

**Dicta Instrucción General que establece
Métodos de Medición para la Norma Primaria
de Calidad del Aire para el Compuesto
Orgánico Volátil Benceno**

Resolución Exenta N° 720

Santiago, 09 de mayo de 2024

Vistos:

Lo dispuesto en el artículo segundo de la Ley N°20.417, que fija el texto de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante, “LOSMA”); en la Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente (en adelante, “Ley N°19.300”); en la Ley N°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 N°18.834 que Aprueba el Estatuto Administrativo; en el Decreto Supremo N°5, de 2023, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece la norma primaria de calidad del aire para el compuesto orgánico volátil benceno (en adelante, “D.S. N°5/2023 MMA”); en el Decreto con Fuerza de Ley N°3, de 2010, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que fija la Planta de Personal de la Superintendencia del Medio Ambiente y su Régimen de Remuneraciones; en la Resolución Exenta N52, de 2024, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que fija su organización interna; en el Decreto Supremo N°70, de 2022, del Ministerio del Medio Ambiente, que nombra a la Superintendente del Medio Ambiente; en la Resolución Exenta RA N°119123/98/2023, de 2023, de la Superintendencia del Medio Ambiente que nombra a la Jefa de la División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente; en la Resolución Exenta RA 119123/73/2024, de 2024, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que nombra Fiscal de la Superintendencia del Medio Ambiente; y, en la Resolución N°7, de 2019, de la Contraloría General de la República, que fija norma sobre exención del trámite de toma de razón.

Considerando:

1. Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 2° de la LOSMA, la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante e indistintamente “Superintendencia” o “SMA”) es el servicio público creado 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, la letra ñ) del artículo 3° de la LOSMA, establece que esta Superintendencia tiene como atribución 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 dicha ley y, en su caso, los sujetos de fiscalización deberán aplicar para el examen, control y medición del cumplimiento de las normas de calidad y de emisión.



3. Que, la letra s) del artículo 3° de la LOSMA, faculta a la Superintendencia para dictar normas e instrucciones de carácter general en el ejercicio de las atribuciones que le confiere la Ley.

4. Que, el artículo 9° del D.S. N°5/2023 MMA, señala que la SMA, mediante resolución, debe establecer las metodologías de monitoreo por medición continua y/o discreta para verificar el cumplimiento de la norma primaria de calidad del aire para el compuesto orgánico volátil benceno, en un plazo de 12 meses desde la dictación de norma de calidad.

5. Que, la atribución de esta Superintendencia para dictar la presente instrucción que establece los métodos de medición proviene tanto del mandato general contenido en el artículo 2° de la LOSMA que le entrega el seguimiento y fiscalización del contenido de las normas de calidad ambiental -lo que implica velar porque se cumplan las condiciones establecidas en la norma-, así como de la propia norma de calidad que mandata a la SMA a dictar la presente instrucción.

6. Que, mediante ORD. N°815, de fecha 26 de marzo de 2024, de la Superintendencia, se solicitó al Ministerio del Medio Ambiente, informe previo del artículo 48 bis de la Ley N°19.300, respecto de la Instrucción General que “Métodos de medición para la norma primaria de calidad del aire para el compuesto orgánico volátil benceno”.

7. Que, a través del Oficio N°242120/2024, de fecha 09 de mayo de 2024, el Ministerio del Medio Ambiente emite informe previo del artículo 48 bis de la Ley N°19.300.

RESUELVO:

PRIMERO. APRUÉBESE la siguiente instrucción de carácter general que establece, “**Métodos de medición para la norma primaria de calidad del aire para el compuesto orgánico volátil benceno**”, cuyo texto es el siguiente:

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el artículo 9° del Decreto Supremo N°5, de 2023, del Ministerio del Medio Ambiente que estableció la “Norma primaria de calidad del aire para el compuesto orgánico volátil benceno” (en adelante, “NPCA benceno”), la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante, “SMA”, mediante resolución, debe establecer las metodologías de monitoreo por medición continua y/o discreta, y los criterios para la calificación de Estación de monitoreo con representatividad para gases para dar cumplimiento a la NPCA benceno.

De esta manera, se establece la siguiente instrucción con los métodos de medición idóneos para el muestreo y la obtención de concentraciones de benceno, con el objeto de que las mediciones sean de calidad asegurada.

El presente documento considerará los métodos de la Asociación Española de Normalización (UNE), que es la entidad que participa en la normalización a nivel internacional de las normas EN e ISO.



Además, serán considerados válidos métodos que son parte del compendio de métodos para la determinación de compuestos orgánicos tóxicos en el aire ambiente de la Agencia de Protección Ambiental (“EPA”, por sus siglas en inglés).

Para el análisis de las muestras obtenidas de benceno, se deben realizar en laboratorios acreditados bajo ISO 17.025 en su versión vigente y cumplir los criterios establecidos en la Resolución Exenta N°1449, de 2023, de la SMA, que fija las 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, la que entrará en vigencia a partir del 1° de enero de 2025.

2. OBJETIVOS

El presente instructivo tiene como objetivo establecer los métodos de medición válidos, para la norma de calidad del aire del compuesto orgánico volátil benceno (D.S. N°5/2023 MMA - Establece norma primaria de calidad del aire para el compuesto orgánico volátil benceno), o la que la reemplace.

3. DEFINICIONES

A continuación, se establecen las siguientes definiciones que aplican a este instructivo:

- Adsorbente: material en el que se produce la adsorción.
- EMRPG-COVs: estación de monitoreo con representatividad poblacional para gases compuestos orgánicos volátiles.
- ICA: instrumento de carácter ambiental, tales como resoluciones de calificación ambiental, planes de prevención y, o de descontaminación ambiental, normas de calidad ambiental, normas de emisión, planes de manejo, y todos aquellos otros instrumentos de carácter ambiental que establezca la ley.
- Periodo de muestreo: período de tiempo para el cual el procedimiento de medida produce un valor individual. Por ejemplo: para muestreo pasivo es el tiempo que está expuesto al ambiente el tubo adsorbente, desde que el tubo es abierto y hasta el momento que el tubo se sella.
- Tubo pasivo radial: muestreo por difusión radial se construye de modo que la orientación de la ruta de difusión sea paralela al radio del cartucho adsorbente. Estos se utilizan a menudo para despliegues a corto plazo.
- Tubo pasivo axial: muestreo por difusión axial se utilizan para medir compuestos orgánicos volátiles (COV) en el aire en un amplio rango de concentraciones. Estos permiten una exposición de la muestra por un tiempo más prolongado.

4. ALCANCES DE LA INSTRUCCIÓN

Los destinatarios de la presente instrucción son todos aquellos titulares de estaciones de vigilancia de la calidad del aire que han sido instaladas en cumplimiento de una obligación dispuesta en un ICA, así como las estaciones de vigilancia pertenecientes a privados que forman parte del SINCA (Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire) o la que la reemplace u otra plataforma y las estaciones de carácter público o privada que hayan sido calificadas como EMRPG-COVs y que realicen mediciones de calidad del aire del parámetro benceno.



5. MÉTODOS DE MEDICIÓN PARA BENCENO

Las etapas del muestreo y análisis de benceno en aire recomendados en esta instrucción conllevan la recolección de una muestra, desorción, separación por cromatografía y detección del compuesto de interés mediante el detector, pudiendo ser o no integrados.

Para las mediciones del contaminante benceno esta Superintendencia considerará válidos los principios de medición descritos a continuación:

1. El principio de medición para métodos pasivos: consiste en obtener una muestra de aire por difusión (vertical), la que es retenida en un tubo adsorbente, para lo cual se debe escoger un material adecuado para adsorber la muestra de benceno, luego la muestra se debe desorber y ser transportada por un gas inerte o un disolvente a un cromatógrafo de gases equipado con una columna capilar y un detector adecuado para medir benceno. En el caso de los métodos activo, se mantiene el mismo principio de medición que el método pasivo, la diferencia está en que este posee un dispositivo de bombeo para obtener la muestra y ser capaz de mantener un caudal preestablecido.
2. El principio de medición para métodos automáticos: consiste en hacer pasar un volumen de aire conocido a través de una trampa de muestreo (tubo adsorbente), para lo cual se debe escoger un material adecuado para adsorber la muestra de benceno, luego, la muestra se debe desorber y ser transportada por un gas inerte, aire o aire cero a un cromatógrafo de gases equipado con una columna capilar y un detector adecuado para medir benceno.

Cabe mencionar que, los adsorbentes más utilizados para el muestreo de benceno se dividen de acuerdo con su material en:

- i) Polímeros porosos
- ii) Tamices moleculares de carbono
- iii) Carbón grafito

Los métodos permitidos y las restricciones respecto a su aplicabilidad se presentan en las siguientes tablas; la Tabla 1 indica los muestreos de tipo pasivo y/o activo, y la Tabla 2 los métodos de muestreos automáticos.



Tabla 1. Nombre de métodos y aplicabilidad para la norma de Benceno en muestreos pasivo y/o activo

Nombre del Método	Tipo	Método Analítico	Período de Muestreo	Descripción del dispositivo de recolección de muestra	Aplicabilidad del Método
<p>Muestreo por aspiración seguido de desorción térmica y cromatografía de gases.¹</p> <p>Muestreo por aspiración seguido de desorción por disolvente y cromatografía de gases.²</p>	Muestreo activo (tubos sorbentes o adsorbente)	GC/FID o GC/PID o GC/MS	24 horas	Tubos Sorbentes adsorbente (Ver Anexo)	Restricción por la temporalidad de las muestras (24 horas), <u>solo permite evaluación de la norma anual, no permite evaluar los niveles de emergencia establecidos a nivel horario.</u>
Muestreo difusivo seguido de desorción térmica y cromatografía de gases. ⁴	Muestreo pasivo	GC/FID o GC/PID o GC/MS	14 días	Tubos Sorbentes adsorbente (Ver Anexo)	Restricción en la temporalidad de la muestra (14 días), <u>solo permite evaluación de la norma anual, no permite evaluar los niveles de emergencia establecidos a nivel horario.</u>
Muestreo difusivo seguido de desorción por disolventes y cromatografía de gases. ⁵	Muestreo pasivo	GC/FID o GC/PID o GC/MS	Días o semanas	Tubo Sorbente o adsorbente de Carbón activo. Se recomienda un tamaño de partícula de 0,35 mm a 0,85 mm. (Ver Anexo)	Restricción en la temporalidad de la muestra (Días o semanas), <u>solo permite evaluación de la norma anual, no permite evaluar los niveles de emergencia establecidos a nivel horario.</u>
TO-1 (EPA) ⁶ Método para la determinación de COV en aire ambiental mediante adsorción Tenax® y cromatografía de gas/espectrometría de masas (GC/MS)	Muestreo activo (tubos sorbentes o adsorbente)	GC/MS	24 horas	Tubo sorbente o adsorbente de Poli (2-6-difenil-p-fenileno oxido) (Ver Anexo)	Restricción por la temporalidad de las muestras (24 horas), <u>solo permite evaluación de la norma anual, no permite evaluar los niveles de emergencia establecidos a nivel horario.</u>



Nombre del Método	Tipo	Método Analítico	Período de Muestreo	Descripción del dispositivo de recolección de muestra	Aplicabilidad del Método
TO-2 (EPA)⁷ Método para la determinación de COV en el aire ambiental por adsorción de tamiz molecular de carbono y cromatografía de gases/espectrometría de masas (GC/MS)	Muestreo activo con trampa de tamiz molecular de carbono	GC/MS	24 horas	Tubo sorbente o adsorbente de tamiz molecular de carbono (Ver Anexo)	Restricción por la temporalidad de las muestras (24 horas), <u>solo permite evaluación de la norma anual, no permite evaluar los niveles de emergencia establecidos a nivel horario.</u>
TO-17 (EPA)⁸ Determinación de COV en el aire ambiental mediante muestreo activo en tubos adsorbentes	Muestreo activo	GC/MS, FID u otro	Generalmente 1,3, 8 o 24 horas	Tubo sorbente o adsorbente simple/múltiple (Ver Anexo)	Solo se podrá monitorear en periodos de 24 horas. <u>solo permite evaluación de la norma anual, no permite evaluar los niveles de emergencia establecidos a nivel horario.</u>

Abreviaturas de métodos analíticos:

- GC/MS = Gas chromatography/mass spectrometry. (cromatografía de gases/espectrometría de masa).
- GC/FID = Gas chromatography/flame ionization detector. (cromatografía de gases/detector de ionización de llama).
- GC/MD = Gas chromatography/multi-detector. (cromatografía de gases/detector de ionización de llama).
- PID = Fotoionización



Tabla 2. Nombre de métodos y aplicabilidad para la norma de Benceno para muestreos continuos

Nombre del Método	Tipo	Método Analítico	Tiempo del Ciclo	Descripción del dispositivo de recolección de muestra	Aplicabilidad del Método
Muestreo automático por aspiración con cromatografía de gases in situ.³	Muestreo automático por aspiración con cromatografía de gases in situ.	GC/FID o GC/PID GC/MS	Sistema automático que realiza ciclos de medida, el tiempo de un ciclo dependerá de los componentes habituales que compongan cada tipo de sistema, estos ciclos pueden ser de: 15 min, 30 min, 60 min u otro dentro de la hora.	<ul style="list-style-type: none"> •CarbotrapTM •CarbosievesTM SIII •TenaxTM GR •CarbopackTM •PorapakTM •Super QTM/Tenax GRTM •Cámara concentradora •Otro 	No posee ninguna restricción respecto de la aplicabilidad de la norma a nivel anual u horario. Una de las principales ventajas de estos analizadores, es que se obtienen series temporales de datos de concentración de COV, que permiten conocer las concentraciones horarias.

Abreviaturas de métodos analíticos:

- GC/MS = Gas chromatography/mass spectrometry. (cromatografía de gases/espectrometría de masa).
- GC/FID = Gas chromatography/flame ionization detector. (cromatografía de gases/detector de ionización de llama).
- GC/MD = Gas chromatography/multi-detector. (cromatografía de gases/detector de ionización de llama).
- PID = Fotoionización.



Sin perjuicio de lo anterior, a continuación, se describen los criterios específicos establecidos por esta Superintendencia para medir concentraciones de benceno en el aire, complementando lo descrito en la Tabla 1 y Tabla 2:

- En zonas donde se verifique la superación de la norma anual para benceno, se deberá implementar obligatoriamente, el método de medición continuo con resolución horaria, de manera de que sea posible evaluar los límites horarios de alerta, preemergencia y emergencia establecidos en el artículo 5° de la NPCA para Benceno.
- En cada sitio que se utilice métodos pasivos se deberán tomar muestras en duplicado.
- El periodo de muestreo en los métodos pasivos no podrá ser inferior a 24 horas ni mayor a 4 semanas.
- En el caso de uso de métodos pasivos antes de iniciar las mediciones oficialmente, se debe establecer el periodo adecuado de muestreo para cada zona de interés, esto con el fin de evitar saturación del tubo adsorbente. Para ello, se deberán realizar mediciones en un periodo no menor a 3 meses, y en los cuales se tenga conocimiento de concentraciones altas por contaminantes primarios o secundarios.
- El análisis de los tubos adsorbentes en los laboratorios deberá considerar controles de calidad, tales como: verificación de pureza, ensayos de blancos, ensayos de eficiencia de desorción, duplicados, entre otros. Por otra parte, el laboratorio acreditado deberá utilizar material de referencia y participar en comparaciones Inter laboratorios.
- En forma transitoria, y mientras no se implementen los laboratorios de ensayo acreditados según la norma ISO 17.025 en su versión vigente, para el análisis de muestras de benceno en tubos adsorbentes, las mediciones podrán ser realizadas siguiendo las metodologías descritas en el punto 7 “Referencias”.
- Los tubos adsorbentes utilizados para el muestreo de benceno o blancos en ningún caso podrán ser rellenados o alterados.
- Los tubos adsorbentes deben examinarse visualmente con frecuencia, debido a que estos pueden perder sus características originales producto de la vibración excesiva o el sorbente puede eventualmente deteriorarse. Por lo anterior, después de 100 ciclos de desorción o si antes de los 100 ciclos se verifica que no cumplen con los estándares o criterios de control de calidad del uso de tubos adsorbentes definidos por el laboratorio no podrán ser utilizados.
- En el caso de las mediciones con instrumentos de medición continua y automáticos, en forma transitoria y mientras no se implementen los laboratorios de ensayo y calibración acreditados según la norma ISO 17.025 vigente, y establecidos en la resolución exenta N°1449/2023 de la SMA; 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. Una vez ocurrido esto último, se deberán seguir las directrices de la resolución exenta N°1449/2023 de la SMA.
- Se excluye del muestreo de benceno el uso de tubos del tipo radial, y solo podrán utilizarse aquellos tubos del tipo axial, y que cumplan con las características de la Tabla 3. Por otra parte, también se excluyen los sistemas de muestreo destinados para otros fines como mediciones indoor o para condiciones laborales.

6. REPORTE

De acuerdo con el artículo 14 de la norma de calidad del aire para el benceno, los propietarios de una o más estaciones que fueran calificadas como EMRPG-COVs, deberán reportar a la SMA el resultado de la medición de benceno tanto para métodos automáticos como métodos pasivos, de



conformidad a las directrices, protocolos, requerimientos o instrucciones que señale esta Superintendencia.

7. REFERENCIAS

1. Norma Europea EN 14662-1:2006 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 264 Calidad del aire, cuya Secretaría desempeña DIN.
2. Norma Europea EN 14662-2:2006 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 264 Calidad del aire, cuya Secretaría desempeña DIN.
3. Norma Europea EN 14662-3:2016 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 264 Calidad del aire, cuya Secretaría desempeña DIN.
4. Norma Europea EN 14662-4:2006 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 264 Calidad del aire, cuya Secretaría desempeña DIN.
5. Norma Europea EN 14662-5:2006 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 264 Calidad del aire, cuya Secretaría desempeña DIN.
6. Method TO-1, Method for the Determination of Volatile Organic Compounds (VOCs) in Ambient Air Using Tenax[®] Adsorption and Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS), April, 1984.
7. Method TO-2, Method for the Determination of Volatile Organic Compounds (VOCs) in Ambient Air by Carbon Molecular Sieve Adsorption and Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS), April, 1984.
8. Method TO-17, Determination of Volatile Organic Compounds in Ambient Air Using Active Sampling Onto Sorbent Tubes, January, 1999.

8. ANEXO – MATERIALES DE TUBOS SORBENTES O ADSORBENTES

Para la selección de sorbente, se debe tener en consideración la temperatura máxima, superficie específica del sorbente y tasa de adsorción, siendo el tipo de sorbente más recomendado en mediciones con tubos pasivos es el Poli (2,6-difenil-p-fenileno óxido) para muestreo difusivo.

A continuación, se describen los tubos sorbentes o adsorbentes comerciales más utilizados de acuerdo con su composición.

Tabla 3. Tipos de tubos sorbentes o adsorbentes

Composición	Marca Comercial
Carbón grafitizado	Carbograph TM -1
Carbón grafitizado	Carbograph TM -4
Carbón grafitizado modificado	Carbopack TM X
Carbón grafitizado	Carbotrap TM B
Poliestireno	Chromosorb TM 106
Vinilpirrolidona	Porapak TM N
Tamiz molecular de carbono	Spherocarb TM
Poli (2,6-difenil-p-fenileno óxido)	Tenax TM TA

SEGUNDO. PUBLICIDAD. El texto de la presente resolución, será archivado en la Oficina de Partes de la SMA, y además, estará accesible al público en la página del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), sin perjuicio de su publicación en el Diario Oficial.



TERCERO. VIGENCIA. La presente resolución entrará en vigencia el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial.

ANÓTESE, COMUNÍQUESE, PUBLÍQUESE, CÚMPLASE Y ARCHÍVESE.

**MARIE CLAUDE PLUMER BODIN
SUPERINTENDENTA DEL MEDIO AMBIENTE**

BRS/JAA/CLV/CPH/JRF/ILC

Distribución:

- Ministerio del Medio Ambiente. Correo electrónico: oficinadepartessmma@mma.gob.cl
- División calidad del aire, Ministerio del Medio Ambiente. Correo electrónico: RToro.9@mma.gob.cl, mamin@mma.gob.cl, emesias@mma.gob.cl
- Gabinete, SMA.
- Fiscalía, SMA.
- División de Fiscalización, SMA.
- Oficina de partes y archivos, SMA

Expediente cero papel N°9830/2024

