



**ÁREA DE CALIDAD DEL AIRE
SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE
REGIÓN METROPOLITANA**

Anexo I.2.1

**BUFFER PARA APLICACIÓN DE RECAMBIO DE
CALEFACTORES**

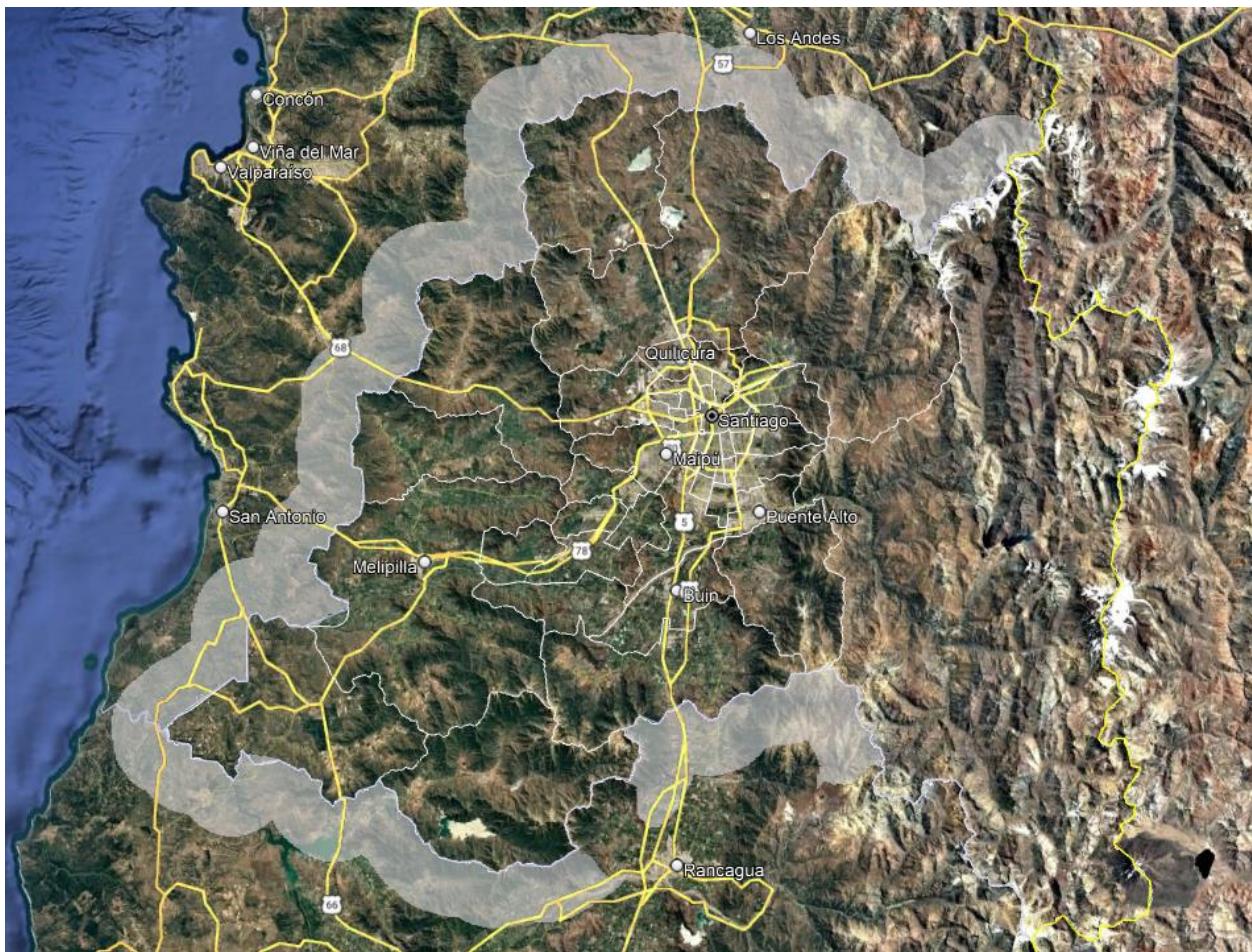
Versión: 01
Fecha: febrero 2026

ÍNDICE

I.	OBJETIVO.....	1
II.	JUSTIFICACIÓN	1
2.1	Contexto	1
2.2	Principio físico de continuidad atmosférica	2
2.3	Proporcionalidad espacial: buffer 10 km escenario conservador	2
2.4	Incidencia en la concentración basal de la Región Metropolitana.....	3
2.5	Coherencia con PPDA y con otros instrumentos de gestión ambiental vigentes	4
III.	CONCLUSIONES.....	5
IV.	CONSIDERACIONES PARA APLICACIÓN DEL BUFFER	6

I. OBJETIVO

El presente anexo tiene por finalidad contextualizar y dar lineamientos para la implementación de una zona Buffer a la Región Metropolitana (RM) para la aplicación del recambio de calefactores a leña que se ejecuta actualmente en la Zona B de la RM a través de los programas de compensación de emisiones (PCE) enmarcados en el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la RM (D.S. 31/2016 MMA). A continuación, se presenta una imagen referencial del Buffer:



II. JUSTIFICACIÓN

2.1 Contexto

Desde la entrada en vigencia del nuevo Plan de Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana de Santiago (D.S. N°31/2016) las medidas orientadas al fortalecimiento del instrumento compensación de emisiones, considerando las equivalencias gases-partícula, contenidas en las

conversiones de la tabla indicada en el Artículo 61 del Plan, han viabilizado más de 15.000 recambios de calefactores a la fecha (proyectándose más de 60.000 recambios hacia 2030), con un desplazamiento de emisiones a la fecha estimado en más de 330 toneladas anuales de Material Particulado Fino (MP2,5), el más agresivo para la salud de la población.

Un aspecto adicional a destacar es que los recambios, a diferencia de la zona sur del país, se han materializado sin subsidios y consecuentemente sin uso de recursos públicos, lo que refuerza la apreciación de la alta costo-efectividad de esta medida en la zona central del país, que ha sido posible con recursos privados, generando el beneficio correspondiente en los hogares beneficiados.

Hay que considerar también que el 22 de diciembre de 2025 el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático aprobó el proyecto definitivo de actualización del Decreto Supremo N°12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente, correspondiente a la norma primaria de calidad del aire para el Material Particulado Fino MP2,5¹.

La nueva norma busca aumentar de manera significativa el nivel de exigencia del estándar, de forma que el valor de la norma anual pasa de 20 ug/m³ a 15 ug/m³ y el de la norma diaria de 50 ug/m³ a 38 ug/m³. También se modifican los niveles que determinan la ocurrencia de episodios críticos de contaminación atmosférica para este contaminante, haciéndoles más estrictos a 5 años.

2.2 Principio físico de continuidad atmosférica

La dinámica atmosférica opera como un sistema físico continuo, el cual no reconoce límites administrativos. La cuenca de Santiago, determinada por su configuración geomorfológica y patrones de circulación predominantes, constituye una unidad atmosférica funcional donde los procesos de transporte, dispersión y acumulación de contaminantes ocurren de manera integrada.

Las zonas inmediatamente colindantes a los límites regionales comparten características topográficas, condiciones meteorológicas y patrones de uso residencial similares a aquellos presentes en la RMS. En consecuencia, las emisiones generadas en dichas áreas pueden contribuir a la carga contaminante que afecta la cuenca atmosférica de Santiago, especialmente bajo condiciones de estabilidad atmosférica.

2.3 Proporcionalidad espacial: buffer 10 km escenario conservador

La definición de un buffer de 10 km respecto del límite regional constituye una delimitación espacial acotada que permite intervenir calefactores a leña instalados en sectores con potencial incidencia sobre la calidad del aire de la RMS. El criterio adoptado se considera conservador, en tanto:

- Se restringe a una distancia compatible con la escala local-regional de influencia atmosférica.

¹ <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2026/01/Acuerdo-32-CMS-CC-2025.pdf>

- Mantiene proximidad territorial directa con la cuenca de Santiago.
- Durante episodios invernales críticos, caracterizados por baja altura de capa de mezcla, escasa ventilación y predominancia de condiciones estables, el material particulado presenta tiempos de residencia mayores que podría favorecer su transporte horizontal a escala de kilómetros.
- Un margen de 10 km evita extender el mecanismo a zonas cuya contribución potencial podría ser menor o incierta. Lo que se debe definir en estudios más detallados de dispersión de contaminantes.

2.4 Incidencia en la concentración basal de la Región Metropolitana

La concentración ambiental observada en la RMS resulta de la interacción entre emisiones, condiciones meteorológicas y procesos de dispersión atmosférica.

La reducción de emisiones provenientes de fuentes ubicadas dentro de una franja de 10 km del límite regional tiene potencial para disminuir la carga total de contaminantes que ingresa al sistema atmosférico que afecta la cuenca de Santiago.

En este contexto, la intervención de calefactores en dicha franja presenta potencial de incidencia efectiva sobre la concentración basal regional, particularmente durante episodios críticos donde la ventilación es limitada y la acumulación de contaminantes se intensifica.

Por tanto, desde una perspectiva de eficacia ambiental, la reducción de emisiones en esta zona resulta coherente con el objetivo de disminuir las concentraciones ambientales en la RMS y por lo tanto avanzar hacia el cumplimiento de las normas primarias de calidad ambiental asociadas a Material Particulado fino.

Lo anterior, ha sido estudiado, por ejemplo, en el estudio de “Macrozona” realizado por la Universidad de Santiago en el año 2015, donde se desprende que, atendida la dinámica de los vientos en la macrozona central del país, las emisiones generadas en la Quinta Región y la Sexta Región pueden transportarse a la Región Metropolitana e impactar en su calidad del aire.

Además, se debe tener presente que, desde fines de los años 90 a la fecha, la Comisión Nacional del Medio Ambiente, hoy Ministerio del Medio Ambiente, junto a distintos grupos de investigación, han desarrollado esfuerzos en abordar el problema de la contaminación atmosférica de gases y partículas en las ciudades de Santiago, Valparaíso y Rancagua a escala macrozonal. Estos esfuerzos técnicos y económicos se han centrado en el desarrollo de campañas de muestreo de contaminantes primarios y secundarios, para caracterizar la formación secundaria del material particulado fino, que impacta en la zona durante el periodo otoño-invierno, así como la formación de ozono troposférico y otros compuestos fotoquímicos durante el periodo estival. Se han desarrollado además esfuerzos por caracterizar el factor meteorológico de la macrozona central de Chile y por implementar herramientas de modelación atmosférica, que han sido base para el diseño e implementación de Planes de Descontaminación vigentes tanto en la Región Metropolitana, O’Higgins, Concón, Quintero, Puchuncaví y valle interior de la V región.

Los estudios de diagnóstico y análisis desarrollados muestran resultados relevantes, tales como la modulación del transporte de contaminantes bajo condiciones meteorológicas de alta presión en altura y desarrollo vaguadas costeras en superficie en Chile central (Garreaud et al, 2001). La implementación del modelo acoplado Hirlam-Match (Gallardo, L. 2002), mostró evidencias de una mayor contribución de la fundición Caletones (región de O'Higgins), a la carga de SO_x sobre la cuenca de Santiago, especialmente en la formación de sulfato asociado a partículas finas (MP2,5).

Gramsh E., et al (2006), a través de un análisis retrospectivo de filtros de MP10 y sus fracciones fina y gruesa, desarrollado para la actualización del PPDA de la RM, mostró que el comportamiento temporal de los elementos presentes en el Material Particulado (S, K, Cu, Se, Na y Cl), son un fuerte indicador de existencia de megafuentes ubicadas fuera de la Región Metropolitana. En efecto, el K es un indicador de la quema de leña, el S, Se y Cu, lo es de fundiciones de Cobre, mientras que el Na y Cl, son elementos de origen marino, cuya presencia en el interior de la Región Metropolitana corrobora en gran parte el transporte de contaminantes desde otras regiones hacia la RM.

Lo anterior es consistente con los resultados del estudio de distribución espacial de gases precursores de aerosoles secundarios (CMMCh, 2011), que indicó que el SO₂ y NH₃ presentan mayores concentraciones en el sector norte y sur de la RM, mientras que la distribución NO/NO₂ indica mayores concentraciones hacia el sector oriente de la RM.

Las diferencias en el régimen meteorológico, entre el periodo invierno y el periodo estival, han sido bien documentados, en especial el efecto del patrón sinóptico y sub-sinóptico de la zona central sobre la capa límite y su comportamiento diurno y nocturno (Garreaud, et al 2001). Lo anterior fue señalado por Schmitz y Falvey (2012), donde se encontró que durante el desarrollo de las brisas mar/tierra y valle/montaña, especialmente durante el periodo estival, el transporte de contaminantes que se observa es desde la zona de San Antonio hacia la Región Metropolitana y desde Santiago hacia Los Andes.

2.5 Coherencia con PPDA y con otros instrumentos de gestión ambiental vigentes

La delimitación espacial complementaria no modifica el ámbito territorial del PPDA de la Región Metropolitana ni altera las competencias administrativas establecidas en dicho instrumento.

El buffer de 10 km constituye exclusivamente un criterio orientado a optimizar la eficacia ambiental del mecanismo de compensación por recambio de calefactores, sin extender la aplicación normativa del PPDA fuera de su territorio.

Asimismo, la delimitación propuesta no pretende aplicarse en aquellas comunas donde exista una prohibición de utilización de calefactores, a fin de cumplir con el criterio de adicionalidad establecido en el PPDA RM.

- En dichos casos, prevalecerán los instrumentos ambientales correspondientes a cada territorio, evitando superposiciones regulatorias o interferencias entre planes.

- En consecuencia, la propuesta:
- No amplía la jurisdicción del PPDA de la Región Metropolitana.
- No sustituye ni interfiere con otros PDA regionales vigentes.
- No genera duplicidad de obligaciones.
- Se limita a incorporar un criterio espacial complementario para efectos operativos del mecanismo de compensación.

De esta manera, la delimitación planteada mantiene plena coherencia con el marco normativo vigente y resguarda la correcta articulación entre instrumentos de gestión ambiental regionales.

III. CONCLUSIONES

La incorporación de un buffer de 10 km como delimitación espacial complementaria para el mecanismo de compensación por recambio de calefactores tiene potencial de reducción de concentraciones de Material Particulado en la RM y por tanto está en línea con el objetivo del PPDA.

En resumen, la aplicación del recambio de calefactores en una zona buffer alrededor de la RM se fundamentada en:

- El principio de continuidad atmosférica.
- La escala de transporte del material particulado en condiciones críticas.
- Un criterio de proporcionalidad espacial conservador.
- Su potencial incidencia efectiva sobre la concentración basal de la RMS.
- Su coherencia con el objetivo ambiental del PPDA.

En consecuencia, la delimitación propuesta constituye un criterio técnico-operativo razonable, proporcional y orientado a maximizar la eficacia ambiental del mecanismo, sin alterar el marco normativo vigente.

Por otro lado, se considera necesario realizar estudios más acabados para definir en mayor detalle las zonas específicas dentro y fuera del buffer (polígonos) y el aporte efectivo de concentraciones de calefactores de la quinta y sexta región hacia la Región Metropolitana. Por lo que la aplicación del buffer de 10 kilómetros para el recambio de calefactores debe entenderse como una medida para reducir el impacto de las emisiones de la quema de leña residencial para calefacción en zonas aledañas a la RMS, la que estará sujeta a cambios dependiendo de los estudios y/o análisis que valide la autoridad para definir las zonas de aplicación.

Finalmente, se extiende la zona de aplicación para los programas de compensación de emisiones que consideran recambio de calefactores que se encuentran en desarrollo y nuevos programas de compensación de emisiones a través del recambio de calefactores.

IV. CONSIDERACIONES PARA APLICACIÓN DEL BUFFER

Para aplicar el recambio de calefactores en la zona buffer se considera lo siguiente:

- El recambio de calefactores en el buffer de 10 km corresponde a una **alternativa que podrá ser aplicable durante 2026** por titulares de proyectos con exigencia de compensación vigente o nuevos programas de compensación que ejecuten sus actividades en este periodo².
- El buffer de 10 km excluye a las zonas donde existe prohibición de utilización de calefactores a leña (comunas de Rancagua y Machalí).
- El recambio de calefactores en la zona Buffer solo permite modificar la zona de aplicación del recambio de calefactores, por lo que la ejecución de los programas de compensación de emisiones debe cumplir con todos los otros criterios de compensación y las condiciones establecidas en el programa de compensación ya aprobado. Se recalca que en ningún caso se aceptarán recambios que no cumplan con los criterios de compensación, por ejemplo, el criterio de adicionalidad, es decir, que un recambio no debe sumarse a otras obligaciones o medidas que se vayan a ejecutar de manera independiente al PCE en ejecución.
- Es responsabilidad del Titular del proyecto con exigencia de compensación velar porque el recambio no exceda los límites del Buffer publicado en este apéndice.
- El Buffer a considerar como referencia es el publicado en la página <https://airerm.mma.gob.cl/> en formato KMZ.

² La alternativa será evaluada por la autoridad durante este periodo, para definir posibles modificaciones del polígono de aplicación del recambio y su aplicabilidad en el tiempo.