización y los planes de la calidad del aire. Esto podría incluir, entre otras cosas, opciones para normas más detalladas sobre el número y la ubicación de los puntos de muestreo; expandir los requisitos de monitoreo para incluir contaminantes atmosféricos nocivos e información de salud relevante que actualmente no se cubre (según las recomendaciones de la OMS, por ejemplo, para el carbono negro o las partículas ultrafinas); permitir el uso mejorado de la modelización de la calidad del aire para la evaluación de la calidad del aire; así como la racionalización y ajuste de elementos mínimos requeridos para un plan efectivo de calidad del aire.

C. Evaluación preliminar de los impactos esperados

La contaminación del aire y la mala calidad del aire tienen como resultado impactos sustanciales en la salud, así como impactos económicos, sociales y ambientales. La contaminación consta de componentes locales y contribuciones transfronterizas, así como efectos compuestos en los que interactúan varios contaminantes del aire. Además, existen sinergias entre las áreas políticas, así como tensiones entre la política de contaminación del aire y sectores económicos como la energía, la agricultura o el transporte.

Existen oportunidades para aprovechar las sinergias con las políticas sectoriales, en particular en el contexto de la descarbonización.

- Impactos económicos probables
- Posibles impactos sociales
- Impactos ambientales probables
- Impactos probables en los derechos fundamentales
- Impactos probables en la simplificación y/o la carga administrativa

D. Base de pruebas, recopilación de datos e instrumentos de mejora de la regulación

- Evaluación de impacto
- Base de pruebas y recopilación de datos
- Consulta de ciudadanos y partes interesadas (stakeholders)

¿Se establecerá un plan de implementación?

Es poco probable que se necesite un plan de implementación ya que las Directivas de calidad del aire ambiente ya están en vigor y las estructuras de implementación están establecidas en los Estados miembros con las autoridades competentes debidamente designadas. Además, la Comisión seguirá apoyando a los Estados miembros en sus esfuerzos de implementación a través de los

mecanismos establecidos en la Comunicación de la Comisión "Una Europa que protege: aire limpio para todos".

La utilidad de un posible plan de implementación se consideraría más a fondo en la evaluación de impacto.

9.2.2 Política Aire puro de la UE

El objetivo de la Política Aire puro⁸⁰ de la UE es reducir la contaminación del aire a niveles que minimicen los efectos nocivos para la salud humana y el medio ambiente en el territorio de la UE. La contaminación atmosférica ignora las fronteras nacionales, por lo que la coordinación a nivel de la UE es importante. La legislación de la UE deja a elección de los Estados miembros los medios empleados para respetar los valores límite acordadas a nivel de la Unión. En lo que respecta a las fuentes de contaminación principales, se aplican normas a escala de la UE para garantizar la eficiencia del funcionamiento del mercado interior.

El primer pilar está compuesto por las normas de calidad del aire ambiente establecidas en las Directivas sobre la calidad del aire ambiente para el ozono troposférico, las partículas, los óxidos de nitrógeno, los metales pesados peligrosos y otros contaminantes. Estas normas de calidad del aire debían ser respetadas en sus territorios por todos los Estados miembros a partir de 2005 o 2010, según el contaminante. Si se supera el conjunto de valores límite, los Estados miembros deben adoptar planes de calidad del aire que detallen las medidas encaminadas a acortar al máximo posible el período de superación de los valores.

El segundo pilar consiste en una serie de objetivos nacionales de reducción de emisiones establecidos en la Directiva sobre techos nacionales de emisión para los contaminantes atmosféricos transfronterizos más importantes: óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, amoníaco, compuestos orgánicos volátiles y partículas. Los objetivos nacionales de reducción de emisiones se han revisado recientemente para incluir nuevos límites aplicables desde 2020 y 2030, y un nuevo contaminante, las partículas finas (PM_{2,5}). Los Estados miembros tienen que elaborar programas nacionales de control de la contaminación atmosférica de aquí a 2019 con el fin de cumplir sus compromisos de reducción de las emisiones.

El tercer pilar está constituido por las normas sobre las emisiones de las principales fuentes de contaminación (los buques y vehículos y los sectores de la energía y la industria). Estas normas se establecen a nivel de la UE en actos legislativos aplicables a las emisiones industriales, las emisiones de las centrales eléctricas, los vehículos y los combustibles para el transporte, y la eficiencia energética de los productos.

⁸⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?qid=1526552009832&uri=COM:2018:330:FIN>

9.2.3 De Plan nacional de calidad de aire de España, 2017-2019

El Plan disponible en el sitio web⁸¹ del Ministerio para la Transición Ecológica y El reto Demográfico (MITECO) contiene un capítulo introductorio que especifica que de acuerdo a la Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera, habilita al gobierno, en el ámbito de sus competencias, a aprobar los planes y programas de ámbito estatal necesarios para prevenir y reducir la contaminación atmosférica y sus efectos transfronterizos, así como para minimizar sus impactos negativos. Aclara además, que el Plan dará continuidad al programa nacional de control de la contaminación atmosférica que debe ser elaborado en el marco de la Directiva (UE) 2016/2284 del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de diciembre de 2016 relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos, por la que se modifica la Directiva 2003/35/CE y se deroga la Directiva 2001/81/CE.

El capítulo introductorio incluye el “Marco legislativo de la calidad del aire” y un “Análisis y resultados del plan aire anterior de los años a 2013-2016”.

El Capítulo 2 corresponde al Diagnóstico de la calidad de aire que incluye la evaluación de la calidad de aire en España realizada por la Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial, a partir de los datos que envían periódicamente las comunidades autónomas y determinadas entidades locales. Mediante presentación de resultados en tablas y gráficos se detallan los parámetros que superan los límites legales y se incluye un resumen de la evaluación oficial de la calidad del aire 2012-2016.

Además, el capítulo 2 incluye un análisis por contaminante mediante la: Evolución de la concentración; Resultados de la evaluación y localización de superaciones y una Estimación de emisiones.

En el capítulo 3 se detalla los Objetivos y medidas del plan, destacando los siguientes objetivos específicos:

1. Garantizar el cumplimiento de la legislación en materia de calidad del aire en todos los ámbitos: nacional, europea e internacional.
2. Poner en marcha medidas de carácter general que ayuden a reducir los niveles de emisión a la atmósfera de los contaminantes más relevantes y con mayor impacto sobre la salud y los ecosistemas, especialmente en las áreas más afectadas por la contaminación.
3. Fomentar la información disponible en materia de calidad del aire y así fomentar la concienciación de la ciudadanía.
4. Poner en marcha medidas que garanticen el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones establecidos por la Directiva (UE) 2016/2284 del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de diciembre de 2016 relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos, por la que se modifica la Directiva 2003/35/CE y se deroga la Directiva 2001/81/CE.
5. Reforzar las actuaciones de cara al control de los valores de ozono troposférico registrados, dada la superación generalizada del valor objetivo para la protección de la salud en gran parte del país.

⁸¹ https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/planaire2017-2019_tcm30-436347.pdf

El capítulo 3 detalla que el Plan establece la puesta en marcha un total de 52 medidas, las cuales se han agrupado en diferentes sub-grupos en función del ámbito hacia el que van dirigidas, estos ámbitos son:

1. Mejora de la información sobre la calidad del aire (7 medidas)
2. Fiscalidad ambiental (1 medida)
3. Mejoras en movilidad (6 medidas)
4. Investigación (3 medidas)
5. Mejoras en agricultura y ganadería que permitan reducir las emisiones de amoníaco (2 medidas)
6. Medidas para el sector residencial (1 medida)
7. Medidas para reducir emisiones en el sector industrial (5 medidas)
8. Mejoras en transporte: tráfico rodado (16 medidas)
9. Mejoras en transporte: tráfico aéreo y aeropuertos (4 medidas)
10. Mejoras en transporte: tráfico ferroviario (3 medidas)
11. Mejoras en puertos (4 medidas)

En el capítulo 4 se informa brevemente el “Seguimiento del plan” que utilizará la información aportada por las redes de calidad del aire y la evaluación oficial de la calidad del aire realizada anualmente. Se comenta además, que de forma anual los organismos o departamentos ministeriales responsables de ejecutar cada medida informarán a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural de su grado de cumplimiento, mediante la evaluación de los indicadores con el fin de llevar a cabo un seguimiento de estos indicadores.

Tomando como documento base el Plan Nacional de Calidad de Aire se han elaborado planes locales y/o regionales los cuales están disponibles en la página de Planes de calidad de Aire⁸² de MITECO. A modo de ejemplo, a continuación se presentan los planes de Zaragoza y de La Coruña:

9.2.4 Estrategia de Cambio Climático, Calidad del Aire y Salud de Zaragoza

La Estructura de la Estrategia de Cambio Climático, Calidad del Aire y Salud de Zaragoza⁸³ (ECAZ 3.0) incluye un capítulo que explica los motivos para su desarrollo, las metas, los ejes de actuación, el mapa estratégico conceptual, los recursos y el marco jurídico sobre las competencias y obligaciones que tienen las administraciones locales para trabajar en los ejes de actuación de la estrategia.

Posteriormente, en el capítulo siguiente se presentan los instrumentos de planificación local que incluyen: Estrategia para la Mitigación del Cambio Climático y la Mejora de la Calidad del Aire del 2009, Plan General de Ordenación Urbana, Plan Director de Equipamientos, Plan de Acción de Energía Sostenible, Plan Director de Infraestructura Verde, Plan de Movilidad Urbana Sostenible.

En el capítulo 4 se incluye el diagnóstico, el cual toma como información de partida la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero de la ciudad a través de los resultados de los inventarios de emisiones de 2005 y 2015. Además, incluye los datos registrados por las estaciones

⁸² <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/planes-mejora.html>

⁸³ http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/ecaz/ECAZ30_WEB03102019.pdf

de calidad ambiental, así como la evolución de algunos indicadores de eficiencia en el uso de los recursos monitorizados por la Agenda local 21.

En el capítulo 5 se define y justifica la temporalidad de la estrategia, la cual se plantea hasta 2030. Esa justificación se realiza haciendo un análisis de los planes, estrategias y acuerdos aprobados recientemente por otras ciudades o entidades supramunicipales.

El capítulo 6 se presentan diferentes escenarios energéticos que se podrían tener en el 2030 bajo diferentes alternativas de planificación. En el capítulo 7 se presentan los objetivos, los cuales son ambiciosos pero realistas y alcanzables en la lucha y adaptación al cambio climático; en calidad del aire; y en eficiencia y reducción en el uso de los recursos.

Considerando que una de las metas es mejorar la salud de los habitantes el capítulo 8 se presenta la influencia de la calidad del aire y del cambio climático en la salud. Este capítulo, además de mostrar dicha influencia, presenta los impactos que los cambios de temperatura y la contaminación han causado a nivel local en los últimos 30, así como una prospección sobre los impactos que podrían provocar.

En el capítulo 9, se muestra el proceso de participación ciudadana en la Estrategia hasta su aprobación definitiva. Además, se explica la importancia que tendrá la comunicación y la sensibilización ambiental como herramientas fundamentales para el buen despliegue de la estrategia pretende servir no solamente para tomar conciencia sobre la problemática, sino también para ofrecer soluciones que sean eficaces. Estas soluciones se plasman en un Plan de Acción a desarrollar hasta el 2030.

En el capítulo 10 se presentan el Plan de Acción incluyendo 40 acciones o medidas que se aplicarán en los diferentes ejes de actuación, así como los impactos esperados para cada una de ellas. El resumen de los impactos del Plan de Acción, así como una comparación cuantitativa del impacto agregado del plan de acción frente al objetivo de reducción de emisiones de efecto invernadero de la estrategia, se ha incluido en el capítulo 11.

En el capítulo 12 se incluyen los indicadores que se emplearán para verificar el cumplimiento de la estrategia. En la definición de dichos indicadores se ha buscado considerar aquellos que ya están siendo actualizados por otros instrumentos de control o de planificación local para evitar sobrecargar con la tarea de calcular nuevos indicadores.

9.2.5 Estrategia de Calidad de Aire de La Coruña

En el caso de la Estrategia de Calidad de Aire de La Coruña⁸⁴ hay algunas diferencias leves en la estructura respecto a la estrategia para Zaragoza

Con un Capítulo introductorio con Antecedentes, Marco Jurídico y Estructura de la estrategia

Un Capítulo de diagnóstico con inventario de emisiones y niveles de calidad del aire

⁸⁴ http://www.meteor Galicia.es/datosred/infoweb/caire/informes/ESTUDIO/ES/431_Plan_mejora_PM10_Coruna.pdf

Un capítulo con análisis de zonas potencialmente críticas, aquellas con superaciones de los valores límites establecidos en la legislación (Real Decreto 102/2011), evaluando además la evolución de la calidad del aire en la ciudad en los últimos años. Incluye definir las Zonas de Conflicto (ZC) en base a los modelos y a las emisiones, estimando la contribución a las superaciones de cada una de las fuentes. Finalizando con rediseñar la Red de Control de Calidad del Aire.

Un capítulo con los objetivos para el período 2017-2023

Un capítulo con propuestas de medidas y programas sectoriales (Movilidad y transporte; Sector industrial; Sector residencial, comercial e institucional; Actividad portuaria; Medio Rural

Un Capítulo con plan de participación ciudadana que incluye definición de objeto y destinatarios, acciones de información, comunicación y participación.

Un análisis FODA (Fortaleza, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) de la estrategia

Y un Protocolo de actuación en casos de mala calidad del aire en la ciudad, que incluye procedimientos de gestión de la información y procedimientos operativos que requerirán de la coordinación entre departamentos municipales, entre administraciones, ciudadanía y otros agentes como los sectores industriales o asociaciones empresariales.

9.2.6 Bases científico-técnicas para un Plan Nacional de Mejora de la Calidad del Aire

El estudio⁸⁵ fue realizado previo al Plan Nacional de Calidad de Aire 2012-2016 y coordinado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), a través del Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA) mediante un Acuerdo de Encomienda de Gestión con la Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial del actual Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. En él participaron, además, personal del Instituto de Tecnología Cerámica, de diferentes Consejerías de la Generalitat de Catalunya y de la Generalitat Valenciana, del Ayuntamiento de Madrid, del Instituto de Salud Carlos III y de INYPSA.

En el estudio se realiza un diagnóstico de la problemática en España, en lo referente a partículas en suspensión y óxidos de nitrógeno; se justifican las necesidades de actuación en base al contexto legal actual y a los efectos en la salud; se identifican los focos de emisión sobre los que se debe actuar y

⁸⁵ [https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/CALIDAD%20AIRE%20\(alta\)_tcm30-187886.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/CALIDAD%20AIRE%20(alta)_tcm30-187886.pdf)

se recomiendan y justifican medidas específicas priorizadas. En el 2022 se realiza un estudio similar de Bases científicas, pero para Ozono⁸⁶.

El capítulo introductorio incluye Antecedentes de la evolución de la calidad del aire, marco normativo, justificación y objetivos del estudio, los cuales son:

1. Interpretación de la variabilidad temporal de niveles de NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} y PM₁ en estaciones de control de calidad del aire en España.
2. Detección de episodios de aportes transfronterizos de partículas naturales (episodios africanos) que puedan inducir a la superación de los niveles límite de PM₁₀ en aire ambiente.
3. Identificación y contribución de las principales fuentes en NO₂, PM₁₀ y PM_{2.5} en España para el periodo 2000-2010.
4. Análisis de componentes específicos en PM₁₀ y PM_{2.5} en aire ambiente (metales y otros componentes traza, con especial interés en As, Cd y Ni) en diferentes regiones de España.
5. Identificación de problemas de incumplimiento de los valores límite y objetivo de las Directivas de calidad del aire y asignación a causas específicas.
6. Propuesta de actuaciones efectivas para disminuir las emisiones de contaminantes asociadas a cada una de las principales “causas” o sectores.

El capítulo 2 resume estudios de efectos de la contaminación atmosférica en la salud, incluyendo estudios toxicológicos y estudios epidemiológicos; cuantificación de los efectos de la contaminación por partículas sobre la salud; evaluación del impacto de la contaminación atmosférica sobre la salud y Estrategia temática de reducción de la contaminación atmosférica en Europa para 2020.

El capítulo 3 aborda la Identificación de causas de la superación de los valores normativos incluyendo la evaluación de niveles para los distintos contaminantes, determinación de la composición de PM₁₀ y PM_{2.5} y la estimación de la contribución de fuentes en los niveles de contaminación.

El capítulo 4 aborda soluciones o medidas para la mejora de la calidad del aire aplicadas a distintos sectores: Transporte, Construcción, Agrícola-Ganadero y sector Industrial

Los capítulos finales incluyen Conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

9.2.7 Estrategia nacional de calidad del aire 2017-2030 para México

La Estrategia Nacional de Calidad del Aire (ENCA)⁸⁷ es un instrumento de planeación del año 2016 elaborado por Secretaría de Medio Ambiente y Recursos naturales (SEMARNAT) con orientación de acciones para controlar, mitigar y prevenir la emisión y concentración de contaminantes en la atmósfera, con proyección al año 2030. Establece objetivos, estrategias y líneas de acción que mejorarán la calidad del aire en el territorio nacional con el objeto de proteger la salud de la población, la flora y fauna de los ecosistemas, y contribuir al desarrollo económico sustentable de México. la Estrategia está vinculada con el documento *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030*

⁸⁶ https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/documentacion-oficial/bct_plan_o3.html

⁸⁷ https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/195809/Estrategia_Nacional_Calidad_del_Aire.pdf

para el Desarrollo Sostenible, que fue aprobado por la Asamblea General de la ONU en septiembre del año 2015.

Para la elaboración de la Estrategia se implementó un proceso de consulta y talleres deliberativos en el que participaron servidores públicos del Gobierno Federal y entidades federativas, organizaciones empresariales y de la sociedad civil, así como académicos y expertos en el tema. De acuerdo a lo anterior se convoca a todos los actores que inciden en la contaminación del aire – autoridades, instituciones y sociedad– para fortalecer su gestión mediante la convergencia de responsabilidades que apunten hacia una misma meta: construir un relato, una visión y un conjunto de acciones compartidas para mejorar la calidad del aire y, en consecuencia, prevenir afectaciones a la salud de la población y conservar los ecosistemas.

El texto de la estrategia incluye un capítulo introductorio o de Perspectiva general con Impactos sobre la salud de las personas, los ecosistemas y la economía; Una estrategia integral con visión a largo plazo; Objetivo de la ENCA; Misión y Visión de la ENCA.

En otro capítulo se desarrollan 21 Estrategias y 69 Líneas de Acción que corresponden a 5 Ejes Estratégicos: Eje 1. Gestión integral para mejorar la calidad del aire; Eje 2. Instituciones eficientes y orientadas a resultados; Eje 3. Empresas comprometidas con la calidad del aire; Eje 4. Política atmosférica con base científica, y Eje 5. Sociedad responsable y participativa. Todos ellos se articulan entre sí y se integran a un proceso permanente de información transparente que permitirá dar seguimiento y evaluar su desempeño. (Figura 1).

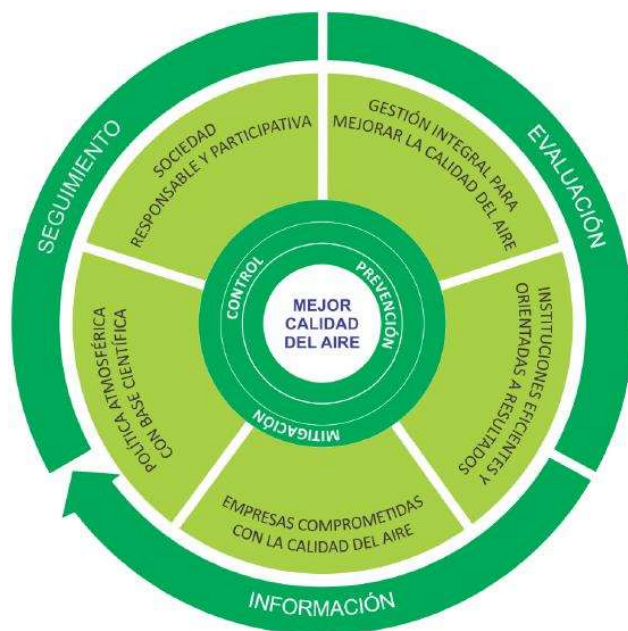


Figura 13 Estructura de la ENCA

Las tablas siguientes resumen las líneas de acción por cada eje estratégico

Tabla 35 Eje 1 - Gestión integral de la calidad del aire

Estrategias	Líneas de acción
1.1 Alinear a las instituciones que correspondan del orden federal para que incorporen en sus	1.1.1 Construir un mecanismo permanente de coordinación entre las Secretarías de Estado relacionadas con la gestión de la calidad del aire.

Estrategias	Líneas de acción
agendas acciones que contribuyan a mejorar la calidad del aire.	<p>1.1.2 Establecer instrumentos de gestión compartida para que se consideren en la implementación de políticas y programas de ordenamiento territorial y ecológico, desarrollo urbano y rural, movilidad sustentable, mejoramiento ambiental, cambio climático y transición energética, así como en las acciones que se derivan de acuerdos y convenios internacionales, para que se alineen con los objetivos de la ENCA.</p> <p>1.1.3 Generar mecanismos de coordinación entre la Estrategia Nacional de Cambio Climático y la ENCA, para identificar acciones que tengan co-beneficios entre ambas agendas.</p> <p>1.1.4 Crear un mecanismo coordinado de seguimiento, evaluación y rendición de cuentas permanente sobre los avances de la ENCA.</p>
1.2 Impulsar una planeación integral del territorio con un enfoque de sustentabilidad.	<p>1.2.1 Promover la incorporación de lineamientos de sustentabilidad urbana en las políticas de ordenamiento territorial, ordenamiento ecológico, desarrollo urbano, transporte y movilidad.</p> <p>1.2.2 Promover el desarrollo de Planes Integrales de Movilidad Sustentable en los que se prioricen los sistemas integrados y multi-modales de transporte público, la movilidad no motorizada y el ordenamiento de la logística urbana.</p> <p>1.2.3 Incentivar el desarrollo de ciudades conectadas, coordinadas y compactas, que prioricen la conservación de áreas verdes y Áreas Naturales Protegidas, urbanas y periurbanas, el desarrollo orientado al transporte y la creación de ecozonas.</p> <p>1.2.4 Definir zonas críticas en materia de calidad del aire para que se incluyan en los ordenamientos ecológicos, territoriales y planes de desarrollo urbano.</p>
1.3 Promover acciones coordinadas para reducir emisiones de fuentes contaminantes.	<p>1.3.1 Establecer los criterios para definir la saturación de las cuencas atmosféricas para su observancia en las Evaluaciones de Impacto Ambiental.</p> <p>1.3.2 Generar políticas que permitan tener un parque vehicular más limpio.</p> <p>1.3.3 Promover prácticas agrícolas y forestales que reduzcan la emisión de contaminantes a la atmósfera.</p> <p>1.3.4 Fomentar el uso de tecnologías y combustibles limpios en todos los sectores, incluso en la generación de energía eléctrica, como lo marca la Ley de Transición Energética.</p>
1.4 Fortalecer la coordinación entre los tres órdenes de gobierno en materia de calidad del aire.	<p>1.4.1 Crear un repositorio público y permanente de políticas y programas concurrentes, nacionales, regionales y locales relacionados con la calidad del aire.</p> <p>1.4.2 Implementar programas para mejorar la calidad del aire (ProAire) en todas las entidades federativas, con atención preferente en cuencas, localidades prioritarias y zonas metropolitanas.</p> <p>1.4.3 Establecer una metodología para el diseño, implementación y evaluación de los ProAire, que fomente la coordinación entre sectores y órdenes de gobierno.</p> <p>1.4.4 Promover un mecanismo entre órdenes de gobierno para dar seguimiento a las acciones gubernamentales relacionadas con los objetivos de la ENCA.</p>

Tabla 36 Eje 2- Instituciones Eficientes y Orientadas a Resultados

Estrategias	Líneas de acción
2.1 Promover la definición de las atribuciones, responsabilidades y acciones que correspondan a las distintas instancias gubernamentales en la implementación de la ENCA	<p>2.1.1 Identificar necesidades de mejora al ordenamiento jurídico en materia de gestión de la calidad del aire.</p> <p>2.1.2 Elaborar un Programa Especial de Calidad del Aire.</p>
2.2 Contar con una política normativa congruente y renovada, que establezca metas progresivas, con base en los mejores estándares internacionales en materia de calidad del aire.	<p>2.2.1 Desarrollar y actualizar las Normas Oficiales Mexicanas en materia de calidad del aire para la protección de la salud, que incluyan estándares para contaminantes tóxicos prioritarios que se definan (metales pesados, COP y otros).</p> <p>2.2.2 Establecer instrumentos normativos para proteger a los ecosistemas de los efectos de la contaminación atmosférica.</p>
2.3 Promover el fortalecimiento de las instituciones encargadas	2.3.1 Fortalecer la estructura institucional para desarrollar de manera permanente las capacidades técnico-administrativas de los gobiernos.

de gestionar la calidad del aire en los tres órdenes de gobierno.	2.3.2 Promover la definición de indicadores de desempeño para todas las instituciones involucradas en la ENCA.
2.4 Impulsar la asignación de recursos para implementar acciones relacionadas con la gestión de la calidad del aire.	2.4.1 Promover la ampliación y fortalecimiento de los mecanismos de financiamiento para implementar las acciones relativas a la calidad del aire. 2.4.2 Compartir esfuerzos y fortalecer capacidades para obtener fondos que permitan implementar acciones en materia de calidad del aire. 2.4.3 Alinear y gestionar con eficiencia los recursos en la implementación de acciones relacionadas con la calidad del aire.
2.5 Fortalecer las instituciones encargadas de la inspección y vigilancia en materia de calidad del aire.	2.5.1 Fortalecer las capacidades técnicas, financieras y operacionales de las instituciones encargadas de la observancia de las normas relativas a la calidad del aire. 2.5.2 Fortalecer los mecanismos jurídicos y/o administrativos para que los particulares denuncien a generadores de contaminantes y autoridades que no cumplan con sus responsabilidades.

Tabla 37 Eje 3 - Empresas comprometidas con la calidad del aire

Estrategias	Líneas de acción
3.1 Actualizar el marco regulatorio en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera.	3.1.1 Revisar, actualizar y desarrollar las NOM y NMX, relacionadas con las fuentes fijas y móviles. 3.1.2 Promover la actualización de la normatividad para que la calidad ambiental de los combustibles y las tecnologías consideren como referencia los estándares internacionales. 3.1.3 Promover la regulación de quemas agrícolas en empresas rurales. 3.1.4 Promover la regulación de emisiones por el uso de hornos tradicionales para actividades productivas, en particular de hornos ladrilleros y de alfarería.
3.2 Fortalecer los instrumentos económicos y de fomento para incentivar la transformación voluntaria de los procesos de las empresas para reducir sus emisiones contaminantes.	3.2.1 Establecer convenios y desarrollar programas con el sector privado para la reducción voluntaria de emisiones, tanto directas como indirectas. 3.2.2 Promover los incentivos fiscales e instrumentos de fomento para que las industrias transformen sus procesos productivos mediante la innovación tecnológica y la eficiencia energética. 3.2.3 Impulsar dentro de las cadenas productivas que las PyME apliquen medidas de reducción de emisiones y mejoramiento de eficiencia energética.
3.3 Fomentar y desarrollar un mercado de bienes y servicios verdes.	3.3.1 Fortalecer esquemas de reforestación y conservación de la cubierta forestal mediante el pago por servicios ambientales. 3.3.2 Fomentar instrumentos fiscales y de fomento para productores de insumos domésticos verdes, a nivel nacional. 3.3.3 Impulsar las compras verdes por parte del sector privado.
3.4 Clarificar y agilizar los procedimientos y trámites entre empresas y autoridades ambientales.	3.4.1 Simplificar los procedimientos para agilizar los trámites entre empresas y autoridades ambientales. 3.4.2 Consolidar la ventanilla ambiental única para agilizar las interacciones entre las empresas y las instituciones ambientales. 3.4.3 Homologar las Cédulas de Operación Anual (COA) a nivel nacional con base en metodologías estandarizadas, así como fortalecer su verificación y explotación. 3.4.4 Crear un Padrón Único Nacional de Establecimientos Industriales que emiten contaminantes, con una metodología estandarizada, comparable y auditable.

Tabla 38 Eje 4 - Políticas para mejorar la calidad del aire con base científica

Estrategias	Líneas de acción
4.1 Fortalecer las herramientas que generan información para sustentar la gestión de la calidad del aire.	4.1.1 Desarrollar lineamientos para fortalecer el monitoreo de la calidad del aire, la infraestructura y el personal capacitado que se requiere a nivel local; así como para establecer estaciones centinela que consideren contaminantes criterio y prioritarios. 4.1.2 Impulsar el desarrollo de programas de monitoreo atmosférico, que aseguren procesos de medición estandarizada, en regiones y localidades prioritarias, así como en ecosistemas vulnerables, como las Áreas Naturales Protegidas adyacentes a zonas urbanas. 4.1.3 Fortalecer el Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire (SINAICA).

Estrategias	Líneas de acción
	<p>4.1.4 Crear una Norma Mexicana de Inventarios de Emisiones que estandarice las metodologías e incorpore contaminantes criterio y prioritarios.</p> <p>4.1.5 Fortalecer el desarrollo de Inventarios de Emisiones en regiones y localidades prioritarias, así como en ecosistemas vulnerables.</p> <p>4.1.6 Impulsar el uso de herramientas de modelación para la evaluación y prospectiva de la calidad del aire.</p>
4.2 Impulsar la investigación científica y la innovación tecnológica como base de las políticas para mejorar la calidad del aire.	<p>4.2.1 Definir e impulsar líneas de investigación estratégicas que den sustento científico a acciones para mejorar la calidad del aire.</p> <p>4.2.2 Desarrollar un banco público de información relacionada con la calidad del aire, que incluya instituciones de investigación, investigadores y resultados de investigaciones relevantes.</p> <p>4.2.3 Promover el desarrollo de innovación tecnológica que conlleve a la reducción de emisiones de contaminantes a la atmósfera.</p>
4.3 Fortalecer la investigación relacionada con los riesgos y costos en la salud de las personas y afectaciones a los ecosistemas, provocados por la exposición a la contaminación atmosférica.	<p>4.3.1 Fortalecer las líneas de investigación sobre los impactos socio - económicos y los costos asociados a los efectos de la contaminación atmosférica en la salud de la población y en la conservación de los ecosistemas.</p> <p>4.3.2 Promover el desarrollo de un programa de evaluación integral de riesgos a la salud y al ambiente.</p> <p>4.3.3 Fortalecer y difundir las bases de datos que reportan la incidencia de enfermedades relacionadas con la presencia de altos niveles de contaminación atmosférica.</p>
4.4 Proyectar el impacto de las acciones previstas para mejorar la calidad del aire.	<p>4.4.1 Aplicar herramientas de análisis económico de las acciones a implementar para reducir las concentraciones de contaminantes atmosféricos.</p> <p>4.4.2 Evaluar la efectividad de las acciones a implementar para determinar su incidencia en el mejoramiento de la calidad del aire.</p> <p>4.4.3 Establecer criterios para priorizar las acciones a implementar para mejorar la calidad del aire.</p>

Tabla 39 Eje 5 - Sociedad responsable y participativa

Estrategias	Líneas de acción
5.1 Difundir información sobre la calidad del aire, sus efectos en la salud y en los ecosistemas, así como los riesgos por exposición.	<p>5.1.1 Desarrollar una estrategia de difusión oportuna con mensajes claros sobre las fuentes y los efectos de la contaminación atmosférica en la salud de la población, la conservación de los ecosistemas y la economía.</p> <p>5.1.2 Divulgar las obligaciones y los derechos exigibles por la población en materia de salud y medio ambiente, así como las responsabilidades de las instituciones públicas encargadas de la gestión de la calidad del aire.</p> <p>5.1.3 Desarrollar el Índice de Calidad del Aire y establecer mecanismos de divulgación accesibles para la población.</p>
5.2 Promover actitudes y conductas ciudadanas que contribuyan a mejorar la calidad del aire.	<p>5.2.1 Actualizar y enriquecer los contenidos educativos relacionados con la agenda ambiental, integrando el tema de la calidad del aire.</p> <p>5.2.2 Incluir y adecuar acciones específicas en materia de educación ambiental en los ProAire.</p> <p>5.2.3 Promover acciones de educación ambiental no formal que destaquen el tema de calidad del aire.</p>
5.3 Crear conciencia sobre el uso de productos y prácticas que afectan la calidad del aire en exteriores e intramuros.	<p>5.3.1 Impulsar acciones para incidir en un mejor uso de estufas de leña, que incluyan un plan de monitoreo y evaluación, un esquema de certificación a difundirse, así como estrategias de sensibilización y participación de los usuarios.</p> <p>5.3.2 Promover mejoras en el proceso de fabricación de ladrillos.</p> <p>5.3.3 Impulsar prácticas agrícolas sustentables en el uso de plaguicidas y prácticas pecuarias que prevengan la emisión de gases provenientes de desechos orgánicos.</p> <p>5.3.4 Impulsar la compra de productos y tecnologías amigables con el medio ambiente que sustituyan los COP y las Sustancias Agotadoras de Ozono (SAO).</p>

<p>5.4 Impulsar la participación ciudadana, la rendición de cuentas y la transparencia en torno a la gestión de la calidad del aire.</p>	<p>5.4.1 Crear mecanismos de comunicación de información accesibles y con datos abiertos, que promuevan una participación ciudadana co-responsable y permitan conocer su impacto.</p> <p>5.4.2 Robustecer el sistema de denuncias mediante el conocimiento ciudadano sobre el acceso y la efectividad de los mecanismos de denuncia formal, en materia de derechos humanos en torno al tema de calidad del aire.</p> <p>5.4.3 Crear mecanismos que fomenten una participación ciudadana para dar seguimiento y evaluar los avances de la ENCA.</p>
--	--

También se incluye un capítulo que detalla los mecanismos de “Información, Seguimiento y Evaluación”, en el cual se define que la información respecto a los avances de la estrategia será pública, estará disponible de manera permanente, y será de fácil acceso, para que cualquier interesado la pueda consultar y entender. De este modo, se estará garantizando un seguimiento puntual e incluyente del desarrollo de la Estrategia.

9.2.8 Marco para la transición a cero emisiones netas de la industria. Desarrollo de soluciones financieras en economías emergentes y en desarrollo

El nuevo "Marco para la transición a cero emisiones netas de la industria"⁸⁸ ("Framework for Industry's net-zero Transition") de la OCDE es un enfoque paso a paso para ayudar a las economías emergentes y en desarrollo a diseñar soluciones de financiación y mejorar las condiciones que pueden acelerar la transición de la industria. Desarrollado por la Secretaría de la OCDE para el Grupo de Trabajo sobre Inversión Climática y Desarrollo del Comité de Política Ambiental, este informe se basa en el cuerpo de trabajo de la OCDE sobre financiamiento de energía limpia en economías emergentes.

El Marco está basado en 3 pilares (área de enfoque, resultados de implementación y beneficios del marco) y cinco pasos para la implementación de estos pilares

Cinco pasos para implementar el Marco para transición a cero emisiones netas:

Paso 1 : Involucrar a las partes interesadas y acordar el área de enfoque

- Colaborar con la contraparte del programa cdfim (Clean Energy Finance and Investment Mobilisation de la ocde)
- Identificar y comprender las prioridades de los grupos de interés
- Acordar el área de enfoque
- Establecer un comité directivo y preparar los términos de referencia y el plan de trabajo

Resultados de Paso 1

1. Identificación de actores de cada grupo del grupo de partes interesadas del Marco, mapeo de partes interesadas adicionales fuera de los principales grupos de partes interesadas e introducción del Marco

⁸⁸ https://www.oecd-ilibrary.org/environment/framework-for-industry-s-net-zero-transition_0c5e2bac-en

2. Actividades de participación con el grupo de partes interesadas del Marco a través de talleres, reuniones de mesa redonda, seminarios web y reuniones bilaterales
3. Breve informe sobre las prioridades de las partes interesadas y los factores de decisión de inversión para la transición de la industria y las actividades actuales de los grupos de partes interesadas individuales
4. Definición de gobernanza:
Formación de un Comité Directivo con el objetivo de coordinar las actividades del grupo de partes interesadas del Marco, brindar orientación y monitorear el progreso hacia los pasos de implementación del Marco. El Comité Directivo toma las decisiones finales cuando corresponde.
Preparación de unos breves términos de referencia que definan las funciones y responsabilidades del grupo de partes interesadas del Marco, que guíen cómo se realizará la coordinación, describan los principales flujos de trabajo/grupos de trabajo/actividades y plazos en torno al Marco y muestren los pasos clave en los que será necesario tomar decisiones. para ser tomado y por quién
5. Plan de trabajo y tiempo para la implementación del Marco

Facilitadores y riesgos del Paso 1

El Paso 1 es fundamental para la implementación exitosa del Marco, ya que las decisiones tomadas en este Paso determinan qué áreas y soluciones se desarrollarán al tiempo que garantizan un enfoque claro del Marco para llegar a resultados procesables. En este sentido, es crucial identificar e involucrar a los socios gubernamentales adecuados en el país para el Marco en las primeras etapas de su implementación.

Hitos del Paso 1

1. Lista de los grupos de partes interesadas con los que colaborar
2. Desarrollo de una estrategia para comprometerse con el grupo de partes interesadas del Marco
3. Decisión sobre el área de enfoque
4. Formación del Comité Directivo y las reglas de implementación del Marco

Paso 2: Llevar a cabo una investigación sobre la tecnología actual, la política y la situación financiera

- Investigación de escritorio sobre el estado actual de la tecnología, las políticas y la financiación
- Estado regulatorio, político, financiero y comercial
- Informe el paso 1 para confirmar el área de enfoque

Resultados del Paso 2:

1. Una plataforma de diapositivas amigable para los formuladores de políticas que brinda información detallada sobre la situación de la industria del país y que brinda respuestas a las siguientes preguntas:
 - a. ¿Qué sectores contribuyen más al uso de energía y las emisiones de CO2 de la industria?

- b. ¿Cuáles son los escenarios de energía y emisiones disponibles y su alcance para la transición neta cero de la industria?
- c. ¿Cuáles son las regulaciones, políticas, instrumentos financieros y modelos comerciales disponibles que permiten la transición de la industria hacia una baja emisión de carbono?
- d. ¿Cuáles son las últimas inversiones bajas en carbono en la industria y cómo se han financiado?
- e. ¿Cuáles son las prioridades, los problemas críticos y las barreras para la transición neta cero de la industria y qué factores afectan las decisiones de inversión?
- f. ¿Con qué foros internacionales se relacionan activamente el gobierno y/o los sectores industriales del país?

2. Formación de un conjunto de datos para informar los pasos posteriores de la implementación del Marco

Facilitadores y riesgos del Paso 2:

Se necesitan datos disponibles públicamente de fuentes nacionales, oficinas nacionales de estadísticas y asociaciones industriales nacionales para preparar un conjunto de datos completo que pueda informar los próximos pasos de implementación. Las brechas de datos se pueden cerrar con fuentes de datos internacionales, pero se debe garantizar la comparabilidad con las fuentes de datos nacionales. Una buena comprensión de las prioridades de la industria, los problemas críticos y las barreras requiere un compromiso cercano con las partes interesadas, por lo tanto, el valor del Marco debe comunicarse claramente para garantizar su contribución.

Hitos del Paso 2:

- 1. Conjunto de datos completo sobre el uso de energía, las emisiones y otros datos relacionados con la producción y la energía
- 2. Comprensión clara de las prioridades, los problemas críticos y las barreras para la transición de la industria y las decisiones de inversión.

Paso 3: Evaluar los casos de negocios de un camino de cero emisiones netas para la transición baja en carbono del Área de Enfoque e identificar una cartera de proyectos

- Elija un escenario de políticas actuales como referencia
- Elija una ruta de cero neto para el área de enfoque
- Evaluar las necesidades de inversión
- Evaluar casos de negocio e identificar una cartera de proyectos y necesidades de financiación

Resultados del Paso 3:

- 1. Una plataforma de diapositivas amigable para los formuladores de políticas que proporciona:
 - a. Dos caminos, basados en análisis y datos externos, que caracterizan el crecimiento de energía/emisiones del área de enfoque y las necesidades de inversión para 2030/2050 según las políticas actuales y los caminos netos cero
 - b. Necesidades de inversión de las tecnologías bajas en carbono para cerrar la brecha entre las políticas actuales y el camino de cero emisiones netas
 - c. Evaluación del caso de negocio de las tecnologías bajas en carbono

d. Una cartera de proyectos bajos en carbono que pueden cerrar la brecha de transición neta cero

Facilitadores y riesgos del Paso 3:

La realización exitosa de este Paso dependerá de la elección cuidadosa del Área de Enfoque y su cadena de valor. Además, los esfuerzos de recopilación de datos en el Paso 2 serán fundamentales. Los conjuntos de datos completos disponibles del gobierno o fuentes relacionadas para construir las políticas actuales y los caminos netos cero serán ideales, sin embargo, dichos datos a menudo no están disponibles a nivel de país, especialmente en economías emergentes y en desarrollo.

Hitos del Paso 3:

1. Conjunto de datos completo:

- a. desarrollar las políticas actuales y los caminos netos cero
- b. evaluar las inversiones y el caso de negocio de las tecnologías bajas en carbono

Paso 4: Desarrollar soluciones de mercado y financiamiento para cerrar la brecha de transición

- Identificar brechas de financiamiento en los instrumentos de financiamiento disponibles
- Establecer las barreras financieras y de mercado
- Desarrollar soluciones habilitadoras de mercado y Desarrollar soluciones financieras
- Combinar proyectos bajos en carbono y soluciones de financiamiento
- Acordar un mecanismo de seguimiento y evaluación

Resultados del Paso 4:

1. Una estrategia específica para permitir consultas con las partes interesadas dentro y fuera del grupo de partes interesadas del Marco para identificar los problemas críticos y las barreras y desarrollar soluciones.
2. Una plataforma de diapositivas que proporciona:
 - a. Una lista consolidada de problemas críticos específicos y barreras para el financiamiento y las inversiones en tecnologías bajas en carbono relevantes para el área de enfoque
 - b. Orígenes y fuentes de financiación para cerrar la brecha de financiación de la ruta neta cero
 - c. Soluciones de mercado y financiamiento para cerrar la brecha de transición neta cero que se combinan con las barreras específicas que pueden superar
 - d. Una cartera de proyectos bajos en carbono hacia la realización del camino neto cero
3. Un breve documento que acompaña a las soluciones para guiar cómo las partes interesadas pueden implementarlas con el apoyo de casos de uso
4. Informes de políticas que resumen los resultados de la implementación del Marco para ayudar a los grupos de partes interesadas del Marco a identificar las áreas de acción prioritarias
5. Un breve documento que describa el alcance y los pilares de un mecanismo de seguimiento y evaluación específico del país y cómo se puede implementar en el país.

Facilitadores y riesgos del Paso 4:

Es crucial garantizar que las soluciones sean tangibles y viables para el grupo de partes interesadas del Marco.

Para garantizar esto, las soluciones deben compararse con los intereses y necesidades de las partes interesadas. Reducir la amplia lista de problemas críticos y barreras al Área de enfoque y verificar su viabilidad actual en el sector industrial ayudará. Llegar a una cartera de proyectos bajos en carbono será esencial para establecer el vínculo entre las soluciones y dónde y cómo se pueden implementar. Una estrategia para implementar las soluciones podría facilitar. Además, se necesitará el compromiso y la estrecha colaboración con las partes interesadas en el diseño de soluciones de mercado y financiamiento que brinden formas de superar estas barreras.

Hitos del Paso 4:

1. comprensión clara de los problemas críticos y las barreras relacionadas con las inversiones en tecnología de bajas emisiones de carbono en el área de enfoque
2. desarrollo de un documento breve para guiar la implementación de soluciones
3. Implementación del mecanismo de seguimiento y evaluación.

Paso 5: Difundir los resultados del Marco

- Desarrollar una estrategia de comunicación y divulgación.
- Difundir los resultados del Marco en el país y más allá
- Identificar acciones de seguimiento y mayor colaboración entre la OCDE y las economías emergentes

Resultados del Paso 5:

1. Desarrollo de una estrategia de comunicación y divulgación
2. Actividades de difusión en el país y más allá
3. Actividades de participación con las partes interesadas para identificar actividades de seguimiento para ampliar la colaboración entre la OCDE y los gobiernos en la transición de la industria.

Facilitadores y riesgos del Paso 5:

Se necesitará una participación continua de las partes interesadas para ir más allá de la implementación del Marco a fin de identificar las áreas de política relevantes a las que los resultados del Marco pueden contribuir en los países. Para asegurar un interés continuo en el Marco, se debe asegurar una fuerte aceptación por parte de las partes interesadas.

Hitos del Paso 5:

1. Identificación de mensajes clave
2. Desarrollo de resúmenes de políticas, casos de uso y materiales de comunicación

9.2.9 Estrategia Nacional de Calidad del Aire Colombia

El documento de la estrategia⁸⁹ fue elaborado por la Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible está constituido por 7 capítulos incluyendo la introducción.

En el capítulo 2 de Diagnóstico y Problemática se analizan los siguientes temas:

2.1. Lineamientos de política: Metas de disminución de límites de valores normativos para concentraciones y emisiones, incluyendo priorización de medidas para avanzar en dichos cumplimientos.

2.2. Estado de la calidad del aire. Diagnóstico de la calidad con tablas y gráficos que resumen tendencias y cumplimiento normativo de los principales contaminantes a nivel local y nacional

2.3. Fuentes de emisiones contaminantes a la atmósfera (resumen de principales fuentes contaminantes y su participación para principales ciudades y contaminantes)

2.4. Ordenamiento territorial enfocado en la gestión de la calidad del aire (En consideración a las actividades que generan emisiones contaminantes, las cuales pueden estar ubicadas en zonas que generan conflictos con las comunidades y presión sobre los recursos es necesario que las autoridades ambientales incidan en la elaboración de los planes de ordenamiento territorial durante las etapas de formulación y actualización donde sea incluido las determinantes ambientales relacionados con la calidad del aire)

2.5. Conocimiento técnico científico fortalecimiento del conocimiento científico y técnico considerando mesas de trabajo entre el MMA y diferentes actores para detectar temas de interés, entre ellos fortalecimiento de la medición de la calidad del aire y de fuentes emisoras, elaboración de inventarios de emisión, caracterización de material particulado, aplicación de modelos de calidad del aire, generación de una red de conocimiento, desarrollo de talleres de capacitación, fortalecimiento del análisis de la información y bases de datos, y desarrollo de estudios epidemiológicos locales o regionales que relacionen el impacto en salud por la mala calidad del aire

2.6. Estados Excepcionales Identificación de eventos o episodios de alta contaminación como también elaboración de planes para gestionarlos y para evitarlos en el futuro

2.7. Instrumentos económicos; Detalles de los instrumentos económicos para la gestión de la calidad de aire, entre ellos incentivos tributarios, préstamos y créditos no reembolsables para financiar reducción de emisiones o programas de reconversión tecnológica.

2.8. Gobernanza de la calidad del aire, la cual se puede definir como la cogestión, identificación de roles y empoderamiento de los diferentes actores (gobierno, academia, sociedad civil, sector privado) en la gestión por la calidad del aire. Incluye generar espacios de articulación de actores y participación ciudadana, como también, realizar acciones para la promoción de la cultura del aire.

En el capítulo 3 brevemente se presenta la Justificación de la Necesidad de la Estrategia para el mejoramiento de la calidad del aire, para la cual se definen acciones enmarcadas en las líneas de: reducción de emisiones provenientes de diversas fuentes; fortalecimiento técnico y científico; atención y prevención de los estados excepcionales de contaminación atmosférica; financiación para

⁸⁹ <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/estrategia-nacional-de-calidad-del-aire-enca/>

fortalecer la gestión y; gobernanza de la calidad del aire. La meta es reducir los niveles de contaminación considerando el reto establecido para 2030.

El capítulo 4 se presenta que el objetivo general es Mejorar la calidad del aire con énfasis en la reducción de material particulado en áreas urbanas, garantizando así la protección del ambiente y la salud de los colombianos. Además, la estrategia incluye los siguientes 5 objetivos específicos:

OE-I. Fortalecer y actualizar instrumentos normativos y técnicos que permitan la reducción de emisiones a la atmósfera

OE-II. Fortalecer el conocimiento técnico científico para avanzar en la gestión de la calidad del aire en el país

OE-III. Generar lineamientos para proteger la salud de los ciudadanos y prevenir los estados excepcionales de contaminación atmosférica

OE-IV. Fortalecer y actualizar instrumentos económicos y de mercado

OE-V. Definir los lineamientos del modelo de gobernanza de la calidad de aire para el país

En el capítulo 4 se desarrollan las líneas de acción para cada uno de los 5 objetivos específicos. Las cuales se resumen a continuación (indicando al inicio el número del objetivo específico):

1.1 Generar instrumentos técnicos y normativos

1.2 Fortalecer incentivos para la reducción progresiva de emisiones en áreas altamente Contaminadas

2.1 Fortalecer el diseño y operación de los sistemas de vigilancia de calidad del aire en el país

2.2. Avanzar en el conocimiento de fuentes de emisión y aplicación de modelamiento ambiental

2.3. Crear una red de conocimiento para generar y socializar información que permita avanzar en la gestión de la calidad del aire

2.4 Fortalecer la formulación e implementación de planes de descontaminación y el seguimiento a la implementación.

2.6 Fortalecer el conocimiento de calidad del aire y su efecto en salud pública

3.1 Formular y socializar lineamientos nacionales para la gestión del riesgo ante la ocurrencia de episodios críticos de contaminación del aire.

3.2 Promover la incorporación de la contaminación atmosférica dentro de los escenarios de riesgo de los planes municipales de gestión de riesgos de desastres.

4.1 Ajustar los instrumentos técnicos y normativos para fortalecer el financiamiento de acciones para reducción de emisiones contaminantes

4.2 Generar incentivos económicos y de mercado para la reducción de emisiones contaminantes provenientes de fuentes fijas y móviles

4.3 Fortalecer el acceso a recursos financieros y de crédito para la gestión de las emisiones contaminantes

5.1 Instaurar la gobernanza de la calidad del aire

5.2 Mejorar el acceso y confiabilidad de la información de calidad del aire y de emisiones

5.3 Fortalecer la educación y gestión del conocimiento relacionados con calidad del aire

5.4 Fomentar la participación y articulación con actores

En el capítulo 6 se resumen las metas e indicadores para evaluar su cumplimiento de la estrategia divididas entre Metas de impacto y Metas por objetivo específico

Finalmente, en el capítulo 7 se dan algunas recomendaciones tanto para autoridades ambientales como para el sector privado y la sociedad en general.

9.2.10 Estrategia Regulatoria de Australia

En 2011, el Consejo Nacional de Protección Ambiental publicó la Metodología para establecer estándares de calidad del aire en Australia⁹⁰ junto con el Informe de revisión de medidas de Protección ambiental nacional (calidad del aire ambiental).

El documento del 2011 menciona que en el pasado, los procesos de establecimiento de estándares de las Medidas Nacionales de Protección Ambiental (NEPM, por sus siglas en inglés) usaban una variedad de marcos y métodos, cada uno con sus propias ventajas y desventajas. Sin embargo, la ausencia de una metodología general acordada para establecer estándares de calidad del aire dio lugar a un debate considerable entre los sectores de la salud y el medio ambiente y con otras partes interesadas claves durante los procesos de establecimiento de estándares de NEPM. Las áreas de debate sobre el enfoque para establecer estándares de calidad del aire fueron más allá del amplio marco de establecimiento de estándares. Involucraban cuestiones técnicas tales como:

- Márgenes de seguridad exigidos en las normas que se establecen para garantizar la protección de grupos sensibles
- El uso relativo de datos epidemiológicos y toxicológicos en la evaluación de peligros
- Enfoques para tratar los contaminantes sin umbral, como partículas, ozono y carcinógenos
- Qué se entiende por protección adecuada para todos los australianos.

En base a lo anterior, la Metodología para el establecimiento de estándares de calidad del aire en Australia aborda:

- el nivel de protección de la salud que debe incluirse en las normas
- la aplicación de factores de incertidumbre o seguridad
- enfoques para tratar los contaminantes sin umbral
- enfoques para la evaluación de la exposición
- cuestiones de equidad y justicia social
- aplicación y enfoques del análisis de costo-beneficio.

La metodología establece el marco para guiar el desarrollo de estándares de calidad del aire en Australia y, en particular, proporciona una guía detallada sobre el enfoque que se utilizará para la evaluación de peligros y exposición y la caracterización de riesgos. También brinda orientación sobre la aplicación del principio de precaución y los enfoques para abordar los problemas de justicia ambiental al establecer estándares de calidad del aire en Australia.

Los objetivos de la Autoridad de Protección Ambiental (EPA) de NSW son:

- proteger, restaurar y mejorar la calidad del medio ambiente teniendo en cuenta la necesidad de mantener un desarrollo ecológicamente sostenible; y
- reducir los riesgos para la salud humana y prevenir la degradación del medio ambiente.

⁹⁰ <https://www.nepc.gov.au/sites/default/files/2022-09/methodology-air-quality-standards-australia-parta.pdf>

De acuerdo a la estrategia, la NSW declara “Estamos comprometidos a convertirnos en un regulador de clase mundial a través de:

- un enfoque en los resultados: esto significa que nos enfocamos en el impacto de lo que hacemos nosotros, la industria y la comunidad, en lugar de solo establecer y seguir reglas. Centrarse en el impacto es esencial para asegurarnos de que estamos brindando valor público al mejorar los resultados ambientales y de salud humana.
- estar orientado al servicio: reunir a la comunidad, el gobierno, la industria y otras partes interesadas para resolver problemas, responder de manera oportuna a solicitudes, consultas e incidentes, y comunicarse de manera clara y respetuosa con contenido significativo
- una mentalidad de aprendizaje: desarrollar y desarrollar conocimientos continuamente para mejorar la forma en que regulamos y abordamos los problemas ambientales y de salud humana
- ser receptivo y adaptable: escuchar, identificar y responder a los riesgos y oportunidades para reducir o prevenir daños utilizando herramientas, tecnología y datos contemporáneos
- estar centrados en el propósito y en las personas: nuestro propósito informa todo lo que hacemos: entornos, economías y comunidades saludables.”

La estrategia está inserta dentro del Plan estratégico Nacional, de acuerdo al ordenamiento de la figura siguiente:

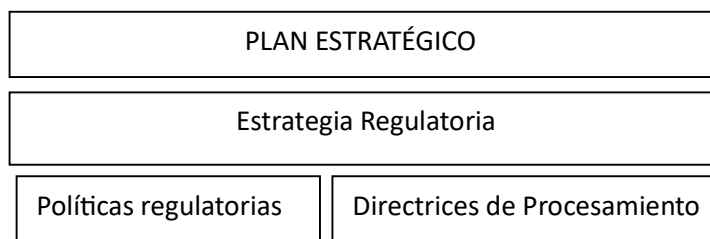


Tabla 40 Estrategia regulatoria en Plan Estratégico Nacional

La Estrategia Regulatoria establece:

- Objetivos y compromisos
- Los principios que guían el trabajo
- Desafíos regulatorios
- qué hacer y cómo hacerlo
- con quién trabajar.

Objetivos:

El propósito es proporcionar valor público mejorando los resultados para el medio ambiente y la salud humana.

Responsable de regular usando un conjunto de legislación que establece una base sólida para la regulación ambiental que se enfoca en los resultados, es proactiva y contiene mecanismos de cumplimiento apropiados.

Utiliza herramientas innovadoras y eficaces que combinan la aplicación y la educación, las asociaciones comerciales y comunitarias y los mecanismos económicos para abordar los problemas ambientales desafiantes.

Se guía por los principios del desarrollo ecológicamente sostenible

- El principio de precaución.
- Actuar para salvaguardar la equidad intergeneracional.
- Actuar para conservar la biodiversidad y la integridad ecológica.
- Alentar a las empresas a incluir factores ambientales en el costo de los bienes y servicios
- el principio de “quien contamina paga”.
- Enfoque de regulación basado en el riesgo.

Desafíos Regulatorios

- Evidencia como base para las decisiones y acciones, y para ayudar a resolver problemas ambientales y desafíos regulatorios.
- Regulación basada en inteligencia, basada en datos e ideas para informar las políticas, programas y acciones regulatorias.

Tabla 41 Desafíos regulatorios de la estrategia de Australia en 6 ejes

Eje	Desafío regulatorio
Proteger la salud humana	<ul style="list-style-type: none"> • proporcionar consejos prácticos sobre los contaminantes en el medio ambiente para proteger la salud humana • actuar con prontitud, de conformidad con el principio de precaución, ante los conocimientos científicos cambiantes y emergentes para utilizar nuestros poderes regulatorios para responder a los riesgos potenciales • impulsar la agenda de investigación: asociarse con organizaciones de educación e investigación en temas prioritarios de salud humana • asociarse con otros para monitorear e identificar sustancias nocivas emergentes.
Proteger el medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • actuar con prontitud, de conformidad con el principio de precaución, ante los conocimientos científicos cambiantes y emergentes para utilizar nuestros poderes regulatorios para responder a los riesgos potenciales • impulsar la agenda de investigación, asociándose con el gobierno, universidades y otras organizaciones de investigación en temas ambientales prioritarios • asociarse con otros para monitorear la degradación del medio ambiente e identificar problemas emergentes • crear y actuar en oportunidades para restaurar y mejorar el medio ambiente • usar nuestros poderes para prevenir y reducir el daño de los impactos de una población humana en aumento.
Desarrollo ecológicamente sostenible	<ul style="list-style-type: none"> • proporcionar experiencia ambiental a los tomadores de decisiones antes de que se otorgue el consentimiento para el desarrollo • promover mejores prácticas para proteger el medio ambiente y la salud humana en la planificación y el desarrollo • abogar por que el medio ambiente se considere adecuadamente en cada decisión sobre el uso de la tierra y que las autoridades, las empresas y las organizaciones de consentimiento utilicen las mejores prácticas para considerar y abordar la calidad del aire y el agua, el ruido, los desechos, la contaminación de la tierra y cualquier sustancia dañina para la salud humana • contribuir al sistema de planificación y desarrollo del uso de la tierra para reducir los conflictos por el uso de la tierra, aumentar la certeza regulatoria para la industria y mejorar la calidad de vida de la comunidad de NSW • actuar para proteger, restaurar y mejorar el medio ambiente cuando tenemos un papel en la regulación de una actividad después de que otro organismo gubernamental haya tomado una decisión sobre el uso de la tierra.

Recuperación de recursos y reducción de residuos	<ul style="list-style-type: none"> • abordar todo el sistema, desde minimizar la generación de residuos hasta ayudar a crear mercados sostenibles para materiales reciclados • trabajar con todos los niveles del gobierno, la industria, la comunidad, la investigación y los sectores científicos para impulsar la gestión de residuos y la recuperación de recursos en el futuro.
Cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • aspirar a influir en la respuesta de todo el gobierno de Nueva Gales del Sur al cambio climático • alentar a la industria a planificar y actuar para abordar los riesgos del cambio climático • liderar programas específicos, incluida la garantía de que NSW logre cero emisiones netas de desechos orgánicos para 2030 • informar sobre el progreso a través del Informe sobre el estado del medio ambiente de Nueva Gales del Sur para garantizar la transparencia para lograr cero emisiones netas para 2050 • asociarse con otras agencias gubernamentales, organismos de punta y organizaciones de investigación para encontrar y progresar en soluciones • monitorear y hacer cumplir las medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que están dentro de nuestro control reglamentario • utilizar los enfoques y herramientas disponibles para promover la reducción de las emisiones de carbono y gases de efecto invernadero y la resiliencia al cambio climático • Alentar a las principales industrias a cambiar su comportamiento para ayudar al gobierno de NSW a lograr cero emisiones netas para 2050, mediante la reducción proactiva de sus emisiones de gases de efecto invernadero y la planificación, adaptación y mitigación de los riesgos del cambio climático.
Crimen ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • mejorar continuamente nuestra capacidad para detectar delitos, lo que incluye empoderar a la comunidad para que se involucre, compartir información y cooperar con otros reguladores, departamentos gubernamentales y agencias de aplicación de la ley • invertir en capacitación, tecnología y herramientas operativas para mejorar nuestras capacidades de inteligencia, vigilancia e investigación • usar el conjunto completo de nuestros poderes regulatorios, incluido el enjuiciamiento.

Que hacer y como Hacerlo

Tabla 42 Que hacer y como hacerlo en la estrategia de Australia

Que hacer	Como Hacerlo
Escuchar	Escuchamos e interactuamos activamente con las personas para comprender los problemas que les afectan y sus ideas para abordarlos.
Educar	Educamos a la comunidad, la industria y el gobierno sobre cuestiones ambientales y de salud humana. Empoderamos la toma de decisiones de otros para que tengan en cuenta los resultados ambientales en sus negocios y prácticas. Brindamos orientación sobre cómo las personas o la industria pueden cumplir o superar sus obligaciones legales.
Habilitar	Habilitamos a la gente de NSW: informamos a la comunidad sobre lo que hacemos y cómo lo hacemos. Ayudamos a individuos, empresas, correguladores y nos asociamos con la industria y el gobierno para proteger, restaurar y mejorar el medio ambiente.
Actuar	Actuamos para investigar y resolver problemas comprometiéndonos con la comunidad, asociándonos con organizaciones de investigación, la industria y el gobierno, usando nuestros poderes de investigación, desarrollando políticas y programas, usando la ciencia y la investigación y emprendiendo reformas regulatorias.
Forzar	Usamos nuestros poderes para obligar a personas y empresas a lograr el cumplimiento de sus obligaciones legales cuando sea necesario.
Monitorear	Vigilamos el estado del medio ambiente y vigilamos el cumplimiento de las obligaciones legales. Investigamos los problemas ambientales y el incumplimiento.
Requerir	Requerimos el cumplimiento de las obligaciones: en virtud de la legislación, los instrumentos reglamentarios, las licencias, los deberes, la capacitación obligatoria y la acreditación.
Influenciar	Influimos en las personas, las empresas, el gobierno, la investigación y la ciencia para que realicen cambios y obtengan mejores resultados ambientales y de salud humana. Fomentamos el cambio y la innovación a través de asociaciones y colaboración. Brindamos incentivos para que las personas y las empresas protejan, restauren y mejoren el medio ambiente.

Con quién trabajar.

- Define con quienes trabajar: Gobierno local y administradores de tierras locales; Otros reguladores; Organizaciones gubernamentales y de investigación; La industria y la comunidad regulada; Comunidades;
- Grupos de interés y ONG

9.2.11 Programa de creación de capacidad sobre normas de calidad del aire para los países del Consejo de Cooperación del Golfo

El programa de desarrollo de capacidades sobre estándares de calidad del aire fue elaborado en 2021 por la Oficina de Asia Occidental del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con el apoyo de la Secretaría del Consejo de Cooperación del Golfo (CCG) y en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia Ambiental de Austria (EAA). El Capítulo 1 presenta en forma resumida la importancia de la calidad del aire tanto para la salud humana como para el medio ambiente, incluido el papel de la contaminación del aire en el cambio climático.

El Capítulo 2 describe el propósito general de los estándares de calidad del aire, los procedimientos y las consideraciones para establecer tales estándares, así como diferentes tipos de estándares y umbrales.

El Capítulo 3 proporciona una descripción general de los estándares de calidad del aire en la Unión Europea (UE), incluida la verificación del cumplimiento, en los Estados Unidos de América (EE. UU.) y otros países seleccionados.

El Capítulo 4 brinda una descripción general de los estándares actuales de calidad del aire en los países del CCG (Baréin, Qatar, Emiratos Árabes Unidos, Omán y Arabia Saudita) comparándolos con los estándares de la UE, EE. UU y las guías de la OMS.

El Capítulo 5 resume las directrices de calidad del aire de la OMS y los objetivos provisionales.

El Capítulo 6 describe métodos para la distribución de fuentes en general y técnicas para dar cuenta de la contribución del polvo del desierto en particular.

9.2.12 Estrategias en Chile

9.2.12.1 Estrategia de la gestión de olores en Chile

La estrategia de la gestión de Olores⁹¹ en Chile tiene la siguiente estructura (que corresponde al índice del documento)

I. INTRODUCCION

II. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

1. Actividades o sectores potencialmente generadores de olores en Chile
2. Organismos de la administración del Estado relacionados a la gestión de olores
3. Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
4. Normativa Técnica para Medición de Olores
5. Criterios internacionales para la regulación de olores

III. OBJETIVO DE LA ESTRATEGIA Y RESULTADO ESPERADO

El objetivo definido para la Estrategia es fortalecer el marco regulatorio a través de medidas de corto, mediano y largo plazo que permitan cuantificar, controlar y prevenir la generación de olores, abordando la gestión del tema con un enfoque integral.

Se espera que la implementación de esta Estrategia permita mejorar la calidad de vida de las personas, insertando la gestión de olores en la gestión ambiental del país.

IV. LÍNEAS DE TRABAJO

- i) Fortalecimiento marco regulatorio
- ii) Levantamiento de información
- iii) Incrementar conocimiento sobre temática de olores
- iv) Coordinación transversal de organismos de la administración del Estado.
- v) Fortalecimiento Institucional

9.2.12.2 Estrategia para la Gestión del Control de Ruido Ambiental

I. Diagnóstico del Ruido Ambiental en Chile

- a) El Problema del Ruido
- b) Las Fuentes de Ruido
- c) Situación en Chile
- d) Criterios Internacionales
- e) La Gestión del Control de Ruido Ambiental en Chile

⁹¹ Estrategia de Olores disponible en <https://olores.mma.gob.cl/estrategia/>

II. Estrategia para la Gestión del Control de Ruido Ambiental (2010 - 2014)

1. Elaboración de la Estrategia

Para la elaboración de la estrategia se usó la metodología de Marco Lógico, que es la metodología usada por la Dirección de Presupuestos (DIPRES) para la definición de sus programas

Objetivo General: Propender a adecuados niveles de ruido para la población de centros urbanos de más de 50.000 habitantes.

Objetivos Específicos:

- Avanzar en el marco regulatorio del ruido ambiental.
- Avanzar en el levantamiento de información.
- Avanzar en la sensibilización del ruido ambiental, especialmente a los tomadores de decisión

2. Planteamiento del Problema

Inadecuados niveles de ruido que afectan a la población de centros urbanos de más de 50.000 habitantes

Causas	Fuentes Ruidosas	<ul style="list-style-type: none">• Inexistencia de información• Falencias en fiscalización• Regulación insuficiente• Falta de coordinación• Inadecuado emplazamiento
	Receptores mal protegidos	<ul style="list-style-type: none">• Inadecuado emplazamiento• Aislamiento acústico insuficiente
	Falta de sensibilización	<ul style="list-style-type: none">• Falta de información• Falta de recursos
Efectos	Disminución de la calidad ambiental y de calidad de vida	<ul style="list-style-type: none">• Interferencia del ruido en nuestras actividades
	Detrimento de la salud	<ul style="list-style-type: none">• Aumento de enfermedades nerviosas• Disminución de la capacidad auditiva
	Pérdidas económicas	<ul style="list-style-type: none">• Alteración de los procesos de aprendizaje• Disminución de la plusvalía de las propiedades• Costos por licencias médicas• Valoración costo hedónico• Baja rendimiento

3. Definición de Prioridades – Criterios

a. Alto Impacto

b. Ventana de Oportunidades

- Respuesta técnica. Existen alternativas de solución técnicamente factibles
- Oportunidad política. Voluntad de regular o legislar al respecto
- Opinión pública. La ciudadanía está sensibilizada con el tema

c. Economía Interna – Recursos

4. Identificación de alternativas (ejemplo)

N	Alto Impacto	Ventana de Oportunidades	Economía Interna
1	Norma vehículos livianos medianos y motocicletas	Regulación Actividades de Construcción	Ordenanza Municipal e implementación
2			
3			

5. Análisis de alternativas (priorización de las medidas del punto 4)

6. Componentes del Programa

Se definen 3 componentes:

1. Elaborar y revisar la normativa ambiental para el tema ruido, y coordinar la elaboración e implementación de regulaciones complementarias.
2. Avanzar en la generación de información sobre ruido ambiental y mejorar la existente.
3. Establecer programas de difusión.

Para cada componente se describen las actividades, las que se separan entre actividades que son pertinencia del MMA, y otras que son de atribución de otros ministerios, con los cuales se debe establecer un programa de trabajo en conjunto.

7. Desafíos futuros

En la estrategia se establecen desafíos en el ámbito regulatorio, En el ámbito de generación de información, En el ámbito de la sensibilización o difusión

Actualmente, la estrategia de la Sección de Ruido⁹² está alineada con la estrategia del Olores del MMA, es decir considera 5 líneas de acción:

- Fortalecimiento del marco regulatorio
- Levantamiento de información
- Difusión y Capacitación
- Coordinación intersectorial
- Fortalecimiento Institucional

⁹² <https://ruido.mma.gob.cl/estrategia-mma/>

9.2.12.3 Estrategia de fiscalización ambiental 2018-2023 de la SMA

La estrategia de fiscalización ambiental⁹³ de la SMA para el período 2018-2023 tiene la siguiente estructura:

Una presentación donde se declara: “Nuestra misión institucional es proteger el medio ambiente y la salud de las personas, asegurando el cumplimiento de la normativa ambiental”.

Un breve glosario

Una página introductoria

Una página con Objetivo y alcances. Donde el objetivo es “ Establecer los lineamientos estratégicos para la División de Fiscalización y las oficinas regionales de la Superintendencia del Medio Ambiente, para el período 2018-2023” y el alcance corresponde a: “guiar las actuaciones de la División de Fiscalización y las oficinas regionales de la Superintendencia del Medio Ambiente, y sus interacciones con las distintas áreas dentro de la institución, así como con los regulados y otros actores de interés

Capítulo que establece las motivaciones para la generación de la estrategia:

- Promoción al cumplimiento, orientado al fomento del cumplimiento con un enfoque transversal que incorpore herramientas comunicacionales.
- Disuasión, como un tipo de gestión que fomente el cumplimiento de la normativa a partir de un rol focalizado de la Superintendencia en la fiscalización.
- Rectoría técnica, como el rol que debe asumir la SMA respecto a ser referente en materia ambiental.
- Despliegue territorial, respecto del posicionamiento regional de la SMA.

Un capítulo de diagnóstico

- Algunos puntos críticos de las Resoluciones de Calificación Ambiental
- Escasa incorporación de tecnología para la fiscalización
- Ciclo de programación o metodología para la formulación de los programas y subprogramas de fiscalización ambiental (hasta la fecha solo aplicables a unidades de fiscalización con RCA)
- Los desafíos de la RENFA (Red nacional de fiscalización ambiental)

Capítulo final donde se establecen 4 lineamientos estratégicos y las acciones a ejecutar para concretar el cumplimiento de cada uno de ellos:

1.- Robustecer el modelo de fiscalización ambiental:

- Sentar las bases para la construcción de una Base de Datos Unificada para la fiscalización ambiental, que se visualice a través del catastro de unidades fiscalizables (CUF)
- Actualizar y robustecer el modelo de priorización de Unidades Fiscalizables de RCA
- Avanzar en la definición de modelos de priorización para Normas de Emisión y Planes de Prevención y/o Descontaminación Ambiental

⁹³ <https://portal.sma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/11/Estrategia-de-Fiscalizacion-Ambiental-2018-2023.pdf>

- Generar mecanismos para acotar el universo de regulados por RCA, descartando aquellos proyectos no ejecutados, o caducados
- Reforzar los equipos de fiscalización en las regiones que concentran el mayor número de Unidades Fiscalizables y las de mayor envergadura
- Implementar “Plan de Trabajo Plurianual RENFA 2017-2023”:

2.- Modernizar el seguimiento ambiental para Contar con información en línea que permita realizar seguimiento y control avanzado o remoto de variables ambientales como parte de un sistema moderno y eficiente de vinculación entre Unidades Fiscalizables y entidades fiscalizadoras.

- Retroalimentar al Servicio de Evaluación Ambiental y a los organismos con competencia ambiental que participan del SEIA para propiciar la inclusión de criterios de fiscalización en la evaluación ambiental
- Retroalimentar al Ministerio del Medio Ambiente, para propiciar la inclusión de criterios de fiscalización en la construcción de las Normas de Emisión y Planes de Prevención y/o Descontaminación Ambiental
- Desarrollar sistemas automatizados de recepción y gestión de los seguimientos ambientales:
- Avanzar en el uso de tecnologías para el monitoreo remoto en los procedimientos de fiscalización Ambiental
- Avanzar en la automatización de los procesos de fiscalización

3.- Reforzar la rectoría técnica

- Sentar las bases para el establecimiento de un sistema de gestión de calidad
- Generar un compendio de las instrucciones generales y específicas dictadas, por componente ambiental y/o por norma
- Fortalecer y evaluar el capital humano respecto de los criterios y procedimientos establecidos
- Generar una planificación a corto, mediano y largo plazo para la generación de nuevos alcances de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFAs)
- Generar una planificación a corto, mediano y largo plazo para la generación de nuevos alcances para las Entidades Técnicas de Certificación Ambiental (ECAs)

4.- Incentivar el cumplimiento ambiental y las herramientas de corrección temprana

- Promover instancias de acercamiento con la autoridad
- Incentivar mecanismos de corrección temprana
- Propiciar mecanismos de autocumplimiento
- Avanzar en el desarrollo de trámites de digitales
- Propiciar la generación de un “Portal de Regulados”

9.2.12.4 Estrategia climática de largo plazo de Chile

La Estrategia climática de largo plazo de Chile⁹⁴: Camino a la carbono neutralidad y resiliencia a más tardar al 2050 fue elaborada en el año 2021. El documento incluye una presentación firmada por el presidente. Luego un capítulo con Antecedentes que incluyen:

- Acuerdo de París y Estrategias de Largo Plazo
- Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático
- Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) y Objetivos de Desarrollo Sostenible
- Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y tendencia en Chile
- Chile, país vulnerable frente al cambio climático
- La humanidad en una encrucijada y el papel de la sociedad civil
- Elaboración participativa de la Estrategias de Largo Plazo (ECLP)

El segundo capítulo corresponde a la visión a largo plazo de Chile en la cual se establece que:

- Chile, Carbono neutral a más tardar al 2050
- Chile, resiliente al cambio climático a más tardar al 2050
- Fundamentos de construcción de la ECLP, incluyen: Base en la Ciencia; Gobernanza Climática; Pilar Social, Costo Efectividad para la mitigación y adaptación; Soluciones Basadas en la Naturaleza

El capítulo 3 corresponde a Mitigación que incluye:

- Contexto de los presupuestos de emisiones o meta de emisiones acumuladas
- Asignación de presupuestos de emisiones y esfuerzos de mitigación a nivel sectorial
- Implementación de la asignación de presupuestos sectoriales
- Presupuestos sectoriales y territorialidad
- Componente Carbono Negro

El capítulo 4 corresponde a Adaptación camino a la resiliencia climática que incluye:

- Marco conceptual de vulnerabilidad y adaptación
- Lineamientos de la adaptación a nivel nacional, sectorial, regional y comunal
- Indicadores para el Monitoreo, Reporte, Verificación y Evaluación de la Adaptación en el largo plazo

El capítulo 5 corresponde a Contribuciones Sectoriales y componentes de integración que incluye los siguientes sectores: Energía, Minería, Silvoagropecuario, Pesca y agricultura, Residuos y economía circular, Edificación y ciudades, Infraestructura, Transportes, Salud, Turismo, Borde costero, Biodiversidad, Recursos hídricos, Océano.

El capítulo 6 corresponde a Gestión del cambio climático a nivel regional y local que incluye

- Coordinación nacional, regional y local de los instrumentos de gestión del cambio climático
- Fortalecimiento de capacidades para la gestión regional y comunal del cambio climático

⁹⁴ Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf>

- Articulación de mecanismos de financiamiento para acción climática regional y local
- Metas para implementar la gestión del cambio climático a nivel regional y local

El capítulo 7 corresponde a Costo efectividad (económica, ambiental y social) que incluye:

- Costos Indirectos de la Inacción en cambio climático
- Costo Efectividad de la Carbono Neutralidad

El capítulo 8 corresponde a 2 temas, en primer lugar Medios de implementación de la ECLP que incluye:

- Desarrollo y Transferencia Tecnológica
- Desarrollo de Capacidades y Empoderamiento Climático
- Lineamientos financieros en la Estrategia Climática de Largo Plazo
- Lineamientos e instrumentos complementarios para fomentar la gestión del cambio climático

En segundo lugar se aborda en capítulo 8 el Monitoreo, reporte y verificación (MRV) de la ECLP que incluye:

- Contexto y necesidades
- Definiciones
- Criterios y principios
- Proceso de MRV de la ECLP

Para finalizar el documento se incluyen anexos que dan cuenta de la realización de diversos talleres tanto en la fase de diseño y de elaboración de la ECLP como de involucramiento y difusión:

- Profundizando en la elaboración participativa de la ECLP
- Participación ciudadana formal
- Participación para el robustecimiento de la propuesta
- Instancias de participación transversales

9.2.12.5 Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030

El documento con la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030⁹⁵ instrumento de política pública que establece los principales lineamientos estratégicos y metas nacionales en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad al 2030, fue aprobada por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad el 05 de enero de 2018. Cuenta con una Visión y Misión de corto, mediano y largo plazo, siete principios rectores, ejes estratégicos y cinco objetivos que los articulan, con los cuales se espera: promover el uso sustentable de la biodiversidad para el bienestar humano; desarrollar la conciencia, el conocimiento y la participación de la ciudadanía en el resguardo de la biodiversidad como fuente de bienestar; proteger y restaurar la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos; fortalecer la institucionalidad y buena gobernanza; e integrar objetivos de

⁹⁵ https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Estrategia_Nac_Biodiv_2017_30.pdf

biodiversidad en otros instrumentos sectoriales, generando un marco orientador que articule los principales desafíos del país en este ámbito.

La Visión corresponde a “La sociedad chilena comprende, valora, respeta e integra la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del país como fuente de su propio bienestar, deteniendo su pérdida y degradación, restaurándolos, protegiéndolos, usándolos de manera sustentable y distribuyendo los beneficios de la biodiversidad de manera justa y equitativa, manteniendo las posibilidades de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.”.

El primer capítulo del documento corresponde al contexto incluyendo un Marco global y nacional y la Evaluación de la estrategia nacional de biodiversidad 2003.

El capítulo 2 corresponde a SITUACIÓN ACTUAL Y DESAFÍOS DE LA BIODIVERSIDAD DE CHILE, el cual se incluye:

- Importancia de la biodiversidad
- Estado de conservación de la biodiversidad en Chile
- Servicios ecosistémicos
- Biodiversidad y cambio climático
- Uso sustentable e inserción de objetivos de biodiversidad
- Instrumentos para la conservación y protección de la biodiversidad
- Restauración de la biodiversidad
- Conciencia ciudadana e institucionalidad
- Información, investigación y monitoreo de la biodiversidad

El capítulo 3 se presenta una figura que resume el Marco estratégico y de implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB), incluida a continuación en la Figura 14:

El capítulo 4 desarrolla el Marco estratégico de la ENB el cual incluye

- Misión y visión
- Principios orientadores
- Objetivos estratégicos
 - I. Promover el uso sustentable de la biodiversidad para el bienestar humano, reduciendo las amenazas sobre ecosistemas y especies.
 - ii. Desarrollar la conciencia, la participación, la información y el conocimiento sobre la biodiversidad, como base del bienestar de la población
 - iii. Desarrollar una institucionalidad robusta, buena gobernanza y distribución justa y equitativa de los beneficios de la biodiversidad
 - Iv. Insertar objetivos de biodiversidad en políticas, planes y programas del sector público y privado
 - V. Proteger y restaurar la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos

El capítulo 5 desarrolla el Marco para la implementación y seguimiento de la estrategia y su plan de acción, incluyendo:

- Implementación de la ENB 2017-2030
- Temporalidad y actualización del plan de acción
- Mecanismo de seguimiento y evaluación del plan de acción
- Arreglos institucionales para la implementación
- Opciones de financiamiento nacional e internacional
- Avances para enfrentar los desafíos financieros de la ENB 2017-2030

En el capítulo 6 se desarrolla el plan de acción de la ENB incluyendo actividades transversales y metas de la estrategia de la ENB por cada ámbito temático:

- Ámbito temático: conservación de la biodiversidad marina y de islas oceánicas
- Ámbito temático: gestión de especies exóticas invasoras
- Ámbito temático: conservación de especies nativas
- Ámbito temático: áreas protegidas
- Ámbito temático: conservación y uso racional de los humedales

Como Anexo se incluyen las 20 Metas de Aichi (Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 de la COP 10 en Aichi-Japón) y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible

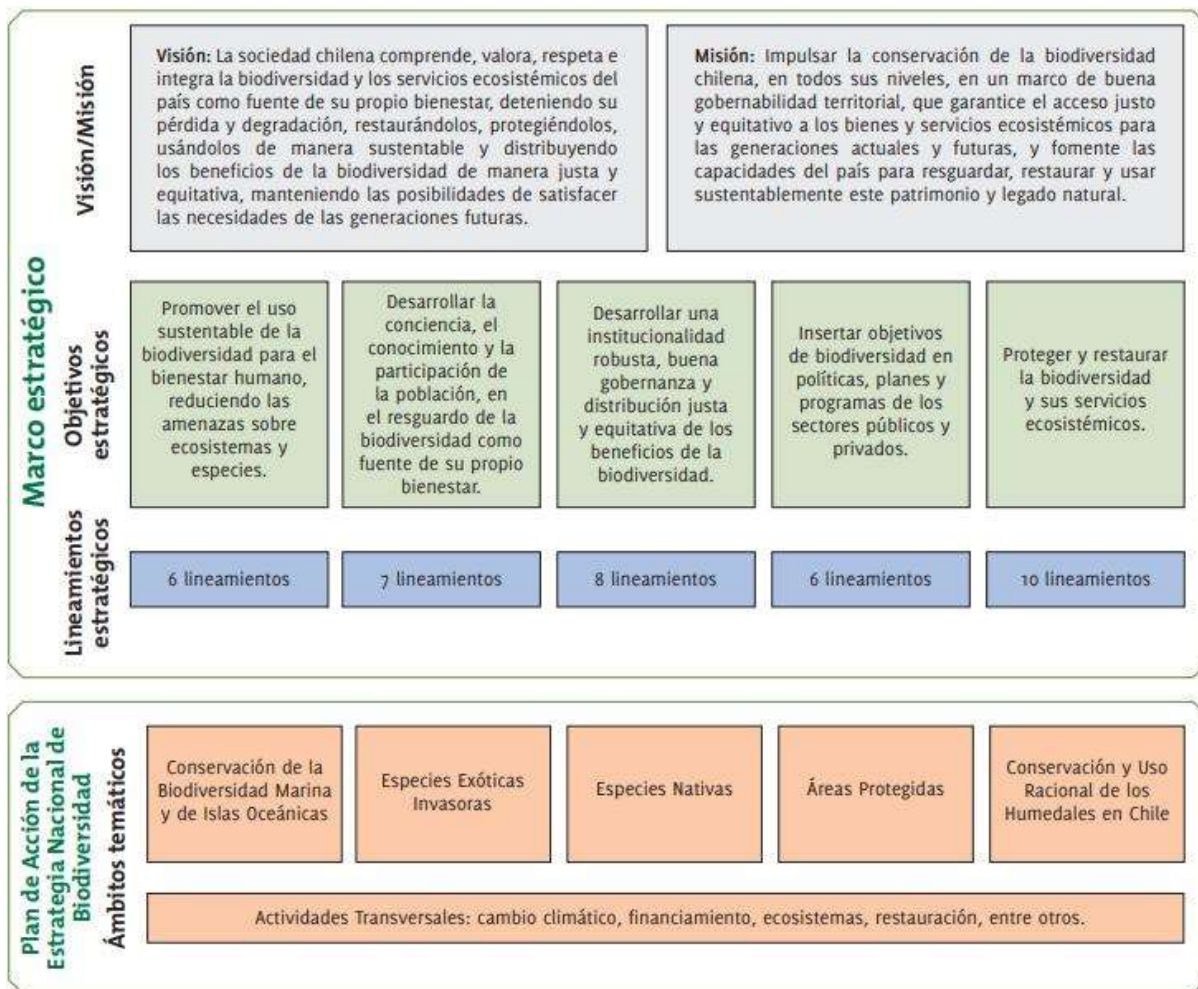


Figura 14 Marco estratégico y de implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB)

Estrategia de desarrollo de Normas asociadas a calidad de aire

9.3.1 Prólogo

La calidad del aire es un componente esencial de la salud pública y el bienestar ambiental. En la búsqueda de un futuro sostenible, Chile enfrenta el desafío crítico de mejorar la calidad del aire para proteger a sus ciudadanos y preservar su entorno natural. Esta estrategia representa un paso decisivo hacia ese objetivo.

En las últimas décadas, hemos sido testigos de cambios significativos en la dinámica ambiental de nuestro país. La rápida urbanización, el crecimiento industrial y otros factores han contribuido al aumento de las emisiones contaminantes, afectando la calidad del aire que respiramos y comprometiendo la salud de las generaciones presentes y futuras.

Esta estrategia no solo reconoce la urgencia de abordar estos desafíos, sino que también establece un compromiso firme con la acción. Entendiendo la necesidad de dar certeza tanto a la ciudadanía como al sector regulado, esta estrategia de elaboración de Normas de largo plazo, establece criterios claros que definen cómo se avanzará en la revisión de las normas de calidad, en qué momento y en qué nivel.

Con esta estrategia se espera establecer una hoja de ruta clara, factible y también ambiciosa para enfrentar el problema de contaminación del país. Pues, en conjunto, forjaremos un futuro donde el aire que respiramos sea puro, donde la salud de nuestras comunidades sea prioritaria y donde la belleza de nuestro país se conserve para las generaciones venideras.

Juntos, construyamos un Chile con aire limpio y un futuro más saludable.

9.3.2 Introducción

9.3.2.1 Antecedentes generales

El artículo 1 de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente establece “...el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación⁹⁶, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental...”. Para lograr lo anterior, se definen entre sus instrumentos de gestión ambiental, la existencia de dos tipos de normas, norma de calidad ambiental y norma de emisión. Las normas de calidad ambiental pueden ser primarias o secundarias, donde las normas de calidad primarias son aquellas que tienen como objetivo proteger la salud de la población humana dentro del territorio nacional, mientras que las normas de calidad secundaria tienen por objetivo proteger o conservar el medio ambiente o la naturaleza y son de carácter local, y no necesariamente nacional.

En el Artículo 32 de la Ley N° 19.300 se señala que “Un reglamento establecerá el procedimiento a seguir para la dictación de normas de calidad ambiental, que considerará a lo menos las siguientes etapas: análisis técnico y económico, desarrollo de estudios científicos, consultas a organismos competentes, públicos y privados, análisis de las observaciones formuladas y una adecuada publicidad. Establecerá además los plazos y formalidades que se requieran para dar cumplimiento a lo dispuesto en este artículo y los criterios para revisar las normas vigentes.

En cumplimiento de lo anterior, en el año 2013 se publicó en el Diario Oficial el D.S. N°38/2012 del MMA, que “Aprueba reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión” dejando sin efecto el anterior reglamento (D.S. N°93/1995 de MINSEGPRES). Este reglamento establece en el Artículo 10 que corresponderá al Ministro definir y dictar, a lo menos cada dos años, un programa de regulación ambiental que contenga los criterios de sustentabilidad y las prioridades programáticas en materia de políticas, planes y programas de dictación de normas de calidad ambiental y de emisión y demás instrumentos de gestión ambiental. Para el período 2022-2023 está vigente el Programa de Regulación Ambiental establecido mediante la Resolución Exenta N°1206 del MMA.

En el Artículo 38 del el D.S. N°38/2012 se establece, además, que toda norma de calidad ambiental y de emisión será revisada a lo menos cada cinco años. Sin embargo, el Ministerio, de oficio o a solicitud de cualquiera de los ministerios sectoriales, fundado en la necesidad de readecuación de la norma, podrá adelantar el proceso de revisión. Este plazo de 5 años fue modificado a 4 años para normas de calidad ambiental en la Ley Marco de Cambio Climático en el año 2022 (Ley N°21.455 del MMA), plazo que fue corroborado en la Ley N° 21.562/2023 que Modifica la ley N° 19.300 para establecer restricciones a la tramitación de proyectos en zonas declaradas latentes o saturadas.

La Ley N°21.562 estableció además en el Artículo primero transitorio que “en el plazo de seis meses contado desde la publicación de la presente ley, el Presidente de la República, por decreto expedido a través del Ministerio del Medio Ambiente, deberá proceder a la modificación de los decretos supremos Nos 38 y 39, ambos de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, con el objeto de armonizar sus normas y establecer los procedimientos y plazos para la implementación de la presente ley.”

⁹⁶La letra m) del artículo 2, de la Ley 19300, define medio Ambiente Libre de Contaminación como aquél en el que los contaminantes se encuentran en concentraciones y períodos inferiores a aquéllos susceptibles de constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental;

En Septiembre de 2023 mediante la Resolución Exenta N°905 del MMA se aprobó el Anteproyecto de Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión ordenando además someterlo a consulta pública.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que el proceso de Transición Socioecológica Justa constituye una prioridad para el Ministerio del Medio Ambiente y el actual Gobierno, y es entendida como promover una sociedad resiliente baja en carbono y contaminantes, en que la protección ambiental sea parte de las decisiones del Estado, comunidades y sector privado. Ello implica avanzar en la protección de la vida y del medio ambiente, garantizando que los beneficios se compartan amplia y equitativamente, a través de la creación de normas de calidad y emisión que mejoren la calidad de vida de las comunidades, el fortalecimiento de la institucionalidad ambiental, para que los proyectos de inversión estén alineados con la resiliencia climática, la descarbonización y altos estándares de protección ambiental, además del fortalecimiento de la cohesión social mediante instancias de gobernanza pertinentes territorialmente y la participación pública. Adicionalmente, Chile al formar parte de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), enfrenta importantes desafíos en la integración de las consideraciones ambientales en el marco normativo y de las políticas públicas ambientales.

Es importante mencionar que en noviembre de 2022, un grupo de senadores y senadoras presentó una moción que apunta a modificar la ley de Bases Generales del Medioambiente, para elevar los estándares de calidad ambiental del aire con el fin de *“incorporar los estándares que la Organización Mundial de la Salud establece sobre calidad del aire, concretamente sobre una serie de elementos contaminantes que son perjudiciales para la salud de la población y también para los ecosistemas”*.

Considerando lo anterior, y en el contexto de los alcances y visión de futuro vinculados a estos procesos normativos, es que se ha formulado una estrategia global, que identifica las líneas de trabajo junto a sus planes y acciones que permitan avanzar en forma conjunta con los actores involucrados del sector público y privado en las metas ambientales a corto, mediano y largo plazo. Fortaleciendo además la institucionalidad ambiental y la coherencia normativa en el cumplimiento de metas ambientales y la integración de políticas con un horizonte claro y sustentable, y que considere los factores externos, para ir avanzando al cumplimiento de los estándares de calidad del aire cada vez más exigentes a fin de proteger la salud de la población y el medioambiente.

9.3.2.2 Descripción del marco normativo.

La estrategia de Normas debe guiarse por los principios de la Ley Marco de Medio Ambiente (Artículo 2 de Ley N°21455), es decir por los principios preventivo, precautorio, progresividad y de no regresión. Además, la estrategia debe estar alineada tanto con las leyes, decretos, programas y otras estrategias nacionales como con los compromisos y metas internacionales:

Acuerdos, Compromisos y metas internacionales:

- Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)⁹⁷ publicada en el año 2020, que establece meta de al menos 25% de reducción de carbono negro para el año 2030. En noviembre del 2022 se incluye un anexo que incorpora una contribución en materia de emisiones de metano.
- Estrategia Climática de Largo Plazo⁹⁸ (ECLP) publicada en el año 2021, que establece lineamientos de mitigación y adaptación al cambio climático, incluyendo la reducción de contaminantes locales y lograr reducir al 2050 en un 70% las emisiones de la industria y minería.
- Acuerdo de Escazú⁹⁹ (Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe) el cual entró en vigencia el 22 de abril de 2021, al superarse las 11 ratificaciones necesarias para ello y su primera Conferencia de las Partes (COP) tuvo lugar entre el 20 y el 22 de abril de 2022 en Santiago de Chile. El país ha comenzado a ser Estado Parte del tratado desde el 11 de septiembre de 2022.
- Acuerdo de cooperación Ambiental Chile-Canadá vigente desde febrero de 2007 cuyos objetivos centrales son fortalecer la cooperación ambiental entre los dos países y asegurar la aplicación eficaz de las leyes y regulaciones ambientales interna. Asimismo, fomentar el desarrollo sostenible, la cooperación en la conservación, protección y mejora del medio ambiente, y promover medidas ambientales efectivas y económicamente eficientes.
- Estrategia de Chile para la implementación de la agenda 2030¹⁰⁰ para el Desarrollo Sostenible que incluye “Avanzar en el trabajo de diseño e implementación de nuevos planes de prevención y/o descontaminación atmosférica, declaración de zonas latentes y/o saturadas, normas de emisión y calidad del aire primarias y secundarias” como línea de acción para los objetivos relacionados con ciudades sostenibles.
- Compromisos en materia ambiental de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)¹⁰¹ a la cual ingresó Chile en el año 2010. En la “Prospectiva Medioambiental de la OCDE para el 2030¹⁰²” se incluyen mejoramiento de la calidad de aire urbano, disminución de concentraciones de partículas y ozono troposférico, disminución de emisiones de SO₂, NO_x y de gases de efecto invernadero.

⁹⁷ Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/contribucion-determinada-ndc/>

⁹⁸ Disponible en <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/estrategia-climatica-de-largo-plazo-2050/descripcion-del-instrumento/>

⁹⁹ Disponible en <https://mma.gob.cl/escazu-en-chile/>

¹⁰⁰ Disponible en <https://www.chileagenda2030.gob.cl/>

¹⁰¹ Disponible en <https://www.oecd.org/env/>

¹⁰² Disponible en <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/40224072.pdf>

Leyes y Decretos:

- Ley 19.300¹⁰³ promulgada en marzo de 1994 que aprueba ley sobre bases generales del medio ambiente.
- Ley 20.417¹⁰⁴ promulgada en enero de 2010 que crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente.
- Ley 21.562¹⁰⁵ promulgada en mayo de 2023 que modifica ley n° 19.300, sobre bases generales del medio ambiente, con el objeto de establecer restricciones a la evaluación de proyectos en zonas declaradas latentes o saturadas.
- Ley Marco de Cambio Climático (Ley 21.455)¹⁰⁶ promulgada en junio del año 2022, que establece instrumentos de mitigación y tiene como meta la neutralidad de carbono para el año 2050. Además, modificó la frecuencia de revisión de normativas de calidad del aire desde 5 a 4 años. Por otro lado, define al Ministerio de Minería a realizar, como responsable sectorial, en materias de Mitigación y Adaptación, lo que se traduce en la creación, implementación y actualización del PSCC (Plan Sectorial de Cambio Climático).
- Ley de Eficiencia Energética (Ley 21.305)¹⁰⁷ promulgada en febrero de 2021, que establece exigencias de reducción de consumo energético en diversos sectores, incluyendo la industria, minería, edificaciones y transporte
- Ley de Biocombustibles Sólidos (Ley 21.499)¹⁰⁸ promulgada en noviembre de 2022, que otorga atribuciones para la fiscalización de la leña y otros biocombustibles.
- Decreto N°38/2012 del MMA¹⁰⁹. Aprueba reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión.
- Resolución Exenta N°5/2022¹¹⁰ del Ministerio de Energía para la implementación de estándares obligatorios de eficiencia energética para vehículos livianos nuevos a partir de febrero de 2024.

Programas y Estrategias:

- Establecimiento de un cronograma de descarbonización en el Segundo tiempo de la transición energética¹¹¹ del Ministerio de Energía con foco al 2030, a través de un trabajo técnico y de diálogo estratégico entre actores claves (sociedad civil, academia e industria), abordando las condiciones que habiliten una descarbonización acelerada y la reducción progresiva de las emisiones globales y locales del sector eléctrico.
- Publicación en el año 2023 de la Estrategia Nacional del Litio. Por Chile y su gente (2023)¹¹². Que tiene entre sus objetivos desarrollar un nuevo marco institucional de salares y litio que ponga al día la normativa y regulación existente considerando especialmente aspectos de

¹⁰³ Disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667>

¹⁰⁴ Disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1010459>

¹⁰⁵ Disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1192682>

¹⁰⁶ Disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1177286>

¹⁰⁷ Disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1155887>

¹⁰⁸ Disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1183783>

¹⁰⁹ Disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1053036>

¹¹⁰ Disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1172567>

¹¹¹ Disponible en <https://energia.gob.cl/panel/plan-de-descarbonizacion>

¹¹² https://s3.amazonaws.com/gobcl-prod/public_files/Campa%C3%B1as/Litio-por-Chile/Estrategia-Nacional-del-litio-ES_14062023_2003.pdf

sostenibilidad que permita el desarrollo y crecimiento de la industria con un mínimo de impacto en los salares y pleno respeto a las comunidades y pueblos indígenas.

- Publicación en el año 2023 de versión actualizada de la Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible (2023)¹¹³ con 7 objetivos y 30 medidas para que Chile al 2050 cuente con sistemas de transporte y un desarrollo urbano que, en conjunto, permitan una movilidad sostenible y justa en nuestras ciudades, con un impacto mínimo en externalidades negativas, especialmente en emisiones de gases de efecto invernadero, que priorizan el uso de vehículos más eficientes y menos contaminantes.
- La Política Nacional Minera 2050¹¹⁴ que incluye políticas para Fomento de la carbono neutralidad y disminución de emisiones con consecuencias territoriales; Prevención de la contaminación atmosférica y la superación de normas de calidad primarias y secundarias; y Gestión, fiscalización y seguimiento de medidas de descontaminación atmosférica.
- La Estrategia Nacional de Salud para los objetivos sanitarios al 2030¹¹⁵, especialmente el eje de medio ambiente y entornos saludables.
- Estrategia de fiscalización ambiental 2018-2023 de la División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente publicado en julio de 2018.
- Programa Hogar Mejor de Ministerio de Vivienda y Urbanismo
- Programa Mi calor Mi Hogar de Agencia de Sostenibilidad energética (ASE) y Ministerio de Energía
- Proyectos de Energía Distrital: Oficina Nacional de Energía Distrital (ONED) y ASE
- Plataformas y Herramientas de apoyo de Ministerio de Energía
- Piloto eléctrico, sello comuna energética, casa solar de ASE
- Programa de Calefacción Sustentable del MMA

Las tablas siguientes resumen las Normas de Calidad de Aire y Emisión vigentes

Tabla 43 Normas primarias de calidad de Aire vigentes

Nombre norma	Decreto	Link
Norma de calidad primaria para Plomo en el aire	D.S. N° 136 de 2000, de MINSEGPRES	http://bcn.cl/2ldka
Norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono (CO)	D.S. N° 115 de 2002, de MINSEGPRES	http://bcn.cl/2lak5
Norma primaria de calidad de aire para ozono (O3)	D.S. N° 112 de 2002, de MINSEGPRES	http://bcn.cl/2kayi
Norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno (NO2)	D.S. N° 114 de 2002, de MINSEGPRES	http://bcn.cl/2l37f
Norma primaria de calidad ambiental para MP2.5	D.S. N° 12 de 2011, de MMA	http://bcn.cl/2fegn
Norma primaria de calidad del aire para SO2	D.S. N° 104 de 2018, de MMA	http://bcn.cl/2lr3h
Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado respirable MP10	D.S. N° 12 de 2021, de MMA	https://bcn.cl/32bxz

¹¹³ <https://www.subtrans.gob.cl/wp-content/uploads/2022/11/Documento-oficial-ENMS-2023-SECTRA.pdf>

¹¹⁴ Disponible en <https://participa.minmineria.gob.cl/es-CL/projects/pscc-mineria>

¹¹⁵ Disponible en <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2022/03/Estrategia-Nacional-de-Salud-2022-MINSAL-V8.pdf>

Nombre norma	Decreto	Link
Norma primaria de calidad del aire para el compuesto orgánico volátil Benceno	D.S. N° 5 de 2023, de MMA	https://bcn.cl/3di2z

Tabla 44 Normas secundarias de calidad de Aire vigentes

Nombre norma	Decreto	Link
Norma de calidad del aire para material particulado sedimentable en la cuenca del río Huasco, III Región	D.S. N° 4 de 1992, de MINAGRI	http://bcn.cl/2zubq
Norma de calidad secundaria de aire para anhídrido sulfuroso (SO ₂)	D.S. N° 22 de 2009, de MINSEGPRES	http://bcn.cl/2oe9n

Tabla 45 Normas de emisión vigentes:

Nombre norma	Decreto	Link
Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas (calderas sobre 50 MWt)	D.S. N° 13 de 2011, de MMA	
Norma de emisión de material particulado, para los artefactos que combustionen o puedan combustionar leña y pellet de madera	D.S. N° 39 de 2011, de MMA, modificado por D.S. N° 46 de 2013, de MMA	http://bcn.cl/2m9zk
Norma de Emisión para Incineración, Coincineración y Coprocesamiento	D.S. N° 29 de 2013, de MMA	http://bcn.cl/2l6mi
Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico	D.S. N° 28 de 2013, de MMA	http://bcn.cl/2fa1u
Norma de Emisión para Grupos Electrógenos	D.S N°38 de 2021, de MMA	http://bcn.cl/2rn9g

9.3.2.3 Descripción de los efectos en salud de los contaminantes normados

Existe suficiente evidencia científica para señalar que la exposición a contaminantes atmosféricos ocasiona daños a la salud de las personas, a la productividad sostenible de los ecosistemas y a la economía del país. Diversos estudios epidemiológicos han demostrado que el tiempo que los individuos están expuestos a contaminantes, aunado a sus patrones de conducta y los microambientes en los que se desenvuelven, en el trabajo o en el hogar, constituyen factores que pueden provocar enfermedades y muertes prematuras. Estas afectaciones dependerán también de sus vulnerabilidades, tales como predisposición genética, edad, estado nutricional, o presencia de padecimientos cardiacos y respiratorios (SEMARNAT, 2016).

La evidencia científica disponible sobre los efectos en salud ha sido considerada en las publicaciones de la OMS en los años 2005 y 2021 con valores guías de calidad de aire, estimando a nivel mundial unos 7 millones de muertes prematuras asociadas a la contaminación atmosférica.

A continuación, la figura siguiente resume los principales efectos en salud de los contaminantes atmosféricos:

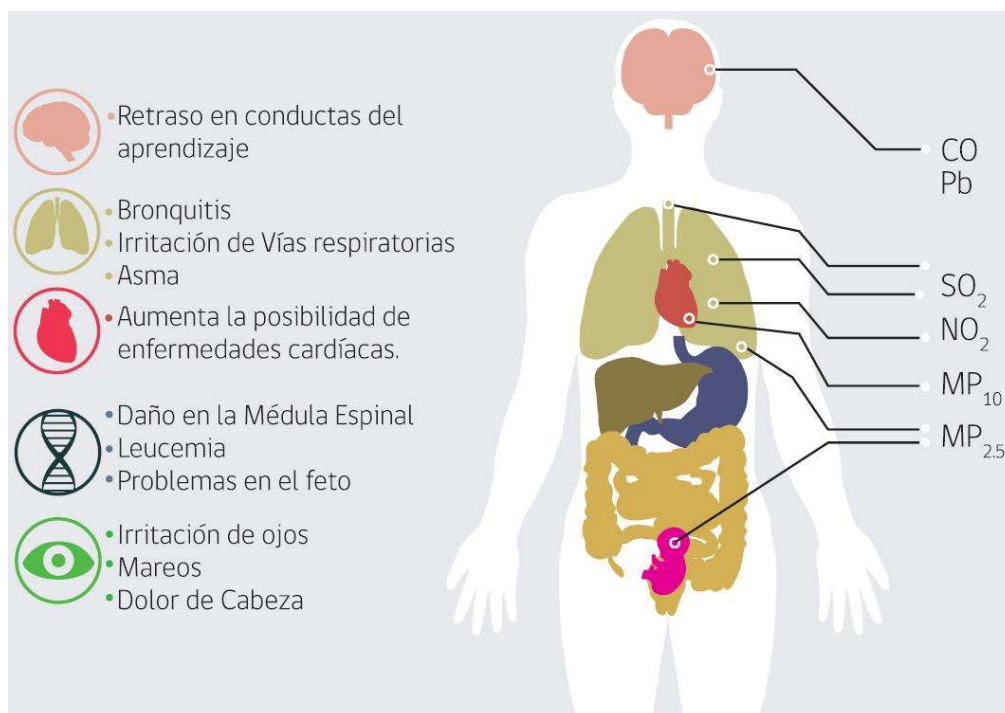


Figura 15 Principales efectos en Salud de contaminantes atmosféricos

Fuente: Guía Pedagógica. Descontaminemos el Aire de Nuestra Ciudad. SEREMI Medio Ambiente O'Higgins.

9.3.2.4 Definición de misión-visión

Misión

Implementar una hoja de ruta regulatoria que permita controlar, mitigar y prevenir la emisión y acumulación de contaminantes atmosféricos, priorizando la protección de la salud de la población y del medio ambiente a través de una gestión colaborativa y coordinada entre sectores gubernamentales, regulados, niveles locales y la sociedad.

Visión

Contar con una Estrategia para la Sección de Normas del MMA, con criterios de contenidos para la elaboración y revisión de normas; y plazos, que permita avanzar de forma coordinada y rigurosa tanto en los ciclos de revisión de las normas de calidad y emisión como en nuevas normativas acordes a la realidad chilena para proteger la salud de la población; para la protección o la conservación del medio ambiente y para aportar a la mitigación del Cambio Climático.

9.3.3 Objetivos de la Estrategia

9.3.3.1 *Objetivo General*

Contar con una hoja de ruta que permita avanzar gradualmente en la revisión y elaboración de las normas de calidad de aire y de emisión atmosférica en el corto, mediano y largo plazo, con vistas a regulaciones más exigentes y acordes a la realidad chilena para un mejoramiento sostenido en la calidad del aire en Chile, orientado a proteger la salud de la población, a la protección o la conservación del medio ambiente y aportar a la mitigación del Cambio Climático.

9.3.3.2 *Objetivos específicos*

Establecer los planes y acciones a corto, mediano y largo plazo que permitan avanzar en las siguientes líneas de trabajo del MMA:

- f) Fortalecer la generación de información técnica y evidencia científica relacionada con los contaminantes atmosféricos, sus efectos en la salud de la población y en los ecosistemas; reconociendo las brechas normativas con las regulaciones vigentes en comparación a valores internacionales y recomendaciones de la OMS incluyendo la identificación de nuevos contaminantes y fuentes posibles de normar.
- g) Revisar el análisis del estado de la situación de la calidad del aire del país, de las evidencias de los impactos de las emisiones atmosféricas nacionales y/o regionales y de los avances en las tecnologías existentes para apoyar la definición de los pasos a seguir en el proceso normativo.
- h) Proponer, formular y revisar normas de emisión y de calidad ambiental relacionadas con la calidad del aire de acuerdo con las competencias específicas de la Sección de Normas y los principios de la Ley de Bases de Medio Ambiente, definiendo una hoja de ruta o cronograma de acción en el corto, mediano y largo plazo que incorpore los pasos y criterios a seguir para avanzar en ciclos de revisión y propuestas conducentes a Normas acordes a la realidad chilena, y que aporten a la mitigación del Cambio Climático.
- i) Colaborar en el fortalecimiento institucional y la coordinación intersectorial para mejorar el desarrollo y cumplimiento de las actividades de la Sección de Normas.
- j) Colaborar en la elaboración de programas de difusión y capacitación para fomentar y facilitar la participación ciudadana en la elaboración de normas ambientales.

9.3.4 Alcance

El presente documento guiará las actuaciones de la Sección de Normas de la División de calidad de Aire del MMA, y sus interacciones con las distintas áreas dentro de la institución, así como con los regulados y otros actores de interés en el área ambiental.

La Resolución Exenta N° 664 de 2022 del MMA establece para la sección de normas las siguientes funciones:

- i. Proponer, formular y revisar normas de emisión y de calidad ambiental relacionadas con la calidad del aire, y otras que puedan resultar necesarias de acuerdo con las competencias específicas de la División, ejerciendo la coordinación técnica del proceso de generación, de las mismas en las materias de su competencia;
- ii. Colaborar en la generación y recopilación de la información técnica y evidencia científica relacionada con los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de las personas y sobre otros objetivos de protección del medio ambiente, las características de las fuentes emisoras o de las actividades económicas que se regulan, las tecnologías disponibles, la tendencia y los criterios de la regulación ambiental internacional, entre otras, necesarias para sustentar la formulación o revisión de las normas ambientales y políticas a su cargo;
- iii. Colaborar en la proposición de mecanismos y acciones tendientes a fomentar y facilitar la participación ciudadana en la elaboración de normas ambientales y políticas a su cargo;
- iv. Generar informes y/o criterios técnicos con ocasión de la interpretación administrativa y para la aplicación uniforme de las normas de calidad ambiental y de emisión en materias de su competencia;
- v. Colaborar en el ámbito de su competencia, en los pronunciamientos de la subsecretaría del Medio Ambiente sobre los proyectos interregionales sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental cuando el Servicio de Evaluación Ambiental así lo requiera respecto de las normas de emisión o las normas de calidad; y
- vi. Ejercer las demás funciones que se le deleguen.

9.3.5 Diagnóstico

9.3.5.1 Estado de la calidad del aire.

En la Región Metropolitana de Santiago, las primeras mediciones y registros de calidad de aire se obtuvieron en el año 1964, sistematizándose posteriormente con dos hitos importantes: La instalación de la Red de Vigilancia de Calidad del Aire en 1976 y la entrada en operación de una red automática (MACAM) en 1988. En otras regiones del país, las primeras redes se instalaron en fundiciones y refinerías de cobre: en 1976 comienza a operar la red de la fundición Chagres (V Región), en 1986 la red de Chuquicamata, en 1992 las redes de las fundiciones Paipote, Ventanas y Caletones y en 1993 la red de la fundición Potrerillos. (UCHile, 2021).

Desde la entrada en vigencia del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N°30/1997 de MINSEGPRES) ha aumentado el número de estaciones de calidad de aire para seguimiento del cumplimiento de los compromisos de proyectos públicos y privados. A la fecha se contabilizan en SINCA (Sistema de Información Nacional de calidad de Aire) 221 estaciones de monitoreo de calidad de aire, de las cuales 62 corresponden a estaciones públicas.

Entre los años 1993 y 1998 se implementaron Planes de descontaminación en las zonas afectadas por las emisiones de SO₂ y Material Particulado asociado a las fundiciones de Cobre. Desde mediados de los 90s las mediciones con las estaciones de monitoreo han permitido constatar las zonas en las cuales se supera alguna de las normas primarias de calidad de aire (Tabla 3) o que alcanzan niveles de latencia (entre 80 y 100% de la norma) lo que ha permitido decretar ya sea zonas saturadas o zonas latentes en las cuales se han implementado planes de descontaminación atmosférica (PDA) o planes de prevención (PPA) en zonas latentes (ver Tabla 46).

A modo de resumen, los problemas de calidad de aire identificados en la Zona Norte y Centro de Chile corresponden principalmente a altas concentraciones de MP10 en localidades donde se concentra la actividad minera (Calama, Sierra Gorda, María Elena, Paipote, Tierra Amarilla, Andacollo), altas concentraciones de MP10, MP2,5 y SO₂ en las comunas donde hay fundiciones de cobre (Calama, Copiapó, Quintero-Puchuncaví) y altas concentraciones de MP2,5, SO₂ y NO₂ en las zonas donde se concentran centrales termoeléctricas a Carbón (Tocopilla, Mejillones, Huasco, Quintero-Puchuncaví, Lota-Coronel). Para la Región Metropolitana también hay concentraciones de MP10 y MP2,5 asociado a quema de leña residencial en meses de invierno y cada vez menos emisiones desde el sector transporte.

Desde Rancagua al Sur las mayores concentraciones corresponden a MP2,5 y MP10 asociado a la combustión de Leña en meses de invierno, alcanzando mayores niveles en Temuco, Padre Las Casas, Valdivia, Osorno y Coyhaique.

Un mayor detalle del comportamiento de las concentraciones se presenta en los gráficos de evaluación de normas de calidad de aire incluido como Anexo.

La implementación tanto de PDAs como de PPA's han sido instrumentos de gestión ambiental que han generado disminución de las emisiones (especialmente en las fundiciones y centrales termoeléctricas a carbón) y de las concentraciones aunque todavía se continúan superando las normas primarias de calidad en la mayoría de las comunas declaradas saturadas por MP10 y MP2,5. Además, las actualizaciones de las normas de calidad de aire a valores más restrictivos pueden traducirse en medidas de control de emisiones más exigentes para producir disminuciones adicionales a las consideradas inicialmente situación a considerar en las revisiones de los PDA y PPA.

Tabla 46 Planes de descontaminación (PDA) o prevención (PPA) atmosféricos vigentes

Año PDA	Decreto	Comuna o zona fuente emisora	Declaración de Zona Saturada o latente por:
1993	D.S. N° 252 de MINMinería	PDA Complejo Industrial Ventanas	SO ₂ y MP10 en 1994
1993	D.S. N° 132 de MINMinería	PDA Fundición Chuquicamata (actualizado D.S. N°206/2001)	MP10 y SO ₂ en 1991
1995	D.S. N°180 de MINSEGPRES	PDA Fundición Hernán Videla Lira	SO ₂ en 1993
1998	D.S. N°164 de MINSEGPRES	PDA M. Elena y Pedro de Valdivia (actualizado por D.S. N°37/2004)	MP10 en 1993
1998	D.S. N°81 de MINSEGPRES	PDA Fundición de Caletones	MP10 y SO ₂ en 1994
1998	D.S. N°164 de MINSEGPRES	PDA Fundición de Potrerillos	SO ₂ y MP10 en 1997
1998	D.S. N°16 de MINSEGPRES	PPDA Región Metropolitana (actualizado por D.S. N°31/2016)	MP10, CO y O ₃ en 1996 MP2,5 en 2014
2010	D.S. N°81 de MINSEGPRES	PDA Tocopilla	MP10 en 2007.
2013	D.S. N°15 de MMA	PDA Rancagua y 17 comunas del valle central de la VI Región (actualizado por Dto. N°1/2021)	MP10 en 2009
2014	D.S. N°59 de MMA	PDA Andacollo	MP10 en 2009
2015	D.S. N°8 de MMA	PDA Temuco y Padre Las Casas (actualizado por D.S. N°31/2017)	MP10 en 2005 - MP2,5 en 2013
2016	D.S. N°18 de MMA	PDA Chillán y Chillán Viejo	MP10 y MP2,5 en 2013
2016	D.S. N°46 de MMA	PDA Coyhaique (actualizado por Dto. N°7/2019)	MP10 en 2012, MP2,5 en 2016
2016	D.S. N°47 de MMA	PDA Osorno	MP10 y MP2,5 en 2012
2016	D.S. N°49 de MMA	PDA Talca y Maule	MP10 en 2010
2017	D.S. N°4 de MMA	PDA Los Ángeles	MP10 y MP2,5 en 2015
2017	D.S. N°25 de MMA	PDA Valdivia	MP10 y MP2,5 en 2014
2017	D.S. N°25 de MMA	PPA Huasco	Zona Latente MP10 en 2012
2017	D.S. N°44 de MMA	PDA Curicó	MP2,5 en 2015
2018	D.S. N°105 de MMA	PDA Comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví	MP2,5 en 2015
2019	D.S. N°6 de MMA	PPDA Concepción Metropolitano	MP2,5 en 2015
2021	D.S. N°5 de MMA	PDA Calama	MP10 en 2009

La Tabla 47 presenta los valores límites considerados en los gráficos de evaluación de normas:

Tabla 47 Resumen de normas de calidad de aire primarias y secundarias

Contaminante	Normativa	Estadígrafo	Valor límite
MP10	Norma primaria de MP10 (D.S. N° 12 de 2021, MMA)	Promedio diario, percentil 98	130 µg/m ³ N
		Promedio anual (3 años)	50 µg/m ³ N
MP2,5	Norma primaria de MP2,5 (D.S. N° 12 de 2011, MMA)	Promedio diario, percentil 98	50 µg/m ³ N
		Promedio anual (3 años)	20 µg/m ³ N
NO ₂	Norma primaria de NO ₂ (D.S. N°114/2002, MINSEGPRES.)	Máx diario de 1 hora, P99 (3 años)	60 µg/m ³ N
		Promedio anual (3 años)	60 µg/m ³ N
O ₃	Norma primaria de O ₃ (D.S. N°112/2002, MINSEGPRES.)	Máx diario de 8 horas, P99 (3 años)	120 µg/m ³
SO ₂	Norma primaria de SO ₂ (D.S. N°104/2018, MMA.)	Promedio horario, P 98,5 (3 años)	350 µg/m ³ N
		Promedio diario, P99 (3 años)	150 µg/m ³ N
		Media aritmética anual	60 µg/m ³ N
CO	Norma primaria de CO	Máx diario de 8 horas, P99 (3 años)	30 mg/m ³

Contaminante	Normativa	Estadígrafo	Valor límite
	(D.S. N°115/2002, MINSEGPRES.)	Máx diario de 1 hora, P99 (3 años)	10 mg/m ³
Benceno	Norma primaria de Benceno (D.S. N° 5 de 2023, MMA)	Promedio anual	3 µg/m ³
Pb	D.S. N° 136 de 2000, MINSEGPRES	Promedio anual (2 años)	0,5 µg/m ³ N
SO ₂	Norma secundaria de SO ₂ Zona Norte (D.S. N°22/2009, MINSEGPRES.)	Promedio horario, P99,73 (3 años)	1000 µg/m ³ N
		Promedio diario, P99,7 (3 años)	365 µg/m ³ N
		Promedio anual (3 años)	80 µg/m ³ N
	Norma secundaria de SO ₂ Zona Sur (D.S. N°22/2009, MINSEGPRES.)	Promedio horario, P99,73 (3 años)	700 µg/m ³ N
		Promedio diario, P99,7 (3 años)	260 µg/m ³ N
		Promedio anual (3 años)	60 µg/m ³ N
MPS	Norma secundaria de Huasco (Dto N°4/1992, MINAGRI)	Concentración mensual	150 mg/(m ² día)
		Promedio Anual	100 mg/(m ² día)
Fe	Norma secundaria de Huasco (Dto N°4/1992, MINAGRI)	Concentración mensual (2da mitad diciembre a Agosto)	60 mg/(m ² día)
		Concentración mensual (Septiembre a 1ra mitad diciembre)	30 mg/(m ² día)
		Promedio Anual	30 mg/(m ² día)

9.3.5.2 Fuentes de emisiones contaminantes a la atmósfera

Los actuales problemas de contaminación atmosférica y cambio climático están directamente relacionados con emisiones de contaminantes criterio, forzantes climáticos de vida corta y de gases de efecto invernadero (GEI). Estimar estas emisiones, de manera consistentes entre sí, es un prerrequisito para cuantificar el impacto de las actividades humanas tanto en la salud como en el clima, y así desarrollar estrategias efectivas de descontaminación que permitan abordar ambos problemas de manera integrada (Huneus et al, 2020).

Desde el año 2002 la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), posteriormente su sucesora el MMA, junto a representantes del sector público, privado, académico y organizaciones no gubernamentales trabajaron en diseño e implementación de un Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) para apoyar el diseño de políticas públicas y para implementar medidas tendientes a lograr un mejor manejo y control de los mismos. Para este objetivo se consideraron las recomendaciones de la OCDE y los compromisos adquiridos por Chile en el ámbito internacional entre ellos el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos, el Memorándum de acuerdo con Canadá en el marco del Tratado de Libre Comercio, y el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs). Finalmente, en enero de 2013 se promulgó el Decreto 1 del MMA que aprobó el reglamento del RETC.

De acuerdo a lo anterior, para el diagnóstico de las emisiones de los principales contaminantes criterios se consideró la información agregada disponible en las publicaciones del RETC¹¹⁶.

En 2020, las emisiones nacionales totales de MP2,5, MP10, NOx y SO₂ alcanzaron 170.624, 182.294, 259.615 y 76.754 toneladas, respectivamente. La distribución del aporte de las fuentes se resume en la Figura 16.

¹¹⁶ <https://retc.mma.gob.cl/publicaciones/>

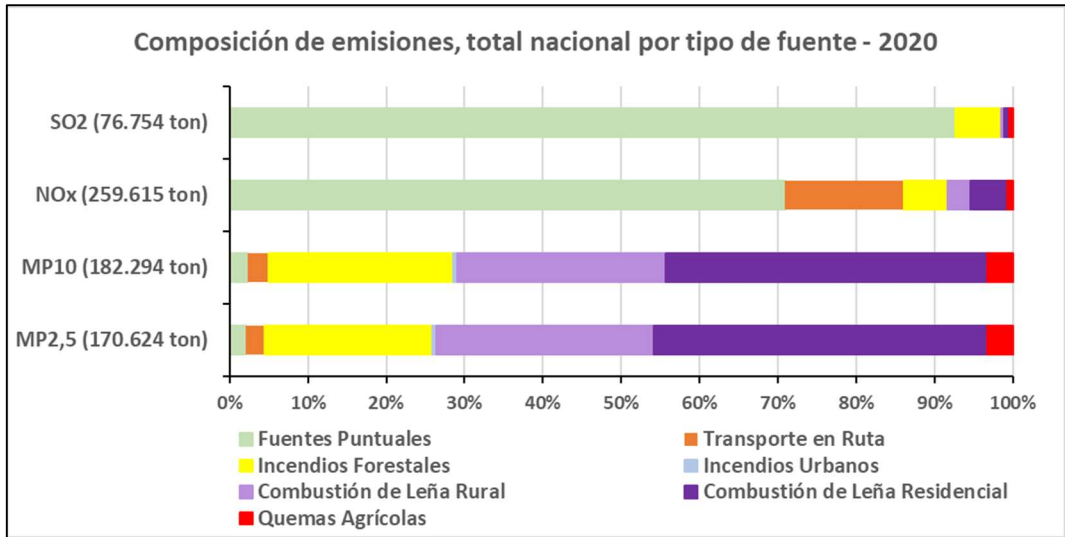


Figura 16 Aporte de las distintas fuentes al total nacional de emisiones de SO₂, NO_x, MP10 y MP2,5 – 2020

De acuerdo a la Figura 17, en 2020 a nivel país se estimó un total de 259.615 toneladas de NO_x. Las mayores emisiones de NO_x del país se registraron en Biobío, con alrededor de 38,9 mil toneladas (31,3%) provenientes principalmente desde fuentes puntuales. Le siguen las regiones de Antofagasta y Metropolitana, con 33,6 mil y 31,2 mil toneladas (12,9% y 12,0%) respectivamente, emitidas principalmente por fuentes puntuales (Antofagasta) y el transporte en ruta (RM).

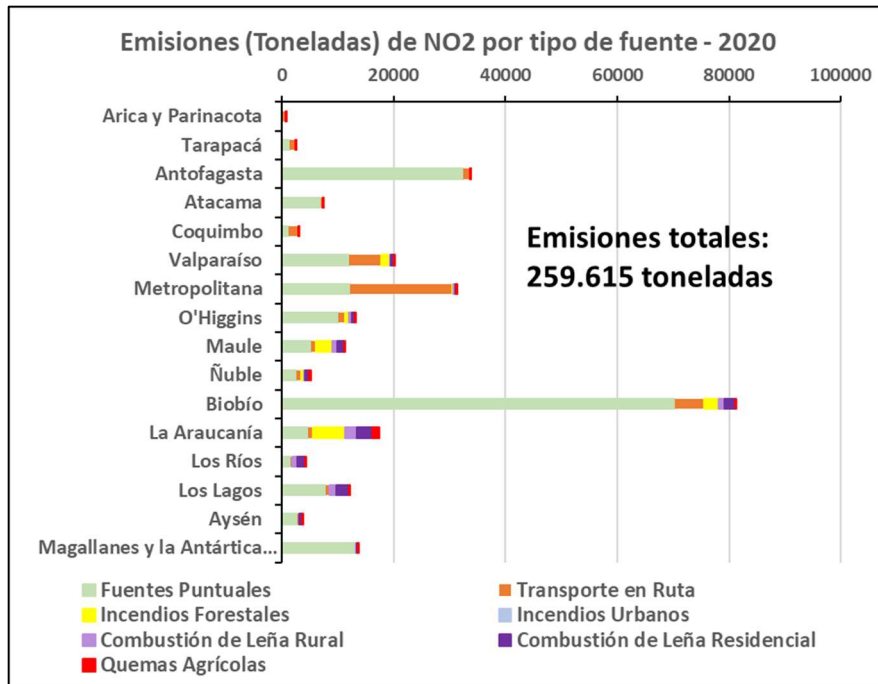


Figura 17 Emisiones de NO₂ por región y por tipo de fuente, 2020

Fuente: Elaboración propia con datos de RETC

De acuerdo a la Figura 18, en el año 2020 se estima un total de 76.754 toneladas de SO₂ a nivel país, siendo la principal fuente emisora de SO₂ las fuentes puntuales, y las regiones con mayor generación son Antofagasta (22.999 toneladas), Valparaíso (22.602 toneladas) y Atacama (15.037 toneladas).

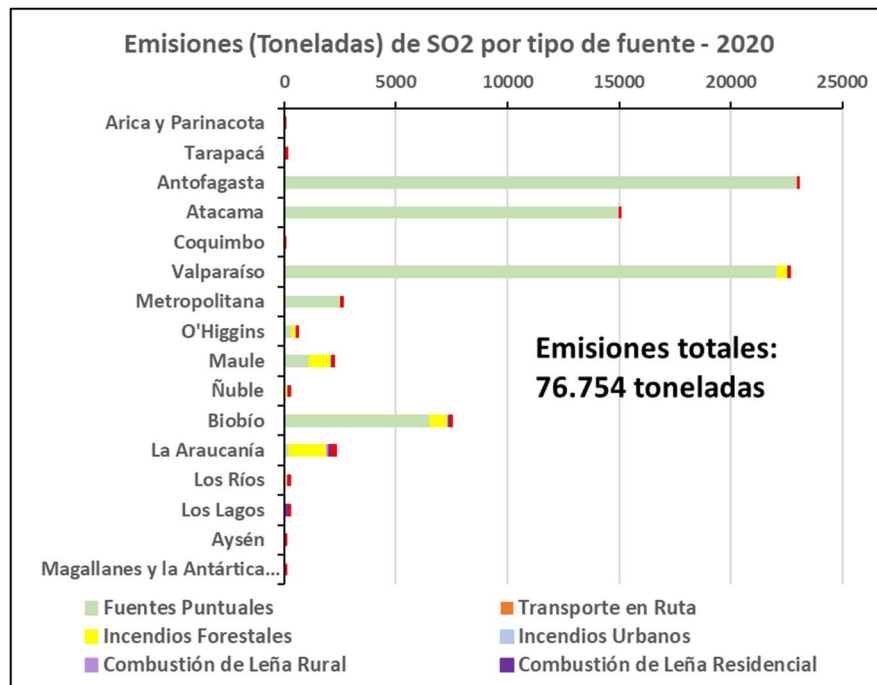


Figura 18 Emisiones de SO₂ por región y por tipo de fuente, 2020
Fuente: Elaboración propia con datos de RECT

De acuerdo a la Figura 19, se estima un total de 170.624 toneladas de MP_{2,5}. La mayor emisión se registra en la Región de La Araucanía, principalmente por combustión de leña residencial (16.511 toneladas) e incendios forestales (13.765 toneladas).

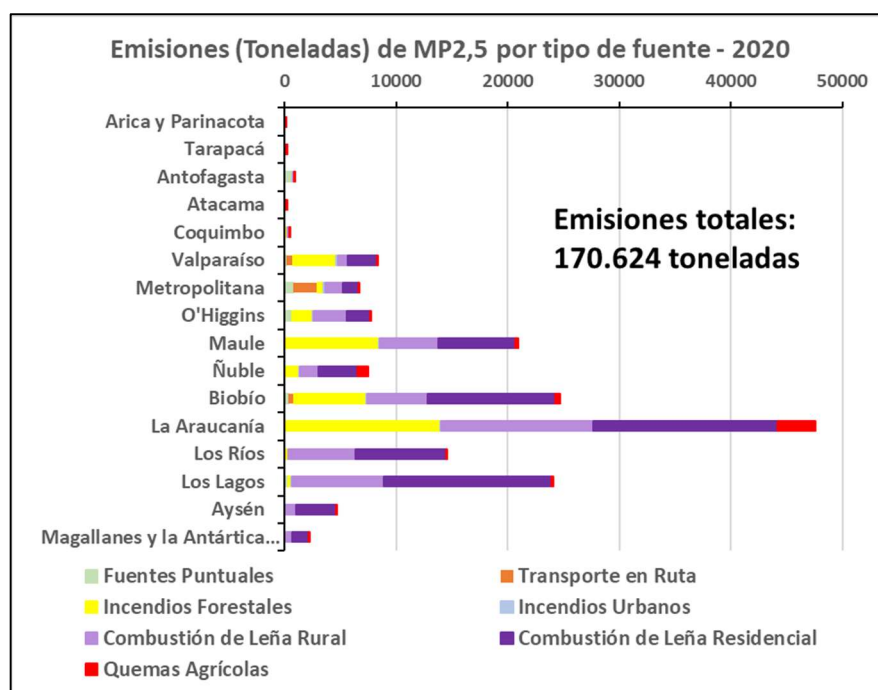


Figura 19 Emisiones de MP2,5 por región y por tipo de fuente, 2020
Fuente: Elaboración propia con datos de RECT

Considerando el importante aporte de las fuentes puntuales en el total de emisiones, la composición de emisiones (en porcentaje) para los contaminantes SO₂, NO_x, MP10 y MP2,5 por tipo de fuente puntual se resumen en la Figura 20 que permite apreciar que:

- En el caso del SO₂, con una emisión total de todos los rubros de 71.053 toneladas para el año 2020, el rubro con mayores emisiones corresponde a las fundiciones de cobre con 39.164 toneladas al año representando el 55%.
- Las emisiones totales de NO_x son 184.100 toneladas anuales, cuyo principal emisor son el rubro Otras industrias manufactureras con 47% de las emisiones, lo que equivale a 86.144 toneladas.
- Durante el 2020 las emisiones de MP10 (fracción gruesa) fueron 4.282 toneladas, siendo la industria manufacturera con 2.961 toneladas la que emite el 69% de las emisiones totales, seguidos por Otros rubros (no clasificados) que en conjunto emiten 806 toneladas representado el 19%.
- Al igual que para MP10 el mayor emisor de MP2,5 (fracción fina), se atribuye a la industria manufacturera con 1.583 toneladas anuales, lo que significa el 47% del total. A diferencia del MP10, existe un gran aporte de MP2,5 del rubro termoeléctrico con 18% de las emisiones, equivalentes a 603 toneladas. Las emisiones totales de MP2,5 para el 2020 son 3.405 toneladas a nivel nacional

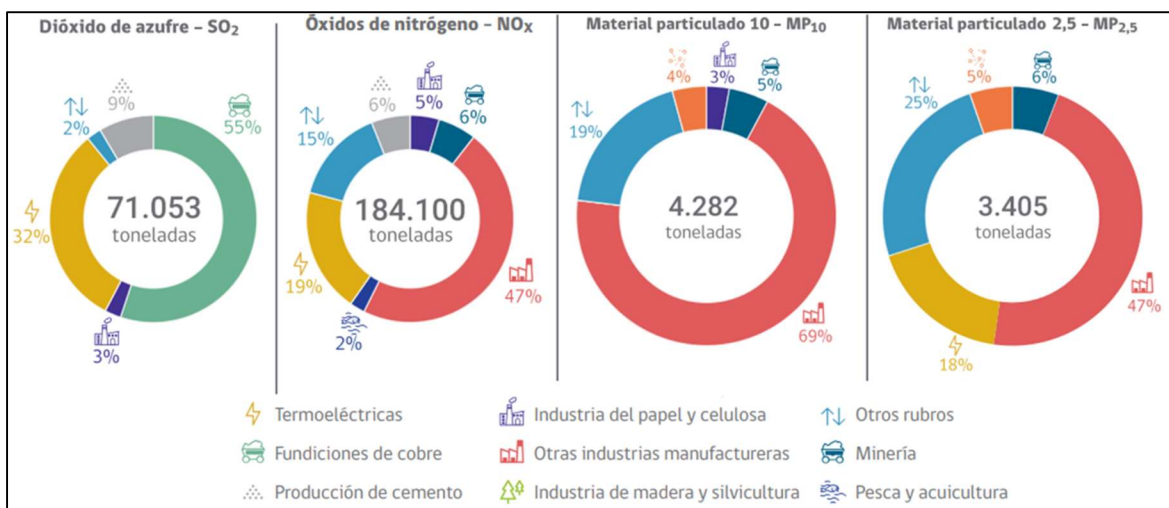


Figura 20 Composición de emisiones totales al aire de fuentes puntuales por rubro - 2020
Fuente: Informe consolidado de emisiones y Transferencia de contaminantes 2005-2020

9.3.5.3 Estado del avance de las normas en cumplimiento de valores propuestos por la OMS

Las guías de calidad del aire de la OMS, que fueron publicadas por primera vez en 1987 y actualizadas en los años 1997, 2005 y 2021, se basan en el metaanálisis de estudios científicos relacionados a los efectos agudos y crónicos en la salud poblacional producto de la exposición de contaminantes atmosféricos.

Considerando lo anterior, la OMS recomienda valores guías de calidad aire (AQG por sus siglas en inglés) y objetivos intermedios para cada contaminante. Estos objetivos se han propuesto como pasos de una reducción progresiva de la contaminación del aire y su utilización está prevista en zonas donde la contaminación es alta. Tienen por objeto pasar de concentraciones elevadas de contaminantes en el aire, con consecuencias agudas y graves para la salud, a otras más bajas, por lo que, al alcanzar estos objetivos intermedios, se espera una reducción significativa del riesgo de efectos agudos y crónicos en la salud de las personas debido a a la contaminación del aire.

En las normas primarias de calidad de aire (NPCA) chilenas se han adoptado algunos de los valores de niveles intermedios recomendados en la Guía de la OMS 2021 los cuales se resumen a continuación:

La Norma de MP_{2,5} se encuentra actualmente en revisión. El actual valor se encuentra en el Nivel Intermedio 2 para norma diaria y entre el nivel 2 y 3 para norma anual. Es la norma que tiene mayor nivel de incumplimiento en el país, existiendo actualmente 15 zonas saturadas por MP_{2,5} (diario y/o anual), 14 PDAs vigentes, además de 8 PDAs en revisión y 2 PDAs aprobados por el CMSyCC. La principal fuente de MP_{2,5} es la combustión de leña en el centro sur.

Figura 21 Análisis NPCA MP_{2,5}

Contaminante (Decreto)	Nivel (µg/m ³ N)	Valor Norma vigente Chile	Objetivo de Nivel Intermedio (NI) – 2021				Valor (AQG)
			NI1-2021	NI2-2021	NI3-2021	NI4-2021	OMS 2021
MP _{2,5} D.S N°12 del 2011, MMA	Diaria - 24 h	50	75	50	37.5	25	15
	Anual	20	35	25	15	10	5

La última revisión de la Norma de MP₁₀ entró en vigencia en junio de 2022, por tanto, corresponde comenzar su revisión en junio 2026. El actual valor se encuentra entre el Nivel Intermedio 1- 2 para norma diaria y en el nivel 2 para norma anual.

Esta norma, al igual que el MP_{2,5}, tiene un alto nivel de incumplimiento en el país, existiendo actualmente 20 zonas saturadas por MP₁₀ (diario y/o anual) y 17 PDAs vigente, además de otros 3 en revisión (una zona PDA puede estar saturada o latente por más de 1 contaminante). La principal fuente de MP₁₀ corresponden a una gran variedad de fuentes naturales y antropogénicas. Las fuentes emisoras antropogénicas incluyen los procesos mecánicos, tales como obras de construcción, la erosión de polvo superficial, procesos de molienda; y, los procesos de combustión, tales como quemas agrícolas, combustión de biomasa y de combustible fósil. En Chile se presenta una variabilidad en la composición del MP₁₀ a lo largo del territorio. En la zona norte, su composición es principalmente material particulado grueso (entre 2,5 y 10 micras) de origen natural, resuspendido por el viento y por actividades mineras extractivas. En la zona sur, predomina el material particulado fino (<2,5 micras) de origen antropogénico, principalmente proveniente del uso de leña para calefacción, el transporte y la industria. Por lo anterior, al definir la norma primaria de MP₁₀ se debe tener presente esta diversidad.

Figura 22 Análisis NPCA MP₁₀

Contaminante (Decreto)	Nivel (µg/m³N)	Valor Norma vigente Chile	Objetivo de Nivel Intermedio (NI) – 2021				Valor (AQG)
			NI1-2021	NI2-2021	NI3-2021	NI4-2021	OMS 2021
MP ₁₀ D.S N°12 del 2021, MMA	Diaria - 24 h	130	150	100	75	50	45
	Anual	50	70	50	30	20	15

La última revisión de la Norma de SO₂ entró en vigencia en mayo de 2019, por tanto, corresponde iniciar su revisión en 2023. El actual valor se encuentra por sobre el Nivel Intermedio 1 para norma diaria, y define límites horario y anual que la OMS no los considera.

Las zonas declaradas latentes o saturadas por SO₂ incluyen territorios alrededor de fundiciones de cobre, como por ejemplo el PDA de Concón, Quintero y Puchuncaví y el PDA de la Fundación Hernán Videla Lira. En la actualidad existen 6 Planes que abordan el SO₂, principalmente asociados a este tipo de fuente en la zona centro norte del país.

Figura 23 Análisis NPCA SO₂

Contaminante (Decreto)	Nivel	Valor Norma vigente Chile	Objetivo de Nivel Intermedio (NI) – 2021				Valor (AQG)
			NI1-2021	NI2-2021	NI3-2021	NI4-2021	OMS 2021
SO ₂ D.S N°104 del 2018, MMA	10 minutos	No define					500
	Horario - 1h	350					No define
	Diaria - 24 h	150	125	50	-	-	40
	Anual	60					No define

La Norma de NO₂ se encuentra actualmente en revisión. En el valor propuesto en el anteproyecto se avanza al Nivel Intermedio 1 para norma anual y al valor AQS-2021 en valor horario.

En la actualidad solo la Región Metropolitana se encuentra latente por este contaminante, ya que la principal fuente de emisión es el transporte (vehículos de combustión interna (VCI)).

Figura 24 Análisis NPCA NO₂

Contaminante (Decreto)	Nivel	Valor Norma vigente Chile	Objetivo de Nivel Intermedio (NI) – 2021				Valor (AQG)
			NI1-2021	NI2-2021	NI3-2021	NI4-2021	OMS 2021
NO ₂ D.S N° 114 de 2002, MINSEGPRES	Horario - 1h	400 PD 200	-	-	-		200*
	Diaria - 24 h	PD 100	120	50	-	-	25
	Anual	100 PD 40	40*	30	20	-	10

EL valor actual de esta NPCA de O₃ está ubicado en el Nivel 2 para 8 h. El Ozono troposférico es un contaminante secundario, lo que significa que se forma en la atmósfera por procesos fotoquímicos a partir de otros contaminantes precursores como el NO₂ o los compuestos orgánicos volátiles (COVs). Debido a esto, esta norma no se ha revisado ya que se le dio prioridad a la revisión de sus contaminantes precursores.

En la actualidad solo la Región Metropolitana se encuentra latente por este contaminante, ya que el NO₂ es su principal precursor y se encuentra en abundancia. Al ser un contaminante secundario es necesario atacar las fuentes de sus contaminantes precursores a través de normas de emisión, que en

este caso son principalmente el sector transporte al emitir NO₂ y en menor medida la combustión industrial (centrales termoeléctricas, calderas y procesos).

Figura 25 Análisis NPCA O₃

Contaminante (Decreto)	Nivel	Valor Norma vigente Chile	Objetivo de Nivel Intermedio (NI) – 2021				Valor (AQG)
			NI1-2021	NI2-2021	NI3-2021	NI4-2021	OMS 2021
O ₃ D.S N° 112 de 2002, MINSEGPRES	8 h	120	160	120	-	-	100
	Máximo diario de 8hr (6 meses de la Estación)	No define	100	70			60

En valor actual de esta NPCA de CO está sobre el Nivel AQS para 1h y cumpliendo el valor AQG para 8 h, es decir, en esta norma estamos siendo igual o más estrictos que la OMS.

En la actualidad, no hay zonas declaradas latentes o saturadas por CO

Las principales fuentes de CO son variadas, ya que es un contaminante que se genera por la combustión incompleta de hidrocarburos y biomasa.

En la próxima revisión se evaluará incluir un nivel de 24hrs.

Figura 26 Análisis NPCA CO

Contaminante (Decreto)	Nivel	Valor Norma vigente Chile	Objetivo de Nivel Intermedio (NI) – 2021				Valor (AQG)
			NI1-2021	NI2-2021	NI3-2021	NI4-2021	OMS 2021
CO (en mg/m ³) D.S N° 115 de 2002, MINSEGPRES	Horario - 1h	30					35
	24 h	No define	7	-	-	-	4
	8 h	10					10

9.3.5.4 Ordenamiento territorial enfocado en la gestión de la calidad del aire

En la década de los 60s se definieron zonas para desarrollar polos industriales en los cuales se instalaron centrales termoeléctricas a carbón y otras empresas altamente contaminantes del aire como fundiciones y refineras. En décadas posteriores producto de los efectos de la contaminación atmosférica en la salud de la población y también deterioro de los ecosistemas se han generado conflictos ambientales destacando las comunas de Tocopilla, Mejillones, Huasco, Quintero-Puchuncaví y Lota-Coronel. En menor medida también se han presentado conflicto en sectores cercanos a empresas mineras entre ellos en Calama, Sierra Gorda, Paipote-Tierra Amarilla, Andacollo, Catemu. (Se recomienda incluir Mapa con zonas de conflictos, con zona saturadas/PDA, etc)

Como se mencionó anteriormente en el Diagnóstico del Estado de Calidad de Aire, a mediados de los 90s se implementaron planes de descontaminación en las áreas de influencia de las fundiciones de cobre (Chuquicamata, Paipote, Potrerillos, Chagres, Ventanas y Caletones) con resultados favorables en la captura de SO₂ que fue transformado a ácido sulfúrico produciendo un fuerte descenso en las concentraciones ambientales de SO₂. Posteriormente, por la constatación de niveles sobre la norma de calidad de MP10 principalmente se implementaron PDA o PPA en otras zonas con conflictos como Tocopilla (en año 2010), Andacollo (en año 2014) y Huasco (PPA en 2017). Desde el año 2015 en adelante se han implementado PDA en varias ciudades del Sur por superación de las normas diaria y/o anual de MP2,5 asociado principalmente al uso de leña para calefacción domiciliaria durante días de bajas temperaturas en meses de otoño-invierno (desde mayo a agosto principalmente).

En 2014 el Ministerio del Medio Ambiente asumió la tarea de desarrollar una estrategia piloto de intervención que consideró la participación de las comunidades en los territorios de Huasco, Quintero – Puchuncaví, y Coronel para avanzar sistemáticamente en consensuar objetivos y propuestas de recuperación social y ambiental, incluyendo mejorar la calidad del aire y disminución de las emisiones de contaminantes atmosféricos. El resultado fue 3 Programas de Recuperación Ambiental y Social (PRAS) en Quintero-Puchuncaví (Res. N°645/2017), Huasco (res. N°1364/2017) y Coronel (Res. N°144/2018). Los principales Hitos de los PRAS¹¹⁷ en Calidad de Aire son:

- Para Huasco, Guacolda Energía anuncio el retiro del Petcoke de sus procesos (se reemplazó por mezclas de carbón bituminoso y sub-bituminoso), lo cual se concretó a través de la RCA N°80/2017.
- Decreto N°105/2018 del MMA, que estableció el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las Comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, con la finalidad de evitar la superación de la norma primaria de calidad ambiental para MP10 como concentración anual, y de la norma primaria de calidad ambiental para MP2,5 como concentración de 24 horas, y recuperar los niveles señalados en la norma como concentración anual de MP2,5 en un plazo de 5 años.
- Decreto N°6/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, que estableció el Plan de Prevención y de Descontaminación Atmosférica para las Comunas de Concepción Metropolitano, con la finalidad de recuperar los niveles de calidad del aire establecidos en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental.
- Decreto N°104/2019 del Ministerio del Medio Ambiente, que actualizó la Norma Primaria de Calidad de Aire para Dióxido de Azufre (SO₂).

¹¹⁷ <https://pras.mma.gob.cl/>

Para ilustrar el impacto de los programas PRAS y de los PPA/PDA, las figuras siguientes muestran la evolución de las concentraciones anuales de SO₂ y MP10 para las principales zonas con conflicto ambiental y en 3 de ellas con implementación de PRAS. En cada zona se calculó el promedio de todas las estaciones disponibles para la década 2012-2021 permitiendo apreciar disminución de los valores de concentración anual, siendo más marcado para SO₂ en Tocopilla asociado principalmente al PDA de Tocopilla y la norma de emisión de Centrales termoeléctricas (D.S. N°13/2011).

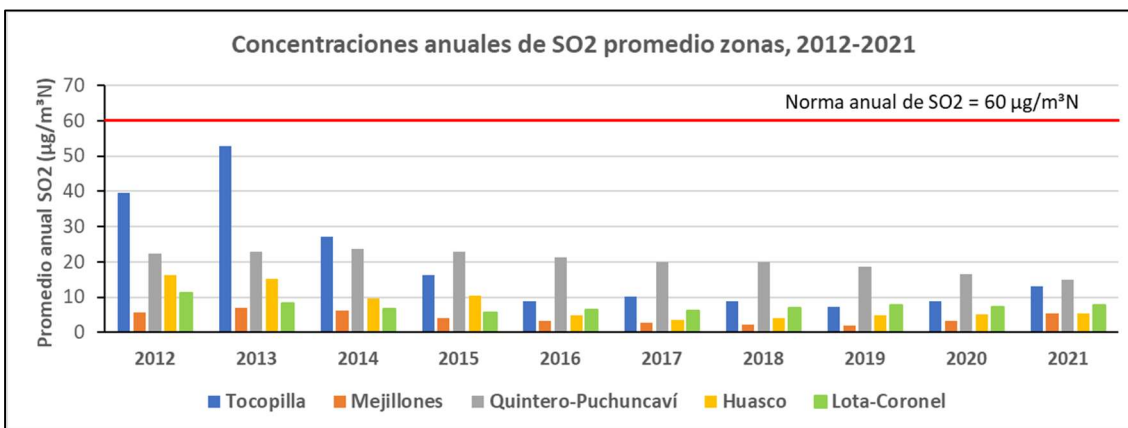


Figura 27 Evolución de concentraciones anuales de SO₂ en zonas de conflictos ambientales, 2012-2021

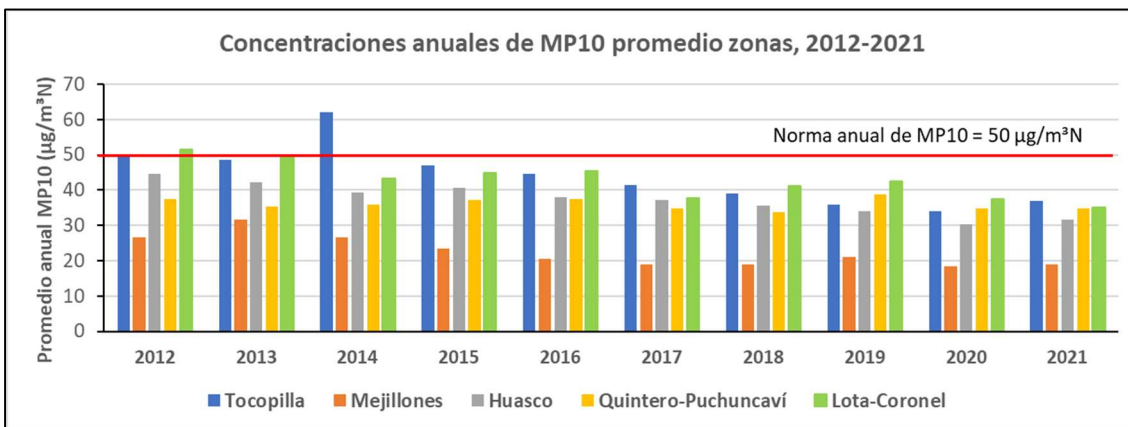


Figura 28 Evolución de concentraciones anuales de MP10 en zonas de conflictos ambientales, 2012-2021

9.3.6 Actividades

Para el cumplimiento del objetivo general de la presente estrategia, se establecen líneas de acción prioritarias o pilares en concordancia con los objetivos específicos definidos, las cuales presentan en la figura siguiente:



Figura 29 Pilares o líneas de acción de la estrategia de normas

Las actividades por cada pilar de la estrategia se desarrollan a continuación:

9.3.6.1 Fortalecer el conocimiento técnico científico para el mejoramiento de la información disponible

L1: Colaborar con la actualización del estado de la situación de la calidad del aire del país y de las evidencias de los impactos de las emisiones atmosféricas para apoyar la toma de decisión informada del proceso de elaboración de normas.

L2: Avanzar en el conocimiento de fuentes de emisión para identificar nuevas fuentes para ser reguladas mediante normas de emisión:

- Colaborar en la elaboración de catastros e inventarios de las fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en el país para identificar aquellas que deberían ser priorizadas en ciclos de revisión o futuras normas de emisión.
- Colaborar en la recopilación y generación de evidencia científica, regulación internacional, información técnica de metodologías de medición y tecnologías de operación disponibles

relacionadas con las fuentes emisoras no reguladas para definir si avanzar en normas de emisión y/o mejores prácticas operacionales.

- Apoyar el desarrollo de herramientas de modelación para estimar el impacto de las emisiones en los territorios que permitan evaluar escenarios normativos.

L3: Colaborar en la generación de antecedentes científicos, técnicos, económicos y jurídicos para elaborar informes técnicos, estudios complementarios y anteproyectos de normas de calidad.

- Colaborar en la investigación relacionada con los riesgos y costos en la salud de la población y afectaciones a los ecosistemas provocados por la exposición a la contaminación atmosférica.
- Colaborar en la investigación y medición de los efectos de contaminantes no normados en la salud de la población.
- Colaborar en la investigación científica y la innovación tecnológica como base de las políticas para mejorar la calidad del aire.
- Colaborar en la conformación de grupos de expertos para analizar, interpretar y socializar los antecedentes que permitan los consensos para avanzar en la generación de normas

9.3.6.2 *Fortalecer y actualizar instrumentos normativos y técnicos*

L1: Fortalecer y actualizar instrumentos normativos:

- Proponer, formular y revisar normas de emisión y de calidad ambiental relacionadas con la calidad del aire y otras que puedan resultar necesarias conforme a la realidad del país, ejerciendo la coordinación técnica del proceso de generación de las mismas en las materias de su competencia.
- Impulsar la incorporación de las recomendaciones de la OCDE, OMS, de los alcances de la Transición Socioecológica Justa (TSEJ), del Acuerdo de Escazú y de los principios de la Ley de Bases de Medio Ambiente en las Normas.
- Impulsar dentro de las normativas el principio de progresividad y no regresión de la Ley de Bases de Medio Ambiente para cumplir el compromiso del Estado en materia de derechos humanos.
- Colaborar en el cumplimiento de la Ley Marco de Cambio Climático y el compromiso de alcanzar la carbono neutralidad al año 2050.

L2: Fortalecer instrumentos técnicos

- Desarrollar y aplicar indicadores para evaluar la gestión e implementación de la estrategia de la Sección de Normas.
- Apoyar la generación de informes, guías y/o de criterios técnicos para una correcta interpretación y aplicación uniforme de las normas de calidad ambiental y de emisión atmosféricas (en el alcance de la sección).
- Definir criterios y/o metodología para elaboración de Informe Previo de Antecedentes e Informe Técnico de las Normas (exigencia nuevo reglamento normas).

9.3.6.3 *Fortalecimiento institucional*

L1: Asegurar que la Sección de Normas cuente con capacidad técnica y los recursos asociados para realizar una adecuada gestión en la generación de normativas para calidad de aire y emisión.:

- Desarrollo de criterios y plazos para elaborar una organización operacional que permita el cumplimiento de objetivos y metas que se establezcan para la Sección de Normas.
- Fortalecer la gestión de obtención de presupuesto y de recursos humanos que permita la ejecución de los programas y actividades de la Sección de Normas.
- Fortalecer la coordinación de la Sección de Normas con los Departamentos de Legislación y Regulación Ambiental, de Información y Economía Ambiental, y de Educación Ambiental.
- Fortalecer las capacidades técnicas del equipo de los profesionales de la Sección de Normas (como capacitaciones, visitas técnicas a mejores técnicas disponibles para el control de la contaminación atmosférica).

9.3.6.4 *Fortalecimiento de la coordinación intersectorial*

L1: Colaborar en el desarrollo de mecanismos para coordinarse con diferentes servicios públicos en la ejecución de actividades dentro del alcance de la Sección de Normas:

- Normas primarias de calidad de aire con Ministerio de Salud.
- Normas de emisión con Ministerios de Energía, Minería, Economía, Salud y Ciencias.
- Normas secundarias de calidad de aire con Ministerios de Agricultura y Bienes Nacionales, SEA, SAG, SBAP, y otros servicios sectoriales.
- Fiscalización con SMA, MINSAL, SAG, SEC.
- Evaluación de Proyectos con Servicio de Evaluación Ambiental

L2: Fortalecer el trabajo con el CO, el COA y subcomités operativos que participarán en los procesos normativos.

L3: Promover la realización de convenios o colaboraciones con la Academia y expertos internacionales.

9.3.6.5 *Fortalecimiento de los programas de Difusión y Capacitación*

L1: Fortalecer la difusión del Expediente Electrónico público y de acceso permanente para el conocimiento de la ciudadanía de los procesos normativos.

L2: Fortalecer las actividades de la Sección de Normas en el proceso de Consulta Ciudadana de las normas.

L3: Colaborar con el División de Educación Ambiental en propuesta y elaboración de material para difusión de la Sección de Normas (Página web, videos, folletos, guías técnicas, manuales de aplicación de las normas, etc).

9.3.7 Cronograma

La Figura siguiente resume la etapa de implementación de la estrategia.

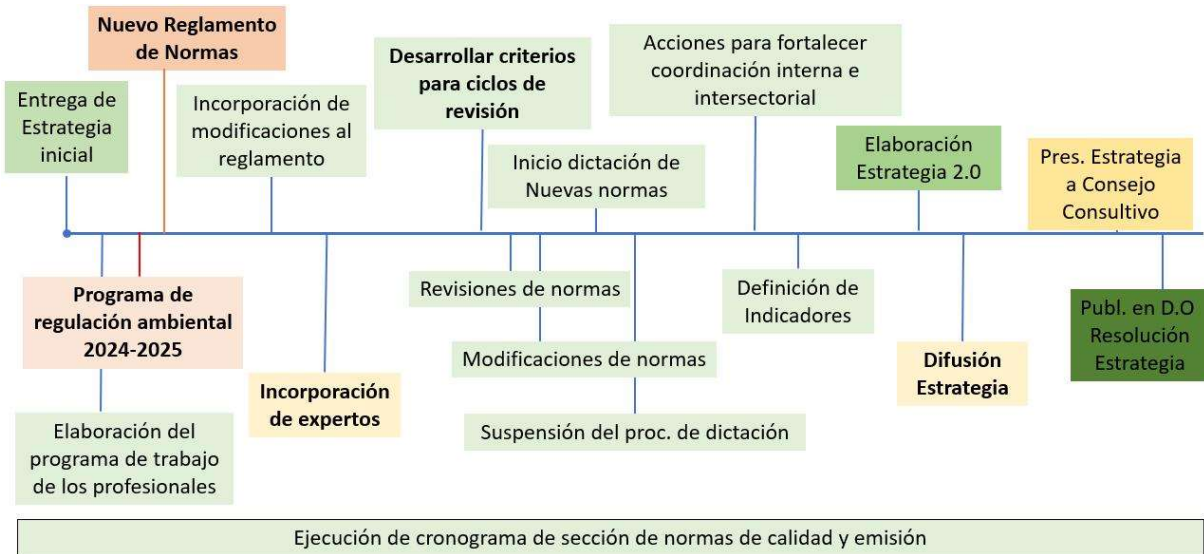


Figura 30 Actividades implementación Estrategia de normas

9.3.8 Evaluación

Elaboración, en función de actividades a realizar 2024

Incluye Definición de indicadores, Definición de metodologías de evaluación y seguimiento de las líneas de acción

9.3.9 Difusión

Elaboración, en función de actividades a realizar 204

Incluye Definición de lineamientos para elaboración de Programa de Difusión, participación ciudadana y capacitación

9.3.10 Conclusiones

9.3.11 Anexos

9.3.11.1 *Bibliografía (en elaboración)*

9.3.11.2 *Glosario (en elaboración)*

9.3.11.3 *Anexo descripción de efectos en salud de los contaminantes atmosféricos*

El MP10 y sus efectos en salud:

El material particulado es una mezcla de partículas sólidas y líquidas suspendidas en la atmósfera con un diámetro aerodinámico menor a 10 μm y su importancia radica en que debido a su reducido tamaño pueden ingresar en las vías respiratorias. Su composición es variada y dependerá de su fuente de emisión.

La exposición de la población a altas concentraciones de MP10 produce efectos adversos en la salud, los que pueden ser clasificados como agudos o crónicos. Ingresa al sistema respiratorio aumentando la mortalidad en adultos mayores, infantes y neonatos. Aumenta las cardiopatías pulmonares, agrava el asma, enfermedades pulmonares crónicas. A menor diámetro de partícula mayor es la permeabilidad en el organismo, siendo mayores sus efectos en la salud.

El MP2,5 y sus efectos en salud:

El Material Particulado Fino (MP2,5) es un contaminante atmosférico que corresponde a aquellas partículas líquidas o sólidas en suspensión con un diámetro aerodinámico menor a 2,5 μm , el cual, debido a su tamaño, puede recorrer todo el tracto respiratorio e incluso atravesar los alveolos pulmonares, lo que presenta un alto riesgo para la salud de la población. Su composición química es variable y dependerá de sus fuentes de emisión. EL MP2,5 forma parte del MP10.

Los efectos en la salud se pueden clasificar en: agudos y crónicos. Los agudos se relacionan a una alta concentración de contaminantes en tiempos cortos de exposición y los crónicos a exposiciones prolongadas en el tiempo, produciendo patologías de mayor gravedad. Algunos de los efectos adversos en la salud incluyen: aumento en la mortalidad prematura, aumento en admisiones hospitalarias en pacientes con enfermedades pulmonar obstructiva crónica y con enfermedad cardiovascular, exacerbación de los síntomas e incremento del asma, aumento de riesgo de infartos al miocardio, inflamación pulmonar, inflamación sistémica, disfunciones endoteliales y vasculares, desarrollo de aterosclerosis, incremento en la incidencia de infecciones y cáncer respiratorio.

Plomo y sus efectos en salud:

El plomo se forma a través de procesos geológicos naturales, incluida la acumulación de minerales que contienen plomo en la corteza terrestre. Estos minerales pueden ser extraídos y procesados para obtener plomo metálico y sus derivados. Una de las principales fuentes de plomo en Chile es la minería y la metalurgia. La producción y reciclaje de baterías y otros productos relacionados con el plomo también pueden ser fuentes significativas de exposición al plomo. En el año 2003 en Chile, se prohibió el uso de plomo como un aditivo de la gasolina de automóviles. La norma de Plomo aplica a muestras de MP10 obtenidas con equipos de alto volumen.

El plomo puede afectar casi todos los órganos y sistemas del cuerpo. El sistema nervioso es el más afectado por la intoxicación por plomo en los niños y los adultos. La exposición a largo plazo puede

resultar en una disminución de la capacidad de aprendizaje, memoria y atención, y debilidad en los dedos de las manos, las muñecas o los tobillos. La exposición al plomo puede causar anemia (bajo nivel de hierro en la sangre) y daños a los riñones. También puede causar aumento de la presión arterial, especialmente en personas de mediana edad y mayores. La exposición a niveles altos de plomo puede provocar graves daños en el cerebro y los riñones, y puede causar la muerte. En las mujeres embarazadas, la exposición a niveles altos de plomo puede causar un aborto espontáneo. En los hombres, puede provocar daños a los órganos reproductores.

Monóxido de carbono y sus efectos en salud:

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, sin olor ni sabor, no irritante, que se encuentra tanto en el aire puertitas adentro como al aire libre. Se produce de la combustión incompleta del carbón. Es producido tanto por actividades humanas como por fuentes naturales. Los niveles de monóxido de carbono puertitas adentro varían dependiendo de la presencia de artefactos tales como estufas de querosén o gas, hornos, cocinas que usan madera, generadores y otros artefactos a gasolina. El humo de tabaco también contribuye a los niveles de monóxido de carbono puertitas adentro.

La exposición a niveles altos de monóxido de carbono puede ser fatal. La intoxicación con monóxido de carbono es la causa principal de muertes debidas a envenenamiento en los Estados Unidos. En personas que inhalaron monóxido de carbono se han descrito dolor de cabeza, náusea, vómitos, mareo, visión borrosa, confusión, dolor en el pecho, debilidad, falla cardíaca, dificultad para respirar, convulsiones y coma. Las personas que sufren de enfermedades al corazón o al pulmón son más susceptibles a los efectos del monóxido de carbono.

El Ozono y sus efectos en salud:

El Ozono (O₃) en la atmósfera es un gas inestable y de fuerte olor picante. Tiene un alto poder corrosivo, lo que lo vuelve muy tóxico y oxidante. Se produce en la naturaleza mediante potentes descargas eléctricas en el aire como relámpagos. El ozono troposférico es un contaminante secundario, formado por reacciones de gases precursores y no es emitido directamente por fuentes específicas. Los gases precursores del ozono se originan por fuentes antropogénicas y biogénicas.

Hay evidencia que describe que los efectos en salud a corto plazo abarcan desde morbilidad respiratoria, síntomas respiratorios, inflamación de la vía aérea, disminución de la función pulmonar y hospitalizaciones hasta mortalidad.

Dióxido de nitrógeno y sus efectos en salud:

El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un gas tóxico de color marrón-amarillento y es irritante. En la atmósfera el NO₂ es muy reactivo, pudiendo reaccionar con el radical hidroxilo -OH para formar ácido nítrico (HNO₃).

De acuerdo a la Agencia internacional de investigación del cáncer (IARC) el NO₂ podría estar implicado en el desarrollo de cáncer de pulmón recomendando vigilar la exposición de largo plazo en cercanías de carreteras en especial cuando se trata del desarrollo de cáncer infantil. Por su parte, la Agencia para sustancias tóxicas y registro de enfermedades (ATSDR) describe principalmente efectos respiratorios debidos a la exposición a NO₂ y reconoce a las personas

asmáticas, con antecedentes de EPOC y enfermedad cardiaca como las más vulnerables a los efectos nocivos del NO₂ ambiental.

El dióxido de azufre y sus efectos en salud y ecosistemas:

El dióxido de azufre (SO₂) es un gas incoloro con un olor irritante característico. Este olor es perceptible a diferentes niveles, dependiendo de la sensibilidad individual. El SO₂ no es inflamable, no es explosivo y es relativamente estable.

La exposición a dióxido de azufre en el aire produce una variedad de efectos agudos y crónicos sobre la salud de la población. Particularmente sobre las personas portadoras de asma. La evidencia toxicológica demuestra los mecanismos de daño, tanto respiratorio como sistémico. También la evidencia epidemiológica indica daño respiratorio y cardiovascular agudo, así como daño crónico respiratorio y sobre el desarrollo fetal.

Concentraciones altas de SO₂ puede conducir a lesiones crónicas en plantas, mientras que producen daño al medio ambiente al inhibir el crecimiento de vegetación. Además, el SO₂ y otros óxidos de azufre pueden contribuir a la lluvia ácida que puede dañar los ecosistemas sensibles por lo cual en Chile hay una norma secundaria de SO₂.

El benceno y sus efectos en salud:

El benceno es un hidrocarburo poliinsaturado de fórmula C₆H₆, que posee una forma de anillo. Químicamente es un líquido incoloro de aroma dulce, que se evapora rápidamente en la atmósfera y con una solubilidad en agua bastante escasa. El benceno es un contaminante sujeto a oxidaciones y reacciones químicas en la atmósfera, favoreciendo la producción de ozono y material particulado.

El benceno ingresa al cuerpo principalmente por vía respiratoria (99% de exposición), interfiere en el proceso de formación de la sangre e induce el desarrollo de leucemias (mieloide y no linfocítica) en el largo plazo. El Benceno está clasificado por la IARC y la EPA como un compuesto cancerígeno (Grupo I). Además del riesgo de cáncer, puede producir dolor de cabeza, mareos, somnolencia, confusión, temblores y pérdida del conocimiento, irritación moderada de los ojos e irritación de la piel

9.3.11.4 Anexo: Gráficos de cumplimiento de romas de calidad de aire

Para el año 2022, a nivel nacional el 71% (40 de 56) de las estaciones de monitoreo con representatividad poblacional presentaron percentiles 98 de las concentraciones diarias superiores al valor de la norma primaria diaria para MP2,5 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Las estaciones ubicadas en la zona sur del país registraron las mayores concentraciones, debido principalmente a la combustión de leña residencial en meses de invierno. Los valores más altos (entre 276 y 279 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) lo alcanzan las estaciones de Coyhaique.

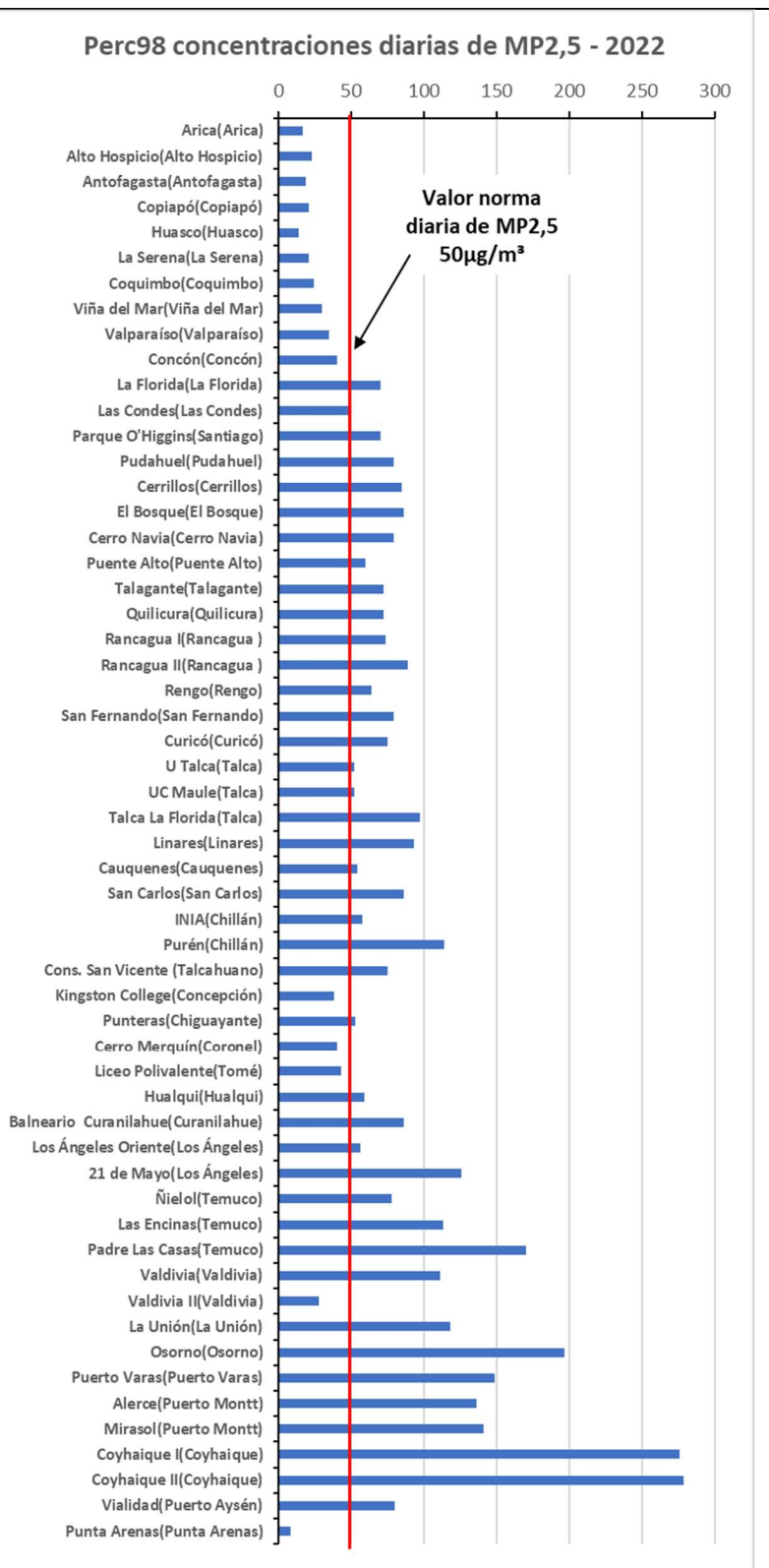


Figura 31 Evaluación de norma diaria de MP2,5 – 2022

Para el trienio 2020-2022, a nivel nacional el 54% (29 de 54) de las estaciones de monitoreo con representatividad poblacional presentaron concentraciones promedio trianual válidas superiores al valor de la norma primaria anual para MP2,5 ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Las estaciones ubicadas en la zona sur del país registraron las mayores concentraciones, debido principalmente a la combustión de leña residencial en meses de invierno. Los promedios más altos (entre 36 y $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$) lo alcanzan las estaciones de Padre Las Casas, Osorno y Coyhaique.

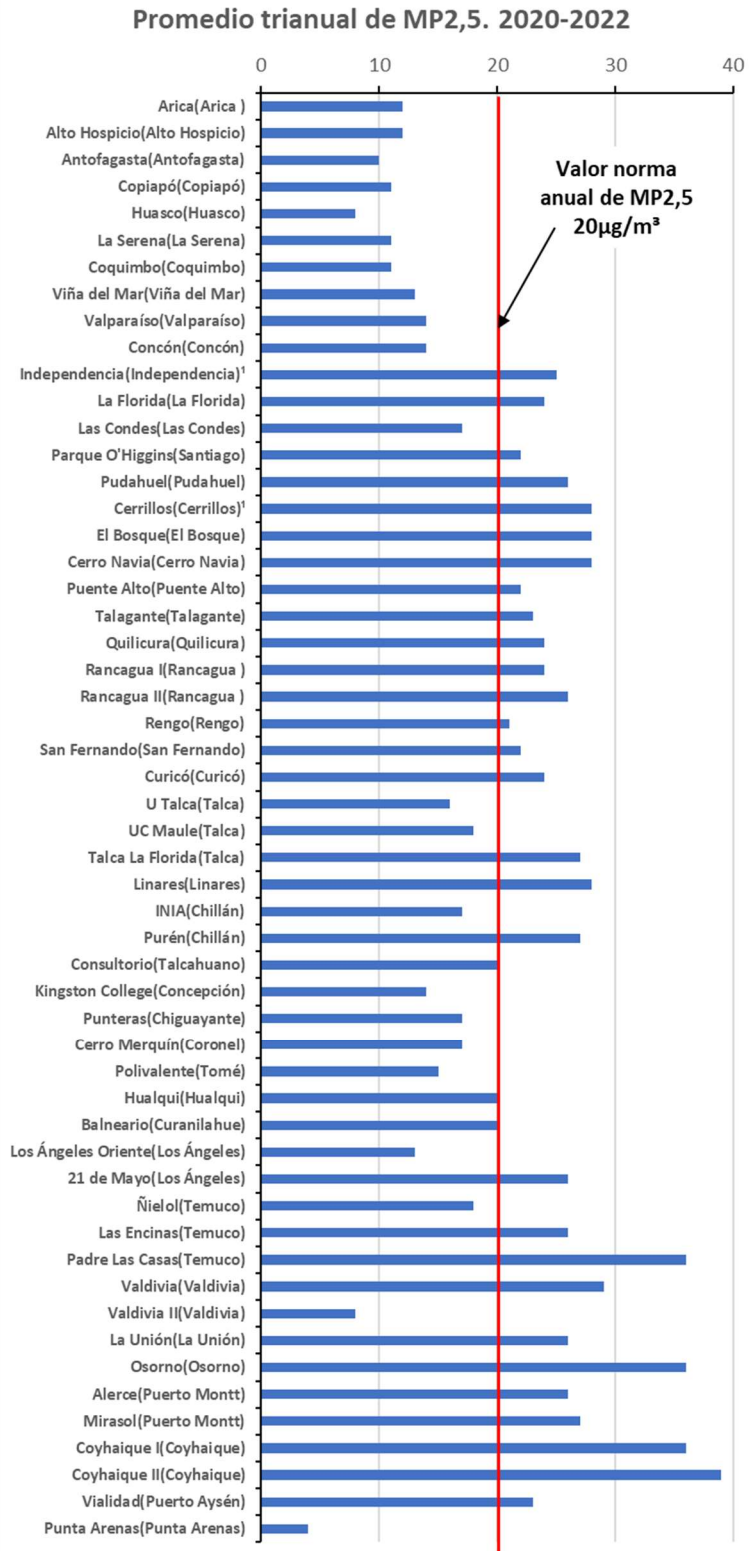


Figura 32 Evaluación de norma anual de MP2,5 años 2020 - 2022

Para el año 2021, a nivel nacional el 25% (19 de 77) de las estaciones de monitoreo con representatividad poblacional presentaron percentiles 98 de las concentraciones diarias superiores al valor de la norma primaria diaria para MP10 ($130 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Las estaciones ubicadas en Paipote (Copiapó) por la zona Norte, en la Región Mteropolitana, en Padre Las Casas, Osorno y Coyhaique en la zona sur del país registraron las mayores concentraciones en el rango 161 a $287 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

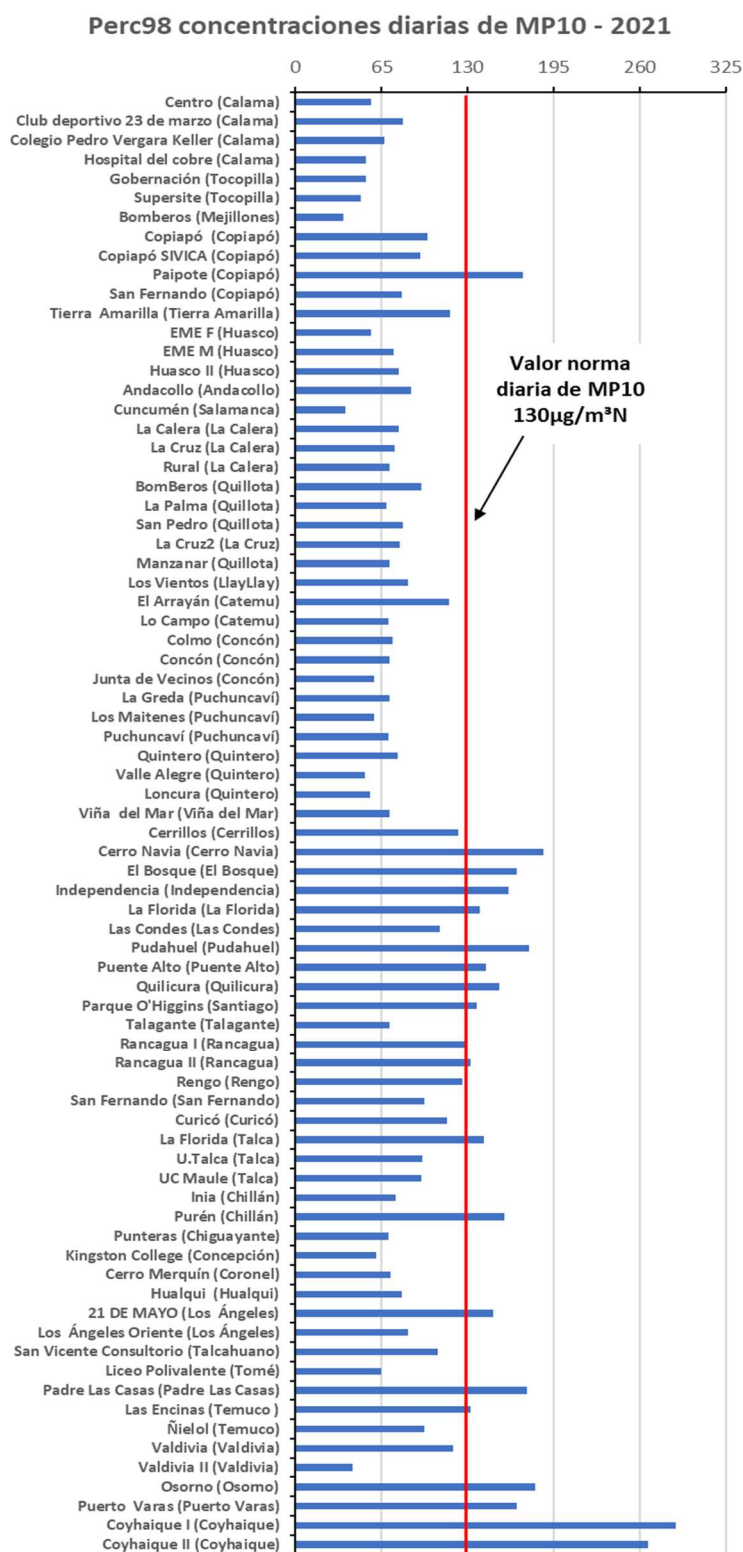


Figura 33 Evaluación de norma diaria de MP10 - 2021

Para el trienio 2019-2021, a nivel nacional el 20% (15 de 74) de las estaciones de monitoreo con representatividad poblacional presentaron concentraciones promedio trianual válidas superiores al valor de la norma primaria anual para MP10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Las estaciones ubicadas en Catemu y en la Región Metropolitana (especialmente en Cerrillos, Pudahuel, El Bosque, Quilicura, La Florida y Puente Alto) registraron las mayores concentraciones con promedios en el rango de 63 a $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

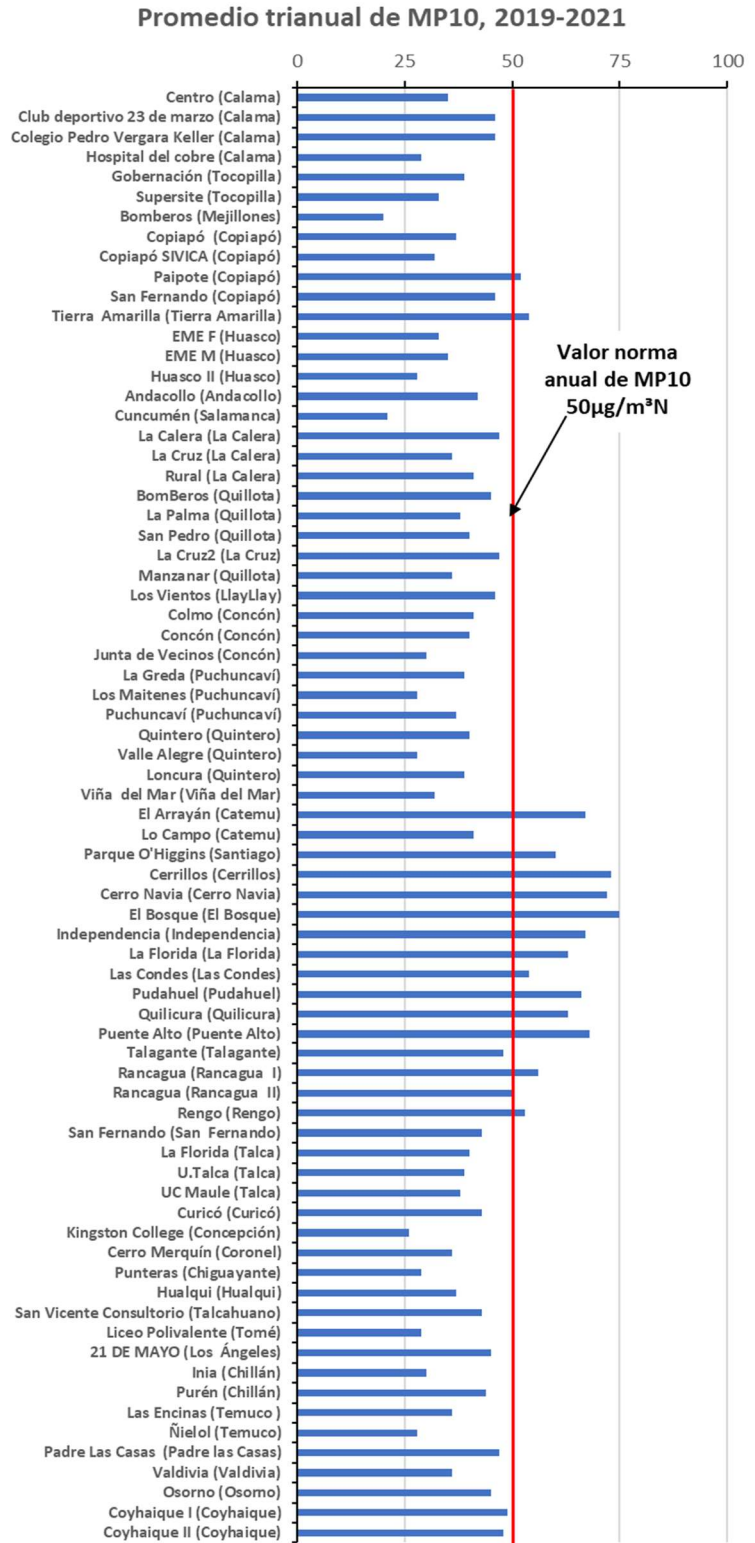


Figura 34 Evaluación de norma anual de MP10 años 2019 - 2021

Para el trienio 2020-2022, a nivel nacional ninguna de las 43 estaciones de monitoreo con representatividad poblacional presentaron un percentil de los máximas concentraciones horarias diarias superiores al valor de la norma primaria horaria para NO₂ (400 µg/m³N). Las estaciones ubicadas en la Región Metropolitana, entre ellas Independencia, La Florida, Las Condes y El Bosque presentan los valores más altos en el rango de 164 a 187 µg/m³N. Las estaciones ubicadas en otras regiones del país tiene percentiles 99 inferiores a 100 µg/m³N.

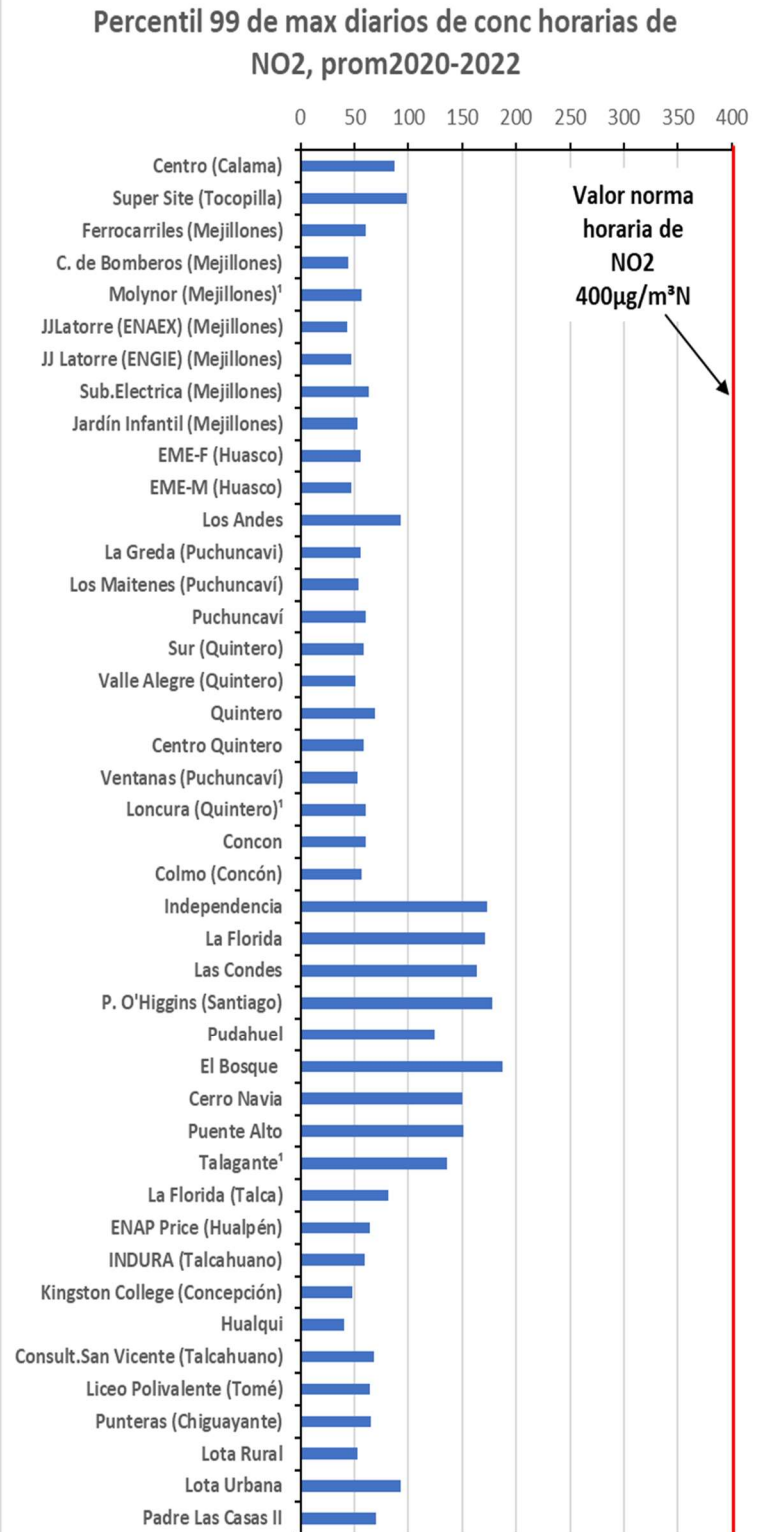


Figura 35 Evaluación de norma horaria de NO₂ años 2020 - 2022

Para el trienio 2020-2022, a nivel nacional ninguna de las 43 estaciones de monitoreo con representatividad poblacional presentaron promedios anuales superiores al valor de la norma primaria horaria para NO₂ (100 µg/m³N).

Las estaciones ubicadas en la Región Metropolitana, entre ellas Independencia, La Florida, Las Condes, Parque O'Higgins y El Bosque presentan los valores más altos en el rango de 37 a 47 µg/m³N.

Las estaciones ubicadas en otras regiones del país tiene promedios anuales inferiores a 20 µg/m³N.

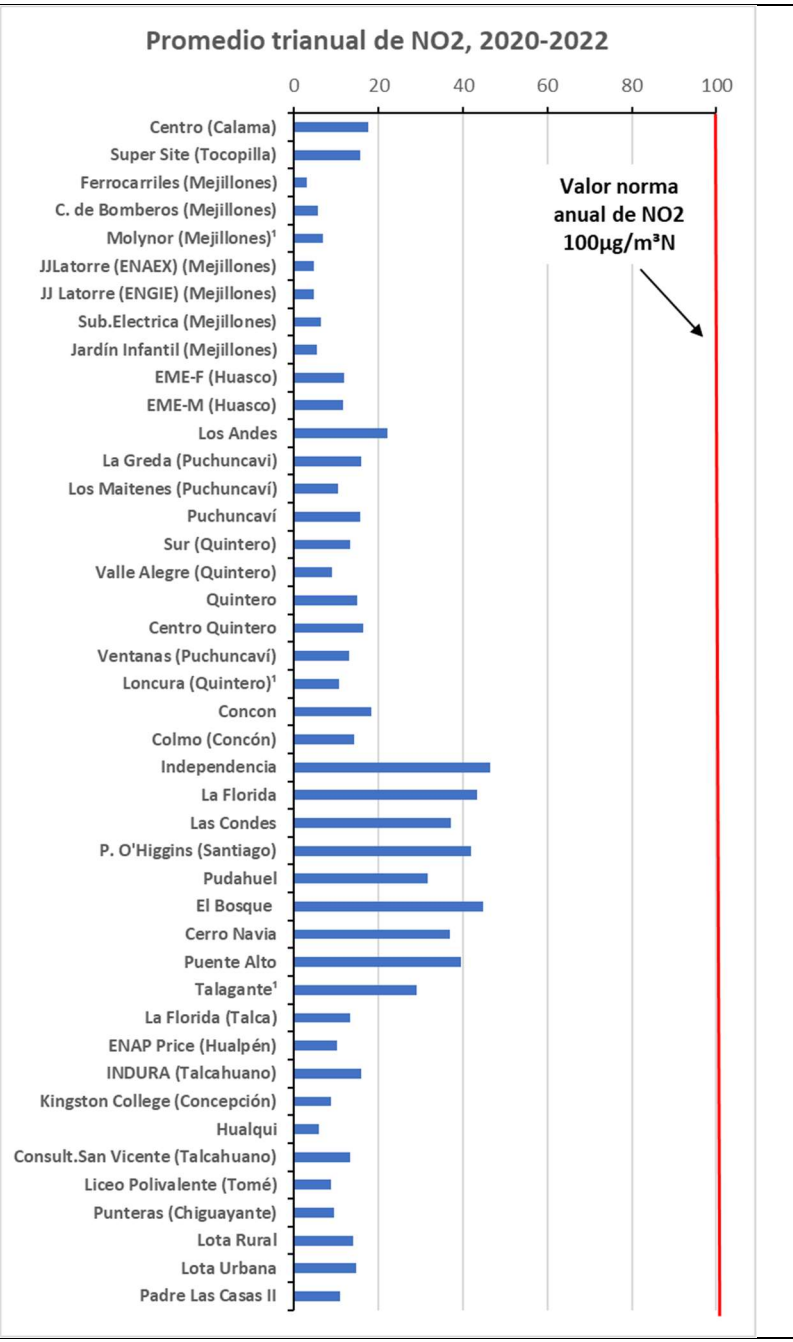


Figura 36 Evaluación de norma anual de NO₂ años 2020 - 2022

Para los datos disponibles hasta el trienio 2017-2019 a nivel nacional solo un 8% (5 de 60) estaciones de monitoreo con representatividad poblacional presentaron percentiles 99 de las concentraciones de 8 horas máximas diarias superiores al valor de la norma primaria de 8 horas para O₃ (120 µg/m³N), todas ellas ubicadas en la Región Metropolitana (Cerrillos, Cerro Navia, La Florida, Las Condes, Puente Alto) con valores más altos en el rango de 122 a 159 µg/m³N.

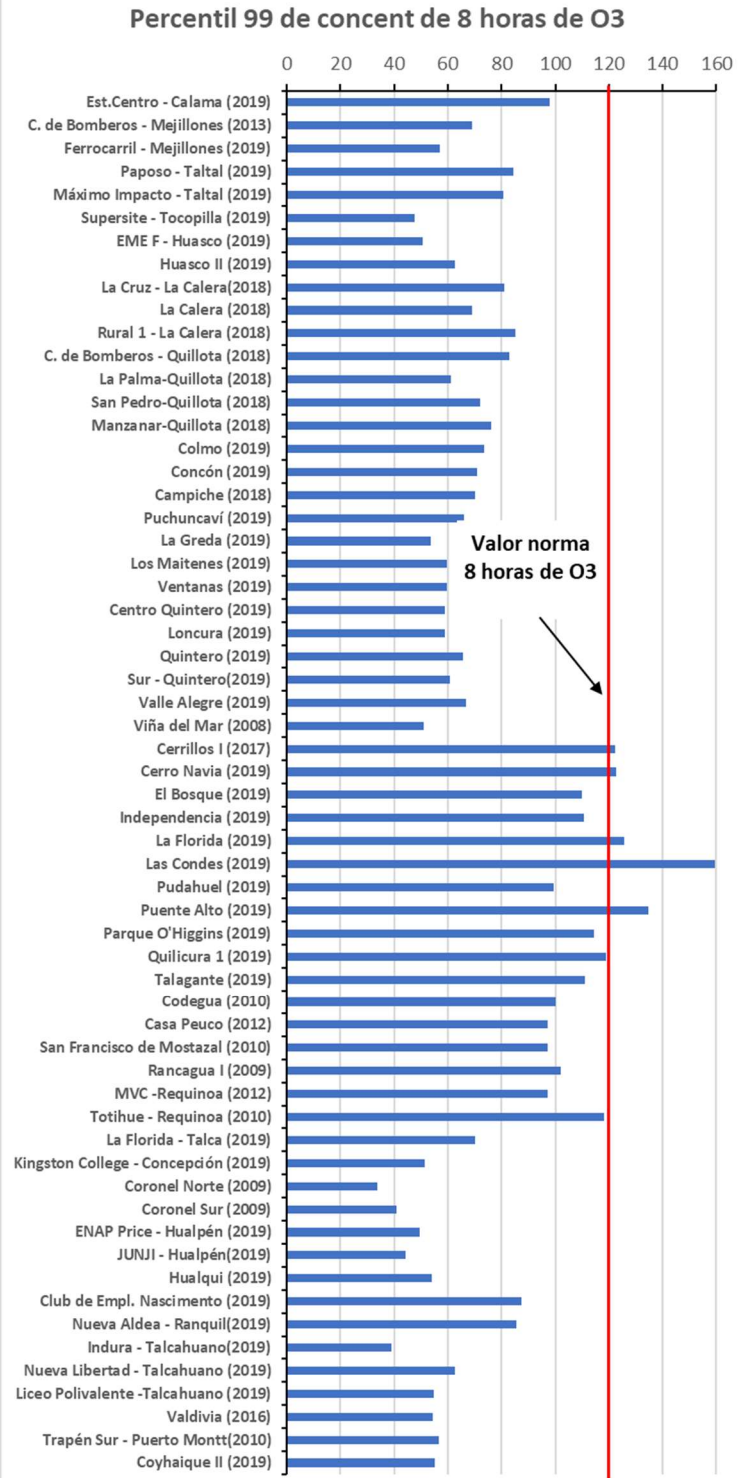


Figura 37 Evaluación de norma de 8 horas de O₃ años 2017 - 2019

9.4 Anexo 4: Apoyo respuestas de Consolidado de Observaciones y Respuestas
 Consulta Ciudadana "ANTEPROYECTO NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL AIRE
 PARA ARSÉNICO."

A continuación, en la Tabla siguiente se presentan las preguntas del consolidado para las cuales se preparó respuestas en el contexto de la presente asesoría

Tabla 48 Preguntas de consolidado de Observaciones para las cuales se elaboraron respuestas

Nº	Apellidos	Encasillamiento	Art.	Observación
30	CODELCO	Título 1 disposiciones generales	2	8.- En el Artículo 2 Definiciones, letra h) Estación Monitora con Representatividad Poblacional para material particulado MP ₁₀ se señala: "Estación Monitora con Representatividad Poblacional para material particulado MP ₁₀ : Estación monitora que a través de la medición de la concentración ambiental del material particulado respirable MP ₁₀ , representa la exposición de las personas en un área habitada, entendiéndose como área habitada, aquel territorio donde vive habitualmente un conjunto de personas". Observación: Se requiere mayor detalle en esta definición, al objeto de vincularse de mejor manera con lo establecido en la Resolución N° 744/17 de la Superintendencia del Medio Ambiente. Podemos entender que lo que desea es relacionar esta definición con lo señalado en el DS N° 12/21 "NPCA para Material Particulado Respirable MP-10" del Ministerio del Medio Ambiente. Entendiendo que, en virtud de la armonización de ambas normas, se realice la misma definición, estimamos más conveniente que esta definición contenga un mayor desarrollo o más abundante, máxime que dentro de la argumentación o fundamentación de esta norma se utilizan estaciones monitoras de MP ₁₀ que no tienen la calidad de ser EMRP y se encuentran muy próximas a las fuentes.
R30				Gracias por su observación, al respecto el cumplimiento de las condiciones de representatividad poblacional para MP ₁₀ también permite obtener muestras representativas para la determinación de Arsénico en filtros de MP ₁₀ , como también para la instalación de monitores continuos de As. Por otro lado, la resolución que debe emitir la SMA con las metodologías para la medición de MP ₁₀ contempladas en el D.S. N°12/2021 también es una oportunidad para revisar las condiciones o requisitos para la declaración EMRP considerando futuros análisis de As en los filtros de los muestreadores de gravimétricos

Nº	Apellidos	Encasillamiento	Art.	Observacion
39	ONG FIMA	Obs. General	2	Art. 2 La norma tanto en su letra d) como su letra e) indica que las mediciones serán de "al menos 18 horas de medición". Sin embargo, por medio de esta redacción no queda claro cuándo corresponderán 18 horas y cuándo corresponderán más, lo cual podría ser un obstáculo al momento de aplicar criterios de accountability. Se propone especificar de qué dependerá que se usen más datos, de forma tal que exista un criterio razonable y fiscalizable al respecto, evitando la arbitrariedad, y exigiendo cumplir con la obligación de fundamentación, según los principios de la Ley 18.575. Por otro lado, considerando que los registros de contaminante presentan rangos de concentración diversos durante el día, se vuelve relevante incluir dentro de las 18 horas de medición, los horarios que históricamente presentan mayores niveles de concentración del contaminante normado, a fin de registrar con mayor probabilidad los períodos críticos y evitar una subestimación de la concentración promedio de Arsénico.
R39	Gracias por su observación, desde la publicación del D.S. N°59/1998 de MINSEGPRES que se ha exigido medición de al menos 18 horas para validar una muestra diaria (de 24 horas). Por lo cual no debería producirse confusión en los operadores de los equipos de medición o muestreo. Por otro lado, desde el año 2008 con el D.S. N61 de MINSAL que se ha considerado el día como día calendario que inicia a las 00:01 y finaliza a las 24:00. Sin perjuicio de lo anterior, estos conceptos pueden ser reforzados en el Programa de Medición que debe elaborar el MMA en conjunto con la SMA de acuerdo al Artículo 11 del presente Anteproyecto.			
40	ONG FIMA	Obs. General	2	Luego, en la letra f) indica que la variable se determinará por el promedio aritmético de al menos el 75% de las mediciones diarias de un mes. El 75% de 30 días corresponde a 22,5 días, lo que equivale a 3 semanas. De esta forma, se deja abierta la posibilidad de obviar mediciones de una semana completa del mes. Por lo tanto, se sugiere i) restringir la cantidad de días consecutivos que pueden carecer de mediciones o ii) aumentar el porcentaje de mediciones para el cálculo del promedio mensual, de forma que la medición sea más representativa.
R40	Gracias por su observación, al respecto la frecuencia de medición ha sido revisada considerando el criterio establecido en el D.S. N°12/2011 del MMA, es decir frecuencia cada 3 días, pero en caso de declararse Zona Latente o Zona Saturada la frecuencia será diaria			
42	ONG FIMA	Obs. General	2	Finalmente, en la letra h) se indica que para la definición de una estación con representatividad poblacional se considerara el área habitada, definiendo a su vez esta última como aquella en que "vive habitualmente un conjunto de personas". De esta forma, se vuelve inexacto qué se considera por un "conjunto de personas" y "habitualmente", por lo que se recomienda definir con mayor precisión la cantidad mínima de personas que se está abarcando al hacer referencia a un "conjunto de personas" y el período, tiempo o frecuencia que se considera al hablar de "habitualmente".

Nº	Apellidos	Encasillamiento	Art.	Observacion
R42				Gracias por su observación, la definición de estación con representatividad poblacional fue incorporada en la Norma Primaria de MP ₁₀ del año 1998 (DS N°59 de MINSEGPRES) la cual ya incluía el concepto de área habitada. Por este motivo, luego de 25 años está suficientemente internalizada tanto en las entidades que realizan monitoreo de calidad de aire como en las autoridades encargadas de la fiscalización por lo cual no debería haber confusión. Sin perjuicio de lo anterior, estos conceptos pueden ser reforzados en el Programa de Medición que debe elaborar el MMA en conjunto con la SMA de acuerdo al Artículo 11 del presente Anteproyecto.
32	CODELCO	Titulo 2 Limité para concentraciones para arsénico y condiciones de superación	5	10.- En el Artículo 5 se señala: "Para efectos de evaluar el cumplimiento de la norma y cuando la representatividad de las mediciones se vea afectada por fenómenos naturales excepcionales y/o transitorios, tales como aluviones, erupciones volcánicas, y otras que impliquen un aumento temporal en las concentraciones de arsénico, dichos datos deberán ser excluidos de la estadística destinada a verificar el cumplimiento de la norma". Observación: Se requiere clarificar una metodología de sustitución de datos expresada en el mencionado artículo y en forma más abundante precisar el criterio de eliminación de datos producto de estos eventos señalados y su debida cuantificación para los efectos propuestos.
R32				Gracias por su observación, en Artículo 10 del anteproyecto se establece que la SMA fiscalizará el cumplimiento de la norma, luego corresponderá a la SMA establecer los protocolos y directrices para el reporte de datos (Artículo 14) en los cuales se deberían incluir criterios para validar e invalidar los días para la evaluación de la norma de As
44	ONG FIMA	Obs. General	5	Art. 5 Teniendo en cuenta que el objetivo de la presente norma de calidad de aire es proteger la salud de la población de los efectos crónicos causados por la exposición a arsénico presente en el aire, según se expresa en su artículo 1, se considera contradictorio excluir datos asociados a fenómenos naturales de las estadísticas utilizadas para la evaluación de cumplimiento de la norma. La ocurrencia de estos eventos puede determinar un peak importante en la concentración de arsénico que podría perdurar en el tiempo según sea la naturaleza del evento y, por lo tanto, tener un efecto sobre la salud de la población ³ . Frente a esto, se recomienda incluir los datos asociados a mediciones realizadas durante la ocurrencia de fenómenos naturales excepcionales y/o transitorios, u otras que impliquen un aumento temporal en las concentraciones de arsénico.
R44				Gracias por su observación. La experiencia en la comunidad Europea es no incluir en la evaluación de la norma (Directiva 2004/107/CE) los días afectados por eventos naturales ya que ellos no se pueden controlar como parte de la gestión de la calidad del Aire. Lo anterior no impide que las concentraciones de As sean consideradas en investigaciones o estudios de riesgo o efectos en salud de las personas
50	Burgos	Vistos y Considerandos	5	Art 5: respecto a los fenómenos naturales, se propone determinar el establecimiento del plazo por medio de hitos o similar, así como el organismo/entidad que lo fija.
R50				Gracias por su observación, en Artículo 10 del anteproyecto se establece que la SMA fiscalizará el cumplimiento de la norma. Además en el Artículo 14 se establece que la SMA deberá establecer los protocolos y directrices para el reporte de datos (en los cuales se deberían incluir criterios para invalidar los días para la evaluación de la norma de As por fenómenos naturales. Sin embargo, eso no implica que la medición se suspenda por causas de fenómenos naturales en caso de ser pronosticados sino que no se considerará para cálculos de promedios mensuales

Nº	Apellidos	Encasillamiento	Art.	Observacion
15	Galleguillos Rodríguez	Título 3 Estaciones de monitoreo y mitología de medición	7	según lo indicado, el Muestreo discreto de material particulado se deberá efectuar una vez cada dos días (día por medio). Se solicita muestreo de forma horaria. y generar un red de monitoreo más densa, por ejemplo en Catemu, las estaciones existen no son representativas, de los cerca de 400 km2, debido a su orografía.
R15				Gracias por su observación. Actualmente los equipos de monitoreo continuo de Arsénico con resolución horaria no cuentan con certificación de acuerdo a lo que establece el reglamento de estaciones de monitoreo para evaluación de norma (DS61/2008). Por otro lado, las concentraciones históricas de As a nivel nacional, presentadas y resumidas en el estudio de Dictuc no alcanzan niveles que justifiquen implementar mediciones horarias, razón por la cual se definió establecer una norma para evaluar los efectos a largo plazo mediante una norma anual de As.
33	CODELCO	Título 3 Estaciones de monitoreo y mitología de medición	7	11.- En el Artículo 7 se señala: "El muestreo discreto de material particulado, para efectos de la presente norma, se deberá efectuar a lo menos una vez cada dos días". Observación: Surge la inquietud, para lo que se requiere del Ministerio que señale cómo será posible mejorar la frecuencia de recolección de muestras, ya que el estudio del DICTUC verificó que solo se requieren 10 muestras al mes y en este artículo se solicitan al menos 15 muestreos al mes. También se solicita mayor detalle sobre los antecedentes que justifiquen la frecuencia de medición señalada y como se espera mejorar la gestión de las Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFAs), que realizan dicha labor actualmente. De acuerdo a lo señalado, el establecer muestreos discretos cada dos días constituye una modificación respecto de la metodología de muestreo actual, que se realiza cada 3 días (10 muestras al mes).
R33				Gracias por su observación. La frecuencia de muestreos gravimétricos cada 3 días se arrastra desde la norma primaria de MP ₁₀ de 1998 (DS59 de Minseges, derogado por DS12/2021 de MMA), lo cual fue constatado en el estudio de Dictuc. Además, esta frecuencia de muestreo es utilizada en programas de monitoreo de Estados Unidos, Canadá, países de la Comunidad Europea, Japón, entre otros. En dichos países se considera cambiar a frecuencia diaria si se constatan zonas de altas concentraciones. Por este motivo, considerando además el criterio establecido en el D.S. N°12/2011 del MMA, se establecerá en la versión final del Anteproyecto una frecuencia cada 3 días, pero en caso de declararse Zona Latente o Zona Saturada la frecuencia será diaria. Por otro lado, respecto a las ETFa corresponderá a la SMA incluir el monitoreo de As en el alcance Aire, actualmente está considerado el alcance de los análisis químicos
34	CODELCO	Título 3 Estaciones de monitoreo y mitología de medición	9	12.- En el Artículo 9 se señala: "Para efectos de las declaraciones de zona saturada o latente, se podrán utilizar los datos obtenidos con anterioridad a la entrada en vigencia de la presente norma de calidad establecidas en el presente decreto, siempre y cuando cumplan con la metodología indicada en los artículos transitorios y las estaciones estén contenidas en el programa de monitoreo señalado en el artículo 11". Observación: Se requiere revisar esta medida, en cuanto a utilizar datos previos a la existencia de la norma para verificar su cumplimiento, en este caso de un contaminante de referencia nuevo en Chile, lo anterior puede significar que inmediatamente después de la entrada en vigor la norma, se declare una zona geográfica como Zona Saturada o Latente por Arsénico, utilizando datos previos a la existencia de este instrumento de gestión ambiental. A nuestro juicio, debe evaluarse esta medida a la luz de que los objetivos de las normas de calidad ambiental son el mejorar o prevenir la contaminación, pero siempre en armonía con el principio de gradualidad en su implementación. Asimismo, debe evaluarse adecuadamente las

Nº	Apellidos	Encasillamiento	Art.	Observacion
				implicancias de la aplicación de este artículo en el AGIES. De igual manera como se cumple con lo descrito en la norma supletoria (Ley N° 19.880/03), respecto al principio de no retroactividad de los actos administrativos de los Órganos del Estado. Por ultimo es importante destacar para que esto sea factible, la metodología a utilizar debe ser equivalente a la utilizada con anterioridad a la publicación de esta norma.
R34				Gracias por su observación. El estudio de Dictuc recopiló información de 46 estaciones con monitoreo de As, las cuales la mayoría mantienen datos desde 2013 luego de la entrada en vigencia del D.S. N°28 (norma de fundiciones). Las concentraciones más altas corresponden a territorios cercanos a las fundiciones donde ya hay algún Plan de descontaminación por superación de Normas de MP ₁₀ o SO ₂ y/o conflictos ambientales con una comunidad empoderada. Por lo cual, aplicando el principio preventivo y en función de los valores históricos corresponde tomar medidas prontas para disminuir las concentraciones que ya están excediendo el límite propuesto para promedio anual
6	aradia	Obs. General	10	Artículo N° 10. Me gustaría que de alguna forma no solo las personas al mando fueran encargadas de hacer funcionar esta norma, todos deberíamos tener algún tipo de responsabilidad en cuanto a la mantención y recuperación del medio ambiente en cuestión.
R6				Gracias por su observación. Actualmente tanto los planes de descontaminación como la definición de la ubicación de las estaciones de monitoreo están considerando la participación ciudadana, por lo cual esta norma también considerará a las comunidades de los territorios afectados en las futuras decisiones de monitoreo
35	CODELCO	Titulo 4 fiscalización de la Norma	11	13.- En el Artículo 11 se señala: "Para el seguimiento de la presente norma primaria, corresponderá al Ministerio del Medio Ambiente definir un Programa de monitoreo de arsénico en las estaciones de calidad del aire que sean parte de las redes de monitoreo públicas y/o privadas". Observación: No se logra comprender si este es un programa adicional, cómo se correlaciona con el resto de la norma que está estableciendo un monitoreo permanente, con frecuencia de al menos cada dos días, con un sistema de sustitución de datos para contabilizar los meses donde no se pueda medir. Por lo anteriormente expresado se requiere claridad de los alcances, las características de este programa y objetivos particulares.
R35				Gracias por su observación. El objetivo de lo señalado en el Art 11, es que el MMA deberá establecer las prioridades de monitoreo en función del análisis de las concentraciones del diagnóstico realizado por dictuc, de las fuentes emisoras de arsénico y la incorporación de la participación ciudadana. Este plan incluye definir la frecuencia de monitoreo y la metodología de medición (tipo de equipo) a utilizar en cada una de las estaciones ya existentes (públicas y privadas) y para las nuevas estaciones que se sumen. El plazo para elaborar este plan es 6 meses desde la publicación de la norma. Implementar el plan no puede exceder 12 meses, es decir hay un plazo máximo de 18 meses desde publicada la norma de As. Respecto a la frecuencia de 2 días, la versión final del Anteproyecto considera frecuencia de medición cada 3 días pasando a diaria si se declara zona latente o saturada.

Nº	Apellidos	Encasillamiento	Art.	Observacion
36	CODELCO	Título 4 fiscalización de la Norma	11	14.- En el mismo artículo anterior se señala: "Dicho programa deberá ser aprobado mediante resolución en el plazo de 6 meses contados desde la publicación del presente decreto, previo informe de la Superintendencia del Medio Ambiente". Observación: Al ser los plazos distintos a los señalados en el artículo 8 en que se señala un plazo de 12 meses para establecer las metodologías de medición, se entendería que en su primera fase este programa podría utilizar las metodologías definidas en los artículos transitorios u otras. Se requiere claridad al respecto y mayor consistencia en los plazos establecidos en este instrumento de gestión ambiental con otros establecidos en forma previa en este mismo documento. En consecuencia, entendemos es conveniente extender el plazo de aprobación de este programa de monitoreo a 12 meses contados desde la publicación del presente decreto, previo informe de la Superintendencia de Medio Ambiente.
R36				Gracias por su observación. La propuesta de plazo de 6 meses fue establecida en consideración al avance que ya existe en el diagnóstico de las mediciones de Arsénico a nivel nacional, al inventario de las fuentes de emisión de As y a la metodología de medición que actualmente está disponible para muestreo de As por lo cual no se estima necesario una ampliación de plazo
3	Saes	Obs. General	12	En el artículo 12, En el inciso B, no se menciona ninguna instalación de monitoreo en zonas de riesgo por reacciones ambientales, tales como aluviones, meteorización, erupciones volcánicas. Las cuales deberías ser medidas y monitoreadas para la población que se puede llegar a ver afectada en niveles de riesgo ambiental provocado. Se debería fiscalizar igualmente estas zonas para tener un registro de las emisiones.
R3				Gracias por su observación. La norma a establecer corresponde a una norma primaria de calidad aire, instrumento para protección de la salud de las personas. Lo que se plantea en la observación debería ser regulado por una norma secundaria para protección de los recursos naturales, lo cual se considerará para diseño de futuros programas de normas
5	camila	Obs. General	12	Dentro del artículo 12 del título IV fiscalización de la norma, se dan tres puntos, los cuales son condiciones que se tendrán presentes frente al territorio donde estarán situadas las instalaciones de calidad del aire. A mi parecer es sumamente importante mencionar el cuidado de la biodiversidad que se encuentra en esa área, ya que como se hablaba en el documento, el arsénico puede llegar a ser muy peligroso para el ser humano, al mismo tiempo que para nuestra flora y fauna.
R5				Gracias por la observación. La norma a establecer es una norma primaria de calidad aire, instrumento cuyo objetivo es la protección de la salud de las personas. Establecer niveles de As para la protección de la biodiversidad debe mediante una norma secundaria de calidad de aire, la cual incluso puede ser desarrollada para condiciones locales, atendiendo los distintos niveles base de As en el territorio nacional. Esta regulación se considerará para normas futuras

Nº	Apellidos	Encasillamiento	Art.	Observacion
20	Grupo de investigadores CEDEUS-UC	Obs. General	12	Artículo 12. Por un lado, puede considerarse que no debiera haber demora en definir zonas prioritarias, si estas ya se conocen desde la elaboración del anteproyecto, por lo que estas zonas deberían estar definidas desde el día 1. Por otro lado, si no es posible que queden definidas para la entrada en vigencia de la norma, debe fijarse un plazo máximo para definir las zonas prioritarias, pues de ellos depende la mediciones y aplicabilidad de la norma, sino puede quedar inaplicable. Se propone en ese caso un plazo de 3 meses desde la publicación de la norma.
R20	Gracias por la observación, el plazo establecido por el Artículo 11 para el programa de monitoreo es un máximo de 6 meses, dependiendo de los acuerdos entre el MMA y SMA más las consultas a la comunidad de los territorios con población expuesta y el nivel de avance que ya existe con los estudios preliminares es muy probable que el tiempo de entrega del programa de monitoreo sea menor a 6 meses			
37	CODELCO	Titulo 4 fiscalización de la Norma	12	15.- En el Artículo 12 se señala: "El Ministerio del Medio Ambiente, en conjunto con la Superintendencia del Medio Ambiente, deberán considerar a lo menos los siguientes antecedentes para efectos de determinar los lugares prioritarios, dentro del país, en que se deberán instalar (o ser consideradas, en el caso de las existentes) estaciones de monitoreo discreto con representatividad poblacional por MP ₁₀ , con la finalidad de evaluar el cumplimiento de la norma de arsénico: a) Población expuesta; b) Presencia de desarrollos de procesos de extracción y fundición de minerales, funcionamiento de plantas de energía u otros procesos de combustión de carbón; c) Valores de concentraciones de arsénico en aire medido, y tendencias históricas.". Observación: Se necesita aclarar cómo se describen o establecen estos lugares dentro del país, cómo se identifican y clasifican de este modo, y por qué se hace distinción sobre otros lugares del territorio, máxime que es una norma primaria de calidad ambiental, cuyo objetivo de protección es la salud de la población en igualdad para todos los habitantes del país. A este respecto se requiere mayor claridad con relación a cómo se aplicará esta definición en zonas naturalmente expuestas a altos contenidos de arsénico en el aire. En relación con estas nuevas consideraciones que deben tener las EMRP de MP ₁₀ , que no han sido mencionadas en el apartado de las Definiciones del Artículo N° 2, tampoco descritas en el estudio del DICTUC, debemos señalar que implican mayores requisitos que los señalados en la Resolución N° 744/2017 "Establece Criterios para Calificar estaciones de Monitoreo de Material Particulado Respirable (MP ₁₀) como Representatividad Poblacional". Se requiere mayor claridad de los fundamentos de esta medida, en tanto no hay que perder de vista que estamos hablando de EMRP de MP ₁₀ , no específicamente solo para medir As. Con relación a la consideración descrita en el literal b) "Presencia de desarrollos de procesos de extracción y fundición de minerales, funcionamiento de plantas de energía u otros procesos de combustión de carbón". Se observa que en este listado no se mencionan otras industrias, como empresas químicas que dentro de sus emisiones se encuentra el As, según los estudios referidos por el DICTUC. Se solicita poder aclarar la razón para que estén fuera de este listado de sectores prioritarios o reconsiderar su inclusión, al objeto de hacer más eficiente y completa la utilización de este instrumento de gestión ambiental.

Nº	Apellidos	Encasillamiento	Art.	Observación
R37				Gracias por la observación, de acuerdo al Artículo 11 el plazo establecido por un programa de monitoreo es un máximo de 6 meses, para el cual se considerará el diagnóstico de los niveles de concentración registrados en 46 estaciones de monitoreo de Arsénico (Estudio Dictuc de 2022). Los criterios serán establecidos en dicho plan por el MMA y SMA más las consultas a la comunidad de los territorios con población expuesta
45	ONG FIMA	Obs. General	12	Art. 12 La norma en su literal b) contempla como criterio para determinar las zonas prioritarias la presencia industrias que son fuentes de emisiones de arsénico. Sin embargo, no se contemplan otras que igualmente son emisoras, como es el caso de la agricultura y la industria forestal que utilicen pesticidas compuestos por arsénico, o los vertederos de cenizas y escorias provenientes de la combustión del carbón. Se recomienda entonces agregar todos los procesos o actividades productivas capaces de emitir arsénico, sin hacer diferenciaciones, o bien establecer las razones de dicha diferenciación. Por lo demás, la norma considera la población expuesta para determinar las zonas prioritarias, pero de forma genérica. Considerando que el objetivo de la norma de calidad es resguardar la salud de la población, se vuelve necesario entonces considerar aspectos determinantes de población vulnerable a los efectos de la contaminación por arsénico (adultos mayores, infantes, etc.). Por lo tanto, se recomienda tomar en cuenta los antecedentes demográficos para determinar zonas prioritarias, específicamente identificando zonas con población vulnerable.
R45				Gracias por la observación, Para la letra b) se consideró la revisión bibliográfica internacional, la cual hace las siguientes referencias respecto a las fuentes señaladas: <ul style="list-style-type: none"> • Se ha observado una mayor incidencia de cáncer de pulmón en varios grupos ocupacionales expuestos a compuestos inorgánicos de arsénico. Algunos estudios también muestran que las poblaciones cercanas a las fuentes de emisión de arsénico inorgánico, como las fundiciones, tienen un riesgo moderadamente elevado de cáncer de pulmón World Health Organization pág. 125: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf • La acción antropogénica, como en procesos de extracción y fundición de minerales, funcionamiento de plantas de energía u otros procesos de combustión de carbón TOXICOLOGICAL PROFILE FOR ARSENIC U.S., 139(6), 2557 2565. https://doi.org/10.1088/00046256/139/6/2557 • Algo que preocupa bastante es la capacidad del arsénico inorgánico que se inhala para aumentar el riesgo de cáncer del pulmón . Esto se ha observado principalmente en trabajadores expuestos al arsénico en fundiciones, minas y en fábricas de productos químicos, aunque también se ha observado en gente que vive cerca de fundiciones y de fábricas de productos arsenicales (Agencia para sustancias tóxicas y el Registro de Enfermedades: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs2.html) Sin perjuicio de lo anterior, se ha agregado en literal b) la presencia de disposición de relaves y estériles de origen minero y se solicita mayores antecedentes respecto a las otras fuentes mencionadas.
48	Burgos	Obs. General	12	Art 12: considerar crecimiento urbano y poblacional para estaciones de monitoreo, para que no pase lo del PDA de Calama (representatividad poblacional). Como las fuentes ya están identificadas, las zonas prioritarias también debiesen estarlo desde la entrada en vigencia de la norma. - Art 15: SMA informa dentro del primer semestre de cada año, podría ser 3 meses, como en otras normas.

Nº	Apellidos	Encasillamiento	Art.	Observacion
R48				<p>Gracias por la observación. Si bien no está explícito en el artículo 12, en la elaboración del programa de monitoreo se considerará proyección de crecimiento de la población en el corto plazo. Por otro lado, la legislación vigente establece un plazo de 4 años para revisión de la norma en la cual se presentará otra oportunidad para evaluar y rediseñar programa de monitoreo en función de posibles cambios demográficos.</p> <p>Respecto al Artículo 15, considerando que los informes de monitoreo son entregados el mes siguiente, es decir en enero para cerrar el año. 2 meses para que la SMA elabore los resultados de todas las estaciones podría ser muy difícil de cumplir en consideración a la cantidad de estaciones y las otras normas que se reportan. Se recomendará priorizar la entrega de resultados de los territorios con mayores concentraciones o que sean declarados latentes/saturados por arsénico.</p>
21	Grupo de investigadores CEDEUS-UC	Obs. General	13	<p>Artículo 13. Debe fijarse un plazo para definir la incorporación de las estaciones de Monitoreo EMRP-MP₁₀ cercanas a las fuentes de emisión afectas por el DS 28/2013 MMA, NE Fundiciones de cobre.</p>
R21				<p>Gracias por la observación. En el Artículo 11 del anteproyecto se establece que el programa de monitoreo elaborado por MMA-SMA tiene un plazo máximo de 6 meses desde la publicación de la norma de arsénico, por lo cual el plazo máximo para definir las estaciones cercanas a fuentes de emisión que serán incorporadas en el programa de monitoreo debe ser inferior a 6 meses</p>
38	CODELCO	Título 4 fiscalización de la Norma	13	<p>16.- En el Artículo 13 se señala: “Las estaciones de monitoreo con EMRP-MP₁₀, cercanas a fuentes de emisión afectas por el decreto supremo N° 28, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece Norma de Emisión para Fundiciones de cobre y Fuentes emisoras de arsénico, o el que lo reemplace, deberán ser evaluadas para su incorporación en el programa de monitoreo contenido en el artículo 11”. Observación: Se requiere aclarar cuáles son los criterios de evaluación que se considerarán, señalando si serán los descritos en el art. 12 anterior u otros diferentes. Adicionalmente, se pudiese aclarar si estas estaciones requerirán modificaciones y cómo se llevarán a cabo estas modificaciones de existir. De no ser incorporadas, aclarar si se informará a los titulares para no seguir realizando estas mediciones. Se requiere mayor profundidad y desarrollo de esta medida para comprender su objetivo e implicancias.</p>
R38				<p>Gracias por la observación. El plazo máximo deberá ser inferior a los 6 meses desde la publicación de la presente norma de arsénico considerados para la elaboración del programa de monitoreo definido en el Art 11. Para la elaboración del programa de monitoreo el MMA en conjunto con la SMA establecerán los criterios de evaluación a considerar en el programa</p>

Nº	Apellidos	Encasillamiento	Art.	Observacion
2	Flores	Obs. General	14	Artículo 14, considero que en vez de decir «deberán reportar los resultados a la Superintendencia del medio ambiente, de acuerdo a las directrices y protocolos que para tales efectos establezca dicha identidad», la Superintendencia del medio ambiente les debería exigir que los resultados se envíen por medio de informes y que este enviando uno, ya sea semanal, mensual; además considero que el correcto uso de informes sea cuando los resultados demuestren errores o anomalías.
R2	Gracias por la observación. De acuerdo al Art 14, la SMA será la encargada de establecer los procolos y directrices para reporte de datos. Se enviará su observación a la SMA para que evalúe su consideración en dichos protocolos y directrices			
17	Díaz Marquez	Título 4 fiscalización de la Norma	14	Todo titular de una red de monitoreo que contenga estaciones EMRP MP ₁₀ estará en obligatoriedad de modificar su programa de monitoreo establecido en el Plan de seguimiento, adaptándose a esta NPCA?, en relación al cambio de frecuencia de monitoreo (cada dos días) y realización análisis químico para determinar arsénico en los filtros impactados, además de la reportabilidad de sus resultados. Esto será notificado individualmente a cada Titular o solo se notificará mediante una Resolución aplicable para todos?
R17	Gracias por la observación. En la versión final del Anteproyecto de norma de As se establecerá frecuencia cada 3 días, la cual cambiará a diaria al declararse zona latente o saturada. Por lo cual, los titulares se darán por notificados con la publicación de declaración de zona. Sin embargo, se recomienda que al contatar la superación de nivel de la norma o de latencia iniciar el nuevo año con frecuencia diaria de medición			
46	ONG FIMA	Obs. General	14	Art. 14 Con el fin de cumplir con los compromisos del país relativos al acceso a la información ambiental, y acceso a la justicia ambiental, determinados en los estándares de Escazú, se requiere establecer un modelo de entrega de la información por parte de los particulares a la autoridad. De esta forma se sugiere que dicho estándar tenga como objetivo, por un lado, simplificar la comprensión de los resultados, y evitar la posibilidad de que la información se entregue de forma incompleta. Así, sería necesario incorporar formatos de presentación de los datos para unificar la manera de entrega de información y facilitar el análisis de resultados. Adicionalmente, se recomienda solicitar un análisis estadístico, ya que esta información entrega una noción de la veracidad y error que tienen los valores obtenidos, donde se incluya, al menos, la desviación estándar de los datos diarios, mensuales y anuales,.
R46	Gracias por la observación. De acuerdo al Art 14, la SMA será la encargada de establecer los procolos y directrices para reporte de datos. Se enviará su observación a la SMA para que evalúe su consideración en dichos protocolos y directrices			
1	fuentelba	Vistos y Considerandos	15	ARTICULO 15. la superintendencia del medio ambiente debe informar públicamente no siempre el primer semestre, sino que debe informar cada un mes, a si no es tanto el tiempo.
R1	Gracias por la observación. El Artículo 15 establece un plazo de 6 meses para que la SMA entregue resultados del programa anual de monitoreo de las estaciones EMRP. Por otro lado, de acuerdo a lo establecido en el D.S.			

Nº	Apellidos	Encasillamiento	Art.	Observacion
				N°61/2008 hay un plazo máximo de 40 días para hacer llegar los informes mensuales de datos de las estaciones de monitoreo, los cuales quedan disponible para consulta pública en el sitio web de SNIFA de la SMA
4	catalina padilla	Obs. General	15	Artículo 15: Creo que en este caso el rol de la superintendencia del medio ambiente es tener el deber de informar cada mes evitando esperar cada semestre, ya que se hace muy largo el tiempo y nunca está demás saber que está ocurriendo en el momento preciso.
R4				Gracias por la observación. El Artículo 15 establece un plazo de 6 meses para que la SMA entregue resultados del programa anual de monitoreo de las estaciones EMRP. Por otro lado, de acuerdo a lo establecido en el D.S. N°61/2008 hay un plazo máximo de 40 días para hacer llegar los informes mensuales de datos de las estaciones de monitoreo, los cuales quedan disponible para consulta pública en el sitio web de SNIFA de la SMA.
49	Burgos	Obs. General	16	Art 16: Establecer plazo para publicación de información. - Para la revisión de la norma se pueden utilizar mediciones de MP _{2,5} y MPS.
R49				Gracias por la observación. El MMA cuenta con sitio web en el cual se publican los informes en línea y de libre acceso, el cual está coordinado con la SMA a nivel de administradores de sitios web. Por lo cual no se estima necesario incluir un plazo en el artículo 16 para publicar el Informe anual de resultados que elabore la SMA. Se estima que el informe debería estar disponible en sitio web del MMA en un plazo que no debería exceder 1 día luego de ser liberado por la SMA.
9	Salas	Obs. General	17	Artículo 17: "El presente decreto entrará en vigencia el día de su publicación en el Diario Oficial", a mi opinión publicar en el diario el decreto está relativamente bien, ya que también debería informarse en la opinión publicar en el diario el decreto está relativamente bien, ya que también debería informarse en la TV abierta netamente porque llega a más personas, son pocas las personas que aún leen el diario
R9				Gracias por su observación y recomendación
23	CODELCO	Vistos y Considerandos	considerando 11	1.- En el Considerando N° 11 se señala: "Que, para el territorio nacional, el inventario de emisiones atmosférica actualizado al año 2020 estima 473 toneladas de arsénico emitidas por año, donde el 99% de estas proviene de las Fundiciones de Cobre". Observación: Se requieren mayores antecedentes de esta afirmación, al objeto de evaluar si es real y cierta, y en qué condiciones se obtuvo. Lo anterior, ya que desde ésta se asigna una responsabilidad casi completa a estas fuentes emisoras de la calidad del aire por este contaminante. Se deja de lado el aporte de la re-suspensión de arsénico natural en zonas áridas u otras fuentes pertenecientes a otras industrias como como empresas químicas y termoeléctricas, entre otras. Adicionalmente, no considera re-suspensión de sedimentos de lechos de ríos con alto contenido de arsénico, procesos metalúrgicos abandonados, etc. Cabe considerar que Chile posee un alto contenido de arsénico natural, lo que según evidencia científica contribuye en aproximadamente en un tercio de los niveles medidos en el aire en el país (1). Resulta muy importante tener claridad y rigurosidad en relación a las fuentes aportantes, a fin de que las medidas establecidas en una norma de esta naturaleza sean eficientes y recoja lo que realmente sucede en los territorios, además que será la base para la evaluación económica de la norma, así como para futuras acciones que intenten mejorar la calidad

Nº	Apellidos	Encasillamiento	Art.	Observacion																																													
				del aire. (1) Ref: (Bundschuh et al., 2021) Bundschuh, J.et al., 2021. Seven potential sources of arsenic pollution in Latin America and their environmental and health impacts. Science Of The Total Environment, 780, 146274. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.146274																																													
R23				<p>Gracias por su comentario.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para la elaboración del inventario ,se revisaron las emisiones de fuentes puntuales declaradas en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes RETC , y las declaración de emisiones realizadas a la SMA en el marco del D.S. Nº28/2013, del MMA. • Teniendo en consideración que la evaluación o AGIEs de la NPCa para arsénico entrega una primera aproximación de las zonas afectadas, los costos y beneficios . Durante la elaboración del Plan se realizará un AGIES más detallado para cada una de las zonas afectadas por la normativa, considerando las fuentes específicas de cada zona. <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Inventario de estimación de emisiones [ton/año] de Arsénico 2020</th> </tr> <tr> <th>Tipo de fuente</th> <th>Fuente</th> <th>Emisiones As [ton/año]</th> <th>Origen de estimación de emisiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="7">Fundiciones</td> <td>Fundición Chuquicamata</td> <td>180,8</td> <td>Balances de masa DS28/2013</td> </tr> <tr> <td>Fundición Altonorte</td> <td>117,8</td> <td>Balances de masa DS28/2013</td> </tr> <tr> <td>Fundición Potrerillos</td> <td>51,0</td> <td>Balances de masa DS28/2013</td> </tr> <tr> <td>Fundición HVL</td> <td>18,7</td> <td>Reestimación basado en intensidad de emisiones</td> </tr> <tr> <td>Fundición Ventanas</td> <td>28,4</td> <td>Balances de masa DS28/2013</td> </tr> <tr> <td>Fundición Chagres</td> <td>8,6</td> <td>Balances de masa DS28/2013</td> </tr> <tr> <td>Fundición Caletones</td> <td>67,0</td> <td>Balances de masa DS28/2013</td> </tr> <tr> <td>Planta Tostación</td> <td>Ministro Hales</td> <td>0,0</td> <td>Medición isocinética de planta de ácido.</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Otras Fuentes</td> <td>Termoeléctrica</td> <td>0,24</td> <td>Reestimación a partir de RETC DS138/2005</td> </tr> <tr> <td>Otras fuentes</td> <td>0,38</td> <td>Reestimación a partir de RETC DS138/2005</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> <td>473,0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Inventario de estimación de emisiones [ton/año] de Arsénico 2020				Tipo de fuente	Fuente	Emisiones As [ton/año]	Origen de estimación de emisiones	Fundiciones	Fundición Chuquicamata	180,8	Balances de masa DS28/2013	Fundición Altonorte	117,8	Balances de masa DS28/2013	Fundición Potrerillos	51,0	Balances de masa DS28/2013	Fundición HVL	18,7	Reestimación basado en intensidad de emisiones	Fundición Ventanas	28,4	Balances de masa DS28/2013	Fundición Chagres	8,6	Balances de masa DS28/2013	Fundición Caletones	67,0	Balances de masa DS28/2013	Planta Tostación	Ministro Hales	0,0	Medición isocinética de planta de ácido.	Otras Fuentes	Termoeléctrica	0,24	Reestimación a partir de RETC DS138/2005	Otras fuentes	0,38	Reestimación a partir de RETC DS138/2005	Total		473,0	
Inventario de estimación de emisiones [ton/año] de Arsénico 2020																																																	
Tipo de fuente	Fuente	Emisiones As [ton/año]	Origen de estimación de emisiones																																														
Fundiciones	Fundición Chuquicamata	180,8	Balances de masa DS28/2013																																														
	Fundición Altonorte	117,8	Balances de masa DS28/2013																																														
	Fundición Potrerillos	51,0	Balances de masa DS28/2013																																														
	Fundición HVL	18,7	Reestimación basado en intensidad de emisiones																																														
	Fundición Ventanas	28,4	Balances de masa DS28/2013																																														
	Fundición Chagres	8,6	Balances de masa DS28/2013																																														
	Fundición Caletones	67,0	Balances de masa DS28/2013																																														
Planta Tostación	Ministro Hales	0,0	Medición isocinética de planta de ácido.																																														
Otras Fuentes	Termoeléctrica	0,24	Reestimación a partir de RETC DS138/2005																																														
	Otras fuentes	0,38	Reestimación a partir de RETC DS138/2005																																														
Total		473,0																																															
24	CODELCO	Vistos y Considerandos	considerando 13	<p>2.- En el Considerando N° 13 se señala: “El análisis de los resultados da cuenta de situaciones muy diversas en el país (...), en el año 2020 se observaron concentraciones medias anuales superiores a los 50 ng/m³ en estaciones cercanas a las fundiciones, tales como Doña Inés, Intelec (ambas en fundición Potrerillos), Sur (fundición Altonorte), Aukahuasi (Fundición Chuquicamata), Sewell (Fundición Caletones)”. Observación: No se comprende la utilización de datos de estaciones que no tienen la calidad de ser tipificadas como Estaciones con Representatividad poblacional (EMRP), a fin de justificar una norma que tiene como objetivo la protección de la salud de la población, si bien se señala las que tienen representatividad poblacional, no se entiende la necesidad y utilización de datos obtenidos en las proximidades de las fuentes, donde no hay población que resguardar y donde tampoco pernoctan trabajadores, y claramente no constituyen zonas habitadas. Al tratarse de una norma primaria de calidad, los valores y estaciones reportadas deberían ser exclusivamente las ubicadas en zonas habitadas y con representatividad poblacional. El análisis se torna tendencioso y no se ajusta la requerido en los objetivos perseguidos en este instrumento de gestión ambiental.</p>																																													
R24				<p>Gracias por su comentario.</p> <p>En el informe de antecedentes para la Norma de As de Dictuc se presentan concentraciones de todas las estaciones con mediciones de As, identificando aquellas que tienen declaración EMRP para ilustrar la variabilidad las concentraciones, desde lugares con muy bajos niveles por ausencia de fuentes importantes de As hasta las cercanías a fundiciones con altos niveles. Lo importante es que hay estaciones EMRP donde se excede el valor propuesto de 23 ng/m³, lo cual permite identificar las zonas o territorios prioritarios para la gestión de la calida del aire.</p>																																													

Nº	Apellidos	Encasillamiento	Art.	Observacion																																																																																																																																																				
				<p>La figura siguiente, del estudio Dictuc, muestra las concentraciones promedio mpás altas para los años 2019 y 2020</p> <p style="text-align: center;">Tabla 2-106 Comparación de estaciones con mayores concentraciones de As en MP10 [ng/m³N]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Fuente</th> <th colspan="4">Estación con mayores valores de concentración</th> <th colspan="2">Media concentración</th> <th colspan="2">Máxima concentración</th> </tr> <tr> <th>Nombre</th> <th>Distancia [km]</th> <th>Dirección desde fundición</th> <th>Representatividad Poblacional</th> <th>2019</th> <th>2020</th> <th>2019</th> <th>2020</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tocopilla</td> <td>Super Site</td> <td>2,9</td> <td>NE</td> <td>MP10, MP2,5, SO₂</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>8</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Chuquicamata</td> <td>Aukahuasi</td> <td>5,4</td> <td>O</td> <td>N/A</td> <td>45</td> <td>72</td> <td>233</td> <td>483</td> </tr> <tr> <td>CD 23 de Marzo</td> <td>16,9</td> <td>S</td> <td>MP10, MP2,5</td> <td>16</td> <td>29</td> <td>46</td> <td>664</td> </tr> <tr> <td>Spence</td> <td>Spence</td> <td>6,7</td> <td>NE</td> <td>S/I</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>17</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Andina y Mejillones</td> <td>Subestación Eléctrica</td> <td>1</td> <td>SO</td> <td>N/A</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>17</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Altonorte</td> <td>Sur</td> <td>1,4</td> <td>SE</td> <td>N/A</td> <td>103</td> <td>103</td> <td>522</td> <td>455</td> </tr> <tr> <td>La Negra-Inacal</td> <td>4,5</td> <td>N</td> <td>MP10, SO₂</td> <td>68</td> <td>42</td> <td>421</td> <td>199</td> </tr> <tr> <td>Potrerrillos*</td> <td>Doña Inés</td> <td>0,4</td> <td>SO</td> <td>N/A</td> <td>827</td> <td>1.056</td> <td>3.080</td> <td>10.070</td> </tr> <tr> <td>Hernán Videla Lira</td> <td>Paipote</td> <td>1,5</td> <td>NO</td> <td>MP10, SO₂</td> <td>23</td> <td>54</td> <td>264</td> <td>559</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Ventanas</td> <td>Quintero</td> <td>5,0</td> <td>SE</td> <td>MP10, MP2,5, SO₂</td> <td>49</td> <td>50</td> <td>376</td> <td>321</td> </tr> <tr> <td>Los Maitenes</td> <td>2,7</td> <td>E</td> <td>MP10, MP2,5, SO₂</td> <td>32</td> <td>30</td> <td>314</td> <td>182</td> </tr> <tr> <td>ENAP Aconcagua</td> <td>Las Gaviotas</td> <td>1,6</td> <td>E</td> <td>SO₂</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>22</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Chagres</td> <td>Lo Campo</td> <td>5,4</td> <td>E</td> <td>MP10, SO₂</td> <td>35</td> <td>16</td> <td>97</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Caletones</td> <td>Sewell</td> <td>6,8</td> <td>NE</td> <td>N/A</td> <td>51</td> <td>67</td> <td>185</td> <td>171</td> </tr> <tr> <td>Coya Población</td> <td>13,1</td> <td>SO</td> <td>M10, SO₂</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>28</td> <td>46</td> </tr> </tbody> </table> <p>N/A: La estación no tiene representatividad poblacional para ningún contaminante. S/I: No se dispone de información de representatividad para esa estación * Notar que la fundición Potrerillos no tiene ninguna estación cercana con representatividad poblacional.</p>	Fuente	Estación con mayores valores de concentración				Media concentración		Máxima concentración		Nombre	Distancia [km]	Dirección desde fundición	Representatividad Poblacional	2019	2020	2019	2020	Tocopilla	Super Site	2,9	NE	MP10, MP2,5, SO ₂	2	2	8	6	Chuquicamata	Aukahuasi	5,4	O	N/A	45	72	233	483	CD 23 de Marzo	16,9	S	MP10, MP2,5	16	29	46	664	Spence	Spence	6,7	NE	S/I	9	10	17	15	Andina y Mejillones	Subestación Eléctrica	1	SO	N/A	3	3	17	11	Altonorte	Sur	1,4	SE	N/A	103	103	522	455	La Negra-Inacal	4,5	N	MP10, SO ₂	68	42	421	199	Potrerrillos*	Doña Inés	0,4	SO	N/A	827	1.056	3.080	10.070	Hernán Videla Lira	Paipote	1,5	NO	MP10, SO ₂	23	54	264	559	Ventanas	Quintero	5,0	SE	MP10, MP2,5, SO ₂	49	50	376	321	Los Maitenes	2,7	E	MP10, MP2,5, SO ₂	32	30	314	182	ENAP Aconcagua	Las Gaviotas	1,6	E	SO ₂	6	4	22	9	Chagres	Lo Campo	5,4	E	MP10, SO ₂	35	16	97	31	Caletones	Sewell	6,8	NE	N/A	51	67	185	171	Coya Población	13,1	SO	M10, SO ₂	10	10	28	46
Fuente	Estación con mayores valores de concentración					Media concentración		Máxima concentración																																																																																																																																																
	Nombre	Distancia [km]	Dirección desde fundición	Representatividad Poblacional	2019	2020	2019	2020																																																																																																																																																
Tocopilla	Super Site	2,9	NE	MP10, MP2,5, SO ₂	2	2	8	6																																																																																																																																																
Chuquicamata	Aukahuasi	5,4	O	N/A	45	72	233	483																																																																																																																																																
	CD 23 de Marzo	16,9	S	MP10, MP2,5	16	29	46	664																																																																																																																																																
Spence	Spence	6,7	NE	S/I	9	10	17	15																																																																																																																																																
Andina y Mejillones	Subestación Eléctrica	1	SO	N/A	3	3	17	11																																																																																																																																																
Altonorte	Sur	1,4	SE	N/A	103	103	522	455																																																																																																																																																
	La Negra-Inacal	4,5	N	MP10, SO ₂	68	42	421	199																																																																																																																																																
Potrerrillos*	Doña Inés	0,4	SO	N/A	827	1.056	3.080	10.070																																																																																																																																																
Hernán Videla Lira	Paipote	1,5	NO	MP10, SO ₂	23	54	264	559																																																																																																																																																
Ventanas	Quintero	5,0	SE	MP10, MP2,5, SO ₂	49	50	376	321																																																																																																																																																
	Los Maitenes	2,7	E	MP10, MP2,5, SO ₂	32	30	314	182																																																																																																																																																
ENAP Aconcagua	Las Gaviotas	1,6	E	SO ₂	6	4	22	9																																																																																																																																																
Chagres	Lo Campo	5,4	E	MP10, SO ₂	35	16	97	31																																																																																																																																																
Caletones	Sewell	6,8	NE	N/A	51	67	185	171																																																																																																																																																
	Coya Población	13,1	SO	M10, SO ₂	10	10	28	46																																																																																																																																																
25	CODELCO	Vistos y Considerandos	considerando 14	<p>3.- En el Considerando N° 14 se señala: "(...) En el resto de las localidades con Estaciones de Monitoreo con Representatividad Poblacional (EMRP) para MP₁₀ en zonas de influencia de las fundiciones, se observan concentraciones medias anuales superiores a 20 ng/m³ (...)". Observación: No se hace una discriminación de fuentes, si a este razonamiento se le adjunta lo señalado anteriormente (99% desde fundiciones) se informa a la comunidad que el As solo proviene de estas fuentes, lo que es un error metodológico y tiende a confundir, más que resolver una posible situación de afectación a las comunidades cercanas. Cabe mencionar a este respecto que las instalaciones de fundiciones de CODELCO de Chuquicamata y en una mayor perspectiva la fundición Potrerillos, así como también sus comunidades cercanas, se encuentran en el desierto de Atacama, zona árida que constituye una fuente natural de arsénico, propio de la composición geológica de Chile y que aporta al nivel de base natural por sobre el 1% restante, y sobre el cual no se presenta antecedente alguno en el documento, asignando erróneamente la existencia de este contaminante en forma exclusiva a las operaciones de las fundiciones.</p>																																																																																																																																																				
R25				<p>Inicialmente se exploró un valor límite de 15 ng/m³ Se hizo en la nueva versión una precisión en el considerando a inventario de fuentes puntuales</p>																																																																																																																																																				
10	Espinoza Soto	Obs. General	General	<p>El arsénico es veneno y lo utilizan los barcos mercantes y otros para esparcirlo en la atmósfera del mar para que llueva eso hacen ya varias décadas y con el correr de los años está quedando insuficiente y la falta de agua y de lluvias es cada vez más notoria en el planeta .Ese tipo de ley que intenta hacer la marina mercante y la marina tiene todos los datos a motivo que es la encargada de manipular el arsénico entre otros organismos, como las estaciones de monitoreo temprano.</p>																																																																																																																																																				
R10				<p>Gracias por su comentario, pero las actividades en barcos o mar abierto quedan fuera del alcance de la presente norma de arsénico</p>																																																																																																																																																				

Nº	Apellidos	Encasillamiento	Art.	Observacion
11	Espinoza Soto	Vistos y Considerandos	General	Se cumpla las normas de no contaminación con exceso de concentración con arsénico el medio ambiente libre de contaminación, cumplase .
R11	Gracias por su comentario.			
13	Díaz Marquez	Obs. General	Transitorio o 2	Consulta si en esta NPCA se señalará cual será la metodología de laboratorio a aplicar para la caracterización química de arsénico, por ejemplo ICP-MS o XRF. Además si consideran alguna digestión del filtro en particular, por ejemplo método EPA 3052 o EPA 3050B.
R13	Gracias por su comentario. De acuerdo a la letra b) "Los métodos analíticos para el análisis del arsénico en filtro, deberán ser aquellos reconocidos por organismos internacionales como NIOSH, EPA o ASTM." Luego se puede aplicar cualquier metodología que cumpla lo establecido en el párrafo, lo cual incluiría los métodos EPA 3052 y EPA 3050B			

9.5 Anexo 5: Apoyo a la elaboración de contenidos para la página web

A continuación se incluye los textos o contenidos que se están siendo elaborados para posteriormente ser traspasados a la futura página web de la Sección de Normas del MMA:

9.5.1 Normas de Calidad vigente

Queremos que cuando se pinche una norma, nos lleve a una pagina especifica de ella.

Tambien nos gustaría si se puede, que en el baner salgan como un subbaner como en la foto, esto para que cuando se coloque sobre por ejemplo normas de calidad, se despliqgue la lista de normas

Inicio	Ministerio ▾	Áreas de trabajo ▾	Regiones ▾	Noticias	Participación Ciudadana	P
Aire	>	Saber más sobre Cambio Climático				
Biodiversidad	>	Proyecto de Ley de Cambio Climático				
Cambio Climático	>	Sitio Cambio Climático				
Información y Economía Ambiental	>	Unidad Ozono				
Evaluación Ambiental Estratégica	>	Maps Chile				
Educación Ambiental	>	SNI Chile				
Economía Circular	>	Huella Chile				
Transición Socioecológica Justa	>	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y Planes Sectoriales				
Asuntos Internacionales	>	Llamados Públicos y Subsidios				
Atención Ciudadana	>	Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC)				

Nombre norma	Decreto	Tipo norma	Contaminante normado
Norma de calidad primaria para Plomo en el aire	D.S. N° 136 de 2000 , de MINSEGPRES	Calidad primaria	Plomo
Norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono (CO)	D.S. N° 115 de 2002 , de MINSEGPRES	Calidad primaria	CO
Norma primaria de calidad de aire para ozono (O ₃)	D.S. N° 112 de 2002 , de MINSEGPRES	Calidad primaria	Ozono
Norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno (NO ₂)	D.S. N° 114 de 2002 , de MINSEGPRES	Calidad primaria	NO ₂
Norma primaria de calidad ambiental para MP2.5	D.S. N° 12 de 2011 , de MMA	Calidad primaria	MP2.5
Norma primaria de calidad del aire para SO ₂	D.S. N° 104 de 2018 , de MMA	Calidad primaria	SO ₂
Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado respirable MP ₁₀	D.S. N° 12 de 2021 , de MMA	Calidad primaria	MP ₁₀
Norma primaria de calidad del aire para el compuesto orgánico volátil Benceno	D.S. N° 5 de 2023 , de MMA	Calidad primaria	Benceno
Norma de calidad del aire para material particulado sedimentable en la cuenca del río Huasco, III Región	D.S. N° 4 de 1992 , de MINAGRI	Calidad secundaria	MPS
Norma de calidad secundaria de aire para anhídrido sulfuroso (SO ₂)	D.S. N° 22 de 2009 , de MINSEGPRES	Calidad secundaria	SO ₂

Cuando pinchemos una norma específica, nos llevara a su pagina, la cual contendra al menos lo siguiente:

Norma primaria de calidad del aire para Plomo

¿Qué es el Plomo?

El plomo es un metal que se encuentra en forma natural en la corteza terrestre. Se puede encontrar en todas partes de nuestro medioambiente, como el aire, el agua y la tierra. El plomo se puede combinar con otras sustancias químicas para crear distintos compuestos.

Se usa en la fabricación de pilas, municiones y productos de metal (soldaduras y tuberías). Debido a preocupaciones de salud, se ha reducido radicalmente el uso de plomo en pinturas, cerámicas, calafateo (caulking) y soldadura de tuberías. El uso de plomo como un aditivo de la gasolina de automóviles se prohibió a mediados del año 2003 en Chile.

Formación y principales fuentes

El plomo es un elemento natural que se encuentra en la corteza terrestre. En Chile, al igual que en otros lugares del mundo, el plomo se forma a través de procesos geológicos naturales, incluida la acumulación de minerales que contienen plomo en la corteza terrestre a lo largo de millones de años. Estos minerales pueden ser extraídos y procesados para obtener plomo metálico y sus derivados.

Una de las principales fuentes de plomo en Chile es la minería y la metalurgia. La producción y reciclaje de baterías y otros productos relacionados con el plomo también pueden ser fuentes significativas de exposición al plomo.

En el año 2003 en Chile, se prohibió el uso de plomo como un aditivo de la gasolina de automóviles.

¿Cuáles son sus efectos en Salud?

Los efectos del plomo son los mismos, sea que entre al cuerpo a través de la inhalación o de la ingestión. El plomo puede afectar casi todos los órganos y sistemas del cuerpo. El sistema nervioso es el más afectado por la intoxicación por plomo en los niños y los adultos. La exposición a largo plazo puede resultar en una disminución de la capacidad de aprendizaje, memoria y atención, y debilidad en los dedos de las manos, las muñecas o los tobillos. La exposición al plomo puede causar anemia (bajo nivel de hierro en la sangre) y daños a los riñones. También puede causar aumento de la presión arterial, especialmente en personas de mediana edad y mayores. La exposición a niveles altos de plomo puede provocar graves daños en el cerebro y los riñones, y puede causar la muerte. En las mujeres embarazadas, la exposición a niveles altos de plomo puede causar un aborto espontáneo. En los hombres, puede provocar daños a los órganos reproductores.
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts13.html

Principales medidas

- Valores normativos

La Tabla siguiente resume los valores normativos para Plomo (Pb):

Norma	Nivel norma	Criterio excedencia
Anual	0,5 µg/m ³ N	Promedio aritmético de los valores de concentración anual de dos años sucesivos supera 0,5 µg/m ³ N en cualquier estación EMPB. Si la concentración anual correspondiente al primer período anual contado desde la entrada en vigencia de la presente norma, es superior en más de un 100% al nivel de la norma, en cualquier estación EMPB.

- Niveles de emergencia

La norma no considera niveles de emergencia

- Fiscalización: De acuerdo al Artículo 10º de la norma corresponderá a los Servicios de Salud del país y, en la Región Metropolitana al Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana, fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma.

-

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <http://bcn.cl/2ldka>
- Link expediente norma vigente: https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=926892
- Interpretaciones

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Otros documentos

Norma primaria de calidad del aire para monóxido de carbono (CO)

¿Qué es el monóxido de carbono?

El monóxido de carbono es un gas incoloro, sin olor ni sabor, no irritante, que se encuentra tanto en el aire puertas adentro como al aire libre. Se produce de la combustión incompleta del carbón. Es producido tanto por actividades humanas como por fuentes naturales. La fuente humana más importante de monóxido de carbono es el tubo de escape de automóviles.

Los niveles de monóxido de carbono puertas adentro varían dependiendo de la presencia de artefactos tales como estufas de querosén o gas, hornos, cocinas que usan madera, generadores y

otros artefactos a gasolina. El humo de tabaco también contribuye a los niveles de monóxido de carbono puertas adentro.

La industria también usa monóxido de carbono para fabricar compuestos tales como anhídrido acético, policarbonatos, ácido acético y policetona.

Formación y principales fuentes

El CO es un contaminante principalmente primario, esto es, puede ser emitido directamente como tal, aunque también puede ser secundario, al ser formado en la atmósfera mediante reacciones químicas. Fuentes primarias: El CO se forma principalmente por procesos de combustión incompleta de combustibles fósiles que contengan carbono en su composición química, además es emitido por la quema natural de biomasa, por procesos biológicos del suelo y de los océanos.

Formación secundaria: El CO es formado secundariamente por la oxidación de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) antropogénicos y biogénicos. Específicamente la producción de CO ocurre por la foto-oxidación del metano (CH₄) y otros COVs, incluyendo los hidrocarburos no metánicos, presentes en la atmósfera

¿Cuáles son sus efectos en Salud?

La exposición a niveles altos de monóxido de carbono puede ser fatal. La intoxicación con monóxido de carbono es la causa principal de muertes debidas a envenenamiento en los Estados Unidos.

En personas que inhalan monóxido de carbono se han descrito dolor de cabeza, náusea, vómitos, mareo, visión borrosa, confusión, dolor en el pecho, debilidad, falla cardíaca, dificultad para respirar, convulsiones y coma. Las personas que sufren de enfermedades al corazón o al pulmón son más susceptibles a los efectos del monóxido de carbono.

https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts201.html

Principales medidas

- Valores normativos

La Tabla siguiente resume los valores normativos para Monóxido de Carbono (CO):

Norma	Nivel norma	Criterio excedencia
1 hora	30 mg/m ³ N (26 ppmv)	-Promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, fuere mayor o igual a 30 mg/m ³ N (26 ppmv). Si el período de medición en una estación monitora EMPRG no comenzare el 1º de enero, se considerarán los tres primeros períodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios sucesivos de mediciones. - Si en el primer o segundo período de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de los

		máximos diarios de concentración de 1 hora para los períodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres períodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.
8 horas	10 mg/m ³ N (9 ppmv)	<p>- El promedio aritmético de tres años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, fuere mayor o igual a 10 mg/m³N (9 ppmv). Si el periodo de medición en una estación monitorea EMPRG no comenzare el 1 de enero, se considerarán los tres primeros periodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios consecutivos de mediciones.</p> <p>- Si en el primer o segundo periodo de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas para los periodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres periodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.</p>

- Niveles de emergencia

Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para concentración de 8 horas de CO:

Niveles de emergencia	Rango Niveles en ppmv	Rango Niveles en mg/m ³ N
Nivel 1	15 - 29	17 - 33
Nivel 2	30 - 34	34 - 39
Nivel 3	≥35	≥40

- Fiscalización

Corresponderá a los Servicios de Salud del país y, en la Región Metropolitana al Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma.

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <http://bcn.cl/2lak5>
- Link expediente norma vigente: https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=930180
- Interpretaciones

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Otros documentos

Norma primaria de calidad del aire para ozono (O₃)

¿Qué es el ozono?

El Ozono (O₃) es una molécula formada por tres átomos de oxígeno. En la atmósfera es un gas inestable y de fuerte olor picante. Tiene un alto poder corrosivo, lo que lo vuelve muy tóxico y oxidante. Se produce en la naturaleza mediante potentes descargas eléctricas en el aire como relámpagos. También está presente en la estratósfera de manera natural.

El ozono troposférico es un contaminante secundario, formado por reacciones de gases precursores y no es emitido directamente por fuentes específicas. Los gases precursores del ozono se originan por fuentes antropogénicas y biogénicas

Formación y principales fuentes

El O₃ está presente naturalmente en la estratosfera donde cumple un rol positivo absorbiendo la radiación ultravioleta desde el sol, previniendo que gran parte de esta radiación llegue a la superficie terrestre.

En la troposfera, el O₃ natural está dado por reacciones fotoquímicas entre emisiones naturales de contaminantes primarios provenientes de la vegetación, microbios, animales, quema de biomasa.

Las emisiones de CO, COV, CH₄ y NO_x ayudan a la formación de O₃ troposférico

¿Cuáles son sus efectos en Salud?

Para efectos respiratorios a corto plazo, hay evidencia que describe que los resultados abarcan desde morbilidad respiratoria, síntomas respiratorios, inflamación de la vía aérea, disminución de la función pulmonar y hospitalizaciones hasta mortalidad.

Principales medidas

- Valores normativos

La Tabla siguiente resume los valores normativos para Ozono (O₃):

Norma	Nivel norma	Criterio excedencia
8 horas	120 µg/m ³ N (61 ppbv)	- El promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, fuere mayor o igual a 120 µg/m ³ N (61 ppbv). Si el periodo de medición en una estación monitorea EMPRG no comencare el 1º de enero, se considerarán los tres primeros periodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios sucesivos de mediciones.

		- Si en el primer o segundo periodo de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas para los periodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres periodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.
--	--	--

- Niveles de emergencia

Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para concentración de 1 hora de O₃:

Niveles de emergencia	Rango Niveles en ppbv	Rango Niveles en µg/m ³ N
Nivel 1	204 - 407	400 - 799
Nivel 2	408 - 509	800 - 999
Nivel 3	≥510	≥1000

- Fiscalización

Corresponderá a los Servicios de Salud del país y, en la Región Metropolitana al Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma.

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <http://bcn.cl/2kayi>
- Link expediente norma vigente: https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=930180
- Interpretaciones

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Otros documentos

Norma primaria de calidad del aire para dióxido de nitrógeno (NO₂)

¿Qué es el dióxido de nitrógeno?

El NO₂ es una molécula inorgánica compuesta por un átomo de N y dos átomos de O, cuyos enlaces tienen dos estructuras resonantes. Es un gas tóxico de color marrón-amarillento y es irritante. Como todos los gases, el NO₂ absorbe radiación a determinadas longitudes de onda del espectro electromagnético.

En la atmósfera el NO₂ es muy reactivo, pudiendo reaccionar con el radical hidroxilo •OH para formar ácido nítrico (HNO₃). Aparte de éste, el principal mecanismo de remoción del NO₂ en la atmósfera corresponde a la deposición seca.

Formación y principales fuentes

El NO₂ es un contaminante antropogénico mayoritariamente emitido como resultado de la combustión (fuentes móviles), pero también tiene emisiones biogénicas, tales como las descargas eléctricas y procesos bacterianos en suelos.

Puede ser emitido primariamente como NO₂, aunque domina la emisión primaria de su precursor (NO), el que luego en la atmósfera puede reaccionar rápidamente con O₃ para formar NO₂ secundario.

¿Cuáles son sus efectos en Salud?

La IARC ha clasificado la contaminación del aire exterior como carcinogénico en humanos, no obstante, la evidencia revisada apunta a que el NO₂ podría estar implicado en el desarrollo de cáncer de pulmón y que se debe poner atención en la exposición de largo plazo en cercanías de carreteras en especial cuando se trata del desarrollo de cáncer infantil. Por su parte, la ATSDR describe principalmente efectos respiratorios debidos a la exposición a NO₂ y reconoce a las personas asmáticas, con antecedentes de EPOC y enfermedad cardiaca como las más vulnerables a los efectos nocivos del NO₂ ambiental^[1].

[1] Análisis de antecedentes y evaluación de impactos para revisar normas NO₂, O₃ y CO", Instituto de Salud Poblacional de la Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Ministerio del Medio Ambiente, mayo de 2016
https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2021/proyectos/26_31052021_INFORME_FINAL_MMA_folio_42-240.pdf

Principales medidas

- Valores normativos

La Tabla siguiente resume los valores normativos para Dióxido de Nitrógeno (NO₂):

Norma	Nivel norma	Criterio excedencia
1 hora	400 µg/m ³ N (213 ppbv)	-Promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, fuere mayor o igual a 400 µg/m ³ N (213 ppbv). Si el período de medición en una estación monitorea EMPRG no comenzare el 1º de enero, se considerarán los tres primeros períodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios sucesivos de mediciones. - Si en el primer o segundo período de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de los

		máximos diarios de concentración de 1 hora para los períodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres períodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.
Anual	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (53 ppbv)	-El promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, fuere mayor o igual a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (53 ppbv). Si el periodo de medición en una estación monitorea EMRPG no comencare el 1º de enero, se considerarán los tres primeros periodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios sucesivos de mediciones. - Si en el primer o segundo periodo de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar la concentración anual para los periodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres periodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.

- Niveles de emergencia

Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para concentración de 1 hora de NO_2 :

Niveles de emergencia	Rango Niveles en ppbv	Rango Niveles en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$
Nivel 1	601 - 1201	1130 - 2259
Nivel 2	1202 - 1595	2260 - 2999
Nivel 3	≥ 1596	≥ 3000

- Fiscalización

Corresponderá a los Servicios de Salud del país y, en la Región Metropolitana al Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma.

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <http://bcn.cl/2l37f>
- Link expediente norma vigente: https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=930180
- Interpretaciones

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Otros documentos

Norma primaria de calidad del aire para Material Particulado Fino ($\text{MP}_{2,5}$)

¿Qué es el Material Particulado Fino?

El Material Particulado Fino (MP_{2,5}) es un contaminante atmosférico que corresponde a aquellas partículas líquidas o sólidas en suspensión con un diámetro aerodinámico menor a 2,5µm, el cual, debido a su tamaño, puede recorrer todo el tracto respiratorio e incluso atravesar los alveolos pulmonares, lo que presenta un alto riesgo para la salud de la población. Su composición química es variable y dependerá de sus fuentes de emisión.

Formación y principales fuentes

Las fuentes de emisión del MP_{2,5} son variadas y pueden ser de origen antropogénico, natural, directas e indirectas.

Se tiene como fuentes de emisión antropogénicas directas a los productos de los procesos de combustión de combustibles fósiles, actividades industriales como las fundiciones de cobre, uso vehicular, quemas agrícolas, incendios forestales, calefacción principalmente a leña en la zona centro sur del país, entre otros^[1].

Por fuentes indirectas se considera a la formación de aerosoles secundarios mediante reacciones químicas y fotoquímicas, procesos de nucleación y coagulación de partículas ultrafinas ocurridas en la atmósfera principalmente a partir de gases precursores como el dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV's) (Ziemann& Atkinson, 2012) y el amoníaco (NH₃).

Los principales mecanismos de formación de MP secundario son: (1) reacciones de gases con compuestos oxidados formando especies con presión de vapor baja, seguido por la nucleación para formar nuevas partículas o condensándose en partículas ya existentes (ej. Oxidación de SO₂ en H₂SO₄); (2) otra secuencia es a partir de reacciones de gases en la superficie de partículas ya existentes formando productos en fase condensada (ej. HNO₃(g) con partículas de sal marina para formar NaNO₃); (3) y reacciones en la fase acuosa de nieblas, nubes o aerosol de partículas (ej. oxidación del sulfato).

Las principales fuentes de MP_{2,5} de origen natural son los aerosoles marinos, las emisiones producto de las erupciones volcánicas y la re-suspensión y erosión de materiales producto del viento.

[1] MMA, 2021, Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente, Capitulo: Calidad del Aire. <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/06/REMA2021.pdf>

¿Cuáles son sus efectos en Salud?

Los efectos en la salud se pueden clasificar en: agudos y crónicos (Román y otros 2004). Los agudos se relacionan a una alta concentración de contaminantes en tiempos cortos de exposición y los crónicos a exposiciones prolongadas en el tiempo, produciendo patologías de mayor gravedad

A continuación, se nombran algunos de los efectos adversos en la salud que puede producir el MP_{2,5}: aumento en la mortalidad prematura, aumento en admisiones hospitalarias en pacientes con enfermedades pulmonar obstructiva crónica y con enfermedad cardiovascular, exacerbación de los síntomas e incremento del asma, aumento de riesgo de infartos al miocardio, inflamación pulmonar,

inflamación sistémica, disfunciones endoteliales y vasculares, desarrollo de aterosclerosis, incremento en la incidencia de infecciones y cáncer respiratorio^[1]

[1][https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health#:~:text=La%20PM2.5%20puede%20atravesar,as%C3%AD%20como%20c%C3%A1ncer%20de%20pulm%C3%B3n](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health#:~:text=La%20PM2.5%20puede%20atravesar,as%C3%AD%20como%20c%C3%A1ncer%20de%20pulm%C3%B3n)

Principales medidas

- Valores normativos

La Tabla siguiente resume los valores normativos para MP_{2,5}:

Norma	Nivel norma	Criterio excedencia
24 horas	50 µg/m ³	- Cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año, sea mayor a 50(µg/m ³), en cualquier estación monitorea calificada como EMRP
Anual	20 µg/m ³	-Cuando el promedio tri-anual (promedio aritmético de tres años calendario consecutivos de la concentración anual) sea mayor a 20 µg/m ³ . Si el periodo de medición en una estación monitorea no comenzare el 1º de Enero, se considerarán los tres primeros periodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones, hasta disponer de tres años calendario sucesivos de mediciones.

- Niveles de emergencia

Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para concentración de 24 horas de MP_{2,5}:

Niveles de emergencia	Rango Niveles en µg/m ³
Alerta	80 - 109
Preemergencia	110 - 169
Emergencia	≥170

- Fiscalización

Corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones del presente decreto.

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <http://bcn.cl/2fegn>
- Link expediente norma vigente: https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=926163
- Interpretaciones

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Otros documentos

Norma primaria de calidad del aire para Dióxido de azufre (SO₂)

¿Qué es el Dióxido de azufre?

El dióxido de azufre (SO₂) es un gas incoloro con un olor irritante característico. Este olor es perceptible a diferentes niveles, dependiendo de la sensibilidad individual.

El SO₂ no es inflamable, no es explosivo y es relativamente estable.

Formación y principales fuentes

El Dióxido de Azufre (SO₂) que proviene principalmente de la combustión de combustibles fósiles (madera, carbón y derivados del petróleo) ha estado históricamente involucrado en los principales episodios de alta contaminación atmosférica.

Las emisiones que conducen a altas concentraciones de SO₂ generalmente también conducen a la formación de otros SO_x.

El anhídrido sulfuroso (SO₂) en el aire se genera principalmente por actividades asociadas con la combustión de combustibles fósiles (carbón, aceite) tal como ocurre en plantas de energía o de la fundición de cobre. En la naturaleza, el anhídrido sulfuroso puede ser liberado al aire por erupciones volcánicas^[1].

^[1] https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs116.html

¿Cuáles son sus efectos en Salud?

La exposición a dióxido de azufre en el aire produce una variedad de efectos agudos y crónicos sobre la salud de la población. Particularmente sobre las personas portadoras de asma. La evidencia toxicológica demuestra los mecanismos de daño, tanto respiratorio como sistémico. También la evidencia epidemiológica indica daño respiratorio y cardiovascular agudo, así como daño crónico respiratorio y sobre el desarrollo fetal.

Principales medidas

- Valores normativos

La Tabla siguiente resume los valores normativos para Dióxido de Azufre (SO₂):

Norma	Nivel norma	Criterio excedencia
-------	-------------	---------------------

1 hora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (134 ppbv)	-Promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, fuere mayor o igual a 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (134 ppbv). Si el período de medición en una estación monitora EMRPG no comencare el 1º de enero, se considerarán los tres primeros períodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios sucesivos de mediciones. - Si en el primer o segundo período de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora para los períodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres períodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.
24 horas	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (57 ppbv)	-El promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario, fuere mayor o igual a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (57 ppbv). Si el periodo de medición en una estación monitora EMRPG no comencare el 1º de enero, se considerarán los tres primeros periodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios sucesivos de mediciones. - Si en el primer o segundo periodo de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de las concentraciones de 24 horas para los periodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres periodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.
Anual	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (23 ppbv)	-El promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, fuere mayor o igual a 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (23 ppbv). Si el periodo de medición en una estación monitora EMRPG no comencare el 1º de enero, se considerarán los tres primeros periodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios sucesivos de mediciones. - Si en el primer o segundo periodo de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar la concentración anual para los periodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres periodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.

- Niveles de emergencia

Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para concentración de 1 hora de SO₂:

Niveles de emergencia	Rango Niveles en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	Rango Niveles en ppbv
Alerta	500 - 649	191 - 247
Preemergencia	650 - 949	248 - 362
Emergencia	≥ 950	≥ 363

- Fiscalización: Corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de la presente norma de calidad.

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <http://bcn.cl/2lr3h>
- Link expediente norma vigente:
https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=925828
- Interpretaciones

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Otros documentos

Norma primaria de calidad del aire para Material Particulado Respirable (MP₁₀)

¿Qué es el Material Particulado Respirable?

El material particulado es una mezcla de partículas sólidas y líquidas suspendidas en la atmosfera las que son clasificadas de acuerdo con su diámetro aerodinámico. El MP₁₀ corresponde a partículas con un diámetro aerodinámico menor a 10 µm y su importancia radica en que debido a su reducido tamaño pueden ingresar en las vías respiratorias. Su composición es variada y dependerá de su fuente de emisión.

Formación y principales fuentes

Las principales fuentes de emisión del MP₁₀ se relacionan a procesos mecánicos (Kim y otros 2011), algunas de ellas son: re-suspensión de polvo por tránsito vehicular o por acción del viento, caminos no pavimentados, obras en construcción, chimeneas o combustiones de bajo rendimiento.

¿Cuáles son sus efectos en Salud?

La exposición de la población a altas concentraciones de MP₁₀ produce efectos adversos en la salud, los que pueden ser clasificados como agudos o crónicos.

Ingresa al sistema respiratorio aumentando la mortalidad en adultos mayores, infantes y neonatos. Aumenta las cardiopatías pulmonares, agrava el asma, enfermedades pulmonares crónicas. A menor diámetro de partícula mayor es la permeabilidad en el organismo, siendo mayores sus efectos en la salud (OMS).

Principales medidas

- Valores normativos

La Tabla siguiente resume los valores normativos para MP₁₀:

Norma	Nivel norma	Criterio excedencia
24 horas	130 µg/m ³ N	a. En un año calendario, el valor correspondiente al percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas, sea mayor o igual a 130 µg/m ³ N b. Si antes que concluya un año calendario, el número de días con mediciones sobre el valor de 130 µg/m ³ N, sea mayor que siete.
Anual	50 µg/m ³ N	Cuando el promedio aritmético de tres años calendarios consecutivos, en cualquier estación monitora calificada como EMRP, sea mayor o igual a 50 µg/m ³ N.

- Niveles de emergencia

Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para concentración de 24 horas de MP₁₀:

Niveles de emergencia	Rango Niveles en µg/m ³ N
Alerta	180 - 229
Preemergencia	230 - 329
Emergencia	≥330

- Fiscalización

Corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones del presente decreto.

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <https://bcn.cl/32bxz>
- Link expediente norma vigente: https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=929517
- Interpretaciones

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Otros documentos

Norma primaria de calidad del aire para el compuesto orgánico volátil Benceno

¿Qué es el compuesto orgánico volátil Benceno?

El benceno es un hidrocarburo poliinsaturado de fórmula C_6H_6 , que posee una forma de anillo. Los átomos de carbono comparten sus electrones libres de forma similar a los enlaces covalentes corrientes, de modo que su estructura molecular adquiere una “gran estabilidad”.

Químicamente es un líquido incoloro de aroma dulce, que se evapora rápidamente en la atmósfera y con una solubilidad en agua bastante escasa, ya que la unión entre las diferentes moléculas de benceno, se realiza a través de fuerzas intermoleculares débiles, provocadas por la escasa diferencia de electronegatividad entre los átomos de carbono e hidrógeno.^[1]

El benceno es un contaminante sujeto a oxidaciones y reacciones químicas en la atmósfera, favoreciendo la producción de ozono y material particulado.

^[1]<https://prtr-es.es/Benceno,15649,11,2007.html>

Formación y principales fuentes

El benceno se encuentra comúnmente en el ambiente. Los niveles de benceno en el aire pueden aumentar por emisiones generadas por la combustión de carbón y petróleo, operaciones que involucran residuos o almacenaje de benceno, el tubo de escape de automóviles y evaporación de gasolina en estaciones de servicio. El humo de tabaco es otra fuente de benceno en el aire, especialmente en el interior de viviendas.

De acuerdo a inventario de emisiones para Chile (año base 2018), las principales fuentes emisoras se asocian a la cadena de producción y consumo de combustibles, y la combustión de biomasa. En orden descendente, la contribución a benceno en Chile, está dado por la combustión de biomasa, vehículos, industrias, quemas agrícolas, pinturas y gasolineras.

¿Cuáles son sus efectos en Salud?

El Benceno ha recibido especial atención ya que está clasificado como un compuesto cancerígeno (Grupo I) para los humanos por la Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC) y la EPA. Afecta al sistema de producción de sangre (hematopoyético).

La exposición al benceno se ha asociado con el desarrollo de un tipo especial de leucemia llamada mieloide aguda.

Los Compuestos Orgánicos Volátiles COVs^[1] pueden generar impactos negativos en la salud de las personas, siendo su efecto dependiente de la naturaleza de cada compuesto, el periodo de exposición al mismo, y la concentración en el ambiente^[2].

El benceno ingresa al cuerpo principalmente por vía respiratoria (99% de exposición), interfiere en el proceso de formación de la sangre e induce el desarrollo de leucemias (mieloide y no linfocítica) en el largo plazo.

Existe evidencia suficiente de que el benceno es cancerígeno para el hombre^[3]. Los niños pueden ser afectados por la exposición al benceno de la misma manera que los adultos.

No se sabe si los niños son más susceptibles a la intoxicación con benceno que los adultos.^[4]

Además del riesgo de cáncer, también existen algunos riesgos como dolor de cabeza, mareos, somnolencia, confusión, temblores y pérdida del conocimiento, irritación moderada de los ojos e irritación de la piel.^[5]

^[1]Compuestos Orgánicos Volátiles: toda sustancia química que, a excepción del Metano, contenga átomos de carbono e hidrógeno (que puedan ser sustituidos por otros átomos como halógenos, oxígeno, azufre, nitrógeno o fósforo) y que a 20°C tenga una presión de vapor mayor o igual a 0,01 kPa, o que tenga una volatilidad equivalente según condiciones particulares de uso, manipulación y/o almacenamiento. Se incluye en esta definición la fracción de creosota que sobrepase este valor de presión de vapor a la temperatura indicada de 20°C.

^[2]George D. Thurston, Outdoor Air Pollution: Sources, Atmospheric Transport, and Human Health Effects, International Encyclopedia of Public Health (2ª Ed.), Academic Press, 2017, Pág. 367-377. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803678-5.00320-9>.

^[3]<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3053447/>

^[4]https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs3.html#:~:text=La%20EPA%20ha%20establecido%20un,el%20benceno%20pued e%20producir%20c%C3%A1ncer.

^[5]Analysis of benzene air quality standards, monitoring methods and concentrations in indoor and outdoor environment, 2019. Heliyon 5, e02918. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02918>

Principales medidas

- Valores normativos

La Tabla siguiente resume los valores normativos para Benceno:

Norma	Nivel norma	Criterio excedencia
Anual	3 µg/m ³	Cuando en cualquier estación monitora calificada como EMRPG-COVs el promedio aritmético de un año calendario fuere mayor o igual a 3 µg/m ³ .

- Niveles de emergencia

Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para concentración de 1 hora de benceno:

Niveles de emergencia	Rango Niveles en µg/m ³
Alerta	30 - 59
Preemergencia	60 - 119
Emergencia	≥120

- Fiscalización: Corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente fiscalizar el cumplimiento de la presente norma primaria de calidad ambiental

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <https://bcn.cl/3di2z>
- Link expediente norma vigente:
https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=937399
- Interpretaciones

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Otros documentos

Norma secundaria de calidad del aire para Material Particulado Sedimentable en la cuenca del río Huasco

¿Qué es el Material Particulado Sedimentable?

Constituido por partículas contaminantes sólidas de un diámetro equivalente mayor o igual a 10 micras ($D \geq 10\mu$); tamaño y peso que está dentro de la influencia de la fuerza de atracción gravitatoria terrestre (gravedad), por lo que sedimentan y se depositan en forma de polvo en las diferentes superficies (edificios y objetos en general de exteriores e interiores, áreas verdes, avenidas y calles con o sin asfalto), desde donde vuelven a ser inyectados al aire por los llamados flujos turbulentos de las zonas urbanas; de este grupo de partículas, las más finas son las más peligrosas ya que tienen una mayor capacidad de penetración en el sistema respiratorio. (Marcos *et al*, 2009)

Formación y principales fuentes

En espera a versión revisada de informe de antecedentes de Dictuc

¿Cuáles son sus efectos en Salud?

En espera a versión revisada de informe de antecedentes de Dictuc

Principales medidas

- Valores normativos

La Tabla siguiente resume los valores normativos para MPS y Fe (hierro) contenido en MPS:

Norma	Nivel norma	Criterio excedencia
Mensual	Para MPS 150 mg/(m ² día)	Cuando una concentración media aritmética mensual es mayor a 150 mg/(m ² día)
	Para Fe (hierro) 60 mg/(m ² día)	Cuando una concentración media aritmética mensual es mayor a 60 mg/(m ² día), con excepción de los meses de Septiembre, Octubre, Noviembre y primera mitad de Diciembre que tendrán un valor permisible de 30 mg/(m ² día).
Anual	Para MPS 100 mg/(m ² día)	Cuando una concentración media aritmética anual es mayor a 100 mg/(m ² día)
	Para Fe (hierro) 30 mg/(m ² día)	Cuando una concentración media aritmética anual es mayor a 30 mg/(m ² día)

- Niveles de emergencia

La norma no considera valores de emergencia

- Fiscalización: La fiscalización estará a cargo de la Dirección Regional del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de la III Región (Región de Atacama).

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <http://bcn.cl/2zubq>
- Link expediente norma vigente:
https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/ver.php?id_expediente=942141
- Interpretaciones

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Norma primaria de calidad del aire para anhídrido sulfuroso (SO₂)

¿Qué es el anhídrido sulfuroso?

El anhídrido sulfuroso o dióxido de azufre (SO₂) es un gas incoloro con un olor irritante característico. Este olor es perceptible a diferentes niveles, dependiendo de la sensibilidad individual.

El SO₂ no es inflamable, no es explosivo y es relativamente estable.

Formación y principales fuentes

El Dióxido de Azufre (SO₂) que proviene principalmente de la combustión de combustibles fósiles (madera, carbón y derivados del petróleo) ha estado históricamente involucrado en los principales episodios de alta contaminación atmosférica.

Las emisiones que conducen a altas concentraciones de SO₂ generalmente también conducen a la formación de otros SO_x.

El anhídrido sulfuroso (SO₂) en el aire se genera principalmente por actividades asociadas con la combustión de combustibles fósiles (carbón, aceite) tal como ocurre en plantas de energía o de la fundición de cobre. En la naturaleza, el anhídrido sulfuroso puede ser liberado al aire por erupciones volcánicas^[1].

^[1] https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs116.html

¿Cuáles son sus efectos en el Medio Ambiente?

Concentraciones altas de SO₂ puede conducir a lesiones crónicas en plantas, mientras que producen daño al medio ambiente al inhibir el crecimiento de vegetación^[1].

El SO₂ y otros óxidos de azufre pueden contribuir a la lluvia ácida que puede dañar los ecosistemas sensibles.

El SO₂ y otros óxidos de azufre pueden reaccionar con otros compuestos en la atmósfera para formar partículas finas que reducen la visibilidad (neblina)

^[1] <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf>

Principales medidas

- Valores normativos

Para efectos de aplicación de la norma secundaria de calidad de aire, Chile se divide en zona norte y zona sur. El límite entre ambas zonas corresponde a: De Oeste a Este, desde la desembocadura del río Maipo, por su cauce, hasta el límite entre las Regiones de Valparaíso y Metropolitana. Continúa por este límite hacia el Sur hasta el límite entre las Regiones Metropolitana y del Libertador Bernardo O'Higgins. Sigue por este último hasta el punto de coordenadas geográficas: Norte: 6.247.399; Este 350.336(Datum WGS 84, Huso 19), en el sector de los cerros de Chada, desde allí hasta la cota 900 m.s.n.m. en la precordillera de Los Andes, y por esta misma cota, hasta el Cerro Puntilla los Loros (1106 msnm). Luego continúa hacia el sur por la línea de altas cumbres ubicada al poniente del cajón del Río Claro de Cauquenes, desde la Carretera H-255 hasta el Cerro Pelado (2021 msnm). Desde este último punto el límite se proyecta en forma perpendicular hacia la frontera con Argentina.

La Tabla siguiente resume los valores normativos para Dióxido de Azufre (SO₂):

Norma	Nivel norma	Criterio excedencia
1 hora	Zona Norte 1000µg/m ³ N (382 ppbv)	- Promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año, fuere mayor o igual al nivel norma. - Si en un año calendario, el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas fuere mayor o igual al doble del nivel norma.
	Zona Sur 700µg/m ³ N (268ppbv)	
24 horas	Zona Norte 365 µg/m ³ N (140 ppbv)	- Promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas cada año, fuere mayor o igual al nivel norma. - Si en un año calendario, el percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas fuere mayor o igual al doble del nivel norma.
	Zona Sur 260 µg/m ³ N (99 ppbv)	
Anual	Zona Norte 80 µg/m ³ N (31 ppbv)	- Promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, fuere mayor o igual al nivel norma. - Si en un año calendario, el valor de concentración fuere mayor o igual al doble del nivel norma.
	Zona Sur 60 µg/m ³ N (23 ppbv)	

- Niveles de emergencia

La norma no considera niveles de emergencia

- Fiscalización

La fiscalización del cumplimiento de las disposiciones de la presente norma le corresponderá a las Direcciones Regionales del Servicio Agrícola y Ganadero del Ministerio de Agricultura.

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <http://bcn.cl/2oe9n>
- Link expediente norma vigente:
https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=942155
- Interpretaciones

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Otros documentos

9.5.2 Normas de emisión

Las normas de emisión establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante, medida en el efluente de la fuente emisora. Estas se utilizan para:

- La prevención de la contaminación o de sus efectos; o
- La mantención o recuperación de la calidad ambiental de un territorio determinado, en cuyo caso estarán insertas en un Plan de Descontaminación y/o de Prevención

En ambos casos, **Utilizarán las mejores técnicas disponibles**, como criterio a aplicar para determinar los valores o parámetros exigibles en la norma.

Contenido Norma de emisión

- La cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora;
- Los objetivos de protección ambiental y resultados esperados con la aplicación de la norma;
- El ámbito territorial de su aplicación;
- Los tipos de fuentes reguladas, y
- Los plazos y niveles programados para el cumplimiento de la norma.

Normas de emisión vigente

Nombre norma	Decreto	Tipo norma	Contaminante normado
Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas (calderas sobre 50 MWt)	D.S. N° 13 de 2011, de MMA	Emisión	MP, SO ₂ , NO _x y Hg
Norma de emisión de material particulado, para los artefactos que combustionen o puedan combustionar leña y pellet de madera	D.S. N° 39 de 2011, de MMA modificado por D.S. N° 46 de 2013, de MMA	Emisión	MP
Norma de Emisión para Incineración, Coincineración y Coprocesamiento	D.S. N° 29 de 2013, de MMA	Emisión	MP, SO ₂ , Nox, COT, CO, Cd, Hg, Be, Pb+Zn, As+Co+Ni+se+Te, Sb+Cr+Mn+V, HCl, HF, C ₆ H ₆ , Dioxina y Furanos TEQ
Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico	D.S. N° 28 de 2013, de MMA	Emisión	MP, SO ₂ , As, Hg
Norma de Emisión para Grupos Electrónicos	D.S. N° 38 de 2021, de MMA	Emisión	MP, CO, HCNM, NOX, HCNM+NOX

Cuando pinchemos una norma específica, nos llevará a su página, la cual contendrá al menos lo siguiente:

Norma de emisión para Centrales Termoeléctricas

¿Qué son las Centrales Termoeléctricas?

Una central termoeléctrica es una instalación que produce energía eléctrica a partir de la combustión de combustibles fósiles, tales como: petróleo y sus derivados (gasoil, fueloil y petcoke); gas natural; carbón; y biomasa. Una central típica se compone de: una caldera, donde se produce la combustión; una turbina o motor de calor, que transforma la energía térmica proveniente de la combustión en energía mecánica; y un generador, que convierte la energía mecánica en energía eléctrica. Las centrales termoeléctricas se pueden clasificar según el tipo de combustión en centrales termoeléctricas de ciclo convencional o ciclo combinado. (SMA, 2014)

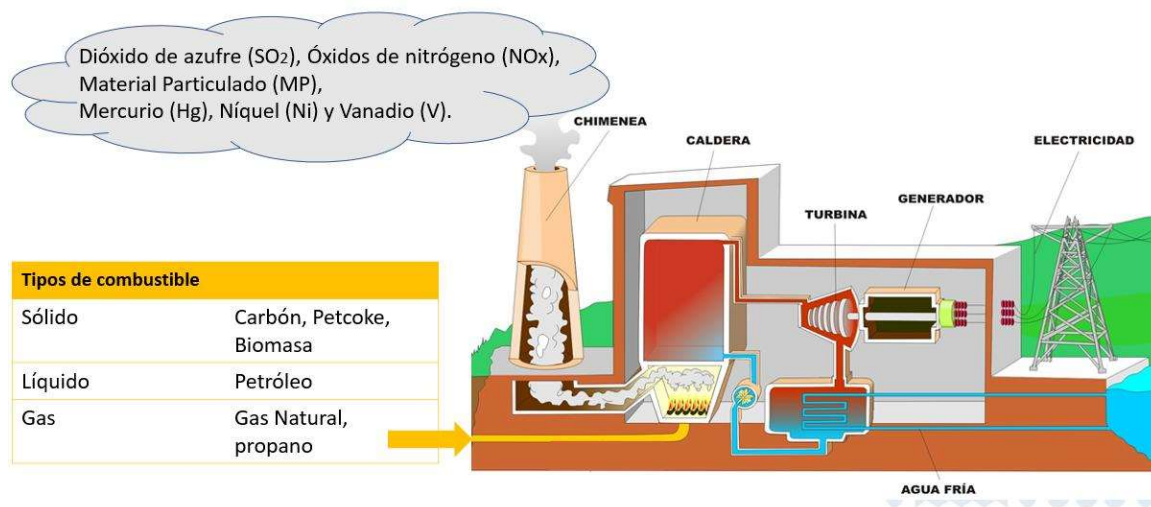


Figura: Esquema de Centrales termoeléctricas

En el contexto de la presente NECT se clasifican las Centrales Termoeléctricas en Fuente emisora existente cuando la Unidad de generación eléctrica (UGE) se encuentra operando o declarada en construcción de conformidad a lo dispuesto por el artículo 272 del Reglamento de la Ley Eléctrica, (DS N° 327, de 1997, del Ministerio de Minería) con anterioridad al 30 de noviembre de 2010 y en Fuente emisora nueva cuando la UGE no cumple con los requisitos para ser considerada fuente emisora existente.

¿Qué contaminante emiten?

Los principales contaminantes emitidos por las centrales termoeléctricas están asociados al tipo de combustible utilizado; ya sea Carbón (MP, NO_x, SO_x, Hg, Ni y V), Petróleo (MP, NO_x y SO_x) o Gas (NO_x).

¿Cuáles son sus efectos en Salud?

la presencia de material Particulado, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, mercurio, níquel y vanadio, influye en el deterioro de la calidad del aire, existiendo abundante evidencia sobre los efectos que

producen sobre la salud de las personas y el medio ambiente. En efecto, estos contaminantes inciden en una amplia gama de problemas respiratorios, especialmente asma entre niños y adultos mayores.

La evidencia científica ([Cortés et al, 2018](#)) muestra que las emisiones de centrales termoeléctricas a carbón representan un riesgo para la salud de las comunidades expuestas, afectando el desarrollo del feto durante el embarazo, asociándose a niños con bajo peso y muy bajo peso al nacer, menores características antropométricas, prematuridad y menor coeficiente de desarrollo en niños condiciones que mejoran después del cierre de las centrales. Además, se observa que vivir en zonas con emisión de mercurio desde fuentes que funcionan con carbón se asocian con mayor riesgo de autismo.

Principales medidas

- Valores normativos

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. 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.

Los límites de emisión para los principales contaminantes se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 1: Límites de emisión para Centrales Termoeléctricas existentes y nuevas

Tipo de Combustible	Límite emisión (mg/Nm ³)			Plazos para fuentes existentes (según Art 5)	Fecha límite para cumplimiento de plazo
	Contaminante	Existente	Nueva		
Sólido	MP	50	30	2,5 años	23 enero 2014
	SO ₂	400	200	4 años zona lat o sat	23 junio 2015
	NO _x	500	200	5 años no lat o sat	23 junio 2016
Líquido	MP	30	30	2,5 años	23 enero 2014
	SO ₂	30	10	4 años zona lat o sat	23 junio 2015
	NO _x	200	120	5 años no lat o sat	23 junio 2016
Gas	MP	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	SO ₂	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	NO _x	50	50	4 años zona lat o sat 5 años no lat o sat	23 junio 2015 23 junio 2016
Carbón y Petcoke	Hg	0,1	0,1	4 años zona lat o sat 5 años no lat o sat	23 junio 2015 23 junio 2016

Fuente: Elaboración propia en base a D.S. N°13/2011

Los valores límites de emisión para Material Particulado (MP) y Dióxido de Azufre (SO₂) tanto para fuentes Existes como Nuevas se evaluarán sobre la base de promedios horarios que se deberán cumplir durante el 95% de las horas de funcionamiento. El 5% de las horas restantes comprende horas de encendido, apagado o probables fallas.

En el caso de NO_x, los valores límites de emisión también se evaluarán sobre la base de promedios horarios, pero para fuentes Existentes se deberán cumplir durante el 70% de las horas de funcionamiento y para fuentes Nuevas se deberán cumplir durante el 95% de las horas de

funcionamiento y el 5% de las horas restantes deberán corresponder a horas de encendido, apagado o probables fallas.

En el caso de Hg, el valor límite de emisión se evaluará a lo menos una vez cada seis meses durante un año calendario y se considerará sobrepasado cuando alguno de los valores exceda el valor límite de emisión.

- Fiscalización: Corresponderá el control y fiscalización del cumplimiento del presente decreto a la Superintendencia del Medio Ambiente

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <http://bcn.cl/2ll0n>
- Link expediente norma vigente:
https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=926413
- Interpretaciones:

La Circular IN.AD.N°1/2015 “Interpretación administrativa del Decreto N°13, de 2011, MMA, Norma de emisión para centrales termoeléctricas de reemplazo de Circular N°2, de 18 de diciembre de 2013” define “Horas de funcionamiento: Corresponde a aquel periodo de tiempo en el cual la unidad quema combustible e incluye las horas de encendido, horas de operación en régimen y horas de apagado y también las horas de falla.”

Además, en el Punto N° 5, letra A de la Circular IN.AD.N°1/2015 se establece que para el caso de MP, SO₂ y NOX, se debe determinar el promedio horario de cada hora de funcionamiento, durante un año calendario. El promedio horario obtenido (o sustituido) en cada hora de funcionamiento debe compararse con el límite de emisión aplicable y determinar para cada una de esas horas de funcionamiento si es una hora de conformidad o de inconformidad.

a.i) Para la evaluación del cumplimiento del límite anual de material Particulado y dióxido de azufre, las horas de inconformidad deben justificarse como hora de encendido, hora de apagado o falla. Sino puede justificarse, se considerará un incumplimiento de la norma.

a.ii) Para la evaluación del límite anual de óxidos de nitrógeno, las horas de inconformidad no deben justificarse, pero estas no pueden exceder el 30% de las horas de funcionamiento durante un año calendario.

b) Para el caso de la norma de emisión de Hg, el valor límite se evaluará a lo menos una vez cada 6 meses durante un año calendario y se considerará sobrepasado cuando alguno de los valores exceda el valor límite de emisión.

b.1) En el caso de fuentes emisoras nuevas, el límite de emisión de Mercurio está vigente desde el 23 de junio del 2011. De entrar en operación una fuente nueva, se deberá actuar de la siguiente forma:

i) La primera medición deberá realizarse antes que se cumpla el plazo de 6 meses desde la entrada en operación de la fuente emisora.

ii) La siguiente medición debe realizarse antes que se cumpla el plazo de 6 meses desde la medición anterior, es decir, no pueden transcurrir más de 6 meses sin realizar al menos una medición.

b.2) En el caso de fuentes emisoras existentes, el límite de emisión de Mercurio está vigente de forma diferenciada, según la ubicación de la fuente emisora dentro o fuera de una zona declarada latente o saturada por MP, SO₂ o NO_x. Si está dentro, el límite de emisión es aplicable a partir del 23 de junio de 2015; si está fuera, el límite de emisión es aplicable a partir del 23 de junio de 2016.

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Otros documentos

Norma de emisión para material particulado, para los artefactos que combustionen o puedan combustionar leña y pellet de madera

¿Qué son los artefactos que combustionen o puedan combustionar leña y pellet de madera?

Que el uso de leña para calefacción es de carácter masivo en la zona centro sur del país y se espera que futuras demandas de energía para calefacción con leña generen o intensifiquen los problemas de contaminación del aire en numerosas ciudades de diferentes tamaños. En este escenario, es necesario actuar de manera preventiva y correctiva

Los artefactos que combustionan o pueden combustionar leña y derivados de la madera (pellets, briquetas, aserrín, entre otros) se pueden agrupar en categorías, tales como, calefactores y cocinas.

Para los efectos de la presente norma, se entenderá por Calefactor a un Artefacto que combustiona o puede combustionar leña o pellet de madera, fabricado, construido o armado en el país o en el extranjero, que tiene una potencia térmica nominal menor o igual a 25kW, de alimentación manual o automática, de combustión cerrada, provisto de un ducto para la evacuación de gases al exterior, destinado a la calefacción en el espacio en que se instala y su alrededor. Aquellos calefactores que no se encuentran operando ni instalados para su uso a la fecha de entrada en vigencia del presente decreto se consideran “Calefactores nuevos”.

En cambio, se define a “Cocina” como el Artefacto diseñado para transferir calor a los alimentos, provisto de un horno no removible.

Por otro lado, no se considerarán artefactos para los efectos de esta norma: Caldera generadora de calor que se destina principalmente al calentamiento de agua, Cocinas y Hornos de barro.

¿Qué contaminante emiten?

De acuerdo a la literatura científica y técnica el principal contaminante emitido por la combustión de leña es material particulado (MP) que corresponde a un 96% de MP_{10} el cual, a su vez, contiene un 93% de partículas finas ($MP_{2,5}$) formadas principalmente por compuestos orgánicos, carbono elemental y sales inorgánicas. Además, entre los compuestos orgánicos del MP hay sustancias conocidas por su nivel de toxicidad cancerígena, como: Formaldehídos, benceno, tolueno, xileno, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's), incluyendo benzo (a) pyreno.

¿Cuáles son sus efectos en Salud?

Considerando que el principal contaminante es el material particulado fino ($MP_{2,5}$) los efectos en la salud se pueden clasificar en: agudos y crónicos (Román *et al* 2004). Los agudos se relacionan a una alta concentración de contaminantes en tiempos cortos de exposición y los crónicos a exposiciones prolongadas en el tiempo, produciendo patologías de mayor gravedad

A continuación, se nombran algunos de los efectos adversos en la salud que puede producir el $MP_{2,5}$: aumento en la mortalidad prematura, aumento en admisiones hospitalarias en pacientes con enfermedades pulmonar obstructiva crónica y con enfermedad cardiovascular, exacerbación de los síntomas e incremento del asma, aumento de riesgo de infartos al miocardio, inflamación pulmonar,

inflamación sistémica, disfunciones endoteliales y vasculares, desarrollo de aterosclerosis, incremento en la incidencia de infecciones y cáncer respiratorio^[1]

^[1][https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health#:~:text=La%20PM2.5%20puede%20atravesar,as%C3%AD%20como%20c%C3%A1ncer%20de%20pulm%C3%B3n](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health#:~:text=La%20PM2.5%20puede%20atravesar,as%C3%AD%20como%20c%C3%A1ncer%20de%20pulm%C3%B3n)

Principales medidas

- Valores normativos

Los límites de emisión de presente Norma detallados en la tabla siguiente no se aplicarán a los artefactos que se encuentren operando o instalados para su uso con anterioridad a la fecha de entrada en vigencia del presente decreto, la cual correspondió al 1º de octubre de 2014 para los calefactores a leña y al 1º de octubre de 2016 para los calefactores a pellet de madera.

Tabla Límites de emisión según potencia

Potencia Térmica Nominal (kW)	Emisión de MP (gr/h)
Menor o igual a 8	2,5
Mayor a 8 y menor o igual a 14	3,5
Mayor a 14 y menor o igual a 25	4,5

- Fiscalización: Corresponderá el control y fiscalización del cumplimiento del presente decreto a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <http://bcn.cl/2m9zk> y <http://bcn.cl/2nw2t>
- Link expediente norma vigente: https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=926271
- Interpretaciones

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Otros documentos

Norma de emisión para Incineración, Coincineración y Coprocesamiento

¿Qué son las instalaciones de Incineración, Coincineración y Coprocesamiento?

Para efectos de la presente norma las instalaciones de Incineración corresponden a toda construcción donde se realiza un tratamiento de destrucción térmica de sustancias o materiales distintos a los combustibles tradicionales. Incluye la incineración de gases generados en procesos de pirólisis o gasificación.

Las instalaciones de coincineración que correspondan a hornos rotatorios de cal o a instalaciones forestales que utilizan como combustible sustancias o materiales distintos a los combustibles tradicionales cuya finalidad principal es la fabricación de productos y las instalaciones de coprocesamiento que corresponden a hornos de cemento, donde se produce clinker, que cuentan con un horno rotatorio que utiliza como combustible sustancias o materiales distintos a los combustibles tradicionales.

No estarán afectos a esta norma de emisión:

- a) La incineración de gases TRS asociados a la fabricación de pulpa sulfatada, el uso como combustible del licor negro y sus derivados y de los lodos generados en el tratamiento primario y/o secundario de efluentes, en instalaciones forestales.
- b) La incineración en crematorios, exclusivamente de cadáveres humanos.
- c) La incineración de productos cuarentenarios o con potencial de estar contaminados con agentes cuarentenarios.
- d) La quema de drogas decomisadas.

¿Qué contaminante emiten?

En el proceso de incineración la materia orgánica es oxidada con el oxígeno del aire, generando emisiones gaseosas que contienen mayoritariamente dióxido de carbono, vapor de agua, nitrógeno y oxígeno. Dependiendo de la composición de los residuos y de las condiciones de operación, las emisiones gaseosas pueden contener además cantidades menores de monóxido de carbono, ácidos clorhídrico, yodhídrico y bromhídrico, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, PCBs, metales (Cd, Hg, Be, Pb, Zn, As, Co, Ni, Se, Te, Sb, Cr, Mn, V), dioxinas y furanos, entre otros. En el proceso se generan residuos sólidos (cenizas y escorias constituidas por el material no combustible)

¿Cuáles son sus efectos en Salud?

Los contaminantes regulados en esta norma de emisión son de alta toxicidad, por lo cual los efectos en salud están relacionados directamente con la exposición corta (efectos agudos) o prolongada (efectos crónicos) a los distintos tipos de contaminantes emitidos durante los procesos de incineración, Coincineración y Coprocesamiento. A pesar de la adopción de medidas de reducción de la contaminación, la emisión de contaminantes a la atmósfera, el suelo y el agua es una consecuencia inevitable de la incineración de residuos. Entre otros contaminantes, las dioxinas, los metales pesados y las partículas pueden causar enfermedades respiratorias, cáncer, daños al sistema inmunológico y problemas reproductivos y de desarrollo ([ZWE, 2015](#))

Los efectos en salud de las emisiones de MP (MP₁₀ y MP_{2,5}), SO₂, CO, NO_x, Pb han sido comentados en las normas de calidad de aire. Efectos en salud relacionados con MP y SO₂ incluyen el aumento de la mortalidad en adultos mayores, infantes y neonatos. Aumento de las cardiopatías pulmonares, agravación de asma, enfermedades pulmonares crónicas. Cáncer al pulmón. Entre los efectos asociados a CO se han descrito dolor de cabeza, náusea, vómitos, mareo, visión borrosa, confusión, dolor en el pecho, debilidad, falla cardíaca, dificultad para respirar, convulsiones y coma. Las personas que sufren de enfermedades al corazón o al pulmón son más susceptibles a los efectos del CO.

El plomo puede afectar casi todos los órganos y sistemas del cuerpo. La exposición a largo plazo puede resultar en una disminución de la capacidad de aprendizaje, memoria y atención, debilidad en los dedos de las manos, las muñecas o los tobillos como también anemia y daños a los riñones.

La exposición breve del ser humano a altas concentraciones de dioxinas puede causar lesiones cutáneas, tales como acné clórico y manchas oscuras, así como alteraciones funcionales hepáticas. La exposición prolongada se ha relacionado con alteraciones inmunitarias, del sistema nervioso en desarrollo, del sistema endocrino y de la función reproductora ([OMS, 2016](#)).

Principales medidas

- Valores normativos

Las tablas siguientes resumen los límites de emisión para los principales contaminantes:

Tabla Nº 1 Valores límites de emisión para la incineración

Contaminante	Valor Límite de Emisión (mg/Nm ³)
Material Particulado (MP)	30
Dióxido de azufre (SO ₂)	50
Oxidos de Nitrógeno (NO _x)	300
Carbono Orgánico Total (COT)	20
Monóxido de Carbono (CO)	20
Cadmio y sus compuestos, indicado como metal (Cd)	0,1
Mercurio y sus compuestos, indicado como metal (Hg)	0,1
Berilio y sus compuestos, indicado como metal (Be)	0,1
Plomo (Pb) + Zinc (Zn) y sus compuestos, indicado como metal, suma total.	1
Arsénico (As) + Cobalto (Co)+ Níquel (Ni) +Selenio (Se) +Telurio (Te) y sus compuestos, indicado como elemento, suma total	1
Antimonio (Sb)+ Cromo (Cr)+ Manganeso (Mn) +Vanadio (V)	5
Compuestos inorgánicos clorados gaseosos indicados como ácido clorhídrico (HCl)	20
Compuestos inorgánicos fluorados gaseosos indicados como ácido fluorhídrico (HF)	2
Benceno (C ₆ H ₆)	5
Dioxinas y furanos TEQ ¹	0,2 ng/Nm ³

¹ TEQ: Factor tóxico equivalente para mamíferos de la Organización Mundial de Salud de 1998

Tabla Nº 2 Valores límites de emisión para coprocesamiento en hornos de cemento y coincineración en hornos rotatorios de cal

Contaminante	Valor Límite de Emisión (mg/Nm ³)
Material Particulado (MP)	50
Carbono Orgánico Total (COT) ¹	20
Cadmio y sus compuestos, indicado como metal (Cd)	0,1
Mercurio y sus compuestos, indicado como metal (Hg)	0,1
Berilio y sus compuestos, indicado como metal (Be)	0,1
Plomo y sus compuestos, indicado como metal (Pb)	1
Arsénico (As) + Cobalto (Co)+ Níquel (Ni) +Selenio (Se) +Telurio (Te) y sus compuestos, indicado como elemento, suma total	1
Antimonio (Sb)+ Cromo (Cr)+ Manganeso(Mn) +Vanadio (V)	5
Compuestos inorgánicos clorados gaseosos indicados como ácido clorhídrico (HCl)	20
Compuestos inorgánicos fluorados gaseosos indicados como ácido fluorhídrico (HF)	2
Benceno (C6H6)	5
Dioxinas y furanos TEQ ²	0,2 ng/Nm ³

¹ La Superintendencia del Medio Ambiente autorizará exenciones a este límite en los casos en que el COT no provenga de las sustancias o materiales utilizados como combustible. En este caso, la emisión no podrá ser superior al valor límite de emisión indicado en la tabla, más el valor de la línea de base que corresponde a las emisiones que provengan de sustancias o materiales utilizados como combustibles. Para ello los titulares deberán presentar antecedentes fundados

² TEQ: Factor tóxico equivalente para mamíferos de la Organización Mundial de Salud de 1998

Tabla Nº 3 Valores límites de emisión para coincineración en instalaciones forestales

Contaminante	Valor Límite de Emisión (mg/Nm ³)
Material Particulado (MP)	50
Carbono Orgánico Total (COT)	20
Monóxido de Carbono (CO)	50
Cadmio y sus compuestos, indicado como metal (Cd)	0,1
Mercurio y sus compuestos, indicado como metal (Hg)	0,1
Berilio y sus compuestos, indicado como metal (Be)	0,1
Plomo y sus compuestos, indicado como metal (Pb)	1
Arsénico (As) + Cobalto (Co)+ Níquel (Ni) +Selenio (Se) +Telurio (Te) y sus compuestos, indicado como elemento, suma total	1
Antimonio (Sb)+ Cromo (Cr)+ Manganeso (Mn) +Vanadio (V)	5
Compuestos inorgánicos clorados gaseosos indicados como ácido clorhídrico (HCl)	30
Compuestos inorgánicos fluorados gaseosos indicados como ácido fluorhídrico (HF)	5

Contaminante	Valor Límite de Emisión (mg/Nm ³)
Benceno (C ₆ H ₆)	5
Dioxinas y furanos TEQ ¹	0,2 ng/Nm ³

¹ TEQ: Factor tóxico equivalente para mamíferos de la Organización Mundial de Salud de 1998

- Fiscalización: Corresponderá el control y fiscalización de la presente norma de emisión a la Superintendencia del Medio Ambiente
- etc

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <http://bcn.cl/2l6mi>
- Link expediente norma vigente:
https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=926269
- Interpretaciones

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Otros documentos

Norma de emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico

¿Qué son las Fundiciones de Cobre y las Fuentes Emisoras de Arsénico?

Las funciones de cobre son procesos pirometalúrgicos destinados a producir cobre a través del uso de calor para separar el cobre de otros minerales contenidos en el concentrado (sulfuros de cobre). Las principales operaciones unitarias corresponden a secado del concentrado, fusión, conversión, refinación, moldeo de ánodos, tostación, y tratamiento de escoria, lo cual se ilustra en la figura siguiente (Geoaire, 2012). Las principales fundiciones de cobre en Chile son: Chuquicamata, Altonorte, Potrerillos, Hernán Videla Lira, Ventanas, Chagres y Caletones

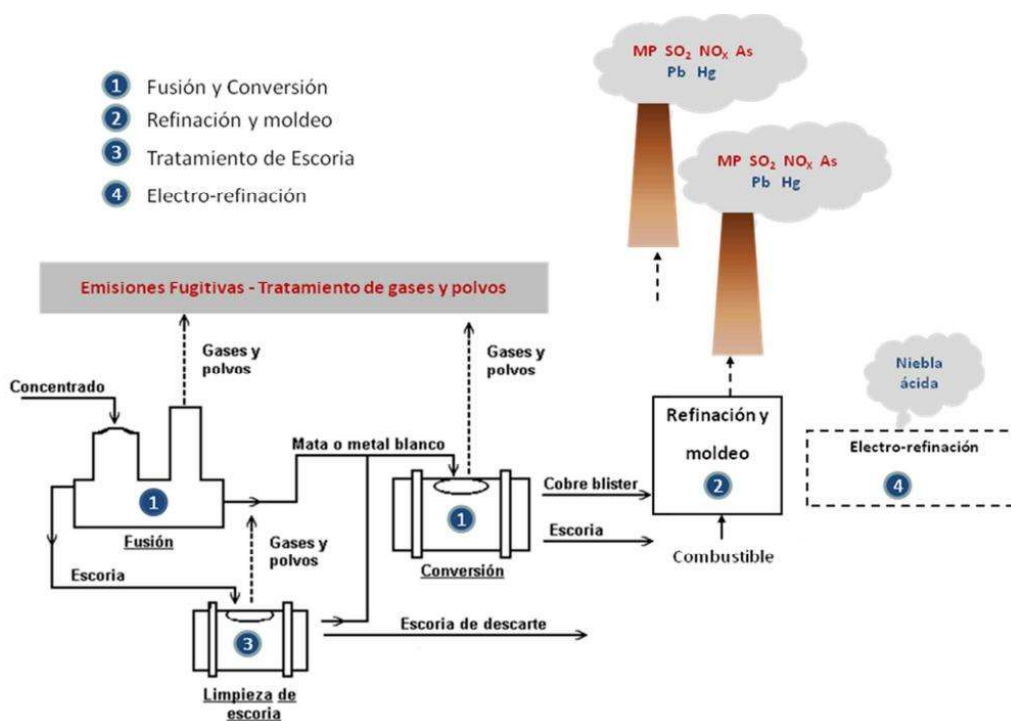


Figura: Diagrama de flujo de los procesos en fundición de cobre

El D.S. N°28/2013 establece como Fuentes emisoras de Arsénico a cualquier fuente industrial emisora de As a excepción de las Fundiciones de cobre donde se realiza un tratamiento térmico de compuestos minerales o metalúrgicos de cobre y oro, cuyo contenido de As en la alimentación sea superior a 0,005% en peso en base mensual.

¿Qué contaminante emiten?

Los principales contaminantes emitidos de las fundiciones y fuentes emisoras de arsénicos corresponden a material particulado respirable (MP₁₀ y MP_{2,5}), SO₂, As y Hg.

¿Cuáles son sus efectos en Salud?

Los efectos en salud están asociados a los principales contaminantes, entre ellos los eventos agudos de crisis respiratorias, exacerbación de asma o fuertes cefaleas por altas emisiones de SO₂. Entre los

efectos por exposición prolongada están mortalidad prematura, bronquitis crónica, cáncer de pulmón y tráquea, cáncer a la piel y a la vejiga asociado a las concentraciones de As y disminución de coeficiente intelectual en niños, ataxia (Disminución de la capacidad de coordinar los movimientos) y disfunción renal asociado a las concentraciones de Hg.

Principales medidas

- Valores normativos

Las tablas siguientes resumen los límites de emisión para los principales contaminantes:

Tabla 1: Límites máximos de emisión anual de SO₂ y As para fuentes existentes.

Fundición	SO ₂ (ton/año)	As (ton/año)
Altonorte	24000	126
Caletones	47680	130
Chagres	14400	35
Chuquicamata	49700	476
Hernán Videla Lira	12880	17
Potrerrillos	24400	157
Ventanas	14650	48

Tabla2: Límites de emisión en chimenea

Chimenea de	Contaminante	Fuente existente	Fuente Nueva	Frecuencia verificación
Planta de ácido	SO ₂	600 ppm	200 ppm	Anual
	As	1 mg/m ³ N	1 mg/m ³ N	Una vez al mes
	Hg	No Aplica	0,1 mg/m ³ N	Una vez al mes
Secador	MP	50 mg/m ³ N	30 mg/m ³ N	Una vez al mes
Horno de limpieza de escoria	MP	50 mg/m ³ N	30 mg/m ³ N	Una vez al mes
	As	1 mg/m ³ N	1 mg/m ³ N	Una vez al mes

- Fiscalización: Corresponderá el control y fiscalización del cumplimiento del presente decreto a la Superintendencia del Medio Ambiente
- etc

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <http://bcn.cl/2fa1u>
- Link expediente norma vigente: https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=926274
- Interpretaciones

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Norma de emisión para Grupos Electrógenos

¿Qué son los Grupos Electrógenos?

En el contexto de la presente norma se define como Grupo electrógeno a una unidad generadora de energía eléctrica que consta de un alternador o generador accionado por un motor de combustión interna. Además, se define como Grupo electrógeno nuevo aquel cuya importación se realiza a contar de 24 meses desde la entrada en vigencia del presente decreto (15 de septiembre de 2021), en cambio se define como Grupo electrógeno existente a los que fueron importados con anterioridad a 24 meses desde la entrada en vigencia del presente decreto.

¿Qué contaminante emiten?

Las contaminantes emitidos están asociados al combustible y la calidad de éstos que utilizan los grupos electrógenos. Considerando que el principal combustible es el petróleo dieses las emisiones de la combustión contienen MP (principalmente MP_{2,5}), CO, HCNM y NOX.

¿Cuáles son sus efectos en Salud?

Los grupos electrógenos, en especial los que utilizan diésel como combustible generan emisiones de contaminantes atmosféricos perjudiciales para la salud de las personas. Estas sustancias, como por ejemplo, los óxidos nitrosos y el material particulado, generan efectos adversos en salud que impactan en forma directa a los habitantes de los centros urbanos con mayor densidad de población. Las emisiones de material particulado, generadas por motores diésel están asociadas a enfermedades agudas y crónicas, además de distintos tipos de cáncer, como cáncer de pulmón y enfermedades cardiovasculares, por lo que se ha reclasificado como sustancia carcinogénica para los seres humanos (Grupo 1).

Principales medidas

- Valores normativos

Las tablas siguientes resumen los valores normativos para grupos electrógenos:

Tabla 1: Límites máximos de emisión provenientes del sistema de escape (g/kWh) para grupos electrógenos nuevos con potencia máxima del motor mayor o igual a 19 kW y menor a 560 kW

Potencia máxima: P	CO	HCNM+NOx	MP
kW	g/kWh	g/kWh	g/kWh
$19 \leq P < 37$	5,5	7,5	0,6
$37 \leq P < 75$	5	4,7	0,4
$75 \leq P < 130$	5	4	0,3
$130 \leq P < 560$	3,5	4	0,2

Los grupos electrógenos nuevos con potencia máxima del motor mayor o igual a 560 kW, deberán cumplir con lo señalado en las Tablas 2 y 3:

Tabla 2: Límites máximos de emisión provenientes del sistema de escape (g/kWh), para desplazamiento volumétrico por cilindro del motor (d) menor a 30 litros de grupos electrógenos nuevos con potencia máxima del motor mayor o igual a 560 kW.

Desplazamiento volumétrico por cilindro del motor: d	Potencia máxima: P	CO	HCNM+NOx	MP
Litros	kW	g/kWh	g/kWh	g/kWh
d < 10	P ≥ 560	3,5	6,4	0,2
10 ≤ d < 15	P ≥ 560	5	7,8	0,27
15 ≤ d < 20	560 ≤ P < 3300	5	8,7	0,5
	P > 3300	5	9,8	0,5
20 ≤ d < 25	P ≥ 560	5	9,8	0,5
25 ≤ d < 30	P ≥ 560	5	11	0,5

Tabla 3: Límites máximos de emisión provenientes del sistema de escape (g/kWh), para desplazamiento volumétrico por cilindro del motor (d) mayor o igual a 30 litros de grupos electrógenos nuevos con potencia máxima del motor mayor o igual a 560 kW

Desplazamiento volumétrico por cilindro del motor: d	Potencia máxima: P	Velocidad máxima del motor: n	NOx	MP
Litros	kW	rpm	g/kWh	g/kWh
d ≥ 30	P ≥ 560	n < 130	3,4	0,15 ^(b)
		130 ≤ n < 2000	9,0*n ^{-0,20} (a)	
		2000 ≤ n	2,0	

(a) Redondear límite máximo de emisión a un decimal.

(b) O hasta un máximo de 0,4 [g/kWh], cuando esté justificado por las consideraciones específicas del proyecto (por ejemplo, viabilidad económica del empleo de combustibles con bajo contenido de azufre, o adición de tratamientos secundarios para cumplir con el límite de 0,15 [g/kWh]).

Tabla 4: Límites máximos de emisión provenientes del sistema de escape (g/kWh) de grupos electrógenos con potencia máxima del motor mayor o igual a 130 kW y menor a 560 kW, cuya importación se realiza a contar de 48 meses desde la entrada en vigencia del presente decreto

Potencia máxima: P	CO	HCNM	HCNM+NOx	NOx	MP
kW	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh
130 ≤ P < 560	3,5	0,19	No aplica	0,4	0,02

Tabla 5: Límites máximos de emisión provenientes del sistema de escape en gramos por kilowatt hora (g/kWh), para desplazamiento volumétrico por cilindro del motor (d) menor a 30 litros de grupos electrógenos con

potencia máxima del motor mayor o igual a 560 kW, cuya importación se realiza a contar de 48 meses desde la entrada en vigencia del presente decreto

Desplazamiento volumétrico por cilindro del motor: d	Potencia máxima: P	CO	HCNM	HCNM+NOx	NOx	MP
Litros	kW	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh
d < 10	P ≥ 560	3,5	0,19	No aplica	0,67	0,03
10 ≤ d < 30	560 ≤ P < 3700	5	No aplica	1,8	No aplica	0,04
	3700 < P	5	No aplica	1,8	No aplica	0,06

Tabla 6: Límites máximos de emisión provenientes del sistema de escape (g/kWh), para desplazamiento volumétrico por cilindro del motor (d) mayor o igual a 30 litros de grupos electrógenos con potencia máxima del motor mayor o igual a 560 kW, cuya importación se realiza a contar de 48 meses desde la entrada en vigencia del presente decreto

Desplazamiento volumétrico por cilindro del motor: d	Potencia máxima: P	Velocidad máxima del motor: n	NOx	MP
Litros	kW	rpm	g/kWh	g/kWh
d ≥ 30	P ≥ 560	n < 130	3,4	0,15 ^(b)
		130 ≤ n < 2000	9,0*n ^{-0,20} (a)	
		2000 ≤ n	2,0	

(a) Redondear límite máximo de emisión a un decimal.

(b) O hasta un máximo de 0,4 [g/kWh], cuando esté justificado por las consideraciones específicas del proyecto (por ejemplo, viabilidad económica del empleo de combustibles con bajo contenido de azufre, o adición de tratamientos secundarios para cumplir con el límite de 0,15 [g/kWh]).

- Fiscalización: Corresponderá velar por el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma a la Superintendencia del Medio Ambiente
- etc

Mayor detalle sobre la normativa

- Decreto: <http://bcn.cl/2rn9g>
- Link expediente norma vigente: https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=930127
- Interpretaciones

Informes de cumplimiento normativo

- Informe año 2022

Otros documentos

9.5.3 Monitoreo

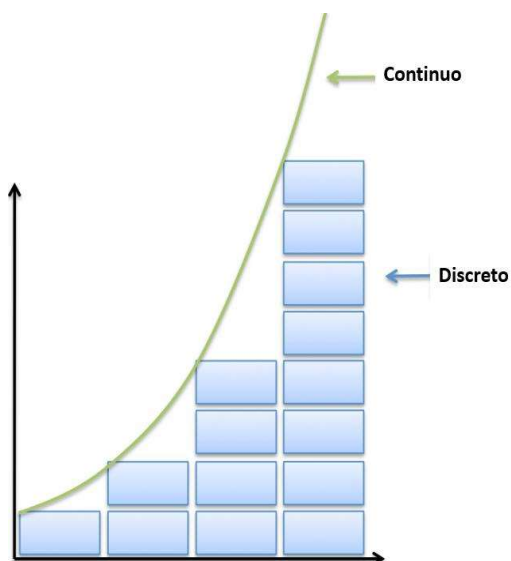
¿Qué es el monitoreo?

Se define como monitoreo atmosférico a todas las metodologías diseñadas para muestrear, analizar y procesar en forma continua las concentraciones de sustancias o de contaminantes presentes en el aire en un lugar establecido y durante un tiempo determinado (Martinez y Romieu, 1997). Por otro lado, se entiende por muestreo a la actividad que se realiza para la obtención de una muestra representativa del objeto de evaluación, de acuerdo con un procedimiento establecido ([Res Ex N°1449/2023 de SMA](#)).

Tipos de monitoreo

En función del objetivo de medición, el monitoreo se podría clasificar en 2 tipos:

- Para seguimiento y evaluación de normas de calidad (primarias y secundarias)
- Para seguimiento y evaluación de normas de emisión



Dependiendo de los equipos, las mediciones se pueden clasificar en:

- monitoreo continuo cuando se utilizan analizadores continuos para gases o material particulado que permite obtener resultados o concentraciones para intervalos de tiempo de minutos u horas
- monitoreo discreto cuando se utilizan muestreadores activos (usan bombas para aspirar aire) o pasivos que permiten tomar muestras en el lugar, las cuales que son enviadas para análisis en laboratorios obteniendo los resultados algunos días (o semanas) después

1. Seguimiento y evaluación de normas de calidad (primarias y secundarias):

La medición del contaminante se realiza a través de estaciones de monitoreo, las cuales poseen equipos discretos y/o continuos validados para tal fin.

La evaluación del cumplimiento normativo de un contaminante requiere que la estación de monitoreo tenga declaración de Estación de monitoreo con representatividad poblacional (EMRP). Esto significa que se encuentra localizada en un área urbana y que cumple con los requisitos técnicos para ser calificada como EMRP por la Autoridad Competente (en estos casos la SMA). Al respecto, para MP_{10} y $MP_{2,5}$ la SMA ha dictado las resoluciones [N°744/2017](#) y [N°106/2013](#) en las cuales se han establecidos los requisitos técnicos de instalación de las estaciones y de los cabezales tomamuestras.

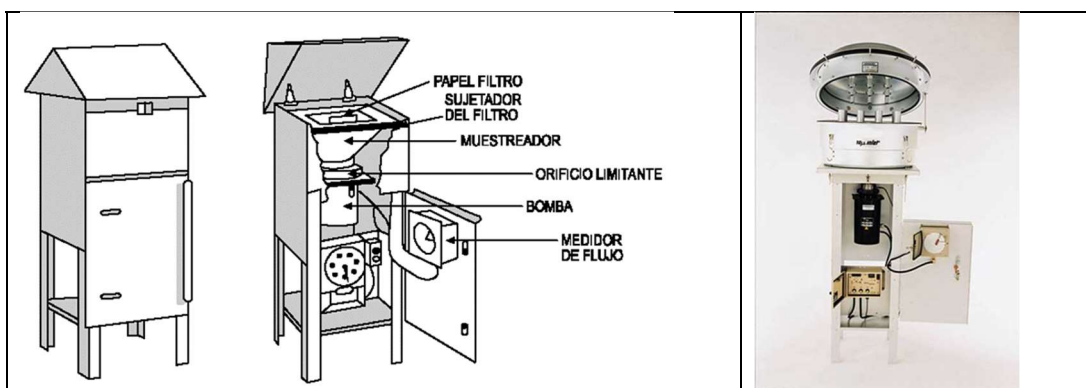
Los requisitos técnicos para la medición de contaminantes atmosféricos establecidos en el [D.S. N61/2008 de Minsal](#) y en la [Res Ex N°1449/2023 de SMA](#) establecen que las mediciones de los

contaminantes sean realizadas con equipos que tengan aprobación de [USEPA](#), [CEE](#) o de agencia ambiental de país de origen.

La mayoría de los equipos de monitoreo continuo corresponde a los listados en la tabla siguiente:

Contaminante	Tipos de equipos (para mayor información revisar USEPA)
NO ₂	Analizador continuo basado en método Quimioluminiscencia Analizador continuo basado en método CAPS (Cavity Attenuated Phase Shift)
SO ₂	Analizador continuo basado en método Fluorescencia ultravioleta
O ₃	Analizador continuo basado en método Fotometría ultravioleta
CO	Analizador continuo basado en método Fotometría infrarroja no dispersiva
Benceno	Analizador continuo basado en método Cromatografía Gaseoso
MP ₁₀	Monitor continuo basado en método Microbalanza de oscilación de sensor en voladizo con cabezal MP ₁₀ ; (TEOM, por sus siglas en inglés)
	Monitor continuo basado en el principio de atenuación beta con cabezal MP ₁₀ . (BAM, por sus siglas en inglés)
	Muestreadores gravimétricos de alto y bajo volumen con cabezales MP ₁₀
MP _{2,5}	Monitor continuo basado en método Microbalanza de oscilación de sensor en voladizo con cabezal MP _{2,5} (TEOM, por sus siglas en inglés)
	Monitor continuo basado en el principio de atenuación beta con cabezal MP _{2,5} . (BAM, por sus siglas en inglés)
	Muestreadores gravimétricos de alto y bajo volumen con cabezales MP _{2,5}

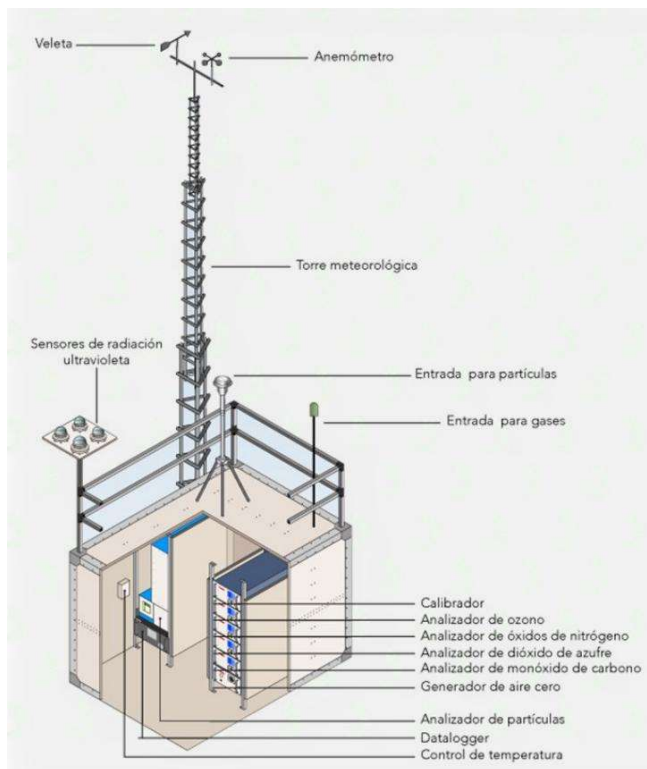
Las figuras siguientes ilustran los equipos de monitoreo de calidad de aire



Ejemplo de muestreadores gravimétricos de alto volumen



Figura: Ejemplo de muestreadores de bajo y alto volumen



Esquema de estación de monitoreo de calidad de aire

Figura: estación de monitoreo de calidad de aire



Rack con analizadores continuos de gases y monitor continuo de MP₁₀

Para mayor información se recomienda:

- [Manuales de monitoreo atmosférico en México](#)
- [Ambient Air Monitoring Quality Assurance \(USEPA\).](#)
- [Operations manual for air quality monitoring in Ontario](#)
- [Good practice guide for air quality monitoring and data management](#)
- [Automatic Urban and Rural Network \(AURN\) LSO Manual](#)

2. Seguimiento y evaluación de normas de emisión.

Las normas de emisión consideran que las mediciones de las concentraciones de los contaminantes gaseosos y material particulado sean realizadas ya sea mediante un monitoreo continuo de emisiones (CEMS por sus siglas en inglés) que al igual que las estaciones para calidad de aire entregan resultados de concentraciones promedios de minutos y/u horarios o mediante muestreos de las emisiones en forma periódica cuya frecuencia (mensual, semestral o anual) dependerá de la norma de emisión respectiva.

En el caso de las mediciones con equipos CEMS se debe cumplir con un estricto protocolo de [validación](#), [operación](#) y de [reporte](#) de datos de los CEMS.

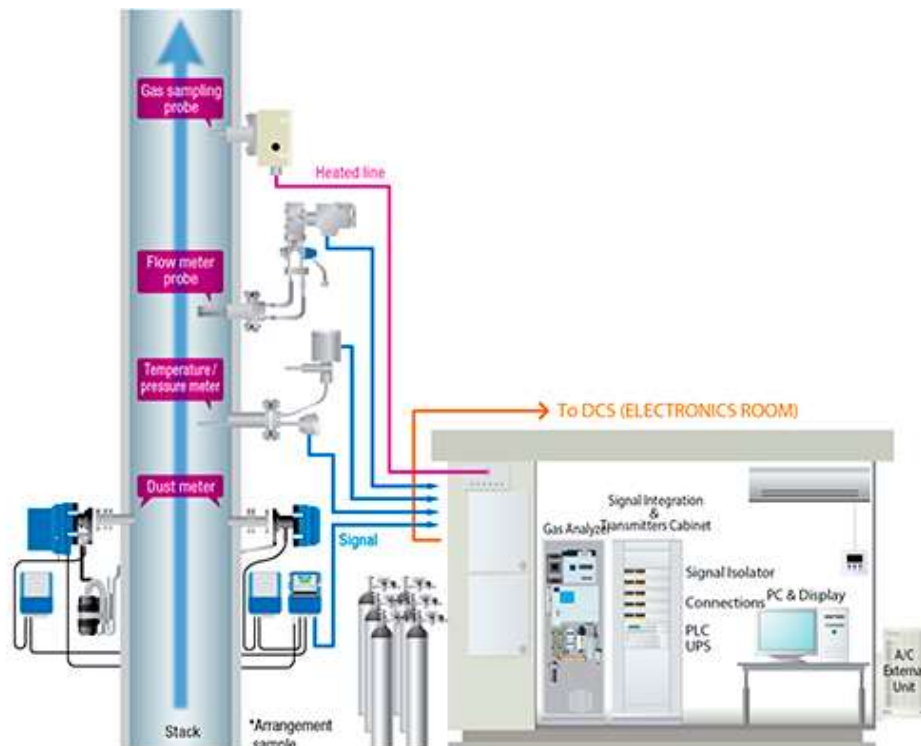


Figura: Esquema de instalación de sistema CEMS (tomamuestras en ducto de la chimenea, mangueras de transmisión y caseta con analizadores continuos de gases y material particulado)

Los métodos de muestreo en chimenea (denominados ensayos isocinéticos) deben ser realizados por laboratorios autorizados por la SMA acreditados como [ETFA](#) (Entidades Técnica de Fiscalización Ambiental), dependiendo de la fuente y de los contaminantes deben realizar alguno de los métodos indicados en la tabla siguiente

Tabla: Métodos de muestreo para fuentes de emisión establecidos por Minsal y SMA.

Fuente de emisión	Métodos de muestreo
Chimeneas de centrales termoeléctricas	Establecidos en Res Ex N°1909/2019 de SMA
Fuentes estacionarias	Establecidos en Res Ex N°1349/1997 de Minsal modificada por Res Ex N°689/2021 de Minsal

Fuente de emisión	Métodos de muestreo
Calefactores a leña	Método CH-28 según Res Ex N°313/2014 de Minsal
Combustión de Residuos Municipales	Método CH-23 para Dioxinas y Furanos según Dto N°1411/2010 de Minsal
Fuentes estacionarias	Método CH-29 para metales, método CH-0030 para COV y método CH-26A para Haluros de Hidrógeno y Halógenos. Según Dto N°1411/2010 de Minsal

Nota: [Los métodos CH están disponibles en Instituto de Salud Pública \(ISP\)](#)



Ejemplo de equipamiento e instalación para muestreo isocinético en Chimenea

- Link a SINCA: <https://sinca.mma.gob.cl/>
- Link a

9.6 Anexo 6: Resolución N°1449/2023 de SMA



**DICTA INSTRUCCIONES DE CARÁCTER GENERAL
QUE ESTABLECEN LOS REQUISITOS TÉCNICOS
PARA LA INSTALACIÓN, FUNCIONAMIENTO Y
OPERACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS EN
ESTACIONES DE MUESTREO Y MEDICIÓN DE
CALIDAD DEL AIRE Y METEOROLOGÍA**

RESOLUCIÓN EXENTA Nº 1449

SANTIAGO, 16 DE AGOSTO DE 2023

VISTOS

Lo dispuesto en el artículo segundo de la ley 20.417, que establece la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante, "LOSMA"); en la ley 19.300, sobre bases generales del medio ambiente; en la ley 19.880, que establece las bases de los procedimientos administrativos que rigen los actos de los órganos de la administración del Estado; en la ley 18.834 que aprueba el estatuto administrativo; en el decreto con fuerza de ley 3, de 2010, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que fija la planta de la Superintendencia del Medio Ambiente; en la resolución exenta 2124, de 2021, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que fija la organización interna de la Superintendencia del Medio Ambiente; en el decreto supremo 70, de 28 de diciembre de 2022, del Ministerio del Medio Ambiente, que nombra a Marie Claude Plumer Bodin en el cargo de Superintendente del Medio Ambiente; y en la resolución 7, de 2019, de la Contraloría General de la República, que fija normas sobre exención del trámite de toma de razón.

CONSIDERANDO

1. Que, la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante e indistintamente, "Superintendencia" o "SMA"), fue creada para ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de las resoluciones de calificación ambiental, de las medidas de los planes de prevención y/o de descontaminación ambiental, del contenido de las normas de calidad ambiental y normas de emisión, y de los planes de manejo, cuando corresponda, y de todos aquellos otros instrumentos de gestión ambiental que establezca la ley, así como imponer sanciones en caso que se constaten infracciones de su competencia.

2. Que, el artículo 33 de la Ley N°19.300 establece que el Ministerio del Medio Ambiente administrará la información de los programas de medición y control de la calidad ambiental del aire, agua y suelo para los efectos de velar por el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

3. Que, la letra u) del artículo 70 de la Ley N°19.300 establece que corresponde al Ministerio del Medio Ambiente administrar la información de los programas de monitoreo de calidad del aire, agua y suelo, proporcionada por los órganos competentes, cuando corresponda.

4. Que, la letra ñ) del artículo 3° de la LOSMA establece que corresponde a la Superintendencia del Medio Ambiente impartir directrices técnicas de carácter general y obligatorio, definiendo los protocolos, procedimientos y métodos de análisis que los organismos fiscalizadores, las entidades acreditadas conforme a esa ley y, en su caso, los sujetos de fiscalización deberán aplicar para el examen, control y medición del cumplimiento de normas de calidad ambiental y emisión.

5. Que, la letra s) del artículo 3° de la LOSMA establece que corresponde a la Superintendencia del Medio Ambiente dictar normas e instrucciones de carácter general en el ejercicio de las atribuciones que le confiere esa ley.

6. Que, las normas de calidad ambiental definen el nivel de exposición aceptable respecto de determinados contaminantes en el entorno, y dan origen a obligaciones de monitoreo ambiental con fines de política pública.

7. Que, el monitoreo de calidad ambiental consiste en el registro sistemático de los valores que entregan determinados instrumentos de medición respecto de la presencia de determinados contaminantes en el entorno. Los valores así obtenidos sirve de fundamento técnico para diversas decisiones vinculadas a la gestión ambiental, como es el caso de la declaración de zona latente o saturada y el levantamiento de línea base y seguimiento ambiental.

8. Que, como consecuencia de ello, el monitoreo de calidad ambiental puede realizarse por varios motivos, entre los cuales se encuentran no solo el levantamiento de línea base para los propósitos de la evaluación ambiental y el seguimiento de las variables ambientales consideradas en la evaluación ambiental de un proyecto o la declaración de zona latente o saturada, sino que, además, puede tener fines de investigación o, en general, de política pública.

9. Que la SMA, en el ejercicio de la función de dar seguimiento y fiscalización que le atribuye la ley, tiene el rol de asegurar la fiabilidad de los datos obtenidos de los compromisos por RCA y de los programas de medición y control de calidad ambiental (PMCCA), que administra el Ministerio del Medio Ambiente, definiendo las condiciones bajo las cuales es posible obtener datos representativos de acuerdo con el estado del arte en la comunidad científico-técnica.

10. El documento "Informe Final. Instrucciones de carácter general que establecen los requisitos técnicos para la instalación, funcionamiento y operación de los instrumentos en estaciones de muestreo y medición de calidad del aire y meteorología", de marzo de 2023, elaborado por la División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente.

11. Que, en ausencia de programas de medición y control de la calidad ambiental del aire, la SMA dictó la resolución exenta 1690, de 2022, que establece el listado de estaciones de monitoreo con representación poblacional o representación de recursos naturales en materia de calidad del aire. En atención al número de estaciones allí reconocidas por la SMA, se ha estimado oportuno establecer un periodo de vacancia para que los órganos públicos responsables puedan adecuarse a lo establecido en la presente resolución.

12. Que, en atención a las consideraciones anteriores.

RESUELVO

PRIMERO. DICTAR las siguientes instrucciones de carácter general que establecen los requisitos técnicos para la instalación, funcionamiento y operación de los instrumentos en estaciones de muestreo y medición de calidad del aire y meteorología.

1. Glosario

Ajuste: conjunto de operaciones realizadas en un sistema de medición para que proporcione indicaciones prescritas correspondientes a valores dados de una cantidad a medir. El ajuste de un sistema de medición no debe confundirse con la calibración, que es un requisito previo para el ajuste. (VIM CEM 2012, pp. 45)

Calibración: operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medición asociadas obtenidas a partir de los patrones de medición, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación. La calibración no es un ajuste de un sistema de medición, ni una verificación (VIM CEM 2012, pp. 37-38).

Certificado de calibración: documento elaborado por un laboratorio de ensayo y calibración acreditado bajo ISO 17.025 vigente, en donde se da cuenta de los resultados y vigencia de la calibración.

Datos crudos: valores obtenidos directamente del instrumento de medición o desde el sistema de almacenamiento, expresados en sus dimensiones físicas y químicas correspondientes, sobre los cuales no se ha aplicado ningún tipo de intervención con posterioridad a la medición (MINSAL 2008).

Datos inválidos: corresponden a los datos crudos que no aprueban los controles de calidad del proceso de validación de datos.

Datos válidos: corresponden a los datos crudos que han aprobado los controles de calidad realizados durante el proceso de validación de datos. Pueden incluir correcciones en función de los resultados de las calibraciones y verificaciones a los instrumentos de medición y muestreadores.

Error de medición: diferencia entre un valor medido de una magnitud y un valor de referencia (VIM CEM 2012, p. 32).

Error máximo permitido: valor extremo del error de medida, con respecto a un valor de referencia conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una medición, instrumento o sistema de medida dado. No es conveniente utilizar el término «tolerancia» para designar al error máximo permitido. (VIM CEM 2012, pp. 51-52).

Estación de calidad del aire: infraestructura, caseta o sistema donde se instalan los instrumentos de medición y/o muestreadores. Cabe señalar que los instrumentos instalados en casetas portables pequeñas (llamados *enclosure*) e instrumentos del tipo de muestreo que pueden permanecer a la intemperie, también son considerados como estaciones de calidad del aire.

Estabilidad de un instrumento de medición: Propiedad de un instrumento de medición por la que este se conserva constante sus características metrológicas a lo largo del tiempo (VIM CEM 2012, pp. 50).

Formato de fecha: Para efecto del formato oficial de contaminantes atmosféricos y meteorológicos, de la fecha y hora será el siguiente (MINSAL 2008):

- aaaammdd: ejemplo 20041125 es el 25 de noviembre de 2004
- hhmm: ejemplo 1525 son las 15:25 hrs.

Hora: periodo de 60 minutos que parte en el minuto uno de la hora y termina en el minuto 60 de la misma, lo cual corresponde a un promedio aritmético horario de las mediciones realizadas en dicho periodo. Luego, la hora 18 del día corresponde al periodo comprendido entre las 17:01 y las 18:00 inclusive.

Instrumento de medición: dispositivo utilizado para realizar mediciones, asociado a uno o varios dispositivos suplementarios que produce una señal de salida con información sobre el valor de la magnitud medida. Se considerará como instrumento de medición, por ejemplo, pirómetros, barómetros, pluviómetros, analizadores de gases, analizadores de material particulado, entre otros (VIM CEM 2012, pp. 43).

Intervalo de aprobación: conjunto de los valores de magnitudes de una misma naturaleza promulgados por la EPA para cada instrumento. Algunos instrumentos han sido designados para más de un intervalo de aprobación y es posible que se deba seleccionar un intervalo de medición (EPA 2017).

Intervalo de medición: conjunto de los valores de magnitudes de una misma naturaleza que un instrumento o sistema de medición dado puede medir con una incertidumbre instrumental especificada, en unas condiciones determinadas (VIM CEM 2012, pp. 47).

Intervalo de trabajo: corresponde al intervalo operativo seleccionado en el instrumento de medición.

Límite de cuantificación o valor mínimo confiable: El límite de cuantificación se puede definir como la cantidad más pequeña de un analito que se pueda cuantificar confiablemente por el instrumento. La capacidad de cuantificar se expresa generalmente en términos de la señal o valor del analito (verdadero) que producirá estimaciones que tienen un valor específico desviación estándar relativa (RSD), comúnmente 10 %. Es decir,

$$L_Q = \kappa_Q \sigma_Q$$

Donde L_Q es el límite de cuantificación, σ_Q es la desviación estándar en ese punto y κ_Q es el multiplicador cuyo recíproco es igual al RSD cuantificador seleccionado. El valor predeterminado de la IUPAC valor para κ_Q es 10. (IUPAC 1997, pp. 10).

Límite de detección: Es la cantidad o concentración más pequeña de analito en la muestra de prueba que se puede distinguir de manera confiable de cero o de la línea base (IUPAC 2002, pp. 850).

Mantenimiento correctivo o actividades de mantenimiento no programadas: se definen como actividades derivadas de un funcionamiento anormal de los instrumentos de medición y muestreo.

Mantenimiento preventivo: se define como la programación y ejecución de actividades, en base a un programa documentado, de revisión de los instrumentos de medición y muestreo, tanto de funcionamiento como de limpieza y verificación, que deben llevarse a cabo en forma periódica. Su propósito es prevenir las fallas, manteniendo los instrumentos en óptima operación.

Material de referencia (MR): material suficientemente homogéneo y estable con respecto a propiedades especificadas, establecido como apto para su uso previsto en una medición o en un examen de propiedades cualitativas (VIM CEM 2012, pp. 57).

Material de referencia certificado (MRC): material de referencia acompañado por la documentación emitida por un organismo autorizado, que proporciona uno o varios valores de propiedades especificadas, con incertidumbres y trazabilidades asociadas, empleando procedimientos válidos (VIM CEM 2012, pp. 58).

Medición: Determinación in situ, en línea o de manera remota de uno o más parámetros de un objeto de evaluación, de acuerdo con un procedimiento establecido.

Método de medición: descripción genérica de la secuencia lógica de operaciones utilizadas en una medición (VIM CEM 2012, pp. 28).

Muestreo: Actividad que se realiza para la obtención de una muestra representativa del objeto de evaluación, de acuerdo con un procedimiento establecido.

Norma primaria de calidad ambiental: aquella que establece los valores de las concentraciones y periodos, máximos o mínimos permitidos de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya

presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población (Ley 19.300).

Norma secundaria de calidad ambiental: aquella que establece los valores de las concentraciones y periodos, máximos o mínimos permitidos de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza (Ley 19.300).

Parámetros operacionales de los instrumentos de medición: corresponden a los parámetros de diseño de un instrumento que permiten evaluar si éste cumple los valores de control establecidos en el manual del fabricante como, por ejemplo: intervalos, ruido, límite de detección, temperatura interna, presión, entre otros.

Patrón de medición: realización de la definición de una magnitud dada, con un valor determinado y una incertidumbre de medición asociada, tomada como referencia (VIM CEM 2012, pp. 56).

Patrón de referencia: patrón designado para la calibración de otros patrones de magnitudes de la misma naturaleza en una organización o lugar dado (VIM CEM 2012, pp. 56).

Patrón de trabajo: patrón utilizado habitualmente para calibrar o verificar instrumentos o sistemas de medición. Cuando es utilizado en verificaciones se designa también como “patrón de verificación” o “patrón de control” (VIM CEM 2012, pp. 56).

Periodo de estabilidad del instrumento en la calibración: corresponde al periodo transcurrido desde el ingreso de un volumen de gas de referencia de concentración conocida hasta que las lecturas se estabilizan en el instrumento de medición de gases.

Promedio anual: corresponde al promedio aritmético calculado con promedios mensuales medidos con al menos 9 meses, equivalente al 75% de los datos medidos durante un año calendario. Ello sin perjuicio de lo dispuesto en las respectivas normas primarias y secundarias de calidad del aire.

Promedio diario: corresponde al promedio aritmético calculado con promedios horarios medidos entre la hora 1 y la hora 24, con al menos un 75% de los datos horarios medidos durante el día. En la medición de material particulado con instrumentos basados en el método gravimétrico de alto y bajo volumen, el promedio diario se calculará sobre de 24 horas continuas de medición, con al menos un 75% de las horas medidas durante el día. Ello sin perjuicio de lo dispuesto en las respectivas normas primarias y secundarias de calidad del aire.

Promedio horario: corresponde al promedio aritmético que se calcula con los valores medidos entre el minuto uno y el minuto 60 de la hora. El promedio horario debe ser construido con al menos un 75% de los datos medidos durante la hora. Ello sin perjuicio de lo dispuesto en las respectivas normas primarias y secundarias de calidad del aire.

Promedio mensual: corresponde al promedio aritmético calculado con los promedios diarios de un mes calendario. El promedio mensual se calculará con al menos un 75% de los promedios diarios del mes calendario. Ello sin perjuicio de lo dispuesto en las respectivas normas primarias y secundarias de calidad del aire.

Registro de mantenimiento: documento que contiene el detalle de los mantenimientos y reparaciones a los instrumentos de medición y muestreadores, así como también a otros sistemas y subsistemas de la estación de calidad del aire.

Registro de verificaciones: documento que contiene los datos de las verificaciones de Cero, Span, Multipunto, GPT, flujos, presiones, señales y otras verificaciones de los instrumentos de medición y muestreadores.

Resolución: mínima variación de la magnitud medida que da lugar a una variación perceptible de la indicación correspondiente (VIM CEM 2012, pp. 49).

Sistema de medición: conjunto de uno o más instrumentos de medición y frecuentemente, otros dispositivos, incluyendo reactivos e insumos varios, ensamblados y adaptados para proporcionar valores medidos dentro de los intervalos especificados, para magnitudes de naturalezas dadas (VIM CEM 2012, pp. 43).

Tolerancia de mezcla: es la diferencia entre la medición de la concentración de un gas en un cilindro de mezcla y la concentración requerida, expresada en porcentaje (MINSAL 2008).

Trazabilidad metrológica: propiedad de un resultado de medición por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medición. La trazabilidad metrológica requiere una jerarquía de calibración establecida (VIM CEM 2012, pp. 38).

Validación de los datos: proceso realizado por personal técnico en el cual se acepta, modifica o rechaza un dato crudo, considerando evidencias objetivas basadas en información obtenida de curvas de ajuste, verificaciones de cero y span, verificaciones multipunto, calibraciones, registro de parámetros operacionales de la estación y/o parámetros internos de los instrumentos y registros de mantenimiento (MINSAL 2008).

Verificación: aportación de evidencia objetiva de que un elemento dado satisface los requisitos especificados. No debe confundirse con la calibración (VIM CEM 2012, pp. 39).

Verificación de cero: respuesta de un instrumento a concentraciones por debajo de los límites de detección (British Columbia 2018).

Verificación de span: respuesta de un instrumento a una concentración conocida de un contaminante y correspondiente al 80% del intervalo de trabajo de dicho instrumento de medición (British Columbia 2018).

Verificación multipunto: respuesta del instrumento a 5 concentraciones conocidas de un contaminante, espaciadas uniformemente en el intervalo de trabajo del instrumento (EPA 2017).

Verificación multipunto GPT: respuesta del instrumento a 5 concentraciones conocidas de un contaminante, espaciadas uniformemente en el intervalo de trabajo del instrumento (EPA 2017). Se emplea una titulación de fase gaseosa (GPT) de *NO* con ozono para verificar la eficiencia del convertidor de *NO* a *NO₂* (British Columbia 2018).

Zona horaria: se utilizará para la vigilancia de contaminantes el horario oficial de Chile continental de invierno (GMT -4) (MINSAL 2008).

2. Requisitos técnicos para la instalación de estaciones e instrumentos de medición de calidad de aire

En el contexto del presente documento se ha definido “estación de calidad del aire” como la infraestructura (caseta, cabina cerrada enclosure, plataforma o andamio) donde se instalan los instrumentos de medición y muestreadores. Cabe señalar que, los instrumentos instalados en cabina cerrada (enclosure) e instrumentos de muestreo que pueden permanecer en la intemperie también son considerados como parte de la estación de calidad del aire. Además, algunas estaciones de calidad de aire incorporan infraestructura para la instalación de instrumentos de medición de parámetros meteorológicos.

Las estaciones de calidad de aire deben ser funcionales y permitir el fácil acceso a la instrumentación para su operación, mantenimiento y reparación. Además, deben ser lo suficientemente resistentes

para soportar las distintas condiciones climáticas imperantes en los lugares en donde estén emplazadas.

2.1 Requisitos técnicos para la instalación de estaciones de calidad de aire

Se han dividido los requisitos técnicos asociados a las condiciones de instalación de la estación en:

- Exterior de la estación.
- Interior de la estación.

2.1.1 Condiciones del exterior de la estación de calidad del aire

Este punto considera tanto el entorno inmediato de la estación (dentro del cierre perimetral) como la infraestructura externa de la estación, equipamiento para el aire acondicionado, soportes para los instrumentos de medición de parámetros meteorológicos, entre otros.

- La estación debe contar con un cierre perimetral a una distancia de 2 metros como mínimo, medidos desde la estación, con acceso controlado exclusivo para el personal autorizado. El personal autorizado debe tener las facilidades para ingresar a la estación en todo momento.
- El entorno de la estación se debe mantener limpio de malezas, basura y todo elemento que pueda obstaculizar su funcionamiento.
- Se debe contar con un sistema de iluminación exterior de la estación.
- En el caso de medición de gases la estación debe contar con un sector específico para almacenar cilindros de gases de acuerdo con el D.S. N° 43/2016 del Ministerio de Salud o el que lo reemplace. Este sector o bodega de gases puede estar en el interior o exterior de la estación en la medida que cumpla la normativa vigente de manejo y almacenamiento de gases.
- El cableado eléctrico en el exterior de la estación debe mantenerse en buen estado.
- La estación debe ser impermeable y no presentar corrosión, fisuras, agujeros o deformaciones del techo, uniones de paredes, puertas o del material que protege la estación.
- La toma de muestra y el cabezal del instrumento de medición deben quedar instalados de acuerdo con las especificaciones técnicas del manual del fabricante, limpio y sin obstrucciones.
- La entrada de la toma de muestra debe estar ubicada a una altura superior a 3 metros e inferior a 10 metros sobre el nivel del piso. En el caso de toma de muestra ubicados en el techo de una caseta, la entrada deberá estar ubicada a una altura mayor o igual a 1 m respecto a la superficie del techo.
- En el caso de equipos de aire acondicionado tipo ventana, se deben mantener en buen estado los accesorios y soportes que se instalan fuera de la estación.
- Cuando corresponda, la estación debe contar con barandas en el techo con una altura mínima de 1,1m y escalas de acero o aluminio que garanticen una operación segura al personal de la estación. En el caso de utilizar acero, este puede ser inoxidable o protegido con pintura epóxica adecuada a las condiciones ambientales donde se ubica la estación.
- En el caso de que la estación cuente con mástiles o torres meteorológicas, éstas deben ser de acero, aluminio u otro material resistente a las condiciones ambientales de la zona en particular, con una altura mínima de 10 m medidos desde el suelo. En el caso de utilizar

acero, este puede ser inoxidable o protegido con pintura epóxica adecuada a las condiciones ambientales donde se ubica la estación.

- En el caso de mástiles o torres no autosoportantes se debe asegurar un buen anclaje al suelo de los respectivos tirantes. Además, los tirantes deben tener una tensión adecuada que asegure la verticalidad del mástil o torre.

2.1.2 Condiciones al interior de la estación

Los instrumentos de medición de calidad del aire deben operar en un ambiente limpio, con temperatura controlada, alimentación eléctrica estable y protegidos contra descargas. A continuación, se presentan los criterios para la infraestructura interna de la caseta, sistema eléctrico, sistema de aire acondicionado y mobiliario:

a) Infraestructura interna:

- El acceso, tanto a los instrumentos e insumos como al sistema de toma muestra, debe ser restringido sólo al personal autorizado. Se deberá mantener una bitácora que establezca un control de las actividades tanto del operador como de las visitas externas a la estación.
- Las dimensiones internas de la estación de calidad del aire y la disposición de instrumentos deben ser tal que facilite el acceso a la operación y mantenimiento rutinario de los instrumentos, así como la infraestructura para el operador de la estación.
- Se debe mantener la limpieza y el orden al interior de la caseta.
- El piso interno de la estación debe ser de material impermeable que permita una fácil limpieza.
- La caseta debe tener un sistema de evacuación de gases que permita conectar las mangueras de salida de los instrumentos de medición y las salidas de las bombas de muestreo de los instrumentos de material particulado.
- Se debe instalar un sistema de iluminación que permita visibilidad en todo el interior de la estación.
- Se debe contar con un sistema climatizado para mantener las condiciones de temperatura y humedad constante al interior de la caseta, de acuerdo con las condiciones de operación establecidas en los manuales de los instrumentos de medición.

b) Suministro eléctrico en la estación:

- Se debe asegurar suministro eléctrico continuo y estable sin fluctuaciones de voltaje para los instrumentos que se encuentren funcionando en la estación. Se deben considerar circuitos por separado para la protección de:
 - Sistema de procesamiento de datos y comunicación
 - Instrumentos de medición
 - Sistema de aire acondicionado
 - Iluminación
- La instalación eléctrica debe estar acorde a las especificaciones establecidas en las normas técnicas de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

- En el caso de casetas se debe mantener al interior de la estación un plano eléctrico que permita identificar cada uno de los circuitos eléctricos.
 - Se debe mantener al interior de la estación una UPS (Uninterruptible Power Supply, también llamado Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI)), a la cual estén conectados todos los instrumentos de medición de gases y material particulado y del sistema de almacenamiento y transmisión de datos, para protección y suministro en caso de falla eléctrica.
 - En el caso de estaciones ubicadas en zonas que presentan tormentas eléctricas, se debe instalar un pararrayos con la correspondiente conexión a tierra.
 - En caso de estaciones ubicadas en lugares remotos que utilicen sistema electrógeno (generador eléctrico), éste se debe ubicar a una distancia mínima de 50 metros a sotavento de los instrumentos y muestreadores de calidad de aire.
- c) Condiciones de temperatura interna de la estación:
- La temperatura interna de la estación se debe mantener entre 20° C y 30 °C durante un período de 1 hora (EPA 2017, II p. 71).
 - Se debe instalar un instrumento de medición de temperatura que sea calibrado una vez al año y que registre al menos las mediciones horarias.
- d) Mobiliario al interior de la estación:
- En el caso de uso de muebles tipo Racks, deben estar contruidos de acero con bandejas o rieles deslizantes.
 - En el caso de casetas se debe considerar al menos una mesa de trabajo con espacio suficiente para realizar las labores de operación.
 - Al interior de la caseta se debe disponer de estantería para almacenar los manuales de los instrumentos, carpetas para los certificados de calibración, carpetas para registros de mantenimiento, útiles de aseo, insumos de instrumentos, repuestos menores, entre otros.

2.2 Requisitos técnicos para la instalación de instrumentos de medición de calidad de aire

En este punto se señala el equipamiento necesario para la medición de calidad del aire y transmisión de datos en el caso que aplique, lo que se considera desde los instrumentos de medición de material particulado, de gases contaminantes, muestreadores, instrumentos de medición de parámetros meteorológicos como también del sistema de toma de muestras y del sistema de adquisición de datos.

- a) Sistema de toma de muestras de gases y material particulado
- Los sistemas de tomas de muestras de gases deben estar contruidos de vidrio de borosilicato, politetrafluoroetileno (PTFE), perfluoroalcoxi (PFA) o fluoroetileno propileno (FEP), materiales no reactivos con los gases muestreados (EPA 2017, Apéndice F). Solo en el caso de realizar mediciones de COV no se deberá utilizar en los sistemas de toma de muestra el politetrafluoroetileno, debido a las reacciones de adsorción y desorción con los COV. El material utilizado para toma de muestras de COV debe ser de acero inoxidable, vidrio de borosilicato u otro material equivalente (EPA 2017, sección 7.3.1).
 - El tiempo de residencia de la muestra al interior del sistema de toma de muestra debe ser menor o igual a 20 segundos (EPA 2017, sección 7.3.1).

- El sistema de toma de muestra debe tener un sistema de extracción de humedad del flujo muestreado.
 - En el caso de uso de un colector (manifold) para conducir la muestra de aire a los instrumentos de medición de gases, se deben utilizar mangueras de acuerdo con los materiales descritos anteriormente para conectar el manifold con la entrada de los instrumentos.
 - En el caso de líneas de muestreo individuales desde el instrumento de medición de gas hasta la entrada de la toma de muestra sobre el techo de la estación, se deben utilizar mangueras, de acuerdo con los materiales descritos anteriormente, conectadas directamente a la entrada "sample" de cada instrumento de medición.
 - Se deben identificar todas las líneas de muestreo. La identificación debe incluir entradas y salidas del manifold, instrumentos de medición y sistema de evacuación de gases.
 - Se debe asegurar que no ingrese agua a los instrumentos de medición por las líneas de entrada de gases.
 - Se debe instalar un sello hermético en la conexión de la toma de muestra con el techo de la estación, que no permita el ingreso de polvo y agua al interior de la caseta.
 - La entrada de la toma de muestra no debe estar obstruida por ramas de árboles cercanos.
 - La entrada de la toma de muestra no debe estar instalada en el mismo lado de la salida de los gases de la estación y de la salida del sistema de aire acondicionado.
 - La entrada de la toma de muestra debe estar a una distancia de al menos un metro horizontalmente respecto a muros, estructuras de soporte o barandas en el techo de la estación.
 - La distancia del cabezal del instrumento de medición o de la toma de muestra respecto a obstrucciones espaciales debe ser mayor o igual a dos metros para muros u obstáculos verticales.
 - La entrada de la toma de muestra o el cabezal del instrumento deben estar ubicados a una distancia respecto a cualquier obstáculo de al menos 2 veces la altura de ese obstáculo. Y el flujo de aire no debe tener obstrucciones a lo menos en un arco de 270°.
 - El cabezal del instrumento de medición o de la toma de muestra debe ubicarse a una distancia mayor o igual a diez metros de la línea de goteo de un grupo de árboles y mayor o igual a veinte metros cuando un grupo de árboles actúen como obstrucción de la libre circulación del flujo de aire.
 - Para la entrada de la toma de muestra o el cabezal del instrumento debe existir un ángulo mínimo de 120° por encima de la entrada de muestreo.
 - La toma de muestra debe instalarse a una distancia horizontal mayor o igual a un metro respecto a otra toma de muestra de gases y de cabezales de muestreadores de bajo volumen a alturas similares y una distancia horizontal mayor o igual a dos metros respecto a cabezales de instrumentos de alto volumen.
- b) Sistema de adquisición y transmisión de datos de la estación
- No debe estar expuesto a las vibraciones que transmiten los instrumentos.
 - Debe tener una capacidad para almacenar al menos un (1) mes de información.

- Debe tener la capacidad para almacenar los datos crudos de todos los instrumentos de medición de la estación, de acuerdo con el tiempo de respuesta de cada instrumento y en la resolución mínima de cada instrumento.
- La hora en los instrumentos de medición y en el sistema de adquisición de datos debe ser la hora oficial de Chile (GMT-4) con un desfase máximo de ± 2 minutos.
- Para transmisión de los datos de calidad de aire se debe contar con servicios de comunicación adecuados y confiables, ya sea telefonía fija o celular, radiofrecuencia, telefonía satelital, óptica, entre otros.
- Se deben identificar de manera visible todos los cables de señales de datos.
- Se debe realizar y dejar registro de la prueba inicial de señales de adquisición y transmisión de las mediciones de los instrumentos de medición.
- Verificación de transmisión de señales analógicas y digitales (ver descripción y frecuencia en el punto 3.2.7).

c) Para Instrumentos de medición y muestreadores:

- Se deben instalar instrumentos de medición y muestreadores incluidos en la lista de Métodos denominados de Referencia y Equivalentes publicada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica o que cuenten con aprobación de alguna de las agencias de los países miembros de la Comunidad Europea que implementan las directrices del Comité Europeo para Estandarizaciones o equivalente.
- La instalación del instrumento se debe realizar de acuerdo con lo especificado en el manual del fabricante.
- Se debe configurar los instrumentos de medición y muestreadores de acuerdo con la secuencia e instrucciones especificadas en el manual de operación del fabricante.
- Se debe proteger a los instrumentos de medición de las vibraciones de bombas u otros instrumentos que funcionan al interior de la estación.
- Los instrumentos de medición y muestreadores deben funcionar con sus parámetros operacionales de acuerdo con lo especificado en su certificado de aprobación o de acuerdo con lo establecido en el manual del fabricante.
- Los muestreadores de MP10 y MP2,5 instalados en el techo de la estación o en estructuras anexas a la estación, deben estar conectados a un circuito eléctrico específico para ellos.
- No se deben dejar conexiones eléctricas o extensiones descubiertas en los techos o estructuras anexas, para ello se deben utilizar cajas de conexiones.
- Los muestreadores y cabezales deben estar debidamente sujetos a sus estructuras de soporte.
- Los muestreadores de polvo sedimentable (MPS), se deben instalar con la entrada del muestreador a una altura entre 1,5 metros y 4 metros medidos desde el suelo.
- El contenedor de los muestreadores de polvo sedimentable (MPS), debe estar hecho de acero inoxidable, plástico o vidrio resistente a las condiciones de intemperie y que no sean reactivos con la muestra. El tipo de contenedor de la muestra estará directamente relacionado con las condiciones del lugar de instalación (ver punto 3.7).

d) Instrumentos de medición de parámetros meteorológicos

En caso de instalación de los instrumentos de medición de parámetros meteorológicos se deben utilizar instrumentos que cumplan al menos las especificaciones de la Tabla 1.

Tabla 1. Instrumentos de medición de variables meteorológicas

Parámetro Medido	Método	Intervalo de Operación	Resolución
Temperatura Ambiente	Termistor	-30 a 50 °C	0.1 °C
Humedad Relativa	Psicrómetro o higrómetro	0 – 100 %	0.5 %
Velocidad de viento	Copela, propela o anemómetro sónico	0<0.5 – 50.0 m/s	0.1 m/s
Dirección de viento	Veleta o anemómetro sónico	0 – 360 (540) °	1.0 °
Radiación solar	Piranómetro	0 – 1100 W/m ²	10 W/m ²
Precipitación	Cubeta de balancín o medidor de pesada	0 – 25 mm/hr	0.2 mm
Presión atmosférica	Barómetro anerode o instrumento digital de capacitancia variable	450 – 825 mmHg	0.4 mmHg
Radiación Ultravioleta	Radiómetro UV A Y B	0-12 W/m ²	0.01 W/m ²

(Fuente: EPA, 2008)

- Los instrumentos meteorológicos deben tener sus certificados de fábrica y mantenimientos al día y disponibles en la estación.
- Se debe asegurar el suministro de energía eléctrica y conexión a sistema de almacenamiento de datos de todos los instrumentos meteorológicos.
- Los cables de señal deben respetar el largo establecido en los manuales de los instrumentos.
- Soportes y accesorios auxiliares para instalar los instrumentos meteorológicos deben ser fijados al mástil, torre o incluso a las barandas de la estación de acuerdo con las especificaciones de los manuales del fabricante de los instrumentos.
- En el caso de medidores de radiación solar su soporte (o brazo) debe estar horizontal y orientado hacia el norte evitando recibir sombra la superficie del instrumento, especialmente de tirantes, mástil, postes o árboles cercanos.
- En el caso de medición de temperatura y/o humedad relativa se deben instalar los instrumentos al interior de pantallas protectoras, ya sea con tiro natural o con tiro forzado (usan motor de aspiración).
- La instalación de los instrumentos meteorológicos debe cumplir las distancias mínimas a obstáculos y respecto al suelo indicadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Distancias respecto a obstáculos y al suelo de ubicación de los instrumentos meteorológico

Instrumento	Distancia horizontal mínima a un obstáculo	Altura respecto a suelo o superficie ¹
Anemómetro y/o veleta	10 veces la altura del obstáculo	10 m
Termistor y/o Higrómetro	1,5 veces el diámetro de torre o mástil.	1,25 a 2 m
Presión atmosférica	1 m	1 a 10 m
Piranómetro	2 m	2 a 10 m
Pluviómetro	2 a 4 veces la altura del obstáculo	Mayor a 0,3 m

¹ Superficie de techos de caseta, excepto en medición de velocidad y dirección de viento

(Fuente: EPA, 2008)

- Se deben realizar y almacenar registros de las verificaciones de control inicial de instalación y las verificaciones de funcionamiento especificados en los manuales de los instrumentos.

- Se debe realizar y registrar la prueba inicial de señales de los instrumentos meteorológicos.

3. Requisitos técnicos para funcionamiento y operación de instrumentos de muestreo, medición y meteorología en estaciones de calidad del aire

3.1 Verificaciones generales de la estación

Las verificaciones corresponden a actividades que se deben realizar en la estación de manera rutinaria sin intervenir los instrumentos de medición o muestreadores (así como sus accesorios) e instrumentos meteorológicos, con el fin de detectar posibles fallas y registrar cambios en el exterior o interior de la estación que difieran de las condiciones iniciales de su instalación. Los resultados de dichas verificaciones deberán quedar registrados de acuerdo con los documentos establecidos en el punto 6.

3.1.1 Verificación y registro de parámetros operacionales de la estación

Las estaciones de calidad del aire deben ser visitadas al menos una vez a la semana. En cada visita se deben revisar los puntos 2.1.1 y 2.1.2 del presente documento. En caso de observarse desviaciones respecto de los requisitos establecidos por esta Superintendencia, se deberán tomar las acciones inmediatas correspondientes en cada caso para asegurar su cumplimiento.

- a. Respecto de la temperatura interna de la estación, solo en el caso de uso de caseta, se deberá mantener una temperatura entre 20 °C y 30 °C. (EPA 2017, II p. 71).
- b. La temperatura interna de la estación indicada en el punto anterior se deberá verificar hora a hora (EPA 2017, II p. 71). Para verificar las variaciones de temperatura se debe utilizar el promedio horario. En el caso que no se cumpla el intervalo de temperatura especificado se deberá evaluar si estas afectan las mediciones de los instrumentos (ver punto 5.2 proceso de validación).

Los requisitos antes mencionados, no aplicarán para la hora de ingreso a la estación, puesto que en dicho momento se podrían generar cambios abruptos en la temperatura.

La revisión de los parámetros antes mencionados junto con las fechas, horas y duración de las visitas a la estación deben estar asociadas a un registro de parámetros operacionales de la estación.

3.1.2 Verificación y registro de parámetros de operacionales de instrumentos de calidad de aire

Las magnitudes de los parámetros operacionales de los instrumentos de medición deberán obtenerse directamente de estos y de los subsistemas que correspondan, al menos una vez a la semana si estos parámetros se encuentran en línea y al menos cada 3 días cuando los parámetros operacionales no se encuentren en línea.

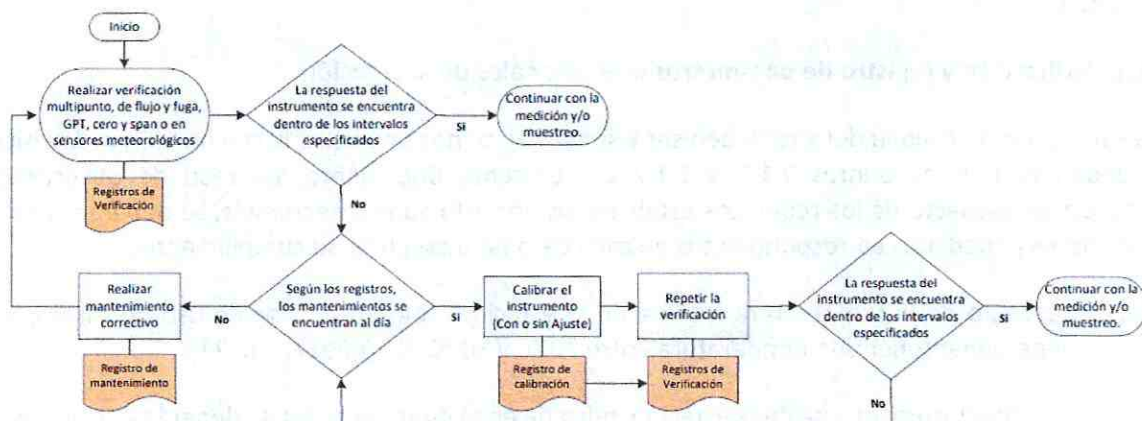
En cada visita que se realice a la estación de calidad del aire, se deberán verificar los parámetros operacionales establecidos por el fabricante en los manuales de uso y operación respectivo a cada uno de los instrumentos de medición, de manera que los valores de cada parámetro se encuentren dentro de los intervalos de funcionamiento óptimo indicados en dichos manuales. En el caso de que los valores no se encuentren dentro de los intervalos recomendados, se deberán tomar las acciones correspondientes de acuerdo con lo indicado en dicho manual. Además, se deberá realizar verificación entre el dato del instrumento de medición y el sistema de almacenamiento en cada visita.

La verificación de los parámetros antes mencionados, junto a los intervalos de funcionamiento recomendados por el fabricante, deberá estar asociada a un registro de parámetros operacionales para cada instrumento de medición de acuerdo con los documentos establecidos en el punto 6.

3.2 Verificaciones a los instrumentos

La verificación de instrumentos de medición se deberá realizar con patrones de trabajo, con sus calibraciones vigentes de acuerdo con lo indicado en el punto 3.3 y según el procedimiento indicado en el Diagrama 1. Se debe considerar que antes de realizar una verificación de flujo, cero/span o multipunto se deben verificar las fugas del instrumento de acuerdo con el manual del fabricante.

Diagrama 1. Diagrama general de verificaciones, mantenimientos y calibraciones



(Fuente: EPA 2017, II p. 13)

3.2.1 Verificación de cero y span

Con el objeto de asegurar el buen funcionamiento de los instrumentos utilizados en la estación de calidad del aire, se deberán realizar verificaciones de cero y span en los instrumentos de medición una vez a la semana, asignando preferentemente el mismo día de la semana para realizar la verificación. Respecto de los gases utilizados en la verificación deberán ser gases certificados que cumplan con el protocolo EPA/600/R-12/53.

La verificación de cero implica exponer el instrumento a un suministro de aire cero desde un generador de aire cero o desde un cilindro de aire cero. Por otra parte, la concentración span puede generarse utilizando un dispositivo de permeación, o mediante dilución con aire cero desde un cilindro de alta concentración.

Para realizar una verificación de cero y span se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Para verificar el instrumento se deberá esperar entre 24 a 48 horas posterior a su instalación en la estación.
- El intervalo utilizado en la verificación debe coincidir con el intervalo de trabajo.
- Se debe realizar una verificación de los parámetros operacionales del instrumento, previo a la verificación de cero y span.
- Se debe verificar un solo instrumento a la vez y mantener una temperatura entre 20 y 30 °C.

El error máximo permitido para la verificación de cero y span corresponderá al indicado por el fabricante en los manuales de uso de los instrumentos o según lo indicado en la Tabla 3; debiendo utilizar el criterio más estricto para el error máximo permitido.

Tabla 3. Criterios de aceptación para cero y span

Contaminante	Error máximo permitido Cero	Error máximo permitido Span	Tiempo de Respuesta	Tiempo de Estabilización
O ₃	±5 ppb	±7%	De acuerdo con lo establecido en el manual del Fabricante	10- 15 min
NO _x , NO, NO ₂	±5 ppb	±10%		10- 15 min
SO ₂	±5 ppb	±10%		10- 15 min
CO	±0.5 ppm	±10%		10- 15 min

(Fuente: EPA, Apéndice D 2017)

Si se observa que el instrumento se encuentra fuera de los intervalos del error máximo permitido definidos en el manual o en la Tabla 3, se deberá identificar la causa de esta desviación y aplicar el procedimiento descrito en el Diagrama 1.

Nota: Una verificación cero y span no implica ajustes en el instrumento.

La verificación de cero y span, debe tener asociado un registro de verificación de cero y span para cada instrumento de medición de la estación, de acuerdo con los documentos establecidos en el punto 6.

3.2.2 Verificación de flujo, fugas y presiones

Para asegurar un buen funcionamiento de los instrumentos de medición, muestreadores y sistemas de calibración, se debe realizar verificaciones EPA de flujo y presiones, de acuerdo con lo especificado en los manuales del fabricante; de no estar señalado se deberá realizar en las siguientes situaciones:

- En la instalación del instrumento de medición o el muestreador.
- Cada vez que se realice un mantenimiento preventivo que implique reparaciones y reemplazo de piezas.
- En caso de reemplazo de instrumentos de medición o del muestreador.
- En el caso de no estar especificado en el manual, se deberá realizar una verificación semestralmente (considerando un año calendario).

Las verificaciones descritas anteriormente, se deberán realizar con un patrón que tenga su calibración vigente, dicha calibración debe ser realizada 1 vez al año.

El error máximo permitido entre el patrón de flujo y el flujo del instrumento corresponderá a lo indicado por el fabricante en los manuales de uso de los instrumentos o según los criterios indicados en la Tabla 4; debiendo utilizar el criterio más estricto para el error máximo permitido.

Tabla 4. Criterios de aceptación de flujos y fugas

Error máximo permitido	Criterio de Aceptación	Verificación de Fugas	Acción
≤±4%	Aceptable	De acuerdo con los valores establecidos en el manual del instrumento	-----
±4% > X ≤±5%	Regular		Revisar fugas y/o recalibrar instrumento.
>±5%	Crítico		- Revisar fugas y/o recalibrar instrumento. - Invalidar los datos generados en el periodo.

(Fuente: elaboración propia)

Si se observa que el instrumento se encuentra fuera del error máximo permitido definido en el manual o se encuentra en el criterio regular o crítico de la Tabla 4, se deberá identificar la causa de esta desviación y aplicar el procedimiento descrito en el Diagrama 1.

Nota: Una verificación de flujo no implica ajustes en el instrumento.

La verificación de flujo debe tener asociado un registro de verificación de flujo para cada instrumento de medición y muestreador de la estación, de acuerdo con los documentos establecidos en el punto 6.

3.2.3 Verificación multipunto

Para asegurar que los instrumentos de medición presenten linealidad en su funcionamiento, se deben realizar verificaciones multipunto trimestralmente, utilizando gases certificados que cumplan con el protocolo EPA/600/R-12/53. Asimismo, se deberán realizar verificaciones multipunto en las siguientes situaciones:

- Cada vez que se realice un mantenimiento preventivo que implique reparaciones y reemplazo de piezas.
- Posterior a la instalación o reemplazo de instrumentos de medición o muestreo y de acuerdo con lo indicado por el Diagrama 1. El instrumento de medición o muestreo de reemplazo deberá tener sus calibraciones vigentes al momento de la instalación en la estación.

La verificación deberá considerar al menos, los puntos cero, span, 60%, 40% y 20%, del intervalo de trabajo del instrumento, de manera que permitan verificar la respuesta lineal del instrumento de medición del gas.

Para realizar una verificación de multipunto se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Para verificar el instrumento se deberá esperar entre 24 a 48 horas posterior a su instalación en la estación.
- El intervalo utilizado en la verificación debe coincidir con el intervalo de trabajo.
- Se debe realizar una verificación de los parámetros operacionales del instrumento, previo a la verificación multipunto.
- Se debe realizar la verificación multipunto a una temperatura entre 20 y 30 °C.

Se debe evaluar la linealidad del instrumento de medición de gases mediante una regresión lineal, como se indica en la ecuación:

$$y = mx + b$$

Donde y representa la respuesta del instrumento de medición, x representa la concentración del contaminante, m pendiente y b intercepción del eje y .

El error máximo para la verificación multipunto corresponderá a la indicada por el fabricante en los manuales de uso y operación de los instrumentos o según lo indicado en Tabla 5; debiendo utilizar el criterio más estricto. Además, si se observa que el instrumento se encuentra fuera de los intervalos de definidos en el manual o en la Tabla 5, se deberá identificar la causa de esta desviación aplicando la secuencia descrita en el Diagrama 1.

Tabla 5. Criterios de regresión lineal para la verificación multipunto

Resultado	m	b	r^2
Aceptable	0.95 a 1.05	$\leq 3\%$ (del intervalo)	0.995 a 1.000

(Fuente: EPA 1998, II p. 291)

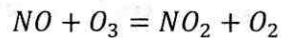
Donde m es la pendiente, b es el intercepto y r^2 describe la linealidad de la curva.

Nota: al realizar una verificación multipunto, no se debe ajustar el instrumento.

La verificación multipunto, debe tener asociado un registro de verificación multipunto para cada instrumento de medición y muestreo de la estación, de acuerdo con los documentos establecidos en el punto 6.

3.2.4 Verificación multipunto GPT

La verificación GPT (Titulación en Fase Gaseosa) en el canal de NO_2 se debe realizar para verificar la eficiencia del convertidor de NO_2 en NO . El principio del método de GPT es la generación de NO_2 a partir del NO del cilindro y el O_3 generado por el dilutor a diferentes concentraciones del intervalo de trabajo del instrumento, de acuerdo con la siguiente relación estequiométrica:



Para el cálculo de GPT, se deberán utilizar las siguientes ecuaciones:

a) Cálculo del NO_2 :

$$[NO_2]_A = [NO]_{entrada} - [NO]_{resultante}$$

Donde $[NO_2]_A$ es la concentración de NO_2 generada por GPT, $[NO]_{entrada}$ es la concentración de NO de entrada y $[NO]_{resultante}$ es la concentración de NO resultante después de GPT.

b) Cálculo de eficiencia del convertidor:

Se calcula el NO_2 convertido de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$[NO_2]_{conv} = [NO_2]_A - [NO_x]_{entrada} - [NO_x]_{resultante}$$

El valor calculado se debe utilizar para determinar la eficiencia del convertidor del instrumento, mediante la siguiente ecuación:

$$\%ef_{conv} = \frac{[NO]_{conv}}{[NO_2]_A}$$

El porcentaje de eficiencia obtenido mediante los cálculos deberá ser comparado con los porcentajes establecidos en el manual de cada instrumento y verificar si cumple. En caso contrario, se deberán seguir las instrucciones del manual del instrumento y los pasos descritos en el Diagrama 1.

La verificación multipunto GPT descrita anteriormente, se deberá realizar trimestralmente de acuerdo con las instrucciones especificadas en cada manual y deberá considerar al menos 5 puntos. La verificación multipunto GPT deberá coincidir con la verificación multipunto, es decir, en el mismo día se deben efectuar ambas verificaciones.

Dicha verificación deberá ser registrada de acuerdo con los documentos establecidos en el punto 6.

3.2.5 Verificación de los parámetros meteorológicos asociados a los instrumentos de medición

La verificación de los parámetros meteorológicos asociados a los instrumentos de medición, tales como presión, temperatura y humedad relativa, deberán ser verificados de acuerdo con la periodicidad establecida en el manual del fabricante y cumplir con error máximo permitido en dicho manual o el indicado en Tabla 6, si no se encuentra especificado.

Tabla 6. Criterios de verificación de instrumentos meteorológicos asociados al instrumento de medición de partículas

Parámetro	Error Máximo Permitido	Tipo de Verificación	Periodicidad
Temperatura	± 2 °C	Verificación en un punto (promedio de 10 lecturas)	Mensual; en caso de instalación; y, en caso de reparación o cambio de partes en el instrumento
Presión	± 10 mmHg	Verificación en un punto (promedio de 10 lecturas)	Mensual; en caso de instalación; y, en caso de reparación o cambio de partes en el instrumento
Humedad Relativa	± 10 %	Verificación en un punto (promedio de 10 lecturas)	Mensual; en caso de instalación; y, en caso de reparación o cambio de partes en el instrumento

(Fuente: elaboración propia)

3.2.6 Verificación de instrumentos meteorológicos (no asociados a un instrumento de medición de partículas)

La verificación de los instrumentos de medición de parámetros meteorológicos se deberá realizar con una frecuencia semestral (año calendario), de acuerdo con las instrucciones y los criterios de aceptación definidos en dichos manuales o según lo establecido en la Tabla 7; debiendo utilizar el criterio más estricto para el error máximo permitido. La calibración de los patrones de trabajo se debe realizar una vez al año.

Tabla 7. Criterios de Verificación de Parámetros Meteorológicos

Parámetro Medido	Error máximo permitido	Frecuencia
Velocidad del Viento	$\pm 0,2$ m/s	Semestral
Dirección del viento	± 5 grados	Semestral
Humedad relativa	± 7 %	Semestral
Temperatura	$\pm 0,5$ °C	Semestral
Radiación solar	± 5 %	Semestral
Presión	$\pm 2,25$ mmHg	Semestral
Precipitación	10% entrada de volumen	Semestral

(Fuente: EPA 2008, IV)

Los resultados obtenidos en las verificaciones de los parámetros meteorológicos deberán quedar registrados de acuerdo con los documentos establecidos en el punto 6.

A continuación, se describen los criterios mínimos para realizar una verificación de instrumentos de medición de parámetros meteorológicos.

a) Temperatura

Para realizar una verificación de la temperatura, se deberá comparar la respuesta del instrumento contra la respuesta de un patrón de trabajo calibrado (con trazabilidad a patrones nacionales o internacionales). La verificación se debe realizar en tres o más niveles de temperatura, que se encuentren dentro del intervalo de medición del instrumento, para lo cual se recomienda realizarlo en valores cercanos a 0 °C, 20 °C y 40 °C.

El error máximo permitido para la verificación corresponderá al indicado por el fabricante en los manuales de uso o según lo indicado en Tabla 7; debiendo utilizar el criterio más estricto para el error máximo permitido.

b) Humedad relativa

Para realizar la verificación de la humedad relativa se deberá comparar la medición del instrumento contra un valor de referencia, ya sea mediante el uso de una cámara de generación de humedad y/o

mediante el uso de soluciones salinas que deberán tener su certificación vigente y la fecha estampada en el certificado.

La verificación con soluciones salinas se debe realizar en tres o más niveles de humedad, que se encuentren dentro del intervalo de medición del instrumento. Esta verificación debe ser realizada con temperatura ambiente estable.

El error máximo permitido para la verificación corresponderá al indicado por el fabricante en los manuales de uso o según lo indicado en Tabla 7; debiendo utilizar el criterio más estricto para el error máximo permitido.

c) Presión

Para realizar la verificación de la presión, se deberá comparar la respuesta del instrumento contra el valor de un patrón de trabajo calibrado, con trazabilidad a patrones nacionales o internacionales.

El error máximo permitido para la verificación corresponderá al indicado por el fabricante en los manuales de uso o según lo indicado en Tabla 7; debiendo utilizar el criterio más estricto para el error máximo permitido.

d) Dirección del viento

Para realizar la verificación de la dirección de viento, se deberá verificar la linealidad y el umbral de torque o la fuerza mínima detectable para moverlo, además de su orientación mediante una brújula o un sistema de posicionamiento global.

El error máximo permitido para la verificación corresponderá al indicado por el fabricante en los manuales de uso o según lo indicado en Tabla 7; debiendo utilizar el criterio más estricto para el error máximo permitido.

e) Velocidad del viento

Para realizar una verificación de la velocidad del viento, se deberá verificar la linealidad mediante un generador de revoluciones y el umbral de torque o la fuerza mínima detectable para moverlo, mediante discos de torque.

El error máximo permitido para la verificación corresponderá al indicado por el fabricante en los manuales de uso o según lo indicado en Tabla 7; debiendo utilizar el criterio más estricto para el error máximo permitido.

f) Precipitación

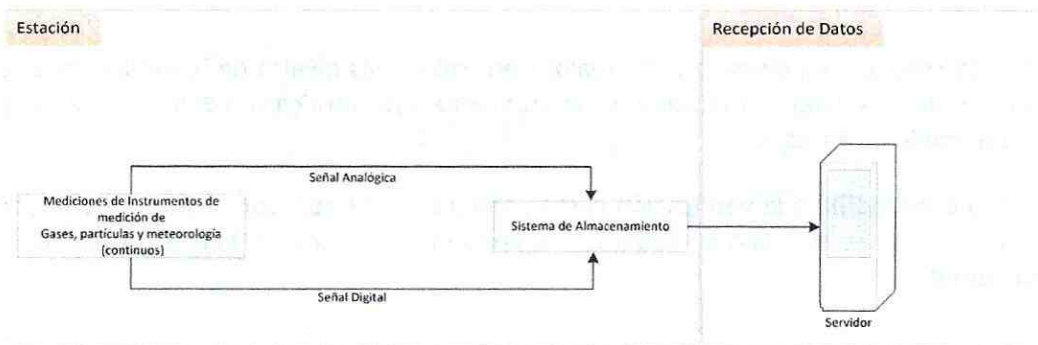
Para realizar una verificación en instrumentos de medición de precipitación, se debe realizar mediciones volumétricas del cilindro de medición considerando, la introducción de volúmenes conocidos de agua siguiendo las indicaciones del fabricante.

El error máximo permitido para la verificación corresponderá al indicado por el fabricante en los manuales de uso o según lo indicado en Tabla 7; debiendo utilizar el criterio más estricto para el error máximo permitido.

3.2.7 Verificación de transmisión de señales analógicas y digitales

La transmisión de los datos medidos por los instrumentos de medición en la estación de calidad del aire, se podrán transmitir de dos maneras al sistema de almacenamiento, una forma es a través de la salida analógica y la otra es desde la salida digital del instrumento de medición (Diagrama 2).

Diagrama 2. Esquema de transmisión de datos analógicos y/o digitales.



(Fuente: elaboración propia)

Si la transmisión de datos se realiza a través de la salida analógica del instrumento, se deberá asegurar que los voltios generados correspondan al intervalo de trabajo del instrumento, para verificar esto se deberá realizar una curva de verificación que compruebe la linealidad entre las mediciones del instrumento y los valores correspondientes en voltios. Los sistemas de almacenamiento generalmente trabajan en los intervalos de; 0 a 1 Volt, 0 a 5 Volt o de 0 a 10 volt; dichos intervalos deberán ajustarse al intervalo de trabajo de cada instrumento, para verificar la linealidad se deberán utilizar al menos 2 puntos (valor máximo y valor mínimo). El patrón de trabajo utilizado para verificar las señales de voltaje deberá contar con las calibraciones vigentes, con una frecuencia de 1 vez al año. Además, se deberá verificar la linealidad entre el instrumento y el sistema de almacenamiento, mediante una regresión lineal con las mediciones de al menos 3 días (considerando una verificación de cero y span dentro del periodo).

Si la transmisión de los datos se realiza a través de la salida digital del instrumento, se deberá asegurar que las mediciones del instrumento y los datos del sistema de almacenamiento presenten un comportamiento lineal. La linealidad entre el instrumento y el sistema de almacenamiento se deberá verificar mediante una regresión lineal con las mediciones de al menos 3 días (considerando una verificación de cero y span dentro del periodo).

El resultado de la regresión lineal deberá tener un coeficiente de correlación entre 0,995 y 1,000.

Las verificaciones de mediciones del instrumento y los valores correspondientes en voltios, las señales de transmisión analógica y/o digital se deben realizar de acuerdo con lo especificado en los manuales del fabricante, y en las siguientes situaciones:

- En la instalación del instrumento de medición.
- Cada vez que se realice un mantenimiento que implique reparaciones y reemplazo de piezas.
- En caso de reemplazo del instrumento de medición.
- En el caso de no estar especificado en el manual, se deberá realizar una verificación de señales de transmisión semestralmente (considerando un año calendario).

Los resultados obtenidos en las verificaciones de transmisión entre el instrumento de medición y el sistema de almacenamiento deberán quedar registrados de acuerdo con los documentos establecidos en el punto 6.

3.3 Requisitos de patrones y material de referencia

Los patrones de trabajo deberán mantener sus calibraciones vigentes, de acuerdo con un programa de calibraciones establecido por el operador responsable de la estación. Si la vigencia de calibración no se encuentra especificada en el certificado de calibración del patrón de trabajo, esta no deberá exceder un año desde la última calibración.

Respecto del material de referencia certificado, este deberá encontrarse vigente y contar con un certificado en el cual uno o más valores de sus propiedades están certificados por un procedimiento que establece su trazabilidad metrológica y la incertidumbre asociada.

3.4 Calibraciones

3.4.1 Calibración de instrumentos de calidad del aire

Las calibraciones de los instrumentos de medición de gases deben ser realizadas por un laboratorio de ensayo y calibración acreditado, el que deberá contar con el reconocimiento formal de la competencia técnica para llevar a cabo ensayos y calibraciones, y emitir resultados fiables. La calibración podrá ser realizada en el laboratorio o in situ en la estación, y deberá cumplir con sus políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones tanto como sea necesario para asegurar la calidad de los resultados de las calibraciones.

El laboratorio que realice la calibración debe tener procedimientos para el transporte, recepción, manipulación, protección, almacenamiento, conservación o disposición final de los ítems de calibración, incluidas todas las disposiciones necesarias para proteger la integridad del ítem de calibración, así como los intereses del laboratorio y del cliente.

En un plazo de tres años desde la fecha en entrada en vigencia de la presente instrucción, las calibraciones deberán ser realizadas por un laboratorio acreditado según la norma ISO 17.025 vigente. El intervalo de calibración del instrumento de medición será aquel que permita asegurar que todo el espectro del contaminante pueda ser medido y pueda mantener una calidad asegurada de cada valor registrado. Para establecer el intervalo de trabajo del instrumento de medición se deberán considerar las concentraciones históricas registradas en la zona de interés. En el caso de zonas con concentraciones altas se deberá utilizar el intervalo de medición doble (“rango doble”) y realizar la calibración en ambos intervalos, esto aplica también para las verificaciones de cero y span y multipunto.

Estas calibraciones deberán ser realizadas al menos en las siguientes ocasiones:

- a) En la instalación del instrumento de medición o muestreo.
- b) En caso de reemplazo o reubicación de instrumentos de medición o muestreo.
- c) Según el procedimiento indicado en el Diagrama 1.

En el caso de instrumentos de medición de partículas, se deben realizar las calibraciones de acuerdo con lo indicado en el manual del fabricante en cuanto a frecuencia y metodología.

En caso de traslado del instrumento de medición para su calibración en un laboratorio acreditado, se deberá reemplazar por un instrumento de medición con su calibración vigente, y posterior a la instalación de este se deberán aplicar las verificaciones correspondientes. Cada vez que se instale o reemplace un instrumento de medición con su calibración vigente se deben aplicar las verificaciones correspondientes.

El tiempo transcurrido sin mediciones en la estación de calidad del aire y meteorología no deberá superar las 48 horas.

3.4.2 Calibración de instrumentos de meteorología

Los instrumentos de medición de variables meteorológicas deberán ser calibrados con patrones de referencia trazables según corresponda y aplique, en el caso de no contar con un patrón de referencia, se deberá calibrar el instrumento como lo indica el fabricante. La calibración de los instrumentos meteorológicos se debe realizar con una frecuencia anual (año calendario) y se deben realizar de preferencia en el mismo mes cada año.

3.5 Mantenimientos

3.5.1 Mantenimientos preventivos

El mantenimiento preventivo se debe realizar a los instrumentos de medición y muestreo, de acuerdo con los requisitos, procedimientos y frecuencia recomendada por el fabricante en los manuales de uso y operación de cada uno de los instrumentos. Para determinar la frecuencia de los mantenimientos, se debe tener en consideración la condición de la zona en la que se encuentra ubicada la estación, esto significa que a mayor contaminación se deben realizar mantenimientos con una frecuencia mayor a la descrita en el manual del fabricante.

En caso de reparaciones o cambio de piezas en los instrumentos, se deberán realizar las verificaciones correspondientes descritas en el punto 3.2, de acuerdo con el procedimiento detallado en el Diagrama 1.

En el caso de falla del instrumento de medición o muestreo, sin la posibilidad de reparación del mismo in situ, se deberá reemplazar por un instrumento de medición o muestreador con su calibración vigente, y posterior a su instalación se deberán aplicar las verificaciones correspondientes.

El tiempo transcurrido sin mediciones en la estación de calidad del aire y meteorología no deberá superar las 48 horas.

La estación debe contar con un programa de mantenimiento preventivo anual (año calendario) para cada instrumento de medición y muestreo; así como con un registro de los mantenimientos de cada instrumento de acuerdo con los documentos establecidos en el punto 6.

3.5.2 Mantenimientos correctivos

En caso de que los instrumentos de medición presenten un funcionamiento anormal y/o alarmas asociadas al mal funcionamiento de alguno de sus componentes, se deberá realizar un mantenimiento correctivo, posterior a la identificación de la causa de la falla y acorde a las indicaciones en los manuales de uso de cada uno de los instrumentos.

En caso de reparaciones o cambio de piezas en los instrumentos, se deberán realizar las calibraciones correspondientes descritas en el punto 3.4 y seguir el procedimiento detallado en el Diagrama 1.

En el caso de falla del instrumento de medición o muestreo, sin la posibilidad de reparación del mismo in situ, se deberá reemplazar por un instrumento de medición o muestreador con su calibración vigente, y posterior a su instalación se deberán aplicar las verificaciones correspondientes.

El tiempo transcurrido sin mediciones en la estación de calidad del aire y meteorología no deberá superar las 48 horas.

La estación deberá contar con un registro de los mantenimientos correctivos para cada instrumento de acuerdo con los documentos establecidos en el punto 6.

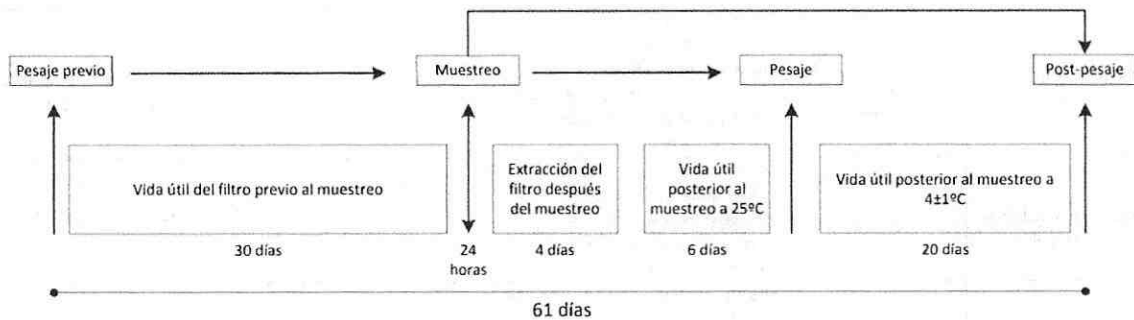
3.6 Muestreo con filtros en instrumentos de alto y bajo volumen

3.6.1 Manejo de Filtros

El manejo de los filtros para el muestreo en terreno debe cumplir con los tiempos máximos especificados en el Diagrama 3; en el que se contempla un tiempo de vida útil de 30 días para el filtro pesado previo al muestreo. Posteriormente, un muestreo de 24 horas continuas de medición (mínimo 75% de las horas medidas), y un tiempo de traslado del filtro al laboratorio de 96 horas (post muestreo). El pesaje del filtro se debe realizar dentro de 10 días posterior al muestreo

manteniéndolo a una temperatura de $25\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. Además, se puede realizar una segunda medición de masa del filtro dentro de los 20 días posteriores al primer pesaje, manteniendo el filtro a una temperatura de $4\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, solo si se requiere verificar la masa del algún filtro.

Diagrama 3. Flujo de filtros previo al muestreo y post muestreo



(Fuente: EPA, 1998.)

Además, los filtros deben cumplir con criterios básicos, independientemente del tipo y uso de filtro descrito en la Tabla 8, los criterios básicos a considerar corresponden a:

- Inspección visual: agujeros, roturas, arrugas u otros defectos que puedan afectar la recolección y eficiencia del filtro, que puede ser constante a través de un lote. Esta inspección visual también se debe hacer antes de la instalación del filtro y durante el pre y post-pesaje en el laboratorio para asegurar que la integridad del filtro se mantiene durante todo el proceso, para dicha verificación se deberá llevar un registro de laboratorio.
- Eficiencia de recolección: debe tener más del 99% según lo medido por la prueba DOP (ASTM 2986) con Partículas de 0,3 micrómetros a la velocidad de operación del muestreador.
- Integridad (contaminante específico) medido como la concentración equivalente correspondiente a la diferencia entre los pesos inicial y final del filtro cuando se pesa y manipula bajo condiciones de muestreo simuladas (equilibrio, pesaje inicial, colocación en un muestreador, extracción de un muestreador, reequilibrio y pesaje final).
- Alcalinidad: menos de 25 microequivalentes / gramo de filtro después de al menos dos meses de almacenamiento a temperatura ambiente y humedad relativa.

3.6.2 Tipos de Filtros utilizados para gravimetría y análisis químico

A continuación, se describen los tipos de filtros utilizados para muestreo de material particulado, sus características y técnicas de análisis compatibles.

Tabla 8. Tipos de filtros para gravimetría y análisis químico

Tipo de filtro	Tamaño del filtro	Características	Técnica de análisis compatible
Membrana de teflón anillada	- 25 mm - 37 mm - 47 mm	- Alta eficiencia en la colección de datos - Temperatura hasta 60°C - Alta resistencia al flujo - Inapropiado para análisis de carbono - Inerte a la adsorción de gases - Baja higroscopicidad	Gravimetría, OA, XRF, PIXE, INAA, AAS, ICP/OES, ICP/MS, IC, AC
Membrana de teflón con respaldo	- 47 mm	- Alta eficiencia de colección de partículas - Temperatura hasta 60°C - Alta resistencia al flujo - Inerte a la adsorción de gases - Baja higroscopicidad	Gravimetría FRX, PIXE, INAA, AAS, ICP/AES, ICP/MS, IC, AC
Fibra de vidrio cubierta de teflón	- 37 mm - 47 mm	- Alta eficiencia de colección de partículas - Baja resistencia al flujo - Inerte a la adsorción de HNO ₃ , NO ₂ y SO ₂ - Baja higroscopicidad - Temperatura hasta 60°C para el teflón y 500°C para el vidrio	Gravimetría, IC, AC
Membrana de nylon	- 25 mm - 37 mm - 47 mm	- Temperatura hasta 60° C - Alta resistencia al flujo - Baja higroscopía - Alta eficiencia colección HNO ₃ - Adsorción pasiva de bajos niveles de NO, NO ₂ y SO ₂	IC, AC
Membrana de plata	- 25 mm - 37 mm	- Temperatura hasta 350° C - Alta resistencia al flujo - Adsorción pasiva de vapores orgánicos - Baja higroscopicidad	Gravimetría, DRX
Membrana de éster de celulosa	- 37 mm - 47 mm	- Temperatura hasta 70°C - Alta resistencia al flujo - Adsorción pasiva de los vapores orgánicos. - Baja higroscopicidad	Gravimetría, DRX, SEM, TEM, OM
Fibra de celulosa	- 25 mm - 37 mm - 47 mm	- Baja eficiencia en la colección de partículas (<70%) - Temperatura hasta 150°C - Resistencia al flujo variable - Adsorción de gases, principalmente vapor de agua - Adsorción de gases de HNO ₃ , SO ₂ , NH ₃ y NO ₂ , cuando se impregna con reactivos químicos	Gravimetría, RXF, ICP/AES, ICP/MS, PIXE, INAA, AAS, IC, AC
Membrana de cloruro de polivinilo	- 47 mm	- Alta resistencia al flujo - Temperatura hasta 50°C - Alta higroscopicidad	DRX
Membrana de policarbonato	- 47 mm	- Utilizada para clasificación de partículas según tamaño - Baja eficiencia en la colección de partículas (<70%) - Resistencia moderada al flujo - Baja higroscopicidad - Temperatura hasta 60°C	Gravimetría, RXF, PIXE, SEM, OA, OM
Fibra de cuarzo	- 25 mm - 37 mm - 47 mm - 20,3x25,4 cm	- Alta eficiencia en la colección de partícula - Resistencia moderada al flujo - Temperatura hasta 900°C - No higroscópico	ICP/AES, ICP/MS, IC, AC, T, TOR, TMO, TOT, OA
Fibra de cuarzo mezclada	- 20,3x25,4 cm	- Alta eficiencia en la colección de partículas - Baja resistencia al flujo - Temperatura hasta 500° C - No higroscópico	Gravimetría, FRX, PIXE, AA, ICP/MS.
Fibra de vidrio	- 20.3 x 25.4 cm	- Alta eficiencia en la colección de partículas - Temperatura hasta 500°C - Baja resistencia al flujo - Baja higroscopicidad - Adsorción de HNO ₃ , NO ₂ , SO ₂ y vapores orgánicos.	Gravimetría, FRX, PIXE, INAA, AAS, ICP/AES, IC, AC, OA

(Fuente: Chow, J. 1995)

AAS: Espectrometría de absorción atómica, CA: colorimetría automatizada, IC: cromatografía iónica, ICP-MS: Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente, ICP/OES: Espectroscopía de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente, INAA: análisis de activación neutrónica, OA: absorción óptica o transmisión de luz, OM: microscopía óptica, PIXE: emisiones de rayos X inducidas por protones, SEM: microscopía electrónica de barrido, T: análisis térmico de carbón, TEM: microscopio de transmisión por electrones, TMO: análisis térmico de carbono por oxidación del manganeso, TOR: análisis de carbono por reflectancia térmica /óptica, TOT: análisis de carbono por transmisión térmica /óptica, DRX: difracción de rayos X, FRX: fluorescencia de rayos X.

En la siguiente tabla se definen las propiedades físicas de los filtros comúnmente utilizados para muestreo de material particulado, se deberá optar por aquellos que presenten el más alto porcentaje de eficiencia según corresponda.

Tabla 9. Resumen de propiedades físicas de los filtros más utilizados y su eficiencia.

Tipo de filtro y composición	Densidad mg/cm ²	pH	% Eficiencia
Teflon® (Membrane) (CF ₂) _n (tamaño de poro de 2µm)	0,5	Neutral	99,95
Celulosa (Whatman 41) (C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	8,7	Neutral (Reacciona con HNO ₃)	58% a 0,3 µm
Fibra de vidrio (Whatman GF/C)	5,16	pH: 9 (Básico)	99,0
"Quarzo" Gelman Micro Quarzo	6,51	pH: 7	98,5
Policarbonato (Nuclepore) C ₁₅ H ₁₄ +CO ₃ (tamaño de poro de 0.3µm)	0,8	Neutral	93,9
Acetato de Celulosa/Nitrate Millipore (C ₉ H ₁₃ O ₇) _n (tamaño de poro de 1.21 µm)	5,0	Neutral (Reacciona con HNO ₃)	99,6

(Fuente: EPA 1999)

3.6.3 Métodos analíticos para el análisis de filtros de material particulado

En la Tabla 11 (ver anexo 1) se lista una serie de elementos y compuestos químicos presentes en material particulado recolectados en filtros, la tabla indica los métodos analíticos más apropiados para cuantificarlos, de acuerdo con el límite de detección. El laboratorio deberá optar por aquellos métodos analíticos reconocidos por la EPA, NIOSH o ASTM y, además, deberá considerar los métodos que reporten los límites de detección más bajos de acuerdo con cada elemento o compuesto.

3.6.4 Contenido del informe de resultados de laboratorio

El informe de resultados masa de filtros, análisis químico de filtros o de muestras de MPS deben ser informado por un laboratorio de ensayo acreditado según ISO 17.025 en su versión vigente. Los informes de laboratorio deben cumplir con lo establecido en la norma ISO mencionada, y deberán indicar a lo menos lo siguiente: código de identificación de la muestra, código del filtro, fecha de muestreo y recepción en laboratorio, fecha y hora de inicio del análisis, parámetro, método de análisis, límite de detección, límite de cuantificación, fecha de fin del análisis, resultado y unidad, según corresponda.

3.7 Muestreo de Material Particulado Sedimentable

3.7.1 Características del contenedor de material particulado sedimentable

El contenedor de material particulado sedimentable deberá estar conformado por las siguientes partes:

- Soporte: corresponde a un trípode fabricado de acero galvanizado con una plataforma interior que sirve para sostener el frasco colector y que posee un ensanchamiento superior para el alojamiento del embudo colector. Para proteger el embudo se debe instalar un enrejado metálico o de plástico, de 25 mm de malla que impida el ingreso de hojas y materiales extraños a los que se quiere determinar.
- Embudo colector: corresponde a un embudo construido de un material no reactivo, tales como el acero inoxidable, plástico sin acumulación electrostática, vidrio, entre otros.).

Cada embudo deberá tener un número de identificación y un factor «F», expresado en m^2 , el que multiplicado por el peso total del residuo, en mg, representa la concentración de partículas sedimentables en mg/m^2 .

- c) Envase para recolección: corresponde a frascos de vidrio no reactivo o de un material plástico idóneo, de capacidad según pluviometría y dimensiones adaptadas al conjunto del soporte y capacidad del frasco.

Es conveniente realizar un seguimiento de la pluviometría de la zona, por si fuese necesario proceder al cambio antes de la fecha prevista, con el fin de evitar el posible desbordamiento del frasco colector, que invalidaría la muestra.

3.7.2 Ubicación del contenedor de material particulado sedimentable

Para la ubicación del contenedor y para la recolección de material particulado sedimentable, se deberán considerar los siguientes criterios:

- a) En un radio de veinte (20) metros no deben existir estructuras de altura superior a un metro ni elevaciones o obstáculos más altos (por ejemplo: árboles, edificios, entre otros), estas no deberán superar un ángulo de 30° desde la horizontal.
- b) La distancia a edificaciones cercanas, masas arbóreas, muros verticales y otros objetos que puedan incidir en la determinación. Esta distancia será del doble de la altura del objeto, siempre que sea posible, o en su defecto superior a 20 metros.
- c) No deberán existir restricciones al flujo de aire alrededor del punto de entrada del muestreo.
- d) El punto de entrada de muestreo deberá estar situado entre 1,5 m (zona de respiración) y 4 m sobre el nivel del suelo.
- e) El punto de entrada del muestreo no deberá estar situado en las proximidades de fuentes de emisión, para evitar la entrada directa de las emisiones en el contenedor.

3.7.3 Procedimiento de muestreo con un contenedor de material particulado sedimentable

El procedimiento de muestreo con un contenedor de material particulado sedimentable será el siguiente:

- a) Una vez ubicado el contenedor para dar inicio a la recolección del material particulado sedimentable, se deberá completar un registro con el número del contenedor, nombre del sitio, fecha y hora de inicio del muestreo.
- b) Una vez finalizado el periodo de muestreo, se procederá a la recogida de la muestra. Para ello se arrastran las partículas adheridas al depósito colector hasta el frasco, ayudándose de una varilla u otro objeto apropiado, mediante lavado con agua tipo II o superior de acuerdo con la norma ASTM D1193 (aproximadamente 1000 ml). A continuación, se deberá retirar el frasco colector con el líquido, el cual será trasladado al laboratorio, en el sitio de muestreo se deberá sustituir por otro envase. A la muestra recolectada se le debe añadir una solución que impida la proliferación de algas y hongos, que afectarían a la determinación.
- c) Al final del periodo de recolección de material particulado sedimentable, se deberán sellar los contenedores para posteriormente ser enviados al laboratorio acreditado para su análisis, la muestra deberá mantenerse refrigerada, protegida de la luz y cerrada herméticamente. El registro debe contener los siguientes criterios como mínimo: número del contenedor, nombre del sitio, fecha y hora de retiro de la muestra.
- d) En caso de temporada de lluvias o de nieve estas se acumularán en los contenedores y en algunos casos se evaporarán durante el periodo de exposición. En el caso de acumulación de

líquido o nieve se pueden realizar 2 tipos de acciones: al momento del retiro llevar otro contenedor y retirar el resto de la muestra o posterior a la lluvia, colocar otro contenedor.

- e) El periodo de muestreo será de un mes calendario con una tolerancia de ± 2 días.
- f) No se deben eliminar en terreno los objetos recolectados al interior del contenedor.

4. Calificación de personal técnico

4.1 Supervisión, operación y funcionamiento de las estaciones de calidad del aire y meteorología

El personal técnico involucrado tanto en la supervisión como en la operación y funcionamiento de las estaciones de calidad del aire y meteorología deberá cumplir con los siguientes requisitos técnicos:

- a) Conocimiento y manejo de instrumentos de medición de calidad del aire y meteorología.
- b) Conocimiento de las metodologías de medición de gases y partículas.
- c) Tener conocimiento cabal de los requisitos técnicos para la instalación de instrumentos de medición de calidad de aire.
- d) Experiencia en identificar, ejecutar y cumplir las actividades de instalación, mantenimiento correctivo y preventivo de los instrumentos de medición.
- e) Conocimiento y experiencia en las verificaciones a realizar en las estaciones (Cero, Span, multipunto, GPT, flujo, fugas, presiones, parámetros meteorológicos, entre otros).
- f) Conocimiento sobre las respuestas esperables de los instrumentos e interpretación correcta de los datos que pueden generarse a partir de las actividades de calibración o verificaciones, que se realizan en terreno a los instrumentos de medición.
- g) Conocimiento de la cadena de custodia de las muestras, ya sea filtros o muestras de agua (Por ejemplo: muestras de MPS).
- h) Manejo de sistemas de información y software de calidad del aire y meteorología.
- i) Manejo y aplicación de las instrucciones de operación descritas en los manuales de cada instrumento de medición de calidad del aire y meteorología.
- j) Conocimiento de las normas primarias y secundarias de calidad del aire, así como de las instrucciones dictadas por esta Superintendencia.

4.2 Análisis y gestión de los datos obtenidos de las estaciones de calidad del aire y meteorología

El personal involucrado en el análisis y gestión de los datos obtenidos de las estaciones de calidad del aire y meteorología deberá cumplir con los siguientes requisitos técnicos:

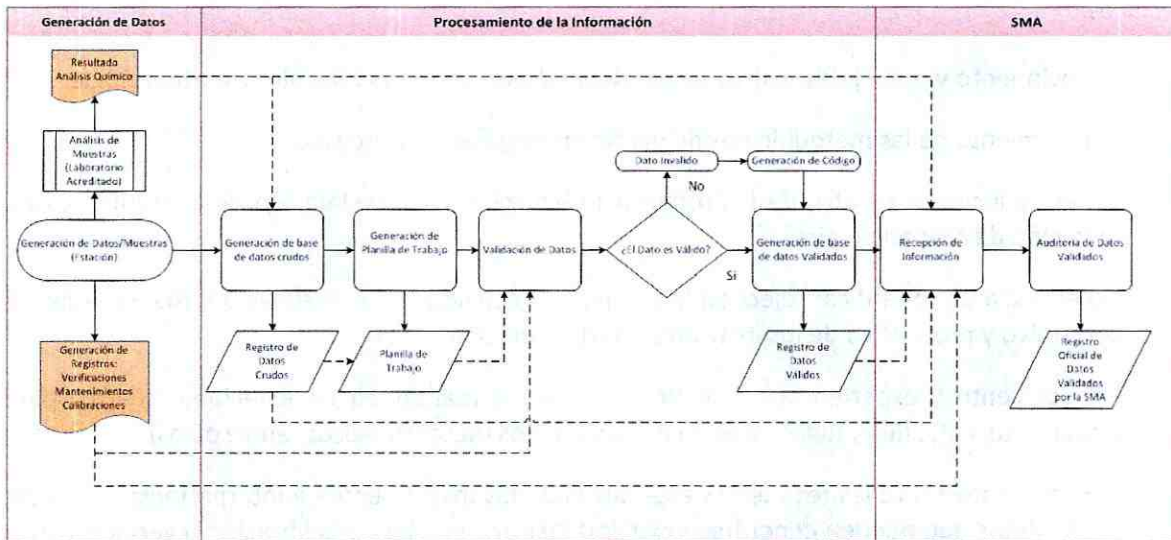
- a) Conocimiento y manejo de instrumentos de medición de calidad del aire y meteorología.
- b) Experiencia en la interpretación de la información, para ser capaz de detectar los posibles efectos sobre los datos que pueden generarse a partir de las actividades de calibración, verificación y corrección que se realiza en terreno a los instrumentos. El análisis de la información debe ser realizado en conjunto con el personal a cargo de la supervisión, operación y funcionamiento de las estaciones de calidad del aire y meteorología.
- c) Conocimiento e interpretación de los registros generados en las estaciones de calidad del aire y meteorología.
- d) Manejo de sistemas de información y software de calidad del aire y meteorología.

- e) Conocimientos en el comportamiento de los contaminantes y sus interacciones.
- f) Conocimiento de las normas primarias y secundarias de calidad del aire, así como de las instrucciones dictadas por esta Superintendencia.
- g) Conocimiento en conceptos generales de estadística.

5. Generación, procesamiento y reporte de datos

En el Diagrama 4, se describen las etapas que debe cumplir el proceso de generación, procesamiento y reporte de datos válidos y auditables por la Superintendencia del Medio Ambiente.

Diagrama 4. Generación, procesamiento y reporte de datos



(Fuente: elaboración propia)

5.1 Generación de datos

Es la etapa en la que se generan los datos producto de las mediciones realizadas por los instrumentos en la estación, ya sea obtenido en línea desde el sistema de almacenamiento o directamente desde el instrumento instalado en la estación. En el caso de muestreados son los registros de las mediciones en terreno, la muestra y los resultados de los análisis químicos de la muestra determinados en el laboratorio acreditado. Cabe señalar que, en esta etapa se deberán utilizar los registros de las verificaciones y de mantenimientos (preventivos y correctivos).

5.2 Procesamiento de datos

Corresponde a una serie de pasos en orden secuencial para generar la planilla de datos crudos y la planilla de datos válidos. A continuación, se describen cada uno de los pasos en el procesamiento de los datos:

- a) **Generación de base de datos crudos:** En base a los datos crudos almacenados en un servidor del propietario de las estaciones de calidad del aire y meteorología, se deberá elaborar un registro de datos crudos en la que se compilan y ordenan los datos generados en la estación producto de las mediciones de los instrumentos de medición y muestreadores, según lo descrito en el punto 5.1. La planilla de datos crudos deberá mantener los formatos establecidos por la Superintendencia del Medio Ambiente, tanto la base de datos crudos almacenada en el servidor como la planilla de datos crudos en formato SMA, deberán almacenarse en servidores sin que exista intervención o manipulación de los datos en ningún caso. El responsable de la estación ante la Superintendencia deberá resguardar y almacenar la

información generada en la estación de calidad del aire y meteorología, a través de un sistema de seguridad de la información.

- b) El registro de trabajo: Corresponde al proceso de generar una planilla de trabajo que es una copia fiel de la planilla de datos crudos. En esta planilla de trabajo se podrán realizar actividades de: verificación de la hora y fecha, cálculo de concentraciones horarias, diarias o mensuales, correcciones por cero y span, identificación de verificaciones, entre otros. La planilla de trabajo deberá estar disponible en el caso de consultas u observaciones.
- c) Proceso de validación e invalidación de datos: Corresponde al proceso de generación de un registro de datos válidos, elaborada a partir de la planilla de trabajo. En esta etapa, se deberán identificar los datos que deben ser invalidados en base a evidencias objetivas, tales como: registros de verificaciones, calibraciones, y mantenimientos correctivos o preventivos. Además, el personal con las competencias técnicas para validar deberá ser capaz de identificar los datos fuera de los intervalos, saltos o mal funcionamiento del instrumento. En esta etapa se deberán aplicar los códigos de invalidación de acuerdo con la Tabla 10.

Tabla 10. Códigos de Invalidación

Código	Tipo	Descripción	Justificación
2.a	Dato Inválido	Variaciones de energía	Variaciones de voltaje (alzas o bajas), lo que genere información de calidad del aire o meteorología errónea.
2.b	Dato Invalido	Falla del instrumento	La falla en un instrumento se puede manifestar de varias maneras, como por ejemplo: valores medidos altos, valores medidos negativos, valores repetitivos por un periodo prolongado, problemas con el filtro, el filtro no avanzó, el instrumento gravimétrico no inicia a la hora que fue configurado, entre otros.
2.c	Dato Inválido	Fuera de intervalo por alarmas	Datos en los que existe evidencia objetiva, a través de la documentación de la estación. Este tipo de evidencia pueden ser: alarmas en instrumentos, es decir, cuyos parámetros de operación (temperaturas, flujos, presiones, voltajes, entre otros) se encuentran fuera de los valores normales de operación.
2.d	Dato Inválido	Por cambio de instrumento	Tiempo perdido en el reemplazo de un instrumento y puesta en marcha del nuevo instrumento de reemplazo.
2.e	Dato Inválido	Mantenimiento en terreno	Calibraciones de cero y span, multipunto, multipunto GPT, chequeo de flujo y fugas, limpieza, cambio de cinta, mantenimientos, entre otros.
2.f	Dato Inválido	Por tiempo mínimo de muestreo	El número de minutos es insuficiente para completar la hora, el número de horas es insuficiente para completar un día, entre otros.
2.g	Dato Inválido	Por exceso de tiempo de muestreo	En el caso de mediciones con un instrumento gravimétrico de alto o bajo volumen en las que se excedan el número de horas de medición.
2.h	Dato Inválido	Valor fuera del intervalo	En esta categoría se incluyen valores fuera de los límites superior e inferior fijados en el instrumento de medición. Para el caso de los contaminantes, el límite superior se fija de acuerdo con las condiciones de la localidad y podrá diferir en aquellas localidades que se encuentren en zonas críticas de calidad del aire, con alta densidad industrial, en donde los niveles

Código	Tipo	Descripción	Justificación
			medidos pudieran ser mayores que los límites configurados. Se incluyen valores que estén fuera de tendencia o aquellos valores que no sean representativos de la localidad o del ciclo horario o estacionalidad.
3.a	Sin Dato	Falla general del instrumento	Fallas internas del instrumento (de manera generalizada) que no hacen posible la medición.
3.b	Sin Dato	Corte de energía	Cortes de energía involuntarios

Fuente: MINSAL 2008

En el caso de pérdida de la conexión entre el instrumento de medición y el sistema de almacenamiento por alguna circunstancia imprevista, se podrán reemplazar los datos faltantes con la información almacenada en la memoria interna del instrumento de medición.

La planilla de datos validados deberá mantener los formatos establecidos por la Superintendencia del Medio Ambiente y deberá almacenarse en servidores. El responsable de la estación ante la Superintendencia deberá resguardar y almacenar la información generada en la estación de calidad del aire y meteorología.

5.3 Niveles de validación de los datos

La revisión y validación de los datos de calidad del aire y meteorología deberá tener al menos 3 niveles de revisión, dichos niveles de revisión deberán ser ejecutados por personas diferentes de acuerdo con los siguientes niveles de validación:

- Nivel 1: identificar lecturas erróneas, pérdida de datos y condiciones fuera de tolerancia.
- Nivel 2: revisión de la actividad realizada en el nivel 1 y verificación de los datos.
- Nivel 3: revisión de las actividades realizada en los niveles anteriores (1 y 2). En la revisión en este nivel se deberá hacer énfasis en los valores altos o valores que excedan de la media histórica.

A continuación, se describen las principales actividades de validación y el personal involucrado directamente en cada uno de los niveles de validación.

5.3.1 Nivel 1 de validación

Consiste en identificar lecturas erróneas y condiciones fuera de tolerancia.

- Este paso inicial (Nivel 1) es el más importante dentro de los 3 niveles.
- Debe ser realizado por el personal involucrado directamente en la operación de la estación, con experiencia en análisis de datos en el área de contaminación atmosférica y meteorología.
- Se deben identificar los valores perdidos o erróneos.
- Identificar valores fuera del comportamiento normal registrados en la estación y del período de tiempo, cambios bruscos de las concentraciones en un periodo corto.
- Identificar valores obtenidos en proceso de calibración (mantenimiento en terreno).
- Aplicar los códigos de invalidación o validación de la Tabla 10.
- Todas las actividades de invalidación o validación de datos deberán estar respaldadas con la documentación correspondiente.

5.3.2 Nivel 2 de validación

Consiste en la revisión de la actividad realizada en el nivel 1 y verificación de los datos.

- a) Verificar todas las acciones realizadas en el Nivel 1 con un “segunda mirada”.
- b) Calcular estadísticamente los datos de acuerdo con los criterios de las normas de calidad primarias y secundarias.
- c) Comparar los datos entre estaciones cercanas, en busca de valores inusuales; siendo objetivo y cuidadoso en la revisión.

5.3.3 Nivel 3 de validación

Consiste en la revisión de las actividades realizada en los niveles anteriores (1 y 2).

- a) Se debe realizar por el responsable de la estación o la red de estaciones.
- b) Se debe revisar la integridad de los datos.
- c) Se deben revisar los valores altos y/o excedan los valores históricos.
- d) Finalmente se conforma la planilla final con los datos validados.

5.4 Reporte de datos a la SMA

El responsable de la estación deberá reportar la información generada en la estación a la Superintendencia del Medio Ambiente, de acuerdo con la periodicidad establecida por este servicio y/o lo indicado en el instrumento de carácter ambiental que genera la obligación de medición. La información para reportar corresponderá a los datos crudos y validados de calidad del aire y meteorología, registros de calibraciones, registros de verificaciones, registros de mantenimientos (correctivos/preventivos) y resultados de análisis químico emitido por el laboratorio acreditado.

Las unidades de medición en las que se deberán reportar las mediciones de contaminantes gaseosos corresponderán a las unidades de medición configurada en el instrumento y sin aplicar ningún tipo de factor.

En el caso de reporte de material particulado, material particulado sedimentable o elementos y compuestos químicos, estos se deben reportar de acuerdo con las directrices que dicte la Superintendencia del Medio Ambiente.

Las planillas de datos crudos y planilla de datos validados deberán estar disponibles en los formatos definidos por la Superintendencia del Medio Ambiente.

6. Registros y documentos

En la estación se deben mantener todos los registros generados de las actividades de verificación, calibración, mantenimiento (correctivo o preventivo), programas de mantenimiento preventivo, programa de muestreo, y, además, se deberán mantener los manuales de todos los instrumentos de medición y muestreadores instalados en la estación para consulta y revisión.

A continuación, se describen los principales registros y documentos que se deben mantener en la estación:

- a) Registro parámetros operacionales de la estación de muestreo y medición de calidad del aire.
- b) Registro de parámetros operacionales de los instrumentos de medición de calidad del aire

- c) Registro de verificación cero y span
- d) Registro de verificación multipunto
- e) Registro de verificación GPT
- f) Registro de verificación de flujo y fugas
- g) Registro de calibración
- h) Registro de mantenimiento
- i) Programa de mantenimiento
- j) Registro de verificación de transmisión de señales de voltaje (sistema analógico)
- k) Registro de manejo de muestras de filtros.
- l) Registro de manejo de muestras de MPS
- m) Registro operacional de estación meteorológica
- n) Registro de verificación de linealidad del instrumento de medición y el sistema de almacenamiento (digital y analógico).
- o) Certificados de calibración de los patrones utilizados para verificar los instrumentos de medición y sensores.

7. Referencias

CENMA, 2003. Elaboración de reglamentos y protocolos de procedimientos para el aseguramiento de la calidad del monitoreo de contaminantes atmosféricos. Informe Final 2003. Elaborado por CENMA para CONAMA.

Chow, J. 1995. Measurement methods to determine compliance with ambient air quality standards for suspended particles. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 45:5, 320-382, DOI: 10.1080/10473289.1995.10467369

DIGESA, 2005. Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos, Dirección General de Salud Ambiental de Perú. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf

e-CFR, 2019. Appendix E to Part 58—Probe and Monitoring Path Siting Criteria for Ambient Air Quality Monitoring. Electronic Code of Federal Regulations. Disponible en https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=b5e1836a4254900faa27201107bdc703&mc=true&node=ap40.6.58_161.e&rgn=div9.

EPA, 1998. PM2.5 mass weighing laboratory standard operating procedures for the performance evaluation program.

EPA, 1999. Compendium of Methods for the Determination of Inorganic Compounds in Ambient Air. Compendium Method IO-3.1. Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-11/documents/mthd-3-1.pdf>

EPA, 2008. Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems. Volume IV: Meteorological Measurements. Version 2.0 (Final), March 2008. Disponible en:

https://www3.epa.gov/ttn/amtic/files/ambient/met/Volume_IV_Meteorological_Measurements.pdf

EPA, 2017. Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems. Volume II: Ambient Air Quality Monitoring Program.

EPA, 2017. Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems. Volume II: Ambient Air Quality Monitoring Program. Appendix D: Measurement Quality Objectives and Validation Templates.

IUPAC, 1997. Compendium on Analytical Nomenclature, Definitive Rules 1997, tercera edición. Disponible en: https://media.iupac.org/publications/analytical_compendium/Cha18sec437.pdf

MAVDT, 2010. Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Octubre 2010. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/contaminacion_atmosferica/Protocolo_Calidad_del_Aire_-_Manual_Dise%C3%B1o.pdf

Ministry of Environment British Columbia. 2009. Standard auditing procedure for continuous emission monitors and ambient air monitoring instruments.

Ministry of environment British Columbia, 2013. British Columbia Field Sampling Manual (complete). Ed 2013. Disponible en <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/research-monitoring-reporting/monitoring/laboratory-standards-quality-assurance/bc-field-sampling-manual>

Ministry of Environment British Columbia, 2017. Standard Operating Procedure for the Sample Collection of Dustfall. Disponible en: https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/research-monitoring-and-reporting/monitoring/emre/sop-05c_pm_dustfall.pdf

Ministry of Environment British Columbia, 2018. British Columbia Field Sampling Manual. Part B1 - Ambient Air Monitoring. Ed. 2018. Disponible en https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/research-monitoring-and-reporting/monitoring/emre/part_b_air_and_emissions_testing.pdf

MINSAL, 2008. D.S. N°61 de 2008 del Ministerio de Salud. Reglamento de estaciones de medición de contaminantes atmosféricos.

MINSEGPRES, 1994. Ley 19300. Aprueba Ley sobre bases generales del medio ambiente, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 1994.

NZ, 2009. Good practice guide for air quality monitoring and data management 2009. Ministry for the Environment of New Zealand. Disponible en: <http://www.mfe.govt.nz/publications/air/good-practice-guide-air-quality-monitoring-and-data-management-2009>

Ontario, 2018. Operations manual for air quality monitoring in Ontario, Ontario Ministry of the Environment and Climate Change, 2018 revised version. Disponible en: <https://www.ontario.ca/document/operations-manual-air-quality-monitoring-ontario-0>

Ricardo-AEA, 2017. Air Quality Monitoring in Scotland: Site Operators' Manual, Ricardo Energy & Environment, ED61598-Issue Number 2, Ed. 2017. Disponible en: http://www.scottishairquality.co.uk/assets/documents/Scottish_Site_Operators_Manual_Final.pdf

SEMARNAT, 2019. Manual de Operación de Estaciones de Medición de la Calidad del Aire, Mantenimiento y Calibración de sus Componentes " elaborado por Instituto Nacional de Ecología

de México para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México. Disponible en <https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/guias.php>

VIM CEM, 2012. Vocabulario Internacional de Metrología Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM). 3ª Edición en español 2012: Centro Español de Metrología.

WMO, 2014. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, World Meteorological Organization, 2014 edition, Updated in 2017. Disponible para descarga en https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4147. Versión online en <http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/CIMO-Guide.html>

8. Anexo

Tabla 11. Límites de detección en muestras de filtros para diferentes métodos analíticos

Límites de detección ng/m ³									
Especie	INDA ^{b,c}	XRF ^b	PIXE ^{b,d}	Espectrometría de absorción atómica (AAS) de llama ^{e,f}	Espectrometría de absorción atómica (AAS) Horno de Grafito ^{e,f}	ICP ^{e,g}	AC ^e	IC ^e	TOR ^{b,h}
Plata (Ag)	0,12	6	ND ⁱ	4	0,005	1	ND	ND	ND
Aluminio (Al)	24	5	12	30	0,01	20	ND	ND	ND
Arsénico (As)	0,2	0,8	1	100	0,2	50	ND	ND	ND
Oro (Au)	ND	2	ND	21	0,1	2,1	ND	ND	ND
Bario (Ba)	6	25	ND	8 ^f	0,04	0,05	ND	ND	ND
Berilio (Be)	ND	ND	ND	2 ^f	0,05	0,06	ND	ND	ND
Bromo (Br)	0,4	0,5	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Calcio (Ca)	94	2	4	1 ^f	0,05	0,04	ND	ND	ND
Cadmio (Cd)	4	6	N/A	1	0,003	0,4	ND	ND	ND
Cerio (Ce)	0,06	ND	ND	ND	ND	52	ND	ND	ND
Cloro (Cl)	5	5	8	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cobalto (Co)	0,02	0,4	ND	6 ^f	0,02	1	ND	ND	ND
Cromo (Cr)	0,2	1	2	2	0,01	2	ND	ND	ND
Cesio (Cs)	0,03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cobre (Cu)	30	0,5	1	4	0,02	0,3	ND	ND	ND
Europio (Eu)	0,006	ND	ND	21	ND	0,08	ND	ND	ND
Hierro (Fe)	4	0,7	2	4	0,02	0,5	ND	ND	ND
Galio (Ga)	0,5	0,9	1	52	ND	42	ND	ND	ND
Hafnio (Hf)	0,01	ND	ND	2000	ND	16	ND	ND	ND
Mercurio (Hg)	ND	1	ND	500	21	26	ND	ND	ND
Yodo (I)	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Indio (In)	0,006	6	ND	31	ND	63	ND	ND	ND
Potasio (K)	24	3	5	2 ^f	0,02	ND	ND	ND	ND
Lantano (La)	0,05	30	ND	2000	ND	10	ND	ND	ND
Magnesio (Mg)	300	ND	20	0,3	0,004	0,02	ND	ND	ND
Manganeso (Mn)	0,12	0,8	2	1	0,01	0,1	ND	ND	ND
Molibdeno (Mo)	ND	1	5	31	0,02	5	ND	ND	ND
Sodio (Na)	2	ND	60	0,2 ^f	<0,05	ND	ND	ND	ND
Níquel (Ni)	ND	0,4	1	5	0,1	2	ND	ND	ND
Fosforo (P)	ND	3	8	100000	40	50	ND	ND	ND

Límites de detección ng/m ³									
Especie	INDA ^{b,c}	XRF ^b	PIXE ^{b,d}	Espectrometría de absorción atómica (AAS) de llama ^{e,f}	Espectrometría de absorción atómica (AAS) Horno de Grafito ^{e,f}	ICP ^{e,g}	AC ^e	IC ^e	TOR ^{b,h}
Plomo (Pb)	ND	1	3	10	0,005	10	ND	ND	ND
Paladio (Pd)	ND	5	ND	10	ND	42	ND	ND	ND
Rubidio (Rb)	6	0,5	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Azufre (S)	6000	2	8	ND	ND	10	ND	ND	ND
Antimonio (Sb)	0,06	9	ND	31	0,2	31	ND	ND	ND
Escandio (Sc)	0,001	ND	ND	50	ND	0,06	ND	ND	ND
Selenio (Se)	0,06	0,6	1	100	0,5	25	ND	ND	ND
Silicio (Si)	ND	3	9	85	0,1	3	ND	ND	ND
Samario (Sm)	0,01	ND	ND	2000	ND	52	ND	ND	ND
Estaño (Sn)	ND	8	ND	31	0,2	21	ND	ND	ND
Estroncio (Sr)	18	0,5	2	4	0,2	0,03	ND	ND	ND
Tántalo (Ta)	0,02	ND	ND	2000	ND	26	ND	ND	ND
Torio (Th)	0,01	ND	ND	ND	ND	63	ND	ND	ND
Titanio (Ti)	65	2	3	95	ND	0,3	ND	ND	ND
Talio (Tl)	ND	1	ND	21	0,1	42	ND	ND	ND
Uranio (U)	ND	1	ND	25000	ND	21	ND	ND	ND
Vanadio (V)	0,6	1	3	52	0,2	0,7	ND	ND	ND
Wolframio (w)	0,2	ND	ND	1000	ND	31	ND	ND	ND
Ytrio (Y)	ND	0,6	ND	300	ND	0,1	ND	ND	ND
Zinc (Zn)	3	0,5	1	1	0,001	1	ND	ND	ND
Circonio (Zr)	ND	0,8	3	1000	ND	0,6	ND	ND	ND
Cl ⁻	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	50	ND
Ion amonio (NH ₄ ⁺)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	50	ND	ND
Ion Nitrato (NO ₃)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	50	ND
Ion Sulfato (SO ₄ ²⁻)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	50	ND
Carbono Elemental	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	100
Carbono Orgánico	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	100

(Fuente: ¹ Chow, J. 1995)

a El límite mínimo de detección es tres veces la desviación estándar del blanco para un filtro de densidad de área de 1 mg/cm². ICP = espectroscopia de emisión de plasma acoplada inductivamente. AAS = Espectrofotometría de Absorción Atómica. PIXE = Emisiones de rayos X inducidas por protones. XRF = fluorescencia de rayos X. INAA = Análisis Instrumental de Activación de Neutrones. IC = cromatografía iónica. AC = Colorimetría Automatizada. TOR = Análisis de reflectancia térmica/óptica.

b Concentración se basa en 13,8 cm² de área de depósito para un sustrato filtrante de 47 mm, con un caudal nominal de 20 L/min para muestras de 24 horas.

c I. Olmez620

d T.A. Cahill621

e Concentración se basa en la extracción 1/2 filtro de 47 mm en 15 ml de agua destilada desionizada, con un caudal nominal de 20 L/min para muestras de 24 horas.

f F.J. Fernández.622

g J. N. Harman.623

h J. C. Chow, et al.624

i No disponible.

Artículo Transitorio. En forma transitoria, y mientras no se implementen los laboratorios de ensayo y calibración acreditados según la norma ISO 17.025 vigente (ver punto 3.4.1.), la calibración de instrumentos de medición de gases se mantendrá según lo establecido en el artículo 11 del Decreto Supremo N°61, de 2008, del Ministerio de Salud.

SEGUNDO. La presente resolución, entrará en vigencia a partir del 1° de enero de 2025.

**ANÓTESE, PUBLÍQUESE EN EL DIARIO OFICIAL,
DESE CUMPLIMIENTO Y ARCHÍVESE**



MARIE CLAUDE PLUMER BODIN
SUPERINTENDENTA DEL MEDIO AMBIENTE

KBW/ODLF/CPH/JRF/MHM/MVG/CMM/RCC/KSN/ILC

Distribución:

- Fiscalía, Superintendencia del Medio Ambiente.
- División de Fiscalización, Superintendencia del Medio Ambiente.
- Oficinas regionales, Superintendencia del Medio Ambiente.
- Oficina de transparencia y participación ciudadana, Superintendencia del Medio Ambiente,
- Oficina de Partes, Superintendencia del Medio Ambiente.

Doc.Digital:


- Comisión Chilena de Energía Nuclear, CCHEN
- Consejo de Monumentos Nacionales, CMN
- Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, CONADI
- Corporación Nacional Forestal, CONAF
- Dirección General del Territorio Marítimo y Marítima mercante, DIRECTEMAR
- Dirección de Vialidad
- Dirección General de Aguas, DGA
- Servicio Agrícola y Ganadero, SAG
- Servicio Nacional de Geología y Minería
- Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, SERNAPESCA
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, SUBPESCA
- Subsecretaría de Salud Pública
- Subsecretaría de Transporte, SUBTRANS
- Superintendencia de Electricidad y Combustible, SEC
- Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS
- Servicio de Evaluación Ambiental
- Ministerio del Medio Ambiente

Expediente ceropapel N°7116/2023

9.7 Anexo Presentación powerpoint de la Estrategia



1



Misión y visión

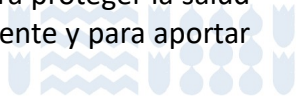
Misión

Implementar una hoja de ruta regulatoria que permita controlar, mitigar y prevenir la emisión y acumulación de contaminantes atmosféricos, priorizando la protección de la salud de la población y del medio ambiente a través de una gestión colaborativa y coordinada entre sectores gubernamentales, regulados, niveles locales y la sociedad.

Implementar una hoja de ruta regulatoria que permita cumplir los valores de las normas de calidad del aire a nivel nacional, especialmente MP2,5 y MP10, a través de los planes de descontaminación y normas de emisión.

Visión

Contar con una Estrategia para la Sección de Normas del MMA, con criterios de contenidos para la elaboración y revisión de normas; y plazos, que permita avanzar de forma coordinada y rigurosa tanto en los ciclos de revisión de las normas de calidad y emisión como en nuevas normativas acordes a la realidad chilena para proteger la salud de la población; para la protección o la conservación del medio ambiente y para aportar a la mitigación del Cambio Climático.



2

Contenidos Presentación



Misión y Visión de la Estrategia



Objetivos Estrategia



Diagnóstico



Actividades Estrategia



3



Objetivo General

Contar con una hoja de ruta que permita avanzar gradualmente en la revisión y elaboración de las normas de calidad de aire y de emisión atmosférica en el corto, mediano y largo plazo, con vistas a regulaciones más exigentes y acordes a la realidad chilena para un mejoramiento sostenido en la calidad del aire en Chile, orientado a proteger la salud de la población, a la protección o la conservación del medio ambiente y aportar a la mitigación del Cambio Climático.



4

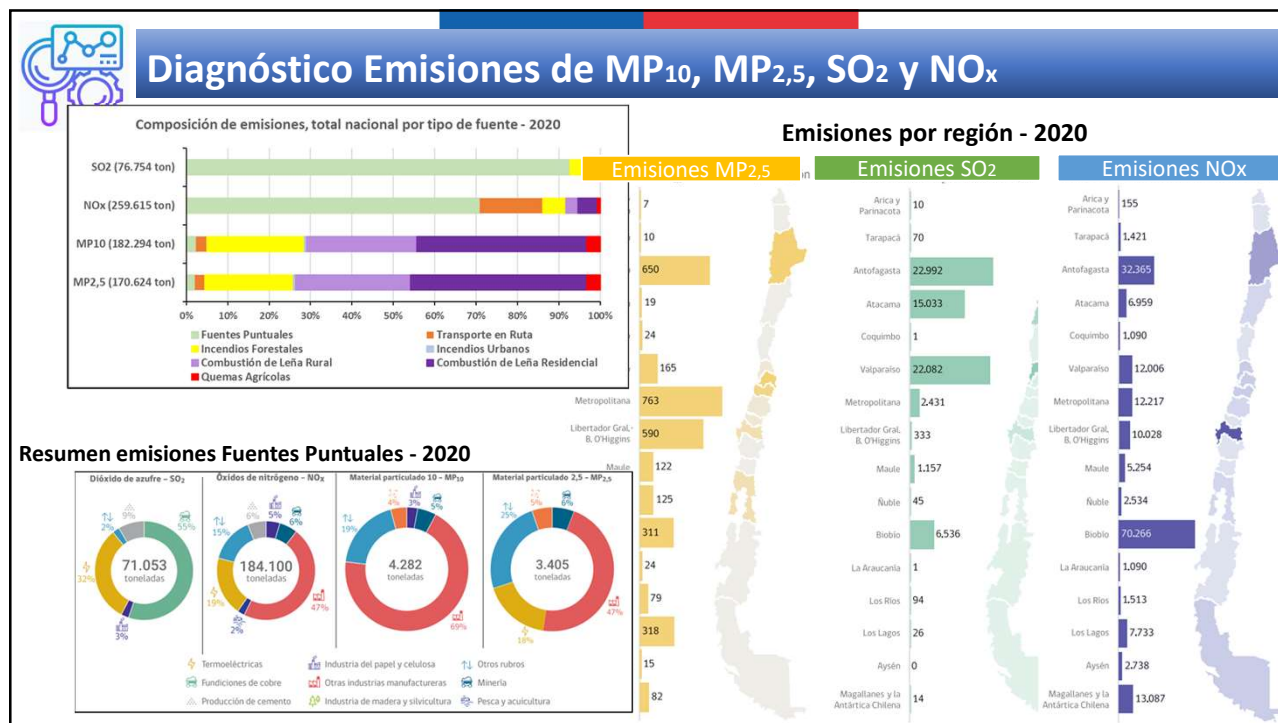


Objetivos específicos

1. Fortalecer la generación de información técnica y evidencia científica relacionada con los contaminantes atmosféricos, sus efectos en la salud de la población y en los ecosistemas; reconociendo las brechas normativas con las regulaciones vigentes en comparación a valores internacionales y recomendaciones de la OMS incluyendo la identificación de nuevos contaminantes y fuentes posibles de normar.
2. Revisar el análisis del estado de la situación de la calidad del aire del país, de las evidencias de los impactos de las emisiones atmosféricas nacionales y/o regionales y de los avances en las tecnologías existentes para apoyar la definición de los pasos a seguir en el proceso normativo.
3. Proponer, formular y revisar normas de emisión y de calidad ambiental relacionadas con la calidad del aire de acuerdo con las competencias específicas de la Sección de Normas y los principios de la Ley de Bases de Medio Ambiente, definiendo una hoja de ruta o cronograma de acción en el corto, mediano y largo plazo que incorpore los pasos y criterios a seguir para avanzar en ciclos de revisión y propuestas conducentes a Normas acordes a la realidad chilena, y que aporten a la mitigación del Cambio Climático.
4. Colaborar en el fortalecimiento institucional y la coordinación intersectorial para mejorar el desarrollo y cumplimiento de las actividades de la Sección de Normas.
5. Colaborar en la elaboración de programas de difusión y capacitación para fomentar y facilitar la participación ciudadana en la elaboración de normas ambientales.



5



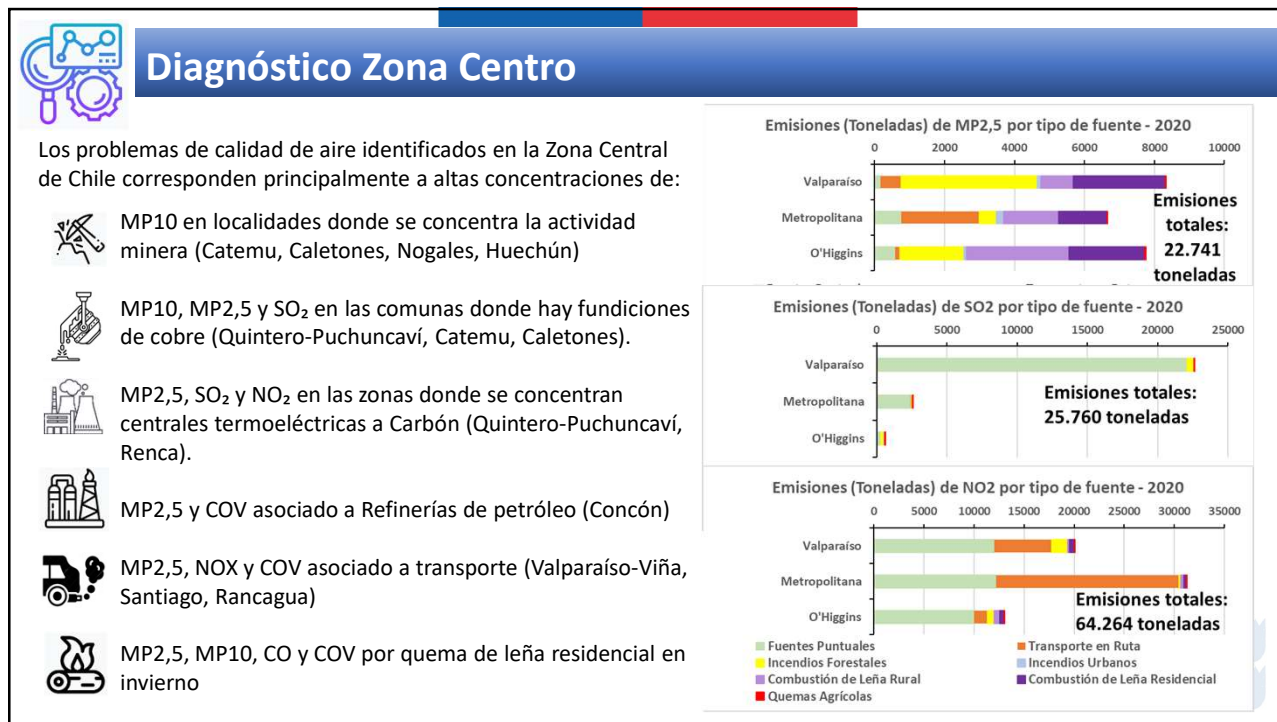
6



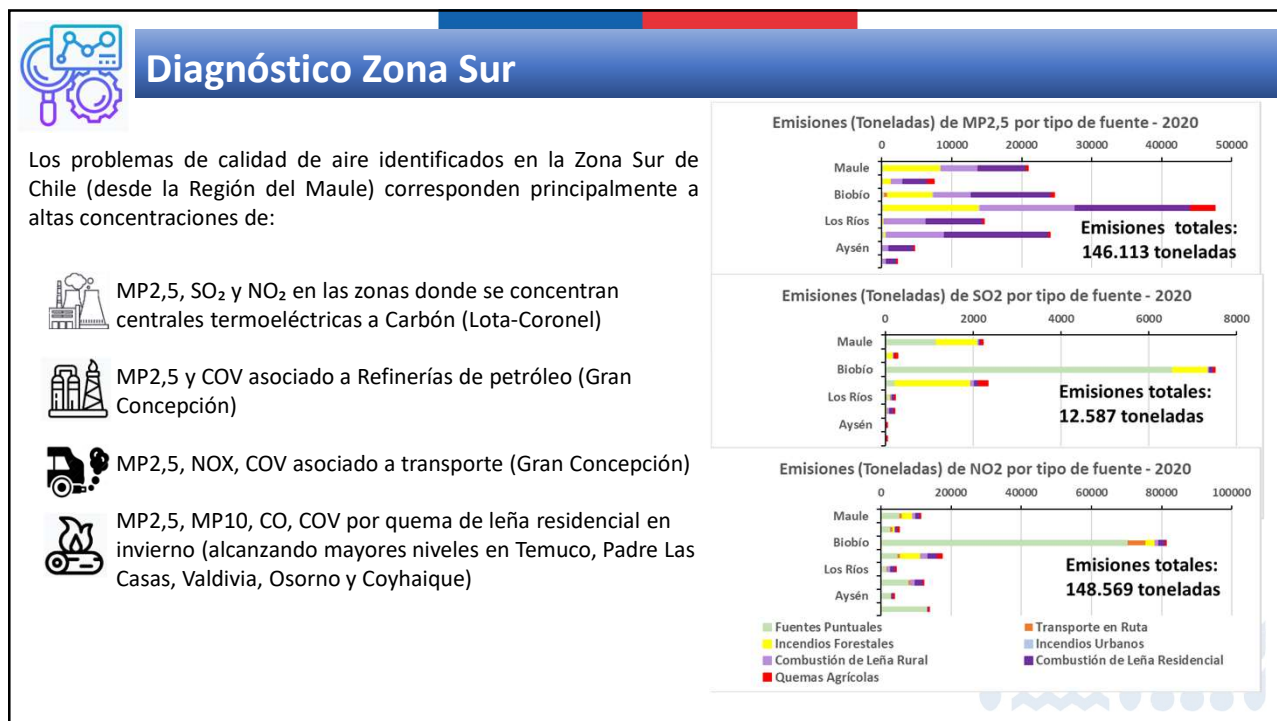
7



8



9



10

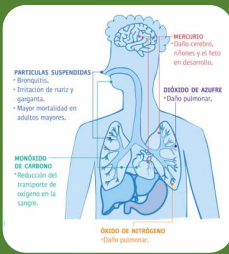


Planes de descontaminación y/o prevención Vigentes

Año PDA	Decreto	Comuna o zona fuente emisora	Declaración de Zona Saturada o latente por:
1993	D.S. N° 252 de MINMinería	PDA Complejo Industrial Ventanas	SO ₂ y MP10 en 1994
1993	D.S. N° 132 de MINMinería	PDA Fundición Chuquicamata (actualizado D.S. N°206/2001)	MP10 y SO ₂ en 1991
1995	D.S. N°180 de MINSEGPRES	PDA Fundición Hernán Videla Lira	SO ₂ en 1993
1998	D.S. N°164 de MINSEGPRES	PDA M. Elena y Pedro de Valdivia (actualizado por D.S. N°37/2004)	MP10 en 1993
1998	D.S. N°81 de MINSEGPRES	PDA Fundición de Caletones	MP10 y SO ₂ en 1994
1998	D.S. N°164 de MINSEGPRES	PDA Fundición de Potrerillos	SO ₂ y MP10 en 1997
1998	D.S. N°16 de MINSEGPRES	PPDA Región Metropolitana (actualizado por D.S. N°31/2016)	MP10, CO y O ₃ en 1996 MP2,5 en 2014
2010	D.S. N°81 de MINSEGPRES	PDA Tocopilla	MP10 en 2007.
2013	D.S. N°15 de MMA	PDA Rancagua y 17 comunas del valle central de la VI Región (actualizado por Dto. N°1/2021)	MP10 en 2009 - MP2,5 en 2017
2014	D.S. N°59 de MMA	PDA Andacollo	MP10 en 2009
2015	D.S. N°8 de MMA	PDA Temuco y Padre Las Casas (actualizado por D.S. N°31/2017)	MP10 en 2005 - MP2,5 en 2013
2016	D.S. N°18 de MMA	PDA Chillán y Chillán Viejo	MP10 y MP2,5 en 2013
2016	D.S. N°46 de MMA	PDA Coyhaique (actualizado por Dto. N°7/2019)	MP10 en 2012, MP2,5 en 2016
2016	D.S. N°47 de MMA	PDA Osorno	MP10 y MP2,5 en 2012
2016	D.S. N°49 de MMA	PDA Talca y Maule	MP10 en 2010
2017	D.S. N°4 de MMA	PDA Los Ángeles	MP10 y MP2,5 en 2015
2017	D.S. N°25 de MMA	PDA Valdivia	MP10 y MP2,5 en 2014
2017	D.S. N°25 de MMA	PPA Huasco	Zona Latente MP10 en 2012
2017	D.S. N°44 de MMA	PDA Curicó	MP2,5 en 2015
2018	D.S. N°105 de MMA	PDA Comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví	MP2,5 en 2015
2019	D.S. N°6 de MMA	PPDA Concepción Metropolitana	MP2,5 en 2015
2021	D.S. N°5 de MMA	PDA Calama	MP10 en 2009

11

Diagnóstico Normas de Calidad y Emisión



MERCURIO
*Daño cerebral, riñones y al feto en desarrollo.

PARTICULAS SUSPENDIDAS
*Bronquitis, *Irritación de nariz y garganta, *Mayor mortalidad en adultos mayores.


DIOXIDO DE AZUFRE
*Daño pulmonar.

MONÓXIDO DE CARBONO
*Reducción del transporte de oxígeno en la sangre.

ÓXIDO DE NITRÓGENO
*Daño pulmonar.

Normas de Calidad del Aire

- 1.NPCA para MP₁₀ (Vigente)
- 2.NPCA para COV Benceno (Vigente)
- 3.NPCA para NO₂ (Revisión en Tramitación final)
- 4.NPCA para Arsénico (Revisión en Tramitación final)
- 5.NPCA para MP_{2.5} (En revisión)
- 6.NPCA para SO₂ (En revisión)
- 7.NPCA para O₃ (En revisión)
- 8.NPCA para CO (En revisión)
- 9.NPCA para Plomo (En revisión)
- 10.NSCA para SO₂ (En revisión)
- 11.NSCA para MPS en la cuenca del río Huasco (En revisión)



Normas de Emisión

1. NE para Incineración, Coincineración y Coprocesamiento (Vigente)
2. NE para Grupos Electrógenos (Vigente)
3. NE para Centrales Termoeléctricas (En revisión)
4. NE para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico (En revisión)
5. NE para artefactos que combustionen o puedan combustionar leña y pellet de madera (En revisión)
6. NE para Calderas (En Estudio)
7. Posible NE para Compuestos Orgánicos volátiles (En Estudio)

12



Diagnóstico principales desafíos sección de Normas

- Transición Socio Ecológica Justa
 - No más zonas transición (de sacrificio)
- Ley Marco de Cambio Climático N° 21.455
 - Revisión normas de calidad cada 4 años
 - Normas de Emisión cada 5 años
- Acuerdo de Escazú
 - Garantizar derechos de participación, acceso a la información y a la justicia en asuntos ambientales
- Desafíos en el monitoreo (seguimiento) de NPCA
- Expectativas de poder avanzar en los valores Guías de calidad del aire OMS, 2021

Quieren homologar los índices de calidad del aire con normas de la OMS

Un grupo de senadores y senadoras presentó una moción que apunta a modificar la ley de Bases Generales del Medioambiente, para elevar los estándares de calidad ambiental del aire.



13



Diagnóstico de avance en las Normas respecto guía OMS


Las directrices sobre calidad del aire ofrecen objetivos para reducir la contaminación del aire. Deben considerarse como referencia.



AIRE LIMPIO PARA LA SALUD #ContaminacióndelAire



14

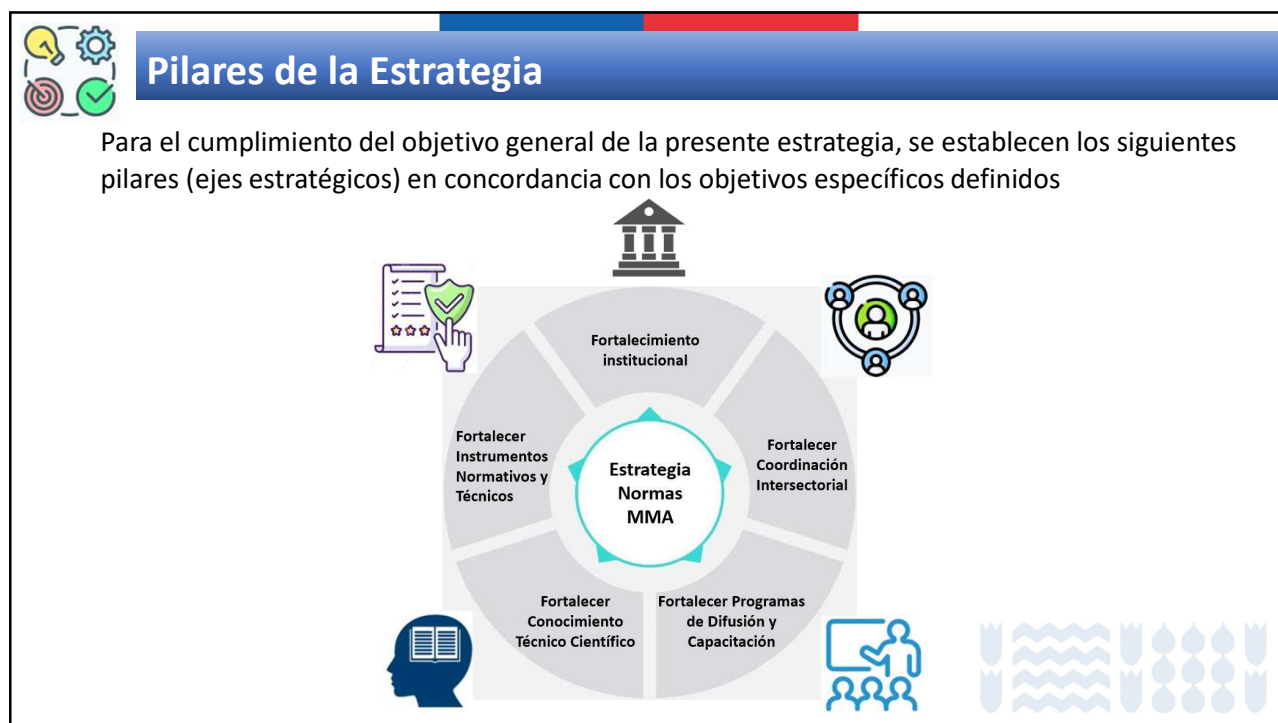


Diagnóstico de grado de adopción de valores guía OMS en NPCA de Chile

Contaminante (Decreto)	Nivel	Valor Norma vigente Chile	Objetivo de Nivel Intermedio (NI) – 2021				Valor (AQQ) OMS 2021
			NI1-2021	NI2-2021	NI3-2021	NI4-2021	
MP _{2.5} (en µg/m ³) D.S N°12 del 2011, MMA	Diaria - 24 h	50	75	50	37.5	25	15
	Anual	20	35	25	15	10	5
MP ₁₀ (en µg/m ³ N) D.S N°12 del 2021, MMA	Diaria - 24 h	130	150	100	75	50	45
	Anual	50	70	50	30	20	15
SO ₂ (en µg/m ³ N) D.S N°104 del 2018, MMA	10 minutos	No define	-	-	-	-	500
	Horario - 1h	350	-	-	-	-	No define
	Diaria - 24 h	150	125	50	-	-	40
	Anual	60	-	-	-	-	No define
NO ₂ (en µg/m ³ N) D.S N° 114 de 2002, MINSEGPRES	Horario - 1h	400 PD 200	-	-	-	-	200*
	Diaria - 24 h	PD 100	120	50	-	-	25
	Anual	100 PD 40	40*	30	20	-	10
O ₃ (en µg/m ³ N) D.S N° 112 de 2002, MINSEGPRES	8 h	120	160	120	-	-	100
	Máximo diario de 8hr (6 meses de la Estación)	No define	100	70	-	-	60
CO (en mg/m ³ N) D.S N° 115 de 2002, MINSEGPRES	Horario - 1h	30	-	-	-	-	35
	24 h	No define	7	-	-	-	4
	8 h	10	-	-	-	-	10

*La Norma de NO₂ se encuentra en etapa de tramitación final, el valor de Proyecto definitivo (PD) avanza al Nivel Intermedio 1 para norma anual y diaria y al valor AQS-2021 en valor horario. Otros contaminantes normados como As y benceno no cuentan con valores guía de la OMS

15



16



Líneas de acción y actividades propuestas para los Pilares de la estrategia

1. Fortalecer el conocimiento técnico científico para el mejoramiento de la información disponible

L1: Colaborar con la actualización del estado de la situación de la calidad del aire del país y de las evidencias de los impactos de las emisiones atmosféricas para apoyar la toma de decisión informada del proceso de elaboración de normas.

L2: Avanzar en el conocimiento de fuentes de emisión para identificar nuevas fuentes para ser reguladas mediante normas de emisión.

- Colaborar en la elaboración de catastros e inventarios de las fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en el país para identificar aquellas que deberían ser priorizadas en ciclos de revisión o futuras normas de emisión.
- Colaborar en la recopilación y generación de evidencia científica, regulación internacional, información técnica de metodologías de medición y tecnologías de operación disponibles relacionadas con las fuentes emisoras no reguladas para definir si avanzar en normas de emisión y/o mejores prácticas operacionales.
- Apoyar el desarrollo de herramientas de modelación para estimar el impacto de las emisiones en los territorios que permitan evaluar escenarios normativos.



17



Líneas de acción y actividades propuestas para los Pilares de la estrategia

2. Fortalecer y actualizar instrumentos normativos y técnicos :




L1: Proponer y actualizar instrumentos normativos:


- Proponer, formular y revisar normas de emisión y de calidad ambiental relacionadas con la calidad del aire y otras que puedan resultar necesarias conforme a la realidad del país, ejerciendo la coordinación técnica del proceso de generación de las mismas en las materias de su competencia.
- Impulsar la incorporación de las recomendaciones de la OCDE, OMS, de los alcances de la Transición Socioecológica Justa (TSEJ), del Acuerdo de Escazú y de los principios de la Ley de Bases de Medio Ambiente en las Normas.
- Impulsar dentro de las normativas el principio de progresividad y no regresión de la Ley de Bases de Medio Ambiente para cumplir el compromiso del Estado en materia de derechos humanos.
- Colaborar en el cumplimiento de la Ley Marco de Cambio Climático y el compromiso de alcanzar la carbono neutralidad al año 2050.



18




Líneas de acción y actividades propuestas para los Pilares de la estrategia




1. Fortalecer el conocimiento técnico científico para el mejoramiento de la información disponible

L3: Colaborar en la generación de antecedentes científicos, técnicos, económicos y jurídicos para elaborar informes técnicos, estudios complementarios y anteproyectos de normas de calidad.


- Colaborar en la investigación relacionada con los riesgos y costos en la salud de la población y afectaciones a los ecosistemas provocados por la exposición a la contaminación atmosférica.
- Colaborar en la investigación y medición de los efectos de contaminantes no normados en la salud de la población.
- Colaborar en la investigación científica y la innovación tecnológica como base de las políticas para mejorar la calidad del aire.
- Colaborar en la conformación de grupos de expertos para analizar, interpretar y socializar los antecedentes que permitan los consensos para avanzar en la generación de normas.



19




Líneas de acción y actividades propuestas para los Pilares de la estrategia



2. Fortalecer y actualizar instrumentos normativos y técnicos

L2: Fortalecer y actualizar instrumentos técnicos:

- Desarrollar y aplicar indicadores para evaluar la gestión e implementación de la estrategia de la Sección de Normas.
- Apoyar la generación de informes, guías y/o de criterios técnicos para una correcta interpretación y aplicación uniforme de las normas de calidad ambiental y de emisión atmosféricas (en el alcance de la sección).
- Definir criterios y/o metodología para elaboración de Informe Previo de Antecedentes e Informe Técnico de las Normas (exigencia nuevo reglamento normas).



20



Líneas de acción y actividades propuestas para los Pilares de la estrategia

3. Fortalecimiento institucional



L1: Asegurar que la Sección de Normas cuente con capacidad técnica y los recursos asociados para realizar una adecuada gestión en la generación de normativas para calidad de aire y emisión.

- Desarrollo de criterios y plazos para elaborar una organización operacional que permita el cumplimiento de objetivos y metas que se establezcan para la Sección de Normas.
- Fortalecer la gestión de obtención de presupuesto y de recursos humanos que permita la ejecución de los programas y actividades de la Sección de Normas.
- Fortalecer la coordinación de la Sección de Normas con los Departamentos de Legislación y Regulación Ambiental, de Información y Economía Ambiental, y de Educación Ambiental.
- Fortalecer las capacidades técnicas del equipo de los profesionales de la Sección de Normas (como capacitaciones, visitas técnicas a mejores técnicas disponibles para el control de la contaminación atmosférica).



21



Líneas de acción y actividades propuestas para los Pilares de la estrategia

4. Fortalecimiento de la coordinación intersectorial



L1: Colaborar en el desarrollo de mecanismos para coordinarse con diferentes servicios públicos en la ejecución de actividades dentro del alcance de la Sección de Normas:

- Normas primarias de calidad de aire con Ministerio de Salud.
- Normas de emisión con Ministerios de Energía, Minería, Economía, Salud y Ciencias.
- Normas secundarias de calidad de aire con Ministerios de Agricultura y Bienes Nacionales, SEA, SAG, SBAP, y otros servicios sectoriales.
- Fiscalización con SMA, MINSAL, SAG, SEC.
- Evaluación de Proyectos con Servicio de Evaluación Ambiental

L2: Fortalecer el trabajo con el CO, el COA y subcomités operativos que participarán en los procesos normativos.

L3: Promover la realización de convenios o colaboraciones con la Academia y expertos internacionales.



22



Líneas de acción y actividades propuestas para los Pilares de la estrategia

5. Fortalecimiento de los programas de Difusión y Capacitación



L1: Fortalecer la difusión del Expediente Electrónico público y de acceso permanente para el conocimiento de la ciudadanía de los procesos normativos.

L2: Fortalecer las actividades de la Sección de Normas en el proceso de Consulta Ciudadana de las normas.

L3: Colaborar con el División de Educación Ambiental en propuesta y elaboración de material para difusión de la Sección de Normas (Página web, videos, folletos, guías técnicas, manuales de aplicación de las normas, etc).



23

Propuesta de contenidos de la Estrategia

Capítulo	Contenido propuesto
Prologo	<ul style="list-style-type: none"> Prólogo
Introducción	<ul style="list-style-type: none"> Antecedentes generales del programa Descripción del marco normativo Descripción de los efectos en salud de los contaminantes normados Definición de misión-visión
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> Objetivo General Objetivos específicos
Alcance	Definición de alcance y limitaciones de la estrategia
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> Estado de la calidad del aire Fuentes de emisiones contaminantes a la atmósfera Ordenamiento territorial enfocado en la gestión de la calidad del aire
Actividades	Definir Líneas de acción o actividades por cada eje estratégico <ul style="list-style-type: none"> Fortalecer el conocimiento técnico científico para el mejoramiento de la información disponible Fortalecimiento institucional Fortalecimiento de la coordinación intersectorial Fortalecer y actualizar instrumentos normativos y técnicos Fortalecimiento de los programas de Difusión y capacitación
Cronograma	<ul style="list-style-type: none"> Programa de implementación de Líneas de acción o actividades por cada objetivo Definición de metas
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Definición de indicadores Definición de metodologías de evaluación y seguimiento de las líneas de acción
Difusión	Definición de lineamientos para elaboración de Programa de Difusión, participación ciudadana y capacitación
Conclusiones	Comentarios y conclusiones de la estrategia
Anexos	<ul style="list-style-type: none"> Bibliografía, glosario, Fichas de contaminantes y efectos en salud, Otros anexos que surjan durante el desarrollo de la estrategia

24

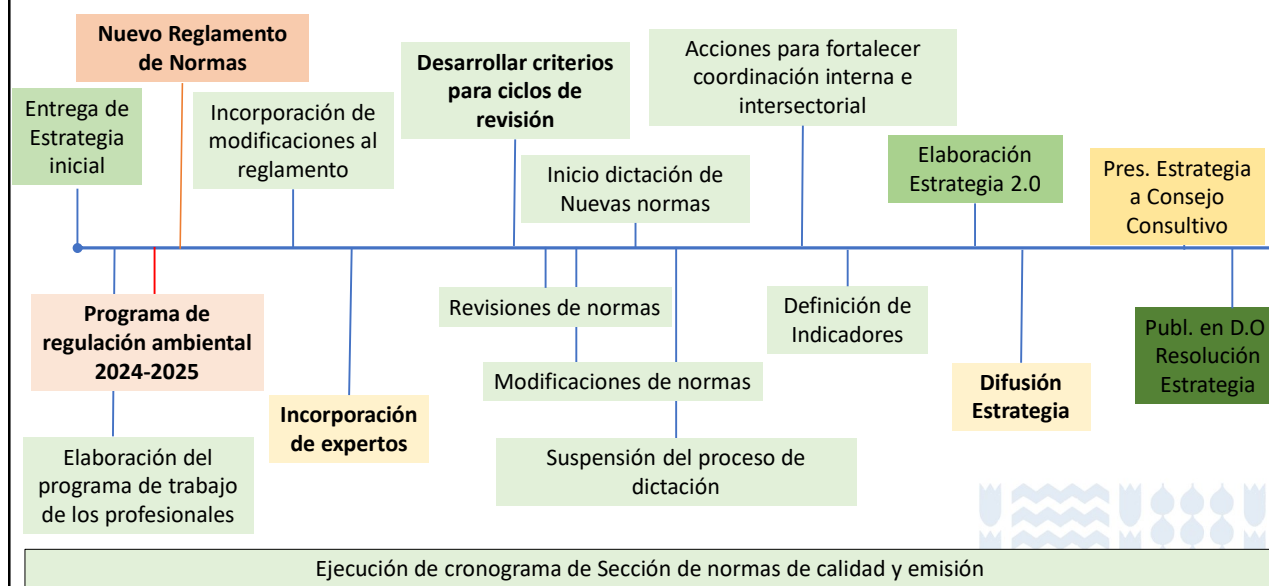
Cronograma estrategia (20 noviembre 2023 a fines de enero 2024)

Actividades	Noviembre		Diciembre				Enero				
	20-24	27-01	04-08	11-15	18-22	25-29	01-05	08-12	15-19	22-26	29-02
Presentación interna a jefaturas División y DPN (21 nov)	x										
Nueva versión estrategia	x	x									
Presentación jefaturas DRM y Planes Revisión Jurídica			x	x							
Reuniones y presentación otras divisiones MMA				x							
Versión revisada estrategia (15 dic)				x							
Entrega de estrategia a Subsecretario (20 dic)					x						
Taller con expertos (21 o 22 dic)					x						
Taller de difusión								x			
Estrategia versión final									x		
Presentación estrategia al Consejo Consultivo (por definir)											

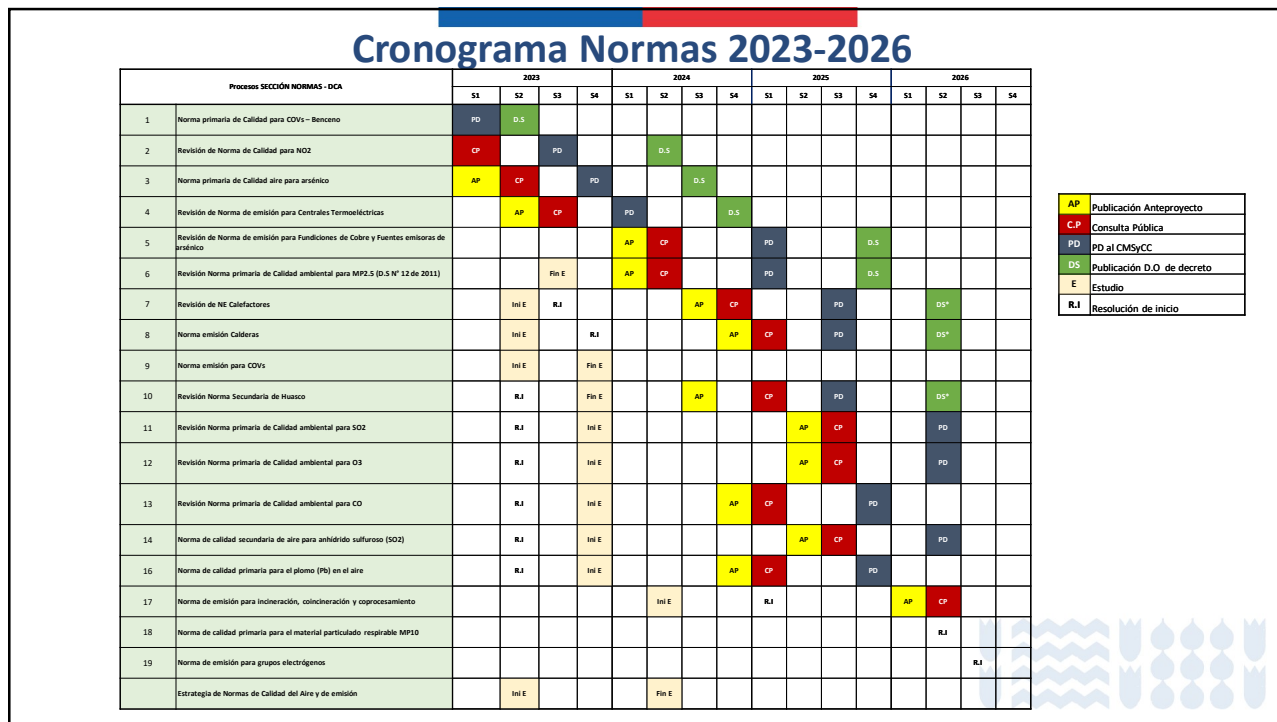


25

Hoja de Ruta 2024



26



27

Gracias por su atención

Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

28

9.8 Anexo Digital Respuestas Observaciones NECT