

**De:** [Soledad Fuentealba](#)  
**A:** [normatermoelectricas](#)  
**Asunto:** HUASCO -5  
**Fecha:** jueves, 30 de abril de 2020 19:50:04  
**Archivos adjuntos:** [Huasco2-revisión norma termoelectricas.docx](#)  
[EPU Huasco-Chile.docx](#)  
[Comunicado EPU Coalision Vivir Aire Limpio..pdf](#)  
[Salud termo Norte Chile.pdf](#)  
[Contaminación Chile .pdf](#)

---

Sres:  
Ministerio del Medio Ambiente  
Presente

Adjunto envío antecedentes para ser incorporados en el proceso de revisión de la Norma de Termoelectricas, Rex. 130 del 12 febrero 2020.

Le saluda atte. a Ud.

Soledad Fuentealba Triviño

**Coalición Nacional de Comunidades por el Derecho a Vivir con un Aire Limpio.**

**Exposición de Niños y Comunidades a Metales Pesados y Contaminantes del Aire en las Zonas de Sacrificio de Chile.<sup>1</sup>**

**Julio 2018**

---

<sup>1</sup> Este informe se basa en un trabajo realizado en conjunto durante un Conclave celebrado el 16 de junio del 2019 en las dependencias de la Fundación FES, Santiago, a la cual asistieron las siguientes organizaciones : Asociación Gremial Regional de Ex Funcionarios de ENAMI Fundición y Refinería Las Ventanas, Quinta Región, Caminante de la Niebla de Mejillones, Mejiambiente de Mejillones, Este Polvo Te Mata de Antofagasta, Corporación Yareta de Calama, Coordinadora Defensa Rio Loa de Calama, Red de Mujeres del Loa de Calama, Más Antofagasta de Taltal, SOS Huasco de Huasco, AMPARES de Copiapo-Tierra Amarilla, Mujeres Zona Sacrificio en Resistencia de Quintero y Puchuncaví, Sindicato de Pescadores Septiembre 24 de Quintero, Frente Defensa de Coronel.

## Coalición Nacional de Comunidades por el Derecho a Vivir con un Aire Limpio.

### Informe

**Exposición de Niños y Comunidades a Metales Pesados y Contaminantes del Aire en las Zonas de Sacrificio de Chile.**

*Comunicación para el Examen Periódico Universal, (EPU) Chile, julio 2018.*

### Resumen

**Palabras claves:** zonas de sacrificio, normas de calidad primaria respirables, normas de emisiones, planes de descontaminación y prevención aéreas, derecho a la vida, derecho a la salud, derecho a un ambiente libre de contaminación.

1. Numerosos estudios científicos confirman los diversos daños a la salud, que provoca la exposición a contaminantes aéreos<sup>2</sup>. Particular preocupación son las secuelas neurológicas de por vida en niños producto de contaminantes tales como: Plomo, Mercurio, Arsénico, Cadmio, Vanadio y MP. Chile posee una normativa de calidad del aire que somete a sus ciudadanos a concentraciones de contaminantes respirables muy por encima a lo recomendado como “Valores Guía de Calidad” de la Organización Mundial de la Salud, situación que vulnera nuestros derechos fundamentales a la Vida, Salud y Ambiente, discriminándonos a quienes vivimos en las cercanías de zonas industriales (termoeléctricas a carbón, fundiciones, refinerías, mineras, entre otras) a un permanente riesgo de contraer enfermedades, debido a estas injustas cargas ambientales.

### Antecedentes

2. Chile ha basado su crecimiento económico en la generación y exportación de materias primas donde destacan: cobre y minerales, celulosas, harina de pescado, entre otros, actividades productivas altamente demandantes de energía, siendo la minería quien consume el 36% de toda la eléctrica generada en el país. La actividad minera en su creciente demanda por electricidad, durante la última década fue el promotor de la puesta en funcionamiento de 15 termoeléctricas a carbón en Chile, generación eléctrica que en la actualidad provee el 40% del consumo nacional.

3. En el año 2010, Chile ingresa la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), por ser evaluado internacionalmente como un país confiable para la inversión extranjera, al poseer instituciones sólidas y una estabilidad social y política ejemplar para otros países en vía de desarrollo. En el año 2016 el PIB nacional alcanzó los US\$13.700, ubicándonos entre los más altos de Latinoamérica, no obstante debido a una inadecuada planificación territorial, normas ambientales inexistentes, se habían emplazado a lo largo el país, “Complejos

<sup>2</sup> Ruiz-Rudolph P, Arias N, Pardo S, Meyer M, Mesias S, Galleguillos C, Schiattino I, Gutierrez L. Impact of Large Industrial Emission Sources on Mortality and Morbidity in Chile: A Small-Areas Study. Environ Int. 2016 Jul-Aug;92-93:130-8. doi: 10.1016/j.envint.2016.03.036. Epub 2016 Apr 19. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27104670>

Rojas J, Espinoza M. El Impacto de la Contaminación del Aire en el Aprendizaje Escolar. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - Universidad de Santiago de Chile. 2017. <http://www.pucv.cl/uuaa/facea/noticias/estudio-advierte-sobre-los-efectos-de-la-contaminacion-en-el-bajo/2017-10-25/125049.html>

Sociedad Chilena de Pediatría (2018). L. T. S. C., de Salud, K. Y. V. P., & Ambiental, E. D. S. P. Informe para Chile Sustentable. <https://docplayer.es/78122919-Informe-para-chile-sustentable-salud-infantil-y-la-exposicion-a-contaminantes-provenientes-de-termoelectricas-a-carbon-en-chile.html>

Comisión Lancet sobre Contaminación y Salud, 2018. [https://www.thelancet.com/pb-assets/Lancet/stories/commissions/pollution-2017/spanish\\_translation.pdf?code=lancet-site](https://www.thelancet.com/pb-assets/Lancet/stories/commissions/pollution-2017/spanish_translation.pdf?code=lancet-site)

Industriales Mineros y Energéticos” en forma alemana a zonas pobladas, donde fueron expuestos trabajadores y comunidades a altas concentraciones de contaminantes peligrosos para la salud y la vida, (Material Particulado, SO<sub>2</sub>, Arsénico, Plomo, Cadmio, NO<sub>2</sub>, Mercurio entre otros), creándose bajo el alero de la indiferencia y negligencia del Estado de Chile las denominadas “Zonas de Sacrificio” de: Mejillones, Antofagasta, Calama, Taltal, Huasco, Tierra Amarilla Copiapó, Quintero, Puchuncaví y Coronel.

4. Las “Zonas de Sacrificio”, se pueden definir como territorios donde el Estado de Chile ha autorizado y/o impuesto la decisión de concentrar la instalación de empresas e industrias con características de: molestas, peligrosas, insalubres, justificándolo por el rol estratégico que dichas instalaciones cumplen para el “crecimiento económico del país”<sup>3</sup>. (Conclave Alcaldes Zonas de Sacrificio, Puchuncaví, mayo 2014). A continuación se revisan algunas de las principales “Zonas de Sacrificio del País”.

**5. Zona de Mejillones.** Mejillones es una comuna con una población de 13.467 habitantes, en ella se emplazan 33 industrias que prestan servicios a la minería, 8 termoeléctrica a carbón ENGIE Y AES Gener y 6 a ciclo combinado (gas y petróleo). A menos de un kilómetro de la población se encuentra ENAEX, la planta de explosivo más grande a nivel mundial, también dentro de esta misma zona esta GNL. Existen plantas fundidoras, tanques de ácido sulfúrico, petróleo, cemento, el mega puerto. Terminal Mejillones que posee un almacenamiento de metales pesados (plomo, zinc) y se encuentra además Corpesca como procesadora de harina de pescado.

6. Según el departamento de estadística e información de salud (DEIS) y lo antecedentes otorgados por el Hospital Comunitario de Mejillones, durante las últimas dos décadas, la tasa de mortalidad se concentra principalmente en diversos tipos de tumores (tumores malignos bronquios y pulmón), enfermedades al sistema circulatorio (infarto agudo al miocardio), enfermedades del sistema digestivo como tumores maligno del estómago, enfermedades vinculadas al sistema respiratorio.

7. En la actualidad Mejillones no cuenta con un plan de emergencia medioambiental comunal en caso de una catástrofe natural (terremotos, tsunamis, etc.) o por falla humana que pueda afectar a la población alemana a las empresas.

8. Considerando que a corto plazo, lamentablemente las empresas se mantendrán en la localidad, es relevante: a) Generar medidas de control y fiscalización en cuanto a las normas medioambientales y mejorar estos estándares. b) Invertir en tecnologías que disminuyan la contaminación de sus procesos dentro de sus empresas. c) Disminuir la contaminación al mar y el medio ambiente. d) Que las empresas contribuyan en materia de salud, es decir acceso a una medicina de calidad, indemnización por enfermedades cancerígenas vinculadas al daño que generan los procesos industriales.

**9. Zona de Sacrificio Antofagasta.** La Comuna de Antofagasta es una ciudad portuaria y capital de la región minera que lleva su nombre. Tiene una población de 360.000 habitantes. El Puerto de Antofagasta administrado por el estado ha sido una permanente fuente de contaminación atmosférica por metales pesados, por ser un eslabón de la mega y ultraextractivista industria minería del cobre, que impacta la calidad del aire, los suelos urbanos, el ecosistema marino y la salud de niños y niñas<sup>4</sup> de establecimientos educacionales cercano a él, trabajadores, pacientes de establecimientos de salud y de vecinos y vecinas que habitan en sus inmediaciones.<sup>5</sup> Situación

<sup>3</sup> <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmID=18137&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION>

<sup>4</sup> <https://www.biobiochile.cl/noticias/2015/01/23/galpon-de-acopio-de-cobre-en-antofagasta-seria-el-foco-contaminante-de-arsenico-y-plomo-en-ninos.shtml>

<sup>5</sup> Tapia, JS., Valdés, J., Orrego, R., Tchernitchin, A., Dorador, C., Bolados, A., Harrod, C. (2018) Geologic and anthropogenic sources of contamination in settled dust of a historic mining port city in northern Chile: health risk implications. PeerJ 6:e4699; DOI

similar genera la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Antofagasta, la que emite gases contaminantes que afectan un gran sector de la comuna como lo ocurrido en el Liceo Industrial<sup>6</sup>.

10. Es impresentable que en Chile la normativa ambiental sea tan reciente que muchos procesos productivos operan sin ser evaluados ambientalmente, y es más nefasto que empresas estatales utilicen el mismo subterfugio legal para operar impunemente en contra de la población. Estos focos de contaminación generan presencia altísima de metales pesados y enfermedades variadas, siendo la más grave el cáncer. Las altas cifras de cáncer se ven agravada por la carencia especialistas oncológicos en la salud pública, lo que genera una desigual oportunidad de detección, diagnóstico y tratamiento en etapas tempranas de esta enfermedad. Producto de esto la región lleva el triste record de tener las tasas más altas de muertes por cáncer en el país<sup>7</sup>.

**11. Zona de Sacrificio Calama.** Calama, Capital de la Provincia El Loa, Segunda Región de Antofagasta, constituye la segunda ciudad más habitada de la región. Integrada por 8 comunidades indígenas, ubicadas en el ADI Alto Loa, más 8 comunidades indígenas urbanas. Territorio de Sacrificios porque sufre tres factores copulativos: es un territorio altamente industrializado lo que provoca una importante devastación ambiental; abandono del Estado por incumplimiento de la legislación y; deterioro en la calidad de vida, salud de la población y precariedad social. Las dinámicas demográficas que se han presentado en la Ciudad, son efectos de esta política productiva, que hoy sitúa a Calama, bajo el concepto de Capital Minera del Mundo, debido a que contribuye con el 22,2% del total nacional en cuanto a la producción de minerales, el mayor aporte a esta industria en Chile. De esta forma podemos identificar la existencia de 36 faenas mineras insertas en la ciudad, a pesar del gran volumen productivo, el rubro de la minería concentra solo el 16% de la mano de obra, mientras que mantenemos un 10,4% de la tasa de desocupación laboral, sobre la media regional y media nacional. Así nuestra comuna concentra varios problemas ambientales, donde identificamos algunas fuentes como las más problemáticas, donde el Estado claramente ha vulnerado el derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación, fundición de CODELCO, tranque de relave Talabre, contaminación y agotamiento de la cuenca del Rio Loa, fundición de Baterías de plomo por parte de empresa RAM, cuatro mineras a rajo abierto, también de CODELCO, el Abra y Enaex.

**12. Zona de Sacrificio Taltal.** La Comuna de Taltal cuenta con 13.000 habitantes. La comuna posee 200 sitios con potencial contaminante activos y 20 abandonados de origen minero lo que fue determinado en un diagnóstico encargado por el Estado a CENMA en el año 2012. El estudio destacó 7 relaves a menos de 2 kilómetros de la población, albergando alrededor del pueblo el 46% de los relaves abandonados más peligrosos de la región. Tres relaves se encuentran dentro del radio urbano de la comuna de Taltal, a menos de 100 metros de la comunidad, un relave activo de la producción de la planta José Antonio Moreno de ENAMI y dos relaves abandonados denominados "Trapiche Cabezal Sur" y "SOTRAMIN y Playa Atacama" cuyos análisis demostraron que se superan las normas nacionales e internacionales de Arsénico, Plomo, Cromo, Cadmio, Cobre, Vanadio y Mercurio. El relave denominado "SOTRAMIN y Playa Atacama" fue abandonado en los años 90' y se encuentra colindante con la Escuela Alondra Rojas Barrios de Taltal, el punto de máxima contaminación de suelos con Arsénico, Plomo y Mercurio se encuentra a menos de 60 metros de la escuela, más al norte a unos 250 metros se encuentra la planta activa de ENAMI Taltal que también es una fuente de contaminación para la escuela y la población, el año 2008 un episodio de emanaciones de gases que provocaron la intoxicación de 20 alumnos de la escuela. En el año 2015 se realizaron 123 exámenes de sangre a niños y niñas de la escuela Alondra Rojas Barrios de Taltal, detectando en 8 niños valores de plomo en sangre sobre 5 ug/dl.

---

10.7717/peerj.4699

URL: <https://peerj.com/articles/4699/>

<sup>6</sup> <http://www.diarioantofagasta.cl/regional/antofagasta/75084/liceo-industrial-antofagasta-modifica-horario-clases-constant-episodios-contaminacion/>

<sup>7</sup> <http://www.soychile.cl/Antofagasta/Sociedad/2018/04/12/527607/El-cancer-sigue-siendo-la-principal-causa-de-muerte-en-Antofagasta.aspx#comenta>

13. El año 2016 después de una larga pugna en el Consejo por la Transparencia, el Gobierno Regional de Antofagasta fue obligado a transparentar un estudio realizado por el CICITEM para buscar soluciones de remediación en Taltal que confirma la presencia de Plomo y Arsénico al interior de la Escuela Alondra Rojas, desde eso, no se ha tomado ninguna acción concreta para proteger la salud de los niños y niñas del establecimiento, el mismo estudio recomienda enmallar el suelo y cercar el predio del relave lo que solo se realizó en forma parcial. Lo peor de todo es que el Municipio de Taltal y el Gobierno Regional de Antofagasta conocen un estudio de riesgo ambiental en la misma zona que establece que niños, niñas, funcionarios de educación y la población Eduardo Vigil enfrenta un riesgo inaceptable como receptores de sustancias cancerígenas desde el relave SOTRAMIN. La desidia para decretar acciones para prevenir y proteger la salud de las personas y el abandono que sufre la comunidad de Taltal es un notable abandono de deberes de parte de las autoridades comunales y regionales.

**14. Zona de Sacrificio Huasco.** La comuna de Huasco se localiza en el sector costero de la Región de Atacama con una población de 10.595 habitantes. El valle del Huasco está unido por la Cuenca del río Huasco, conformada por las comunas de Freirina, Vallenar y Alto del Carmen con una población total de 77.737 habitantes. Posee una zona industrial en funcionamiento de 1 peletizadora de fierro, 5 termoeléctricas a carbón más 11 desaladoras, 3 puertos, canchas de acopios de carbón, preconcentrado, cenizas y escorias, descarga de relaves y aguas servidas al mar, transporte ferroviario con preconcentrado de fierro, etc. Existiendo además proyectos que se encuentran aprobados que aún no comienzan su operación que son 1 termoeléctrica con 2 unidades y una desaladora de 980 lt/seg. para minera de titanio ubicada en Freirina. Zona declarada en Latencia desde el año 2012, con un Plan de Prevención donde algunas medidas se concretarán en 5 años más y su plena implementación en 10 años, plazos demasiados extensos considerando la grave situación de salud existente.

15. Según evidencias estadísticas posee alta mortalidad de enfermedades cardiovasculares y cáncer en vías urinarias y órganos respiratorios, siendo los niños los más afectados con evidencia preliminar de índices elevados de arsénico y níquel en sus cuerpos, al igual las mujeres con niveles altos en mercurio. Situación de la cual los organismos competentes no han medido ni cuantificado.

16. Esta zona se encuentra sistemáticamente impactada con metales pesados y gases tóxicos donde el Estado chileno sigue entregando la responsabilidad a las empresas para monitorear e informar sobre sus emisiones.

17. Aunque la zona se encuentra declarada Latente se siguen incorporando nuevos proyectos contaminantes.

**18. Zona de Sacrificio Tierra Amarilla-Copiapó.** Tierra Amarilla se ubica en la Región de Atacama a 15 kilómetros de la ciudad de Copiapó y 8 kilómetros de Paipote en donde en 1952 entra en funcionamiento la fundición estatal de cobre "Hernán Videla Lira" de la Empresa Nacional de Minería, con una capacidad 300 mil toneladas métricas al año, cuyas emisiones al aire han afectado a diversas generaciones de habitantes y trabajadores de la empresa, quienes han sido expuestos a: arsénico, cadmio, plomo y óxido de azufre, este último agente primario de la lluvia de ácido y precursor del temible ácido sulfúrico.

19 En los años 1990 las comunidades de Tierra Amarilla y Copiapó se organizaron para protestar por la contaminación que afectaba la zona. La alarma se encendió nuevamente en el 2011 cuando en menos de dos semanas se registraron dos episodios críticos de contaminación en la zona, afectando a 14 mil estudiantes. Las emisiones obligaron a suspender las clases. Para ENAMI, lo ocurrido durante 2011 no está fuera de lo habitual, antes del plan de modernización del año 2000 se registraban hasta 400 episodios anuales de superación de la norma nacional. A partir de estos reiterados hechos, la comunidad de Tierra Amarilla ha salido varias oportunidades a manifestarse

y exigir soluciones definitivas lo que es una nueva fundición<sup>8</sup>. No obstante la empresa durante el 2017 informó que proyectaba construir una nueva fundición por 760 millones de dólares<sup>9</sup>, la iniciativa no contó con el apoyo del gobierno.<sup>10</sup>

**20. Zona de Sacrificio Quintero y Puchuncaví.** Esta Zona comprende las comunas de Quintero y Puchuncaví, una población de 46.000 habitantes. Posee una zona industrial de más de 1000 hectáreas destinadas a empresas peligrosas y molestas. Se emplazan: 1 fundición de cobre, 4 termoeléctricas a carbón y 2 a gas, 2 terminales gaseros, 1 puerto granelero para minerales, 4 terminales hidrocarburos, 1 planta de cemento, canchas de acopio al descubierto de carbón, petcoque concentrados de cobre, etc. La zona está declarada de Saturación desde el año 1993 por material particulado, existe una actualización al plan de descontaminación que durante el 2017 fue rechazado por la Contraloría General de la República ya que el plan en vez de reducir emisiones de contaminantes permitía que empresas (AES Gener, CODELCO y ENAP) pudieran incrementar sus emisiones al aire sin justificación alguna.

21. En esta zona son reiterados incidentes de intoxicaciones de niños en sus horas escolares por productos de emisiones industriales, de termoeléctricas, función cobre e incidentes con productos químicos y gas, tanto en escuelas de la comuna de Quintero y Puchuncaví. Ministerio Salud detectó metales pesados incluido arsénico al interior de salas de clase en 11 Escuelas Comuna Puchuncaví. A la fecha no se han ejecutado medidas de limpieza ni monitoreo Situación salud niños<sup>11</sup>.

**22. Zona de Sacrificio Coronel.** La comuna de Coronel cuenta con una población estimada de 108.855 personas, se encuentra a tan solo 25 kilómetros de la ciudad de Concepción. Contamos con el parque industrial más grande del sur de Chile el cual reúne diversos sectores productivos como empresas pesqueras, plantas de bodegaje, empresas químicas, forestales, cementeras. Más al sur de la comuna y emplazadas en el casco urbano a tan solo metros de un colegio, se encuentra la termoeléctrica ENEL con sus 2 centrales Bocamina I y II y la termoeléctrica Santa María I propiedad de Colbún, la cual se construyó a escasos metros del hospital, ambas funcionan en base a carbón.

23. La generación de energía ha ocasionado un grave impacto ambiental, así lo demostró un estudio efectuado por la policía de investigaciones el año 2014 en donde se concluye que la planta termoeléctrica ENEL ha depositado material particulado en el suelo, napas subterráneas y aire, determinando concentraciones químicas, las cuales afectan la salud de las personas y el medio ambiente. El año 2016 se practicó un segundo estudio a cargo del Servicio de Salud Concepción, el cual arrojó la presencia de metales pesados en 18 niños y un nuevo estudio realizado por la Municipalidad de Coronel a los niños y apoderados de la escuela aledaña a ENEL dio como resultado que 14 niños y 7 adultos concentran metales pesados en sus cuerpos. Tras 5 años de estudios aún no contamos con soluciones concretas y nuestros niños continúan enfermando.

24. Los antecedentes previamente señalados demuestran que el Estado de Chile no ha adoptado las medidas administrativas, legislativas y de otra índole, para evitar violentar los derechos humanos de los habitantes de las "Zonas de Sacrificio" en lo que refiere a: a) Los derechos del niño a la vida, al disfrute del más alto nivel posible a la salud y a ser protegidos contra toda forma de

<sup>8</sup> <http://www.terram.cl/2016/07/presentan-denuncia-en-superintendencia-por-grave-contaminacion-de-enami-paipote/>

<sup>9</sup> <http://www.mch.cl/2017/06/27/enami-inicia-ingenieria-factibilidad-fundicion-refineria-paipote/>

<sup>10</sup> <http://www.mch.cl/2017/07/13/enami-paraliza-proyecto-nueva-fundicion-paipote-mas-us700-millones/>

<sup>11</sup> <http://www.colegiomedico.cl/wp-content/uploads/2018/05/Contaminacion-y-Salud-2018.pdf>

perjuicio. **b)** Derecho Integridad Física Psíquica, **c)** Derecho a la Salud a Más Alto Nivel, Salud Física y Mental **d)** Derecho a la Vida **e)** Derecho a un Medio Ambiente Libre de Contaminación, **f)** Derechos a la No Discriminación Respecto al Disfrute de un Medio Ambiente Sin Riesgos, Limpios, Saludables y Sostenibles.

25. El Estado de Chile ha recibido reiteradas observaciones de organismos nacionales e internacionales respecto a las carencias en normas ambientales y de situaciones de exposición de comunidades a contaminantes de origen industrial, tales como: el Informe de Medio Ambiente Chile OCDE 2005<sup>12</sup>, los informes de Comisiones Investigadoras Cámara de Diputados de Congreso Nacional, respecto a situaciones de vulneración Derechos Humanos por temas ambientales.<sup>13 14</sup>, informe Instituto Nacional de Derechos Humanos año 2011.(página 160)<sup>15</sup>, entre otros.

El Presidente de la Republica, Sebastián Piñera en su “Cuenta Pública” del 21 de mayo del 2012 hizo un reconocimiento público de la responsabilidad del Estado de Chile respecto a las tragedias ambientales y sanitarias de: Ventanas, Huasco, Coronel y Mejillones, afirmando que “Chile no merece esto”<sup>16</sup>.

26. Durante los últimos años Chile ha dictado Norma de Calidad Primaria MP<sub>2.5</sub> y Normas de Emisiones de Termoeléctricas y Fundiciones, cuyos límites permitidos exceden Valor Guía de Calidad de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y a estándares de calidad y emisión de los países OCDE. A continuación se hace una revisión resumida de la situación de la normativa de calidad aérea, de emisión y planes de descontaminación de Chile.

**27. Norma Calidad Primaria MP10. (DS59/1998).** El límite promedio anual excede en tres veces al valor guía de Calidad de la OMS y el limite promedio horario excede en 2.5 veces al valor guía

<sup>12</sup> En el año 2005, OCDE elaboró recomendaciones ambientales a Chile como la reducción de emisiones del sector minero en contaminación del aire con SO<sub>2</sub> y arsénico, contaminación del agua, sitios de relaves abandonados, entre otros. El informe indica: “Sin embargo, las actividades mineras todavía son causantes del grueso de las emisiones de SO<sub>x</sub> en Chile, así como de las emisiones de arsénico en varias regiones. Es necesario reducir más aún las emisiones de material particulado y mejorar el uso eficiente del agua en el sector. Un tercio de los tranques de relaves abandonados están en un estado deficiente o inaceptable. Casi la mitad de las aguas residuales de las grandes empresas no son tratadas. Las empresas mineras pequeñas y medianas no suelen cumplir la normativa. Poco se sabe de la contaminación del suelo con metales pesados y contaminantes tóxicos generados por las actividades mineras. Chile no tiene planes de descontaminación de las minas abandonadas. El impacto ambiental del transporte de minerales solo se ha evaluado en el contexto del sistema de las EIA. El avance hacia la minería sustentable necesitará un equilibrio apropiado entre sus dimensiones económicas, ambientales y sociales, y deberá incluir mecanismos para apoyar la inversión en capital humano y social, aplicar el principio “el que contamina paga” y captar rentas de recursos asociadas a la explotación minera. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1288/S0500003\\_es.pdf;jsessionid=0ECB3FAE20E0E613CEAA4CB0BBD8F7D9?sequence=1](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1288/S0500003_es.pdf;jsessionid=0ECB3FAE20E0E613CEAA4CB0BBD8F7D9?sequence=1)

<sup>13</sup> <https://www.camara.cl/sala/doc2.aspx?DOCID=3043>

<sup>14</sup> <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmID=16907&prmTIPO=INFORMECOMISION>

<sup>15</sup> <http://planderechoshumanos.gob.cl/files/documentacion/informe-anual-2011.pdf>

<sup>16</sup> “Por errores de planificación en el pasado, trabas a la aprobación y ejecución de inversiones y alzas en el precio internacional del petróleo, el costo de la energías se ha triplicado en los últimos diez años y casi todas las plantas de generación aprobadas fueron en base a hidrocarburos, sin normas adecuadas de emisión. Las tragedias ambientales y sanitarias de Ventanas, Huasco, Coronel y Mejillones hablan mejor que mil palabras. Chile no merece esto”. <https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=recursoslegales/10221.3/22933/6/20120521.pdf>

OMS. En el año 2014 el Estado suprimió la norma anual MP10 recurriendo los distintos territorios al Tribunal Ambiental, logrando la reposición de la norma. La norma MP10, no ha tenido mejoras en sus estándares desde el año 1998, en el mismo periodo (20 años) el PIB Chileno paso de US\$ 5.480 a más de US\$13.700 anual.

**28. Norma Calidad Primaria MP 2.5 (DS 12/2011).** Los valores límites diario y anual excede en dos veces al valor guía de calidad de la OMS. A pesar que han pasado más 6 años de su dictación, no se ha abierto expediente de inicio proceso de revisión norma, como lo establece la normativa ambiental nacional.

**29. Normas Calidad Primaria SO<sub>2</sub>. (DS 113/2003).** El valores límites diario excede en más de 12 veces al Valor Guía de Calidad de la OMS, entidad que recomienda valores límites de exposición de periodo de 10 minutos debido a lo irritante de este gas. Chile se encuentra en proceso de revisión de esta norma desde el año 2012, en el expediente no hay propuestas de norma para periodo de 10 minutos solo una propuesta de norma horaria la que permite 88 excedencias anuales y cuyo límite supera a las normas de SO<sub>2</sub> de UE y EEUU. Esta norma no ha sido modificada desde el año 2003.

**30. Normas Calidad Primaria NO<sub>2</sub>. (DS114/2003).** El límite promedio horario excede en tres veces al valor Guía de Calidad de la OMS. El límite promedio anual excede en 2.5 veces al valor guía OMS. Norma en proceso de revisión desde 2014. Etapa Elaboración Anteproyecto.

**31. Norma Calidad Primaria Arsénico Respirable.** A pesar de ser Chile considerado un país minero, no posee norma de calidad de arsénico respirable. En el año 1994 Ministerio de Salud mediante DS.1364 eliminó la norma existente, con el compromiso de restaurarla, lo que a la fecha no ha ocurrido. Debido a lo tóxico del compuesto la OMS señala que no se han encontrado niveles seguros de exposición, establecido como Valor Guía de Calidad OMS 6 Ng/m<sup>3</sup>N. Numerosas zonas cercanas a fundiciones de cobre y proyectos mineros superan en varias veces el valor guía OMS, como es el caso de la Greda Comuna de Puchuncaví en donde durante el 2015 fue superada en más de 20 veces.

**32. Norma de Emisiones de Termoeléctrica.(DS.13/2011).** Bajas exigencias ambientales en comparación con normas para termoeléctricas de UE, EEUU y China. Los límites de emisiones establecidos en la norma son tan altos que exceden a lo emitido realmente por termoeléctricas, situación descubierta por la Contraloría General de la Republica al demostrar que AES Gener Ventanas emitía en forma real hasta tres veces menos contaminantes que lo establecido como límite en la norma. Hace 2 años que la norma debería haber ingresado a proceso de revisión y no ha ocurrido. Junto con reducir niveles de emisiones de los contaminantes MP10, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> se requiere incluir nuevos contaminantes a regular emisiones de Vanadio, Níquel, Dioxina, entre otros.

**33. Norma Emisión Fundiciones (DS28/2013).** El porcentaje de captura de emisiones de material particulado y dióxido de azufre que contempla la norma corresponde al 95%. En China la norma de fundiciones establece un 98% de capturan de emisiones. La norma no limita emisiones de mercurio, cadmio y otros metales pesados. En el caso de emisiones de arsénico a la atmosfera establece límites anuales para cada fundición, siendo para el caso de Chuquicamata de 476 toneladas anuales de arsénico a la atmosfera, siendo el promedio anual nacional autorizado para fundiciones de 141 toneladas de arsénico. Durante el año 2018 se debería iniciar proceso de revisión de norma según reglamento. (5 años)

**34. Planes de Prevención y Descontaminación Aéreos. (DS39/2012).** Los planes de prevención y descontaminación son medidas de gestión ambiental, aplicadas a un territorio con el objetivo de reducir los niveles contaminantes. Estos planes son de lenta efectividad tardan en promedio 10 años para que el territorio recupere valores concordantes con el objetivo de la norma nacional.

Otra deficiencia es la baja o nula incidencia que tiene la opinión de la comunidad en la aprobación final de los planes. Los valores empleados en su línea base y estimaciones de reducciones en algunos casos no son reales; como lo detectado por la “Contraloría General de la República” en diciembre del 2017, en donde se descubrió que el “Plan de Concón, Quintero y Puchuncaví” en vez de reducir las emisiones, permitía que estas fueran incrementadas por las empresas, como es el caso de AES Gener Ventanas, a quien el Plan de Descontaminación permitía que aumentara en tres veces su emisión de material particulado (el Ministerio del Medio Ambiente a la fecha no da respuesta si inició un proceso de “Investigación Sumaria” al respecto), irregularidades que posiblemente también ocurrieron en otros “planes” hoy en ejecución en el país, como el de Huasco. Cabe señalar, que las estaciones de monitoreo que miden el cumplimiento del “Plan de Descontaminación” en las “Zonas de Sacrificio” son de propiedad (y financiadas) por las mismas empresas responsables de la situación de saturación de contaminantes y que se supone han de ser fiscalizadas por el mismo “Plan de Descontaminación”, lo cual carece de coherencia.

#### Recomendaciones:

35. Se reitera la recomendación realizada por Egipto al Estado de Chile durante ciclo EPU anterior, (121.184 del A/HRC/26/5) respecto a: ***“Velar por que se haga justicia y se conceda reparación a las víctimas de los efectos del deterioro ambiental y adoptar normas ambientales relativas a las emisiones de contaminantes por fundiciones”***. Al respecto, el Estado de Chile ha hecho caso omiso a las tres recomendaciones realizada por Egipto, el Estado de Chile no ha velado por que se haga justicia, el Estado de Chile no ha velado por conceder una reparación a las víctimas y si bien el Estado dictó el 2013 una norma de emisiones para fundiciones, los habitantes de estas zonas siguen sometidos a concentraciones desproporcionadas de contaminantes respirables, que superan ampliamente los Valor Guía de Calidad OMS.

36. Se recomienda que Estado cumpla con su deber de velar y actuar en forma “preventiva” para proteger la salud de la población, y deje de vulnerar los derechos a la vida, salud y desarrollo integral del Niños.

37. Se recomienda que el Estado deje de prioriza el crecimiento económico en desmedro de comunidades que son violentadas en sus patrimonios culturales, sociales y económicos, reorientando su priorización a la promoción de un bienestar social, resguardando la vida de todos los seres humanos y no humanos del ecosistema.

38. Se recomienda que a la brevedad el Estado de Chile actualice “Normas de Calidad Primaria Respirable”, igualándolos a la “Guía de Calidad de la OMS” para los contaminantes: PM2.5, PM10, SO2, CO, NO2, y se incluyan un sistema de evaluación de los efectos sinérgicos entre contaminantes.

39. Se recomienda crear normas de “Calidad Primaria Respirable” para: Arsénico, Mercurio, Cadmio, Benceno, Dioxina, Xileno, Compuestos Orgánicos Persistentes, Berilio, Cobre, Molibdeno, Boro, Cesio y Uranio, empleando valores contemplados en la “Guía de Calidad de la OMS” y se incluyan un sistema de evaluación de los efectos sinérgicos entre contaminantes.

40. Se recomienda que el Estado de Chile Ratifique a la brevedad el: “Convenio de Minamata” respecto emisiones de mercurio, el que está suscrito por Chile el año 2013.

41. Se recomienda que el Estado de Chile abra a la brevedad expediente de Revisión de Norma para “Emisiones de Termoeléctrica a Carbón” (D.S.13/2011) cuyo proceso se debió iniciarse el 2016, e incluir dentro de las emisiones normadas las de: vanadio, níquel, COP, igualando valores de emisiones de MP, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> a los establecido en Normativa UE de Emisión termoeléctrica.

42. Se recomienda al Estado de Chile abrir expediente de Revisión de Norma para Emisiones de Fundiciones Cobre (D.S. 28/2013) cuyo inicio debía haber sido el año 2018, estableciendo como límite inferior de captura de emisiones el 99%.
43. Se recomienda al Estado de Chile que las estaciones de monitoreo que miden la calidad del aire ubicadas en "Zonas de Sacrificio" sean independientes a las empresas emisoras de contaminantes, que sean financiadas con presupuesto estatal, que realicen monitoreo discreto y que cuenten con participación y fiscalización de la comunidad.
44. Se recomienda al Estado de Chile que los planes de descontaminación aprobados en los últimos cinco años sean auditados, con el fin de corregir situaciones similares a las detectadas por la "Contraloría General de Republica" en el "Plan de Descontaminación y Prevención de Concón, Quintero y Puchuncaví".
45. Se recomienda al Estado de Chile implemente a la brevedad los "Planes de Descontaminación y Prevención" pendientes para las comunas de: "Concón, Quintero y Puchuncaví" y "Calama".
46. Se recomienda al Estado de Chile que en forma urgente y permanente realice estudios con el fin de medir concentraciones de metales pesados y contaminantes sedimentables, en polvo de salas de clases, entretechos y patios de establecimiento escolares, así como al interior de casas y Servicios Públicos en las 9 zonas de Sacrificio previamente identificadas, estableciendo acciones de limpieza y monitoreo de la salud de población.
47. Se recomienda al Estado de Chile en forma urgente, realice monitoreo de salud en los niños y la limpiezas profundas de establecimientos escolares de Antofagasta, Talta, Mejillones, Huasco, Puchuncaví, Quintero Coronel, comunas donde la Autoridad Ambiental y de Salud desde hace años cuentan con estudios que indican presencia de metales pesados en establecimiento escolares.
48. Se recomienda que el Estado de Chile dicte norma calidad primaria de suelo, que regule máximo niveles de contaminación por Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio y Plomo.
49. Se recomienda al Estado de Chile crear normas para relaves mineros y pasivos ambientales, así como prohibición total de relaves submarinos.
50. Se recomienda al Estado de Chile mejorar estándares de norma de emisiones de residuos líquidos industriales al borde costero y aguas continentales.
51. Se recomienda al Estado de Chile aumentar el caudal ecológico de los ríos a un 40%.
52. Se recomienda al Estado de Chile la creación del cargo del Defensor Ambiental Ciudadano OMBUDSMAN.
53. Se recomienda que el Estado al Estado de Chile que implemente planes de emergencia en zonas industriales de Sacrificio, de manera de prevenir incidentes peligrosos para las comunidades.
54. Se recomienda que el Estado de Chile legisle a la brevedad el cierre de centrales eléctricas a carbón y petcoque, promoviendo la generación eléctrica, mediante energías limpias y sostenibles.
55. Se recomienda que el Estado de Chile legisle y canalice a la brevedad, recursos para la construcción de nuevas fundiciones de cobre en el país, con tecnología de punta y eficiencia de captura de emisiones del 99% , dando de baja a las existentes, las que en promedio tienen una antigüedad de más de 60 años.
56. Legisle a la brevedad respecto a la obligación de que gerentes y ejecutivos de empresa peligrosa y contaminante residan con su familia en el centro poblado más cercano a su instalación, de manera de dar prueba de la eficiencia de sus operaciones y de la inocuidad de sus emisiones.

57. Se recomienda que el Estado a la brevedad implemente un programa de bioestadística y toxicología clínica para prevenir y tratar enfermedades asociadas a la exposición crónica a metales pesados en todas las “Zonas de Sacrificio”.

58. Se recomienda que se modifique la Ley 19.300, Bases Generales del Medio Ambiente, en lo que se refiere a proteger adecuadamente las zonas declaradas en saturación y latencia hasta que entre en cumplimiento el plan de descontaminación o prevención respectivo.

59. Se recomienda que la “Participación Comunitaria” sea Vinculante en: a) Procesos de Evaluación de Impacto Ambiental. b) Procesos de actualización de normas y dictación de nuevas. c) Planes de Descontaminación y Prevención.

60. Se recomienda que el Estado de Chile adopte y haga suyo los principios preventivos y precautorios en lo que respecta a sus Políticas Públicas en Salud Poblacional y Ambiental.

61. Se recomienda que el Estado de Chile en forma urgente adopte, aplique y haga un seguimiento público a la “Agenda de Desarrollo Sostenible 2030”(especialmente en sus objetivos 3,4,6,7,10,11,13,14,15 y 16) priorizando las “Zonas de Sacrificio”.

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/283352714>

# Situación de Contaminación ambiental en Chile: Urgencias y Soluciones planteables

Conference Paper · October 2015

---

READS

98

1 author:



[Pablo Ruiz-Rudolph](#)

University of Chile

29 PUBLICATIONS 750 CITATIONS

SEE PROFILE



# Situación de Contaminación ambiental en Chile: Urgencias y Soluciones planteables

**Viernes 23 de octubre del 2015**

**Pablo Ruiz**

**Instituto de Salud Poblacional**

**Universidad de Chile**



- Zonas de alto impacto



**Ventanas**



# Huasco

001291

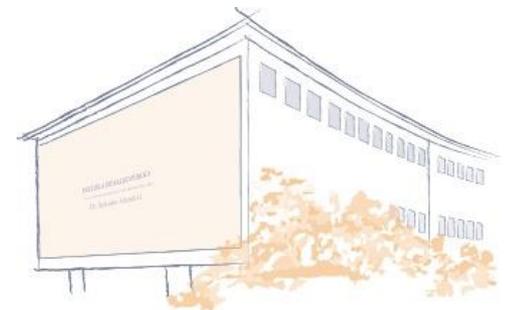


# Tocopilla

001291 vta



- **Contaminantes nuevos / nuevos efectos**
  - Partículas ultrafinas – nanopartículas
  - Cercanía a carreteras
  - MP2,5
    - Neurológico
    - Embarazo



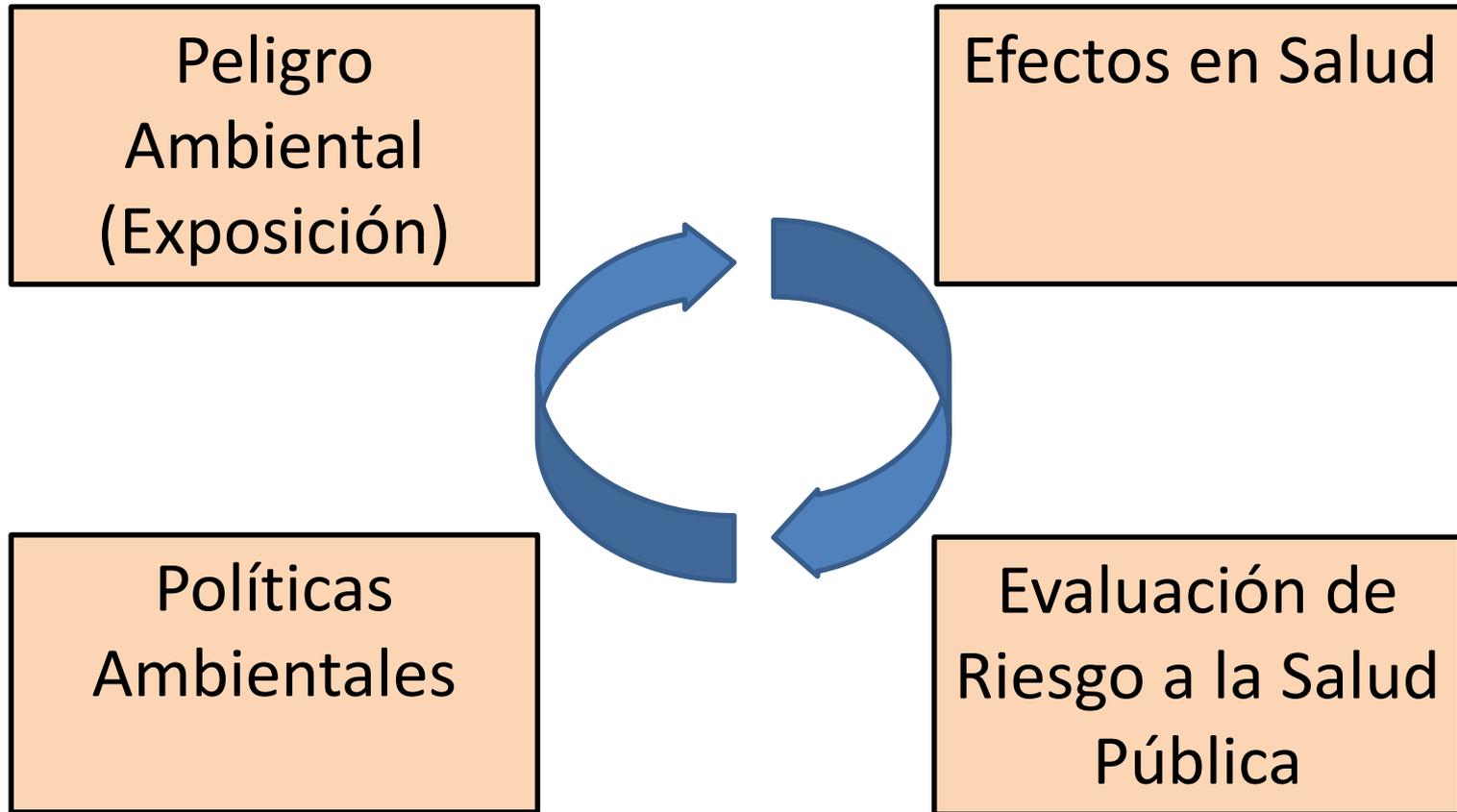
**¿Qué evidencia nueva existe?**

**¿Cómo esta evidencia afecta  
política ambiental?**

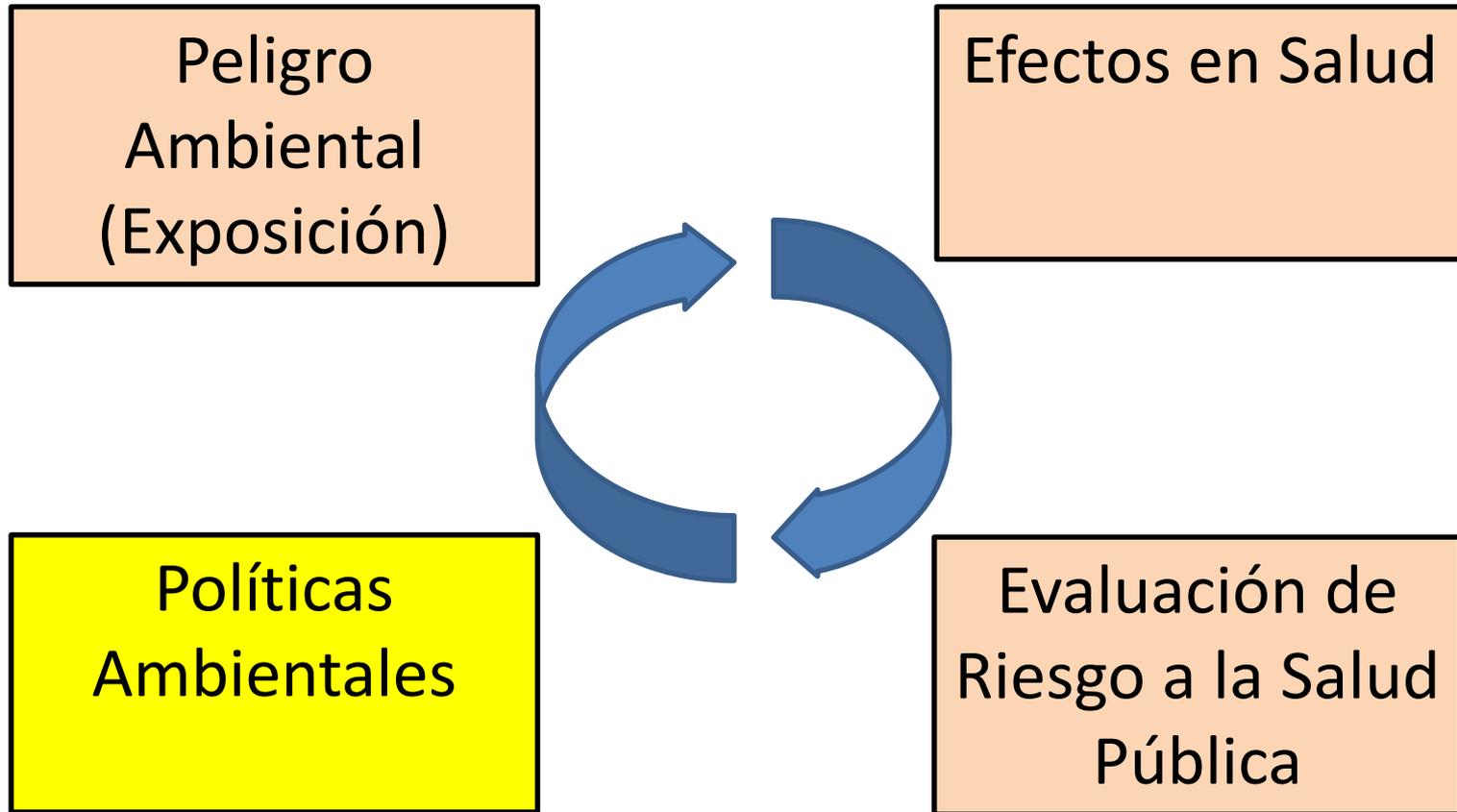
**¿Qué se puede hacer?**

# Ciclo de Salud Ambiental

001293



# Ciclo de Salud Ambiental



# Estándares de Calidad de Aire

001294

- Estándares/Normas
  - Protección de la salud de la población

# Estándares de Calidad de Aire

001294 wra

- **Indicador**
  - (MP2.5, MP10, Ozono, SO<sub>2</sub>)
- **Tiempo**
  - (1h, 24h, 1 año)
- **Concentración**
  - (35 ug/m<sup>3</sup>)
- **Ejemplo: Standard de MP<sub>2,5</sub> de la EPA es de 35 ug/m<sup>3</sup> por 24 horas**

# Global

- Estándares / Guías
  - OMS: Guías de calidad de aire
  - EEUU: EPA Estándares de Calidad de Aire
  - Comunidad Europea
  - Chile: Normas
  - Etc. Etc...

# Estándares EPA (NAAQS) 001295 vta

Pollutant [final rule cite]	Primary/ Secondary	Averaging Time	Level	Form	
<a href="#">Carbon Monoxide</a> [76 FR 54294, Aug 31, 2011]	primary	8-hour	9 ppm	Not to be exceeded more than once per year	
		1-hour	35 ppm		
<a href="#">Lead</a> [73 FR 66964, Nov 12, 2008]	primary and secondary	Rolling 3 month average	0.15 µg/m <sup>3</sup> <a href="#">(1)</a>	Not to be exceeded	
<a href="#">Nitrogen Dioxide</a> [75 FR 6474, Feb 9, 2010] [61 FR 52852, Oct 8, 1996]	primary	1-hour	100 ppb	98th percentile of 1-hour daily maximum concentrations, averaged over 3 years	
	primary and secondary	Annual	53 ppb <a href="#">(2)</a>	Annual Mean	
<a href="#">Ozone</a> [73 FR 16436, Mar 27, 2008]	primary and secondary	8-hour	0.075 ppm <a href="#">(3)</a>	Annual fourth-highest daily maximum 8-hr concentration, averaged over 3 years	
<a href="#">Particle Pollution</a> Dec 14, 2012	PM <sub>2.5</sub>	primary	Annual	12 µg/m <sup>3</sup>	annual mean, averaged over 3 years
		secondary	Annual	15 µg/m <sup>3</sup>	annual mean, averaged over 3 years
		primary and secondary	24-hour	35 µg/m <sup>3</sup>	98th percentile, averaged over 3 years
	PM <sub>10</sub>	primary and secondary	24-hour	150 µg/m <sup>3</sup>	Not to be exceeded more than once per year on average over 3 years
<a href="#">Sulfur Dioxide</a> [75 FR 35520, Jun 22, 2010] [38 FR 25678, Sept 14, 1973]	primary	1-hour	75 ppb <a href="#">(4)</a>	99th percentile of 1-hour daily maximum concentrations, averaged over 3 years	
	secondary	3-hour	0.5 ppm	Not to be exceeded more than once per year	

# Normas Calidad de Aire 001296

**Tabla 1. Normas nacionales primarias de calidad del aire<sup>±</sup>**

Contaminante	Norma (media)	Unidad	Periodo de evaluación
Partículas ≤ 10 µm (PM <sub>10</sub> )	150	µg/m <sup>3</sup> N**	Diario
	50	µg/m <sup>3</sup> N	Anual
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	80	µg/m <sup>3</sup> N	Anual
	250	µg/m <sup>3</sup> N	Diario
Ozono (O <sub>3</sub> )	120	µg/m <sup>3</sup> N	8 horas
	60	ppb	
Monóxido de carbono (CO)	30	mg/m <sup>3</sup> N	1 hora
	26	ppm	8 horas
	10	mg/m <sup>3</sup> N	
	9	ppm	
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	100	µg/m <sup>3</sup> N	Anual
	400	µg/m <sup>3</sup> N	1 hora
Plomo (Pb)	0,5	µg/m <sup>3</sup> N	Anual

<sup>±</sup>Decretos Supremos: 59/1998 y 136/2000. Las medias aritméticas no deben superarse en 3 años sucesivos, excepto en el caso del Pb, que no debe superarse en 2 años sucesivos. \*\*m<sup>3</sup> N= metro cúbico normal (a 25 °C y 760 mmHg); ppm = partes por millón (1x10<sup>6</sup>); ppb = partes por billón USA (1x10<sup>9</sup>). Equivalencia entre ppm y µg/m<sup>3</sup> N: ppm = [24,45 · (mg/m<sup>3</sup>)]/peso molecular en gramos.



# Presidenta Bachelet anuncia planes de descontaminación ambiental

por UPI CHILE | 2 mayo 2014



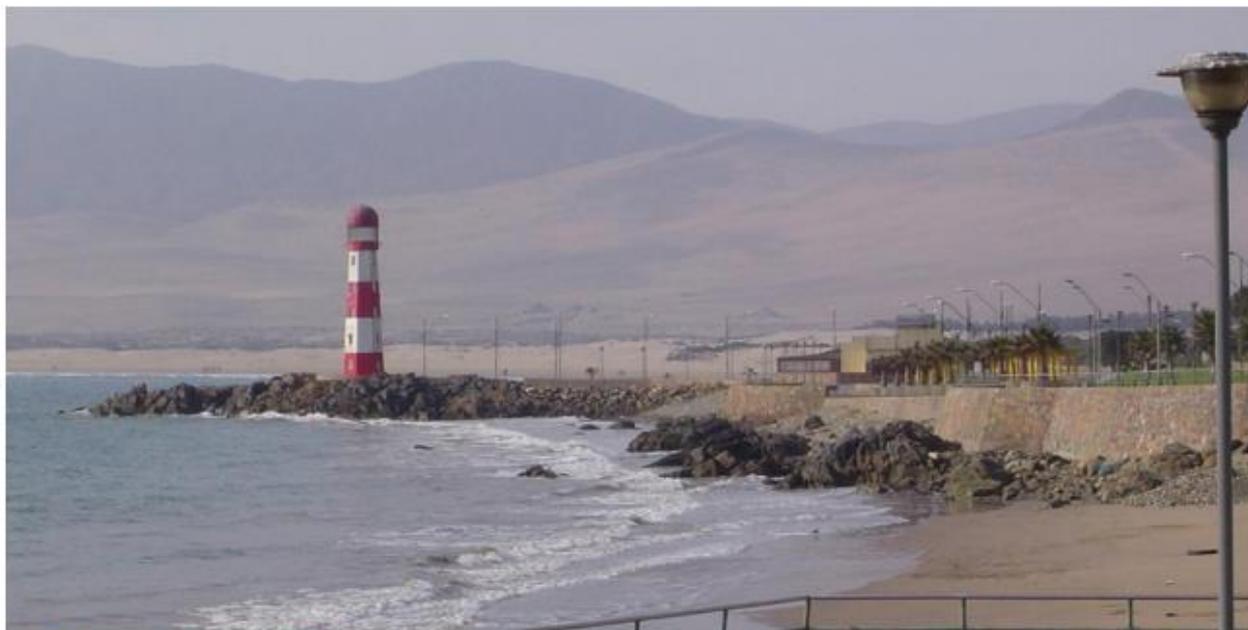
Videos



NOTICIAS | EL DÍA

# El nuevo abandono ambiental de Huasco: autoridades aún no elaboran Plan de Prevención

por EL MOSTRADOR | 1 octubre 2013



Videos



- Norma

- Sin plan **HAY CONTAMINACIÓN**
- Sin norma no hay plan
- Sin evidencia no hay norma

**¿Qué evidencia nueva existe?**

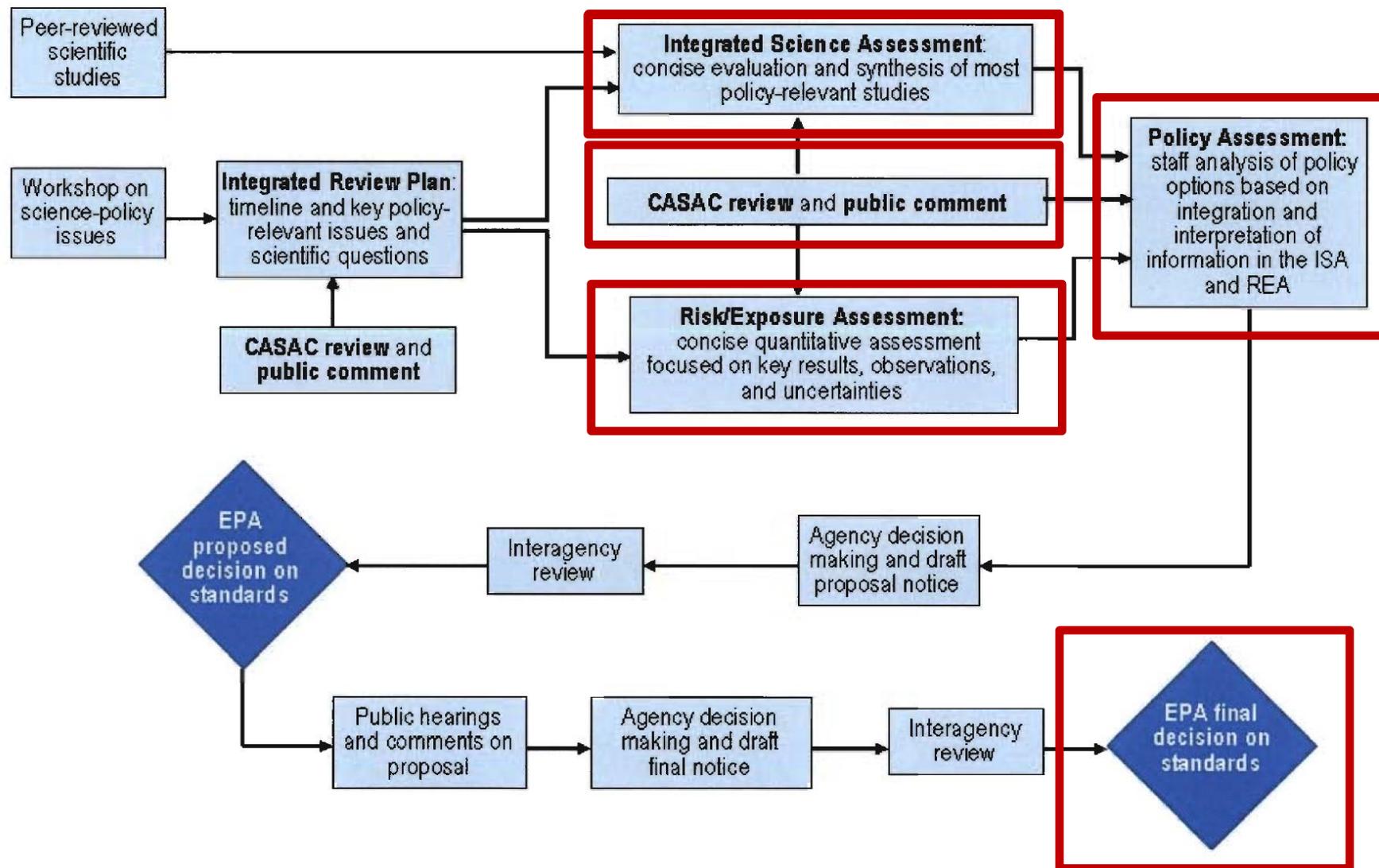
**¿Cómo esta evidencia afecta  
política ambiental?**

**¿Qué se puede hacer?**

# New NAAQS review process

001299

April 2009





December 2009  
EPA/600/R-08/139F

---

# Integrated Science Assessment for Particulate Matter

- **Integrated Science Assessment (ISA): >2000 pag.**
  - Capítulo 1: Introducción
  - Capítulo 2: Integración de efectos en salud y ambiente
  - Capítulo 3: Exposición desde fuentes a humanos
  - Capítulo 4: Dosimetría
  - Capítulo 5: Posibles rutas/modos de acción
  - Capítulo 6: Efectos en Corto-Plazo
  - **Capítulo 7: Efectos Largo-Plazo**
  - Capítulo 8: Población Susceptible
  - Capítulo 9: Efectos en ambiente

7.1. Introduction	7-1
7.2. Cardiovascular and Systemic Effects	7-1
7.2.1. Atherosclerosis	7-2
7.2.1.1. Epidemiologic Studies	7-2
7.2.1.2. Toxicological Studies	7-4
7.2.2. Venous Thromboembolism	7-6
7.2.2.1. Epidemiologic Studies	7-7
7.5.2.1. Mutagenesis and Genotoxicity	7-76
7.5.2.2. Carcinogenesis	7-79
7.5.2.3. Summary of Toxicological Studies	7-80
7.5.3. Epigenetic Studies and Other Heritable DNA mutations	7-80
7.5.4. Summary and Causal Determinations	7-81
7.5.4.1. PM <sub>2.5</sub>	7-81
7.5.4.2. PM <sub>10-2.5</sub>	7-82
7.5.4.3. UFPs	7-82
7.6. Mortality	7-82
7.6.1. Recent Studies of Long-Term Exposure to PM and Mortality	7-84
7.6.2. Composition and Source-Oriented Analyses of PM	7-89
7.6.3. Within-City Effects of PM Exposure	7-90
7.6.4. <del>Effects of Different Long-term Exposure Windows</del>	<del>7-92</del>
7.6.5. Summary and Causal Determinations	7-95
7.6.5.1. PM <sub>2.5</sub>	7-95
7.6.5.2. PM <sub>10-2.5</sub>	7-97
7.6.5.3. UFPs	7-97
Chapter 7 References	7-98

## 7.6.5.3. UFPs

The 2004 PM AQCD did not report long-term exposure studies for UFPs. No epidemiologic studies have been conducted to evaluate the effects of long-term UFP exposure and mortality. The evidence is **inadequate to determine if a causal relationship exists between long-term UFP exposures and mortality.**

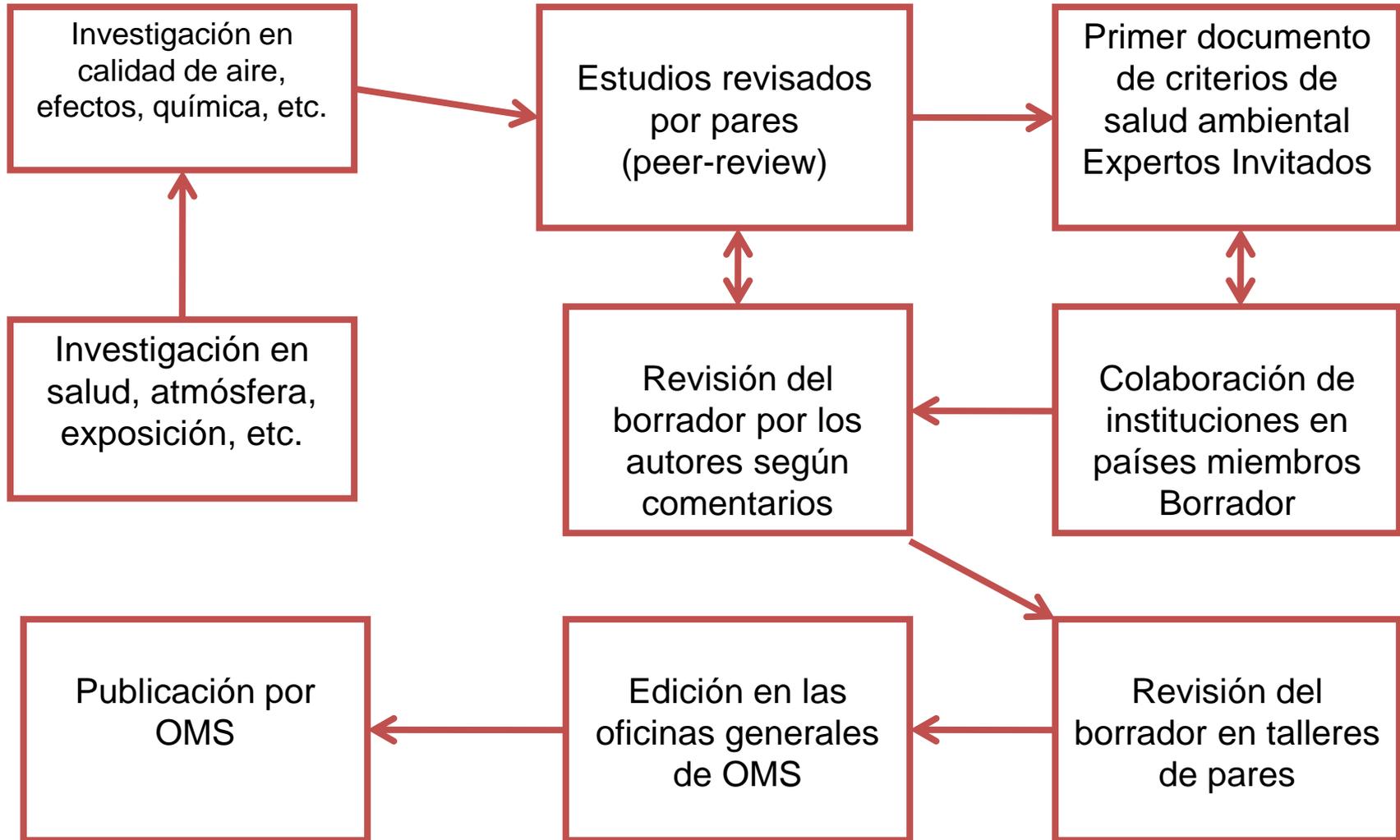
001301 vta



# Air Quality Guidelines

**Global Update  
2005**

# Proceso de revisión 001302



<b>11. Ozone</b>	<b>307</b>
General description	307
Route of exposure and toxicokinetics	311
Summary of the pathogenetic mechanisms of ozone toxicity	313
Health effects	314
Guidelines	324
References	326
<b>12. Nitrogen dioxide</b>	<b>331</b>
General description	331
Routes of exposure	333
Kinetics and metabolism	333
Health effects	333
Evaluation of human health risks	374
Guidelines	375
References	377
<b>13. Sulfur dioxide</b>	<b>395</b>
General description	395
Health effects	398
Evaluation	411
Guidelines	413
References	415

- **Normas**

- Revisión cada 5 años
- Evaluación de evidencia (consultores)
- Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES)

- **¡Costo-Beneficio!**

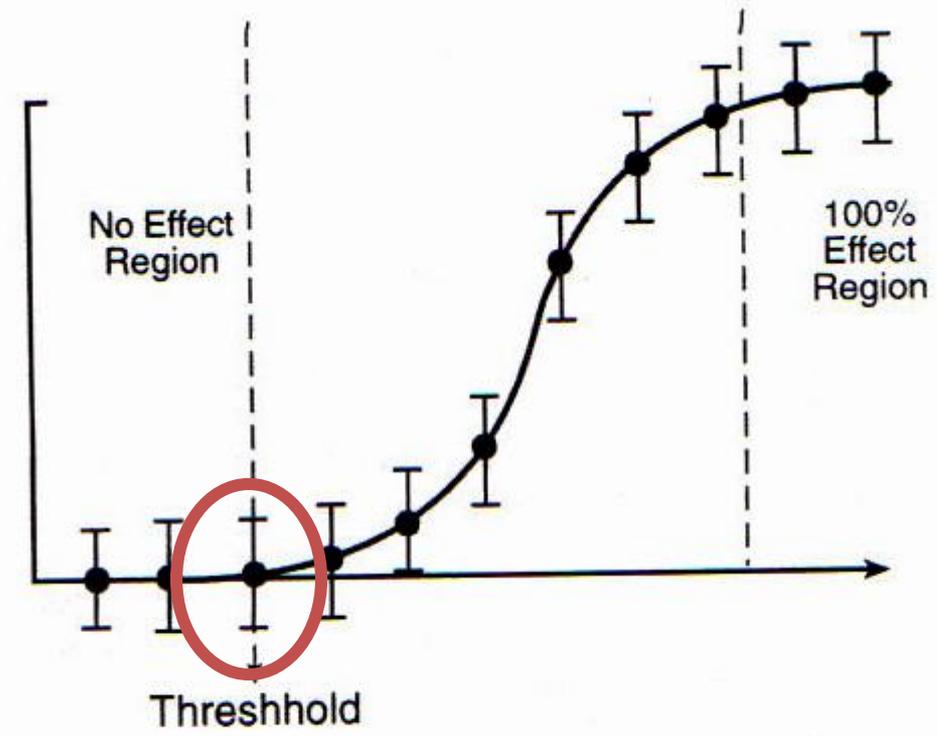
- **Costo**

- Costo incorporar medidas
- Baja producción
- Mitigación

- **Beneficio**

- “Mejoras” en salud por la reducción en contaminación
- Curvas exposición-respuesta: Casos
- Valor vida estadística

# Exposición-Respuesta



**Figure 1.2** The no effect region is the range of doses that falls below the threshold dose. The threshold is the highest dose which elicits no effect (or the dose below which a response is not observed).

**Table 5. Risk estimates for PM exposure**

Outcome	Source	Reference	Estimate	95% CI
Daily mortality (all-cause)	WHO meta-analysis	WHO (2)	0.6%/10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.4–0.8
Daily mortality (respiratory)	WHO meta -analysis	WHO (2)	1.3%/10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.5–2.09
Daily mortality (cardiovascular)	WHO meta -analysis	WHO (2)	0.9%/10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.5–1.3
Daily mortality (all-cause)	NMMAPS revised	Health Effects Institute (243)	0.21%/10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.09–0.33
Daily mortality (cardiovascular)	NMMAPS revised	Health Effects Institute (243)	0.31%/10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.13–0.49
Long-term mortality (all-cause)	ACS CPS II 1979– 1983	Pope et al. (323)	4%/10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1–8
Long-term mortality (cardiopulmonary)	ACS CPS II 1979– 1983	Pope et al. (323)	6%/10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2–10



## **Antecedentes para el Análisis General de Impacto Económico y Social del Anteproyecto de la Norma de Calidad Primaria para PM<sub>2.5</sub> (AGIES)**

Estudio realizado para la Comisión Nacional del Medio Ambiente

Tabla 1-10: Casos Totales Evitados en el Período 2012-2041 (Miles de casos) y costos por alternativa de norma (Millones de USD)

Efecto	Norma Base PM10	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Mortalidad Prematura (valor alto)	122	161	157	148	128
Admisiones Hospitalarias	197	268	260	244	209
Visitas Sala Emergencia Niños	821	1,070	1,040	992	858
Días Laborales Perdidos	49,200	63,800	62,400	59,400	51,400
Días con alguna restricción de actividad	234,000	304,000	297,000	283,000	245,000
<b>Valor Presente Costos (M USD)</b>	<b>11,300</b>	<b>23,600</b>	<b>20,000</b>	<b>15,600</b>	<b>11,200</b>

Nota: Los casos para la Norma Base PM<sub>10</sub> se calculan con respecto a la situación proyectada. Las alternativas de Norma de PM<sub>2.5</sub> son adicionales a la Norma Base PM<sub>10</sub>, es decir, los casos totales evitados para cada alternativa corresponden a la suma de la norma base y cada alternativa.

\*Valores presentados con dos cifras significativas

Fuente: Elaboración Propia

- **Basado en utilitarismo**
  - El impacto de decisiones son medidas por el bienestar producido en todos los individuos afectados
  - Maximizar la “mayor felicidad” a la mayor cantidad de personas posible. Felicidad o bienestar medida como utilidad.
  - La utilidad se puede medir en forma objetiva (Costo de accidente) o subjetiva (Disposición a pago)

**¿Qué evidencia nueva existe?**

**¿Cómo esta evidencia afecta  
política ambiental?**

**¿Qué se puede hacer?**

**¿Cómo intervenir en el proceso de  
toma de decisión?**

- ¿Qué se puede hacer?
  - Evidencia nueva
    - Epidemiología
    - Toxicología

NIVELES:

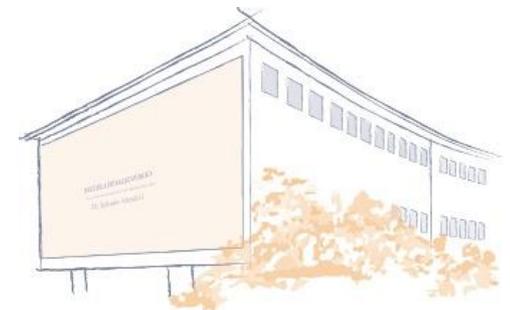
**1) ACCESO A LA INFORMACIÓN**



**2) OBSERVACIONES CIUDADANAS**



**3) IMPUGNACIÓN - RECLAMO**



NIVELES:

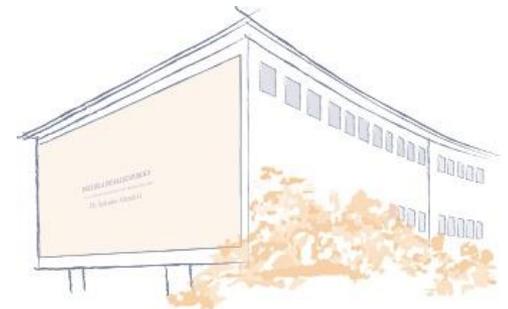
**1) ACCESO A LA INFORMACIÓN**



**2) OBSERVACIONES CIUDADANAS**



**3) IMPUGNACIÓN - RECLAMO**



- Observaciones

- Durante elaboración

- Normas, planes, estudios impacto ambiental

- Espacio para observaciones ciudadanas



Ministerio del  
Medio  
Ambiente

Gobierno de Chile

# e-PAC

## Participación Ciudadana en Planes y Normas

### Acceso Usuario

PabloRuiz

Nombre de usuario

.....

Contraseña

Entrar

"Para presentar una observación en un proceso de consulta pública respecto a Planes o Normas Ambientales, debe registrarse previamente"

[Registrarse](#)  
[¿Olvidó contraseña?](#)

### Preguntas Frecuentes

Tablas Públicas o estado de avance de los procesos

¿Qué son las normas ambientales?

## Bienvenidos a e-PAC, sitio online de participación ciudadana en regulaciones ambientales

*Estimados/as usuarios/as, el sistema e-PAC es una plataforma electrónica desarrollada por el Ministerio del Medio Ambiente, para que la ciudadanía participe en los procesos de CONSULTA PÚBLICA, relacionados con la elaboración de normas de emisión, de calidad ambiental, y planes de prevención o descontaminación, promoviendo la participación activa de la ciudadanía en la generación de estos importantes instrumentos normativos. La etapa de consulta pública, tiene un periodo de 60 días hábiles, y en este plazo, cualquier persona natural o jurídica podrá enviar sus observaciones, a través de esta plataforma, o bien, a través de la Oficina de Partes del Ministerio de Medio Ambiente o de la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente respectiva, pudiendo además adjuntar antecedentes de naturaleza técnica, científica, social, económica y/o jurídica. Agradeciendo su participación en estos procesos, le damos una cordial Bienvenida*

### Listado de procesos de consulta pública

Nombre del Plan o Norma	Ambito territorial	Tipo de proceso	Fecha Inicio	Fecha Término	Días para el cierre	Nº Observacion	Estado Consulta
Anteproyecto del Plan de Descontaminación Atmosférica por	Regional	Nueva	9-9-2015	3-12-2015	44	6	Abierta

Tablas Públicas o estado de avance de los procesos

¿Qué son las normas ambientales?

¿Cómo informarse sobre Planes y Normas ambientales en elaboración?

¿Qué son los planes de prevención y descontaminación?

¿Cuáles son los tipos de normas que existen?

Nombre del Plan o Norma	Ambito territorial	Tipo de proceso	Fecha Inicio	Fecha Término	Días para el cierre	Nº Observacion	Estado Consulta
Anteproyecto del Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Valdivia	Regional	Nueva	9-9-2015	3-12-2015	44	6	Abierta
Anteproyecto Revisión Norma de Calidad Primaria para Dióxido de Azufre (DS N° 113/2003 de MINSEGPRES	Nacional	Revisión	30-8-2015	23-9-2015	0	27	Cerrada
Anteproyecto de Revisión de la Norma de Emisión de NO, HC y CO para el control del NOx en vehículos	Nacional	Revisión	13-4-2015	8-7-2015	0	1	Cerrada
Anteproyecto de Plan de Descontaminación Atmosférica por MP10 para la zona saturada de Coyhaique	Regional	Nueva	25-2-2015	25-5-2015	0	388	Cerrada
Anteproyecto del Plan de PDA por MP2,5 y MP10 para las comunas de Chillán y Chillán Viejo	Regional	Nueva	6-2-2015	4-5-2015	0	40	Cerrada
Anteproyecto de Plan de Descontaminación Atmosférica por MP10, para las comunas de Talca y Maule	Regional	Nueva	28-1-2015	23-4-2015	0	71	Cerrada
Anteproyecto de Revisión de las Normas de Emisión de Contaminantes... DS 4/94	Nacional	Revisión	22-12-2014	17-3-2015	0	1	Cerrada

**Inicio**

**Acceso Usuario**

PabloRuiz  
Nombre de usuario

.....  
Contraseña

**Entrar**

"Para presentar una observación en un proceso de consulta pública respecto a Planes o Normas Ambientales, debe registrarse previamente"

[Registrarse](#)  
[¿Olvidó contraseña?](#)

**Preguntas Frecuentes**

Tablas Públicas o estado de avance de los procesos

¿Qué son las normas ambientales?

¿Cómo informarse sobre Planes y Normas ambientales en elaboración?

¿Qué son los planes de prevención y descontaminación?

¿Cuáles son los tipos de normas que existen?

**Nueva Observación**

**PLAN O NORMA**

<b>Nombre del Plan o Norma:</b>	Anteproyecto Revisión Norma de Calidad Primaria para Dióxido de Azufre (DS N° 113/2003 de MINSEGPRES)
<b>Tipo de proceso:</b>	Revisión
<b>Fecha publicación:</b>	viernes,28 junio, 2015
<b>Estado Consulta:</b>	Cerrada
<b>Fecha de Inicio:</b>	martes,30 junio, 2015
<b>Fecha de Terminó:</b>	miércoles,23 septiembre, 2015
<b>Días para el cierre:</b>	0

[Ir al expediente de Plan o Norma](#)

**MARCO**

<b>Tipo instrumento</b>	Normas	<b>Ambito territorial:</b>	Nacional
<b>Tipo:</b>	Normas de Calidad	<b>Dimension:</b>	Aire
<b>Encargado:</b>	GABRIEL MENDOZA MIRANDA		

**OBSERVACIÓN**

De la lectura del anteproyecto de norma y de algunos de los documentos que constituyen el expediente, pareciera que tanto el expediente como el proceso no ha considerado un documento de la OMS bastante atingente a la formulación de la norma. Este es el documento "Revisión de la evidencia sobre aspectos de salud de la contaminación atmosférica - e proyecto REVIHAAP" ("Review of evidence on health aspects of air pollution - REVIHAAP Project") del año 2013, el cuál en su sección Question C7 de la página 142 entrega bastante antecedentes al contestar la pregunta "Hay evidencia nueva de los efectos en salud de exposición a corto plazo (menos de 1 día) a SO2 que pudieran llevar a cambios en las guías de calidad de aire basados en promedios de 10 min y 1 día o en los limites de calidad de aire de la UE basados en periodos horarios y diarios? ("Is there any new evidence on the health effects of short term (less than 1 day) exposure to SO2 that would lead to changes of the WHO air quality

**Calendario**

< octubre

lu	ma	mi	ju
28	29	30	
5	6	7	8
12	13	14	15
19	20	21	22
26	27	28	29
2	3	4	5

**Noticias**

Presidenta Bachechan...  
Planes de...  
Descontaminación...  
2018, con énfasis en...  
ciudades del...

## Preguntas Frecuentes

Tablas Públicas o estado de avance de los procesos

¿Qué son las normas ambientales?

¿Cómo informarse sobre Planes y Normas ambientales en elaboración?

¿Qué son los planes de prevención y descontaminación?

¿Cuáles son los tipos de normas que existen?

## Listado de procesos de consulta pública

Nombre del Plan o Norma	Ambito territorial	Tipo de proceso	Fecha Inicio	Fecha Término	Días para el cierre	Nº Observacion	Estado Consulta
Anteproyecto del Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Valdivia	Regional	Nueva	9-9-2015	3-12-2015	44	6	Abierta
Anteproyecto Revisión Norma de Calidad Primaria para Dióxido de Azufre (DS N° 113/2003 de MINSEGPRES	Nacional	Revisión	30-8-2015	23-9-2015	0	27	Cerrada
Anteproyecto de Revisión de la Norma de Emisión de NO, HC y CO para el control del NOx en vehículos	Nacional	Revisión	13-4-2015	8-7-2015	0	1	Cerrada
Anteproyecto de Plan de Descontaminación Atmosférica por MP10 para la zona saturada de Coyhaique	Regional	Nueva	25-2-2015	25-5-2015	0	388	Cerrada
Anteproyecto del Plan de PDA por MP2,5 y MP10 para las comunas de Chillán y Chillán Viejo	Regional	Nueva	6-2-2015	4-5-2015	0	40	Cerrada
Anteproyecto de Plan de Descontaminación Atmosférica por MP10, para las comunas de Talca y Maule	Regional	Nueva	28-1-2015	23-4-2015	0	71	Cerrada
Anteproyecto de Revisión de las Normas de Emisión de	Nacional	Revisión	22-12-2014	17-3-2015	0	1	Cerrada

# Integrated Science Assessment for Sulfur Oxides - Health Criteria

September 2008

ISA: EPA/600/R-08/047F

Annexes: EPA/600/R-08/047FA

Contains Errata Sheet created on 3/4/2009

Evaluation of the health evidence, with consideration of issues related to atmospheric sciences, exposure assessment, and dosimetry, led to the conclusion that there is *a causal relationship between respiratory morbidity and short-term exposure to SO<sub>2</sub>*. This conclusion is supported by the consistency, coherence, and plausibility of findings observed in the human clinical, epidemiologic, and animal toxicological studies. In human clinical studies, respiratory effects were observed following 5-10 min exposures to SO<sub>2</sub> at concentrations  $\geq 0.2$  ppm in asthmatics engaged in moderate to heavy levels of

- Observaciones

- Nueva norma horaria
- Cumplimiento percentil 99
  - ¿Aplicado a días o horas en el año?
  - Regla EPA: 1% de 365 días
  - Chile: 1% de 8760 horas?
  - ¿4 días al año? ¿87 horas al año?
- No se cita doc 2013 de la OMS con evidencia nueva de SO2



## Question C7

**Is there any new evidence on the health effects of short term (less than 1 day) exposures to SO<sub>2</sub> that would lead to changes of the WHO air quality guidelines based on 10 minute and daily averaging periods or the EU's air quality limit values based on hourly and daily averaging periods?**



This publication arises from the project REVIHAAP and has received funding from the European Union.

NIVELES:

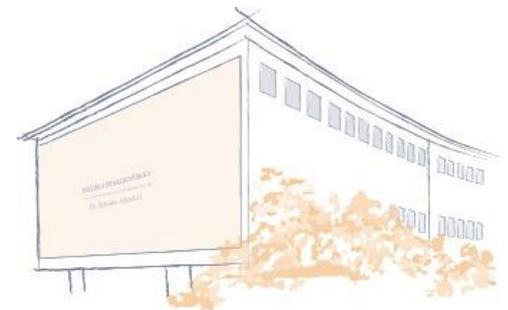
**1) ACCESO A LA INFORMACIÓN**



**2) OBSERVACIONES CIUDADANAS**



**3) IMPUGNACIÓN - RECLAMO**



- Impugnaciones
  - Demandas ciudadanas contra gobierno
  - Normas, planes, etc...

Twitter 0 Recomendar 12 +1 0

Usted está en: Política Ministros María Ignacia Benítez

Impimir Enviar Calificar: ★★★★★

Texto

# Tribunal ambiental acoge a trámite cuatro acciones judiciales en contra de la ministra de Medio Ambiente

08/02/2014 | Las acciones fueron presentadas debido a la derogación de la norma de calidad del aire que regula la emisión del material particulado MP10.



El Tribunal Ambiental acogió a trámite cuatro acciones judiciales en contra de la ministra del Medio Ambiente, María Ignacia Benítez, por la derogación de la norma de calidad del aire que regula la emisión del material particulado MP10. Estos

recursos fueron presentadas por las municipalidades de Tocopilla, Huasco,

Puchuncaví y la Fiscalía del Medio Ambiente, FIMA, informó radio Bío Bío.

El Alcalde de Tocopilla, Fernando San Román, se manifestó contento por el trabajo que lograron las municipalidades y sobre todo el que haya sido acogido por el tribunal ambiental el recurso presentado. Agregó que

## Relacionados



Gobierno pide la renuncia del director del Servicio de Evaluación Ambiental. Lo reemplaza por el subsecretario de Medio Ambiente.



Movilizaciones y acciones legales se preparan en la Región de Atacama para revertir decisión que autoriza la termoeléctrica Punta Alcalde.



Luego de las críticas realizadas, ministra de Medio Ambiente da como 'sustanciado' el caso que impide con la Corte.



Singular declaración: la ministra del Medio Ambiente anuncia la coordinación con el Presidente de la República antes de criticar fallo judicial por la termoeléctrica Castilla.



Ministra Benítez será constitucionalmente cuestionada por el acuerdo de las bancas opositoras.

ver más

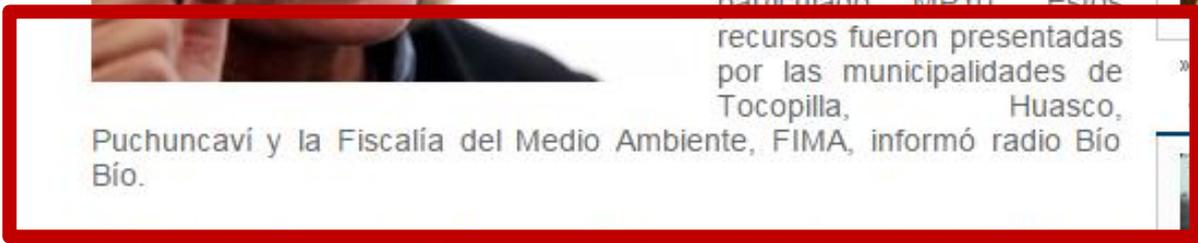
## Veá Además



Primera consecuencia de la paliza a reos en cárceles de Rancagua: siete genocidas desvinculados.



Ministro de Educación



BOGADOS  
FAMILIA

ofamilia.cl

s en Santiago y

Divorcios, alimentos,

adopción



## En informe al Tribunal Ambiental: Experto alerta de peligros para la salud de eliminación de norma MP 10

Bajo la figura del "Amicus Curiae", el experto Pablo Ruiz señaló que hay evidencia material internacional que sustenta la noción de que la exposición a MP10 de largo plazo, puede producir efectos en la salud crónicos y independiente de la exposición al MP2,5, con lo que respalda reclamación de comunidades



170



89

AMBIENTE

14 de marzo, 2014

Autor: **Paulina Hidalgo**★ Tema de **El Dinamo**

EO | Estudiante interrumpe

Michelle Bachelet con

mensaje contra el aborto

alos con ataque: querrela

ría dejar a Caval sin

dedos por venta de

&amp;cd=3&amp;ved=0CCQQFjAC&amp;url=http%3A%2F%2Fwww.eldinamo.cl%2Fambiente%2F2014%2F03%2F14%2Fexperto-alerta-de-peligros-para-la-salud-de-eliminacion-de-norma-mp-10%

/Agencia Uno

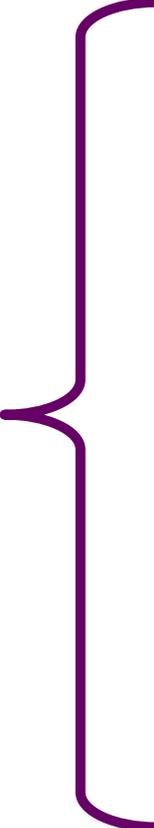
## AMICUS CURIAE

# INFORME AMICUS CURIAE SOBRE LA DEROGACIÓN DE LA NORMA DE MP<sub>10</sub> DE CONCENTRACION ANUAL

**PABLO A. RUIZ RUDOLPH**

BIOQUIMICO, UNIVERSIDAD DE CHILE

DOCTOR EN SALUD AMBIENTAL, UNIVERSIDAD DE HARVARD



**1. Análisis ISA 2009 MP**

**2. Análisis WHO 2013**

**3. Revisión AGIES de MP10**

# Análisis ISA 2009 001315 vta



1.  $MP_{2.5}$  vs.  $MP_{2,5-10}$  vs.  $MP_{10}$

2. Siete desenlaces

Tabla 4. Artículos citados en el ISA del 2009 de la EPA sobre efectos en síntomas respiratorios (asma y bronquitis crónica) y uso de medicación

Referencia	Población y lugar	Concentraciones Media (Min.-Max.) RIC	Desenlace	Efectos Estimado (IC)*
(McConnell et al., 1999)	3676 niños 12 comunidades en California, EEUU	MP <sub>10</sub> : nd (nd-nd) 19 µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5</sub> : nd (nd-nd) 15 µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5-10</sub> : nd	Bronquitis crónica en niños con asma  Flemas en niños con asma	MP <sub>10</sub> : <b>OR 1,4 (1,1;1,8) por un RIQ</b> MP <sub>2,5</sub> : OR 1,4 (0,9;2,3) por un RIQ MP <sub>2,5-10</sub> : n.d.  MP <sub>10</sub> : <b>OR 2,1 (1,4;3,3) por un RIQ</b> MP <sub>2,5</sub> : <b>OR 2,6 (1,2;5,4) por un RIQ</b> MP <sub>2,5-10</sub> : n.d.
(McConnell et al., 2003)	475 niños 12 comunidades en California, EEUU	MP <sub>10</sub> : 30,8 (15,7;62,5) nd µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5</sub> : 13,8 (5,5;28,5) nd µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5-10</sub> : 17,0 (10,2;35,0) nd µg/m <sup>3</sup>	Síntomas de bronquitis crónica	MP <sub>10</sub> : OR 1,04 (0,99;1,10) por 1 µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5</sub> : <b>OR 1,09 (1,01;1,17) por 1 µg/m<sup>3</sup></b> MP <sub>2,5-10</sub> : OR 1,02 (0,95;1,10) por 1 µg/m <sup>3</sup>
(Bayer-Oglesby et al., 2005)	9591 niños 10 comunidades Suizas	MP <sub>10</sub> : 9,8 (nd;nd) nd µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5</sub> : nd (nd;nd) nd µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5-10</sub> : nd (nd;nd) nd µg/m <sup>3</sup> Como caída de concentración	Síntomas de tos crónica  Síntomas de bronquitis crónica	MP <sub>10</sub> : <b>OR 0,65 (0,54;0,79) por caída de 10 µg/m<sup>3</sup></b> MP <sub>2,5</sub> : OR nd MP <sub>2,5-10</sub> : OR nd  MP <sub>10</sub> : <b>OR 0,66 (0,55;0,80) por caída de 10 µg/m<sup>3</sup></b> MP <sub>2,5</sub> : OR nd MP <sub>2,5-10</sub> : OR nd
(Islam et al., 2007)	2057 niños 12 comunidades en California, EEUU	MP <sub>10</sub> : nd (nd;nd) nd µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5</sub> : nd (5,7;29,5) nd µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5-10</sub> : nd (nd;nd) nd µg/m <sup>3</sup>	Nuevo diagnóstico de asma	MP <sub>10</sub> : <b>también pero más débil</b> MP <sub>2,5</sub> : <b>HR 0.65 (0,41;1,03) con MP<sub>2,5</sub> bajo</b> MP <sub>2,5-10</sub> : nd
(Brauer et al., 2007)	4000 niños seguidos de nacimiento en Holanda	MP <sub>10</sub> : nd (nd;nd) nd µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5</sub> : 16,9 (13,5;25,2) 3,3 µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5-10</sub> : nd (nd;nd) nd µg/m <sup>3</sup>	Presencia de sibilancias	MP <sub>10</sub> : OR nd MP <sub>2,5</sub> : <b>OR 1,23 (1,00;1,51) por RIC</b> MP <sub>2,5-10</sub> : OR nd
(Schindler et al., 2009)	7019 adultos en Suiza	MP <sub>10</sub> : -6,2 (nd;nd) nd µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5</sub> : nd (nd;nd) nd µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5-10</sub> : nd (nd;nd) nd µg/m <sup>3</sup> Como caída de concentración	Tos frecuente  Tos crónica o flemas	MP <sub>10</sub> : <b>OR 0,77 (0,62;0,97) por caída 10 µg/m<sup>3</sup></b> MP <sub>2,5</sub> : nd MP <sub>2,5-10</sub> : nd  MP <sub>10</sub> : <b>OR 0,78 (0,062;0,98) por caída 10 µg/m<sup>3</sup></b> MP <sub>2,5</sub> : nd MP <sub>2,5-10</sub> : nd
(Kunzli et al., 2009)	2725 adultos en Suiza	MP <sub>10</sub> : -6,23 (nd;nd) nd µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5</sub> : nd (nd;nd) nd µg/m <sup>3</sup> MP <sub>2,5-10</sub> : nd (nd;nd) nd µg/m <sup>3</sup> Como caída de concentración	Aparición de asma en adulto	MP <sub>10</sub> : <b>HR 1,30 (1,05;1,61) por 1 µg/m<sup>3</sup>*</b> MP <sub>2,5</sub> : nd MP <sub>2,5-10</sub> : nd *de tráfico

\* En **negrita**, efectos que fueron considerados estadísticamente significativos

Notas: n.d: No disponible, RIC: rango intercuartilo, OR: Odds Ratio, IC: intervalo de confianza

**Tabla 1. Resumen de estudios analizados en el ISA 2009.**

Desenlace	Efectos MP <sub>10</sub>	Efectos MP <sub>2,5</sub>	Relación efectos MP <sub>10</sub> /MP <sub>2,5</sub>
<b>Efectos cardiovasculares: aterosclerosis</b>	Estudios con Efecto:1 Estudios sin Efecto:0	Estudios con Efecto:4 Estudios sin Efecto:1	El único estudio en que se evaluó ambos, mostró más efectos un poco más elevados para MP <sub>10</sub> comparado con MP <sub>2,5</sub> .
<b>Efectos cardiovasculares: enfermedad cardíaca coronaria (ECC)</b>	Estudios con Efecto:2 Estudios sin Efecto:3	Estudios con Efecto:1 Estudios sin Efecto:1	No hay estudios que se evalúen ambos.
<b>Efectos cardiovasculares: mortalidad</b>	Estudios con Efecto:3 Estudios sin Efecto:0	Estudios con Efecto:5 Estudios sin Efecto:0	En único estudio que se evaluó MP <sub>10</sub> y MP <sub>2,5</sub> , ambos mostraron efectos significativos e independientes, pero MP <sub>2,5</sub> presentó mayor magnitud.
<b>Efectos respiratorios: síntomas (asma y bronquitis crónica) y uso de medicación</b>	Estudios con Efecto:5 Estudios sin Efecto:1	Estudios con Efecto:4 Estudios sin Efecto:0	En dos estudios en que se evalúan ambas fracciones, en uno MP <sub>10</sub> mostró efectos más consistentes, y en el otro MP <sub>2,5</sub> .
<b>Efectos respiratorios: función pulmonar</b>	Estudios con Efecto:5 Estudios sin Efecto:2	Estudios con Efecto:3 Estudios sin Efecto:1	Existen cuatro estudios en que se evalúan ambas fracciones, en dos los efectos de MP <sub>10</sub> son más consistentes y en otros dos los de MP <sub>2,5</sub> .
<b>Efectos respiratorios: mortalidad</b>	Estudios con Efecto:0 Estudios sin Efecto:0	Estudios con Efecto:1 Estudios sin Efecto:1	No se evaluaron estudios con MP <sub>10</sub> .
<b>Mortalidad de largo plazo</b>	Estudios con Efecto:1 Estudios sin Efecto:1	Estudios con Efecto:5 Estudios sin Efecto:1	En el único estudio que se evalúa MP <sub>10</sub> y MP <sub>2,5</sub> conjuntamente, MP <sub>10</sub> mostró un efecto independiente y de una magnitud similar (algo mayor) que MP <sub>2,5</sub> .

- **Efectos en salud por exposición a MP10 tan consistentes como MP2,5**
- **Evidencia usada para MP2,5 de largo plazo, en realidad proviene de MP10**
- **EPA se concentró en MP2.5-10, pero hay poca evidencia de esto**
- **Efectos observados de MP10 son a concentraciones mucho más bajas que las registradas en Chile**

# Informe WHO 2013 001317 vta



**World Health  
Organization**

REGIONAL OFFICE FOR **Europe**

## Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project

Technical Report

# Informe WHO 2013<sup>001318</sup>

A4: “¿Qué evidencia en salud está disponible para apoyar un valor límite anual independiente para MP10 (en paralelo a (i) un límite anual de promedio de MP2,5 y (ii) límites múltiples para proteger exposiciones de corto y largo plazo a MP2,5)?”

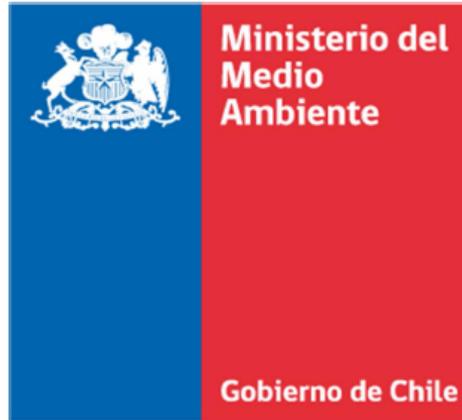
# Informe WHO 2013 001318 vta

- (i) que existe evidencia importante de los efectos en salud de corto plazo tanto para partículas finas (MP2,5) y gruesas (MP2,5-10)
- (ii) que existen estudios (destacan aquellos en Europa) que muestran efectos en salud por exposición de largo plazo a MP10, sobre todo para efectos respiratorios, y que además estos efectos ocurren a valores menores a los límites de la Unión Europea
- (iii) que partículas finas y gruesas tienen distintos mecanismos de deposición, composición y probablemente de efectos en salud.

# Informe WHO 2013 <sup>001319</sup>

- Tres desenlaces
  - Mortalidad Total (Género)
  - Efectos en función pulmonary y síntomas respiratorios crónicos
  - Bajo peso al nacer y otros trastornos neonatales
- Efectos a concentraciones mucho más bajas que Chile

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL



## **Análisis General de Impacto Económico y Social del Anteproyecto de Revisión de la Norma de Calidad Primaria de MP10**

1. Uso de MP2.5 como efecto de MP10 (asume fracción gruesa no tiene efectos en salud).
2. Curva exposición respuesta para MP2.5, no es posible derivar por las referencias
3. Mortalidad es único indicador de impacto social
  1. Sugerencias de riesgo MP10 crónico WHO 2013: mortalidad postneonatal, bronquiolitis niños, bronquitis crónica en adultos



## Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project

Recommendations for  
concentration–response  
functions for cost–benefit  
analysis of particulate matter,  
ozone and nitrogen dioxide



This publication arises from the HRAPIE project and has received funding from the European Union.

2. Long-term PM exposure .....	12
2.1. Effects of long-term PM <sub>2.5</sub> exposure on all-cause mortality .....	12
2.2. Effects of long-term PM <sub>2.5</sub> exposure on cause-specific mortality.....	15
2.3. Effects of long-term PM <sub>10</sub> exposure on postneonatal mortality.....	17
2.4. Effects of long-term PM <sub>10</sub> exposure on prevalence of bronchitis in children.....	17
2.5. Effects of long-term PM <sub>10</sub> exposure on incidence of chronic bronchitis in adults .....	18

## **2.3. Effects of long-term PM<sub>10</sub> exposure on postneonatal mortality**

For infant mortality, the HRAPIE experts recommended using the results of the study by Woodruff, Grillo and Schoendorf (1997), based on 4 million infants in the United States. The endpoint was postneonatal infant mortality, defined as death between the ages of 1 and 12 months. The associations reported in the study between all-cause mortality and PM<sub>10</sub> (measured as the average during the first two months of life) generated an RR of 1.04 (95% CI = 1.02, 1.07) per 10 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub>. This study is preferred over a more recent study (Woodruff, Darrow and Parker, 2008) of 3.5 million infants in the United States, which reports associations with respiratory-specific postneonatal infant mortality. While this later study provides general support for infant mortality effect from long-term exposure, data on the cause-specific postneonatal mortality are not available in international databases. Further studies, mostly in developing countries, provide additional support for an effect of acute exposure to PM (Cohen et al., 2004).

## 4. Monetización

- ¿Cómo monetizar bajo peso al nacer?
- ¿O descenso en función respiratoria?

## 5. Otros

- Agies tiene solo 8 referencias.
- Algunas constataciones no tienen citas o están mal citadas

Tabla 1: Estudios epidemiológicos disponibles para mortalidad de largo y corto plazo

Exposición	MP10	MP2,5	MP10-2,5	Ultra fina
<b>Corto Plazo</b>	<b>Suficiente</b>	<b>Suficiente</b>	Sugerente	Inadecuada
<b>Largo Plazo</b>	Sugerente	<b>Suficiente</b>	Inadecuada	Inadecuada

Fuente: USEPA (2008)

## 9. Referencias

1. Cifuentes, L. (2010). Relación de la norma de calidad primaria MP 2,5 con la norma de calidad primaria de MP 10.
2. DICTUC (2009a) Análisis costo beneficio del plan de descontaminación de la región metropolitana. Santiago, Chile, CONAMA RM.
3. DICTUC (2009b) Antecedentes para el Análisis General de Impacto Económico y Social del Anteproyecto de la Norma de Calidad Primaria para PM2.5 (AGIES)
4. DICTUC (2010). Elementos para definir una Estrategia Nacional en la Gestión y Regulación de los Contaminantes Material Particulado Respirable (MP10) y Material Particulado Fino (MP2,5).
5. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Organización Mundial de la Salud (OMS) año 2005
6. 40 CFR Part 50 National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter Final Rule Environmental Protection Agency October 2006
7. Sitio Web de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA): <http://www.epa.gov/oar/particlepollution/basic.html>
8. Provisional Assessment of Recent Studies on Health Effects of Particulate Matter Exposure National Center for Environmental Assessment Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency July 2006



[Tribunal Ambiental](#) > [Noticias](#) > Por vicios en el procedimiento: Tribunal Ambiental de Santiago anuló decreto supremo de 2013 que revisó norma de material particulado respirable en Chile

## Por vicios en el procedimiento: Tribunal Ambiental de Santiago anuló decreto supremo de 2013 que revisó norma de material particulado respirable en Chile

Jurisdicción especial ordenó al Ministerio del Medio Ambiente realizar, en el más breve plazo, un nuevo proceso de revisión de la norma MP10 de 1998.

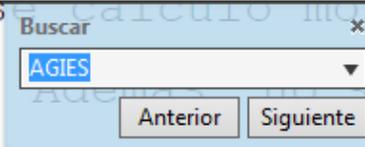
Esta es la primera reclamación contra un instrumento de gestión ambiental que no está relacionado directamente con el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

El Tribunal Ambiental de Santiago, por la unanimidad de sus Ministros, resolvió anular el Decreto Supremo N° 20, del Ministerio del Medio Ambiente, que revisó la norma de calidad primaria para material particulado respirable MP10 en el país.

El Tribunal resolvió: "i) que el procedimiento de revisión de la norma de MP10 contiene una serie de vicios de ilegalidad de carácter esencial, que por sí solos habrían permitido declarar la nulidad del D.S. N° 20 de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente; y ii) que, asimismo, las decisiones resultantes de dicho proceso, esto es, la mantención del límite diario y la derogación de límite anual de MP10



plazo del MP10 en SI, SINO SOLO SE CALCULO MORTALIDAD DE LARGO  
plazo usando MP2,5 como sustituto.



en salud importantes como crecimiento de función pulmonar en

niños, bajo peso al nacer entre otros." Este Tribunal coincide  
en que de la escueta información presentada en dicho AGIES, se  
hace muy difícil descubrir el origen de la función exposición-  
respuesta (o dosis-respuesta) utilizada para calcular los  
efectos en salud, para lo cual se debe ir a revisar el documento  
análogo confeccionado para la norma MP2,5, ante lo cual sigue  
siendo confuso descifrar, aún para un experto, cómo es que este  
último documento, a pesar de haber sido así informado, sirve  
de fundamento para los cálculos realizados en la revisión de  
la norma MP10. Efectivamente, "parece de necesidad obvia que  
el documento AGIES sea relativamente auto-explicativo en cómo  
se deriva una función tan importante.", característica esta

- **Casación**

- Consejo de defensa del estado
- Sube a corte suprema



[Volver a Noticias](#)

## Rechazó casación: Corte Suprema confirmó fallo del Tribunal Ambiental que anuló modificación a norma de material particulado MP10

- Ministerio del Medio Ambiente deberá iniciar, en el más breve plazo, un nuevo proceso de revisión de la norma MP10 de 1998.

En un fallo unánime la Tercera Sala de la Corte Suprema rechazó el recurso de casación interpuesto por el Consejo de Defensa del Estado, en representación del MMA, y confirmó la sentencia del Tribunal Ambiental de Santiago que anuló el decreto supremo que modificó la norma de material particulado MP10 para el país.

A través del D.S.N°20, de 2013 el Ministerio del Medio Ambiente revisó la normativa vigente desde 1998 y determinó mantener el límite diario de MP10 y derogar su límite anual.

En su recurso, el CDE alegó que en su sentencia el Tribunal Ambiental exigió un estándar de motivación y fundamentación del acto administrativo ajeno a lo establecido por la ley, a lo cual la Corte Suprema detalla que “todos los actos administrativos requieren ser fundamentados, pero esta exigencia de fundamentación es más intensa e implica un estándar más alto o exigente en cuanto concierne a actos administrativos que pueden significar una disminución de la protección ambiental y por lo mismo requieren de una motivación especial”.



27/10/2015.

29/10/2015.

04/11/2015.



- ¿Qué es nuevo y qué hacer?
  - Efectos nuevos
    - Efectos neurológicos
    - Efectos temprano en el desarrollo (neonatal)
    - Epigenética
  - Contaminantes nuevos PUF
  - Formas de exposición
    - Cercanía de tráfico

- **Evaluación Social**
  - Monetarización de efectos
  - Alternativas costo-beneficio
- **Participación ciudadana**
  - Sociedad organizada, apoyo revisión normas

**¡Gracias!**

## Informe Huasco Zona de Sacrificio

*Comunicación para el Examen Periódico Universal, (EPU) Chile, sesión 32, julio 2018.*

### Organización

La organización ambiental ciudadana “Brigada S.O.S Huasco” funciona por más de 10 años, cuyos objetivos son la defensa de la salud y la vida en un ambiente libre de contaminación, de éstas y las futuras generaciones.

### Contexto de la población

La comuna de Huasco se localiza en el sector costero de la Región de Atacama con una población de 10.595 habitantes. El valle del Huasco está unido por la Cuenca del río Huasco, conformada por las comunas de Huasco, Freirina, Vallenar y Alto del Carmen con una población total de 77.737 habitantes<sup>1</sup>. Sus actividades productivas dominantes han sido la pesca y la agricultura, con un clima mediterráneo, próspero y tranquilo, con extraordinarias condiciones de fertilidad y belleza.

Este valle es el más importante productor de aceitunas del país. Según antecedentes del Ministerio de Agricultura hay cerca de 1.500 ha de olivos plantados en el Valle del Huasco, por lo cual en junio del 2016 los olivicultores lograron que el Instituto Nacional de Propiedad Intelectual les entregara el título de Denominación de Origen para el aceite de oliva producido específicamente por olivos que se cultivan en las comunas de Huasco, Freirina, Vallenar y Alto del Carmen<sup>2</sup>.

El reconocimiento también abarca el pajarete de uva “Armidita” de Alto del Carmen que ha logrado premios a nivel nacional e internacional como; “Catad’or Ancestral Wine Award” recibiendo medalla de oro y plata y “Palacio de Hierro 2013” recibiendo medalla de oro, entre otros<sup>3</sup>.

También este territorio posee kilómetros de lindas playas y el fenómeno natural único en el mundo como es el Desierto Florido<sup>4</sup>

### Planta de Pellets de fierro de Empresa CAP

En el año 1978, sin una legislación ambiental en aquella época, se instala la Planta Pelletizadora de fierro de la Empresa CAP, cuyo horno se encuentra encendido casi sin interrupción desde esa fecha, esta empresa cuenta con instalaciones anexas como puertos, canchas de acopio de mineral, bodegas, caminos, infraestructura ferroviaria, etc.<sup>5</sup>.

La nociva contaminación que dañó la producción olivícola, motivó a los olivicultores a organizarse y en el año 1992 presentaron un recurso de protección a la I. Corte de Apelaciones de Copiapó. Debidamente documentado con estudios y acreditando el daño, el recurso se gana por unanimidad. Decreto Exento N°

---

<sup>1</sup> INE 2017.

<sup>2</sup> Res.Ex.N° 1375/2017 Superintendencia del Medio Ambiente.

<sup>3</sup> [http://www.elbarrildelvino.com/3\\_armidita](http://www.elbarrildelvino.com/3_armidita)

<sup>4</sup> <http://www.semanario7dias.cl/index.php/2015/09/22/director-sernatur-regional-desierto-florido-es-algo-nuestro-un-fenomeno-unico-en-el-mundo-pero-sumamente-fragil/>

<sup>5</sup> Elgueta 2013.

4 del Ministerio de Agricultura, obliga a la CMP a limitar la cantidad de material particulado sedimentable y la cantidad de fierro en el.<sup>6</sup>

A pesar de su tecnología atrasada y altamente contaminante el año 2010 se le autoriza aumentar su capacidad de producción anual de 5,3 millones ton/año, consumiendo 392.175 ton/año (carbón y caliza) y sin tener en funcionamiento un depósito de relaves<sup>7</sup>.

Actualmente esta empresa se encuentra con un Procedimiento Administrativo Sancionatorio con 20 cargos formulados, desde omisión de monitoreo de gases hasta Depositación de relaves al mar sin autorización ambiental<sup>8</sup>.

### **Termoeléctricas Guacolda de la generadora Aes Gener**

Posteriormente, sin contar nuestro país con una política energética ni con una política de ordenamiento territorial, el año 1995 se instala la Empresa Guacolda con dos termoeléctricas I y II<sup>9</sup>.

Empresa Termoeléctrica Guacolda presenta un estudio de impacto ambiental en que manifiesta usar carbón bituminoso y sub-bituminoso y posteriormente solicita se le autorice quemar Petcoke, un residuo que los países desarrollados pagan para que se lo retiren y sólo puede usarse bajo estrictas medidas de mitigación por ser altamente contaminante y emitir entre otros, grandes cantidades de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, Vanadio y Níquel, este último según la OMS cancerígeno en su más mínima exposición. Esta solicitud fue rechazada en la región y autorizada por el Comité de Ministros de la época (año 2002).

La empresa Guacolda de la generadora norteamericana Aes Gener hoy cuenta con cinco termoeléctricas aprobadas<sup>10</sup>. El año recién pasado se le autoriza aumentar su producción en 24 MW<sup>11</sup>, generando un total de 784 MW. En un territorio declarado zona de latencia y sin que opere aún el Plan de Prevención para MP10.

### **Otros Proyectos**

El año 2009 ingreso al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) el proyecto termoeléctrico Punta Alcalde de 740 MW de la empresa española Endesa que se evaluó por más de tres años, para demostrar que el proyecto se ajustaba a la legislación ambiental y no lo pudieron hacer, razón por la cual se rechazó el proyecto por la Comisión de Evaluación Regional<sup>12</sup>, pero un año después lo aprueba el Comité de Ministros<sup>13</sup>. Ante lo cual los vecinos interponen recurso en la Corte de Apelaciones quien rechaza

---

<sup>6</sup> D.S N° 04/1992 Ministerio de Agricultura.

<sup>7</sup> RCA N° 215/2010 Corema Atacama.

<sup>8</sup> Res.Ex.N° 3/Rol-D-002-2018 Superintendencia del Medio Ambiente.

<sup>9</sup> RCA N° 4/1995 Conama Atacama.

<sup>10</sup> RCA N° 56/2006, RCA N° 236/2007 y RCA N° 191/2010 Ministerio del Medio Ambiente.

<sup>11</sup> RCA N° 80/2017 Ministerio del Medio Ambiente.

<sup>12</sup> <https://www.eldinamo.cl/ambiente/2013/08/01/oceana-y-sos-huasco-felices-tras-anulacion-de-luz-verde-a-termoelectrica-punta-alcalde/>

<sup>13</sup> <https://www.cooperativa.cl/noticias/pais/energia/generacion-electrica/comite-de-ministros-aprobo-por-unanimidad-construccion-de-termoelectrica/2012-12-03/172309.html>

nuevamente el proyecto<sup>14</sup>, debido a esto la empresa apela a la Corte Suprema<sup>15</sup>. En esa instancia el proyecto es aprobado, la comunidad pierde nuevamente ante la justicia<sup>16</sup>. Este proyecto actualmente se encuentra paralizado por el titular<sup>17</sup>.

Igual situación sucede con el Proyecto Cerro Blanco de la Empresa canadiense SCM White Mountain Titanium con una producción promedio de 73.000 ton/año de concentrado de rutilo de titanio, cuyas minas se encuentran en la comuna de Freirina y la desaladora que procesará 980 lt/seg., en la comuna de Huasco<sup>18</sup>. Este proyecto aun no inicia actividades.

Otro proyecto aprobado en la cuenca de la naciente del río Huasco es el proyecto de oro “Pascualama” de la empresa canadiense Barrick, paralizado con procesos judiciales<sup>19</sup>.

Como puede deducirse, Huasco tiene un escenario ambiental complejo: declarada como zona de latencia para material particulado respirable PM10, después de una ardua lucha de la comunidad, que por más de 10 años demostró, a las autoridades de turno, los sucesivos episodios de saturación y latencia<sup>20</sup> a los que se ha expuesto la población.

En las emisiones de gases como óxidos nitrosos y Anhídridos sulfurosos SO<sub>2</sub>, se han registrado sucesivamente periodos de latencia y saturación para estos contaminantes, precursores de lluvia ácida y causante de enfermedades respiratorias severas en niños y ancianos. Todo esto, sin considerar que entre las dos empresas emiten, además, plomo, mercurio, arsénico, cobalto, aluminio, silicio, níquel, vanadio, entre otros gases y metales pesados.

Un alto costo paga esta comunidad en la salud de su población, principalmente sus niños, según consta en estudios:

**1) “Níquel (Ni) en la orina de los niños residentes en ciudades con y sin utilización de petcoke en plantas de energía”<sup>21</sup>.**

- Se mostró un patrón consistente con niveles más altos de exposición a níquel (NI) en niños de la escuela para las ciudades que tienen una planta de energía alimentada por petcoke.
- Con la excepción de Caldera todas las ciudades estudiadas, mostraron niveles mayores que otros estudios informados en niños en edad escolar e incluso en adultos.

**2) “Estudio de Evaluación de Exposición a Metales en población infantil, 15 a 14 años Región de Atacama”, Minsal 2015<sup>22</sup>.**

<sup>14</sup> <http://www.elmostrador.cl/noticias/pais/2013/05/09/parten-alegatos-por-recursos-de-proteccion-contra-proyecto-termoelectrico-punta-alcalde/>

<sup>15</sup> <http://www.elmostrador.cl/noticias/pais/2013/08/08/endsa-apela-fallo-de-la-corte-de-apelaciones-que-detuvo-proyecto-punta-alcalde/>

<sup>16</sup> <http://www.pulso.cl/empresas-mercados/corte-suprema-autoriza-funcionamiento-de-central-punta-alcalde/>

<sup>17</sup> <http://www.emol.com/noticias/economia/2014/10/28/687207/endsa-decide-aplazar-inversion-de-central-termoelectrica-punta-alcalde.html>

<sup>18</sup> RCA N° 90/2015 Ministerio del Medio Ambiente Atacama.

<sup>19</sup> <https://www.elciudadano.cl/chile/comunidades-tenian-razon-fallo-historico-decreta-la-caida-definitiva-pascua-lama/01/18/>

<sup>20</sup> D.S N° 40/2011 Declara zona latente por MP10 a Huasco.

<sup>21</sup> Dra. Pino, U. de Chile, 2003-2005. [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872008000800013](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872008000800013) <https://mail.google.com/mail/u/0/#sent/15f3508b10c0880d?projector=1>

- Evidencia preliminar de niños con elevados niveles de arsénico y níquel.

### 3) “Evaluación y caracterización del polvo negro en la comuna de Huasco e Implementación de Medidas de Mitigación”<sup>23</sup>.

- Los metales Cd, Cr, Cu, Mn y V en polvo depositado superaron los Valores Guía para evaluación de medios ambientales (EMEG) para infantes y niños, lo que los individualiza como contaminantes de interés potencial, en los siguientes sectores; ciudad de Huasco, zona industrial de Huasco, Vallenar y Valle del Huasco.

Es así, como también se evidencian una gran cantidad de casos de niños y jóvenes con trastornos de aprendizajes y problemas neurológicos, en los colegios de la comuna, a tal grado que los Centros de Integración escolar no tienen capacidad para atenderlos. De un universo de 1.622 alumnos de los colegios municipalizados, el 25% corresponden a estudiantes integrados<sup>24</sup>, si además se agrega a los niños de las tres escuelas de Lenguaje con un total de 395 alumnos<sup>25</sup>, correspondería el 31% de alumnos con algún tipo de Necesidad Educativa Especial (NEE).

Apoyados en la información existente sobre el daño que ocasionan en el organismo, elementos químicos como el plomo, mercurio, cadmio, arsénico, presentes en el material particulado respirable y sedimentable, emitidos por las empresas en sus procesos productivos, la población teme que sean los causantes de las patologías que se presentan en la población infantil, expuesta por tantos años a estos contaminantes.

En cuanto al daño preliminar en mujeres, el año 2017 se publicó el “Estudio contenido de Mercurio en mujeres en edad reproductiva de 25 países” de Chile se midieron 34 mujeres de la comuna de Huasco, donde el 18% presentó niveles superiores a 1 ppm y el 53% superior al 0.58 ppm<sup>26</sup>.

Otro estudio sobre el impacto de las grandes fuentes de emisiones industriales en la mortalidad y morbilidad en Chile, realizado el 2016 demostró que en todos estos lugares su mortalidad general más elevada y específicamente en mortalidad por enfermedades cardiovasculares y por cáncer, tanto en hombres como mujeres y mayor hospitalización por enfermedades cardiovasculares, cáncer y enfermedades respiratorias<sup>27</sup>.

Por su parte la comuna de Huasco, de acuerdo a las estadísticas de salud del Ministerio de Salud, entre los años 2002 y 2013 refleja mayor mortalidad de enfermedades cardiovasculares y cáncer de órganos respiratorios y vías urinarias en comparación a la región<sup>28</sup>.

---

<sup>22</sup> [http://seremi3.redsalud.gob.cl/wrdprss\\_minsal/wp-content/uploads/2016/12/Informe-Final-Estudio-de-evaluaci%C3%B3n-de-exposici%C3%B3n-a-metales-en-ni%C3%B1os-de-5-14-a%C3%B1os-Atacama-2012.pdf](http://seremi3.redsalud.gob.cl/wrdprss_minsal/wp-content/uploads/2016/12/Informe-Final-Estudio-de-evaluaci%C3%B3n-de-exposici%C3%B3n-a-metales-en-ni%C3%B1os-de-5-14-a%C3%B1os-Atacama-2012.pdf)

<sup>23</sup> Preparada por el Centro Nacional de Medio Ambiente (CENMA), Fundación de la Universidad de Chile para el Ministerio del Medio Ambiente, Subsecretaría del Medio Ambiente, Chile, agosto 2017

<sup>24</sup> Daem Huasco 2017.

<sup>25</sup> Ministerio de Educación 2017

<sup>26</sup> “Estudio contenido de mercurio en mujeres en edad reproductiva de 25 países”, Lee Bell, Bri, Ipen, 2017.

[http://ipen.org/sites/default/files/documents/update\\_18\\_sept\\_ES\\_mercury-women-exec-summary-v1\\_4-es.pdf](http://ipen.org/sites/default/files/documents/update_18_sept_ES_mercury-women-exec-summary-v1_4-es.pdf)

<sup>27</sup> “Impact of large industrial emission sources on mortality and morbidity in Chile: A small – areas study”, Pablo Ruíz-Rudolph, U. de Chile, 2016.[http://www.nomascarbon.cl/wp-content/uploads/2016/05/Ruiz-Rudolph.2106.EI\\_.LargeSources.pdf](http://www.nomascarbon.cl/wp-content/uploads/2016/05/Ruiz-Rudolph.2106.EI_.LargeSources.pdf)

<sup>28</sup> “Salud de los habitantes de la comuna de Huasco”, Esteban Hadjez Berrios, *Mphil /PhD (c) Public Health & Policy London School of Hygiene and Tropical Medicine, Reino Unido. Profesor del Departamento de Salud Pública Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso, Chile.* (Expediente PRAS-Huasco).

**Es misión del Estado hacerse cargo del bien común,** velar por la salud de la población, hacer los estudios clínicos correspondientes, identificar a los responsables, normar y fiscalizar las empresas.

### **Huasco y la Institucionalidad Ambiental**

Es así como el año 2014 el INDH por medio de sus diferentes instrumentos pudo constatar una contaminación sistemática en la Zona de Sacrificio de Huasco<sup>29</sup> que incide en la vulneración de diversos derechos elementales como; vivir en un ambiente libre de contaminación, donde los gobiernos toman decisiones políticas aprobando más proyectos en espacios medioambientales fuertemente castigados por el accionar de empresas contaminantes, como son las ya identificadas; vulneran la salud y la educación, principalmente de nuestros niños que tienen enfermedades crónicas que no les permitirán desarrollarse en plenitud; vulneración al trabajo porque niños y jóvenes no pueden desarrollarse completa y profesionalmente como lo vimos anteriormente con la gran cantidad de alumnos con NEE; como tampoco estas fuentes contaminantes no permiten que se desarrollen otras fuentes productivas sustentables como son la pesca, la agricultura y el turismo.

Chile en los últimos períodos ha creado varios organismos ambientales que en la práctica se ha traducido en mayor burocracia derivando solicitudes y responsabilidades entre ellos sin contar con una información completa y oportuna. El Estado debe hacerse responsable de instalar las estaciones de medición, monitoreo, entrega de informes y fiscalización, puesto que el organismo encargado de fiscalizar, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) generalmente actúa ante denuncias<sup>30</sup>.

Pese a que el objetivo del derecho a la información debe garantizar a la ciudadanía conocer las actuaciones y decisiones de las instituciones públicas<sup>31</sup>, ésta no se encuentra publicada ni actualizada y la que se logra obtener no se entrega en un lenguaje sencillo y de fácil comprensión.

La Carta Iberoamericana de Participación Ciudadana en la Gestión Pública, suscrita por el Gobierno de Chile en el año 2009, indica que: “La participación ciudadana en la Gestión Pública es el proceso de construcción social de las políticas públicas que, conforme al interés general de la sociedad democrática, canaliza, da respuesta o amplía los derechos económicos, sociales, culturales, políticos y civiles de las personas, y los derechos de las organizaciones o grupos que la integran, así como los de la comunidad y pueblos indígenas”. A pesar de ciertos avances, la participación ciudadana sigue siendo un mecanismo consultivo y no vinculante.

Asimismo, respecto a la Participación Ciudadana Temprana, ésta ha resultado ser una plataforma contraproducente para los territorios puesto que las empresas las utilizan para accionar negociaciones con organismos públicos y sociales previamente al proceso del Servicio de Evaluación ambiental (SEA) que muchas veces corresponden a los mismos ministerios que evalúan los proyecto creando un conflicto de interés institucional<sup>32</sup>.

En relación a los Planes de Latencia y Descontaminación han resultado ser confeccionados con datos y estándares poco confiables y su aplicación a largo plazo, como el caso de Huasco su plena implementación es a 10 años<sup>33</sup> y en el caso de Puchuncaví la Contraloría rechaza el Plan porque los niveles de emisión

---

<sup>29</sup> Informe INDH 2014.

<sup>30</sup> <http://www.sma.gob.cl/>

<sup>31</sup> <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=276363>

<sup>32</sup> <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=149264&r=4>

<sup>33</sup> <http://radio.uchile.cl/2017/09/19/comunidades-rechazan-nuevo-plan-de-descontaminacion-para-huasco/>

consignados en el inventario son superiores a los del informe técnico<sup>34</sup>, por lo tanto la responsabilidad de implementar, monitorear y fiscalizar debe ser asumida por el Estado.

A pesar de existir una mesa de trabajo (PRAS), han resultado ser espacios no vinculantes ni resolutivos que dilatan las medidas propuestas, sin intenciones de parte de las empresas de solucionar o cumplir acuerdos, como lo hizo Empresa Guacolda al aumentar la producción de sus cinco termoeléctricas, pese a la oposición de los consejeros de la sociedad civil integrante de esta mesa<sup>35</sup>, o como el caso de que dicha Comisión acordó eliminar la ficha “Evaluar la factibilidad de utilizar desalinización de agua para diferentes usos” y aun así, esta empresa ingresa al SEA este año el proyecto de una desaladora de 1.400 l/seg.<sup>36</sup>. Aunque existen normativas, planes, mesas, etc. las empresas siguen incumpliendo, como el proceso administrativo sancionatorio a la Empresa CAP por RCAs/2010<sup>37</sup>.

En la actualidad, la ciudadanía no tiene acceso a la justicia y la protección judicial, porque no se cuenta con medios económicos para presentar acciones legales ante los Tribunales Ambientales, las Zonas de Sacrificio estamos desprotegidas.

La comunidad de Huasco quiere ejercer su derecho a participar y construir un futuro de progreso para el valle, en cuyo centro estén sus habitantes, sustentando que el desarrollo humano es armónico con la naturaleza y que la dimensión política, económica, social, cultural, tecnológica, se construye a partir del hombre y para el bienestar social de las comunidades.

#### Recomendaciones

- En cuanto a los valores máximos de contaminantes normados, éstos debieran ajustarse a las referencias de la OMS<sup>38</sup>, implementar nuevas normas como del níquel (Ni), Vanadio (V), arsénico (As), entre otros gases y metales pesados y activar la norma del plomo que se encuentra vigente desde año 2001 para medir tanto la calidad del aire así como biológicamente en sangre a niños menores de 2 años<sup>39</sup>.
- De suma urgencia hacer estudios neurológicos y de salud a toda la población infantil de la comuna de Huasco y de las zonas aledañas, como lo han propuesto los estudios realizados<sup>40</sup>
- Que en la Normativa de Planes de Prevención y Descontaminación<sup>41</sup> se utilice como línea de base real las emisiones de proyectos en operación y aprobados sin operar, que no se compensen emisiones entre empresas y que establezcan sanciones en caso de no cumplir con las medidas propuestas para descontaminar.

<sup>34</sup> <http://www.elmostrador.cl/noticias/pais/2018/01/02/ministerio-de-medio-ambiente-hunde-a-puchuncavi-secretaria-de-estado-altera-niveles-de-emision-de-contaminantes-y-beneficia-a-empresas/>

<sup>35</sup> <http://www.radioprofeta.cl/comunicado-consejo-para-la-recuperacion-ambiental-y-social-huasco-sobre-anuncio-guacolda/>

<sup>36</sup> [http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id\\_expediente=2138239989](http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=2138239989)

<sup>37</sup> Res.Ex.Nº /Rol-D-002-2018 SMA.

<sup>38</sup> [http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

<sup>39</sup> <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=179878>

<sup>40</sup> Dra. Pino, U. de Chile, 2003-2005; Estudio de Evaluación de Exposición a Metales en población infantil, 15 a 14 años Región de Atacama”, Minsal 2015; Análisis de la Exposición a Níquel en Huasco Cenma 2006; Estudio del polvo Negro en Huasco Cenma 2017.

<sup>41</sup> <http://www.elmostrador.cl/noticias/pais/2018/01/02/ministerio-de-medio-ambiente-hunde-a-puchuncavi-secretaria-de-estado-altera-niveles-de-emision-de-contaminantes-y-beneficia-a-empresas/>

- Que las Estaciones, el monitoreo, informes y fiscalización sea de responsabilidad del Estado.
- Que en las zonas Declaradas Latentes y Saturadas no se incorporen más proyectos.
- Contar con una Defensoría Ambiental Ciudadana de cargo del Estado.
- Fomentar espacios de participación ciudadana efectiva para elaborar, mejorar y modificar normativas y leyes, que ésta sea vinculante y resolutive.
- Ratificar el Convenio de Minamata, reducir el impacto de la contaminación de mercurio, intensificar y expandir el monitoreo de la carga corporal de mujeres y fuentes alimenticias, realizar estudios financiados por el Estado<sup>42</sup>.
- Incluir políticas públicas para el cierre de termoeléctricas y fundiciones viejas para descarbonizar a las Zonas de Sacrificio y Chile.
- Que la información ambiental sea publicada, completa, objetiva, fiable, fácil de encontrar y entender.
- Tener acceso al conocimiento técnico.

---

<sup>42</sup> [http://olca.cl/oca/informes/Mujeres\\_de\\_Huasco\\_contaminadas\\_con\\_Mercurio.pdf](http://olca.cl/oca/informes/Mujeres_de_Huasco_contaminadas_con_Mercurio.pdf)

Huasco, 30 abril 2020

Señora  
Carolina Schmidt Z.  
Ministra del Medio Ambiente  
Presente

Por intermedio del presente saludo a Ud. y a la vez enviar más antecedentes técnicos, científicos y sociales para el proceso de revisión de la Norma de Termoeléctricas, según REX.130 del 12 febrero 2020.

Solicito se incorpore en el proceso de revisión las siguientes demandas:

- 1) En cuanto a los valores máximos de contaminantes normados, éstos debieran ajustarse a las referencias de la OMS<sup>1</sup>,
- 2) Implementar nuevas normas como del níquel (Ni), Vanadio (V), arsénico (As), entre otros gases y metales pesados.
- 3) Activar la norma del plomo que se encuentra vigente desde año 2001 para medir tanto la calidad del aire así como biológicamente en sangre a niños menores de 2 años<sup>2</sup>, y saber que daño neurológico se está produciendo en los infantes.
- 4) Norma de emisión para canchas de cenizas de las termoeléctricas.
- 5) Norma de emisión para las canchas de carbón y otros materiales de acopios usados en termoeléctricas.
- 6) Que las Estaciones, el monitoreo, informes y fiscalización sea de responsabilidad del Estado.

Adjunto los siguientes antecedentes para que sean incorporados en el proceso de revisión de la Norma de Termoeléctricas:

- 1) Examen Periódico Universal (EPU) Huasco- Chile 2018, DDHH ONU.
- 2) Comunicado EPU Chile „Exposición de Niños y Comunidades a Metales Pesados y Contaminantes del Aire en las Zonas de Sacrificio de Chile.1
- 3) Informe Final “Daños en salud asociados a la exposición a centrales termoeléctricas a carbón en la zona norte de Chile: Análisis de datos secundarios”, 30 de mayo 2019, Universidad Católica de Chile.

---

<sup>1</sup> [http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

<sup>2</sup> <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=179878>

- 4) Situación de Contaminación ambiental en Chile: Urgencias y Soluciones planteables,  
Viernes 23 de octubre del 2015, Pablo Ruiz, Instituto de Salud Poblacional Universidad de Chile

Sin otro particular, le saluda a Ud.

Soledad Fuentealba Triviño  
RUT 9.531.118-0  
Pedro Aguirre Cerda 275 Huasco



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

DEPARTAMENTO SALUD PÚBLICA / FACULTAD DE MEDICINA

## **Informe Final**

### **“Daños en salud asociados a la exposición a centrales termoeléctricas a carbón en la zona norte de Chile: Análisis de datos secundarios”**

#### **Equipo de trabajo:**

**Sandra Cortés**, MV, Mg Sc, Dra. En Salud Pública. Departamento de Salud Pública, Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile.

**Paola Viviani**, Dra. en Estadística. Departamento de Salud Pública, Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile.

**María José Ojeda**, Licenciada en Estadística y Computación. Universidad de Santiago de Chile.

**Cinthya Leiva**, Geógrafa, MPH. Departamento de Salud Pública, Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile.

**30 de Mayo del 2019**

## Índice de contenidos

I.	Resumen ejecutivo.....	4
II.	Antecedentes.....	6
	Objetivo General.....	7
III.	Material y Métodos .....	8
	3.1 Procesamiento y análisis de información secundaria de salud .....	9
	3.2 Cálculo de Tasas Base .....	12
	3.3 Razón de tasas de mortalidad estandarizadas (RME).....	13
	3.4 Razón de tasas de morbilidad estandarizadas (RMorbilidadE).....	14
	3.5 Comunas seleccionadas según exposición a Centrales Termoeléctricas a Carbón.....	15
IV.	Resultados.....	19
	4.1 Mortalidad general.....	20
	4.1 Mortalidad general por grupos de edad .....	22
	4.3 Mortalidad por causas específicas.....	24
	4.3.1 Mortalidad por Enfermedad Cardiovascular (CIE 10: I00-I09).....	24
	4.3.2 Mortalidad por Enfermedades Cerebrovasculares (CIE 10: I60-I69).....	26
	4.3.3 Mortalidad por Enfermedad Isquémica del Corazón (CIE 10: I20-I25).....	28
	4.3.4 Mortalidad por Enfermedades del Sistema Respiratorio (CIE 10: J00-J99).....	30
	4.3.5 Mortalidad por Tumores Malignos de Tráquea, Bronquios y Pulmón (CIE 10: C33-C34).....	32
	4.4 Razón de Mortalidad Estandarizada (RME).....	34
	4.5 Morbilidad general.....	40
	4.5 Morbilidad general por grupos de edad .....	42
	4.5 Morbilidad por causas específicas.....	44
	4.7.1 Morbilidad por egresos hospitalarios enfermedades del sistema respiratorio (CIE 10: J00-J99).....	44
	4.7.2 Morbilidad por egresos hospitalarios debidos a enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (CIE 10: J40-J44).....	46
	Morbilidad por egresos hospitalarios por asma (CIE 10: J45-J46).....	48
	4.7.4 Morbilidad por egresos hospitalarios por bronquitis o bronquiolitis aguda (CIE 10: J20-J21) .....	50
	4.7.5 Morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades cerebrovasculares (CIE 10: I60-I69).....	52
	4.7.6 Morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades del sistema circulatorio (CIE 10: I00-I99).....	54
	4.7.7 Morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades isquémicas del corazón (CIE 10: I20-I25) .....	56
	4.6 Razón de Morbilidad Estandarizada (RMorbilidadE).....	58
V.	Discusiones y conclusiones.....	66

<b>VI. Bibliografía .....</b>	<b>68</b>
<b>VII. Anexos .....</b>	<b>70</b>
<b>Anexo 1: Tasas de mortalidad general y específicas para Chile y las regiones de Antofagasta, Atacama, años 2006, 2011 y 2016 .....</b>	<b>70</b>
<b>Anexo 2: Tasas de mortalidad general y específicas para las comunas de estudio, periodo 2006-2016.....</b>	<b>72</b>
<b>Anexo 3: Tasas de mortalidad perinatal .....</b>	<b>75</b>
<b>Anexo 4: Tasas de mortalidad general y específicas por grupos de edad para Chile y las regiones de estudio.....</b>	<b>76</b>
<b>Anexo 5: Tasas de morbilidad general y específicas para Chile y las regiones de referencias, años 2006, 2011 y 2016 .....</b>	<b>83</b>
<b>Anexo 6: Tasas de morbilidad general y específicas para las comunas de estudio, periodo 2006-2016.....</b>	<b>86</b>
<b>Anexo 7: Tasas de morbilidad perinatal .....</b>	<b>91</b>
<b>Anexo 8: Tasas de morbilidad general y específicas por grupos de edad para Chile y las regiones de estudio.....</b>	<b>92</b>

## I. Resumen ejecutivo

En Chile, operan Centrales Termoeléctricas a Carbón (en adelante, Centrales Termoeléctricas a Carbón-CTEC), las cuales generan diversas repercusiones en la salud de la población. Entre estas consecuencias, se reportan efectos en el desarrollo pulmonar, incremento en el riesgo de infarto y efectos en la capacidad intelectual. En el caso de los niños, se han estudiado los efectos tales como alteraciones perinatales, disminución del cociente del desarrollo y cociente de inteligencia, menor desarrollo de la función pulmonar, mayor frecuencia de síntomas respiratorios (tos, sibilancias y dificultad para respirar), mayor prevalencia de neumonía, entre otros.

En el país no se tiene conocimiento respecto a la situación actual de la salud poblacional en los distintos territorios donde operan las CTEC. En ese sentido, el objetivo de este estudio fue *evaluar efectos en salud cardiovascular, respiratoria y cáncer, tanto según mortalidades y morbilidades, en personas que viven en comunas en las que operan centrales termoeléctricas a carbón (CTEC) de manera exclusiva, comparadas con otras que tienen complejos industriales y otras que no tienen estas instalaciones en su territorio.*

Se definieron según literatura internacional aquellos indicadores de salud asociados a contaminación del aire que permitieran conformar una línea base del estado de salud de la población en regiones donde se identificaron comunas expuestas a CTEC o a parques industriales vs comunas no expuestas. En la Región de Antofagasta se evaluaron Tocopilla (Expuesta a CTEC exclusiva) Mejillones (Expuesta a CTEC no exclusiva) vs Caldera (No expuesta). En la región de Atacama se estudió Huasco (Expuesta a CTEC exclusiva) vs Caldera (No expuesta).

Los indicadores seleccionados se calcularon según las estadísticas de mortalidad y según los egresos hospitalarios como indicadores de morbilidad; en ambos casos se usó la Clasificación Internacional de Enfermedades en su décima versión (CIE-10). Se calcularon para todas las comunas de estudio las tasas de mortalidad y de morbilidad como insumo para establecer indicadores de riesgo mediante el uso de Razones de Tasas de Mortalidad Estandarizadas (RME) y Razones de Tasas de Morbilidad Estandarizadas (RMorbilidadE), las que proveen una estimación del riesgo relativo, ajustado por la distribución de edad, de la población de las comunas estudiadas en relación al riesgo de

la población del país o respectiva región. En cualquiera de los indicadores, un valor RME o RMorbilidadE superior a 1 indica que el riesgo de morir o de tener un egreso hospitalario en la población observada es más alto que el esperado si hubiera tenido la misma experiencia o riesgo que la población estándar. Al contrario, una RME inferior a 1 indica que el riesgo de morir fue inferior en la población observada que lo esperado si su distribución fuera la de la población de referencia.

En las comunas estudiadas, el riesgo de morir por cualquier causa es mayor en la comuna de Tocopilla con CTEC (22%). Destaca un mayor riesgo significativo, respecto al país y región, de muertes por causa cardiovascular y cerebrovascular en Huasco.

Respecto a los egresos hospitalarios, las comunas de Huasco y Tocopilla muestran mayores riesgos de enfermar que Chile y sus respectivas regiones, tanto al considerar egresos hospitalarios en general como egresos por morbilidades específicas, especialmente las asociadas a enfermedades respiratorias. Finalmente, Tocopilla también evidencia ser una comuna de riesgo para enfermedades del sistema circulatorio e isquemias del corazón.

Los resultados obtenidos deben ser tomados en cuenta como una primera aproximación al estado de salud de las comunidades evaluadas, establecido a partir de una metodología de investigación que utiliza datos de salud recolectados de manera rutinaria por la autoridad de salud. Sin embargo, tal como se señala en la sección de métodos, estos hallazgos sólo deben interpretarse a nivel agrupado con la salvedad de que no exploran varias otras condiciones que pueden afectar el resultado de salud medido, tanto en mortalidad como en morbilidad. Es necesario establecer una agenda de investigación más integral que pueda medir otros factores de riesgo y que permita evaluar el rol de cada una de las variables específicas para las alteraciones respiratorias y cardiovasculares identificadas como las más relevantes en la población.

## II. Antecedentes

El desarrollo económico en Chile, está en parte asociado al hecho de que el país sea escenario de grandes instalaciones industriales a lo largo del territorio. Estas grandes instalaciones industriales son conocidas por emitir grandes cantidades de sustancias potencialmente tóxicas, tanto en el entorno laboral, como en el entorno general. Entre las sustancias que se emiten al entorno, gran parte de ellas se transmiten a través de diversas vías a las personas, generando impactos en la salud de la población (Ruiz et al. 2016).

Las centrales termoeléctricas son parte de las grandes industrias que se han instalado en el territorio nacional, muchas de ellas están basadas en el uso del carbón. Esto representa un potencial riesgo para la salud de las comunidades expuestas. De acuerdo a Cortés et al. (2019), durante el ciclo de vida que tiene el carbón desde la extracción hasta los desechos de su postcombustión, se generan diversas emisiones, algunas del tipo de partículas y otros gases, todas asociadas a daños en la salud de las personas.

En Chile existe poca evidencia de los daños en salud poblacional asociados a las CTEC, aun cuando se presentan 27 unidades de generación eléctrica a carbón, ubicadas concentradamente en 5 ciudades a lo largo del país. El año 2016, Ruiz et al. publicaron un estudio que estableció el impacto de varias mega-fuentes emisoras ubicadas en varias regiones de Chile, expresado con aumentos entre 20% y 100% en mortalidad y morbilidad por varias causas, entre ellas, por causas cardiovasculares, respiratorias y cáncer al comparar con otras comunas sin megafuentes emisoras.

Los daños en población infantil son más graves y manifiestos. Diversos estudios internacionales identifican alteraciones perinatales, disminución del cociente del desarrollo y cociente de inteligencia, menor desarrollo de la función pulmonar, mayor frecuencia de síntomas respiratorios (tos, sibilancias y dificultad para respirar), mayor prevalencia de neumonía, y más diagnósticos de asma en los niños que residen en las comunidades expuestas comparados con menor o sin exposición (Cortés et al, 2019).

## **Objetivo General**

Evaluar efectos en salud cardiovascular, respiratoria y cáncer, tanto según mortalidades y morbilidades, en personas que viven en comunas en las que operan centrales termoeléctricas a carbón (CTEC) de manera exclusiva, comparadas con otras que tienen complejos industriales y otras que no tienen estas instalaciones en su territorio.

### III. Material y Métodos

Se realizó un estudio epidemiológico de tipo ecológico, en el que se compararon series temporales de mortalidad y morbilidad y también se realizó una comparación geográfica a nivel comunal. Los estudios ecológicos tienen la ventaja de caracterizar el estado de salud de una comunidad usando datos agregados, esto es, comparando tasas de ocurrencia de un evento en salud. No obstante, lo anterior, hay que tener en cuenta que este diseño de estudio, tienen algunas limitantes, entre ellas se encuentra la llamada *“falacia ecológica, la cual se refiere al error que se comete cuando se aceptan asociaciones entre eventos cuando en realidad no existen, siguiendo el supuesto de que los resultados obtenidos a partir de un estudio ecológico serían los mismos que se obtendrán de un estudio basado en observaciones de individuos.”* Borja, V. (2000). Además, se debe tener cuidado ya que usualmente en estos estudios se asume que la exposición actual refleja la exposición en el pasado, y esto no necesariamente es así.

Los daños a evaluar fueron enfermedades cardiovasculares, respiratorias y cáncer. A partir de las bases de datos de salud disponibles, se calcularon tasas de mortalidad o de egresos y luego se calcularon indicadores de riesgo de mortalidad y morbilidad en las comunas de interés. Se utilizaron grupos de edades definidos en la literatura. Se considera un periodo de estudio de los últimos 10 años. Las comunas a comparar se identificaron a partir de información ambiental disponible y reportes de organizaciones no gubernamentales que presentaron antecedentes sobre termoeléctricas a carbón funcionando en Chile.

### 3.1 Procesamiento y análisis de información secundaria de salud

A partir de la revisión de la literatura sobre daños asociados en la salud por la exposición a contaminantes ambientales emitidos por centrales termoeléctricas a carbón, se definieron indicadores de salud que permiten conformar una línea base del estado de salud de la población de las comunas evaluadas. Se utilizaron las estadísticas vitales y los egresos hospitalarios como indicadores de mortalidad y morbilidad respectivamente. Todas estas bases de datos están disponibles en el Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) del Ministerio de Salud (MINSAL). Las estadísticas sanitarias se destacan por ser eficientes dado su fácil acceso, bajo costo y disponibilidad para todos los centros de salud del país tanto públicos como privados.

Para identificar los indicadores de interés, se utilizó la Clasificación Internacional de Enfermedades en su décima versión (CIE-10)\* que realiza la codificación de las enfermedades para su análisis de manera estandarizada. Esta es una clasificación internacional de enfermedades de uso común para las estadísticas sanitarias según las recomendaciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), las que fueron validada por el MINSAL desde el año 2008 (MINSAL, 2008).

Las estadísticas de mortalidad dan cuenta del número de muertes en un periodo y área geográfica definida. Las bases de datos utilizadas en este estudio correspondieron a muertes de acuerdo a las causas codificadas por CIE-10 por grupo de edad y sexo para las comunas en estudio, en los años 2006 a 2016.

Los siguientes indicadores de mortalidad se seleccionaron dado que están asociados a exposiciones a contaminantes de interés emitidos al aire por CTEC: Material Particulado (MP), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y metales pesados como el Mercurio (Hg) (HEAL, 2017).

\* (Para más información de la Clasificación Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, décima revisión, 2015: <http://www.deis.cl/wp-content/uploads/2013/08/Volume-1-CIE-10-2016-cha.pdf>).

**Tabla 1.** Indicadores de Mortalidad de acuerdo a clasificación CIE10 asociados a la exposición a contaminantes del aire.

Indicador de Mortalidad	Nombre común	Código CIE 10	Grupo etario	Contaminante
Mortalidad por todas las causas	Muerte	Todas las causas	Todas las edades	O3; MP2,5; MP10; NO2
Mortalidad por Enfermedad Cardiovascular	Muertes por enfermedades del corazón	I00-I99	Todas las edades	MP10; O3
Mortalidad por Enfermedades cerebrovasculares	Muerte por enfermedad de arterias o venas cerebrales	I60-I69	> 30 años	MP2,5; MP10
Mortalidad por Enfermedad Isquémica del corazón	Muerte por Infarto al corazón	I20-I25	Todas las edades	MP2,5; MP10; SO2
Mortalidad por Enfermedades del Sistema Respiratorio	Muerte por Enfermedad respiratoria	J00-J99	Todas las edades	O3; MP2,5; MP10
Mortalidad por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón	Cáncer de pulmón	C33-C34	Todas las edades	Todos

*Fuente: Elaboración propia en base a Atkinson et al, 2012; Heroux et al, 2015 Zhang et al, 2014 Xie et al, 2016.*

Las estadísticas de morbilidad representan las atenciones de los establecimientos de la red de salud por diferentes enfermedades. Se utilizó la Base de Egresos Hospitalarios, las que se obtienen a partir del Informe Estadístico de Egreso Hospitalario cuyo reporte es obligatorio para todos los hospitales del territorio nacional. De esta base de datos se obtuvo la información estadística sobre el diagnóstico principal de hospitalización (codificación CIE-10) y variables asociadas de los establecimientos de salud. Las bases de datos disponibles se analizaron por grupo de edad y sexo para las comunas mencionadas anteriormente, en los años 2006 a 2016.

En los egresos hospitalarios, la unidad de análisis corresponde al egreso hospitalario en sí, y no al paciente individualizado, por tanto, un mismo individuo puede presentar más de un egreso hospitalario en el periodo analizado. En esta base de datos se recolecta la información de las personas según su comuna de residencia, dato registrado para cada uno de los egresos.

En la siguiente tabla se reportan los indicadores de Morbilidad que, según la literatura, están asociados a contaminantes emitidos por CTEC y otras fuentes.

**Tabla 2.** Indicadores de Morbilidad de acuerdo a clasificación CIE10 asociados a la exposición a contaminantes del aire.

Indicador de Morbilidad	Nombre común	Código CIE 10	Grupo edad	Contaminante
Egresos hospitalarios Enfermedades sistema respiratorio	Egresos por enfermedades respiratorias	J00 - J99	Todas las edades	MP2,5, O3
Egresos hospitalarios Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	Egresos por enfermedades del pulmón	J40 - J44	Todas las edades	MP10, NO2
Egresos hospitalarios Asma	Egresos por Asma	J45 - J46	Todas las edades	MP10, NO2
Egresos hospitalarios Enfermedades cerebrovasculares	Egresos enfermedades de arterias y venas del cerebro	I60 - I69	Todas las edades	MP10, NO2
Egresos hospitalarios Enfermedades del sistema circulatorio	Egresos por enfermedades del corazón	I00 - I99	Todas las edades	MP10 y O3
Egresos hospitalarios Enfermedades isquémicas del corazón	Egresos por infarto al corazón	I20 a I25	Todas las edades	MP2,5
Egresos hospitalarios por Bronquitis o bronquiolitis aguda *	Bronquitis aguda	J20-J21	<18 años	MP10, NO2
Bajo peso al nacer , partos prematuros ***	Problemas parto	P07	< 1 año	MP10, SO2, NO2
Anormalidades congénitas ***	Malformaciones	P00-P04	< 1 mes	MP10, SO2, NO2

Fuente: Elaboración propia en base a Andersen et al, 2012, Heroux et al, 2015, Xie et al, 2016.

En este informe se excluyen los resultados específicos para daños y malformaciones en el grupo de menores de 1 año dada la calidad de las bases de datos disponible.

### 3.2 Cálculo de Tasas Base

A partir de los datos estadísticos ya señalados, se calcularon tasas de mortalidad y de morbilidad. Este análisis es la base para el cálculo de tasas específicas y para el cálculo de los indicadores de riesgo, detallados más adelante.

La tasa base indica el número de efectos (egresos hospitalarios o defunciones), por cada 10<sup>n</sup> personas, en este caso en particular en un año determinado.

Las tasas pueden obtenerse para población general o para algunos subgrupos según sexo o grupos de edad, y a su vez se pueden calcular para efectos totales o por causas específicas (CE).

En términos generales el procedimiento para el cálculo de tasas es el siguiente:

$$Tasa\ bruta = \frac{\text{número de efectos totales}}{\text{Población total}} \times 10.000$$

$$Tasa\ específica = \frac{\text{número de efectos en el subgrupo}}{\text{Población en el subgrupo}} \times 10.000$$

$$Tasa\ bruta\ por\ CE = \frac{\text{número de efectos por CE}}{\text{Población total}} \times 10.000$$

$$Tasa\ específica\ por\ CE = \frac{\text{número de efectos por CE en el subgrupo}}{\text{Población en el subgrupo}} \times 10.000$$

Donde el **número de efectos totales** corresponde a la cantidad total de egresos hospitalarios o defunciones, según corresponda, a lo largo de un año; el **número de efectos en el subgrupo** corresponde a la cantidad de egresos hospitalarios o defunciones, según corresponda, a lo largo de un año en un subgrupo determinado de edad, sexo, región y/o comuna. Del mismo modo el **número de efectos por causas específicas (CE)** corresponde a la cantidad de egresos hospitalarios o defunciones según corresponda, por alguna causa de interés específica. Dichos números de cada uno de los

eventos de interés se obtienen a partir de las bases homónimas, disponibles de libre acceso en la web ministerial del departamento de estadísticas e información en salud (DEIS).

Por su parte la **población total** (denominador) corresponde a la cantidad total de la población en el determinado año. Así mismo la **población en el subgrupo** corresponde a la cantidad total de la población, en el año, en un subgrupo determinado de edad, sexo, región y/o comuna. Esta información se obtuvo a través de las proyecciones de población realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INEb, 2017), a partir de los resultados del CENSO 2012, concordante con la metodología de cálculo de tasas realizada por el DEIS.

### 3.3 Razón de tasas de mortalidad estandarizadas (RME)

Se calcularon Razones de Tasas de Mortalidad Estandarizadas (RME) a partir de las tasas base de mortalidad ya calculadas. La estandarización (o ajuste) de tasas es un método epidemiológico para remover el efecto de otras variables que pueden confundir los resultados (variables de confusión, por ejemplo, estructura etaria), permitiendo su comparación por años (tendencias en el periodo en estudio) o áreas de estudio (en este caso, comunas con diferente exposición a CTEC).

En el método indirecto de estandarización se utilizan tasas específicas estándares o de referencia aplicadas a las poblaciones que se quiere comparar, estratificadas por la variable que se quiere controlar. De esta manera se obtiene el total de casos esperados de los eventos de salud de interés. La estandarización por la variable edad se usa en la comparación de mortalidad, ya que la estructura de edad impacta en la probabilidad o riesgo de morir de un individuo.

Al dividir el total de casos observados por el número esperado se obtiene la razón de mortalidad estandarizada. Esta razón permite comparar cada población bajo estudio con la población de la cual provienen las tasas estándares. Se consideran las tasas a nivel país y región como tasas estándares para realizar el cálculo.

Para mejor comprensión de su significado se debe considerar lo siguiente:

Las Razones de Mortalidad Estandarizas (RME) proveen una estimación del riesgo relativo entre la población del país o región, y la población de las comunas estudiadas. **Una RME superior a 1 indica que el riesgo de morir en la población observada fue más alto que el esperado si hubiera tenido la misma experiencia o riesgo que la población estándar.** Al contrario, una RME inferior a 1 indica que el riesgo de morir fue inferior en la población observada que lo esperado si su distribución fuera la de la población de referencia.

### 3.4 Razón de tasas de morbilidad estandarizadas (RMorbilidadE)

Siguiendo la misma metodología explicada en el punto anterior, se calcularon Razones de Tasas de Morbilidad Estandarizadas (RMorbilidadE) a partir de las tasas base de morbilidad ya calculadas.

Las Razones de Morbilidad Estandarizas (RMorbilidadE) proveen una estimación del riesgo relativo entre la población del país o región, y la población de las comunas estudiadas.

**Una RMorbilidadE superior a 1 indica que el riesgo de enfermar en la población observada fue más alto que el esperado si hubiera tenido la misma experiencia o riesgo que la población estándar.** Al contrario, una RMorbilidadE inferior a 1 indica que el riesgo de enfermar fue inferior en la población observada que lo esperado si su distribución fuera la de la población de referencia.

### **3.5 Comunas seleccionadas según exposición a Centrales Termoeléctricas a Carbón**

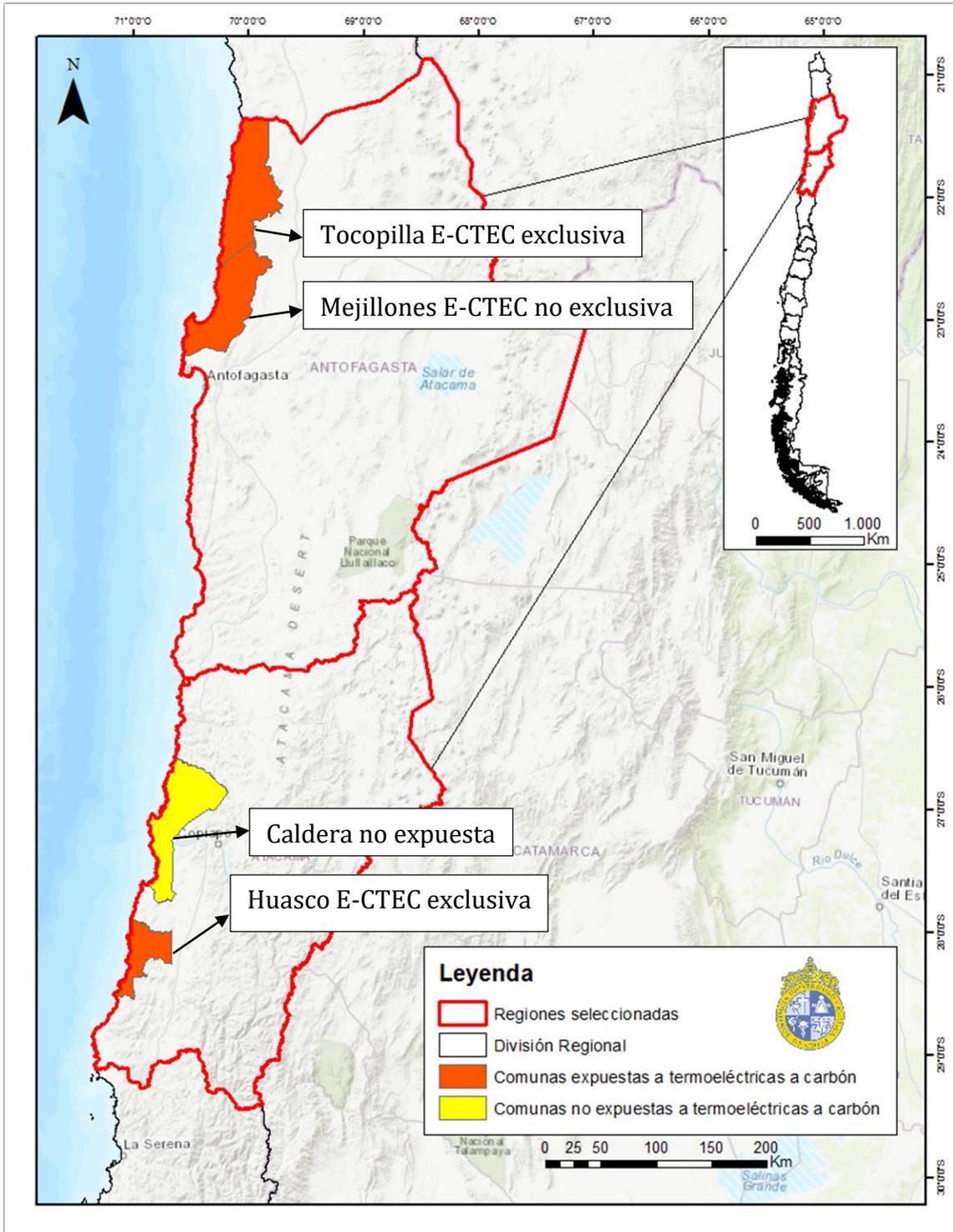
Según la distribución geográfica del país, se eligieron comunas que estuvieran expuestas a diferentes escenarios de exposición (ver figura 1):

- a) Comunas “No expuesta” a CTEC u otras fuentes emisoras similares (No Expuesta);
- b) Comunas “Expuestas CTEC”, con Centrales Termoeléctricas a Carbón exclusiva (E-CTEC exclusiva) y
- c) Comunas “Expuestas a complejo industrial”, en los que se incluyen CTE junto a otras fuentes emisoras (E-CTEC no exclusiva).

Además, para ajustar las diferencias por condiciones geográficas regionales, se seleccionaron comunas control que estuvieran en la misma región y estuvieran en el borde costero. De esta manera, se presentan las siguientes comparaciones:

- Región de Antofagasta: Tocopilla (E-CTEC exclusiva) – Mejillones (E-CTEC no exclusiva) vs Caldera (No Expuesta) (en esta región no se identificó una comuna control comparable a las comunas expuestas).
- Región de Atacama: Huasco (E-CTEC exclusiva) vs Caldera (No Expuesta).

Figura 1. Mapa de distribución de las comunas seleccionadas con diferente exposición a Centrales Termoeléctricas a Carbón en la zona norte de Chile, año 2019.



A fin de validar la comparabilidad de las comunas de acuerdo a su exposición a contaminantes asociados a las CTEC y otras fuentes, donde los “principales contaminantes emitidos a partir de los procesos de una CTE son material particulado (MP), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metales pesados como el mercurio (Hg); adicionalmente, las emisiones de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> son precursores en la atmósfera de ácido nítrico y sulfúrico” (Cortés, S. Yohannessen, K. Tellerías, L. Ahumada, E. , 2019). Se listan a continuación otros indicadores de su calidad ambiental y sus características meteorológicas (Tabla 1).

**Tabla 1.** Características de las exposiciones ambientales y condiciones meteorológicas en las comunas seleccionadas, Chile, año 2019.

Región	Comuna	Exposición CTEC	Emisiones al aire RETC <sup>1</sup>		Datos meteorológicos <sup>2</sup>			Plan descontaminación (año) <sup>3</sup>
			MP (T/año)	SO <sub>2</sub> (T/año)	Temperatura (°C)	Humedad del aire (%)	Velocidad del viento (m/s)	
Región de Antofagasta	Mejillones	Exposición exclusiva	4.445,57	21.406,12	s/d	s/d	s/d	No
	Tocopilla	Exposición exclusiva	3.679,71	15.916,00	18,42 (2015)	63,95 (2015)	1,71	Si (2010)
Región de Atacama	Huasco	Exposición exclusiva	1.851,59	10.586,89	15,2	76,97	2,61	Si (2017)
	Caldera	No expuesta	5,2	6,16	s/d	s/d	s/d	No

Fuente: 1RETC,2018 2SINCA,2018 3MINSEGPRES, 2010 y 2017.

A partir de los datos ambientales disponibles, las comunas expuestas de la II y III región tienen elevadas emisiones al aire de Material Particulado (MP) y Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) al aire. Tocopilla y Huasco, son comunas que desde el año 2010 y 2017 respectivamente, cuentan con un Plan de Descontaminación que tiene como objetivo mejorar las condiciones de calidad de aire de dichas comunas según las normas establecidas. Por otra parte, la comuna de Caldera (no expuesta) reporta bajas emisiones.

Considerando que los efectos en la salud de la población asociados a los contaminantes que puedan ser emitidos por CTEC son de tipo multifactorial, destacándose especialmente los llamados Determinantes Sociales de la Salud (OMS, s.f)

que explican en gran parte los daños en salud, es necesario asegurar que las comunas de interés sean comparables también en esta dimensión. Se listan a continuación las principales características de las comunas seleccionadas:

**Tabla 2.** Características sociodemográficas comunas seleccionadas.

Región	Comuna	Población (2017) <sup>1</sup>	Densidad poblacional (Hab/Km2) <sup>1</sup>	Tasa de pobreza multidimensional(%) <sup>2</sup>	Índice de Desarrollo Comunal (2003) <sup>3</sup>	Escolaridad jefe/a hogar (media años) <sup>1</sup>	Declaran trabajar (%) <sup>1</sup>
Región de Antofagasta	Mejillones	13.467	3,77	15,5	0,73	10,7	70
	Tocopilla	25.186	6,25	18,9	0,69	10,5	53
Región de Atacama	Huasco	10.149	6,3	22,9	0,69	10,2	58
	Caldera	17.662	4,8	25	0,74	10,6	61

Fuente: <sup>1</sup>Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Censo 2017

<sup>2</sup>Ministerio de Desarrollo Social, CASEN, 2015

<sup>3</sup> PNUD- Ministerio de Desarrollo Social, 2003

En la Región de Antofagasta, Tocopilla tiene mayor número de habitantes, densidad poblacional, tasa de pobreza multidimensional, Índice de Desarrollo Comunal (IDH) que Mejillones. Por otra parte, en la Región de Atacama, la comuna de Huasco, tiene menor número de habitantes, mayor densidad poblacional que Caldera. No obstante, en los indicadores restantes está por debajo de los valores de Caldera, que es comuna no expuesta a centrales termoeléctricas a carbón.

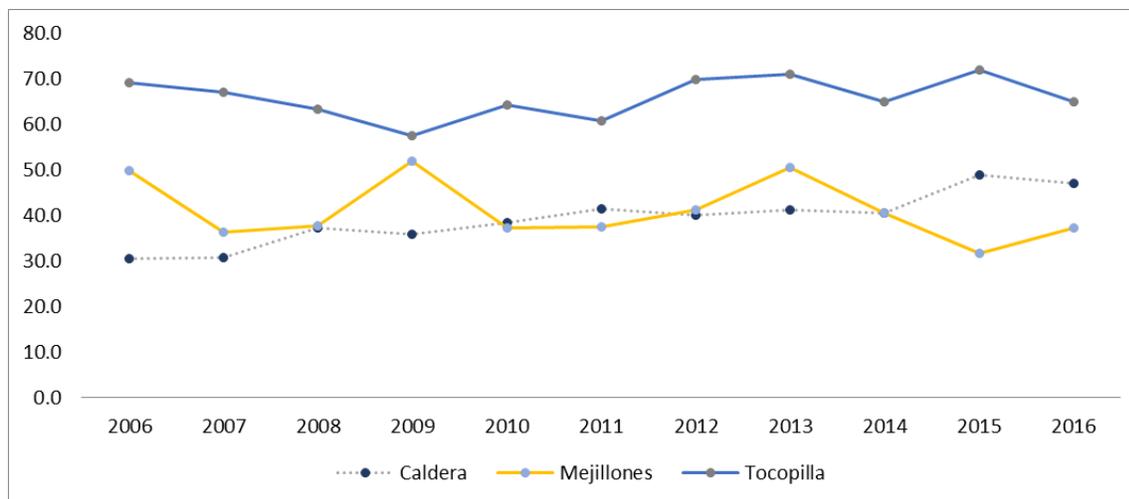
## IV. Resultados

Se presentan en este Informe Final, los principales resultados referidos a Mortalidad general, Mortalidad específica, Morbilidad general y Morbilidad específica, con indicadores comparando diferentes niveles de exposición por regiones, detallándose según sexo y grupos de edad. Lo anterior se complementa presentando gráficos con los resultados obtenidos donde es posible comparar dichos resultados respecto a la tasa correspondiente a Chile y las diferentes regiones de interés para el año 2016, lo anterior se encuentra informado debajo de cada gráfico. Adicionalmente, en los Anexos se muestra información adicional, por ejemplo en el Anexo 1, se encuentran disponibles los datos de mortalidad para Chile y las regiones de Antofagasta y Atacama para los años 2006, 2010 y 2016 y en el Anexo 5, se encuentran los datos de morbilidad para Chile y las regiones mencionadas previamente para los mismos años. Finalmente, se entregan Razones de Mortalidad Estandarizada y Razones de Morbilidad Estandarizada.

#### 4.1 Mortalidad general

En la Figura 2 se muestran las tasas de mortalidad para las comunas evaluadas de la Región de Antofagasta.

Figura 2. Tasas de mortalidad para las comunas evaluadas de la región de Antofagasta por 10.000 hab, 2006-2016

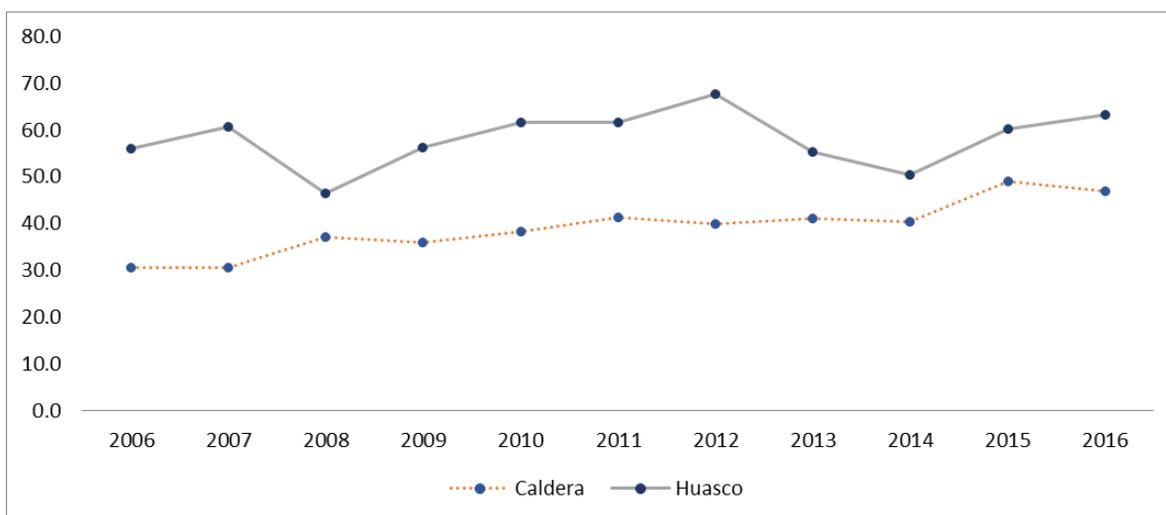


*Tasa de Mortalidad para 2016: Chile 57,18 - Región Antofagasta 48,28 X 10.000 habitantes*

La mortalidad general en la comuna de Tocopilla es más elevada que la comuna no expuesta (Caldera) en todo el periodo 2006-2016. Así mismo, destaca Tocopilla por tener mayores tasas de mortalidad. Al comparar respecto a la región y el país, Mejillones tiene tasas más bajas que las de Chile y la región, según lo observado para el año 2016.

En las comunas evaluadas en la Región de Atacama, las tasas de mortalidad se muestran en la Figura 3.

Figura 3. Tasas de mortalidad para las comunas evaluadas de la región de Atacama por 10.000 hab, 2006-2016



*Tasa de Mortalidad para 2016: Chile 57,18 - Región Atacama 48,25 X 10.000 habitantes*

La tasa de mortalidad general en Huasco durante todo el periodo es superior a la comuna no expuesta. Al comparar Huasco con la región, la mortalidad es más elevada respecto a Chile y a la región de Atacama.

#### 4.1 Mortalidad general por grupos de edad

La mortalidad por grupos de edad (tabla 3 y 4), permite comprender la distribución en relación a los grupos donde muere más o menos población en las distintas comunas. Para el año 2006, en general al observar todas las comunas, se visualiza que los hombres tienen tasas más altas de mortalidad general versus las mujeres. A su vez, el grupo de >80 años es el que tiene las tasas más altas de mortalidad. Huasco, tiene la tasa de mortalidad más elevada en el grupo de 0-5 años, Tocopilla tiene la tasa más elevada en los grupos de 6-12, 13-18, 19-44, 45-64 y >80 años. Por otra parte, Mejillones tiene la tasa más alta en el grupo de 65-79 años.

De manera general, todas las comunas, tanto expuestas como no expuestas tienen tasas más altas de mortalidad en los hombres respecto a las mujeres, lo que es también observado en las dos regiones de Chile.

Respecto al año 2016, en el grupo de niños de 0-5 años, Tocopilla tiene tasa de mortalidad más elevada, además del grupo de 65-79 años de edad. Mejillones para el grupo de 6-12 y 45-64 años y Huasco para los grupos de 13-18, 19-44 y >80 años, tiene las tasas más elevadas de mortalidad.

En cualquiera de los casos, el análisis de estos resultados debe tomarse con cautela ya que dentro de cada estrato de edades el número de muertes es bajo.

Es posible comparar todos estos resultados respecto a las tasas a nivel país y región, por edad, que se encuentran en el Anexo 4.

Tabla 3. Tasa de mortalidad general por 10.000 habitantes según grupos de edad y sexo, año 2006

Región	Comuna	Total	Grupos de edad							Sexo	
			0-5	6-12	13-18	19-44	45-64	65-79	80>	Hombre	Mujer
Región de Antofagasta	Mejillones	49,84	22,05	0,00	0,00	7,41	76,21	519,13	1046,51	57,88	40,02
		<i>n=47</i>	<i>n=2</i>	<i>n=0</i>	<i>n=0</i>	<i>n=3</i>	<i>n=14</i>	<i>n=19</i>	<i>n=9</i>	<i>n=30</i>	<i>n=17</i>
	Tocopilla	69,09	17,32	6,00	6,85	18,51	81,44	336,76	1337,21	70,94	67,20
		<i>n=177</i>	<i>n=4</i>	<i>n=2</i>	<i>n=2</i>	<i>n=17</i>	<i>n=47</i>	<i>n=59</i>	<i>n=46</i>	<i>n=92</i>	<i>n=85</i>
Región de Atacama	Huasco	56,19	50,83	0,00	0,00	12,70	46,39	307,22	1034,48	52,17	60,30
		<i>n=49</i>	<i>n=4</i>	<i>n=0</i>	<i>n=0</i>	<i>n=4</i>	<i>n=9</i>	<i>n=20</i>	<i>n=12</i>	<i>n=23</i>	<i>n=26</i>
	Caldera	30,62	20,31	0,00	0,00	5,09	39,19	224,85	709,22	33,78	27,02
		<i>n=46</i>	<i>n=3</i>	<i>n=0</i>	<i>n=0</i>	<i>n=3</i>	<i>n=11</i>	<i>n=19</i>	<i>n=10</i>	<i>n=27</i>	<i>n=19</i>

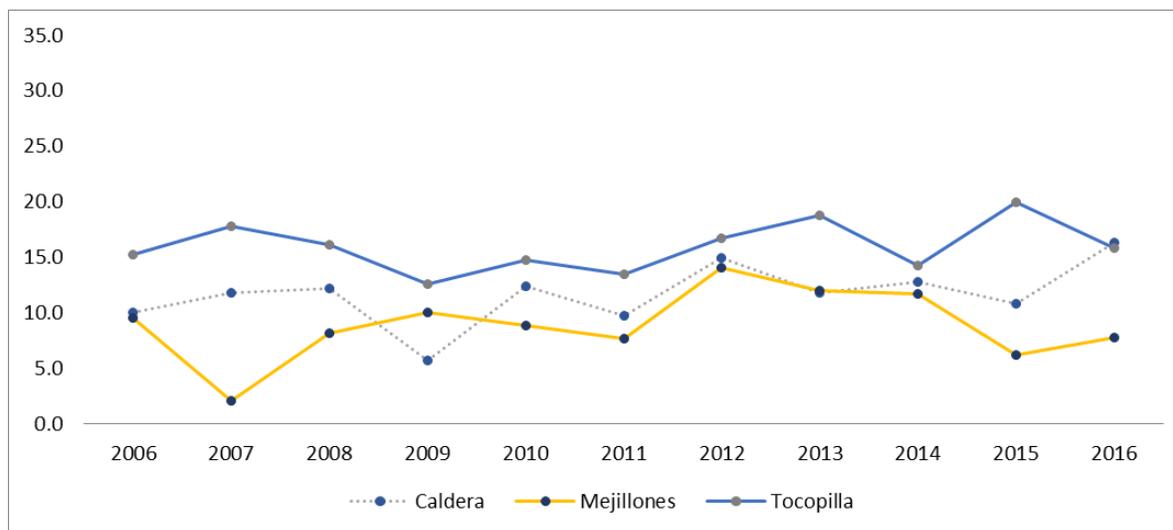
Tabla 4. Tasa de mortalidad general por 10.000 habitantes según grupos de edad y sexo, año 2016

Región	Comuna	Total	Grupos de edad							Sexo	
			0-5	6-12	13-18	19-44	45-64	65-79	80>	Hombre	Mujer
Región de Antofagasta	Mejillones	37,26	27,12	8,20	0,00	8,28	56,18	170,36	709,22	62,18	38,23
		<i>n=43</i>	<i>n=3</i>	<i>n=1</i>	<i>n=0</i>	<i>n=4</i>	<i>n=15</i>	<i>n=10</i>	<i>n=10</i>	<i>n=24</i>	<i>n=19</i>
	Tocopilla	65,09	28,71	3,34	0,00	10,47	52,43	285,71	1143,45	76,80	52,88
		<i>n=181</i>	<i>n=7</i>	<i>n=1</i>	<i>n=0</i>	<i>n=10</i>	<i>n=39</i>	<i>n=69</i>	<i>n=55</i>	<i>n=109</i>	<i>n=72</i>
Región de Atacama	Huasco	63,29	0,00	0,00	11,55	19,41	50,00	145,38	1507,54	75,69	50,54
		<i>n=66</i>	<i>n=0</i>	<i>n=0</i>	<i>n=1</i>	<i>n=7</i>	<i>n=14</i>	<i>n=14</i>	<i>n=30</i>	<i>n=40</i>	<i>n=26</i>
	Caldera	47,11	22,98	5,26	5,69	13,13	31,93	213,95	1193,42	49,94	43,80
		<i>n=84</i>	<i>n=4</i>	<i>n=1</i>	<i>n=1</i>	<i>n=9</i>	<i>n=13</i>	<i>n=27</i>	<i>n=29</i>	<i>n=48</i>	<i>n=36</i>

### 4.3 Mortalidad por causas específicas

#### 4.3.1 Mortalidad por Enfermedad Cardiovascular (CIE 10: I00-I09)

Figura 4. Tasas de mortalidad por enfermedad cardiovascular para las comunas evaluadas de la región de Antofagasta, 2006-2016



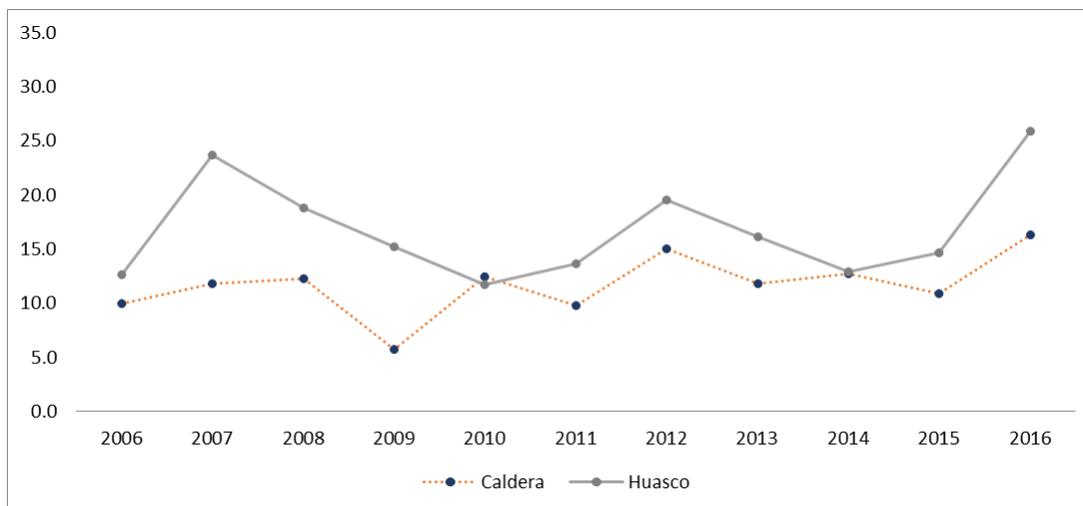
*Tasa de Mortalidad por enfermedad cardiovascular para 2016: Chile 15,47- Región de Antofagasta 10,38 X 10.000 habitantes*

La tasa de mortalidad por enfermedad cardiovascular difiere tanto en las comunas expuestas, como la no expuesta. Mejillones y Caldera a lo largo del tiempo, tienen un comportamiento similar. No obstante, lo anterior, en el año 2016 la tasa más baja es para Mejillones con 7,8 por cada 10.000 hab. Además, se observa que Mejillones disminuyó su tasa de mortalidad por enfermedad cardiovascular de 9,5 a 7,8 por 10.000 habitantes.

Tocopilla durante el periodo 2006-2016 ha aumentado la tasa de mortalidad. De hecho, si se comparan los valores respecto a la tasa regional y nacional, los valores son más elevados (15,2 y 15,8 en los años 2006 y 2016, respectivamente).

Caldera tiene años en que tiene valores similares a Mejillones, para el año 2016 la tasa de mortalidad aumenta, llegando a ser mayor a la de Mejillones y Tocopilla.

Figura 5. Tasas de mortalidad por enfermedad cardiovascular para las comunas evaluadas de la Región de Atacama, 2006-2016



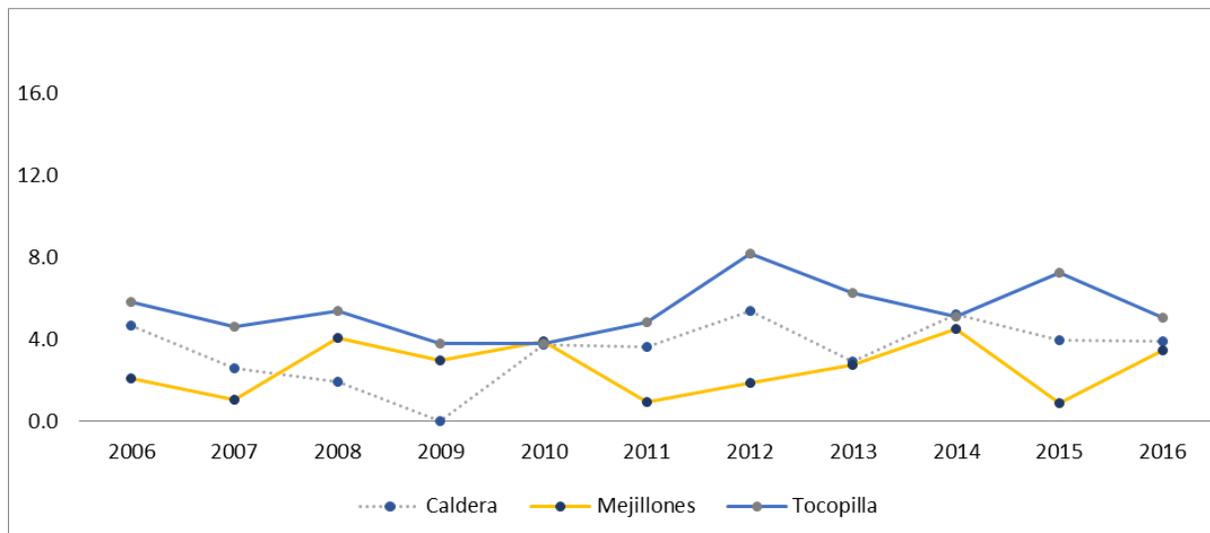
*Tasa de Mortalidad por enfermedad cardiovascular para 2016: Chile 15,47- Región de Atacama 13,58 X 10.000 habitantes*

La tasa de mortalidad por enfermedad cardiovascular en Huasco, es más alta que Caldera durante todo el periodo de estudio. En Huasco la mortalidad aumentó de 12,6 (año 2006) a 25,9 (año 2016) por 10.000 hab. Si se comparan las tasas con el valor nacional, para el año 2006 Huasco se encuentra bajo la tasa nacional y sobre ella para el año 2016. Por otra parte, en el caso de la comparación regional, la tasa de Huasco para ambos años es más elevada que la que tiene la región de Atacama para mortalidad cardiovascular.

Al igual que Huasco, Caldera aumenta la tasa de mortalidad de 10 (año 2006) a 16,3 (año 2016) por 10.000 habitantes, estando por sobre el valor nacional y regional para el año 2016.

### 4.3.2 Mortalidad por Enfermedades Cerebrovasculares (CIE 10: I60-I69)

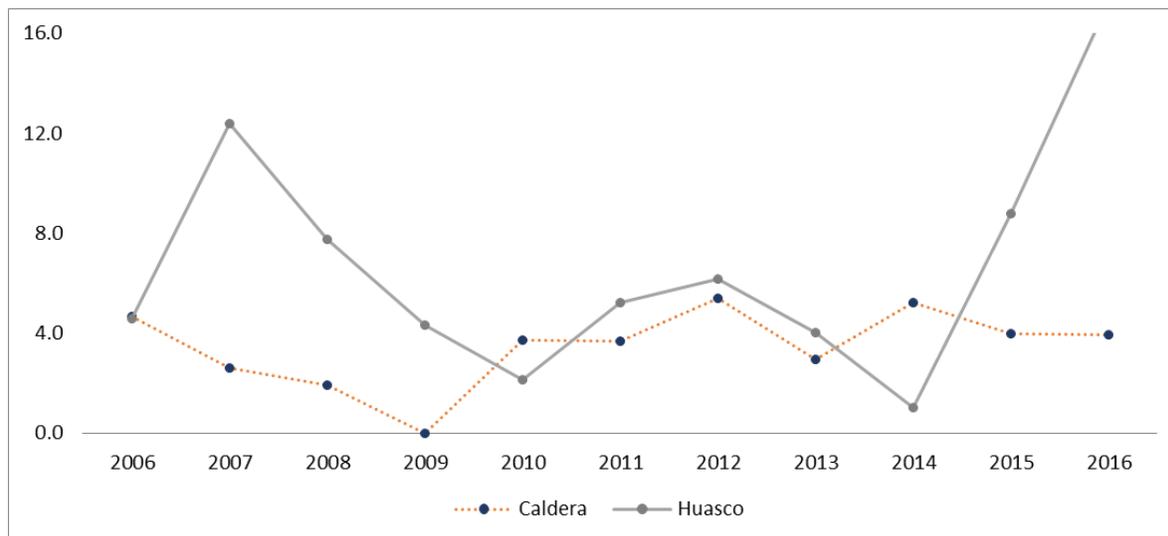
Figura 6. Tasas de mortalidad por enfermedades cerebrovasculares para las comunas evaluadas de la región de Antofagasta, 2006-2016



*Tasa de Mortalidad por enfermedad cerebrovascular para 2016: Chile 4,64- Región de Antofagasta 3,28 X 10.000 habitantes*

La tasa de mortalidad por enfermedades cerebrovasculares, si bien, no se comportan en términos numéricos igual a las enfermedades cardiovasculares, siguen una tendencia similar. Mejillones, durante el periodo 2006-2016 ha tenido variaciones en la tasa de mortalidad por enfermedades cerebrovasculares, no obstante, lo anterior, en el año 2006 la tasa es de 2,1 por 10.000 habs, siendo más baja que la región y Chile para ese año. En el año 2016, es de 3,5 por 10.000 habs, encontrándose más baja que Chile y levemente más elevada que la Región de Antofagasta. En cuanto a Tocopilla, la tasa de mortalidad disminuye de 5,9 (año 2006) a 5,0 (año 2016) por 10.000 habs. Sin embargo, si se compara con los valores de la Región de Antofagasta y Chile, la comuna tiene tasas de mortalidad elevadas. Caldera, se comporta similar a Mejillones, sin embargo, hay años en donde Caldera tiene tasas más elevadas que Mejillones y viceversa.

Figura 7. Tasas de mortalidad por enfermedades cerebrovasculares para las comunas evaluadas de la Región de Atacama, 2006-2016



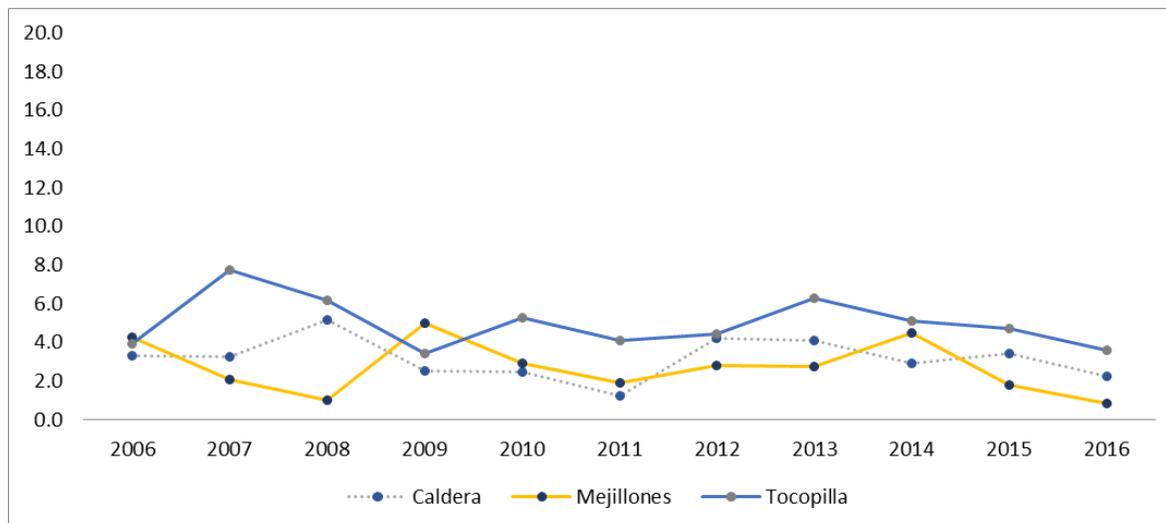
*Tasa de Mortalidad por enfermedad cerebrovascular para 2016: Chile 4,64- Región de Atacama 4,29 X 10.000 habitantes*

Huasco tiene variaciones marcadas a lo largo de los años en la tasa de mortalidad, con un incremento en la tasa de 4,6 (año 2006) a 17,3 (año 2016) por 10.000 habitantes. Además, de manera general, la comuna se encuentra sobre las tasas del país y de la región.

A diferencia de Huasco, Caldera tiene tasas de mortalidad por enfermedades cerebrovasculares más estables durante el tiempo y más bajas que Chile y la región. En el año 2006 la tasa fue de 4,7 y para el 2016 de 3,9 por 10.000 hab. Finalmente, se destacan las tasas de Huasco en el año 2010 de 2,1 y una tasa de 1,0 x10.000 hab para el año 2014.

### 4.3.3 Mortalidad por Enfermedad Isquémica del Corazón (CIE 10: I20-I25)

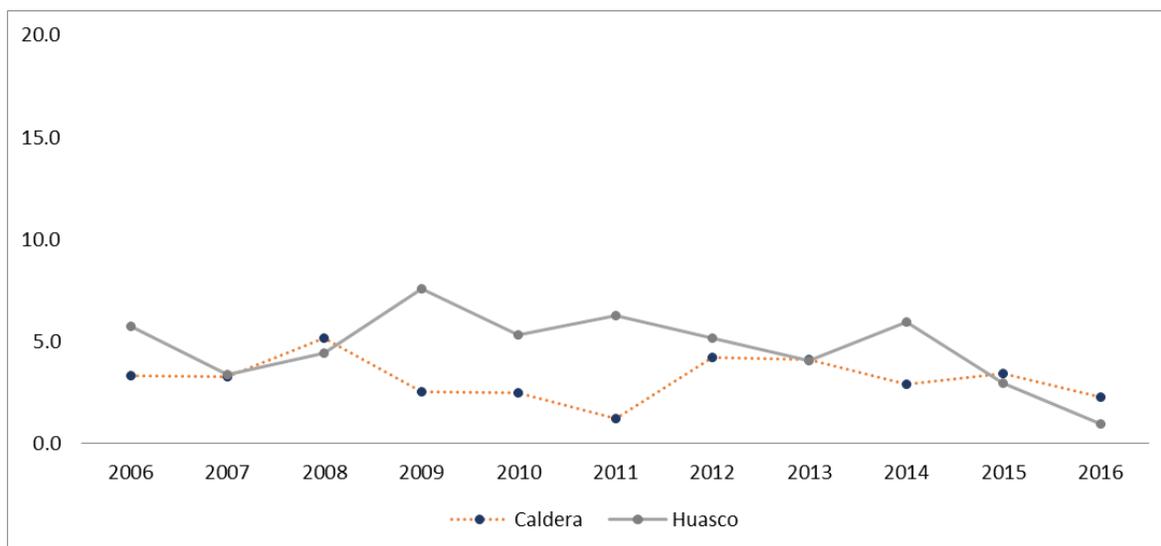
Figura 8. Tasas de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón para las comunas evaluadas de la Región de Antofagasta, 2006-2016



*Tasa de Mortalidad por enfermedad isquémica del corazón para 2016: Chile 4,48- Región de Antofagasta 2,96 X 10.000 habitantes*

La tasa de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón presenta variación para las tres comunas de estudio. No obstante, Tocopilla tiene tasas en promedio más elevadas que Mejillones y que Caldera. En el año 2006 la tasa fue de 3,9 y para el 2016 de 3,6 por 10.000 habitantes. Mejillones, ha tenido una variación marcada en las tasas anuales de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón, en el año 2006 la tasa fue de 4,2 y el 2016 de 0,9 por 10.000 habitantes. Caldera, tiene variaciones en la mortalidad como Mejillones, hay años en que está por sobre y otros bajo a Mejillones.

Figura 9. Tasas de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón para las comunas evaluadas de la Región de Atacama, 2006-2016



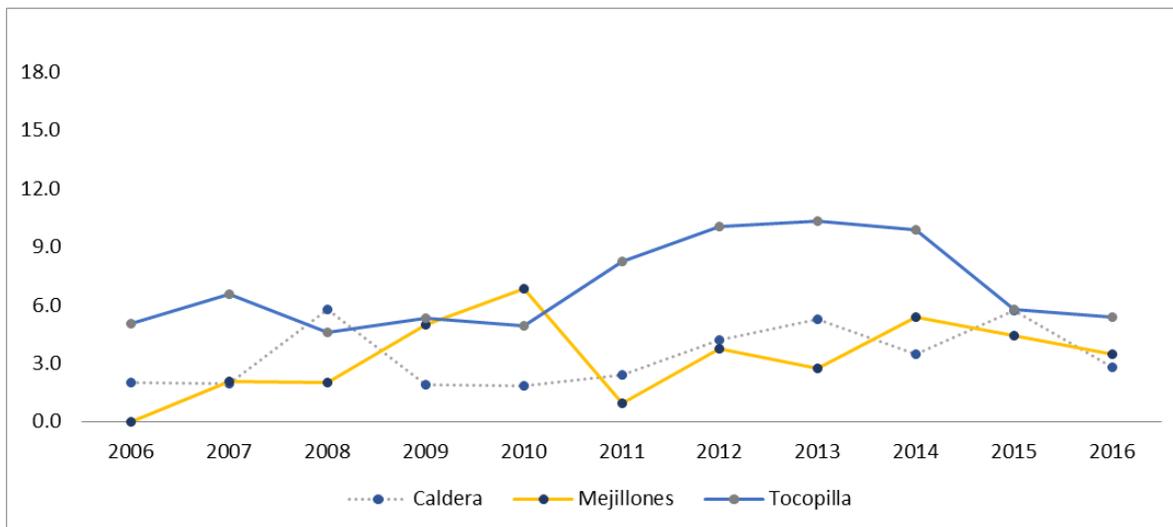
*Tasa de Mortalidad por enfermedad isquémica del corazón para 2016: Chile 4,48- Región de Atacama 3,09 X 10.000 habitantes*

La tasa de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón en Huasco y Caldera, varían a lo largo del período. Hay años en los cuales Huasco y Caldera tienen tasas similares (como por ejemplo años 2007 y 2013). Sin embargo, hay otros periodos donde Huasco tiene tasas más elevadas respecto a Caldera.

Huasco tiene una tasa de 5,7 por 10.000 hab para el año 2006 y de 1,0 por 10.000 hab para el año 2016. Si se compara respecto a la región y el país, en el año 2016, la comuna tiene una tasa más baja.

#### 4.3.4 Mortalidad por Enfermedades del Sistema Respiratorio (CIE 10: J00-J99)

Figura 10. Tasas de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio para las comunas evaluadas de la región de Antofagasta, 2006-2016



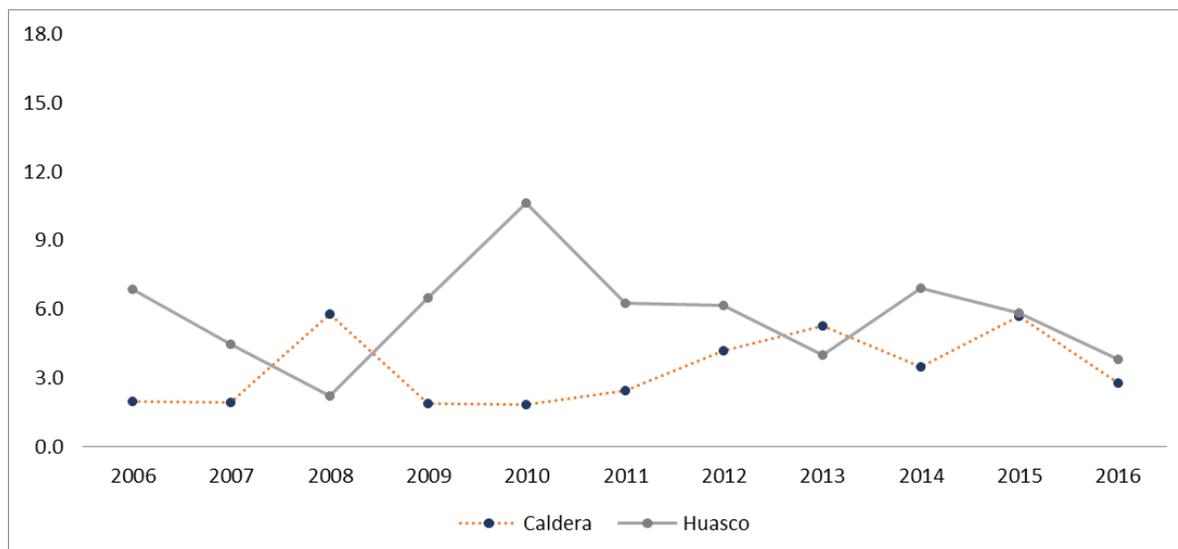
*Tasa de Mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio para 2016: Chile 5,41-Región de Antofagasta 4,26 X 10.000 habitantes*

La tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio, al igual que en las patologías mencionadas anteriormente, se mantienen más elevadas en la comuna de Tocopilla. La tasa es de 5,1 (año 2006) y 5,4 (año 2016) por 10.000 habitantes en dicha comuna. Al comparar los valores con las referencias de Chile y la región, las tasas se mantienen elevadas.

En Mejillones la tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio a lo largo del periodo ha tenido variaciones. Para el año 2006 la tasa es de 0 y para el 2016 es de 3,5 por 10.000 habitantes, ambos valores inferiores a las referencias de Chile y la región.

Caldera tiene una variación más estable a lo largo del periodo, con tasas de 2,0 (año 2006) y 2,8 (año 2016). Además, la comuna tiene en general tasas más bajas que Mejillones y Tocopilla.

Figura 11. Tasas de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio para las comunas evaluadas de la Región de Atacama, 2006-2016

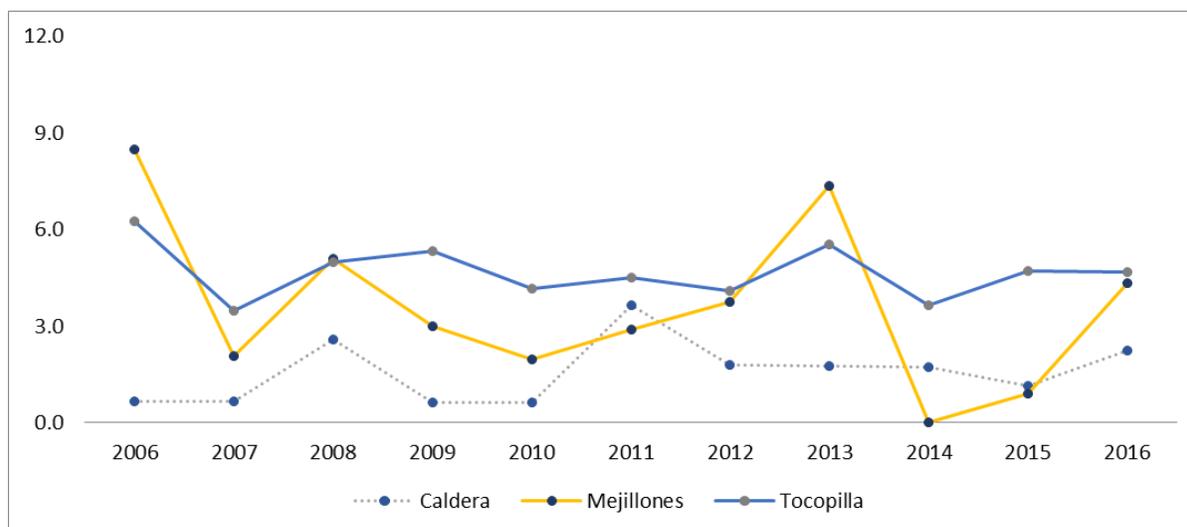


*Tasa de Mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio para 2016: Chile 5,41-Región de Atacama 4,61 X 10.000 habitantes*

Huasco, a lo largo del periodo 2006-2016 tiene tasas de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio más elevadas que la comuna no expuesta correspondiente a Caldera. Para el año 2006 la tasa es de 6,9 por 10.000 hab, la cual fluctúa en el tiempo y disminuye a 3,8 por 10.000 hab en el año 2016. Dicha disminución es relevante, ya que, si se compara la tasa de mortalidad de Huasco con el país y la región, se encuentra bajo a la referencia.

### 4.3.5 Mortalidad por Tumores Malignos de Tráquea, Bronquios y Pulmón (CIE 10: C33-C34)

Figura 12. Tasas de mortalidad por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón para las comunas evaluadas de la Región de Antofagasta, 2006-2016



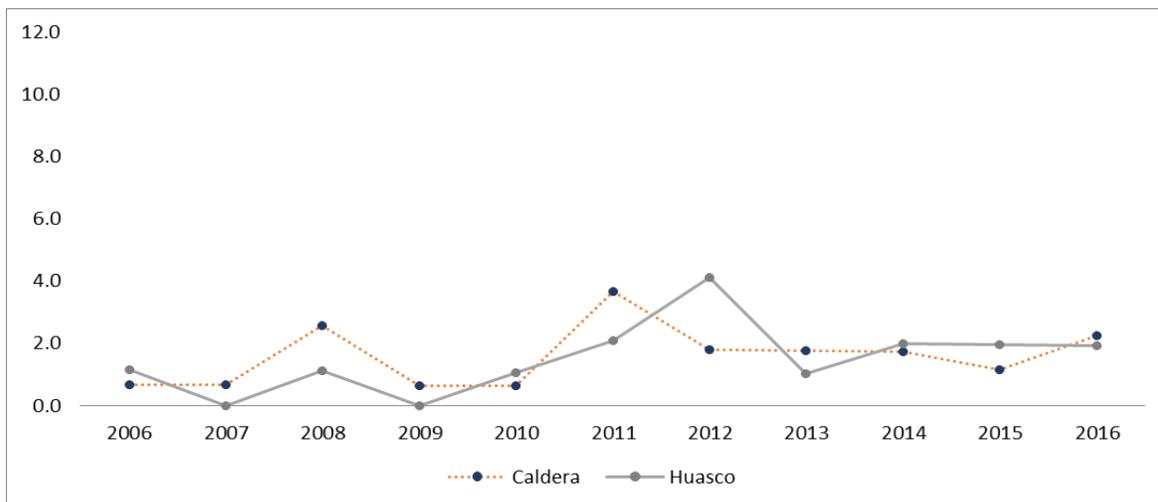
*Tasa de Mortalidad por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón para 2016: Chile 1,74- Región de Antofagasta 3,04 X 10.000 habitantes*

La tasa de mortalidad por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón es mayor en la comuna de Tocopilla. Por otra parte, Caldera tiene tasa de mortalidad más baja durante todo el periodo de estudio.

La tasa de mortalidad por dichas patologías en Tocopilla ha disminuido durante los años 2006-2016. Sin embargo, si se comparan las tasas con las referencias de la región y el país, son elevadas (6,8 años 2006 y 4,7 año 2016 por 10.000 hab).

Mejillones ha tenido un comportamiento variado en el periodo, teniendo años en donde la tasa de mortalidad baja a 0 (año 2014) y años donde la tasa llega a 8,5 por 10.000 hab en el año 2006.

Figura 13. Tasas de mortalidad por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón para las comunas evaluadas de la Región de Atacama, 2006-2016



*Tasa de Mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio para 2016: Chile 1,74-Región de Atacama 1,93 X 10.000 habitantes*

Huasco y Caldera tienen una variación similar a lo largo del tiempo. Con tasas que en general están bajo y en algunos casos similares a las referencias del país y la región (a excepción de algunos años, en donde la tasa es superior). La tasa de mortalidad por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón en Huasco fue de 1,1 (año 2006) y 1,9 (año 2016) por 10.000 hab.

#### 4.4 Razón de Mortalidad Estandarizada (RME)

De acuerdo a lo explicado en la metodología, se presentan las RME en referencia a la tasa del país y de la región. En cada caso se destaca en amarillo aquellos casos donde el riesgo de presentar una tasa de mortalidad general y/o específica sea significativamente mayor para la comuna respecto al país y/o región. Si el Intervalo de Confianza (I.C.) construido al 95% de confianza se mantiene sobre el valor 1, es porque el RME es en efecto, significativamente de riesgo (para más detalle, revisar sección de metodología 3.3).

Tabla 5. RME mortalidad general respecto al país y la región, para todas las comunas, año 2016

Mortalidad General respecto al país, año 2016				Mortalidad General respecto a la región, año 2016		
Región						
Antofagasta y						
Atacama	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior
Caldera	1,05	0,82	1,27	1,09	0,86	1,32
Mejillones	0,94	0,66	1,22	0,85	0,59	1,10
Tocopilla	1,22	1,04	1,39	1,09	0,93	1,25
Huasco	1,12	0,85	1,39	1,17	0,89	1,45

Se puede observar que la comuna de Tocopilla presenta un 22% más de riesgo de morir respecto a la tasa de mortalidad general del país, con un IC al 95% significativo que va de (1,04 a 1,39).

Es relevante observar, que la comuna considerada como control, correspondiente a Caldera, tiene un riesgo diferente a la tasa de mortalidad general del país y de su región. Esto se debe a que la proporción de comunas expuestas son escasas dentro de cada región y por ello del país, por lo que es esperable que la comuna control se comporte como su región y en algunos casos, como el país también.

Tabla 6. RME por enfermedad cardiovascular respecto al país y la región, para todas las comunas, año 2016

Mortalidad por enfermedad cardiovascular respecto al país, año 2016				Mortalidad por enfermedad cardiovascular respecto a la región, año 2016		
Región						
Antofagasta y Atacama	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior
Caldera	1,40	0,89	1,92	1,38	0,87	1,88
Mejillones	0,78	0,27	1,29	0,83	0,29	1,38
Tocopilla	1,12	0,79	1,45	1,20	0,84	1,55
Huasco	1,71	1,07	2,36	1,69	1,05	2,32

Al considerar la mortalidad por enfermedad cardiovascular, Huasco es la única comuna que presenta un riesgo superior y significativo respecto al país y la región, con Razón de Mortalidad Estandarizada de 1,71 y 1,69 respectivamente.

Tabla 7. RME por enfermedades cerebrovasculares respecto al país y la región, para todas las comunas, año 2016

Mortalidad por enfermedad cerebrovascular respecto al país, año 2016				Mortalidad por enfermedad cerebrovascular respecto a la región , año 2016		
Región						
Antofagasta y Atacama	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior
Caldera	1,13	0,29	1,97	1,05	0,27	1,82
Mejillones	1,17	0,02	2,32	1,19	0,02	2,35
Tocopilla	1,19	0,57	1,81	1,20	0,57	1,82
Huasco	3,81	2,05	5,56	3,56	1,92	5,21

Al considerar la mortalidad por enfermedad cerebrovascular, el comportamiento observado es similar al caso anterior. En la región de Antofagasta no se observan riesgos relativos significativamente más altos en las comunas de Tocopilla y Mejillones.

En la región de Atacama, el riesgo relativo de la comuna de Huasco es alto y significativo, tanto respecto a región como al país. En este caso, se puede inferir que el riesgo de morir por enfermedad cerebrovascular es 3,8 veces más alto en Huasco respecto al país (95% IC de 12,05 a 5,56) y de 3,56 veces más alto respecto a la región (95% IC de 1,92 a 5,21).

Es importante tomar en cuenta que, en el caso de las mortalidades específicas, se observan I.C muy amplios o bien no significativos, debido al bajo número de personas que fallecen por dichas causas en cada comuna (ver Anexo 4).

Tabla 8. RME por enfermedad isquémica del corazón respecto al país y la región, para todas las comunas, año 2016

Mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón respecto al país , año 2016				Mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón respecto a la región, año 2016		
Región						
Antofagasta y Atacama	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior
Caldera	0,64	0,01	1,27	0,81	0,02	1,61
Mejillones	0,29	0,00	0,85	0,32	0,00	0,95
Tocopilla	0,85	0,32	1,37	0,97	0,37	1,57
Huasco	0,21	0,00	0,63	0,27	0,00	0,80

Respecto a Mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón, las comunas de estudio no presentan riesgos significativos superiores al país y a la región de referencia.

Llama la atención que hay comunas expuestas, como Mejillones y Huasco, que presentan un riesgo significativamente inferior respecto al país y la región. En este caso, también es relevante la amplitud de intervalos debido a la baja frecuencia del evento estudiado (ver Anexo 4).

Tabla 9. RME por enfermedades del sistema respiratorio respecto al país y la región, para todas las comunas, año 2016

Mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio respecto al país, año 2016				Mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio respecto a la región , año 2016		
Región						
Antofagasta y Atacama	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior
Caldera	0,71	0,09	1,34	0,70	0,09	1,32
Mejillones	1,02	0,02	2,03	0,91	0,02	1,80
Tocopilla	1,12	0,55	1,68	0,98	0,49	1,48
Huasco	0,74	0,01	1,46	0,73	0,01	1,44

Al analizar la mortalidad por enfermedades respiratorias, es posible verificar que ninguna de las comunas estudiadas, ya sean expuesta o no, presentan diferencias significativas en el riesgo relacionado respecto al país y la región.

Tabla 10. RME por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón respecto al país y la región, para todas las comunas, año 2016

Mortalidad por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón respecto al país, año 2016				Mortalidad por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón respecto a la región, año 2016		
Región	RME		I.C.		I.C.	
Antofagasta y Atacama	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior
Caldera	1,59	0,03	3,14	1,27	0,03	2,52
Mejillones	3,64	0,45	6,84	1,62	0,20	3,04
Tocopilla	2,72	1,24	4,20	1,19	0,54	1,84
Huasco	1,06	0,00	2,53	0,84	0,00	2,01

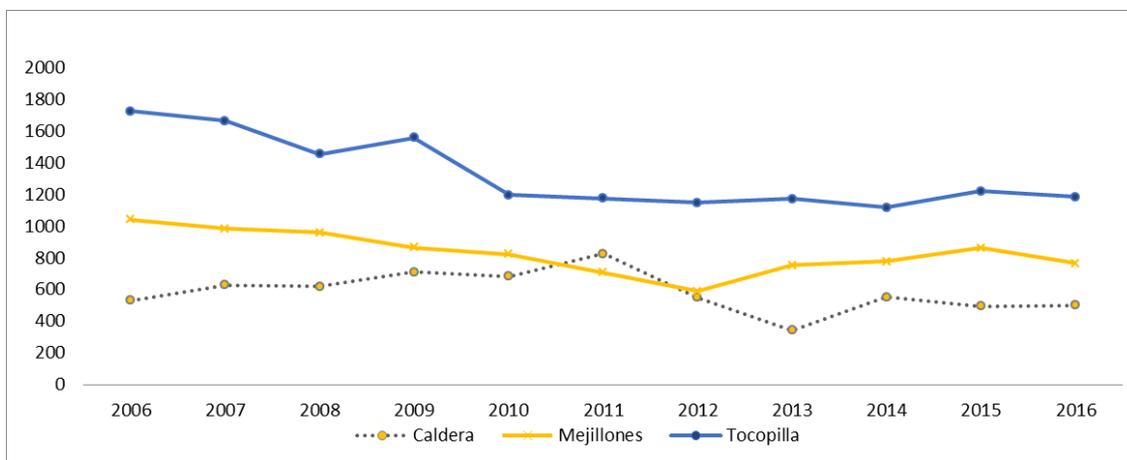
Finalmente, al analizar la mortalidad por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón, se observa un riesgo significativamente superior, con un valor de 2,7 veces más riesgo respecto al país, en la comuna de Tocopilla con un IC de 1,24-4,20.

Es particularmente relevante la baja frecuencia de muertes por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón. De hecho, en todo Chile el año 2016, sólo mueren 3.167 personas por esta causa (ver Anexo 4). Como ya se explicó, esto afecta en intervalos de confianza muy amplios.

## 4.5 Morbilidad general

En la Figura 14 se muestran las tasas de morbilidad para las comunas evaluadas de la Región de Antofagasta.

Figura 14 Tasas de morbilidad para las comunas evaluadas de la región de Antofagasta por 10.000 hab, 2006-2016



*Tasa de Morbilidad para 2016: Chile 899,99- Región Antofagasta 932,15 X 10.000 habitantes*

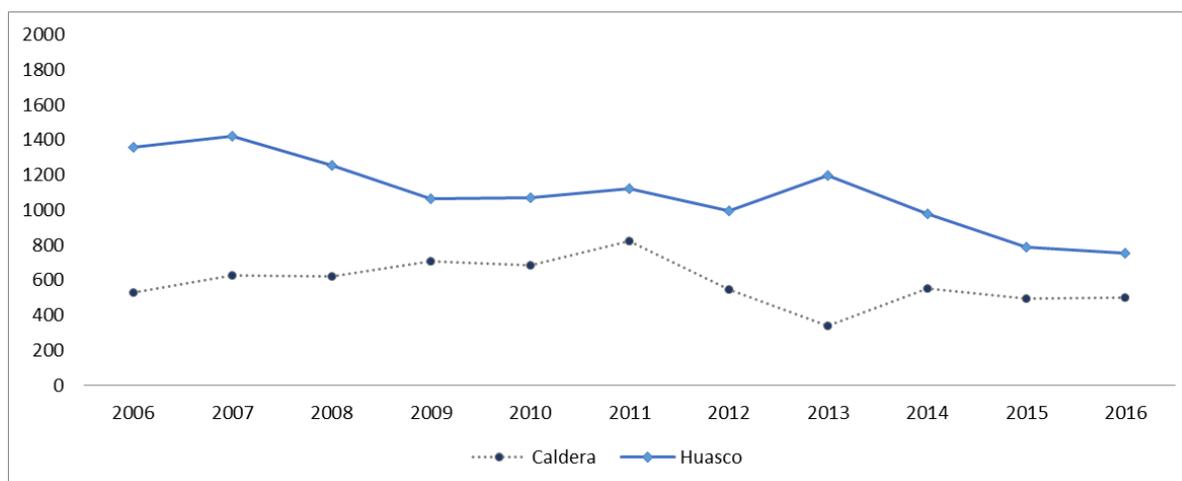
La tasa de egresos hospitalarios es superior en la comuna de Tocopilla. La tasa general en dicha comuna supera la tasa regional y de Chile para el año 2016, con 1181,7 por 10.000 hab.

En el caso de Mejillones, la tasa de morbilidad general es inferior a lo largo del periodo 2006-2016 respecto a Tocopilla, y superior a Caldera; al comparar con la región y el país, la morbilidad general en Mejillones es inferior.

Caldera, tiene tasas de morbilidad general que se mantienen relativamente constantes en el periodo 2006-2016, con valores menores que Mejillones y Tocopilla.

En la Figura 15 se muestran las tasas de morbilidad para las comunas evaluadas de la Región de Atacama.

Figura 15 Tasas de morbilidad para las comunas evaluadas de la región de Atacama por 10.000 hab, 2006-2016



*Tasa de Morbilidad para 2016: Chile 899,99- Región Atacama 773,94 X 10.000 habitantes*

La morbilidad general en Huasco es superior a la de Caldera, pasando de 1361,1 (año 2006) a 752,7 (año 2016) por 10.000 hab. Para el año 2016, las tasas de Huasco es menor que las del país y región, con una importante disminución en los egresos hospitalarios desde el año 2014.

Caldera tiene una tasa de morbilidad inferior tanto a Huasco como a las referencias del país y la región, manteniendo constante la tasa durante el periodo 2006-2016.

#### 4.5 Morbilidad general por grupos de edad

La morbilidad por grupos de edad (tabla 11 y 12), permite comprender la distribución según grupos de edades donde se enferma más o menos población en las distintas comunas.

Para el año 2006, se observa que las mujeres tienen tasas más altas de morbilidad general versus los hombres, medidos como egresos hospitalarios. En el año 2006, el grupo de >80 años es el que tiene las tasas más altas de morbilidad. Además, Tocopilla tiene la tasa de morbilidad más elevada respecto a todas las comunas en dicho año. A su vez, dicha comuna, tiene la tasa más elevada en los grupos de 0-5, 6-12, 13-18, 19-44, 45-64 y 65-79 años. Por otra parte, Huasco tiene la tasa más alta en el grupo de >80 años.

En el año 2016, Tocopilla se mantiene como la comuna que tiene la tasa de morbilidad general más elevada en cuanto a las comunas de estudio de la zona norte.

De manera general, todas las comunas, tanto expuestas como no expuesta tienen tasas más altas en las mujeres que en los hombres.

En relación al grupo etario, Tocopilla tiene tasa de morbilidad más elevada en el grupo etario 0-5, 6-12, 13-18, 19-44, 45-64 y 65-79 años. Finalmente, Huasco se mantiene al igual que el año 2006, como la comuna con la tasa morbilidad más alta en el grupo de >80 años.

Tabla 11. Tasa de morbilidad general por 10.000 habitantes por grupos de edad, año 2006

Región	Comuna	Total	Grupos de edad							Sexo	
			0-5	6-12	13-18	19-44	45-64	65-79	80>	Hombre	Mujer
II y III Región	Mejillones	1041,25	1256,89	517,83	525,79	901,46	1208,49	3524,59	4418,60	771,75	1370,06
		<i>n=982</i>	<i>n=114</i>	<i>n=61</i>	<i>n=53</i>	<i>n=365</i>	<i>n=222</i>	<i>n=129</i>	<i>n=38</i>	<i>n=400</i>	<i>n=582</i>
	Tocopilla	1722,29	2073,59	698,86	1157,14	1652,69	1698,15	3652,97	6511,63	1335,60	2118,74
		<i>n=4412</i>	<i>n=479</i>	<i>n=233</i>	<i>n=338</i>	<i>n=1518</i>	<i>n=980</i>	<i>n=640</i>	<i>n=224</i>	<i>n=1732</i>	<i>n=2680</i>
	Huasco	1361,08	965,69	631,29	833,33	1368,25	1350,52	2734,25	7672,41	1059,20	1669,76
		<i>n=1187</i>	<i>n=76</i>	<i>n=69</i>	<i>n=82</i>	<i>n=431</i>	<i>n=262</i>	<i>n=178</i>	<i>n=89</i>	<i>n=467</i>	<i>n=720</i>
	Caldera	530,45	1029,11	277,78	282,05	525,69	548,63	710,06	921,99	431,63	642,78
		<i>n=797</i>	<i>n=152</i>	<i>n=53</i>	<i>n=55</i>	<i>n=310</i>	<i>n=154</i>	<i>n=60</i>	<i>n=13</i>	<i>n=345</i>	<i>n=452</i>

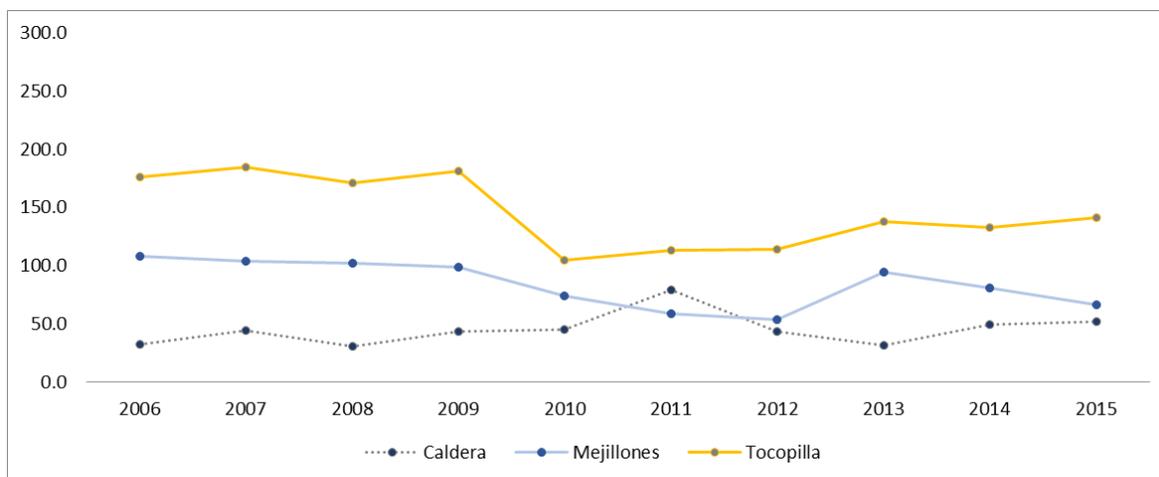
Tabla 12. Tasa de morbilidad general por 10.000 habitantes por grupos de edad, año 2016

Región	Comuna	Total	Grupos de edad							Sexo	
			0-5	6-12	13-18	19-44	45-64	65-79	80>	Hombre	Mujer
II y III Región	Mejillones	763,37	840,87	336,34	445,34	720,50	752,81	2163,54	1914,89	578,54	977,02
		<i>n=881</i>	<i>n=93</i>	<i>n=41</i>	<i>n=44</i>	<i>n=348</i>	<i>n=201</i>	<i>n=127</i>	<i>n=27</i>	<i>n=358</i>	<i>n=523</i>
	Tocopilla	1181,72	1300,25	517,70	570,05	1048,28	1197,74	2422,36	4054,05	990,70	1380,83
		<i>n=3286</i>	<i>n=317</i>	<i>n=155</i>	<i>n=142</i>	<i>n=1001</i>	<i>n=891</i>	<i>n=585</i>	<i>n=195</i>	<i>n=1406</i>	<i>n=1880</i>
	Huasco	752,71	567,69	259,50	346,42	709,93	692,86	1298,03	5025,13	609,27	900,08
		<i>n=785</i>	<i>n=52</i>	<i>n=28</i>	<i>n=30</i>	<i>n=256</i>	<i>n=194</i>	<i>n=125</i>	<i>n=100</i>	<i>n=322</i>	<i>n=463</i>
	Caldera	500,28	585,87	152,55	239,04	525,16	479,00	950,87	1810,70	370,41	652,15
		<i>n=892</i>	<i>102</i>	<i>29</i>	<i>42</i>	<i>360</i>	<i>195</i>	<i>120</i>	<i>44</i>	<i>n=356</i>	<i>n=536</i>

## 4.5 Morbilidad por causas específicas

### 4.7.1 Morbilidad por egresos hospitalarios enfermedades del sistema respiratorio (CIE 10: J00-J99)

Figura 16. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios enfermedades del sistema respiratorio para las comunas evaluadas de la región de Antofagasta, 2006-2016

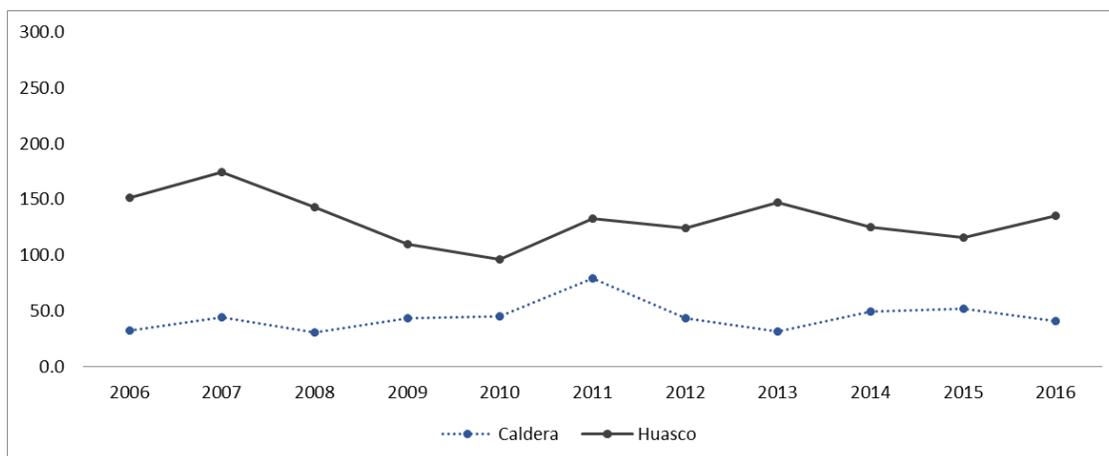


*Tasa de Morbilidad por enfermedades del sistema respiratorio para 2016: Chile 85,93-Región de Antofagasta 82,58 X 10.000 habitantes*

La tasa de morbilidad por egresos hospitalarios debidos a enfermedades del sistema respiratorio difiere tanto en las comunas expuestas, como la no expuesta. Tocopilla y Mejillones a lo largo del tiempo, tienen tasas superiores a la comuna no expuesta correspondiente a Caldera.

La tasa de morbilidad de Tocopilla para el 2016 es de 151,5 x 10.000 habitantes, cuya cifra se encuentra superior a Chile y la región de Antofagasta. Mejillones tiene una tasa de 80,6 x10.000 habitantes, la cual se encuentra bajo el promedio del país y la región. No obstante, sigue siendo superior a la tasa de Caldera correspondiente a 40,9 x10.000 habitantes en el año 2016.

Figura 17. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios enfermedades del sistema respiratorio para las comunas evaluadas de la región de Atacama, 2006-2016

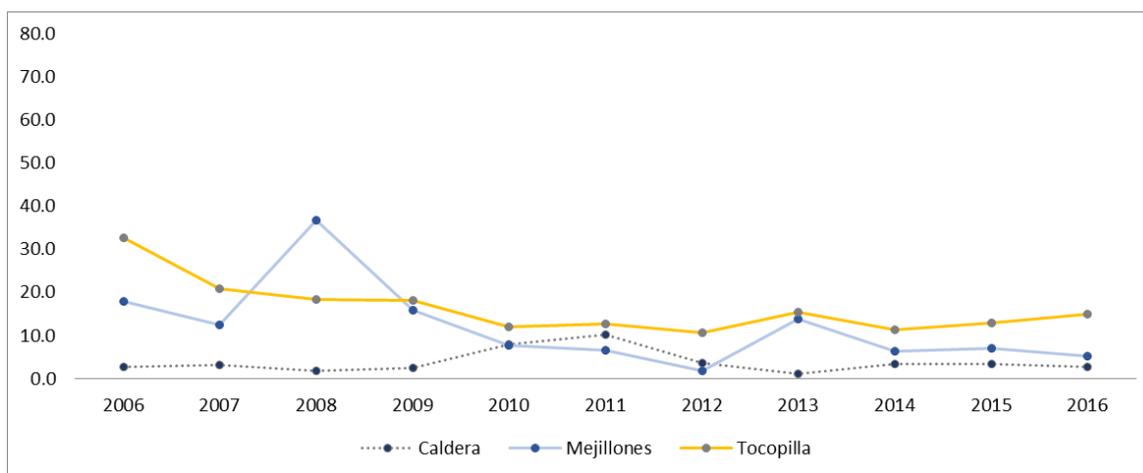


*Tasa de Morbilidad por enfermedades del sistema respiratorio para 2016: Chile 85,93-Región de Atacama 79,41 X 10.000 habitantes*

La tasa de morbilidad para Huasco durante el periodo 2006-2016 es superior a la comuna de Caldera. En el año 2016, Huasco tiene una tasa de 135,2 x10.000 hab versus 40,9 x10.000 hab en Caldera. En relación a lo anterior, la tasa de Huasco está por sobre la tasa regional y del país.

#### 4.7.2 Morbilidad por egresos hospitalarios debidos a enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (CIE 10: J40-J44)

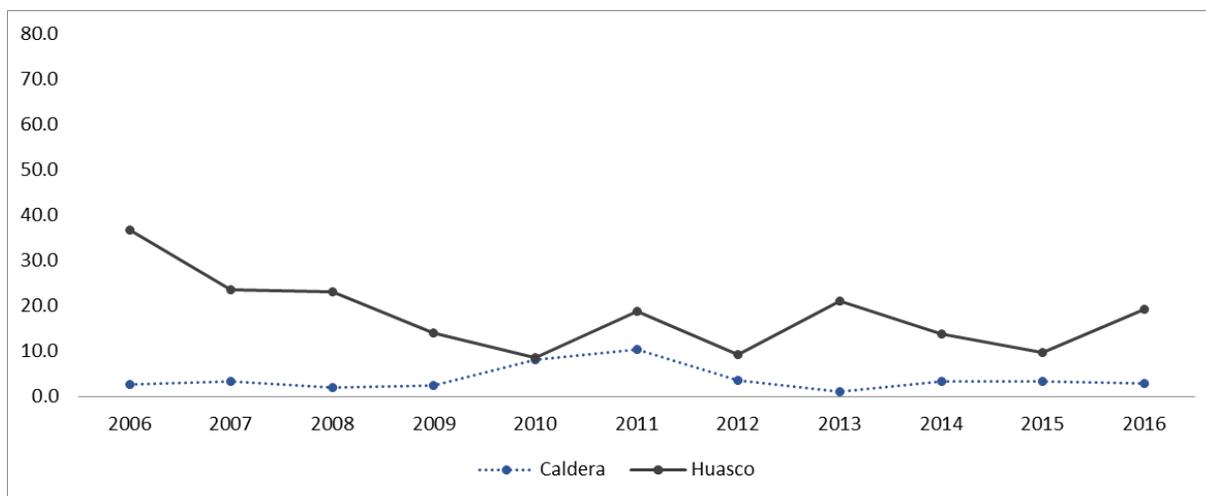
Figura 18. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores para las comunas evaluadas de la región de Antofagasta, 2006-2016



*Tasa de Morbilidad por enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores para 2016: Chile 7,8- Región de Antofagasta 7,25 X 10.000 habitantes*

La tasa de morbilidad por enfermedades crónicas de las vías respiratorias es superior en casi todo el periodo en la comuna de Tocopilla. A excepción del año 2008, donde la comuna de Mejillones tiene un alza en la tasa de morbilidad (36,7 x10.000 hab). En el año 2016 la tasa de morbilidad para Tocopilla fue de 15,1 x10.000 hab, la cual es superior al valor nacional y regional. Por otra parte, la tasa de Mejillones es de 5,2 x10.000 hab al año 2016, tasa que a diferencia de Tocopilla es menor al valor país y región. Finalmente, la tasa de Caldera se mantiene con valores menores en comparación a las comunas expuestas, a excepción del año 2011-2012 donde supera a la comuna de Mejillones.

Figura 19. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores para las comunas evaluadas de la región de Atacama, 2006-2016



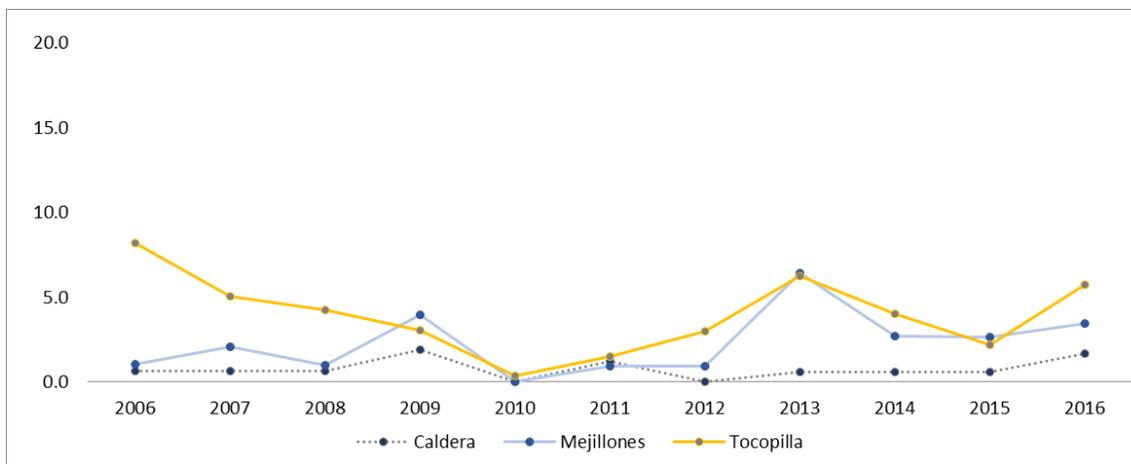
*Tasa de Morbilidad por enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores para 2016: Chile 7,8- Región de Atacama 6,98 X 10.000 habitantes*

La morbilidad en la comuna de Huasco es superior respecto a la comuna de Caldera. Sin embargo, en el año 2010 las tasas de ambas comunas se mantienen similares con valores de 8,1 en Caldera y 8,5 x10.000 hab para Huasco.

Huasco para el año 2016 tiene una tasa de 19,2 x10.000 hab la cual está sobre el valor del país 7,8 x10.000 hab y la región 6,98 x10.000 hab.

### Morbilidad por egresos hospitalarios por asma (CIE 10: J45-J46)

Figura 20. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios por asma para las comunas evaluadas de la región de Antofagasta, 2006-2016

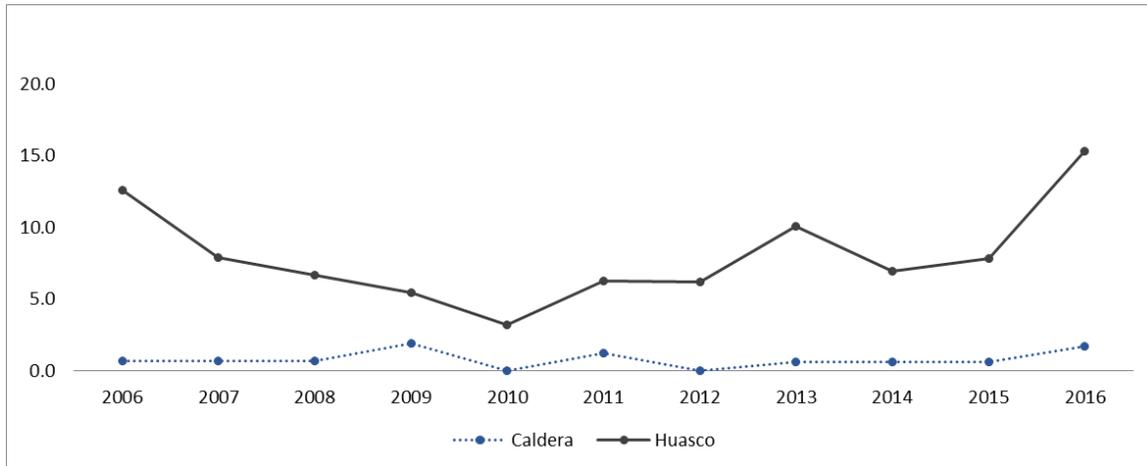


*Tasa de Morbilidad por egresos hospitalarios por asma para 2016: Chile 2,95- Región de Antofagasta: 2,56 X 10.000 habitantes*

La tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por asma tiene un comportamiento similar en las comunas de Mejillones y Tocopilla. Caldera tiene tasas que son inferiores a las comunas expuestas, de hecho, durante todo el periodo la tasa es inferior a 2 egresos hospitalarios por asma x10.000 hab.

En el año 2016, la tasa en Tocopilla fue de 5,8 y Mejillones 3,5 x10.000 hab, siendo ambas tasas superiores a la región y el país.

Figura 21. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios por asma para las comunas evaluadas de la región de Atacama, 2006-2016

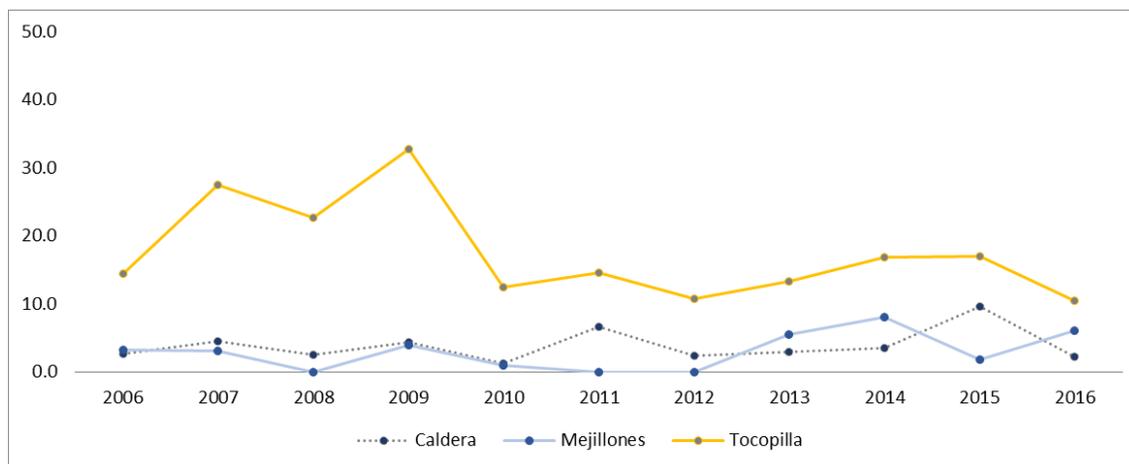


*Tasa de Morbilidad por egresos hospitalarios por asma para 2016: Chile 2,95- Región de Atacama: 4,42 X 10.000 habitantes*

La tasa de morbilidad en Huasco es superior a la tasa de Caldera en los 10 años de estudio. En el año 2016, la tasa de Huasco fue de 15,3 x10.000 hab, dicha tasa es superior a la región de Atacama y el valor país. Por otra parte, la tasa de Caldera en el año 2016 fue de 1,7 x10.000 hab.

#### 4.7.4 Morbilidad por egresos hospitalarios por bronquitis o bronquiolitis aguda (CIE 10: J20-J21)

Figura 22. Tasas de egresos hospitalarios por bronquitis o bronquiolitis aguda para las comunas evaluadas de la región de Antofagasta, 2006-2016

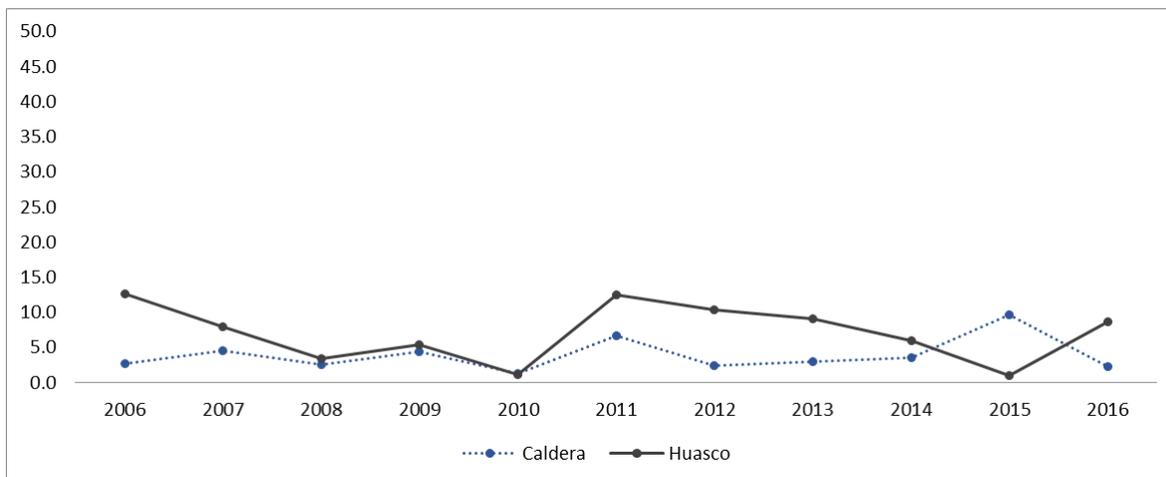


*Tasa de Morbilidad para egresos hospitalarios por bronquitis o bronquiolitis aguda para 2016: Chile 8,93- Región de Antofagasta: 4,54 X 10.000 habitantes*

La tasa de egresos hospitalarios por bronquitis o bronquiolitis aguda es superior en la comuna de Tocopilla, respecto a Caldera y Mejillones. Estas últimas comunas, tienen un comportamiento similar a lo largo de todo el periodo.

La tasa de morbilidad en el año 2016 para Tocopilla fue de 10,4 x10.000 hab, cuyo valor es superior a la tasa del país y la región. En el caso de Mejillones, la tasa es de 6,1 x10.000 hab, dicha tasa es inferior al país y superior al valor regional.

Figura 23. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios por bronquitis o bronquiolitis aguda para las comunas evaluadas de la región de Atacama, 2006-2016

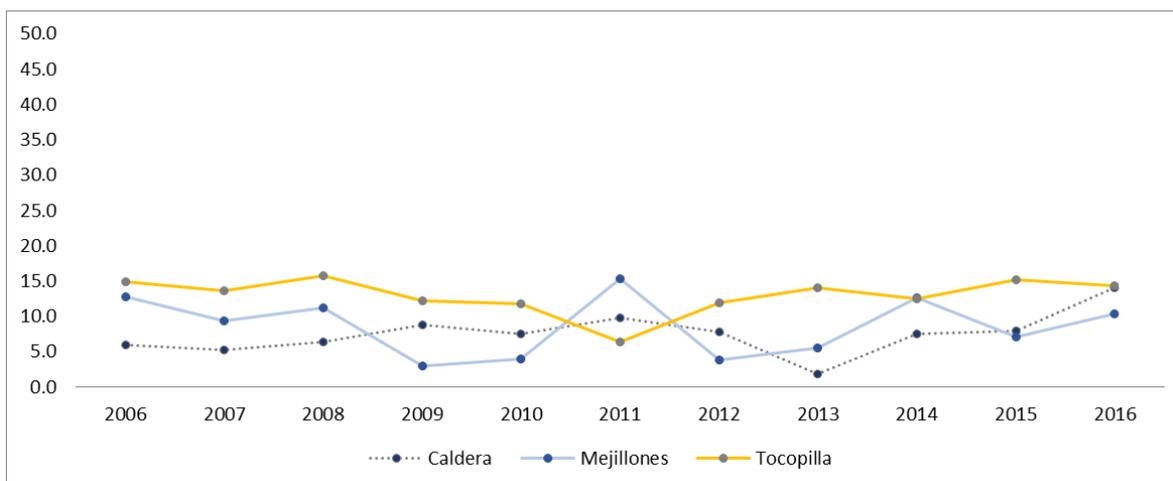


*Tasa de Morbilidad por egresos hospitalarios por bronquitis o bronquiolitis aguda para 2016: Chile 8,93- Región de Atacama: 4,64 X 10.000 habitantes*

La tasa de morbilidad en Caldera es inferior en gran parte del periodo respecto a Huasco. Sin embargo, en el año 2015 la tasa en Caldera tiene un alza llegando a 9,7 egresos hospitalarios por bronquitis x10.000 hab y en Huasco disminuye alcanzando el valor más bajo en el periodo correspondiente a 1,0 x10.000 hab. La tasa de Huasco al año 2016 fue de 8,6 x10.000 hab, dicho valor es inferior a Chile y superior al valor regional.

#### 4.7.5 Morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades cerebrovasculares (CIE 10: I60-I69)

Figura 24. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades cerebrovasculares para las comunas evaluadas de la región de Antofagasta, 2006-2016

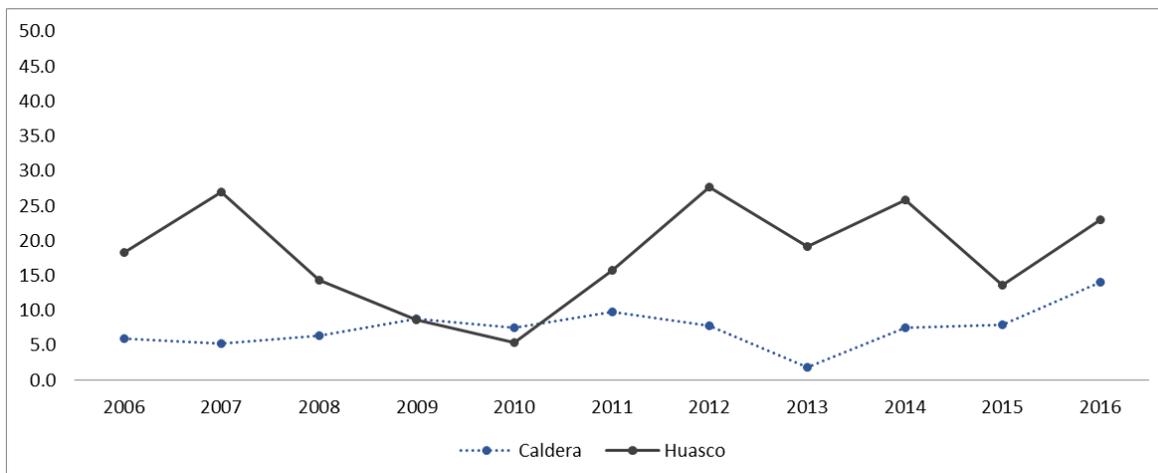


*Tasa de Morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades cerebrovasculares para 2016: Chile 16,18- Región de Antofagasta: 9,12 X 10.000 habitantes*

La tasa de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades cerebrovasculares es mayor en la comuna de Tocopilla en gran parte del periodo, a excepción del año 2011, que es donde la comuna de Mejillones tiene una tasa más elevada. Caldera, hay años que tiene tasas más elevadas que Mejillones, como es el caso de los años 2009, 2010, 2012 y 2015.

Para el año 2016, la tasa de morbilidad en Tocopilla fue de 14,4, Mejillones 10,4 y Caldera 14 x10.000 hab. Las tres comunas tienen tasas más elevadas que el valor regional e inferior al valor nacional en el año 2016.

Figura 25. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades cerebrovasculares para las comunas evaluadas de la región de Atacama, 2006-2016



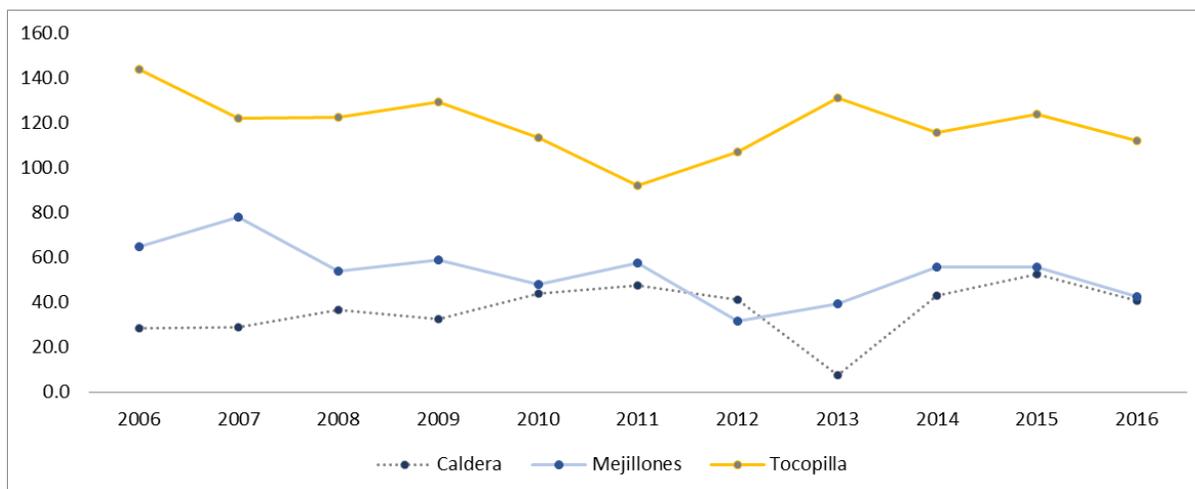
*Tasa de Morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades cerebrovasculares para 2016: Chile 16,18- Región de Atacama: 14,27 X 10.000 habitantes*

En concordancia con lo visto en las tasas presentadas anteriormente, Huasco tiene una tasa de morbilidad más elevada en gran parte del periodo de estudio. Solo para el año 2010, la tasa es inferior a la de Caldera.

En el año 2016, la tasa de Huasco es de 23 x10.000 hab, dicho valor es superior al valor de Chile y la región de Atacama.

#### 4.7.6 Morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades del sistema circulatorio (CIE 10: I00-I99)

Figura 26. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades del sistema circulatorio para las comunas evaluadas de la región de Antofagasta, 2006-2016

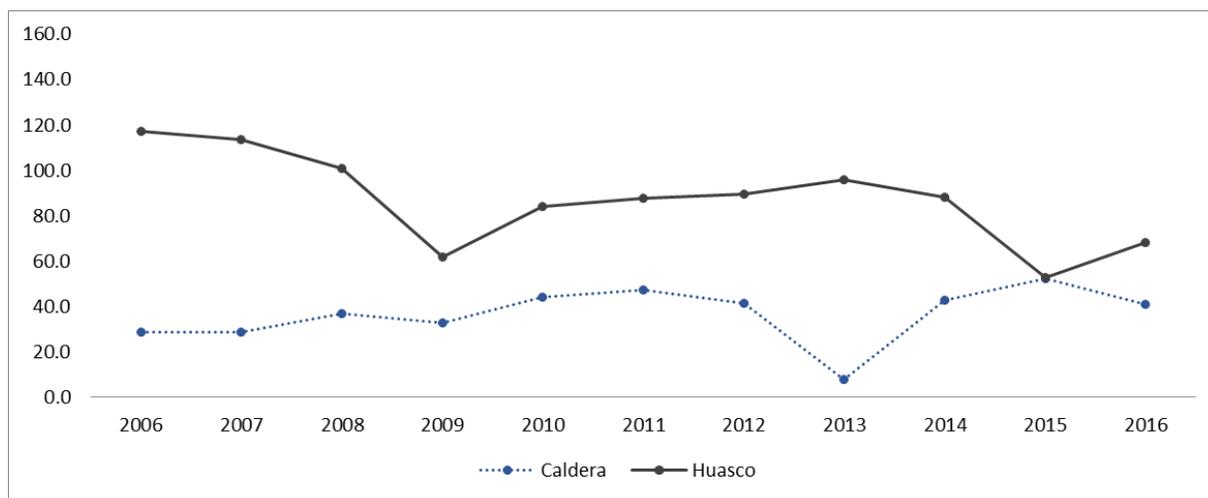


*Tasa de Morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades del sistema circulatorio para 2016: Chile 69,24- Región de Antofagasta: 60,11 X 10.000 habitantes*

La tasa de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades del sistema circulatorio difiere de manera clara en el periodo. Destacándose la comuna de Tocopilla, que tiene valores superiores a las comunas de Mejillones y Caldera. En ese sentido, las tasas de Tocopilla en todo el periodo superan valores de 90 egresos hospitalarios de enfermedades del sistema circulatorio x10.000 hab.

Al año 2016, la tasa de Tocopilla fue de 112,2 y para Mejillones de 42,5 x10.000 hab.

Figura 27. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades del sistema circulatorio para las comunas evaluadas de la región de Atacama, 2006-2016

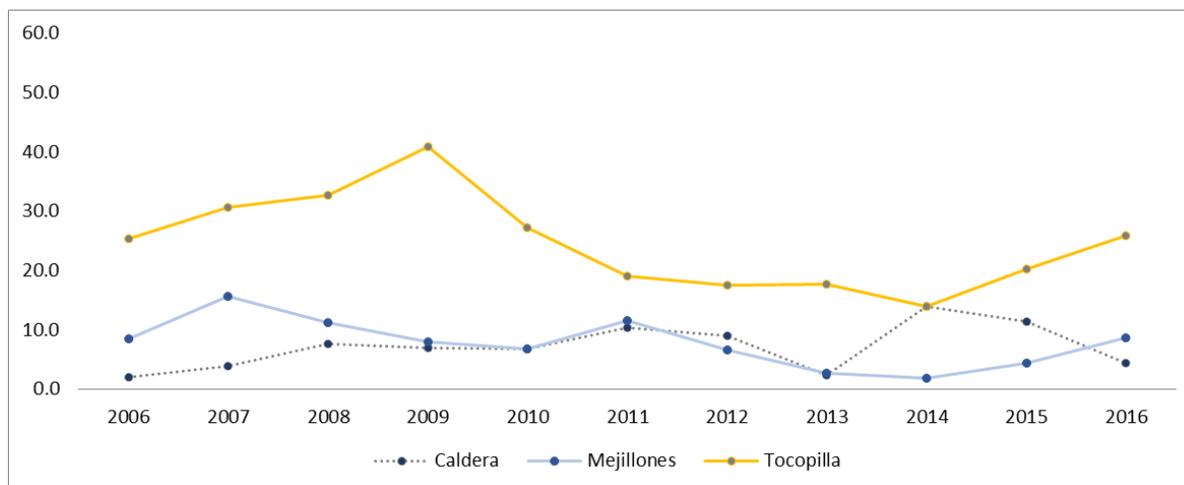


*Tasa de Morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades del sistema circulatorio para 2016: Chile 69,24- Región de Atacama: 63,34 X 10.000 habitantes*

La tasa de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades del sistema circulatorio es mayor en Huasco respecto a Caldera. Sin embargo, en el año 2015, las tasas de ambas comunas se comportan de manera similar (52,4 en Caldera y 55,6 x 10.000 hab en Huasco). En el año 2016, la tasa de Huasco fue de 68,1 x10.000 hab, dicho valor es inferior al valor nacional y superior al regional.

#### 4.7.7 Morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades isquémicas del corazón (CIE 10: I20-I25)

Figura 28. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades isquémicas del corazón para las comunas evaluadas de la región de Antofagasta, 2006-2016

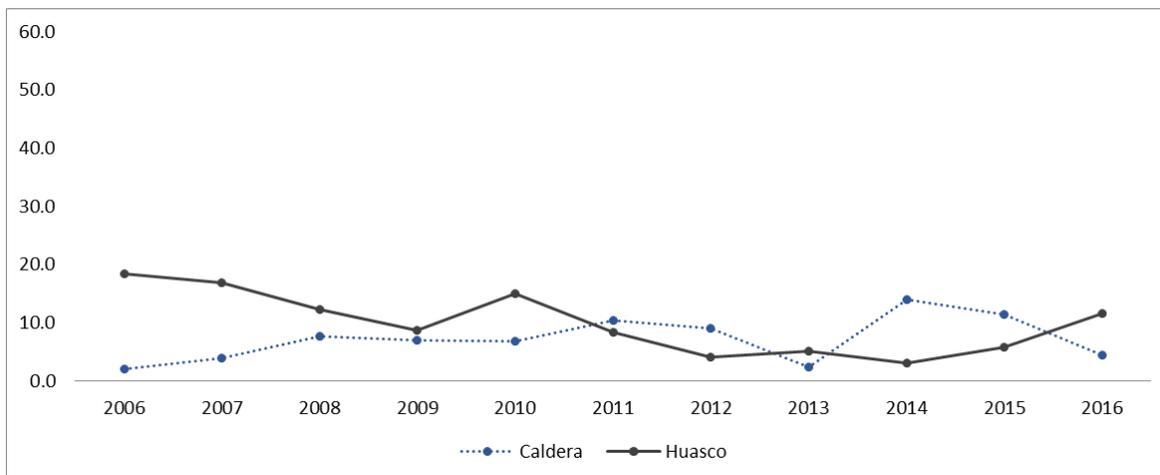


*Tasa de Morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades isquémicas del corazón para 2016: Chile 13,03- Región de Antofagasta: 13,10 X 10.000 habitantes*

La tasa de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades isquémicas del corazón es mayor en la comuna de Tocopilla respecto a las demás comunas. Caldera y Mejillones tienen un comportamiento relativamente similar en el periodo.

Al año 2016, la tasa de morbilidad de Tocopilla fue de 25,9 x10.000 hab, dicho valor es superior a las tasas del país y región. Por otra parte, la tasa de Mejillones fue de 8,7 y de 4,5 x10.000 hab para la comuna de Caldera en el año 2016, ambas tasas son inferiores a los valores de Chile y la región de Antofagasta.

Figura 29. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades isquémicas del corazón para las comunas evaluadas de la región de Atacama, 2006-2016



*Tasa de Morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades isquémicas del corazón para 2016: Chile 13,03- Región de Atacama: 13,01 X 10.000 habitantes*

La tasa de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades isquémicas del corazón fluctúa en ambas comunas a lo largo del periodo, así que no es posible visualizar una tendencia del comportamiento de las tasas en el periodo de tiempo. Al año 2016, la tasa de morbilidad de Caldera fue de 4,5 y para Huasco fue de 11,5 x10.000 hab. Ambas tasas descritas anteriormente, son inferiores a la tasa del país y la región.

#### 4.6 Razón de Morbilidad Estandarizada (RMorbilidadE)

Tabla 13. RMorbilidadE general respecto al país y la región, para todas las comunas, año 2016

Morbilidad General respecto al país, año 2016				Morbilidad General respecto a la región, año 2016		
Región Antofagasta y Atacama						
	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior
Caldera	0.58	0.54	0.62	0.66	0.61	0.70
Mejillones	0.89	0.83	0.95	0.83	0.77	0.88
Tocopilla	1.34	1.29	1.38	1.25	1.21	1.29
Huasco	0.84	0.78	0.90	0.96	0.89	1.02

Al observar los riesgos relativos por egresos hospitalarios por cualquier causa en las comunas estudiadas, se observa que en la región de Antofagasta, la comuna de Tocopilla presenta un riesgo significativamente superior respecto al país y la región, con un RMorbilidadE de 1.34 y 1.25 respectivamente. Es decir, Tocopilla tiene un riesgo un 34% superior de presentar egresos hospitalarios respecto al país, y un 25% superior respecto a la región. Llama la atención que Mejillones tiene un riesgo relativo significativamente menor respecto al país y la región.

Tabla 14. RMorbilidadE por enfermedades del sistema respiratorio respecto al país y la región, para todas las comunas, año 2016

Morbilidad por enfermedades del sistema respiratorio respecto al país , año 2016				Morbilidad por enfermedades del sistema respiratorio respecto a la región, año 2016		
Región Antofagasta y Atacama	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior
	Caldera	0.48	0.37	0.59	0.53	0.41
Mejillones	1.00	0.80	1.20	1.00	0.79	1.20
Tocopilla	1.76	1.59	1.93	1.75	1.58	1.92
Huasco	1.53	1.28	1.79	1.65	1.38	1.93

Al observar los resultados de egresos hospitalarios por enfermedades del sistema respiratorio, es posible identificar que Tocopilla y Huasco presentan riesgos relativos significativamente superiores respecto al país y la región. La comuna de Tocopilla presenta un 76% más de riesgo de enfermarse por causas respiratorias respecto a la tasa de morbilidad del país, con un IC al 95% significativo que va de (1,59 a 1,93) y un 75% más de riesgo respecto a la región con un IC de (1,58-1,92).

Huasco presenta un 53% más de enfermarse por causas respiratorias respecto a la tasa de morbilidad del país, con un IC al 95% significativo que va de (1,28 a 1,79) y un 65% más de riesgo respecto a la región con un IC de (1,38-1,93).

Tabla 15. RMorbilidadE por enfermedades de bronquitis o bronquiolitis respecto al país y la región, para todas las comunas, año 2016

Morbilidad por enfermedades de bronquitis o bronquiolitis aguda respecto al país, año 2016				Morbilidad por enfermedades de bronquitis o bronquiolitis aguda respecto a la región, año 2016		
Región Antofagasta y Atacama						
	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior
Caldera	0.22	0.00	0.43	0.48	0.01	0.94
Mejillones	0.09	0.00	0.25	0.19	0.00	0.56
Tocopilla	1.10	0.70	1.50	2.42	1.54	3.30
Huasco	0.91	0.31	1.50	1.97	0.68	3.26

Al revisar los riesgos de los egresos hospitalarios por enfermedades de bronquitis o bronquiolitis aguda, la comuna de Tocopilla tiene mayor riesgo respecto a la región. Tanto Caldera como Mejillones, tienen un riesgo de morbilidad significativamente inferior respecto a Chile y la región.

Tabla 16. RMorbilidadE por enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores respecto al país y la región, para todas las comunas, año 2016

Morbilidad por enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores respecto al país, año 2016				Morbilidad por enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores respecto a la región, año 2016		
Región						
Antofagasta y Atacama	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior
Caldera	0.42	0.05	0.79	0.43	0.05	0.80
Mejillones	0.89	0.18	1.59	0.75	0.15	1.35
Tocopilla	1.97	1.38	2.57	1.90	1.33	2.47
Huasco	2.39	1.34	3.44	2.49	1.40	3.58

En relación a la morbilidad por enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, Tocopilla y Huasco tienen mayores riesgos que su región y el país. Tocopilla presenta un 97% más de riesgo por enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores respecto a la tasa de morbilidad del país, con un I.C. al 95% que va de 1,38 a 2,57 y un 90% más de riesgo respecto a la región con un I.C. de 1,33-2,47.

El riesgo de enfermarse en Huasco por enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores es 2,39 veces más alto respecto al país y 2,49 más alto respecto a la región, ambas RMorbilidadE tienen un I.C. significativo.

Tabla 17. RMorbilidadE morbilidad por asma respecto al país y la región, para todas las comunas, año 2016

Morbilidad por asma respecto al país, año 2016				Morbilidad por asma respecto a la región, año 2016		
Región						
Antofagasta y Atacama	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior
Caldera	0.56	0.00	1.18	0.41	0.00	0.88
Mejillones	1.18	0.02	2.34	1.36	0.03	2.68
Tocopilla	1.86	0.95	2.78	2.14	1.09	3.19
Huasco	4.97	2.54	7.41	3.19	1.63	4.75

Respecto a morbilidad por asma, es importante mencionar que, a nivel nacional, solo se reportaron al año 2016, 5.361 egresos hospitalarios por asma (ver anexo 8). Las comunas de Tocopilla y Huasco presentan mayores riesgos de egresos hospitalarios por esta causa en relación al país y la región. Destaca el caso de Huasco donde el riesgo de enfermar de asma es 4,97 veces más alto respecto al país y 3,19 veces respecto a la región.

Tabla 18. RMorbilidadE morbilidad por enfermedades del sistema circulatorio respecto al país y la región, para todas las comunas, año 2016

Morbilidad por enfermedades del sistema circulatorio respecto al país, año 2016				Morbilidad por enfermedades del sistema circulatorio respecto a la región, año 2016		
Región						
Antofagasta y Atacama	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior
Caldera	0.69	0.53	0.84	0.69	0.53	0.85
Mejillones	0.79	0.57	1.01	0.76	0.55	0.97
Tocopilla	1.61	1.43	1.79	1.57	1.39	1.74
Huasco	0.94	0.72	1.16	0.95	0.73	1.17

La única comuna con mayor riesgo de enfermedades por patologías del sistema circulatorio es Tocopilla. Donde el RmorbilidadE es 61% más alto respecto al país y 57% más alto respecto a la región. Ambos riesgos son estadísticamente significativos.

Tabla 19. RMorbilidadE morbilidad por enfermedades isquémicas del corazón respecto al país y la región, para todas las comunas, año 2016

Morbilidad por enfermedades isquémicas del corazón respecto al país, año 2016				Morbilidad por enfermedades isquémicas del corazón respecto a la región, año 2016		
Región						
Antofagasta y Atacama	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior
Caldera	0.40	0.12	0.67	0.36	0.11	0.62
Mejillones	0.85	0.32	1.38	0.71	0.27	1.15
Tocopilla	1.94	1.49	2.39	1.65	1.27	2.04
Huasco	0.83	0.36	1.30	0.78	0.34	1.21

Tocopilla, mantiene la tendencia en ser comuna que tiene riesgos de egresos hospitalarios por enfermedades isquémicas al corazón superior a la región y al país, con valores de 1,94 I.C. (1,49-2,39) respecto al país y 1,65 I.C. (1,27-2,04) respecto a la región.

Tabla 20. RMorbilidadE morbilidad por enfermedades cerebrovasculares respecto al país y la región, para todas las comunas, año 2016

Morbilidad por enfermedades cerebrovasculares respecto al país, año 2016				Morbilidad por enfermedades cerebrovasculares respecto a la región, año 2016		
Región						
Antofagasta y Atacama	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior	RME	I.C. Inferior	I.C. Superior
Caldera	1.04	0.63	1.45	1.08	0.65	1.50
Mejillones	0.87	0.38	1.37	1.25	0.54	1.95
Tocopilla	0.90	0.62	1.18	1.28	0.89	1.68
Huasco	1.38	0.83	1.93	1.41	0.85	1.98

En cuanto a morbilidad por enfermedades cerebrovasculares, en las comunas del norte no se observa que haya mayores riesgos de egresos hospitalarios que lo esperado en la región y el país. La única comuna que tiene un riesgo superior a 1 es Huasco, sin embargo, el intervalo de confianza no es estadísticamente significativo.

## V. Discusiones y conclusiones

Los hallazgos del presente estudio muestran que el riesgo de morir por cualquier causa en la comuna de Tocopilla es mayor que lo esperado en Chile y en sus regiones. Al tratarse de un estudio de tipo ecológico que sólo considera la variación temporal y la comparación geográfica en relación a la condición de exposición o no a centrales termoeléctricas a carbón o parques industriales, se recomienda tomar estos resultados con cautela ya que no se enfoca en la causalidad multifactorial de los daños en salud medidos ni su relación con otros factores relacionados con mortalidad en las comunas en estudio.

Al analizar el comportamiento de la mortalidad por causas específicas, debe considerarse que, en Chile, en términos generales, las tasas de mortalidad son bajas y en particular las mortalidades específicas y por ende las estimaciones de Razón de Mortalidad Estandarizada específicas tienen baja precisión (lo que se evidencia con intervalos amplios), dificultándose la obtención de intervalos de confianza significativos (sobre 1). En este escenario, es posible que no se observen los resultados esperados en algunas comunas.

Respecto a los cambios en la morbilidad general, medida a través de los egresos hospitalarios, los resultados establecen que la comuna de Tocopilla en la región de Antofagasta, presenta mayor riesgo de hospitalización respecto a Chile y la región.

Tomando en consideración los indicadores de riesgo de egresos hospitalarios según causas de enfermedades, se observa que las patologías más relevantes son las enfermedades asociadas a sistema respiratorio, incluyendo asma y bronquitis, las que muestran mayores riesgos en las comunas de Tocopilla y Huasco. Es importante resaltar que en Tocopilla además se observa mayor riesgo en enfermedades del sistema circulatorio e isquemia del corazón, es decir, Tocopilla muestra mayor riesgo en prácticamente todos los indicadores analizados en este estudio.

Consideración especial son los cambios observados a nivel de la población menor de 18 años. En lo referido a mortalidad, es reconocido que Chile no muestra indicadores de alerta de mortalidad en este grupo. Sin embargo, al revisar las tasas por grupos de

edad, a pesar de los números especialmente bajos en los estratos evaluados y las evidentes reducciones en las tasas obtenidas el año 2016 respecto al 2006; es de alerta que el año 2016 en la comuna control correspondiente a Caldera, las tasas sean significativamente menores que las obtenidas en Huasco, Tocopilla o Mejillones, en similar estrato de edad.

Los resultados obtenidos deben ser tomados en cuenta como una primera aproximación al estado de salud de las comunidades evaluadas, establecido a partir de una metodología de investigación que utiliza datos de salud recolectados de manera rutinaria por la autoridad de salud. Sin embargo, estos hallazgos sólo deben interpretarse a nivel agrupado con la salvedad de que no exploran varias otras condiciones que pueden afectar el resultado de salud medido, tanto como mortalidad como de morbilidad.

Finalmente, es necesario establecer una agenda de investigación más integral que pueda medir otros factores de riesgo y que permita medir el rol de cada una de las variables específicas para las alteraciones respiratorias y cardiovasculares identificadas como las más relevantes en la población.

## VI. Bibliografía

Andersen, Z., Kristiansen, L., Andersen, K., Olsen, T., Hvidberg, M., Jensen, S., et al. (2012). Stroke and long-term exposure to outdoor air pollution from nitrogen dioxide: a cohort study. *Stroke*. 43:320–325.

Atkinson, R., Yu, D., Armstrong, B.G., Pattenden, S., Wilkinson, P., Doherty, R. et al. (2012). Concentration-response function for ozone and daily mortality: results from five urban and five rural U.K. populations. *Environ Health Perspect* 120(10): 1411-1417.

Borja, V. (2000). Estudios ecológicos. *Salud Pública de México*. Vol 42, N6, noviembre-diciembre.

Cortés, S. Yohannessen, K. Tellerías, L. Ahumada, E. . (2019). Exposición a contaminantes provenientes de termoeléctricas a carbón y salud infantil: ¿Cuál es la evidencia internacional y nacional? *Revista Chilena de Pediatría*, 90(1):102-114.

Health and Environment Alliance (HEAL) (2017). Boosting health by improving air quality in the Balkans. Published Diciembre 2017 [revisado el 19 de enero de 2018]. Disponible en [https://www.env-health.org/IMG/pdf/13.12.2017\\_-\\_boosting\\_health\\_by\\_improving\\_air\\_quality\\_in\\_the\\_balkans\\_ied\\_briefing.pdf](https://www.env-health.org/IMG/pdf/13.12.2017_-_boosting_health_by_improving_air_quality_in_the_balkans_ied_briefing.pdf).

Heroux, M. E., et al. (2015). Quantifying the health impacts of ambient air pollutants: recommendations of a WHO/Europe project. *Int J Public Health*, 60(5): 619-627.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE) (2017). Resultados Censo 2017. Recuperado el 3 de enero de: <https://resultados.censo2017.cl/>

Instituto Nacional de Estadísticas (INE<sub>b</sub>) (2017). Demográficas vitales. Recuperado el 29 de enero de : <https://www.ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales>

Ministerio de Salud (MINSAL) (2008). Aprueba norma general técnica que establece uso de la décima revisión de la clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud para la codificación de las causas de muerte y de enfermedad. N°1.  
<https://repositoriodeis.minsal.cl/deis/rem2008/100408/NormatecnicaCIE10.pdf> .

Ministerio de Desarrollo Social (2015). Encuesta Casen 2015. Recuperado el 3 de enero de: [http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/casen\\_2015.php](http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/casen_2015.php)

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES) (2010). Decreto 70: Establece Plan de Descontaminación Atmosférico para la ciudad de Tocopilla y su zona circundante.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES) (2017). Plan de Prevención de Contaminación Atmosférica para la localidad de Huasco y zona circundante (MP10) N°40/2011, del MMA Publicado 23/05/2012.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (s.f). Determinantes sociales de la salud. Recuperado el 29 de enero de 2019 de: [https://www.who.int/social\\_determinants/es/](https://www.who.int/social_determinants/es/)

Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS) (2015). Clasificación Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, décima revisión. Recuperado el 2 de abril de 2019 de: <http://www.deis.cl/wp-content/uploads/2013/08/Volume-1-CIE-10-2016-cha.pdf>

PNUD-Ministerio de Desarrollo Social (2003). Las trayectorias del Desarrollo Humano en las comunas de Chile (1994-2003). Recuperado el 4 de enero de: <http://desarrollohumano.cl/idh/download/idhc%20con%20portada.pdf>

Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC). Ministerio del Medio Ambiente (2018). Datos RETC. Recuperado el 2 de enero de: <http://www.retc.cl/datos-retc/>

Ruiz, P. Arias, N. Pardo, S. Meyer, M. Mesías, S. Galleguillos, C. Schiattino, I. Gutuiérrez, L. (2016). Impact of large industrial emission sources on mortality and morbidity in Chile: A small-areas study. *Environment International* 92-93, 130-138.

Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA) (2018). Información histórica. Recuperado el 2 de enero de 2019: <https://sinca.mma.gob.cl/>

Xie, W., Li, G., Zhao, D., Xie, X., Wei, Z., Wang, W., et al. (2015). "Relationship between fine particulate air pollution and ischaemic heart disease morbidity and mortality." *Heart* 101(4): 257-263.

## VII. Anexos

### Anexo 1: Tasas de mortalidad general y específicas para Chile y las regiones de Antofagasta, Atacama, años 2006, 2011 y 2016

Tabla 21. Tasa de mortalidad general por 10.000 hab's para todas las regiones

Tasa de mortalidad general x 10.000 hab's			
Año	Chile	Región de Antofagasta	Región de Atacama
2006	52,12	45	45,92
2011	55,05	45,88	49,39
2016	57,18	48,27	48,25

Tabla 22. Tasa de mortalidad por enfermedad cardiovascular por 10.000 hab's para todas las regiones

Tasa de Mortalidad por enfermedad cardiovascular x 10.000 hab's			
Año	Chile	Región de Antofagasta	Región de Atacama
2006	14,75	12,11	11,33
2011	14,92	10,47	11,57
2016	15,47	10,38	13,58

Tabla 23. Tasa de mortalidad por enfermedades cerebrovasculares por 10.000 hab's para todas las regiones

Tasa de Mortalidad por enfermedades cerebrovasculares x 10.000 hab's			
Año	Chile	Región de Antofagasta	Región de Atacama
2006	4,66	3,61	3,82
2011	5,06	3,54	4,6
2016	4,64	3,28	4,29

Tabla 24. Tasa de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón por 10.000 hab's para todas las regiones

Tasa de Mortalidad por enfermedad isquémica del corazón x 10.000 hab's			
Año	Chile	Región de Antofagasta	Región de Atacama
2006	4,86	5,61	2,88
2011	4,17	3,33	2,74
2016	4,48	2,96	3,09

Tabla 25. Tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio por 10.000  
habs para todas las regiones

Tasa de Mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio x 10.000 habs			
Año	<i>Chile</i>	Región de Antofagasta	Región de Atacama
2006	4,71	3,32	5,24
2011	5,28	4,01	5,55
2016	5,41	4,26	4,61

Tabla 26. Tasa de mortalidad por tumores malignos de tráquea, pulmón y bronquios  
por 10.000 habs para todas las regiones

Tasa de Mortalidad por tumores malignos de tráquea, pulmón y bronquios x 10.000 habs			
Año	<i>Chile</i>	Región de Antofagasta	Región de Atacama
2006	1,48	3,15	1,64
2011	1,61	3,45	1,56
2016	1,74	3,04	1,93

**Anexo 2: Tasas de mortalidad general y específicas para las comunas de estudio, periodo 2006-2016.**

Tabla 27. Tasa de mortalidad general por 10.000 habitantes para las comunas de estudio, años 2006-2016

Años	Región de Antofagasta		Región de Atacama	
	Mejillones	Tocopilla	Caldera*	Huasco
2006	49,8	69,1	30,6	56,2
2007	36,4	67,0	30,7	60,8
2008	37,7	63,4	37,3	46,5
2009	51,9	57,5	36,0	56,4
2010	37,2	64,2	38,4	61,7
2011	37,4	60,7	41,4	61,7
2012	41,3	69,8	40,1	67,8
2013	50,6	71,1	41,2	55,4
2014	40,6	65,0	40,5	50,6
2015	31,8	72,1	49,0	60,4
2016	37,3	65,1	47,1	63,3

Tabla 28. Tasa de mortalidad por enfermedad cardiovascular por 10.000 habitantes para las comunas de estudio , años 2006-2016

Años	Tasa de mortalidad por enfermedad cardiovascular (CIE 10: I00-I99)		
	Mejillones	Tocopilla	Caldera*
2006	9,5	15,2	10
2007	2,1	17,8	11,8
2008	8,2	16,1	12,2
2009	10	12,6	5,7
2010	8,8	14,7	12,4
2011	7,7	13,5	9,7
2012	14,1	16,7	15
2013	12	18,8	11,8
2014	11,7	14,2	12,7
2015	6,2	19,9	10,8
2016	7,8	15,8	16,3

\*Comunas no expuestas a termoeléctricas a carbón

Tabla 29. Tasa de mortalidad por enfermedades cerebrovasculares por 10.000 habitantes para las comunas de estudio, años 2006-2016

Años	Tasa de mortalidad por enfermedades cerebrovasculares (CIE 10: I60-I69)			
	Mejillones	Tocopilla	Caldera*	Huasco
2006	2,1	5,9	4,7	4,6
2007	1	4,6	2,6	12,4
2008	4,1	5,4	1,9	7,7
2009	3	3,8	0	4,3
2010	3,9	3,8	3,7	2,1
2011	1	4,9	3,7	5,2
2012	1,9	8,2	5,4	6,2
2013	2,8	6,3	2,9	4
2014	4,5	5,1	5,2	1
2015	0,9	7,2	4	8,8
2016	3,5	5	3,9	17,3

Tabla 30. Tasa de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón por 10.000 habitantes para las comunas de estudio, años 2006-2016

Años	Tasa de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón (CIE 10: I20-I25)			
	Mejillones	Tocopilla	Caldera*	Huasco
2006	4,2	3,9	3,3	5,7
2007	2,1	7,7	3,3	3,4
2008	1	6,1	5,1	4,4
2009	5	3,4	2,5	7,6
2010	2,9	5,3	2,5	5,3
2011	1,9	4,1	1,2	6,3
2012	2,8	4,5	4,2	5,1
2013	2,8	6,3	4,1	4
2014	4,5	5,1	2,9	6
2015	1,8	4,7	3,4	2,9
2016	0,9	3,6	2,2	1

\*Comunas no expuestas a termoeléctricas a carbón

Tabla 31. Tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio por 10.000 habitantes para las comunas de estudio, años 2006-2016

Años	Tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio (CIE 10: J00-J99)			
	Mejillones	Tocopilla	Caldera*	Huasco
2006	0	5,1	2	6,9
2007	2,1	6,6	2	4,5
2008	2	4,6	5,8	2,2
2009	5	5,3	1,9	6,5
2010	6,8	4,9	1,9	10,6
2011	1	8,2	2,4	6,3
2012	3,8	10	4,2	6,2
2013	2,8	10,3	5,3	4
2014	5,4	9,9	3,5	6,9
2015	4,4	5,8	5,7	5,8
2016	3,5	5,4	2,8	3,8

Tabla 32. Tasa de mortalidad por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón por 10.000 habitantes para las comunas de estudio, años 2006-2016

Años	Tasa de mortalidad por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón (CIE 10: C30-C34)			
	Mejillones	Tocopilla	Caldera*	Huasco
2006	8,5	6,2	0,7	1,1
2007	2,1	3,5	0,7	0
2008	5,1	5	2,6	1,1
2009	3	5,3	0,6	0
2010	2	4,2	0,6	1,1
2011	2,9	4,5	3,7	2,1
2012	3,8	4,1	1,8	4,1
2013	7,4	5,5	1,8	1
2014	0	3,7	1,7	2
2015	0,9	4,7	1,1	1,9
2016	4,3	4,7	2,2	1,9

\*Comunas no expuestas a termoeléctricas a carbón

### Anexo 3: Tasas de mortalidad perinatal

La tasa de mortalidad por malformaciones al nacer y por bajo peso al nacer, tiene un número de casos pequeño, por lo cual, realizar el cálculo de tasas por comuna resulta complejo. Por ello, a continuación, se presentan las tasas de mortalidad agrupando los casos de las comunas expuestas y no expuestas.

Tabla 33. Tasa de mortalidad por malformaciones al nacer CIE 10: P00-P04 por 10.000 habitantes \*

<b>Tasa de mortalidad por malformaciones al nacer P00-P04</b>			
<b>Año</b>	<b>Expuestos</b>	<b>Expuestos Complejo industrial</b>	<b>No expuestos</b>
2006	0,0	0,0	0,0
2007	0,0	0,0	0,0
2008	0,0	0,0	0,0
2009	0,0	4,8	0,0
2010	13,8	0,0	4,5
2011	0,0	0,0	9,0
2012	14,1	14,3	4,6
2013	14,2	0,0	4,6
2014	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	4,6	0,0
2016	0,0	0,0	0,0

Tabla 34. Tasa de mortalidad por bajo peso al nacer – prematuros CIE10: P07 por 10.000 habitantes \*

<b>Tasa de mortalidad por bajo peso al nacer- prematuros CIE 10: P07</b>			
<b>Año</b>	<b>Expuestos</b>	<b>Expuestos Complejo industrial</b>	<b>No expuestos</b>
2006	0,0	10,2	14,4
2007	0,0	14,9	9,5
2008	14,5	9,7	4,6
2009	0,0	23,8	4,5
2010	0,0	23,4	18,0
2011	0,0	14,0	13,6
2012	0,0	14,3	9,2
2013	0,0	23,8	18,5
2014	0,0	23,3	4,6
2015	13,9	9,2	13,8
2016	0,0	13,6	4,6

\*para las causas específicas P00-P04 y P07, se utilizó como denominador el total poblacional por comuna, de edad 0 (entregado por la base del INE)

#### Anexo 4: Tasas de mortalidad general y específicas por grupos de edad para Chile y las regiones de estudio

Tabla 35. Tasa de mortalidad general por 10.000 habitantes para Chile por grupos de edad, año 2016

Nombre	Grupo Edad							Total
	0-5	6-12	13-18	19-44	45-64	65-79	80>	
<i>Chile</i>	12,9	1,3	3,3	9,5	45,1	213,4	1048,5	57,2
Región de Arica y Parinacota	12,2	2,8	3,8	12,0	46,5	219,2	917,0	52,2
Región de Tarapacá	13,1	1,1	3,7	9,2	41,3	217,7	1069,3	41,7
<i>Región de Antofagasta</i>	14,7	1,9	4,1	10,2	51,7	246,3	1093,5	48,3
<i>Región de Atacama</i>	17,0	1,2	5,8	8,6	37,7	221,6	970,1	48,2
Región de Coquimbo	13,0	2,3	2,6	9,4	43,6	187,4	944,7	54,9
Región de Valparaíso	12,2	1,2	2,7	9,1	45,9	218,4	1077,7	67,2
Región del Libertador Gral, Bernardo O'Higgins	13,8	1,6	3,5	10,4	44,1	212,6	1074,7	59,9
Región del Maule	12,4	1,0	3,5	10,2	45,2	235,0	1124,2	62,6
Región del Biobío	12,7	1,1	2,7	10,1	49,1	219,7	1017,7	60,2
Región de La Araucanía	13,2	1,4	4,2	11,3	54,2	232,9	1073,7	65,9
Región de Los Ríos	13,0	1,3	3,4	10,8	54,3	226,8	1152,2	66,0
Región de Los Lagos	14,7	1,4	3,5	11,8	52,6	225,3	1043,5	59,6
Región de Aysén del Gral, Carlos Ibáñez del Campo	11,7	3,4	1,0	9,6	45,4	207,5	805,6	43,6
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	11,7	0,6	6,6	10,4	50,2	272,2	1167,8	64,6
Región Metropolitana de Santiago	12,4	1,2	3,2	8,5	41,2	200,4	1040,9	53,1

\* A pesar de que todas las tasas son más altas que la de Chile, la total es más baja porque la mayor mortalidad se produce en > de 80 años, y la proporción de este grupo etario en Antofagasta es mucho menor que la de Chile, de hecho, la mitad.

Tabla 36. Tasa de mortalidad general para Chile por grupos de edad, año 2016

Grupos de edad	Chile		
	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs
0-5	1488610	1919	12,9
6-12	1696396	224	1,3
13-18	1518087	499	3,3
19-44	7122443	6752	9,5
45-64	4437480	20019	45,1
65-79	1528252	32609	213,4
80>	400616	42004	1048,5
Total	18191884	104026	57,2

Tabla 37. Tasa de mortalidad general para las regiones de Antofagasta y Atacama por grupos de edad, año 2016

Grupos de edad	Región de Antofagasta			Región de Atacama		
	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs
0-5	59819	88	14,7	30054	51	17,0
6-12	64406	12	1,9	32709	4	1,2
13-18	53031	22	4,1	27397	16	5,8
19-44	258824	264	10,2	122016	105	8,6
45-64	147554	763	51,7	75550	285	37,7
65-79	39828	981	246,3	23286	516	221,6
80>	8413	920	1093,5	5680	551	970,1
Total	631875	3050	48,3	316692	1528	48,2

Tabla 38. Tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio para Chile por grupos de edad, año 2016

Chile			
Grupos de edad	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs
0-5	1488610	49	0,33
6-12	1696396	7	0,04
13-18	1518087	13	0,09
19-44	7122443	217	0,30
45-64	4437480	1022	2,30
65-79	1528252	2779	18,18
80>	400616	5760	143,78
Total	18191884	9847	5,41

Tabla 39. Tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio para las regiones de Antofagasta y Atacama por grupos de edad, año 2016

Grupos de edad	Región de Antofagasta			Región de Atacama		
	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs
0-5	59819	4	0,67	30054	3	1,00
6-12	64406	0	0,00	32709	0	0,00
13-18	53031	0	0,00	27397	0	0,00
19-44	258824	6	0,23	122016	2	0,16
45-64	147554	39	2,64	75550	8	1,06
65-79	39828	88	22,10	23286	60	25,77
80>	8413	132	156,90	5680	73	128,52
Total	631875	269	4,26	316692	146	4,61

Tabla 40. Tasa de mortalidad por enfermedad cardiovascular para Chile por grupos de edad, año 2016

Chile			
Grupos de edad	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs
0-5	1488610	18	0,12
6-12	1696396	6	0,04
13-18	1518087	21	0,14
19-44	7122443	666	0,94
45-64	4437480	4328	9,75
65-79	1528252	8957	58,61
80>	400616	14150	353,21
Total	18191884	28146	15,47

Tabla 41. Tasa de mortalidad por enfermedad cardiovascular para las regiones de Antofagasta y Atacama por grupos de edad, año 2016

Región de Antofagasta				Región de Atacama		
Grupos de edad	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs
0-5	59819	0	0,00	30054	1	0,33
6-12	64406	1	0,16	32709	1	0,31
13-18	53031	0	0,00	27397	1	0,37
19-44	258824	21	0,81	122016	16	1,31
45-64	147554	165	11,18	75550	74	9,79
65-79	39828	217	54,48	23286	140	60,12
80>	8413	252	299,54	5680	197	346,83
Total	631875	656	10,38	316692	430	13,58

Tabla 42. Tasa de mortalidad por enfermedades cerebrovasculares para Chile por grupos de edad, año 2016

Chile			
Grupos de edad	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs
0-5	1488610	3	0,02
6-12	1696396	1	0,01
13-18	1518087	3	0,02
19-44	7122443	179	0,25
45-64	4437480	1199	2,70
65-79	1528252	2811	18,39
80>	400616	4241	105,86
Total	18191884	8437	4,64

Tabla 43. Tasa de mortalidad por enfermedades cerebrovasculares para las regiones de Antofagasta y Atacama por grupos de edad, año 2016

Región de Antofagasta				Región de Atacama		
Grupos de edad	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs
0-5	59819	0	0,00	30054	0	0,00
6-12	64406	0	0,00	32709	0	0,00
13-18	53031	0	0,00	27397	1	0,37
19-44	258824	8	0,31	122016	7	0,57
45-64	147554	35	2,37	75550	21	2,78
65-79	39828	79	19,84	23286	45	19,32
80>	8413	85	101,03	5680	62	109,15
Total	631875	207	3,28	316692	136	4,29

Tabla 44. Tasa de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón para Chile por grupos de edad, año 2016

Chile			
Grupos de edad	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs
0-5	1488610	0	0,00
6-12	1696396	0	0,00
13-18	1518087	2	0,01
19-44	7122443	212	0,30
45-64	4437480	1821	4,10
65-79	1528252	2964	19,39
80>	400616	3156	78,78
Total	18191884	8155	4,48

Tabla 45. Tasa de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón para las regiones de Antofagasta y Atacama por grupos de edad, año 2016

Región de Antofagasta				Región de Atacama		
Grupos de edad	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs
0-5	59819	0	0,00	30054	0	0,00
6-12	64406	0	0,00	32709	0	0,00
13-18	53031	0	0,00	27397	0	0,00
19-44	258824	5	0,19	122016	2	0,16
45-64	147554	72	4,88	75550	28	3,71
65-79	39828	61	15,32	23286	35	15,03
80>	8413	49	58,24	5680	33	58,10
Total	631875	187	2,96	316692	98	3,09

Tabla 46. Tasa de mortalidad por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón para Chile por grupos de edad, año 2016

Chile			
Grupos de edad	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs
0-5	1488610	0	0,00
6-12	1696396	0	0,00
13-18	1518087	0	0,00
19-44	7122443	45	0,06
45-64	4437480	770	1,74
65-79	1528252	1576	10,31
80>	400616	776	19,37
Total	18191884	3167	1,74

Tabla 47. Tasa de mortalidad por tumores malignos de tráquea, bronquios y pulmón para las regiones de Antofagasta y Atacama por grupos de edad, año 2016

Grupos de edad	Región de Antofagasta			Región de Atacama		
	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs	Población INE	N muertes	Tasa x10.000 Habs
0-5	59819	0	0,00	30054	0	0,00
6-12	64406	0	0,00	32709	0	0,00
13-18	53031	0	0,00	27397	0	0,00
19-44	258824	2	0,08	122016	0	0,00
45-64	147554	55	3,73	75550	13	1,72
65-79	39828	104	26,11	23286	34	14,60
80>	8413	31	36,85	5680	14	24,65
Total	631875	192	3,04	316692	61	1,93

**Anexo 5: Tasas de morbilidad general y específicas para Chile y las regiones de referencias, años 2006, 2011 y 2016**

Tabla 48. Tasa de morbilidad general por 10.000 hab, año 2016

Tasa de morbilidad general x 10.000 hab			
Año	Chile	Región de Antofagasta	Región de Atacama
2006	1002.9	1275.6	976.3
2011	955.5	1137.6	1121.4
2016	900.0	932.1	773.9

Tabla 49. Tasa de Morbilidad por egresos hospitalarios enfermedades del sistema respiratorio por 10.000 hab, año 2016

Tasa de Morbilidad por egresos hospitalarios enfermedades del sistema respiratorio x10.000 hab			
Año	Chile	Región de Antofagasta	Región de Atacama
2006	104,67	117,7	97,96
2011	95,96	95,57	123,51
2016	85,93	82,58	79,41

Tabla 50. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores por 10.000 hab, año 2016

Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores x10.000 hab			
Año	Chile	Región de Antofagasta	Región de Atacama
2006	13,89	13,81	14,6
2011	9,61	10,35	14,51
2016	7,8	7,25	6,98

Tabla 51. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios por asma  
Por 10.000 habs, año 2016

Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios por asma x10.000 habs			
Año	Chile	Región de Antofagasta	Región de Atacama
2006	2,83	3,34	1,78
2011	2,77	2,66	4,67
2016	2,95	2,56	4,42

Tabla 52. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios por bronquitis o bronquiolitis aguda por 10.000 habs, año 2016

Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios por bronquitis o bronquiolitis aguda x10.000 habs			
Año	Chile	Región de Antofagasta	Región de Atacama
2006	7,85	6,05	6,85
2011	9,44	5,6	8,9
2016	8,93	4,54	4,64

Tabla 53. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades cerebrovasculares 10.000 habs, año 2016

Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades cerebrovasculares x 10.000 habs			
Año	Chile	Región de Antofagasta	Región de Atacama
2006	13,38	9,7	10,49
2011	15,87	10,2	13,4
2016	16,18	9,12	14,27

Tabla 54. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades del sistema circulatorio 10.000 hab, año 2016

Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades del sistema circulatorio x 10.000 hab			
Año	Chile	Región de Antofagasta	Región de Atacama
2006	69,32	81,86	64,35
2011	72,12	80,04	73,04
2016	69,24	60,11	63,34

Tabla 55. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades isquémicas del corazón 10.000 hab, año 2016

Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades isquémicas del corazón x 10.000 hab			
Año	Chile	Región de Antofagasta	Región de Atacama
2006	14,27	16,15	13,51
2011	13,61	15,73	14,14
2016	13,03	13,1	13,01

### Anexo 6: Tasas de morbilidad general y específicas para las comunas de estudio, periodo 2006-2016

Tabla 56. Tasas de morbilidad general por 10.000 habitantes para las comunas de estudio, años 2006-2016

Años	Región de Antofagasta		Región de Atacama	
	Mejillones	Tocopilla	Caldera*	Huasco
2006	1041,2	1722,3	530,4	1361,1
2007	981,1	1661,8	628,6	1419,6
2008	957,2	1451,2	619,6	1258,0
2009	862,8	1556,8	709,5	1063,8
2010	822,8	1194,1	682,7	1072,1
2011	707,2	1173,9	823,5	1123,4
2012	587,5	1145,9	549,4	998,3
2013	752,2	1169,2	341,5	1195,7
2014	774,6	1116,2	550,3	979,9
2015	862,1	1218,9	494,8	786,3
2016	763,4	1181,7	500,3	752,7

Tabla 57. Tasa de Morbilidad por egresos hospitalarios enfermedades del sistema respiratorio por 10.000 habitantes para las comunas de estudio, años 2006-2016

Años	Región de Antofagasta		Región de Atacama	
	Mejillones	Tocopilla	Caldera*	Huasco
2006	8,5	25,4	2,0	18,3
2007	15,6	30,6	3,9	16,9
2008	11,2	32,7	7,7	12,2
2009	8,0	40,8	6,9	8,7
2010	6,8	27,2	6,8	14,9
2011	11,5	19,1	10,4	8,4
2012	6,6	17,5	9,0	4,1
2013	2,8	17,7	2,4	5,0
2014	1,8	13,9	13,9	3,0
2015	4,4	20,3	11,4	5,8
2016	8,7	25,9	4,5	11,5

\*Comunas no expuestas a termoeléctricas a carbón

Tabla 58. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores por 10.000 habitantes para las comunas de estudio, años 2006-2016

Años	Región de Antofagasta		Región de Atacama	
	Mejillones	Tocopilla	Caldera*	Huasco
2006	8,5	25,4	2,0	18,3
2007	15,6	30,6	3,9	16,9
2008	11,2	32,7	7,7	12,2
2009	8,0	40,8	6,9	8,7
2010	6,8	27,2	6,8	14,9
2011	11,5	19,1	10,4	8,4
2012	6,6	17,5	9,0	4,1
2013	2,8	17,7	2,4	5,0
2014	1,8	13,9	13,9	3,0
2015	4,4	20,3	11,4	5,8
2016	8,7	25,9	4,5	11,5

Tabla 59. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios por asma por 10.000 habitantes para las comunas de estudio, años 2006-2016

Años	Región de Antofagasta		Región de Atacama	
	Mejillones	Tocopilla	Caldera*	Huasco
2006	1,1	8,2	0,7	12,6
2007	2,1	5,0	0,7	7,9
2008	1,0	4,2	0,6	6,6
2009	4,0	3,0	1,9	5,4
2010	0,0	0,4	0,0	3,2
2011	1,0	1,5	1,2	6,3
2012	0,9	3,0	0,0	6,2
2013	6,4	6,3	0,6	10,1
2014	2,7	4,0	0,6	6,9
2015	2,7	2,2	0,6	7,8
2016	3,5	5,8	1,7	15,3

\*Comunas no expuestas a termoeléctricas a carbón

Tabla 60. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios por bronquitis o bronquiolitis aguda por 10.000 habitantes para las comunas de estudio, años 2006-2016

Años	Región de Antofagasta		Región de Atacama	
	Mejillones	Tocopilla	Caldera*	Huasco
2006	8,5	25,4	2,0	18,3
2007	15,6	30,6	3,9	16,9
2008	11,2	32,7	7,7	12,2
2009	8,0	40,8	6,9	8,7
2010	6,8	27,2	6,8	14,9
2011	11,5	19,1	10,4	8,4
2012	6,6	17,5	9,0	4,1
2013	2,8	17,7	2,4	5,0
2014	1,8	13,9	13,9	3,0
2015	4,4	20,3	11,4	5,8
2016	8,7	25,9	4,5	11,5

\*Comunas no expuestas a termoeléctricas a carbón

Tabla 61. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades cerebrovasculares 10.000 habitantes para las comunas de estudio, años 2006-2016

Años	Región de Antofagasta		Región de Atacama	
	Mejillones	Tocopilla	Caldera*	Huasco
2006	8,5	25,4	2,0	18,3
2007	15,6	30,6	3,9	16,9
2008	11,2	32,7	7,7	12,2
2009	8,0	40,8	6,9	8,7
2010	6,8	27,2	6,8	14,9
2011	11,5	19,1	10,4	8,4
2012	6,6	17,5	9,0	4,1
2013	2,8	17,7	2,4	5,0
2014	1,8	13,9	13,9	3,0
2015	4,4	20,3	11,4	5,8
2016	8,7	25,9	4,5	11,5

Tabla 62. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades del sistema circulatorio 10.000 habitantes para las comunas de estudio, años 2006-2016

Años	Región de Antofagasta		Región de Atacama	
	Mejillones	Tocopilla	Caldera*	Huasco
2006	8,5	25,4	2,0	18,3
2007	15,6	30,6	3,9	16,9
2008	11,2	32,7	7,7	12,2
2009	8,0	40,8	6,9	8,7
2010	6,8	27,2	6,8	14,9
2011	11,5	19,1	10,4	8,4
2012	6,6	17,5	9,0	4,1
2013	2,8	17,7	2,4	5,0
2014	1,8	13,9	13,9	3,0
2015	4,4	20,3	11,4	5,8
2016	8,7	25,9	4,5	11,5

\*Comunas no expuestas a termoeléctricas a carbón

Tabla 63. Tasas de morbilidad por egresos hospitalarios de enfermedades isquémicas del corazón 10.000 habitantes para las comunas de estudio, años 2006-2016

Años	Región de Antofagasta		Región de Atacama	
	Mejillones	Tocopilla	Caldera*	Huasco
2006	8,5	25,4	2,0	18,3
2007	15,6	30,6	3,9	16,9
2008	11,2	32,7	7,7	12,2
2009	8,0	40,8	6,9	8,7
2010	6,8	27,2	6,8	14,9
2011	11,5	19,1	10,4	8,4
2012	6,6	17,5	9,0	4,1
2013	2,8	17,7	2,4	5,0
2014	1,8	13,9	13,9	3,0
2015	4,4	20,3	11,4	5,8
2016	8,7	25,9	4,5	11,5

\*Comunas no expuestas a termoeléctricas a carbón

## Anexo 7: Tasas de morbilidad perinatal

La tasa de morbilidad por malformaciones al nacer y por bajo peso al nacer, tiene un número de casos pequeño, por lo cual, realizar el cálculo de tasas por comuna resulta complejo. Por ello, a continuación, se presentan las tasas de morbilidad agrupando los casos de las comunas expuestas y no expuestas.

Tabla 64. Tasa de morbilidad por bajo peso al nacer – prematuros CIE10: P07 por 10.000 habitantes

<b>Tasa de morbilidad por bajo peso al nacer CIE 10: P07</b>			
<b>Año</b>	<b>Expuestos</b>	<b>Expuestos parque industrial</b>	<b>No expuestos</b>
2006	186,9	71,1	311,0
2007	178,8	124,4	255,4
2008	246,0	111,9	208,6
2009	84,3	128,5	268,1
2010	207,5	88,8	170,6
2011	139,1	56,1	230,6
2012	155,4	147,3	133,3
2013	269,9	185,9	152,9
2014	225,0	121,4	193,5
2015	111,4	169,6	238,6
2016	97,9	204,5	252,9

Tabla 65. Tasa de morbilidad por malformaciones al nacer CIE 10: P00-P04 por 10.000 habitantes

<b>Tasa de morbilidad por malformaciones al nacer CIE 10: P00-P04</b>			
<b>Año</b>	<b>Expuestos</b>	<b>Expuestos Complejo industrial</b>	<b>No expuestos</b>
2006	872,3	40,7	38,3
2007	834,6	79,6	56,8
2008	405,2	82,7	55,6
2009	449,4	80,9	54,5
2010	414,9	93,5	71,8
2011	180,8	84,1	49,7
2012	56,5	61,8	69,0
2013	99,4	47,7	41,7
2014	112,5	79,4	41,5
2015	139,3	146,7	78,0
2016	42,0	68,2	46,0

### Anexo 8: Tasas de morbilidad general y específicas por grupos de edad para Chile y las regiones de estudio

Tabla 66. Tasa de morbilidad general por 10.000 habitantes para Chile por grupos de edad, año 2016

Nombre	Grupo Edad							Total
	0-5	6-12	13-18	19-44	45-64	65-79	80>	
<i>Chile</i>	1095,8	374,6	488,9	872,4	820,5	1574,3	2752,6	900,0
Región de Arica y Parinacota	646,1	269,1	497,7	867,2	857,9	1696,1	2392,8	848,2
Región de Tarapacá	653,8	297,8	488,9	959,1	801,5	1441,4	2273,6	826,1
<i>Región de Antofagasta</i>	1100,5	436,0	538,6	965,3	904,5	1568,5	2467,6	932,1
<i>Región de Atacama</i>	859,1	316,7	448,6	787,5	705,2	1411,6	2533,5	773,9
Región de Coquimbo	836,9	279,0	411,5	716,6	591,3	1103,5	1792,6	688,5
Región de Valparaíso	1142,0	387,0	510,7	877,7	898,7	1715,6	2961,1	968,6
Región del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	1012,0	331,8	426,6	811,1	699,0	1338,1	2337,0	800,2
Región del Maule	958,1	347,9	440,5	859,2	730,9	1509,3	2999,4	856,0
Región del Biobío	1152,4	454,9	537,7	919,9	902,6	1762,3	3328,8	988,0
Región de La Araucanía	1305,2	484,7	560,3	933,8	889,0	1782,1	3444,9	1013,1
Región de Los Ríos	1397,8	489,2	606,3	906,5	978,9	2118,2	4167,8	1081,9
Región de Los Lagos	1078,1	389,3	524,2	908,9	898,4	1775,5	2950,3	947,7
Región de Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	1483,8	748,1	654,2	1066,6	1067,0	2271,1	3630,5	1153,4
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	1002,8	564,1	749,9	1246,7	1345,6	2614,2	4538,3	1328,2
Región Metropolitana de Santiago	1131,2	336,9	456,2	844,2	779,5	1449,3	2408,0	857,2

Tabla 67. Tasa de morbilidad general para Chile por grupos de edad, año 2016

Chile			
Grupos de edad	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	1488610	163127	1095,8
6-12	1696396	63553	374,6
13-18	1518087	74217	488,9
19-44	7122443	621383	872,4
45-64	4437480	364117	820,5
65-79	1528252	240594	1574,3
80>	400616	110274	2752,6
Total	18191884	1637265	900,0

Tabla 68. Tasa de morbilidad general para las regiones de Antofagasta y Atacama por grupos de edad, año 2016

Región de Antofagasta				Región de Atacama		
Grupos de edad	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	59819	6583	1100,5	30054	2582	859,1
6-12	64406	2808	436,0	32709	1036	316,7
13-18	53031	2856	538,6	27397	1229	448,6
19-44	258824	24984	965,3	122016	9609	787,5
45-64	147554	13346	904,5	75550	5328	705,2
65-79	39828	6247	1568,5	23286	3287	1411,6
80>	8413	2076	2467,6	5680	1439	2533,5
Total	631875	58900	932,1	316692	24510	773,9

Tabla 69. Tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por enfermedades del sistema respiratorio para Chile por grupos de edad, año 2016

Chile			
Grupos de edad	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	1488610	51022	342,75
6-12	1696396	12662	74,64
13-18	1518087	4495	29,61
19-44	7122443	19792	27,79
45-64	4437480	19781	44,58
65-79	1528252	25145	164,53
80>	400616	23424	584,70
Total	18191884	156321	85,93

Tabla 70. Tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por enfermedades del sistema respiratorio para las regiones de Antofagasta y Atacama por grupos de edad, año 2016

Grupos de edad	Región de Antofagasta			Región de Atacama		
	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	59819	1766	295,22	30054	809	269,18
6-12	64406	565	87,72	32709	293	89,58
13-18	53031	175	33,00	27397	68	24,82
19-44	258824	799	30,87	122016	289	23,69
45-64	147554	800	54,22	75550	313	41,43
65-79	39828	676	169,73	23286	413	177,36
80>	8413	437	519,43	5680	330	580,99
Total	631875	5218	82,58	316692	2515	79,41

Tabla 71. Tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por bronquitis o bronquiolitis aguda para Chile por grupos de edad, año 2016

Chile			
Grupos de edad	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	1488610	13870	93,17
6-12	1696396	670	3,95
13-18	1518087	97	0,64
19-44	7122443	258	0,36
45-64	4437480	390	0,88
65-79	1528252	473	3,10
80>	400616	482	12,03
Total	18191884	16240	8,93

Tabla 72. Tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por bronquitis o bronquiolitis aguda para las regiones de Antofagasta y Atacama por grupos de edad, año 2016

Grupos de edad	Región de Antofagasta			Región de Atacama		
	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	59819	248	41,46	30054	127	42,26
6-12	64406	15	2,33	32709	5	1,53
13-18	53031	2	0,38	27397	0	0,00
19-44	258824	6	0,23	122016	3	0,25
45-64	147554	9	0,61	75550	5	0,66
65-79	39828	2	0,50	23286	2	0,86
80>	8413	5	5,94	5680	5	8,80
Total	631875	287	4,54	316692	147	4,64

Tabla 73. Tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores para Chile por grupos de edad, año 2016

Chile			
Grupos de edad	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	1488610	2003	13,46
6-12	1696396	208	1,23
13-18	1518087	59	0,39
19-44	7122443	345	0,48
45-64	4437480	2489	5,61
65-79	1528252	5253	34,37
80>	400616	3839	95,83
Total	18191884	14196	7,80

Tabla 74. Tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores para las regiones de Antofagasta y Atacama por grupos de edad, año 2016

Grupos de edad	Región de Antofagasta			Región de Atacama		
	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	59819	212	35,44	30054	40	13,31
6-12	64406	10	1,55	32709	9	2,75
13-18	53031	3	0,57	27397	2	0,73
19-44	258824	16	0,62	122016	11	0,90
45-64	147554	71	4,81	75550	34	4,50
65-79	39828	100	25,11	23286	79	33,93
80>	8413	46	54,68	5680	46	80,99
Total	631875	458	7,25	316692	221	6,98

Tabla 75. Tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por asma para Chile por grupos de edad, año 2016

Chile			
Grupos de edad	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	1488610	1125	7,56
6-12	1696396	1379	8,13
13-18	1518087	242	1,59
19-44	7122443	736	1,03
45-64	4437480	879	1,98
65-79	1528252	648	4,24
80>	400616	352	8,79
Total	18191884	5361	2,95

Tabla 76. Tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por asma para las regiones de Antofagasta y Atacama por grupos de edad, año 2016

Región de Antofagasta				Región de Atacama		
Grupos de edad	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	59819	22	3,68	30054	6	2,00
6-12	64406	59	9,16	32709	10	3,06
13-18	53031	8	1,51	27397	3	1,10
19-44	258824	30	1,16	122016	21	1,72
45-64	147554	23	1,56	75550	27	3,57
65-79	39828	16	4,02	23286	37	15,89
80>	8413	4	4,75	5680	36	63,38
Total	631875	162	2,56	316692	140	4,42

Tabla 77. Tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por enfermedades del sistema circulatorio para Chile por grupos de edad, año 2016

Chile			
Grupos de edad	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	1488610	637	4,28
6-12	1696396	777	4,58
13-18	1518087	1170	7,71
19-44	7122443	13056	18,33
45-64	4437480	42927	96,74
65-79	1528252	45274	296,25
80>	400616	23332	582,40
Total	18191884	127173	69,91

Tabla 78. Tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por enfermedades del sistema circulatorio para las regiones de Antofagasta y Atacama por grupos de edad, año 2016

Región de Antofagasta				Región de Atacama		
Grupos de edad	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	59819	19	3,18	30054	16	5,32
6-12	64406	32	4,97	32709	12	3,67
13-18	53031	41	7,73	27397	21	7,67
19-44	258824	510	19,70	122016	194	15,90
45-64	147554	1581	107,15	75550	749	99,14
65-79	39828	1173	294,52	23286	665	285,58
80>	8413	442	525,38	5680	349	614,44
Total	631875	3798	60,11	316692	2006	63,34

Tabla 79. Tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por enfermedades cerebrovasculares para Chile por grupos de edad, año 2016

Chile			
Grupos de edad	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	1488610	74	0,50
6-12	1696396	79	0,47
13-18	1518087	105	0,69
19-44	7122443	2087	2,93
45-64	4437480	9040	20,37
65-79	1528252	11223	73,44
80>	400616	6833	170,56
Total	18191884	29441	16,18

Tabla 80. Tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por enfermedades cerebrovasculares para las regiones de Antofagasta y Atacama por grupos de edad, año 2016

Región de Antofagasta				Región de Atacama		
Grupos de edad	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	59819	1	0,17	30054	2	0,67
6-12	64406	7	1,09	32709	1	0,31
13-18	53031	5	0,94	27397	2	0,73
19-44	258824	53	2,05	122016	24	1,97
45-64	147554	189	12,81	75550	145	19,19
65-79	39828	205	51,47	23286	163	70,00
80>	8413	116	137,88	5680	115	202,46
Total	631875	576	9,12	316692	452	14,27

Tabla 81. Tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por enfermedades isquémicas del corazón para Chile por grupos de edad, año 2016

Chile			
Grupos de edad	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	1488610	12	0,08
6-12	1696396	8	0,05
13-18	1518087	13	0,09
19-44	7122443	1406	1,97
45-64	4437480	10671	24,05
65-79	1528252	8816	57,69
80>	400616	2785	69,52
Total	18191884	23711	13,03

Tabla 82. Tasa de morbilidad por egresos hospitalarios por enfermedades isquémicas del para las regiones de Antofagasta y Atacama por grupos de edad, año 2016

Región de Antofagasta				Región de Atacama		
Grupos de edad	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs	Población INE	N morbilidad	Tasa x10.000 Habs
0-5	59819	0	0,00	30054	1	0,33
6-12	64406	1	0,16	32709	0	0,00
13-18	53031	0	0,00	27397	0	0,00
19-44	258824	82	3,17	122016	43	3,52
45-64	147554	445	30,16	75550	337	44,61
65-79	39828	245	61,51	23286	316	135,70
80>	8413	55	65,38	5680	96	169,01
Total	631875	828	13,10	316692	793	25,04