

Los peligros de la mala calidad de aire:

Un llamado a la acción sobre lo estructural para una reactivación económica sustentable postpandemia

COMITÉ
CIENTÍFICO
DE CAMBIO
CLIMÁTICO



Los peligros de la mala calidad de aire: Un llamado a la acción sobre lo estructural para una reactivación económica sustentable postpandemia

COMITÉ
CIENTÍFICO
DE CAMBIO
CLIMÁTICO



Autores

Macarena Valdés^{1,2}, Laura Gallardo^{1,3}, Alex Boso⁴, Jonathan Barton⁵, Nicolás Huneeus^{1,3}, Jorge Jiménez⁶, Héctor Jorquera⁵, Rodrigo Seguel^{1,3}, Alejandra Schueftan⁷ y Anahí Urquiza^{1,8}.

- 1 Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Chile.
- 2 Escuela de Salud Pública, Universidad de Chile.
- 3 Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- 4 Núcleo en Ciencias Sociales y Humanidades, Centro Butamallín de Investigación en Cambio Global, Universidad de la Frontera, Chile.
- 5 Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), Pontificia Universidad Católica de Chile.
- 6 Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Concepción, Chile.
- 7 Instituto Forestal, Ministerio de Agricultura, Chile.
- 8 Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.

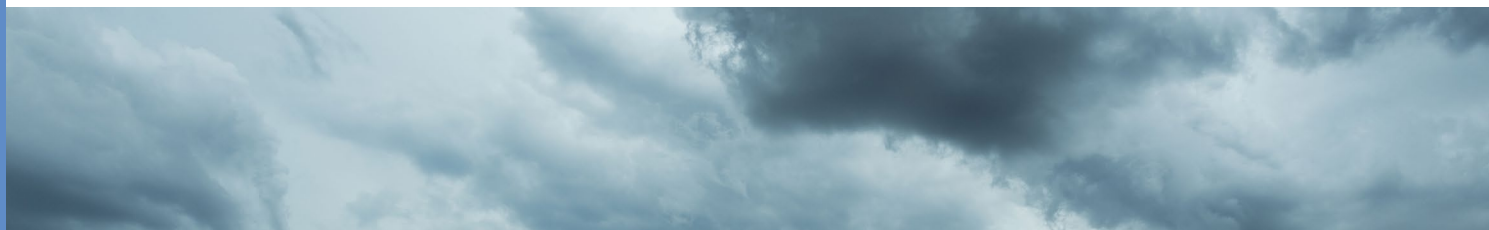
Citar como:

Valdés, Macarena, Laura Gallardo, Alex Boso, Jonathan Barton, Nicolás Huneeus, Jorge Jiménez, Héctor Jorquera, Rodrigo Seguel, Alejandra Schueftan y Anahí Urquiza (2020). *Los peligros de la mala calidad de aire: Un llamado a la acción sobre lo estructural para una reactivación económica sustentable postpandemia*. Santiago: Comité Científico Asesor de Cambio Climático; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Edición: Miguelángel Sánchez

Diseño: www.negro.cl

Foto portada: www.istockphoto.com



Resumen

Existen antecedentes de que la contaminación ambiental se asocia con la incidencia y mortalidad de enfermedades respiratorias y cardiovasculares y que durante la pandemia ha empeorado los indicadores de incidencia y mortalidad del covid-19.

En grandes áreas metropolitanas como Santiago, Concepción y Valparaíso, donde el material particulado se emite principalmente por fuentes móviles, resulta fundamental afianzar y acelerar cambios en los patrones de movilidad de la población, facilitando la adopción de nuevas modalidades de trabajo y flexibilizando los horarios. Parece oportuno invertir en la ampliación y mejora de vías segregadas para los vehículos de transporte público, además de crear y expandir ciclovías y espacios peatonales que favorezcan modos saludables y seguros de transporte, y realizar cambios reglamentarios que permitan la reconversión de vehículos a gasolina hacia vehículos eléctricos. Todo lo anterior tendría un impacto positivo sobre la productividad y la creación de empleo, a través de inversiones en infraestructura y el desarrollo de emprendimientos locales. En la zona sur del país, estimular y ampliar los programas de mejoramiento térmico de viviendas, una mayor incorporación de fuentes de energías limpias, preferentemente renovables y no convencionales para calefacción, y la generación de empleos alternativos a la recolección y provisión de leña, se alzan como las mejores alternativas para disminuir la contaminación del aire. La mejora en el estándar térmico de las viviendas permitiría avanzar al desarrollo de sistemas de calefacción distrital. Los cambios legales para la incorporación de energía geotérmica de baja entalpía se hacen pertinentes cuando se tienen viviendas energéticamente eficientes.

Introducción

A fines de julio de 2020, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) junto a la Organización Panamericana de la Salud (OPS) declararon en su informe sobre covid-19 que debe existir convergencia entre la salud y la economía, ya que «sin salud no hay economía». Esta premisa nos lleva a pensar en el impacto que esta pandemia ha tenido y cuán cierto hay en la idea planteada por las organizaciones, en especial en contextos tan frágiles como el chileno, en el que la inequidad y los determinantes sociales de salud han agudizado los efectos de la pandemia. Esto redundo en la necesidad de contar con recursos para hacer frente a la situación sanitaria y una reactivación económica que involucre una convergencia con el sector salud.

Respecto de la calidad del aire, aun cuando existen recursos orientados a disminuir los niveles de contaminación —por ejemplo, los planes de descontaminación—, es relevante mencionar que esos recursos se utilizan en función de la declaración de zona saturada por un contaminante, lo cual presumiblemente implica que las personas en esos territorios ya están sufriendo efectos en su salud. Así, el Ministerio del Medio Ambiente informó en el reporte del ambiente del año 2019 que se gastan más de USD 2.500 millones en salud, atribuibles al exceso de contaminación por $MP_{2,5}$. Este gasto se produce por la exposición a un solo contaminante, por lo cual se infiere que si se incorporara el impacto en salud de otros contaminantes como los óxidos de nitrógeno, el carbono negro o el ozono, este gasto podría ser mayor (MMA, 2020a).

Si bien en diversos medios —entre ellos la revista científica *Nature*— se menciona que ha habido una reducción de las emisiones de contaminantes del aire, también no es ingenuo pensar que la reactivación económica podría tener efectos negativos en nuestro ambiente si no existen cambios estructurales que converjan con la salud planetaria. Parece ser no solo una oportunidad, sino una necesidad el orientar los esfuerzos de reactivación económica de Chile en un marco que favorezca las medidas para el reemplazo de combustibles fósiles por energías limpias, y mejorar la eficiencia energética para reducir el consumo de energía.

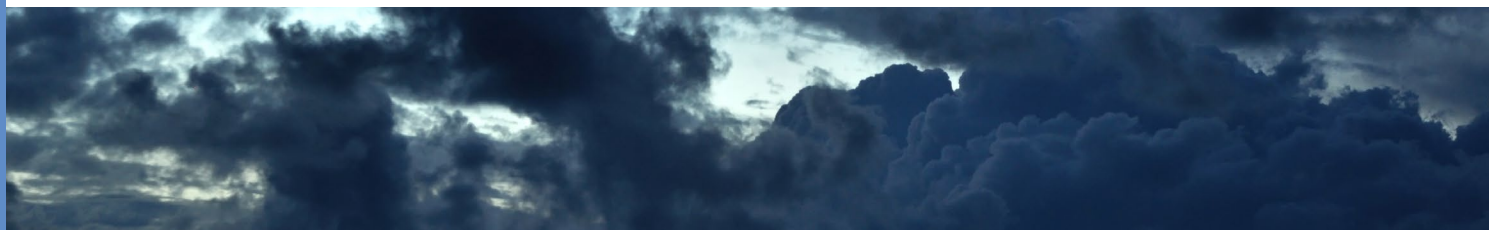
A continuación, se detalla la relación que existe entre contaminación y salud, cómo la contaminación ha impactado los indicadores sanitarios de covid-19, y se enuncian algunas propuestas para mitigar las emisiones dentro del contexto de reactivación sustentable.

Antecedentes sobre la contaminación de aire y sus efectos en la salud

Contaminantes como el MP_{10} y $MP_{2,5}$ (partículas de tamaños menores a 10 y 2,5 micras) son capaces de alcanzar nuestros pulmones irritando las mucosas del sistema respiratorio. En el caso del $MP_{2,5}$, la partícula atraviesa los pulmones ingresando al torrente sanguíneo y dispersándose en todo el cuerpo, lo que afecta sobre todo al corazón y causa infartos. Además, una exposición crónica a contaminantes del aire implica un deterioro del sistema inmunitario o defensas, lo que reduce la capacidad de reaccionar frente a distintas amenazas como virus y bacterias. Esto hace que en ambientes contaminados sea frecuente la incidencia de enfermedades infecciosas, respiratorias, cardiovasculares e incluso cáncer.

En el contexto de la actual pandemia, se analizó la evidencia disponible en la relación entre contaminación del aire y covid-19. Se encontró en 27 de 28 artículos publicados una correlación positiva entre la tasa de incidencia o mortalidad por covid-19 y la contaminación por $MP_{2,5}$, con peores indicadores en los lugares más expuestos a contaminación (Bhaskar et al., 2020). En Chile, el «Informe a las naciones» del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) (Hunneus et al., 2020) destacó que en las comunas del centro y sur de Chile, por cada aumento de exposición crónica a $MP_{2,5}$ —considerando como exposición crónica al promedio anual—, aumentaba en 2% la tasa de incidencia y en 3% la tasa de mortalidad por covid-19, incluso teniendo en cuenta el ajuste de variables sociodemográficas como el índice de vejez, el hacinamiento medio o la movilidad media durante la pandemia, entre otras variables. Esto significa que si tenemos una población de alrededor de 18 millones de personas y se produce un aumento de la concentración promedio en solo un microgramo del $MP_{2,5}$ durante un año, en lugar de tener 400.000 infectados, tendríamos 408.000, y en lugar de tener 12.000 muertos, tendríamos 12.360. En ese sentido, el ambiente como parte de los determinantes sociales de salud ha jugado un rol relevante en la profundización de los efectos de la pandemia.

Algo curioso es que aun cuando se ha descrito el mejoramiento de la calidad del aire en varias ciudades durante esta pandemia, la situación en Chile ha sido bastante heterogénea. En el informe de las naciones mencionado se detalla que durante la primera cuarentena (de marzo a abril), el $MP_{2,5}$ bajó hasta 92% (comparando con el año 2019 en el mismo periodo) en las comunas de la Región Metropolitana que estuvieron en cuarentena, mientras que las comunas que no tuvieron restricción solo redujeron la concentración en 42%. En esta región, la principal fuente de contaminación de $MP_{2,5}$ es el tráfico vehicular, por lo que la disminución era esperable. Por otro lado, el ozono (O_3), que es un contaminante secundario —es decir, se forma en la atmósfera por la presencia de otros contaminantes—, aumentó durante el confinamiento la región; esto podría explicarse por la participación de la luz del sol, ya que el O_3 se forma a través de procesos fotoquímicos, no limitados por la restricción vehicular (Hunneus et al., 2020). Lo anterior pone en perspectiva dos cosas: primero, que aunque hubo una reducción importante de las emisiones provenientes del tráfico vehicular debido al confinamiento, la concentración de contaminantes sigue en niveles por sobre lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud; segundo, que las políticas para la mejora de la calidad del aire orientadas a la fuentes vehiculares son insuficientes y deben ser complementadas con medidas que mejoren la eficiencia energética y promuevan la disminución del consumo energético.



Reactivación económica sustentable postpandemia

Para una reactivación económica, es fundamental iniciar las actividades cuidando la salud de la población de manera equitativa, además de ir avanzando simultáneamente en la agenda política para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El contexto de cambio climático y la pandemia han hecho evidentes las inequidades en salud, energía y seguridad social, por lo que es fundamental poner en marcha una reactivación económica sustentable con medidas transformacionales de mitigación y adaptación (Moser et al., 2019) que nos permitan prepararnos de rápida forma a los desafíos del Antropoceno.

Respecto de la calidad del aire, desde la década de 1990 (Gallardo et al., 2018; Reyes et al., 2019; Seguel et al., 2020) se han hecho esfuerzos importantes para reducir los niveles de contaminación, los cuales han tenido resultados positivos sobre todo en Santiago, pero insuficientes en el resto del país. En zonas urbanas del centro y sur de Chile, el uso residencial de leña para calefacción y cocina da lugar a episodios que se asocian a aumentos en la incidencia de enfermedades respiratorias (Hunneus et al., 2020).

Chile debería reorientar su acción acentuando y acelerando políticas y medidas de cambios estructurales para enfrentar los efectos crónicos en morbilidad y mortalidad, la inequidad social y ambiental de nuestras poblaciones y urbes, de una manera coherente con las políticas y medidas climáticas (Gallardo et al., 2020; MMA, 2020b; Muñoz et al., 2019). Enfrentar este desafío no solo es una oportunidad para mejorar la calidad de vida de la población, reducir emisiones y gastos en salud, sino que además permitiría la generación de empleo a diferentes escalas, desde un enfoque de recuperación económica sostenible. El Fondo Monetario Internacional (FMI) ha motivado la recuperación verde, en consonancia con la iniciativa de crecimiento verde impulsada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). En el periodo posterior a la pandemia emergerá la oportunidad de acelerar la acción climática de Chile (MMA, 2020b), disminuyendo al mismo tiempo la vulnerabilidad visibilizada durante esta pandemia.

En el caso de las grandes áreas metropolitanas como Santiago, Concepción y Valparaíso, donde el material particulado se asocia de modo importante pero no exclusivo a fuentes móviles (Barraza et al., 2017; Mazzeo et al., 2018), resulta fundamental afianzar y acelerar cambios en los patrones de movilidad de la población, facilitando la adopción de nuevas modalidades de trabajo y flexibilizando los horarios. También es oportuno invertir en la ampliación y mejora de vías segregadas para los vehículos de transporte público, junto con la creación y expansión de ciclovías y espacios peatonales, para favorecer modos saludables y seguros de transporte. Por otro lado, cambios reglamentarios podrían permitir la reconversión de vehículos a gasolina hacia vehículos eléctricos. Todo esto puede tener un impacto positivo sobre la productividad y la creación de empleo, a través de inversiones en infraestructura y el desarrollo de emprendimientos locales.

Las ciudades del centro y sur de Chile exhiben altos niveles de pobreza energética, vale decir, bajos niveles de ingresos, altos costos de energía y bajos niveles de eficiencia energética residencial, que redundan en el excesivo uso de leña para calefacción por su asequibilidad, accesibilidad y poder calorífico (Boardman, 2013; Urquiza et al., 2019). Esto conlleva una alta exposición a contaminación intra y extradomiciliaria, malas condiciones de habitabilidad (confort) de las viviendas y alto gasto de los hogares en energía, en especial para calefacción (Billi et al., 2018; Jorquera et al., 2018; Villalobos et al., 2017). La pandemia puede llevar a exacerbar esta situación al aumentar la permanencia en los hogares y con ello el consumo de leña, lo que genera una mayor exposición a agentes contaminantes. Ello hace perentorio estimular y ampliar los programas de mejoramiento térmico de viviendas; aumentar la incorporación de fuentes de energías limpias, preferentemente renovables y no convencionales para calefacción; y generar empleos alternativos a la recolección y provisión de leña. La mejora en el estándar térmico

de las viviendas permitiría avanzar al desarrollo de sistemas de calefacción distritales y otras tecnologías más eficientes y menos contaminantes, lo que significaría también una medida en favor del empleo para impulsar la economía local.

Los cambios legales para la incorporación de energía geotérmica de baja entalpía también son pertinentes cuando se tienen viviendas energéticamente eficientes. En cualquier caso, todas las iniciativas deberán ser adaptadas a las realidades locales, contemplando una combinación de medidas de corto, mediano y largo plazo con participación ciudadana para identificar las mejores alternativas (Barton, Krellenberg y Harris, 2015; Boso, Oltra y Hofflinger, 2019; Boso et al., 2020).

En Chile, como en el mundo, se debe entender que clima, contaminación atmosférica, enfermedades no transmisibles y ahora covid-19 tienen causas y soluciones comunes (Figueres, Landrigan y Fueller, 2018). Es importante que estas soluciones se integren con las medidas de reactivación económica con un enfoque transformacional —incorporando medidas de mitigación y adaptación estructurales—, para así lograr una salida sostenible de la crisis actual. Por ello, una recomendación final es que las contribuciones nacionalmente determinadas sirvan como marco de planificación para la reactivación sostenible. ●

Referencias

- Barraza, F., F. Lambert, H. Jorquera, A. M. Villalobos y L. Gallardo (2020). Temporal evolution of main ambient PM_{2.5} sources in Santiago, Chile, from 1998 to 2012. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17, 10.093-10.107. doi: [10.5194/acp-17-10093-2017](https://doi.org/10.5194/acp-17-10093-2017).
- Barton, J. R., K. Krellenberg y J. M. Harris (2015). Collaborative governance and the challenges of participatory climate change adaptation planning in Santiago de Chile. *Climate and Development*, 7, 175-184. doi: [10.1080/17565529.2014.934773](https://doi.org/10.1080/17565529.2014.934773).
- Bhaskar, A., J. Chandra, D. Braun, J. Cellini y F. Dominici (2020). Air pollution, SARS-CoV-2 transmission, and covid-19 outcomes: A state-of-the-science review of a rapidly evolving research area. *MedRxiv*, 20175901. doi: [10.1101/2020.08.16.20175901](https://doi.org/10.1101/2020.08.16.20175901).
- Billi, M., C. Amigo, R. Calvo y A. Urquiza (2018). Economía de la pobreza energética: ¿Por qué y cómo garantizar un acceso universal y equitativo a la energía? *Economía y política*, 5, 35-65. doi: [10.15691/07194714.2018.006](https://doi.org/10.15691/07194714.2018.006).
- Boardman, B. (2013). *Fixing fuel poverty: Challenges and solutions*. Londres: Routledge. doi: [10.4324/9781849774482](https://doi.org/10.4324/9781849774482).
- Boso, A., C. Oltra y Á. Hofflinger (2019). Participation in a programme for assisted replacement of wood-burning stoves in Chile: The role of sociodemographic factors, evaluation of air quality and risk perception. *Energy Policy*, 129, 1.220-1.226. doi: [10.1016/j.enpol.2019.03.038](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.03.038).
- Boso, A., J. Garrido, B. Álvarez, C. Oltra, Á. Hofflinger y G. Gálvez (2020). Narratives of resistance to technological change: Drawing lessons for urban energy transitions in southern Chile. *Energy Research and Social Science*, 65, 101473. doi: [10.1016/j.erss.2020.101473](https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101473).
- Figueres, C., P. J. Landrigan y R. Fuller (2018). Tackling air pollution, climate change, and NCDs: Time to pull together. *Lancet*, 392, 1502-1503. doi: [10.1016/S0140-6736\(18\)32740-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32740-5).
- Gallardo, L., F. Barraza, A. Ceballos, M. Galleguillos, N. Huneeus, F. Lambert, C. Ibarra, M. Munizaga, R. O'Ryan, M. Osses, S. Tolvet, A. Urquiza y K. D. Véliz (2018). Evolution of air quality in Santiago: The role of mobility and lessons from the science-policy interface. *Elementa* 6, 38 (2018). doi: [10.1525/elementa.293](https://doi.org/10.1525/elementa.293).
- Gallardo, L., K. Basoa, S. Tolvet, M. Osses, N. Huneeus, S. Bustos, J. Barraza y G. Ogaz (editores) (2020). *Mitigación de carbono negro en la actualización de la contribución nacionalmente determinada de Chile* (Resumen para tomadores de decisión). Santiago: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 para el Ministerio del Medio Ambiente a través de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la iniciativa Supporting National Action and Planning on Short-Lived Climate Pollutants (SNAP). Disponible en <http://www.cr2.cl/carbononegro/>.
- Huneeus, N., A. Urquiza, E. Gayó, M. Osses, R. Arriagada, M. Valdés, N. Álamos, C. Amigo, D. Arrieta, K. Basoa, M. Billi, G. Blanco, J. P. Boisier, R. Calvo, I. Casielles, M. Castro, J. Chahuán, D. Christie, L. Cordero, V. Correa, J. Cortés, Z. Fleming, N. Gajardo, L. Gallardo, L. Gómez, X. Insunza, P. Iriarte, J. Labraña, F. Lambert, A. Muñoz, M. Opazo, R. O'Ryan, A. Osses, M. Plass, M. Rivas, S. Salinas, S. Santander, R. Seguel, P. Smith y S. Tolvet (2020). *El aire que respiramos: Pasado, presente y futuro. Contaminación atmosférica por MP_{2.5} en el centro y sur de Chile* (Informe a las naciones). Santiago: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2. Disponible en <https://www.cr2.cl/contaminacion/>.
- Jorquera, H., F. Barraza, J. Heyer, G. Valdivia, L. N. Schiapacasse y L. D. Montoya (2018). Indoor PM_{2.5} in an urban zone with heavy wood smoke pollution: The case of Temuco, Chile. *Environmental Pollution*, 236, 477-487. doi: [10.1016/j.envpol.2018.01.085](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.085).
- Mazzeo, A., N. Huneeus, C. Ordoñez, A. Orfanoz-Cheulaf, L. Menut, S. Mailler, M. Valari, H. Denier van der Gon, L. Gallardo, R. Muñoz, R. Donoso, M. Galleguillos, M. Osses y S. Tolvet (2018). Impact of residential combustion and transport emissions on air pollution in Santiago during winter. *Atmospheric Environment*, 190, 195-208. doi: [10.1016/j.atmosenv.2018.06.043](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.06.043).
- MMA, Ministerio del Medio Ambiente de Chile (2020a). *Quinto reporte del estado del medio ambiente*. Santiago: MMA. Disponible en <https://sinia.mma.gob.cl/quinto-reporte-del-estado-del-medio-ambiente/>.
- (2020b). *Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC) de Chile: Actualización 2020*. Disponible en <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/07/Espanol-21-julio.pdf>.
- Moser, S., P. Aldunce, A. Rudnick, M. Rojas y L. Muñoz (2019). *Transformación desde la ciencia a la toma de decisiones* (Resumen de política). Santiago: Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile.
- Muñoz, J. C., J. Barton, D. Frías, A. Godoy, W. Bustamante Gómez, S. Cortés, M. Munizaga, C. Rojas y E. Wagemann (2019). *Ciudades y cambio climático en Chile: Recomendaciones desde la evidencia científica*. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- Reyes, R., A. Schueftan, C. Ruiz y A. D. González (2019). Controlling air pollution in a context of high energy poverty levels in southern Chile: Clean air but colder houses? *Energy Policy*, 124, 301-311. doi: [10.1016/j.enpol.2018.10.022](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.10.022).
- Seguel, R. J., L. Gallardo, Z. L. Fleming y S. Landeros (2020). Two decades of ozone standard exceedances in Santiago de Chile. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 13, 593-605. doi: [10.1007/s11869-020-00822-w](https://doi.org/10.1007/s11869-020-00822-w).
- Urquiza, A., C. Amigo, M. Billi, R. Calvo, J. Labraña, T. Oyarzún y F. Valencia (2019). Quality as a hidden dimension of energy poverty in middle-development countries: Literature review and case study from Chile. *Energy and Buildings*, 204, 109463. doi: [10.1016/j.enbuild.2019.109463](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109463).
- Villalobos, A. M., F. Barraza, H. Jorquera J. J. y Schauer (2017). Wood burning pollution in southern Chile: PM_{2.5} source apportionment using CMB and molecular markers. *Environmental Pollution*, 225, 514-523. doi: [10.1016/j.envpol.2017.02.069](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.069).

COMITÉ CIENTÍFICO DE CAMBIO CLIMÁTICO



Financiado por
la Unión Europea



NACIONES UNIDAS



La presente publicación ha sido elaborada con el apoyo financiero de la Unión Europea. Su contenido es responsabilidad exclusiva del Comité Científico Asesor de Cambio Climático y no necesariamente refleja los puntos de vista de la Unión Europea.