

Centro de Políticas Públicas UC

6 diciembre 2023.

Informe final será publicado en el libro *Propuestas para Chile*, versión 2023.

Calor Extremo: Estrategia de Gestión y Medidas de Adaptación para la Región Metropolitana de Santiago

Investigadores: Magdalena Gil, Eduardo Undurraga, Kenzo Asahi y Rayana Palharini
Escuela de Gobierno UC, Centro para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastre (CIGIDEN)

Ayudantes: Diego Neira, Sofia de los Reyes, Nicolás Valdés.

1. INTRODUCCIÓN

El planeta se está calentando. De acuerdo a los datos del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por su sigla en inglés), la temperatura del planeta ha aumentado 1,07°C desde los inicios la era preindustrial (1850-1900). Sabemos que la causa es principalmente el aumento de la energía calórica absorbida por los océanos debido a la creciente emisión de gases efecto invernadero por los humanos, pero no hemos logrado detener su aumento (IPCC, 2023). Este calentamiento genera un desequilibrio para los ecosistemas, lo que implica enormes desafíos para los estados, que deben lidiar tanto con amenazas de estrés permanente –como la sequía– así como con eventos que generan estrés agudo, como tormentas y huracanes (IPCC, 2021; Pörtner and Roberts, 2022). En este informe, nos concentramos en una de esas amenazas agudas, el calor extremo.¹

Durante la última década, Chile y el mundo han registrado un aumento sostenido de eventos de calor extremo que impactan de manera variada los ecosistemas, incluyendo su flora, fauna y la vida de los humanos que en ellos habitan (Stillman, 2019; Barriopedro *et al.*, 2023). Si bien el cuerpo humano es un buen termorregulador, manteniendo mayormente una temperatura estable entre 36,5 y 37,5 °C, las altas temperaturas pueden tener efectos severos en la salud de las personas, incluyendo agotamiento, síncope o la muerte por golpe de calor, incluso en personas sanas (Capon

¹ El aumento de temperaturas también puede generar un estrés permanente para los territorios donde las medias han mutado significativamente. Sin embargo, este informe se enfoca en eventos de calor extremo.

et al., 2019; Bouchama *et al.*, 2022). Esto ocurre cuando llegamos a temperaturas como los 45°C que afectaron por varias semanas a India y Pakistán el año 2022, los 40°C de Sevilla y otras 47 localidades españolas ese mismo año o los más de 41°C en San Felipe y Llay Llay el mismo año (Copernicus, 2022). Se estima que durante el verano del 2022 se produjeron 61.672 muertes debidas al calor en Europa, en una temporada estival con temperaturas sobre la media en todas las semanas pero que ya no pueden considerarse excepcionales (Ballester *et al.*, 2023). Solo en España ocurrieron 4.600 de estas defunciones (WMO, 2023c). En Estados Unidos, se proyecta que cada año podrían esperarse al menos 8.500 muertes como consecuencia del calor (Atlantic Council, 2021). No es de sorprender, entonces, que actualmente el calor extremo cobra más vidas a nivel mundial que cualquier otro evento climático extremo (Mucke, 2021; Roth *et al.* 2018; Burkart *et al.*, 2021).

Eventos de menor magnitud también pueden significar un peligro para la salud y el bienestar de las personas, sobre todo para aquellos con mayores dificultades para mantenerse hidratados. Por ejemplo, el 2021 hubo 569 víctimas asociadas al calor en Vancouver (Canadá), con temperaturas máximas de 35°C.² Estos datos llenaron titulares por todo el mundo, pero constituyen solo una parte de los impactos conocidos del calor extremo. La descompensación de personas vulnerables -como por ejemplo adultos mayores- con enfermedades crónicas, o personas con cuadros de salud mental es más común durante estos eventos que la mortalidad (Woodward *et al.* 2014; Wang *et al.*, 2009; Vaneckova and Bambrick, 2013). Adicionalmente, hay evidencia creciente que el calor extremo afecta la economía, a través de disminuciones en la productividad (Dell, Jones and Olken, 2012; Zhang *et al.*, 2018), la capacidad de aprendizaje (Zander *et al.*, 2015) y el propio impacto a la salud. Finalmente, el calor está asociado a un aumento significativo en conductas antisociales, criminalidad o incluso conflictos de gran magnitud (Burke, Hsiang and Miguel, 2015; Ranson, 2014; Burke 2009). En resumen, los impactos del calor en la sociedad son variados y múltiples, lo que resulta preocupante si consideramos que, incluso en las proyecciones más optimistas, se calcula que nuestra exposición a estos eventos va a aumentar considerablemente en las próximas décadas debido a la crisis climática global (Watts *et al.*, 2018; Pörtner and Roberts, 2022; Barriopedro *et al.*, 2023; IPCC, 2023).

Chile no es ajeno a esta situación global. Nuestro país está considerado dentro de los territorios más vulnerables al cambio climático (CREDEN, 2016) y se espera que calor extremo sea un tema cada vez más relevante en el país. De acuerdo al Atlas de Riesgos Climáticos (ARClím) del Ministerio de Medioambiente (MMA), el periodo 1980-2010 aumentaron las olas de calor en casi todo el territorio nacional, Antofagasta, Tarapacá y el territorio entre la Región Metropolitana y la del Bío-Bío las zonas con mayor prevalencia. En el caso del Gran Santiago, la ciudad históricamente ha tenido un clima mediterráneo templado cálido, con cortos inviernos lluviosos y largos veranos secos de temperaturas máximas alrededor de los 30°C (Sarricolea, Herrera-Ossandon and Meseguer-Ruiz, 2017)). Sin embargo, este clima está cambiando rápidamente. Según la Dirección Meteorológica de Chile (DMCh), la capital ha experimentado un

² Datos oficiales del Gobierno de British Columbia – Disponible en: <https://news.gov.bc.ca/releases/2021PSSG0071-001523>

aumento continuo de la temperatura media, a razón de 0,14°C por década desde 1914, lo que se traduce en una semana más de temperatura sobre 30°C cada 10 años (DMCh, 2020b). Esto ha sido evidenciado como problemático especialmente desde el año 2017, cuando se registraron cinco olas de calor con temperaturas sobre los 35 °C, llegando a un récord de 37,4 °C el 25 de enero. El año 2019 ese récord se rompió nuevamente, llegando a 38,3 °C el 27 de enero. Luego, la ola de calor del 3-13 de diciembre de 2022 fue la más extensa del verano meteorológico, desde que se tiene registro. En definitiva, existe evidencia contundente de que tanto la temperatura media como los eventos de calor extremo han aumentado en la Región Metropolitana, llegando a temperaturas y extensiones que pueden poner en riesgo a las personas.

A pesar de estos antecedentes, la amenaza del calor extremo se ha mantenido sub-identificada por las políticas públicas asociadas al riesgo de desastre en nuestro país (Gil *et al.*, 2021). Es posible que esto se deba a que el calor extremo es también un importante factor de riesgo para la generación de incendios forestales, que usualmente han concentrado preocupaciones del sistema nacional de emergencias durante el verano. Por otro lado, las políticas de adaptación al cambio climático si han mencionado el calor extremo entre las amenazas relevantes para Chile, ligándolas acertadamente con la planificación y el ordenamiento territorial (MMA, 2014, 2017). Sin embargo, estos documentos no incluyen el manejo de posibles emergencias generadas por el calor. En general, existe limitada coordinación entre las políticas de gestión de desastre y adaptación al cambio climático, con poca claridad respecto a las responsabilidades y atribuciones asociadas al calor extremo. Diversos reportes han evidenciado la necesidad urgente de mejorar las políticas públicas asociadas a esta amenaza, recalcando la importancia de contar con sistemas de alerta y respuesta temprana (McGregor *et al.*, 2015; Gil *et al.*, 2021; Palmeiro-Silva, Melo and Achondo, 2022; Palmeiro-Silva *et al.*, 2023).

En este contexto, el presente reporte busca aportar a los desafíos de política pública que el calor extremo presenta a nuestro país. Reconociendo que el cambio climático es un problema global pero que requiere también de gestión local, nos concentraremos en la Región Metropolitana, y especialmente en las zonas urbanas del Gran Santiago (32 comunas urbanas bajo administración municipal, que albergan al 78% de la población regional) que se encuentran en mayor riesgo. Nuestro proyecto propone avanzar principalmente en propuestas para el manejo de eventos críticos (gestión de emergencias), pero considera también estrategias de adaptación urbana que tengan una mirada a mediano y largo plazo (reducción de riesgos). Sin perjuicio de la importancia de todos los impactos asociados al calor extremo, en este informe nos concentraremos en los impactos a la integridad física de las personas, considerando tanto su salud como su seguridad.

A partir de un análisis comprehensivo del riesgo asociado al calor extremo para el Gran Santiago, y un análisis de políticas públicas comparadas en 17 ciudades con desafíos similares, se propone que la Región Metropolitana cuente con un plan para la prevención y gestión de la amenaza del calor extremo que incorpore un sistema de alerta temprana, planes de acción específicos para distintas instituciones, y una hoja de ruta a mediano y largo plazo para mejorar la resiliencia urbana y social de la ciudad. Este plan incorpora las iniciativas ya existentes asociadas

a calor en el país y la región, pero también propone nuevos componentes, así como una gobernanza adecuada para una buena gestión de riesgos asociados a este fenómeno.

2. ANTECEDENTES

2.1 Olas de calor y calor extremo

Meteorológicamente, se denomina ola de calor cuando la temperatura ambiental supera, por varios días consecutivos, un umbral histórico determinado (DMCh, 2020a; WMO, 2023a). El umbral histórico usado actualmente a nivel global toma como base el periodo 1981-2010. Los otros factores pueden variar, en el caso del percentil se utiliza 90, 95, 98 o 99 dependiendo de la fuente, y la duración desde dos a cinco días. En el caso de Chile, la DMCh considera una duración de 3 días y un percentil histórico de 90 por ciento.

Como fenómeno meteorológico las olas de calor pueden ocurrir en cualquier momento del año, presentando un riesgo directo para los ecosistemas (Stillman, 2019; Barriopedro et al., 2023). Sin embargo, no todas las olas de calor afectan directamente al ser humano. Para ello es necesario que la sensación térmica ambiental sea lo suficientemente extrema para alterar los cuerpos humanos, que son relativamente buenos termorreguladores. Esto significa que una definición epidemiológica de la amenaza “calor” (condiciones meteorológicas a partir de la cual el daño para los humanos aumenta de forma significativa) debe considerar el impacto en la sensación térmica de la humedad ambiental, condiciones de ventilación y las características del ambiente construido. La duración del fenómeno de ola de calor ha demostrado ser relevante para comprender el impacto que este puede tener en humanos. También son importantes las temperaturas mínimas en el periodo, la contaminación ambiental y ser la primera ola de calor en el año o no (Anderson, Oleson and Jones, 2018; Barriopedro *et al.*, 2023). En consecuencia, en muchos casos las máximas estadísticas usadas para definir una ola de calor no coinciden con los umbrales considerados dañinos para los humanos (Boni, 2020). Por ejemplo, en España, se calcula que el 64% de las veces los umbrales de calor establecidos por el Ministerio de Sanidad están por debajo la definición de calor de la Agencia Estatal de Meteorología, que corresponde a Percentil 95 (Linares and Díaz, 2023).

Aceptando que comprender la amenaza del calor necesita un análisis basado en diferentes variables climáticas y escenarios probables, la temperatura máxima diaria sigue siendo el principal factor para explicar sus impactos, seguido por su duración, y las temperaturas máximas nocturnas (Zuo *et al.*, 2015a). La evidencia relacionada a salud humana sugiere que el calor puede ser dañino cuando supera umbrales que van desde los 29 a los 35 °C dependiendo del estudio, pero no existe un estándar único que defina cuál es la temperatura ambiente dañina para el humano (Zuo *et al.*, 2015a; Boni, 2020). Esto se debe, en parte, a las diferentes características demográficas y climáticas de los territorios. Por ejemplo, Wang et al. (2012) encontraron que dos días con más de 37°C predecían la mayor mortalidad en Brisbane (Australia), mientras que Nietschke et al (2011) considera que 35°C por tres días es el umbral significativo para Adelaide (Australia). Así mismo

ocurre con otros impactos, como los ingresos hospitalarios. Ye *et al.*, (2012) encontraron que en Nueva York a partir de los 28.9°C se observa un aumento en admisiones por problemas respiratorios, mientras que en Londres Kovats *et al.* (2004) señala que el umbral es 23°C. Esto plantea desafíos adicionales a la definición de un umbral epidemiológico, dado que el umbral no solo va a depender del territorio, sino de cuál es el daño o costo que se evalúe. Además, es altamente posible que en la medida que el clima vaya cambiando de manera sostenida estos umbrales también cambien.

Finalmente, debemos considerar que el impacto del calor extremo está también mediado por otras variables atmosféricas relacionadas con la contaminación del aire. En primer lugar, dado que las olas de calor se relacionan con los incendios forestales, éstas suelen darse en malas condiciones de calidad del aire. En segundo lugar, estudios recientes en calidad del aire han demostrado que en episodios de calor extremo algunos contaminantes aumentan de manera significativa, en particular el ozono. Mientras que el ozono estratosférico (a gran altitud) nos protege de los rayos ultravioleta, el ozono cercano a la superficie terrestre es perjudicial para la salud humana (Wang *et al.*, 2022; WMO, 2023b).

En definitiva, se concluye que una definición epidemiológica de calor extremo no puede depender de la noción de anomalía estadística, sino que debe referirse al calor extremo para los cuerpos humanos (Boni et al 2023). Este umbral solo puede ser específica a un territorio en particular, y debe ser actualizada periódicamente en la medida que las condiciones climáticas varíen.

2.2 Impactos del calor extremo en la salud de las personas

En condiciones de temperatura atmosférica extrema las funciones fisiológicas normales pueden verse significativamente alteradas (Braian M et al., 2018). El cuadro más grave es el golpe de calor, que ocurre con temperaturas corporales sobre 40°C incluso en personas sanas, pero puede ocurrir con menores temperaturas en adultos mayores o personas con enfermedades crónicas. Altas temperaturas corporales pueden ocasionar daños en el cerebro, corazón, riñones, intestinos, hígado y pulmones, que pueden mantenerse incluso al enfriar el cuerpo y podrían aumentar el riesgo de muerte décadas después de la exposición (Bouchama and Knochel, 2002; Wallace *et al.*, 2007). Variables relacionadas con el comportamiento, como el consumo de alcohol, medicamentos, y drogas, vivir solo, movilidad reducida, y trastornos mentales, y también actividades deportivas en condiciones de temperaturas extremas, también son considerados factores de riesgo para muerte por calor (Semenza *et al.*, 1996; Hajat, O'Connor and Kosatsky, 2010; Hosokawa *et al.*, 2019).

Los eventos de calor extremo imponen una carga sustancial a los sistemas de salud más allá de la mortalidad. La mayor cantidad de ingresos hospitalarios durante olas de calor no se deben a golpes de calor, sino a el agravamiento de patologías preexistentes, fundamentalmente de tipo cardiovascular y respiratorio (Woodward et al. 2014; Wang et al., 2009; Vaneckova and Bambrick, 2013) pero también cerebrovasculares (Wang et al., 2009; Wang and Lin, 2014). En consecuencia,

durante las olas de calor se incrementan las consultas y/o las hospitalizaciones de emergencia asociadas a estas patologías (Vaneckova and Bambrick, 2013; Gronlund et al., 2014; Wang and Lin, 2014) y otras relacionadas con en el embarazo (Chersich et al., 2020), crisis de salud mental (Mullins and White, 2019), y algunos tipos de lesiones y accidentes (Ebi et al., 2017). Finalmente, también se han documentado efectos importantes en casos de diarrea y enfermedades de la piel asociados al calor, como el síncope (Singh et al., 2021).

Respecto a características socioeconómicas de la población, las personas de menores ingresos suelen tener una mayor vulnerabilidad ante las olas de calor (Green *et al.*, 2019a). Esto se explica principalmente debido a factores de riesgo como: residir en viviendas o asentamientos inadecuados que exacerban las temperaturas altas, estar empleados/as en puestos de trabajo al aire libre y el acceso limitado a atención médica y/o a información de advertencia durante las olas de calor (IFRC, 2019; Katrin G Burkart et al., 2021; Pörtner and Roberts, 2022). Asimismo, los vecindarios socioeconómicamente vulnerables muchas veces disponen de menos recursos cruciales para enfrentar las temperaturas extremas, como agua potable (Huang, Zhou and Cadenasso, 2011; Katrin G. Burkart et al., 2021).

Por otra parte, está ampliamente demostrado que las poblaciones urbanas son significativamente vulnerables al calor extremo que poblaciones rurales, puesto que las temperaturas durante una ola de calor se incrementan más aún por el calor antropogénico del transporte vehicular y la concentración de calor en edificaciones, fenómeno conocido como isla de calor urbano (Kristie L. Ebi et al., 2021; Katrin G. Burkart et al., 2021; IFRC, 2019) Las temperaturas altas se elevan exponencialmente en zonas urbanas debido a la reducción de la vegetación (la cual modera el efecto de la isla de calor) y la presencia de superficies no evaporativas como el concreto y el asfalto. Esto genera que los impactos negativos de las olas de calor sobre la salud humana se amplifiquen en este tipo de lugares (Zuo *et al.*, 2015b; Woodward et al., 2014), razón por la cual el nivel de urbanización está fuertemente asociado con una mayor mortalidad (Green *et al.*, 2019a; Huang, Zhou and Cadenasso, 2011).

Cabe destacar que la mayoría de los estudios que exploran la relación entre las olas de calor y la salud humana se han realizado en países de altos ingresos (Campbell *et al.*, 2018; Green *et al.*, 2019b; Kephart *et al.*, 2022). Es urgente mejorar la cantidad y calidad de la investigación en países de ingresos bajos y medios, que pueden verse mayormente afectados tanto por su ubicación geográfica como por una mayor vulnerabilidad física y social (Field *et al.*, 2014; Levy, Sidel and Patz, 2017; Campbell *et al.*, 2018; Murray *et al.*, 2020). En Chile existe incipiente pero sustantiva evidencia de estos impactos, aun cuando existen también importantes vacíos dada la falta de datos y recursos para ello (Palmeiro-Silva *et al.*, 2023; CEPAL 2021). Según el último reporte de *The Lancet Countdown* (2022) la mortalidad anual relacionada al calor de personas mayores de 65 años fue un 225% mayor que en el periodo 2000-2004, con 566 muertes en promedio versus 174 en el periodo anterior (Palmeiro-Silva, Melo and Achondo, 2022). La proyección de ARClím para el Valle Central, establece un aumento aproximado de 945 muertes anuales en promedio debido al calor para las próximas décadas (Cifuentes *et al.*, 2020). Finalmente, la CEPAL (2021) estima un

exceso esperado de 1.095 decesos asociados a cambios de temperatura en la zona central y un aumento en egresos hospitalarios asociados al calor para 2050, con costos de USD 0,70 y USD 2,23 millones anuales (CEPAL, 2021, p. 64).³ El Centro de Cambio Global UC presentó el año 2023 un estudio basado en 6.652 pacientes mayores de 65 años que se atienden en centros Bupa de la Región Metropolitana donde se señala que las altas temperaturas aumentan la probabilidad de visitas por enfermedades cardiovasculares (Cifuentes, Salas and Bañados, 2023). En resumen, aun cuando el impacto del calor extremo es un tema reciente de investigación en Chile, la evidencia sugiere que el calor rápidamente se posiciona como una de las amenazas naturales más relevante para la Región Metropolitana.⁴

2.3 Impactos del calor extremo en la seguridad de las personas

El calor extremo y prolongado puede tener un significativo impacto sobre factores psicológicos y/o fisiológicos individuales que promueven el conflicto y/o el comportamiento violento (Heilmann and Kahn, 2019; Koubi, 2019; Berman, Bayham and Burkhardt, 2020). La mayor cantidad de evidencia al respecto proviene de estudios en los Estados Unidos, donde se ha establecido una correlación entre la temperatura y las conductas agresivas en los partidos de fútbol (Craig et al., 2016), la tasa de agresión simple y de agresión agravada (Box, 2016), las lesiones físicas ocurridas en delitos cometidos al aire libre (Cruz, D'Alessio and Stolzenberg, 2023), e incluso los mensajes de odio en redes sociales (Stechemesser, Levermann and Wenz, 2022). Similarmente, una investigación en el Reino Unido evidenció que el aumento de las temperaturas se asocia con las admisiones hospitalarias de emergencia causadas por agresiones (Lemon and Partridge, 2017). Si bien es probable que el umbral considerado como dañino varíe en los distintos países, la evidencia sugiere las conductas antisociales aumentan con mayores temperaturas.

Este aumento de conductas antisociales en el espacio público va acompañado también de un aumento de hechos de violencia de género en algunos hogares (Zuo *et al.*, 2015a; Pörtner and Roberts, 2022; Romanello *et al.*, 2022). Un estudio en España, por ejemplo, estableció que el riesgo de femicidio en pareja se incrementa tres días después de una ola de calor y que, en general, las olas de calor se asocian positivamente con la violencia de pareja (Sanz-Barbero *et al.*, 2018). Así mismo, una investigación reciente realizada en Rusia concluyó que la tasa de homicidio de mujeres se ve más afectada que la de hombres durante olas de calor extremas (Otrachshenko, Popova and Tavares, 2021). Esta relación entre calor y violencia podría explicarse ya que las temperaturas extremadamente altas suelen desencadenar sensaciones de estrés, irritación, incomodidad y hostilidad, que contribuyen al comportamiento agresivo (Hsiang, Burke and Miguel, 2013; Baysan *et al.*, 2019; Huang *et al.*, 2020). Cualquiera sea el mecanismo causal, observamos un aumento de comportamiento desviado y antisocial durante olas de calor.

³ Estudio considera aumento de días de calor extremo y frío extremo, pero el neto es favorable al calor.

⁴ Considere que los 566 muertos por calor calculados por Palmeiro-Silva *et al.*, 2023 superan levemente a los muertos del terremoto-tsunami del año 2010 en todo el país.

En el caso de Latinoamérica, y Chile en particular, no han sido encontrados estudios empíricos sobre calor extremo y conductas antisociales. Sin embargo, no hay razón para suponer que no está ocurriendo algo similar, sobre un umbral de temperatura desconocido. Considerando que durante el 2022, en Santiago se denunciaron 215.870 delitos de mayor connotación social (CEAD, 2023), lo que ha llevado a una gran preocupación social por la seguridad en la ciudad, resulta necesario prestar atención a la incidencia y riesgo del calor extremo sobre la violencia y otras conductas antisociales tanto en futuros estudios como en las políticas públicas asociadas a esta amenaza.

3. MARCO CONCEPTUAL PARA EL ANÁLISIS

La ocurrencia de un evento natural extremo no es suficiente para que observe un impacto. El resultado de cualquier evento depende de cuatro componentes: amenaza, exposición, vulnerabilidades, y capacidades (Figura 1). La amenaza, en este caso calor extremo, constituye una condición necesaria pero no suficiente para que ocurra desastre, entendido como daños o pérdidas asociadas a esta amenaza.

$$\text{Riesgo} = \frac{\text{Amenaza} \times \text{Exposición} \times \text{Vulnerabilidades}}{\text{Capacidades}}$$

Figura 1. Componentes del Riesgo de desastre. Fuente: Construcción propia a partir de UNDRR, 2021

El segundo componente es la exposición, entendido como la población, las propiedades, los sistemas u otros elementos presentes en las zonas donde existen amenazas y que, por consiguiente, están expuestos a experimentar los efectos de estas, y sus potenciales daños o pérdidas (UNDRR, 2021). Ahora bien, no toda persona o infraestructura es igualmente susceptible a sufrir daño en un evento. A esto nos referimos con vulnerabilidad, entendida como “las características y las circunstancias de una comunidad o sistema que los hacen particularmente susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza particular” (UNDRR, 2021). Estas características y circunstancias pueden estar relacionadas con factores biológicos, como enfermedades crónicas, o con factores económicos, como no poder pagar un tratamiento o las características de la vivienda, o con factores sociales, como vivir lejos de un hospital o carecer de redes de apoyo. También debemos considerar que el entorno construido puede amplificar o mitigar los efectos del calor en las personas. Finalmente, debemos considerar las capacidades, entendidas como la combinación de todas las fortalezas, los atributos y los recursos disponibles dentro de una

comunidad, sociedad u organización que pueden utilizarse para gestionar el riesgo (UNDRR, 2021). Este componente es muchas veces olvidado en los análisis, fundiéndose con las vulnerabilidades en un componente “social” del riesgo. La importancia de diferenciar vulnerabilidades y capacidades es que nos permite pensar en estrategias paralelas que, si bien son complementarias, apuntan a objetivos distintos: reducir vulnerabilidades y aumentar capacidades. Este componente del riesgo es esencial ya que muchos impactos del calor extremo son gestionables con estrategias de preparación y mitigación.

4. OBJETIVOS

El **objetivo** de este proyecto es **proponer estrategias de adaptación para la gestión y mitigación de los riesgos asociados a eventos de calor extremo en Chile**. Esto significa que buscamos aportar a la adaptación de la ciudad al calor tanto en el corto plazo (gestión de emergencias) como en el mediano y largo plazo (mitigación de impactos).

Buscando aportar a una mejor comprensión de cada uno de los componentes del riesgo asociado al calor extremo y poder proponer acciones concretas para la reducción del riesgo, se plantean los siguientes objetivos específicos:

O.E.1 Caracterizar la **amenaza** de calor extremo, a modo de informar la definición de un nivel de alerta y alarma para el protocolo de alerta temprana de la ciudad de Santiago.

O.E.2 Identificar los **grupos de mayor vulnerabilidad** ante el calor extremo de acuerdo a variables demográficas y epidemiológicas para poder focalizar una estrategia de gestión.

O.E. 3 Comprender la **distribución de temperaturas extremas** en la Región Metropolitana para focalizar una estrategia de mitigación urbana.

O.E. 4. Sistematizar información respecto a las **medidas de gestión y mitigación**, de corto, mediano y largo plazo que han implementado en zonas urbanas similares al Gran Santiago.

5. ANALISIS COMPONENTES DEL RIESGO

5.1 Caracterización de la amenaza.

Para el caso del Gran Santiago , se considera ola de calor estival cuando durante tres o más días seguidos hay temperaturas máximas diarias superiores a aproximadamente 31°C en diciembre, 33°C en los meses de enero y febrero, y sobre los 31°C en marzo.⁵ Sin embargo, debemos considerar que el año 2021 se actualizó la base climatológica para el cálculo de los normales. Hasta el año 2020, esta base era 1961-1990, mientras que actualmente se usan los promedios diarios para el periodo 1981-2010. Por lo tanto, hoy la declaración de una ola de calor meteorológica requiere

⁵ Estas medidas son aproximadas ya que la DMCh utiliza la media diaria no la mensual.

temperaturas más altas que hace dos años.⁶ Muchos de los datos asociados a olas de calor en la Región Metropolitana consideran un umbral de 30°C, destacando que en las últimas décadas la cantidad de días con temperaturas mayores a esto han aumentado a un promedio de siete días por década. Si entre 1961-1990 habían en promedio 55 días al año con temperatura sobre 30°C, hoy tenemos 79 (DMCh, 2022).

En la Figura 2 podemos observar la cantidad de eventos denominados olas de calor bajo la definición meteorológica actual (base 1981-2010). Se observa un aumento de estos eventos, a pesar de algunos años sin extremos. Se observa también que el aumento se debe a olas de calor en que se ha superado el umbral de 33°C, identificado en muchos estudios alrededor del mundo altamente riesgoso para la salud de grupos vulnerables.

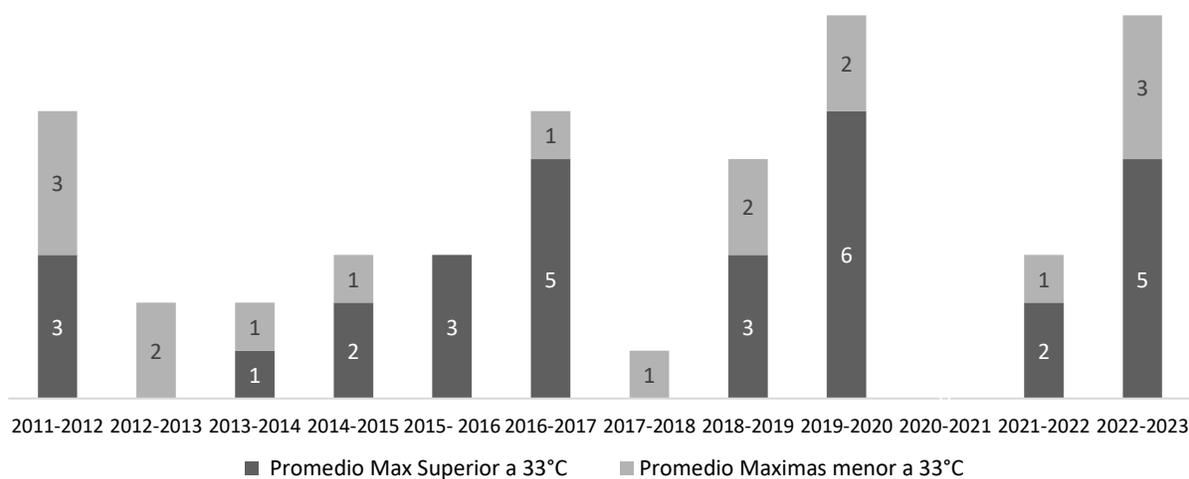


Figura 2. Cantidad de Olas de Calor declaradas en RM por temporada (noviembre a marzo). Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección Meteorológica de Chile (Quinta Normal)

La Figura 3 muestra el dato de la cantidad de días con temperaturas sobre 33°C para el periodo noviembre-marzo desde la temporada 2014-2015. Enero es el mes con mayor número de días de calor extremo, llegando a 16 días sobre 33°C el año 2017. Es preocupante observar altas temperaturas en noviembre y diciembre, llegando hasta 2,7°C de anomalía sobre la línea base 1981-2010. La ola de calor del 3-13 diciembre del 2022 fue la más extensa registrada, llegando a 36,7°C. Ese año, la temperatura media de Santiago fue de 15,97°C, +0,6 °C más que el promedio histórico.

⁶ Cambio en concordancia con lo recomendado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y busca reflejar los “nuevos normales” de cada territorio.

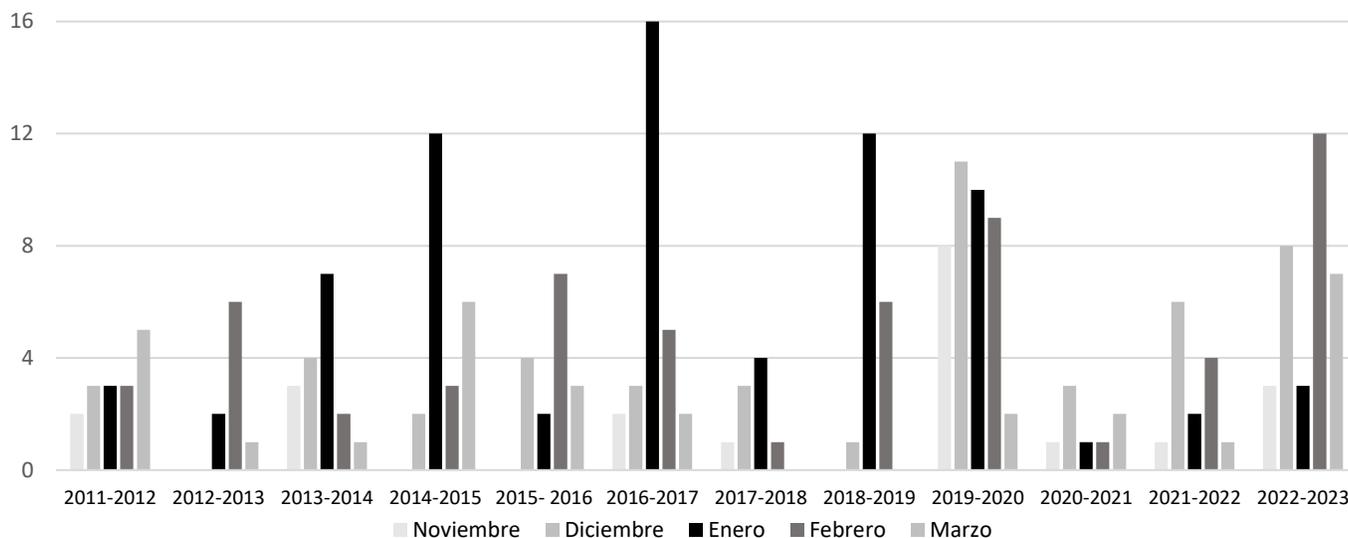


Figura 3. Días entre noviembre y marzo con temperatura mayor a 33°C en Región Metropolitana. Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección Meteorológica de Chile (Quinta Normal)

Comprender cuando estos eventos constituyen un riesgo para la salud y seguridad de las personas es más complejo que contar olas de calor meteorológicas. Primero porque el umbral dañino para la salud depende de otras variables climáticas (e.g. humedad), del resultado que se quiere evitar (e.g. partos prematuros, hospitalizaciones, muertes) y de las condiciones de infraestructura en la ciudad. A continuación, usamos datos del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) para los años 2009-2018 para ilustrar un análisis exploratorio del riesgo relativo en salud del aumento de las temperaturas en Región Metropolitana.

La Figura 4 muestra el riesgo relativo crudo en mortalidad, sin ajustar por otras variable climáticas o demográficas. En la figura 4a el riesgo relativo se establece sobre la temperatura de mínimo efecto, alrededor de 25°C, y la figura 4b usa como punto de referencia los 30°C. A partir de los 30°C se produce un aumento progresivo en el riesgo de muerte, que aumenta 20% a los 33°C y 40% con 35°C comparado a días con 30°C.

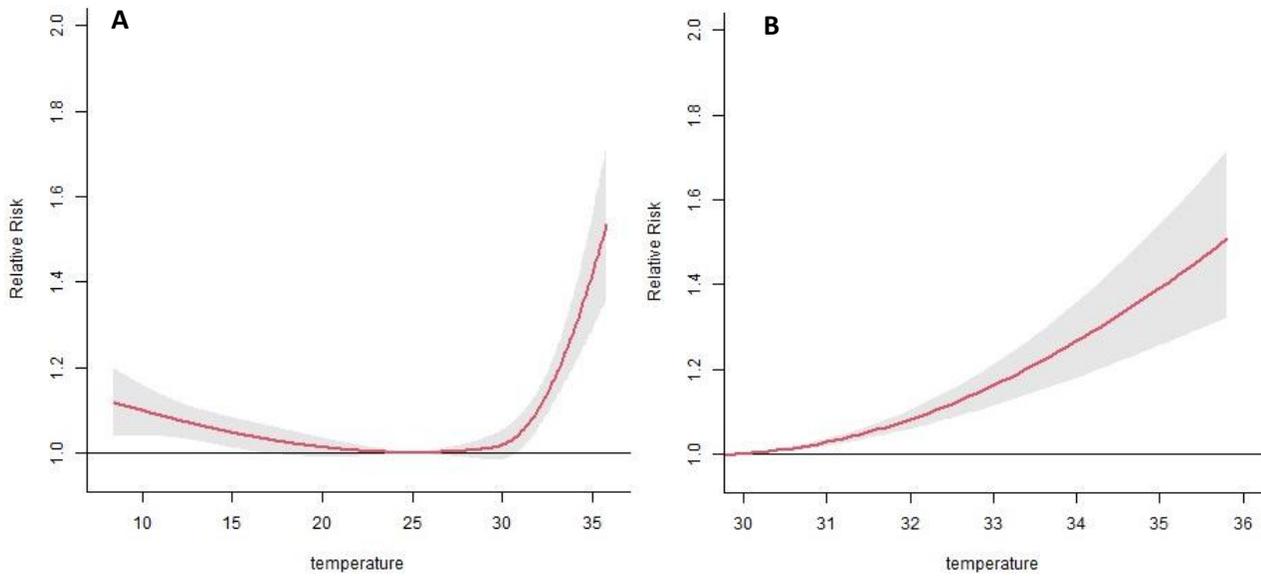


Figura 4. Riesgo relativo de mortalidad en relación a máximas diarias, usando 25°C (A) y 30°C (B) temperatura de mínimo efecto. Fuente: Elaboración propia con datos del DEIS para los años 2009-2018

La Figura 5 muestra el riesgo relativo de ingresos hospitalarios. En ese caso se observa también un aumento de eventos adversos a partir de los 31°C, y a los 35°C es un 40% más alto el riesgo que a los 10°C y el doble que a 30°C.

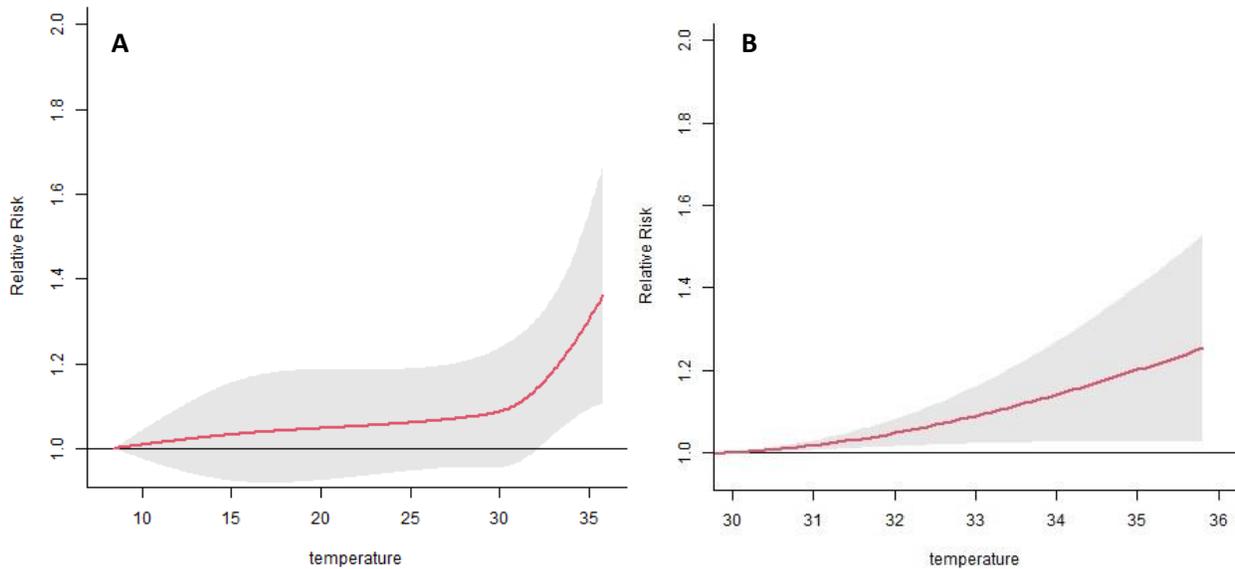


Figura 5. Riesgo relativo de ingreso hospitalario en relación a máximas diarias, usando 10°C (A) y 30°C (B) temperatura de mínimo efecto. Fuente: Elaboración propia con datos del DEIS

Es importante considerar las temperaturas mínimas diarias durante estos periodos de olas de calor dado que el fenómeno de noches cálidas (mínimas sobre el percentil 90 diario equivalente a 13.4°C aproximadamente para enero) o noches tropicales (mínimas >20°C) puede amplificar el impacto de olas de calor diurnas debido a que los cuerpos no logran descansar del calor (XXX). El reporte de olas de calor de la DMCh se concentra en las temperaturas promedios y máximas, pero un análisis en detalle muestra que estos eventos están creciendo en intensidad también debido a las altas temperaturas nocturnas. Por ejemplo, veamos las olas de calor de 24-28 de enero del 2019 y 24-28 febrero 2017. Mientras que el evento del año 2019 rompió el récord de altas temperaturas en Santiago y llegó a mínimas nocturnas de 16,4°C, muy por sobre los 13.4°C, no se alcanzó la categoría de noche tropical. En febrero del año 2017 se registraron las mayores temperaturas nocturnas de la última década, con 23 “noches cálidas” y llegando a un récord de 19,5 °C la noche del 26 de febrero (Figura 6). Un análisis preliminar de mortalidad realizado con los datos del DEI no muestra diferencias significativas en el impacto de ambos eventos, siendo levemente superior el impacto de la ola de calor del año 2019, en que las máximas fueron superiores.

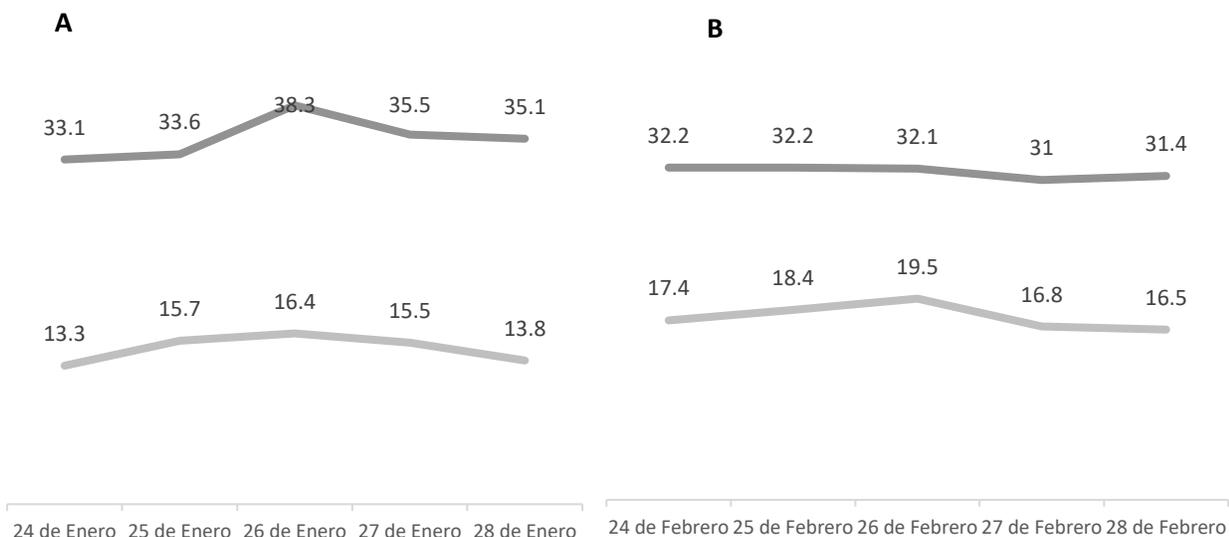


Figura 6. Ola de Calor enero 2019 (A) y febrero 2017 (B). Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección Meteorológica Nacional para la Estación Meteorológica Quinta Normal

Finalmente, debemos considerar el impacto que las altas temperaturas han tenido en la calidad del aire en la Región Metropolitana. Afortunadamente, la región cuenta con un buen monitoreo de gases contaminantes, incluido el ozono troposférico. Estudios recientes han demostrado que Chile no es ajeno a este efecto del calor en las condiciones atmosféricas (Feron *et al.*, 2023). De acuerdo a Feron et al. (2023) Santiago es una ciudad muy contaminada por Ozono en verano, y más aún en días de calor extremo. El año 2019, la estación de Las Condes llegó a marcar 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de ozono por sobre el nivel considerado seguro, lo que seguramente contribuyó de manera significativa en la mortalidad de adultos mayores de 65 años durante esa ola de calor.

5.2 Identificación de grupos de mayor vulnerabilidad

No es el objetivo de este reporte hacer un diagnóstico de la salud de los habitantes de la Región Metropolitana. Lo que intentamos visualizar brevemente en esta sección es la presencia de grupos particularmente vulnerables al calor extremo en la región. Para ello hemos sistematizado la información más reciente disponible, utilizando fuentes primarias como la Encuesta Nacional de Salud y la Encuesta Nacional de Caracterización (CASN), junto con información secundaria publicada por el Gobierno Metropolitano y otras organizaciones especializadas (Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana).

Adultos mayores: Los adultos mayores destacan por sus altos niveles de mortalidad, morbilidad y lesiones relacionadas con el calor (Romanello *et al.*, 2022;Kephart *et al.*, 2022a). Esto se explica, por un lado, a que las personas de tercera edad suelen presentar alteraciones en los mecanismos termorreguladores (Worfolk, 2000;Fu *et al.*, 2018) y/o también sufren de enfermedades crónicas preexistentes que aumentan su riesgo (IFRC, 2019;Bunker *et al.*, 2016; Hajat and Kosatky, 2010). Asimismo, aquellas personas mayores que viven solas y/o tienen movilidad reducida presentan aún mayor vulnerabilidad debido a distintos obstáculos para el autocuidado, en este caso principalmente hidratación constante (Kenney, Craighead and Alexander, 2014;Vandentorren *et al.*, 2006; Bunker *et al.*, 2016).

Esto es preocupante si consideramos que la ciudad lleva varias décadas envejeciendo sostenidamente. De acuerdo a la CASN, un 17,4% de los 7 millones de habitantes de la región tiene más de 60 años (1.255.000) lo que constituye un aumento de 7,5% respecto a 1990 (Gajardo, 2019). De estos, más la mitad tiene menos de 70 años (52%). Además, debemos considerar que un 37,0% trabaja y 12,6% reporta tener algún tipo de dependencia funcional, y el 80,8% está afiliado al sistema público de salud (Fonasa). Es importante señalar también que el 9,9% de los adultos mayores viven solos (Gajardo, 2019). Si bien este número es muy por debajo otros países cabe recordar que es el perfil poblacional con mayor riesgo de deshidratación.

La Figura 7 muestra el riesgo relativo de mortalidad en relación a máximas diarias, usando 30°C temperatura de mínimo efecto podemos para personas mayores (A) y menores (B) de 60 años. La tendencia es similar, pero 7B tiene mayor pendiente. Por ejemplo, para 34°C el riesgo relativo es de 1.22 para personas menores de 60 y 1.30 para mayores de 60 años.

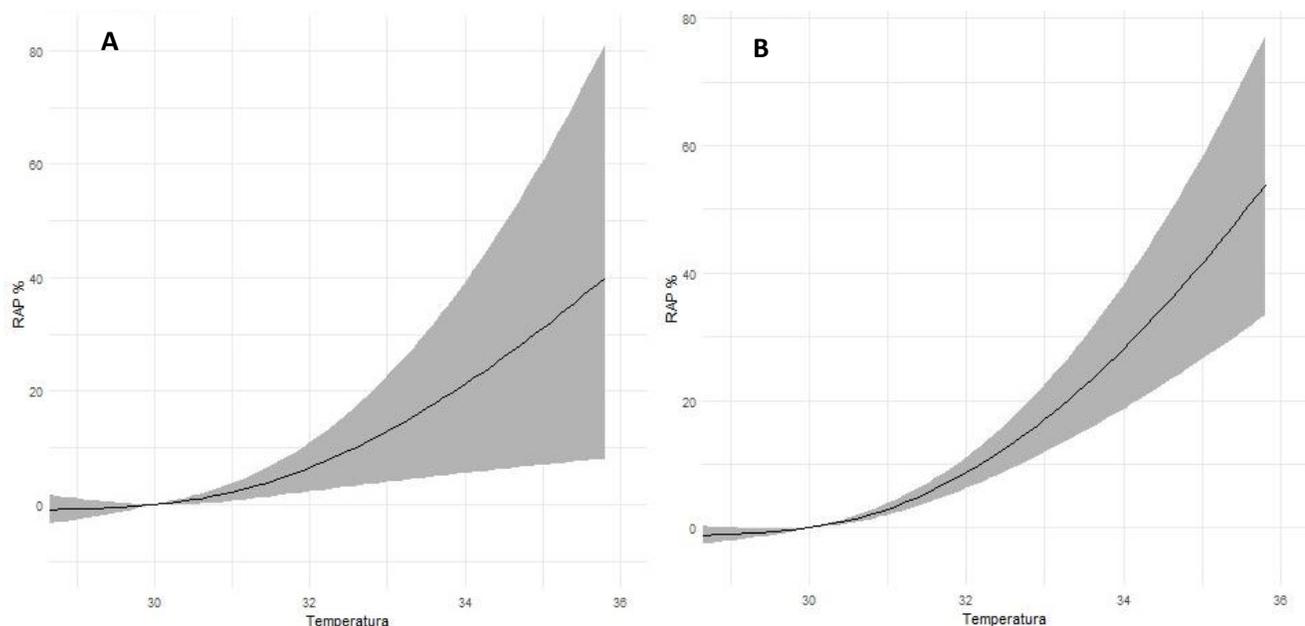


Figura 7. Riesgo relativo de mortalidad en relación a máximas diarias, usando 30°C como temperatura de mínimo efecto para personas mayores (A) y menores (B) de 60 años. Fuente: Elaboración propia con datos del DEIS

Enfermos crónicos- Las principales causas de mortalidad durante olas de calor se debe a el efecto de la deshidratación en personas con enfermedades cardiovasculares. Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en nuestro país, incluida la región metropolitana (151,79 por 100 mil habitantes). El riesgo aumenta cuando la persona padece diabetes o hipertensión, y la región presenta también una prevalencia de ambas patologías por sobre el promedio nacional (Gajardo, 2019). Las tasas de hipertensión de la población adulta llegan a 33%, especialmente en hombres.

En el caso de enfermedades respiratorias, las personas no pueden responder a el aumento de demanda de oxígeno a nivel celular producida por el calor. La dificultad para respirar se acrecienta por deshidratación. De acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud (ENS-2016-17) factores de riesgo como tabaquismo (23,3%) y stress son más altos en la región que en gran parte del país, así como la prevalencia de hipertensión arterial (Seremi Salud RM, 2014). La ciudad presenta altas concentraciones de contaminantes atmosféricos que están asociados a una mala salud respiratoria, y que interactúan con el calor extremo afectando el riesgo para las

personas (WMO, 2023b). No existen datos regionales de prevalencia de enfermedades respiratorias crónicas (EPOC) pero Chile presenta una prevalencia de 245% a nivel nacional.

Mujeres embarazadas- Las mujeres embarazadas también presentan una vulnerabilidad aguda al calor extremo, ya que la termorregulación del cuerpo es menos eficiente durante el embarazo (Arsht-Rockefeller Foundation 2023). Este grupo puede padecer más frecuentemente golpes de calor, trastornos respiratorios e incluso resultados adversos en el embarazo como parto prematuro (Woodward *et al.*, 2014), bajo peso al nacer y mortinatos (Zhang, Yu and Wang, 2017);(Chersich *et al.*, 2020);(Yang, Lee and Chio, 2022). Este impacto se ha encontrado en distintas cohortes d de mujeres, independiente de la edad, el nivel educativo y la raza/etnia (Basu, Malig and Ostro, 2010). Como vimos en la sección anterior, los datos para Chile apuntan a que en Santiago existe un riesgo asociado al calor para las embarazadas y sus hijos. Este tipo de información relativa al embarazo es clave para el desarrollo de estrategias de prevención e intervención efectivas, sin embargo, es común encontrarse con analfabetismo entre médicos y pacientes respecto al impacto del calor ambiental en los cuerpos embarazados. (McElroy *et al.*, 2022). En la Región Metropolitana, nacen alrededor de 70.000 personas por año, siendo enero el mes más popular. La Figura 8 muestra un análisis similar para parto pretérmino. Se observa un aumento de eventos adversos a partir de los 31°C, si bien nunca llega a ser más que un 20% por sobre los 30°C.

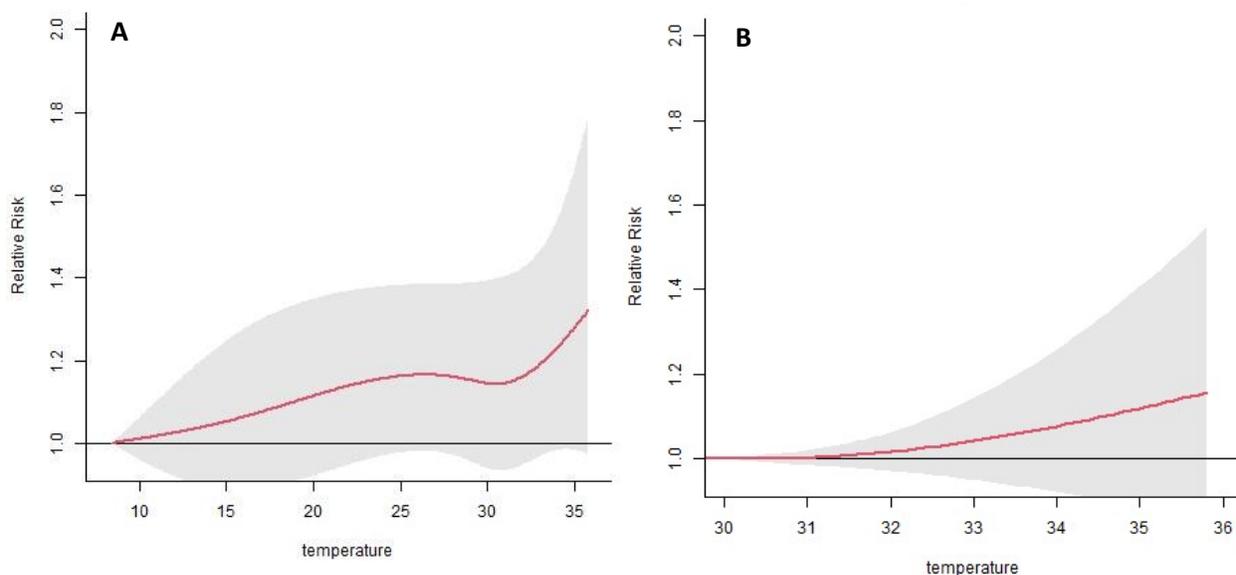


Figura 8 Riesgo relativo de parto pre-término en relación a máximas diarias, usando 10°C (A) y 30°C (B) temperatura de mínimo efecto. Fuente: Elaboración propia con datos del DEIS

Recien nacidos, Niños y Niñas – Los niños son particularmente vulnerables al calor extremo por dos razones. Por un lado, la termorregulación es una función fisiológica que se perfecciona con el tiempo. Lo que se traduce en que bebés, niños y niñas suelen tener una capacidad más reducida de manejar su temperatura, respecto a un adulto sano. En segundo lugar, los bebés y niños y niñas en edad temprana no tienen el conocimiento ni la autonomía suficiente para tomar las medidas adecuadas de autocuidado: mantenerse a la sombra, sin ejercicios extremos y con suficiente hidratación. De este modo, es crucial que los adultos a su alrededor aseguren su bienestar durante olas de calor.

Personas con problemas de salud mental- Las dolencias psicológicas o mentales pueden exacerbarse significativamente debido al calor extremo (Kephart *et al.*, 2022;(Zuo *et al.*, 2015b; Obradovich *et al.*, 2018). Los cambios climáticos bruscos pueden desencadenar emergencias psicopatológicas, como los episodios agudos de psicosis, que son más probables de ocurrir durante el verano (Settineri *et al.*, 2016). Múltiples estudios también señalan que las temperaturas más altas incrementan la probabilidad de ocurrencia de lesiones auto infligidas (Kubo *et al.*, 2021), suicidio (Dixon and Kalkstein, 2018;Dixon *et al.*, 2014), e ingresos hospitalarios y/o visitas a urgencias por trastornos de salud mental (Crank, Hondula and Sailor, 2023;Hansen *et al.*, 2008). Algunas de las hipótesis posible es que personas con trastornos de la salud mental pueden sufrir alteración en la capacidad termorreguladora del cuerpo provocada por el uso de medicamentos antidepresivos, la falta de sueño debido a noches cálidas o incluso una relación directa entre la serotonina, y la temperatura corporal (Löhmus, 2018; Kristie L Ebi *et al.*, 2021). En Chile a la fecha no existen datos que puedan dar cuenta de una relación entre salud mental y aumento del calor. Sin embargo, se debe poner atención a este tema sobre todo considerando que el 10,1% de la población de la región ha reportado ideaciones suicidas, y un 4,1 lo ha intentado, lo que da cuenta de un deterioro importante de la salud mental (Minsal, 2021).

Personas que viven solas. En distintos lugares del mundo se ha establecido que vivir solo aumenta el riesgo de que la salud sea afectada por el calor extremo. Este riesgo fue establecido por primera vez luego de la ola de calor de Chicago del año 1995, en que gran parte de las pérdidas fatales fueron personas mayores que vivían solas (Klinenberg, 2002). Más recientemente, la ola de calor de Canadá del año 2021 ha destacado también como vivir solo aumenta el riesgo de morir por un golpe de calor, especialmente hombres mayores de 60 años. En el caso de la región metropolitana, se estima que el 9,9% de los adultos mayores viven solos (Gajardo, 2019). De acuerdo al último Censo, las comunas donde se encuentran más personas mayores en esta situación son Santiago (4.962), Las Condes (4.375), Ñuñoa (3.707), Providencia (3.285), La Florida (3.231), Puente Alto (2.990) y Maipú (2.937).

Personas con movilidad reducida. Que pueden tener dificultad para hidratarse de manera autónoma. De acuerdo a datos de Senadis para el año 2015, un 20,3% de la población adulta

de la región metropolitana se encuentra en situación de discapacidad, de los cuales el 12% presenta discapacidad leve a moderada y el 8,4% discapacidad severa (Senadis 2017). Este porcentaje sube a 37,9% en el caso de personas de 60 años o más.

Personas en situación de calle. Vivir en la calle constituye un factor de riesgo para la salud de las personas de múltiples maneras. Una de ellas es la vulnerabilidad que presentan ante olas de calor. De acuerdo al Registro Social de Calle, de las 19.342 personas en situación de calle en Chile (año 2022), un 43% es mayor de 50 años (Observatorio Envejecimiento UC). Del total un 42% se encuentra en la Región Metropolitana, la mayoría de ellas en la Comuna de Santiago, seguido por Estación Central, San Bernardo y Puente Alto. Cabe decir que si bien existen una serie de programas para esta población asociados al frío extremo, no existe un foco similar para el caso del calor.

Finalmente, debemos considerar algunas variables contextuales que aumentan la vulnerabilidad de manera significativa.

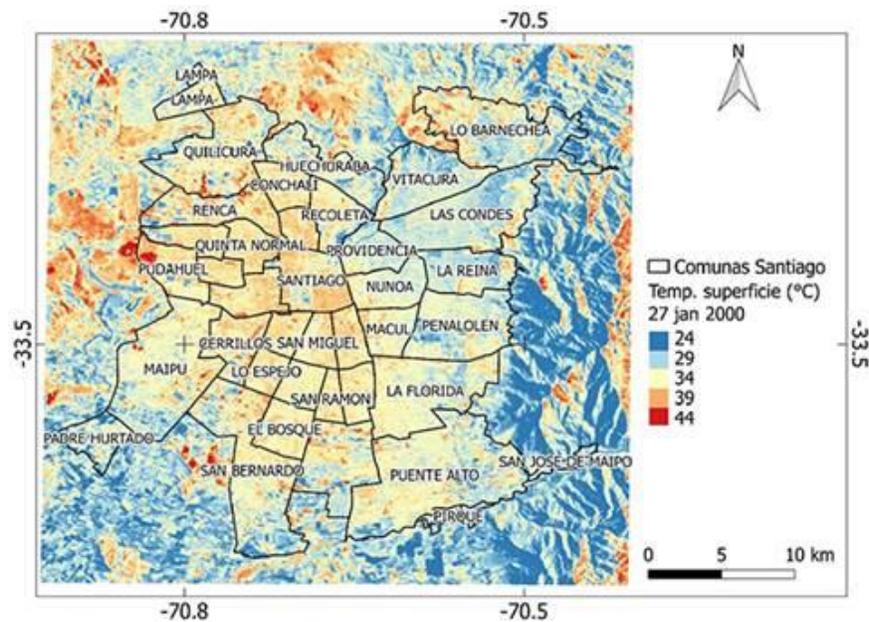
Personas sin acceso al agua potable. Debido al rol central que la hidratación tiene en la gestión de riesgos asociados a olas de calor, resulta relevante considerar el acceso a agua potable como un factor de vulnerabilidad. La cobertura urbana de agua potable en la región es del 100%, existiendo también más de 100 sistemas de agua potable rural (SISS 2020). Ahora bien, según el Catastro Nacional de Campamentos (2022-2023) de TECHO-Chile la mayoría desde las familias en asentamientos irregulares tiene acceso irregular al agua potable, un 44% accede al agua potable mediante “pinchazos” a la red pública y otro 30,5% se abastece mediante camiones aljibes (TECHO 2023)

Personas que trabajan o realizan actividades laborales en espacios abiertos. Debido a su mayor exposición al calor extremo, realizar trabajos a la intemperie, especialmente aquellos que requieren alto gasto energético, es también una condición de vulnerabilidad. Típicamente estos trabajos incluyen al sector limpieza, jardinería, construcción y agricultura. No existen datos claros sobre la cantidad de personas que realizan estos trabajos en la Región Metropolitana.

5.3 Distribución espacial del riesgo

En ciudades expandidas y con alta diferenciación socio-espacial como el Gran Santiago, el aumento de temperatura no está homogéneamente distribuido, las condiciones locales de cada vecindario pueden influir en sus condiciones ambientales (Henrique *et al.*, 2020). La altura y orientaciones de edificaciones, por ejemplo, puede obstruir la ventilación, necesaria para mitigar el calor y mejorar la calidad del aire (Henrique *et al.*, 2020). El arbolado urbano, por otro lado, protege de los rayos del sol y puede mantener sectores con 1 a 4°C menos de temperatura que espacios urbanos sin árboles, o incluso 8°C en el caso de algunas ciudades europeas (Schwaab *et al.*, 2021).

En el caso del Gran Santiago, las diferencias de temperatura en distintas zonas han sido documentada principalmente con el uso de imágenes satelitales. Comparando la evolución de temperaturas superficiales los años 2000 y 2019, se observa un aumento considerable en las temperaturas superficiales, TS (Figura 9 y Figura 10), dada la sustitución de coberturas naturales por zonas impermeabilizadas. Señalan Mendes *et al* (2020) que en las áreas más frías la TS variaron entre 25 y 30°C, mientras que en las más cálidas, los suelos expuestos registraron hasta 50°C. Dada que la temperatura depende en gran parte de las áreas verdes y en particular el arbolado urbano, las comunas ubicadas al oriente de la ciudad, como Vitacura, Las Condes y Lo Barnechea y la parte norte de Providencia son las con menores TS en ambos eneros (aunque han aumentado también). Otros estudios similares realizados en la región metropolitana presentan resultados similares dando cuenta de cómo la forestación es un elemento esencial para mitigar el calor urbano (Romero Aravena and Molina, 2008; Smith and Romero, 2016; Romero, no date; Sepúlveda, 2006; Romero, Salgado and Smith, 2010; Montaner-Fernández et al., 2020).



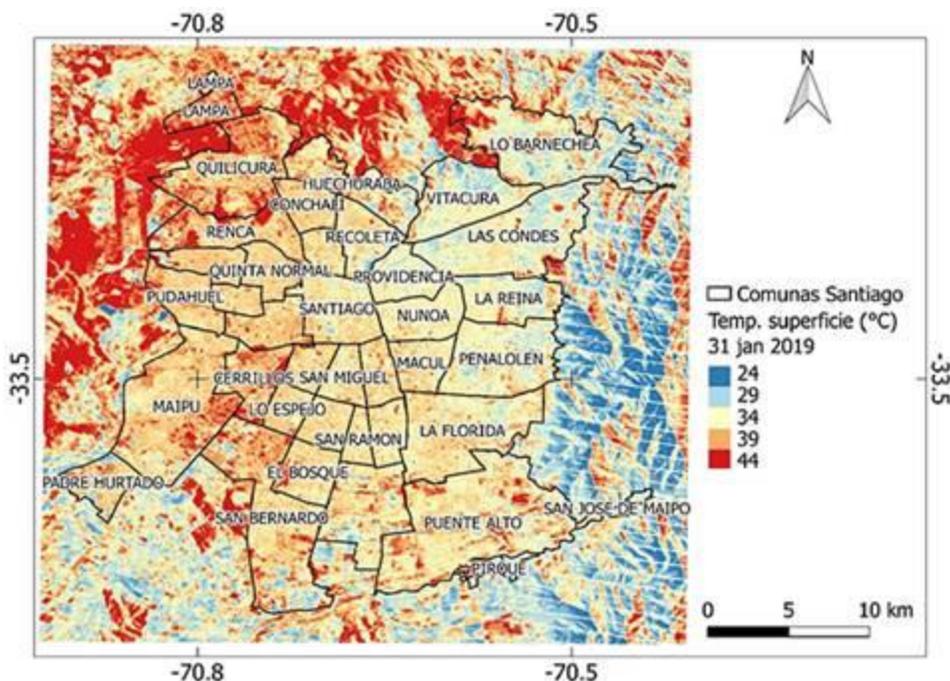


Figura 10. Temperatura superficial en Santiago, en enero del año 2019. Fuente: Henrique et al. 2020 usando imagen térmica Landsat-7.

Ahora bien, conocer la distribución de las temperaturas ambientales en la región resulta también relevante para identificar efectos del calor extremo, así como probabilidad de eventos de calor extremo. Utilizando los datos del Atlas de Cambio Climático (ARCLIM) se buscó identificar la cantidad de días con temperaturas por sobre los 34°C registrados y proyectados para cada comuna, y servicio metropolitano de salud (Figura 11). Dado que no existen estaciones meteorológicas en cada comuna, se presentan estimaciones realizadas a partir de modelos climáticos utilizados por el ARCLIM.⁷

⁷ Los modelos utilizados pueden revisarse en: https://arclim.mma.gob.cl/media/learning/Datos_Climaticos.pdf

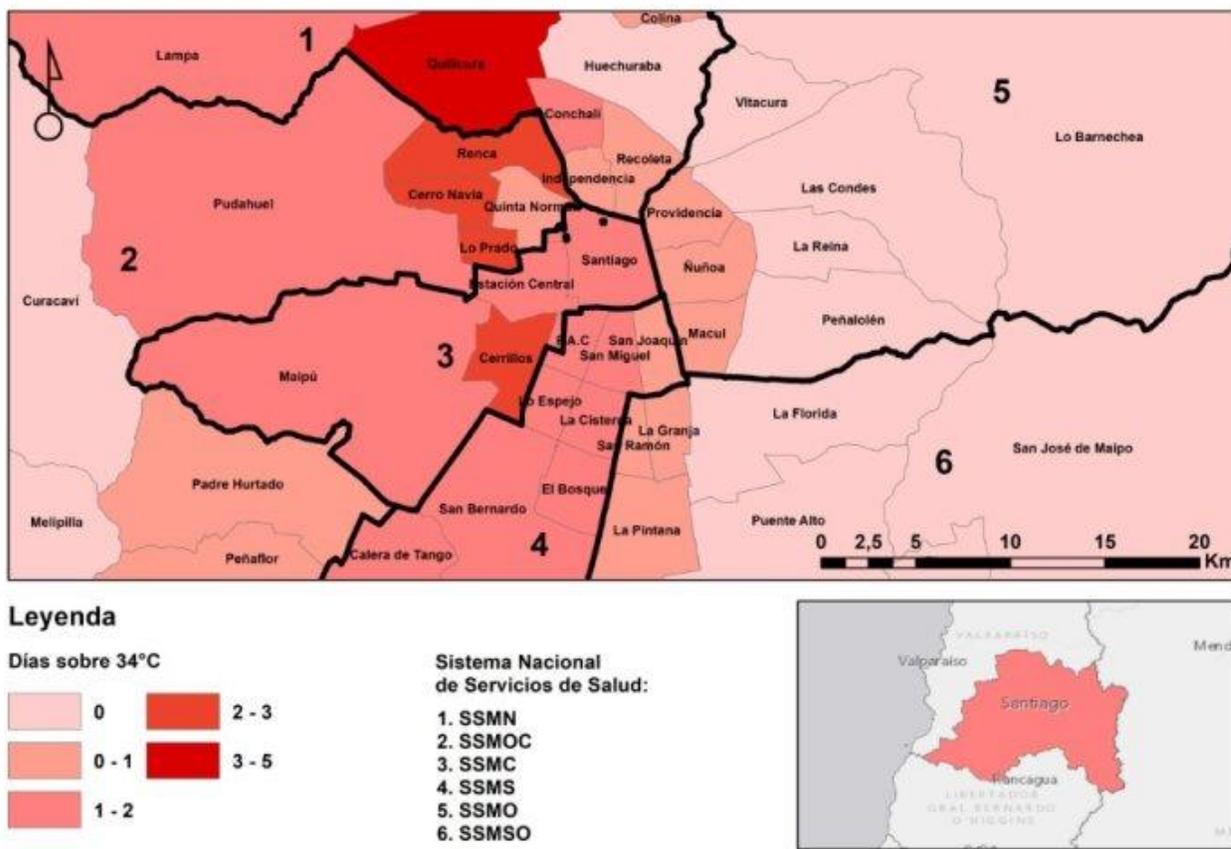


Figura 11. Cantidad de días con temperaturas sobre 34°C (base 1981-2010). Fuente: Elaboración Propia utilizando datos de Atlas de Cambio Climático, Arclim

Se observa que las zonas cordilleranas, coincidentes con el cono de altos ingresos de la ciudad, son aquellas con menos días superando el umbral de los 34°. Por el contrario, las comunas pertenecientes a los Servicios de Salud Metropolitano Norte (1) y Occidente (2) presentan la mayor prevalencia de días con altas temperaturas. Utilizando también los datos proporcionados por ARCLIM, la Figura 12 presenta el mapa de comunas con la proyección de días con temperaturas sobre 34° para el mediano plazo. Se observa un aumento proyectado significativo para todas las comunas, pero especialmente las zonas urbanas asociadas a los Servicios de Salud antes mencionados.

Cabe mencionar, sin embargo que al considerar también la contaminación ambiental nos encontramos con una situación territorial diferente ya que los vientos del surponiente tienden a dirigir los gases contaminantes al cono oriente de la ciudad, donde se concentran los valores de Ozono más durante los días de calor (Feron *et al.*, 2023).

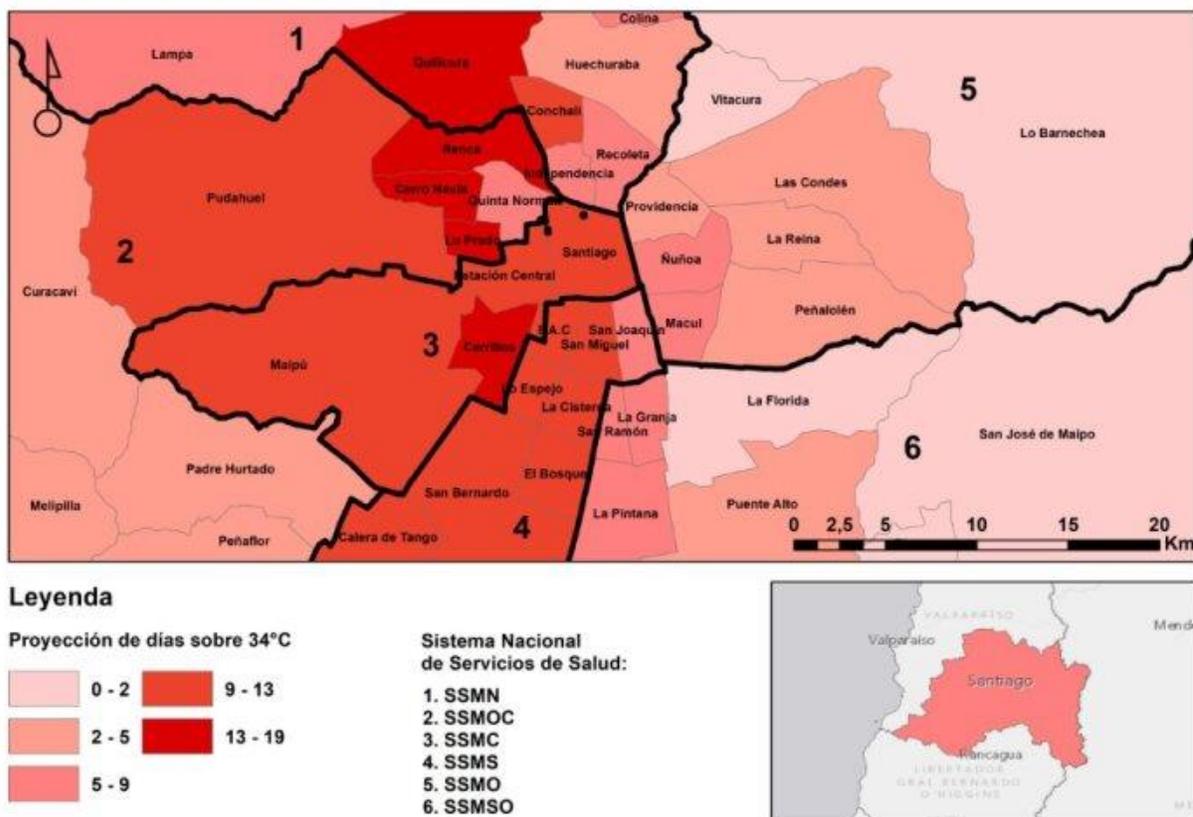


Figura 12. Cantidad de días con temperatura sobre 34°C (Proyección a futuro). Fuente: Atlas de Cambio Climático, Arclim . *Nota:* Aunque los colores son los mismos, la leyenda para cada color es distinta en cada mapa. Esto significa que en todas las comunas aumenta la cantidad de días con temperaturas sobre 34°C, aunque no todas cambien de color. Estamos trabajando en cambiar los colores para el informe final.

Exposición Voluntaria: Finalmente, en cuanto a la exposición, debemos considerar también que existe exposición voluntaria de parte de la población cuando nos ponemos en situaciones de mayor riesgo de manera deliberada. Dos ejemplos de esto son las actividades deportivas -efectuadas en la capital a cualquier hora del día incluso en verano- y los eventos masivos al aire libre. Según nuestro conteo para la temporada 2024-2024 (dic-mar) existen al menos cuarenta eventos siendo promocionados en la región, considerando eventos deportivos y culturales (conciertos u otro). A la fecha, no existe claridad sobre qué medidas se le pueden exigir a estos eventos en caso de calor extremo.

5.4. Capacidades: Situación actual en la Región Metropolitana

Según el análisis realizado en base al Índice de Gobernabilidad y Políticas Públicas en Gestión del Riesgo de Desastres (IGOPP), los eventos de calor extremo no están identificados como una amenaza en ningún plan relacionado con la gestión de riesgo, ni en lo que se refiere a manejo de emergencias ni en cuanto a reducción de riesgo (Gil *et al.*, 2021). Estos planes sí existen en Chile para otro tipo de eventos naturales extremos -como los terremotos, incendios, aluviones- presentando lineamientos y responsabilidades para una serie de actores públicos en términos de anticipación, mitigación y gestión de emergencias. En contraste, el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED, ex ONEMI)

solamente menciona el calor extremo como variable relevante en el contexto plan de incendios (Gil *et al.*, 2021). En el caso del Plan Regional para la Reducción del Riesgo de Desastres desarrollado por SENAPRED para la Región Metropolitana, este no contempla el calor extremo entre las nueve amenazas consideradas. Se observa también que los planes desarrollados por SENAPRED se concentran en amenazas con una gran afectación de infraestructura.⁸

El marco institucional asociado a cambio climático ha desarrollado elementos importantes, como la inclusión de la amenaza de calor extremo en la Contribución Determinada de Nivel Nacional (NDC) de Chile en el Acuerdo de París, y una caracterización inicial de la amenaza y sus riesgos en ARClím. Este plan tiene un plan específico asociado al sector salud que menciona a las olas de calor como fenómeno relevante, pero no contiene ningún plan específico. Se concluye que en Chile no existen aún las capacidades institucionales, presupuestales ni técnicas para la gestión del riesgo asociado al fenómeno. La principal razón es que no se ha identificado la amenaza como relevante, ni se encuentran bien identificados sus impactos en la salud humana o la vida social (Gil *et al.*, 2021). La excepción es el sector de agricultura, donde existen políticas de mitigación, transferencia del riesgo y manejo de emergencias asociadas a este fenómeno. En contraste, el análisis realizado por Gil *et al.* (2021) evidencia que en Chile no se encuentran asignadas responsabilidades de gestión ni asistencia técnica para asegurar que los diversos sectores y unidades de gestión territorial (municipalidades y gobernaciones) desarrollen capacidades. Así mismo, la adaptación al cambio climático en general y olas de calor en particular no se ha incorporado de manera sistemática y comprensiva en sectores muy relevantes de política pública como salud, trabajo, y seguridad.

Uno de los componentes de la gestión del riesgo con mayores carencias es en la caracterización del riesgo asociado a eventos de calor extremo (Gil *et al.* 2021). Esto significa que no entendemos bien la amenaza a la que nos enfrentamos. Hoy, el Portal de Climatología de la DMCh posee un sistema de monitoreo de olas de calor diurnas que puede ser revisado en línea y cuyos datos de todas las estaciones climatológicas en el territorio nacional se encuentran disponibles para investigación.⁹ Sin embargo, aún queda mucho por avanzar. Por ejemplo, todavía no se ha establecido un umbral de riesgo epidemiológico sobre el cuál sea posible generar medidas de reducción y gestión del riesgo. Un impedimento para avanzar en la materia es la ausencia de un organismo técnico oficialmente designado para generar las alertas y alarmas. La DMCh alerta sobre olas de calor meteorológicas, pero no existe claridad sobre qué organismo puede generar una alerta epidemiológica o ambiental asociada a olas de calor.

A pesar de lo anterior, el Gobierno Metropolitano de Santiago lanzó en diciembre del año 2022 un protocolo de acción para días de calor extremo. Llamado “Código Rojo”, el protocolo consiste en un sistema de alertas que activan recomendaciones para la ciudadanía.¹⁰ El “Código Rojo” es el primero del país y constituye un avance significativo en comunicación del riesgo de calor extremo y generación de conciencia en la ciudadanía. El protocolo constituye principalmente una campaña comunicacional que permite al Gobierno de Santiago alertar a las personas respecto a la amenaza de calor extremo (Tabla 1), pero no define atribuciones ni obligaciones para los distintos organismos públicos involucrados. Profundizar y mejorar este plan resulta imperativo si consideramos que las alertas tempranas asociadas al calor han sido

⁸ Disponibles aquí: <https://bibliogrdsenapred.gob.cl/handle/123456789/3363>

⁹ Disponible en: <http://climatologia.meteochile.gob.cl/application/diario/mapaRecienteOlaDeCalor/>

¹⁰ Disponible en- <https://www.gobiernosantiago.cl/gobierno-regional-presenta-protocolo-de-accion-para-proteger-la-salud-de-los-ciudadanos-en-dias-de-calor-extremo-en-la-rm/>

evaluadas como altamente efectivas, sobre todo cuando van asociadas a medidas concretas que superan lo comunicacional (Toloo *et al.*, 2013; Boeckmann and Rohn, 2014).

Tabla 1. Protocolo “Código Rojo” del Gobierno Regional Metropolitano, año 2022

Activación	Medidas principales
<p>Alerta Roja Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 35°C</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendar la suspensión de las actividades al aire libre. • Evaluar con Delegación Presidencial la suspensión de eventos. • Suspender faenas si hay peligro para la salud y seguridad de las y los trabajadores, es una facultad de la Dirección del Trabajo. • Recomendar la suspensión de actividades deportivas en establecimientos educacionales • Preparación de la red asistencial pública y privada para atender golpes de calor
<p>Alerta Amarilla Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 34°C</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Difundir alerta para evitar actividades al aire libre • Fiscalizar los puntos de hidratación de grandes eventos • Preparación y respuesta de la red asistencial pública y privada. • Fiscalizar resguardo de la salud y seguridad de trabajadores al aire libre • Reforzar medidas de autocuidado con foco en grupos vulnerables al calor extremo
<p>Alerta verde Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 33°C</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendar ajustar horario de actividades deportivas en escuelas • Difundir medidas preventivas de autocuidado • Entregar artículos de protección a trabajadores en riesgo • Comunicar medidas de autocuidado con foco en grupos vulnerables • Enviar a establecimientos educacionales orientaciones de autocuidado

Fuente: Elaboración propia en base a: Gobierno Regional Metropolitano, Protocolo de acción para proteger la salud de los ciudadanos en días de calor Extremo (<https://www.gobiernosantiago.cl/gobierno-regional-presenta-protocolo-de-accion-para-proteger-la-salud-de-los-ciudadanos-en-dias-de-calor-extremo-en-la-rm/>)

El Gobierno de Santiago está desarrollando también un “Plan de Adaptación al Cambio Climático” para la región, que menciona el calor extremo entre los desafíos a tomar en cuenta.¹¹ Entre ellas se contempla la creación de un sistema de monitoreo para el cambio climático que permita mejorar los datos con los que se hace investigación territorialmente situada en la región. Sin embargo, este importante plan, aún no se encuentra aprobado por el consejo regional, ni existe claridad respecto al nivel su financiamiento y cuán vinculantes podrían ser las medidas propuestas, o su coordinación con los municipios. Esto podría llevar a un falso sentido de respuesta institucional a los desafíos, que sin embargo quedarían en lo nominativo.

¹¹ Propuesta Plan de Adaptación al Cambio Climático - https://www.gobiernosantiago.cl/wp-content/uploads/2014/doc/estudios/Propuesta_Plan_CAS.pdf

Tabla 2. Amenaza del Calor Extremo en la propuesta de Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Región Metropolitana

Medida	Aporte a Mitigación calor extremo
Medida 1: Sistema de Monitoreo para el cambio climático - WebGIS	Permita recolectar y proporcionar información sobre amenazas climáticas. Está incluido explícitamente calor extremo.
Medida 2: Factor de verde en los nuevos desarrollos públicos y comerciales	Se menciona explícitamente que buscar moderar el efecto urbano de islas de calor.
Medida 4: Programa para la Implementación de Techos Ecológicos -	Entre los beneficios se menciona explícitamente la disminución de la temperatura en como mínimo 2°C
Medida 5: Manejo y creación de áreas verdes urbanas a través de participación Ciudadana	No menciona el calor como objetivo, pero el arbolado urbano es claramente un aporte en mitigación.
Medida 6: Programa Técnicas de enfriamiento pasivo para hogares de bajos recursos	La medida se orienta a mejorar el confort térmico de la vivienda mediante el uso de tecnologías de enfriamiento pasivo. Entre los beneficios se encuentran la disminución de las temperaturas internas de la vivienda

Fuente: Elaboración Propia en base a Gobierno Regional Metropolitano, Propuesta de Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Región Metropolitana

Se concluye que la institucionalidad asociada al riesgo de calor extremo en Chile es limitada, mayormente asociada a las políticas de adaptación al cambio climático y no a la gestión de riesgo de desastre y que existe un marcado interés del Gobierno Regional por avanzar en este tema.

6. ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS COMPARADAS

Se utilizó un enfoque de Políticas Públicas Comparadas para conocer cómo están enfrentando el desafío el calor extremo en 17 ciudades con climas similares al Gran Santiago (mediterráneo templado cálido), o que se asemejan al clima proyectado para Santiago (mediterráneo seco). Estas ciudades se distribuyen en 9 países que son: Australia (Adelaida y Perth), Argentina (Mendoza y Córdoba), España (Madrid, Sevilla, Granada, Córdoba y Valencia), EE.UU (San Diego y Los Ángeles), Grecia (Atenas), Israel (Tel Aviv), México (Monterrey y CDMX), Sudáfrica (Capetown) y Turquía (Estambul).

6.1 Estrategias a Nivel País

El análisis a nivel de país se enfocó en comprender la gobernanza de la amenaza. Se buscó establecer la existencia, o no, de un plan nacional para manejo de estas emergencias e identificar las instituciones que lo gestionan.

Es importante señalar que la mayoría de los países se organizan de manera federalizada, es decir, están políticamente divididos en unidades territoriales que tienen mucha mayor autonomía que los gobiernos regionales chilenos y que, muchas veces, incluyen a varias ciudades de más de un millón de habitantes. Esto lleva a equilibrios nacionales y subnacionales diferentes en términos de gestión del riesgo de calor (así como en otros temas). En la Tabla 3 podemos ver un resumen de lo que se considera más respecto a la gobernanza de eventos de calor extremo en cada uno de estos países.

Tabla 3. Comparación gobernanza emergencia por calor a nivel nacional- estatal.

País	Plan / Instituciones
Australia- South Australia & Western Australia	<p>No existe un plan nacional para emergencias por calor pero el Departamento de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, demanda a todos los estados australianos tener un plan de emergencia para responder a estos eventos. A nivel nacional, el Servicio de Meteorología de Australia: Mantiene un monitoreo de olas de calor para todo el país a tiempo real (Heatwave Service for Australia)</p> <p>State of South Australia (Adelaide): El estado tiene una estrategia para enfrentar el calor extremo (SA Health Extreme Heat Strategy) desde el 2009 (actualmente en proceso de revisión) cuyo líder es el State Emergency Service. El foco de este plan es el Heat Warning System (HWS). Las alertas son emitidas por en conjunto con la Oficina de Meteorología (Bureau of Metereology). El plan define funciones y responsabilidades gubernamentales para reducir los posibles efectos sobre la salud de las personas con foco en grupos de riesgo y una estrategia de comunicación para la población en general. El departamento de Salud es responsable de las recomendaciones. La estrategia ha sido evaluada positivamente por Nietschke <i>et al</i> (2016).</p> <p>State of West Australia (Perth): El estado tiene una estrategia para enfrentar el calor extremo (Heatwave: State Hazard Plan), desarrollada por el Departamento de Salud el año 2012 y actualizada el 2021. En este caso el Departamento de Salud es el líder del plan, que ha sido desarrollado en conjunto con el State Emergency Management Committee. La Oficina de Meteorología es responsable por la alerta, que será procesada por el Departamento de Salud. https://www.wa.gov.au/system/files/2022-12/State-Hazard-Plan-Heatwave.pdf</p>
Argentina- Mendoza & Córdoba	<p>A nivel nacional Servicio Meteorológico Nacional: cuenta con un Sistema de Alerta Temprana por Temperaturas Extremas Calor (SAT-TE Calor). Esta institución emite la alerta e informa a la Secretaría de Gobierno de Salud del Ministerio de Salud y a la Secretaria de Protección civil, del Ministerio de Seguridad que luego toman contacto con organismos provinciales. El Ministerio de Salud genera recomendaciones a la población. No se cuenta con plan de acción a nivel nacional, pero el sistema de alerta contempla criterios de salud.</p> <p>Provincia de Mendoza- A partir de las alertas del SAT-TE, la Oficina de Defensa Civil emite alertas y recomendaciones con foco en la salud de las personas. No existe un protocolo asociado con responsabilidad a organismos públicos. https://www.mendoza.gov.ar/prensa/ola-de-calor-recomendaciones-para-evitar-malestares-fisicos-2/</p> <p>Provincia de Córdoba- A partir de las alertas del SAT-TE, la Oficina de Defensa Civil emite alertas y recomendaciones con foco en la salud de las personas. No existe un protocolo asociado con responsabilidad a organismos públicos. https://www.cba.gov.ar/altas-temperaturas-como-evitar-el-golpe-de-calor/</p>
España – Andalucía & Madrid	<p>A nivel nacional la Dirección General de Salud Pública del el Ministerio de gestiona el Plan Nacional de actuaciones preventivas de los efectos del exceso de temperatura sobre la salud que Sanidad define umbrales de riesgo, adaptados a cada territorio; y el Protocolo de actuación de los servicios sanitarios</p>

País	Plan / Instituciones
	<p>ante una ola de calor que permite capacitar al personal de salud en identificar y tratar grupos de riesgo. La agencia Estatal de Meteorología proporciona información meteorológica a tiempo real y proyecciones para días siguientes. Ministerio para la Transición Ecológica: Gestiona el Sistema de Información de Responsabilidad Medioambiental que permite alerta temprana y el Plan de Adaptación al Cambio Climático nacional. No se observa un rol protagónico del Sistema Nacional de Protección Civil en el caso de olas de calor. Existe además una Ley contra el trabajo en olas de calor (Real Decreto-ley 4/2023) que define las medidas de prevención de riesgos laborales ante eventos de calor extremo. Más información aquí.</p>
	<p>Junta de Andalucía- El Servicio Andaluz de Salud lidera el Plan Andaluz para la Prevención de los Efectos de las Temperaturas Excesivas sobre la Salud que busca prevenir y gestionar este tipo de emergencias. A esto se suma el Plan Andaluz de Acción por el Clima de la cual es responsable la Secretaría General de Medio Ambiente a través de la Oficina Andaluza de Cambio Climático.</p>
	<p>Comunidad de Madrid- Cuenta con un Plan de Acción ante Episodios de Altas Temperaturas, actualizado al 2023 y un Sistema de Vigilancia y Control de los Efectos de las Olas de Calor. Este plan tiene planes específicos de intervención para Centros Socio-sanitarios, Centros Hospitalarios, Centros Educativos, Transporte Público, Prevención de riesgos laborales, entre otros. Nota: En el caso de Madrid el territorio coincide mayormente con la ciudad de Madrid.</p>
<p>EEUU - California</p>	<p>A nivel nacional la U.S Environmental Protection Agency, la National Oceanic and Atmospheric Administration, Centers for Disease Control and Prevention, Assistant Secretary for Preparedness and Response, y la Environmental Protection Agency, entre otras coordinan el National Integrated Heat Health Information System que busca dar soporte a los estados para el desarrollo de sus planes.</p>
	<p>California – Existe un Plan Estatal para el Calor Extremo (2022) coordinado por el Departamento de Salud Pública y la Agencia de Protección Ambiental busca mejorar la resiliencia del estado. El Emergency Preparedness Office (EPO) del Departamento de Salud Pública, coordina los esfuerzos generales de planificación y preparación para emergencias, opera la Red de Alerta de Salud (CAHAN) y tiene un plan de emergencias Preparing California for Extreme Heat (2013). Además coordinan la campaña Heat ready</p> <p>Además de lo anterior existen planes específicos de intervención: el Departamento de Relaciones Industriales: gestiona una campaña de sensibilización para empleadores y trabajadores.; el Departamento de Educación: mantienen planes escolares para el calor en clases de deporte y actividades extraprogramáticas. Además las olas de calor son parte de la California Climate Adaptation Strategy.</p>
<p>Grecia</p>	<p>Servicio Meteorológico Nacional Helénico emite un boletín meteorológico de emergencias por calor, que se puede consultar online aquí. No se encuentra un protocolo a nivel nacional, pero si la existencia de Protocolo Laboral asociado al Código de Leyes para la Seguridad y Salud de los Trabajadores (KNYAE, Ley 3850/210, 84A) y la Oficina de Protección Civil tiene un Protocolo de información específico para turistas.</p>
<p>Israel</p>	<p>Nacional Emergency Management Authority (NEMA) del Ministerio de Defensa: en conjunto con el Servicio Meteorológico Israeli desarrollan escenarios para la planificación y gestión de emergencias relacionadas con el calor extremo. Se señala que estos son instrumentos vinculantes para las políticas públicas locales, pero no existe mayor información en línea.</p>
<p>México – Nuevo León</p>	<p>No existe un plan nacional de gestión de emergencias ante calor extremo u olas de calor, pero el año 2000 se estableció una estrategia de prevención y seguimiento de riesgos y daños a la salud durante temporadas de calor y frío. Este monitoreo permite al Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE) generar alertas y “exhorta” a los servicios estatales de salud a tomar medidas. La Dirección de Epidemiología emite Informes Semanales para la Vigilancia de Temperaturas Naturales Extremas. La Dirección General de Promoción de la Salud genera recomendaciones para la población. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED): genera estudios regionales de amenaza y riesgo que pone a disposición de las entidades estatales. Servicio Meteorológico Nacional: brinda información climatológica a tiempo real y proyecciones Se activa también el Grupo Intersectorial de Prevención de Enfermedades Diarreicas Agudas.</p>
<p>Estado de Nuevo León-</p>	<p>Tanto la Secretaría de Salud como la Dirección de Protección Civil emiten comunicados, pero planes están a nivel ciudad (Gobierno de la Ciudad de Monterrey-Oficina de Calor Extremo).</p>
<p>Sudáfrica</p>	<p>Ministerio de Salud es el líder en lo que respecta a esta amenaza, a través de la División de Promoción y comunicación de la Salud. Cuenta con un National Heat Health Action Guidelines (2020) con</p>

País	Plan / Instituciones
	recomendaciones para los servicios de salud así como ciudadanos y ciudadanas, así como recomendaciones para una planificación urbana inteligente respecto al calor.
Turquía	No se ha encontrado información

Fuente: Elaboración Propia en base a documentos oficiales publicados por las instituciones respectivas.

A partir de esta información, podemos concluir lo siguiente:

- La mayoría de los países cuentan con lineamientos para gestión de emergencias asociadas al calor extremo, ya sea a nivel nacional o estatal. Las excepciones son Turquía -no se encuentra información- e Israel-donde no queda claro nivel de desarrollo de las políticas.
- Los planes a nivel nacional sirven para dar soporte a planes territoriales asociados a estados, provincias o comunidades autónomas. Así mismo, estos planes sirven de referencia para los planes de ciudades que serán el foco de la siguiente sección.
- Las instituciones que usualmente lideran los planes de acción frente al calor son aquellas asociadas a los sectores de Salud. Además, se cuenta con participación explícita de instituciones relacionadas a la Medioambiente, Meteorología y Seguridad Nacional (gestión de emergencias).
- Se observa que en todos los países el servicio meteorológico o similar es el encargado de monitorear la amenaza, pero existe variedad respecto a qué organismo emite la alerta, desarrolla estrategias y/o activa protocolos. Solo considerando el caso de Australia, el estado de South Australia declara como *hazard leader* a la oficina de emergencias del estado mientras que West Australia señala al Departamento de Salud en el mismo rol. Considerando todos los casos se observa una preponderancia de los Ministerios o Departamentos de Salud en dar los lineamientos para el manejo de estos eventos.
- Los planes de gestión de emergencia más completos contemplan también planes específicos de intervención en algunos sectores (e.g. educación, transporte), asociados a grupos particularmente vulnerables (e.g. adultos mayores) o a alguna industria (e.g. trabajadores agrícolas o de la construcción). E.g. California y España.
- No se encontraron estrategias específicas asociadas a violencia, crimen u otras conductas antisociales.
- Para la reducción de riesgo en el largo plazo, la mayoría de los países cuenta con planes de adaptación al cambio climático que contemplan acciones de mitigación ante la amenaza de calor extremo. Si bien estos planes pueden ser muy relevantes para mejorar la resiliencia urbana, no es claro cuánto de estos planes se traduce en acciones concretas de inversión en los territorios.

6.2 Estrategias a Nivel Ciudad

El análisis contempló las siguientes ciudades: Adelaida, Perth, Mendoza, Córdoba (Arg), Madrid, Sevilla, Granada, Córdoba (Esp), Valencia, San Diego, Los Ángeles, Atenas, Tel Aviv, Monterrey y Ciudad de México, Capetown y Estambul. Estas ciudades fueron identificadas por tener un clima similar al histórico de Santiago de Mediterráneo Templado Cálido, o bien el clima al que la Región Metropolitana se está pareciendo cada vez más: Mediterráneo Seco. Se adjunta en el Anexo con más información respecto a cada ciudad.

Tabla 4. Resumen Políticas a Nivel Ciudad

Ciudad	Plan Calor Extremo	Año Actualización	Plan Adaptación al CC
Adelaida	Se guía por el SA Health Extreme Heat and Heatwave Strategy La ciudad cuenta con un plan , un Urban Heat Map y organiza Community Emergency Risk Assessment activities.	2023	Se guía por plan regional, pero cuenta con un plan propio para reducir urban heat islands.
Perth	No se encuentra plan oficial, pero si de facto . Se guía por el Heatwave State Hazard Plan 2023 del Gobierno de Wester Australia.	2023	Climate Resilient WA Directions for the state's Climate Adaptation Strategy
Mendoza	No hay plan de ciudad. Hay alertas emitidas por el Sistema de Alerta Temprana por Temperaturas Extremas y Salud (SAT).		
Córdoba (Arg)	No hay plan de ciudad. Hay alertas emitidas por el Sistema de Alerta Temprana por Temperaturas Extremas y Salud (SAT).		Plan de Acción Climática Local: Estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático 2020 – 2030.
Madrid	Plan de Actuación Ante Episodios de Altas Temperaturas Plan Específico de intervención: Medioambiente, Vivienda y Agricultura; Centros Sociosanitarios; Centros Educativos; y Transporte público. Además de un protocolo para trabajos a la intemperie.	2023	Ademas del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030, la ciudad de Madrid cuenta con un Plan de impulso al medio ambiente (PIMA) Cambio climático (2022)
Sevilla	Prometeo Sevilla . Se guía por los protocolos de actuación nacional mencionados para Madrid	2022	Plan De Acción por El Clima y la Energía Sostenibles (2017). Además existe un plan de la Junta de Andalucía
Granada	-No hay plan de ciudad Se guía por los protocolos de actuación nacional mencionados para Madrid		Plan Provincial de Adaptación Al Cambio Climático De La Provincia De Granada
Córdoba (Esp)	-No hay plan de ciudad		Plan Municipal Contra el Cambio Climático de Córdoba

	Se guía por los protocolos de actuación nacional mencionados para Madrid		
Valencia	Programa de Prevención Y Atención a los Problemas De Salud Derivados de las Altas Temperaturas en la Comunitat Valenciana. Además, se guía por los protocolos de actuación nacional mencionados para Madrid	2023	Estrategia Valenciana ante el Cambio Climático (2013-2023)
San Diego	Excessive Heat Response Plan , Public Health Services, County of San Diego	2023	San Diego Climate Action Plan
Los Ángeles	Protecting Californians From Extreme Heat : A State Action Plan to Build Community Resilience.	2022	Adapt LA - Preparing for Climate Change.
Atenas	Heatwave Action Plan		
Tel Aviv	Action plan for heatwaves and extreme heat.*		Tel Aviv Climate Action Plan
Monterrey	Oficina de Calor Extremo	No actualizada	Existe un plan a nivel del estado de Nueva León.
Ciudad de México	No hay programa emergencia para el calor. Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil emite alertas tempranas.		Programa Ambiental y de Cambio Climático 2019-2024
Cape Town	Urban Heat: Cities Taking Action		
Estambul	Es parte del proyecto Euro HEAT que permite alerta temprana de olas de calor		

Fuente: Elaboración Propia. Nota: * Las páginas de Israel están mayormente caídas desde hace unos meses

Se puede observar que en los lugares donde existen fuertes planes a nivel regional (Australia) o nacional (España) las ciudades más que depender de estos planes, tienen sus propias bajadas territoriales. Estos planes de ciudades permiten contar con

- Planes Comunicacionales complementarios al gobierno central con información territorial específica, considerando las particularidades del territorio y de la población que lo habita.
- Mejorar la coordinación de servicios sociales y sanitarios a nivel local
- Identificación y disponibilidad de los llamados “Centros de Enfriamiento”, que corresponden a lugares donde las personas pueden estar con aire acondicionado durante un tiempo determinado

Además, se observa que las ciudades cuentan en paralelo con planes de adaptación al cambio climático que contemplan la amenaza de calor extremo. Rescatamos entre las medidas implementadas en las distintas ciudades, las siguientes:

- Plan de Arborización y bosques urbanos.
- Priorización de proyectos verdes en inversión urbana
- Incorporación de calor en normativa de diseño de viviendas y obras

- Prohibición de trabajo en la intemperie a empleados municipales o subcontractados por esta, bajo condiciones de calor extremo.

7. CONCLUSIÓN

A partir de los análisis realizados se concluye que la amenaza del calor extremo es una amenaza sumamente relevante para la ciudad de Santiago, para la cual no estamos debidamente preparados. Si bien es de entender que la ciudad no tenga una amplia experiencia gestionando una amenaza que es relativamente nueva, urge avanzar rápidamente en este tema. Para ello, se evidencia la necesidad de dotar al tema de una gobernanza adecuada y explícita, designando responsables, otorgando atribuciones y generando presupuesto adecuado para ello.

8. PROPUESTA

Se propone abordar el desafío de la adaptación al calor extremo con un Plan para la Gestión y Mitigación de Eventos de Calor Extremo que contenga:

- Un protocolo de calor extremo para la Región Metropolitana basado en el actual “Código Rojo”- pero se proponen reformas respecto a umbrales, comunicación de riesgo y medidas asociadas.
- Una serie de medidas complementarias al protocolo regional de calor extremo que mejoren la gestión de emergencias y propicien la adaptación al calor extremo de distintos sectores.
- Planes de emergencia comunales, que permitan reaccionar ante una emergencia asegurando la salud y seguridad de la población más vulnerable.
- Además de lo anterior, para mitigar los efectos del calor extremo con mirada de largo plazo se plantea la necesidad de contar con una hoja de ruta, complementaria al Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Región Metropolitana (aun en estado de propuesta) con programas y medidas concretas que ayudaran a la adaptación urbana de la ciudad al calor extremo en el mediano y largo plazo.

El análisis comparado ha mostrado que la gobernanza de la amenaza de calor extremo tiende a estar liderada por los sectores de salud, en conjunto con medioambiente y asociado con la agencia meteorológica y de seguridad nacional o gestión de emergencias. Esto se debe, en primer lugar, al hecho de que el mayor impacto reconocido del calor es a la salud de las personas. Pero también es importante reconocer que las oficinas de gestión de desastre suelen enfocarse en amenazas naturales de origen geológico o climático que son impredecibles y con alto impacto en infraestructura como es el caso de terremotos o inundaciones. Suele ocurrir también en Chile, como en otros territorios, que las agencias enfocadas en la gestión de riesgo de desastre se encuentran enfocadas en controlar la amenaza de incendios forestales durante el mismo periodo que el calor extremo amenaza las ciudades. Tomando en cuenta estos antecedentes, lo que se propone en este informe no considera imperativo la existencia de un Plan Específico de Emergencia por variable de riesgo asociada a calor extremo en el formato establecido por SENAPRED y existente para otras amenazas naturales. Si bien la existencia de este plan podría ser beneficioso como marco orientador para el Código Rojo de la región, resulta imperativo avanzar en paralelo con las medidas complementarias y los planes de mitigación. Ante ello, la gobernanza que se propone sigue más bien la lógica del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) de la región, tanto en su gobernanza, gestión y en

relación a los actores que deben tomar liderazgo en la materia.¹² Considerando también que el calor es un fenómeno atmosférico, y que la contaminación ambiental interactúa de manera negativa con el calor extremo, consideramos adecuado construir la estrategia de la región para la amenaza del calor extremo siguiendo la lógica y el lenguaje del PPDA.

8.1 Propuesta de reforma al protocolo emergencias asociado al calor extremo de la Región Metropolitana

El protocolo de manejo de emergencias llamado “Código Rojo” cumple una función muy relevante en términos de comunicación de riesgo y educación respecto al calor extremo para la a la población en general. Se debe resguardar esta función de comunicación tomando las siguientes medidas:

- Siguiendo lineamientos internacionales se propone cambiar las alertas de verde-amarilla-roja a amarilla-naranja-roja-magenta. El verde no es un color que esté asociado a ningún tipo de emergencia, ni en Chile ni en el extranjero. De ser usado en el protocolo, debe designar el nivel de emergencia cero. Así mismo, se propone adoptar el lenguaje del PPDA que decreta Alerta temprana preventiva, Preemergencia y Emergencia ambiental. Se considera que la ciudadanía aún no se ha familiarizado lo suficiente con el Código Rojo actual como para que este cambio genere algún tipo de confusión. Por otro lado, la ciudadanía se encuentra ya ampliamente familiarizada con la lógica del PPDA, lo que constituye una ventaja en términos de comunicación de riesgo.
- Respecto a las medidas asociadas a cada nivel, se propone separar aquellas que están dirigidas a la población general y que son parte de una estrategia comunicacional de prevención (Recomendar, Difundir, Reforzar) de aquellas acciones que están dirigidas a instituciones públicas o sectores específicos y para las cuales se requiere de un protocolo o lineamiento específico. Se propone visualizar en el “Código Rojo” solo aquellas orientadas a dar indicaciones a la población.
- Se debe incluir también información educativa sobre los riesgos para la salud asociados a las temperaturas extremas. Proporcionar información sobre prácticas seguras y comportamientos saludables durante condiciones climáticas adversas, así como aquellas que es necesario evitar.

Además de lo anterior, se propone reformular también los umbrales de temperatura máxima de acuerdo a los datos analizados de impacto en la región, e incorporando también la duración de los eventos. No se considera necesario agregar las temperaturas mínimas en la comunicación del riesgo a la población de Santiago, pero si tenerlo en cuenta para tomar medidas de mitigación durante episodios críticos. Cabe mencionar que los umbrales de temperatura propuestos deben ser monitoreados y revisados para poder calibrar cual es exactamente el nivel de riesgo asociado a cada uno.

¹² Contenido en el D.SN°31/2017 del Ministerio del Medio Ambiente y disponible en: <https://ppda.mma.gob.cl/region-metropolitana/ppda-region-metropolitana/>

Tabla 4. Propuesta de Reforma Umbrales Código Rojo Región Metropolitana

Protocolo Actual	Propuesta
	Alerta Magenta / Crisis Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 38°C , al menos un día.
Alerta Roja Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 35°C	Alerta Roja / Emergencia Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 35°C , al menos un día.
Alerta Amarilla Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 34°C	Alerta Naranja / Pre emergencia Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 33°C , al menos dos días seguidos.
Alerta verde Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 33°C	Alerta Amarilla / Alerta temprana preventiva Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 31°C , por al menos tres días consecutivos.

Fuente: Elaboración Propia

8.2 Medidas Complementarias

Complementariamente, se debe asegurar que ciertos sectores críticos tengan protocolos adecuados para incorporar la amenaza del calor en su gestión. A continuación, detallamos las medidas prioritarias con las que debe contar un plan de gestión y adaptación al calor extremo de la región.

- **Fortalecer las capacidades del sector salud, con preparativos para la respuesta específicos para esta amenaza.**

Fin	Reducir el exceso mortalidad, morbilidad y efectos adversos a la salud en la población.
Objetivo:	Fortalecer las capacidades del sector salud, con preparativos para la respuesta específicos para esta amenaza.
Antecedentes	El calor extremo impacta los sistemas de salud, aumentando las visitas a urgencias. El calor extremo es una amenaza relativamente nueva en la Región Metropolitana por lo que el sistema de salud necesita generar nuevas capacidades.
Acciones Propuestas	- Generar un protocolo específico para los servicios de salud en todos los niveles para enfrentar emergencias generadas por el calor. Esto incluye la adquisición de equipos y suministros médicos necesarios, y la coordinación eficiente entre los diferentes niveles del sistema de salud.

	<p>- Capacitar al personal de salud para la prevención, detección, diagnóstico y tratamiento oportuno de efectos sobre la salud ocasionadas por el calor.</p>
Instituciones Involucradas:	<p>Ministerio de Salud, Seremi Salud, Servicios de Salud Metropolitanos, establecimientos hospitalarios (atención terciaria), establecimientos de atención secundaria para pacientes ambulatorios, servicios de atención primaria en salud.</p>
Más información:	<p>Protocolo debe incluir:</p> <p>Brindar capacitación periódica al personal de salud en Atención Primaria sobre los riesgos asociados a las olas de calor y las medidas preventivas.</p> <p>Incluir en la formación del personal la identificación de signos y síntomas de enfermedades relacionadas con el calor.</p> <p>Establecer puntos de atención médica adicionales durante periodos de calor extremo.</p> <p>Garantizar la disponibilidad de suministros médicos esenciales, incluyendo hidratación y dispositivos de enfriamiento.</p> <p>Establecer protocolos de coordinación con otros servicios de emergencia, hospitales y organizaciones comunitarias.</p> <p>Facilitar la accesibilidad a espacios públicos con aire acondicionado durante olas de calor.</p> <p>Desarrollar estrategias específicas para proteger a grupos más vulnerables, como adultos mayores, niños pequeños y personas con condiciones médicas preexistentes.</p> <p>Establecer planes de atención a domicilio durante eventos extremos para asegurar la salud de aquellos que no pueden salir de sus hogares.</p> <p>Realizar simulacros regulares para garantizar la preparación y la eficacia de los planes de emergencia.</p> <p>Ver como ejemplo: «Protocolo de actuaciones de los servicios sanitarios ante una ola de calor» (ESPAÑA) https://adaptecca.es/recursos/buscador/protocolo-de-actuaciones-de-los-servicios-sanitarios-ante-una-ola-de-calor</p>
Supuestos:	<p>Sistema de salud recibe y difunde alertas tempranas asociadas al calor.</p> <p>Colaboración con agencias gubernamentales y no gubernamentales para asegurar una respuesta integral.</p> <p>Existe un sistema de monitoreo epidemiológico para olas de calor</p>

- **Asegurar medidas para la prevención y el manejo de olas de calor en establecimientos de larga estadía para adultos mayores (ELEAM).**

Fin	Disminuir el riesgo de adultos mayores
Objetivo	Asegurar medidas para la prevención y el manejo de olas de calor en establecimientos de larga estadía para adultos mayores (ELEAM).
Antecedentes	Los ELEAM constituyen dispositivos socio sanitarios donde las personas mayores pueden residir de manera prolongada. Los adultos mayores constituyen uno de los principales grupos de riesgo.
Acción Propuesta:	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar Protocolos con Medidas para la Prevención y el Manejo de Olas de Calor en establecimientos de larga estadía para adultos mayores - Capacitación de Directores Técnicos y equipos de Atención Directa de Personas Mayores Residentes en ELEAM
Instituciones Involucradas:	Subsecretaría de Salud Pública, Oficina de Salud Integral para Personas Mayores, Departamento de Ciclo Vital (DIPRECE), División de Políticas Públicas Saludables (DIPOL)- Servicio Nacional de Adulto Mayor (SENAMA)- ELEAMs
Más información:	<p>Este protocolo debe considerar medidas de prevención/mitigación en:</p> <p>Rutinas: corresponde a aquellas medidas que evitan el aumento de calor en los cuerpos como evitar exposición al sol, mantener hidratación, evitar digestiones pesadas, mantener el espacio fresco y ventilado, vestir ropa ligera, etc.</p> <p>Infraestructura: corresponden a aquellas medidas que permiten evitar o mitigar el impacto del calor extremo al interior del ELEAM ya sea porque reducen temperatura interior (persianas, arboles, aire acondicionado) o mejoran la sensación térmica (ventilación).</p> <p>Además, debe considerar medidas de gestión de emergencias ante un golpe de calor en residentes.</p> <p>Ver, por ejemplo, Residential aged care services - heatwave ready resource Victoria, Australia https://www.health.vic.gov.au/publications/residential-aged-care-services-heatwave-ready-resource</p>
Supuestos:	Los ELEAM reciben alertas tempranas para prepararse ante estos eventos. El personal y residente de los ELEAM tienen conocimientos mínimos sobre cómo prevenir y tratar un golpe de calor y otras patologías asociadas al calor extremo.

- **Asegurar medidas para la prevención y el manejo de olas de calor en establecimientos educacionales.**

Fin	Disminuir el riesgo de niños, niñas y adolescentes
Objetivo	Asegurar medidas para la prevención y el manejo de olas de calor en establecimientos escolares y preescolares.
Antecedentes	Los establecimientos educacionales constituyen espacios donde niños, niñas y adolescentes pasan una gran cantidad de su tiempo, aprenden de autocuidado y realizan actividades potencialmente riesgosas durante olas de calor. Los niños, niñas y adolescentes son un grupo con alta vulnerabilidad.
Acciones	Instructivo dirigido a Directores/as de establecimientos educacionales restringiendo las prácticas de actividad física, educación física, deportiva y Recreativa en casos de alerta, preemergencia y emergencia asociadas al calor extremo.
Instituciones Involucradas:	Ministerio de Educación, Seremi Metropolitano de Educación, Subsecretaría de Salud Pública, Establecimientos escolares y preescolares.
Más información:	Este protocolo debe considerar medidas de prevención/mitigación asociadas la actividad física que hacen los y las estudiantes, tanto al aire libre como en espacios cerrados, con o sin aire acondicionado. Se debe contemplar la suspensión de clases de educación física, deportiva o recreativa para toda la comunidad escolar para eventos de emergencia y alerta. En casos de preemergencia, se deben priorizar actividades que no requieran un mayor consumo energético, y asegurar la hidratación. Los establecimientos educacionales deben contemplar medidas de emergencia en caso que un estudiante o funcionario sufra un golpe de calor.
Supuestos:	Los establecimientos institucionales reciben alertas tempranas para prepararse ante estos eventos. No hay pérdida de subvención escolar asociada a la suspensión de clases.

• **Regular las condiciones de trabajo durante olas de calor extremo, especialmente al aire libre.**

Fin	Reducir el exceso mortalidad, morbilidad y efectos adversos a la salud en la población
Objetivo:	Regular las condiciones de trabajo durante olas de calor extremo, especialmente para aquellos trabajos que se realizan al aire libre.
Antecedentes	<p>Las personas que deben realizar sus trabajos al aire libre tienen una mayor exposición al calor extremo.</p> <p>La frecuencia de lesiones en contextos laborales es más alta en ambientes calurosos.</p> <p>El artículo 184 del Código del Trabajo, dispone que el empleador estará obligado a tomar todas las medidas necesarias para proteger eficazmente la vida y salud de los trabajadores, manteniendo las condiciones adecuadas de higiene y seguridad.</p>
Acciones propuestas	<ul style="list-style-type: none"> - Generar recomendaciones específicas para mitigar el efecto del calor extremo en la salud de los y las trabajadoras, con foco en aquellos que trabajan en la intemperie. - Estas recomendaciones deben eventualmente convertirse en normativa, para lo cual proponemos generar una mesa de trabajo intersectorial que defina estas medidas.
Instituciones Involucradas:	Dirección del Trabajo, Ministerio del Trabajo, Instituto de Salud Pública, Departamento Salud Ocupacional del Ministerio de Salud.
Más información:	<p>Entre las recomendaciones se deben incluir modificaciones al horario, turnos, espacios de trabajo y medidas orientadas a grupos particularmente vulnerables.</p> <p>Existe ya en Chile una pequeña guía con recomendaciones generada por el Instituto de Salud Pública, disponible en: https://www.ispch.cl/sites/default/files/NotaTecnicaCalor.pdf . Sin embargo, se propone generar guías específicas el sector transporte y construcción.</p> <p>En el caso de la normativa, existe ya el ejemplo de España (Real Decreto-ley 4/2023). https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2023-11187</p>
Supuestos:	<p>Los empleadores reciben alertas tempranas para prepararse ante estos eventos.</p> <p>Los trabajadores no sufren una disminución en su salario debido a las modificaciones propuestas.</p>

• **Incorporar la Prevención de Violencia contra las Mujeres en el plan.**

Fin	Reducir conductas antisociales y el daño asociado durante eventos de calor extremo
Objetivo:	Evitar episodios de violencia intrafamiliar durante episodios de calor extremo.
Antecedentes	La violencia intrafamiliar es un problema que requiere máxima atención pública Existe evidencia internacional que apunta a un aumento de eventos domésticos violentos en episodios de calor extremo
Acciones propuestas	<ul style="list-style-type: none"> - Informar a directivos y personal de apoyo vinculados al programa de Prevención de Violencia contra las Mujeres sobre los efectos del calor extremo en las conductas violentas a modo de que esta información pueda ser incluida en el diseño de iniciativas y programas de prevención. - Informar a redes de monitoreo comunitario para identificar signos de problemas de salud mental y física relacionados con las temperaturas extremas.
Instituciones Involucradas:	Servicio Nacional de la Mujer y la Equidad de Género, ONGs Nacionales relacionadas a violencia de género, policías, guardias municipales, Red Chilena Contra la Violencia Doméstica y Sexual.
Más información:	En la RM existen 31 Centros de la Mujer asociados al programa de Prevención de Violencia contra las Mujeres, los que atienden a mujeres mayores de 18 años que viven o han vivido violencias de género en contexto de pareja o ex pareja. Además, el Sernam cuenta con un Servicio de Atención telefónica y por whastaap que entrega orientación e información a todas las mujeres que espontáneamente consultan. Existen también Casas de Acogida, Centros de Reeduación de Hombres entre otros centros que se podrían ver beneficiados con esta información.
Supuestos:	Una mejor comprensión del riesgo asociado a eventos de calor extremo va a permitir una mejor gestión de estos días críticos.

• **Establecer criterios de riesgo aceptable para la autorización de eventos masivos al aire libre durante días de calor extremo.**

Fin	Reducir el exceso mortalidad, morbilidad y efectos adversos a la salud en la población.
Objetivo:	Evitar muertes y otros efectos adversos en la salud de las personas que asisten a eventos masivos (deportivos, culturales u otros)
Antecedentes	El calor extremo impacta también a cuerpos sanos y jóvenes. En situaciones críticas pueden incluso causar la muerte por golpe de calor. Existe una variedad de eventos masivos en la Región Metropolitana planificados para la temporada de verano (diciembre- marzo) y no se cuenta con una

	<p>definición de riesgo aceptable para poder exigir medidas de mitigación o incluso exigir que se pospongan.</p> <p>Los eventos deportivos son particularmente riesgosos porque el gasto energético cansa al cuerpo y le hace más difícil la termorregulación en situación de calor ambiental.</p> <p>Los eventos culturales (conciertos u otros) convocan a mucha gente que está expuesta al sol durante muchas horas consecutivas, con un gasto energético considerable.</p>
Acciones Propuestas	- Incluir en el decreto que autoriza eventos masivos al aire libre en la región el criterio de riesgo aceptable asociado al calor.
Instituciones Involucradas:	Ministerio del Interior, Delegación Regional, Ministerio de Salud, Seremi Salud.
Más información:	<p>Protocolo debe incluir:</p> <p>* Medidas de mitigación asociadas al Código Rojo, por ejemplo agua disponible y gratuita, sombra y baños públicos.</p> <p>* La posibilidad de suspender el evento al llegar a Nivel Magenta (o Rojo en el caso de eventos deportivos de alto impacto).</p>
Supuestos:	<p>Sistema de salud recibe y difunde alertas tempranas asociadas al calor.</p> <p>Colaboración con agencias gubernamentales y no gubernamentales para asegurar una respuesta integral.</p> <p>Existe un sistema de monitoreo epidemiológico para olas de calor</p>

8.3. Planes de Emergencia a Nivel Municipal

Para tener una buena gestión de riesgos asociados a cualquiera amenaza resulta imperativa la gestión local. En Chile, los municipios son actualmente las instituciones que tienen mayor conocimiento de las necesidades del territorio, así como una mayor capacidad de despliegue territorial. En el caso del calor extremo, es mucho lo que pueden hacer los municipios para reducir riesgos y ayudar a las personas a aprender de auto-cuidado. Considerando que la ley 21.364 del año 2021 señala la obligación de los municipios de contar con Planes comunales para la Reducción del Riesgo de Desastres, Planes comunales de Emergencia y una Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres resulta imperativo asegurar que la amenaza del calor extremo sea considerada por los municipios de la región. Para ello, es imperativo que los alcaldes y alcaldesas, así como los encargados de medioambiente, salud y las Unidades de Gestión del Riesgo de Desastres de cada comuna tengan información adecuada respecto al riesgo en el que se encuentra la población.

Respecto a los Planes comunales de Emergencia asociados al calor, se considera que estos deben contar, al menos, con:

- Estrategias comunicacionales específicas para el territorio y considerando de manera diferenciada a distintos perfiles poblacionales de la comuna: urbano/rural, adultos mayores, madres de lactantes, entre otros.
- Estrategias para asegurar agua potable en plazas y otros espacios públicos de la comuna. Esto es especialmente relevante en aquellas comunas con alto número de población flotante, es decir que visita solo durante el día, como Santiago Centro, Providencia y Las Condes.

- Lugares de enfriamiento disponibles para la población, especialmente adultos mayores. Estos lugares deben contar con un aire acondicionado y permitir a las personas quedarse un tiempo relativamente prolongado (3 horas). Existen distintos lugares públicos o de acceso público que pueden funcionar como espacios de enfriamiento: cines, centros comerciales, establecimientos educacionales, bibliotecas, entre otros. Algunas recomendaciones pueden encontrarse en el siguiente documento <https://www.cdc.gov/climateandhealth/docs/UseOfCoolingCenters.pdf>
- Transporte adecuado. La literatura ha establecido que los centros de enfriamiento son altamente efectivos para evitar golpes de calor. Sin embargo, el transporte de las personas hacia estos lugares puede resultar en un desafío. Un buen plan de emergencia ante el calor debe contar también con estrategias de transporte de la población vulnerable hacia estos lugares.
- Identificación de la población vulnerable de la comuna, especialmente aquellos adultos mayores que viven solos, personas con ciertas enfermedades crónicas o con problemas de consumo de sustancia.
- Educación de la población sobre el riesgo del calor extremo, con foco en grupos vulnerables
- Protocolo para evitar que funcionarios municipales trabajen a la intemperie en días de calor extremo (se debe incluir a empresas subcontratadas).

6.4. Acciones de Mitigación de mediano y largo plazo para ser incluidas en el Plan de Adaptación al Cambio Climático en desarrollo para la Región

Finalmente, consideramos que las acciones enfocadas a un mejor manejo de la emergencia deben estar sostenidas en un plan regional a mediano y largo plazo que permita mitigar el impacto del calor extremo en la ciudad. Si bien se establecieron algunas medidas existentes en el futuro Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Región, estas son insuficientes considerando el desafío existente. Se proponen, entonces, las siguientes acciones complementarias.

Acción:	Fortalecer las capacidades de predecir y proyectar los eventos de calor extremo, de modo que permitan mejorar la toma de decisiones, antes durante y después de un evento.
Antecedentes	Actualmente la Dirección Meteorológica de Chile cuenta con un portal de monitoreo de olas de calor diurna. https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/diario/mapaRecienteOlaDeCalor Actualmente la Dirección Meteorológica de Chile depende de la Dirección de Aeronáutica Civil Actualmente la Región cuenta con X estaciones de monitoreo meteorológico, lo que resulta insuficiente para una buena proyección de eventos y su distribución en la región.
Instituciones Involucradas:	Dirección Meteorológica de Chile, Ministerio de Medioambiente
Más información:	Adquirir y actualizar equipos de monitoreo meteorológico de última generación. Implementar sistemas de sensores distribuidos estratégicamente para una cobertura amplia y precisa. Establecer plataformas de integración de datos que faciliten la recopilación, análisis y distribución eficiente de información meteorológica. Integrar datos climáticos con información demográfica y de vulnerabilidad de la población.

	Realizar evaluaciones posteriores a eventos de calor extremo para analizar la precisión de las proyecciones.
Supuestos:	Umbrales adaptados al territorio Protocolos para la rápida comunicación de alertas a las autoridades pertinentes. colaboración entre agencias gubernamentales, centros de investigación, y organizaciones meteorológicas internacionales Comunicación efectiva que permita difundir información clara y comprensible sobre las proyecciones de calor extremo a la población y a las autoridades.

Acción:	Implementación de un Sistema eficiente de información y vigilancia sanitaria para monitorear la mortalidad atribuible al calor, permitiendo una respuesta rápida y efectiva ante eventos de calor extremo.
Antecedentes	No existen datos oficiales sobre el impacto de las olas de calor en la salud de la población, lo que dificulta la toma de decisión en este aspecto.
Instituciones Involucradas:	Ministerio de Salud, Subsecretaría de Salud Pública, Departamento de Gestión de Riesgos en Emergencias y Desastres, Instituto de Salud Pública.
Más información:	Desarrollar un sistema integral de información que incluya bases de datos actualizadas y accesibles. interfaz de usuario amigable para facilitar el ingreso y análisis de datos Establecer indicadores específicos para la mortalidad atribuible al calor, considerando variables como la edad, comorbilidades y condiciones socioeconómicas. Identificar grupos de población particularmente vulnerables a eventos adversos para orientar intervenciones específicas. Integrar el nuevo sistema con las plataformas de información de salud existentes para garantizar la coherencia y la eficiencia en la recolección de datos. Implementar protocolos para compartir información de manera segura y respetando la privacidad de los datos. Establecer canales de comunicación efectivos para informar a las autoridades de salud, profesionales médicos y al público en general sobre los resultados del monitoreo.
Supuestos:	Criterios claros para la clasificación de las muertes relacionadas con el calor capacidades analíticas para realizar estudios epidemiológicos y análisis de tendencias a partir de los datos recopilados. Establecer mecanismos de coordinación para garantizar la cohesión y la eficacia del sistema.

Acción:	Desarrollo de un Plan de aumento, mejoramiento y mantenimiento del arbolado urbano de la Región.
Antecedentes	Los árboles permiten bajar la temperatura del suelo, la sensación térmica y también mejoran la calidad de aire. Existe un déficit de arbolado en la mayoría de las comunas del Gran Santiago.
Instituciones Involucradas:	Gobierno Metropolitano, Municipios de la región metropolitana, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Organizaciones privadas ejecutoras del proyecto
Más información:	El mejoramiento del arbolado urbano ha sido incluido ya en el Plan de Adaptación del Gobierno Metropolitano, pero no se encuentra asociado directamente a la amenaza del calor. El Gobierno Metropolitano se encuentra actualmente desarrollando un programa en esta línea con un programa para la plantación, conservación, prevención y recuperación del arbolado urbano de la región. Este plan está siendo ejecutado por la Corporación Cultiva.
Supuestos:	Existe un plan de gestión de los arboles plantados por el plan. Las comunas y vecinos están involucrados en el cuidado del arbolado urbano.

Acción:	Estrategia de adaptación de viviendas de la región a través de una “ventanilla única” que permita acceder a los distintos programas de mejoramiento.
Antecedentes	Existen diversos planes y fondos para el mejoramiento de viviendas. pero están distribuidos en distintos programas e instituciones. Algunos de los programas no incluyen mejoramientos asociados a la amenaza del calor extremo.
Más información:	Se propone diseñar una “ventanilla única” donde las personas puedan identificar aquellos programas que serían aplicables a su vivienda. Esto permitirá acceder a financiamiento para: Construcción y renovación de viviendas con tecnologías que faciliten la regulación térmica, como aislamiento adecuado y sistemas de ventilación eficientes. Promover el uso de materiales de construcción que ayuden a mantener una temperatura interior confortable. Desarrollar estrategias específicas para proteger viviendas donde habitan grupos más vulnerables, como adultos mayores, niños pequeños y personas con condiciones médicas preexistentes. Se identifican al menos los siguientes subsidios que podrían ser utilizados para mejorar resiliencia al calor: <ul style="list-style-type: none"> • Subsidios de Acondicionamiento Térmico (Ministerio de Vivienda y Urbanismo) • Plan Hogar Sustentable: Convenio firmado por los Ministerios de Medio Ambiente, Energía y Vivienda

	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas de mejoramiento térmico asociadas a Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (Ministerio de Medio Ambiente) • Programa de Recambio de Calefactores (Ministerio de Medio Ambiente)
Instituciones Involucradas:	Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Municipios, Ministerio de Salud, Ministerio de Medio Ambiente
Supuestos:	Existe información actualizada respecto al estado de las viviendas de la región.

Referencias

Anderson, G.B., Oleson, K.W. and Jones, B. (2018) ‘Classifying heatwaves: developing health-based models to predict high-mortality versus moderate United States heatwaves’, *Climatic Change*, 146(3–4), pp. 439–453. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1776-0>.

Atlantic Council (2021) *Extreme heat: the economic and social consequences for the United States*. Washington, DC: Atlantic Council.

Ballester, J. *et al.* (2023) ‘Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022’, *Nature Medicine*, 29(7), pp. 1857–1866. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02419-z>.

Barriopedro, D. *et al.* (2023) ‘Heat Waves: Physical Understanding and Scientific Challenges’, *Reviews of Geophysics*, 61(2), p. e2022RG000780. Available at: <https://doi.org/10.1029/2022RG000780>.

Basu, R., Malig, B. and Ostro, B. (2010) ‘High Ambient Temperature and the Risk of Preterm Delivery’, *American Journal of Epidemiology*, 172(10), pp. 1108–1117. Available at: <https://doi.org/10.1093/aje/kwq170>.

Baysan, C. *et al.* (2019) ‘Non-economic factors in violence: Evidence from organized crime, suicides and climate in Mexico’, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 168, pp. 434–452. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2019.10.021>.

Berman, J.D., Bayham, J. and Burkhardt, J. (2020) ‘Hot under the collar: A 14-year association between temperature and violent behavior across 436 U.S. counties’, *Environmental Research*, 191, p. 110181. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110181>.

Boeckmann, M. and Rohn, I. (2014) ‘Is planned adaptation to heat reducing heat-related mortality and illness? A systematic review’, *BMC Public Health*, 14(1), p. 1112. Available at: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-1112>.

Boni, R.B.D. (2020) ‘Websurveys nos tempos de COVID-19’, *Cadernos de Saúde Pública*, 36(7), p. e00155820. Available at: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00155820>.

Bouchama, A. *et al.* (2022) ‘Classic and exertional heatstroke’, *Nature Reviews Disease Primers*, 8(1), p. 8. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41572-021-00334-6>.

Bouchama, A. and Knochel, J.P. (2002) ‘Heat Stroke’, *New England Journal of Medicine*, 346(25), pp. 1978–1988. Available at: <https://doi.org/10.1056/NEJMra011089>.

Box, S. (2016) *AVERAGE DAILY TEMPERATURE AND SIMPLE AND AGGRAVATED ASSAULTS IN CHARLOTTE-MECKLENBERG COUNTY, NORTH CAROLINA*. Southern Illinois University Cabrondale. Available at: <https://opensiuc.lib.siu.edu/theses/2033>.

Braian M, B. *et al.* (2018) 'Human Physiology in Extreme Heat and Cold', *International Archives of Clinical Physiology*, 1(1). Available at: <https://doi.org/10.23937/iacph-2017/1710001>.

Bunker, A. *et al.* (2016) 'Effects of Air Temperature on Climate-Sensitive Mortality and Morbidity Outcomes in the Elderly; a Systematic Review and Meta-analysis of Epidemiological Evidence', *eBioMedicine*, 6, pp. 258–268. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.02.034>.

Burkart, Katrin G *et al.* (2021) 'Estimating the cause-specific relative risks of non-optimal temperature on daily mortality: a two-part modelling approach applied to the Global Burden of Disease Study', *The Lancet*, 398(10301), pp. 685–697. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01700-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01700-1).

Burkart, Katrin G. *et al.* (2021) 'Estimating the cause-specific relative risks of non-optimal temperature on daily mortality: a two-part modelling approach applied to the Global Burden of Disease Study', *The Lancet*, 398(10301), pp. 685–697. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01700-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01700-1).

Burke, M., Hsiang, S.M. and Miguel, E. (2015) 'Climate and Conflict', *Annual Review of Economics*, 7(1), pp. 577–617. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080614-115430>.

Campbell, S. *et al.* (2018) 'Heatwave and health impact research: A global review', *Health & Place*, 53, pp. 210–218. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2018.08.017>.

Capon, A. *et al.* (2019) 'Heat and health: a forthcoming Lancet Series', *The Lancet*, 394(10198), pp. 551–552. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31759-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31759-3).

CEAD (2023) 'ESTADÍSTICAS DELICTUALES'. Centro de Estudios y Análisis del Delito. Available at: <https://cead.spd.gov.cl/estadisticas-delictuales/>.

CEPAL (2021) *Evaluación de los Costos de la Inacción Frente al Cambio Climático en Chile*. Ministerio del Medio Ambiente; CEPAL; Centro de Cambio Global UC. Available at: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48880-costos-asociados-la-inaccion-frente-al-cambio-climatico-chile-sintesis>.

Chersich, M.F. *et al.* (2020) 'Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: systematic review and meta-analysis', *BMJ*, p. m3811. Available at: <https://doi.org/10.1136/bmj.m3811>.

Cifuentes, L. *et al.* (2020) *Informe Proyecto ARClím: Salud*. Santiago, Chile: DeutsCentro de Cambio Global UC y DICTUC/Greenlab.

Cifuentes, L., Salas, C. and Bañados, A. (2023) *Nuevas consecuencias del cambio climático en salud. Segunda Etapa*. Centro Cambio Global UC.

Copernicus (2022) 'Heatwaves grip parts of Europe, Asia and North America in the first half of 2022', *Copernicus Climate Change Service*. Available at: <https://climate.copernicus.eu/heatwaves-grip-parts-europe-asia-and-north-america-first-half-2022>.

Craig, C. *et al.* (2016) 'A relationship between temperature and aggression in NFL football penalties', *Journal of Sport and Health Science*, 5(2), pp. 205–210. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.01.001>.

Crank, P.J., Hondula, D.M. and Sailor, D.J. (2023) 'Mental health and air temperature: Attributable risk analysis for schizophrenia hospital admissions in arid urban climates', *Science of The Total Environment*, 862, p. 160599. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160599>.

CREDEN (2016) *Estrategia Nacional de I+D+i para la Resiliencia ante Desastres de Origen Natural*. Santiago, Chile: Comisión Nacional para la Resiliencia frente a Desastres de Origen Natural, CREDEN. Available at: <http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/12/CREDEN-27122016-2.pdf>.

Cruz, E., D'Alessio, S.J. and Stolzenberg, L. (2023) 'The Effect of Maximum Daily Temperature on Outdoor Violence', *Crime & Delinquency*, 69(6–7), pp. 1161–1182. Available at: <https://doi.org/10.1177/0011128720926119>.

Dell, M., Jones, B.F. and Olken, B.A. (2012) 'Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century', *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), pp. 66–95. Available at: <https://doi.org/10.1257/mac.4.3.66>.

Dixon, P.G. *et al.* (2014) 'Association of Weekly Suicide Rates with Temperature Anomalies in Two Different Climate Types', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(11), pp. 11627–11644. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph111111627>.

Dixon, P.G. and Kalkstein, A.J. (2018) 'Where are weather-suicide associations valid? An examination of nine US counties with varying seasonality', *International Journal of Biometeorology*, 62(5), pp. 685–697. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00484-016-1265-1>.

DMCh (2020a) *Informe Técnico: Olas de Calor en Chile. Una nueva metodología para el estudio y monitoreo de los eventos de altas temperaturas*. Santiago, Chile: Oficina de Servicios Climatológicos. Dirección Meteorológica de Chile (DMCh). Available at: <https://climatologia.meteochile.gob.cl/publicaciones/olasDeCalor/informeOladeCalorMetodologia.pdf>.

DMCh (2020b) *Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile*. Available at: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/ReporteClimatico2020-edmay2021.pdf>.

DMCh (2022) *Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile*. Available at: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/05/reporteEvolucionClima2022.pdf>.

Ebi, K.L. *et al.* (2017) 'Detecting and Attributing Health Burdens to Climate Change', *Environmental Health Perspectives*, 125(8), p. 085004. Available at: <https://doi.org/10.1289/EHP1509>.

Ebi, Kristie L. *et al.* (2021) 'Hot weather and heat extremes: health risks', *The Lancet*, 398(10301), pp. 698–708. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01208-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01208-3).

Ebi, Kristie L. *et al.* (2021) 'Hot weather and heat extremes: health risks', *The Lancet*, 398(10301), pp. 698–708. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01208-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01208-3).

Feron, S. *et al.* (2023) 'Compound climate-pollution extremes in Santiago de Chile', *Scientific Reports*, 13(1), p. 6726. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33890-w>.

Field, C.B. *et al.* (eds) (2014) 'Human Health: Impacts, Adaptation, and Co-Benefits', in *Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 709–754. Available at: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415379.016>.

Fu, S.H. *et al.* (2018) 'Mortality attributable to hot and cold ambient temperatures in India: a nationally representative case-crossover study', *PLOS Medicine*, 15(7), p. e1002619. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002619>.

Gajardo, S. (2019) *REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO ADULTOS MAYORES: RESULTADOS ENCUESTA CASEN 2017*. Area de Estudios e Inversiones, Seremi de Desarrollo Social y Familia RM. Available at: https://www.desarrollosocialyfamilia.gob.cl/storage/docs/DOCUMENTO_ADULTO_MAYOR_RMS_CASEN_2017.pdf.

Gil, M. *et al.* (2021) 'Olas de Calor en Chile: Análisis y recomendaciones para fortalecer la gestión de riesgo de desastre con foco en las capacidades.', in *UC Propone 2021*. Centro de Políticas Públicas UC.

Green, H. *et al.* (2019a) 'Impact of heat on mortality and morbidity in low and middle income countries: A review of the epidemiological evidence and considerations for future research', *Environmental Research*, 171, pp. 80–91. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.010>.

Green, H. *et al.* (2019b) 'Impact of heat on mortality and morbidity in low and middle income countries: A review of the epidemiological evidence and considerations for future research', *Environmental Research*, 171, pp. 80–91. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.010>.

Gronlund, C.J. *et al.* (2014) 'Heat, Heat Waves, and Hospital Admissions among the Elderly in the United States, 1992–2006', *Environmental Health Perspectives*, 122(11), pp. 1187–1192. Available at: <https://doi.org/10.1289/ehp.1206132>.

Hajat, S. and Kosatky, T. (2010) 'Heat-related mortality: a review and exploration of heterogeneity', *Journal of Epidemiology & Community Health*, 64(9), pp. 753–760. Available at: <https://doi.org/10.1136/jech.2009.087999>.

Hajat, S., O'Connor, M. and Kosatsky, T. (2010) 'Health effects of hot weather: from awareness of risk factors to effective health protection', *The Lancet*, 375(9717), pp. 856–863. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61711-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61711-6).

Hansen, A. *et al.* (2008) 'The Effect of Heat Waves on Mental Health in a Temperate Australian City', *Environmental Health Perspectives*, 116(10), pp. 1369–1375. Available at: <https://doi.org/10.1289/ehp.11339>.

Heilmann, K. and Kahn, M.E. (2019) 'The Urban Crime and Heat Gradient in High and Low Poverty Areas'. Rochester, NY. Available at: <https://papers.ssrn.com/abstract=3406479> (Accessed: 21 October 2023).

Henrique, F. *et al.* (2020) 'Cambio Climático adverso provocado por la urbanización sin planificación ni evaluación ambiental en Santiago de Chile', *Revista de geografía Norte Grande*, (77), pp. 191–210. Available at: <https://doi.org/10.4067/S0718-34022020000300191>.

Hosokawa, Y. *et al.* (2019) ‘Activity modification in heat: critical assessment of guidelines across athletic, occupational, and military settings in the USA’, *International Journal of Biometeorology*, 63(3), pp. 405–427. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01673-6>.

Hsiang, S.M., Burke, M. and Miguel, E. (2013) ‘Quantifying the Influence of Climate on Human Conflict’, *Science*, 341(6151), p. 1235367. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.1235367>.

Huang, G., Zhou, W. and Cadenasso, M.L. (2011) ‘Is everyone hot in the city? Spatial pattern of land surface temperatures, land cover and neighborhood socioeconomic characteristics in Baltimore, MD’, *Journal of Environmental Management*, 92(7), pp. 1753–1759. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.02.006>.

Huang, J. *et al.* (2020) ‘Historical comparison of gender inequality in scientific careers across countries and disciplines’, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(9), pp. 4609–4616. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.1914221117>.

IFRC (2019) *Heatwave guide for cities*. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. Available at: <https://www.climatecentre.org/downloads/files/IFRCGeneva/RCCC%20Heatwave%20Guide%202019%20A4%20RR%20ONLINE%20copy.pdf>.

IPCC (2023) *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland.

Kenney, W.L., Craighead, D.H. and Alexander, L.M. (2014) ‘Heat Waves, Aging, and Human Cardiovascular Health’, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(10), p. 1891. Available at: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000325>.

Kephart, J.L. *et al.* (2022) ‘City-level impact of extreme temperatures and mortality in Latin America’, *Nature Medicine*, 28(8), pp. 1700–1705. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41591-022-01872-6>.

Klinenberg, K. (2002) *Heat Wave: A Social Autopsy of Disaster in Chicago*. Chicago: University of Chicago Press.

Koubi, V. (2019) ‘Climate Change and Conflict’, *Annual Review of Political Science*, 22(1), pp. 343–360. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-polisci-050317-070830>.

Kubo, R. *et al.* (2021) ‘Association between ambient temperature and intentional injuries: A case-crossover analysis using ambulance transport records in Japan’, *Science of The Total Environment*, 774, p. 145511. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145511>.

Lemon, D.J. and Partridge, R. (2017) ‘Is weather related to the number of assaults seen at emergency departments?’, *Injury*, 48(11), pp. 2438–2442. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.08.038>.

Levy, B.S., Sidel, V.W. and Patz, J.A. (2017) ‘Climate Change and Collective Violence’, *Annual Review of Public Health*, 38(1), pp. 241–257. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044232>.

Linares, C. and Díaz, J. (2023) ‘¿Es lo mismo una ola de calor en salud que una ola de calor en meteorología?’, *Science Media Center*. Available at: <https://sciencemediacentre.es/es-lo-mismo-una-ola->

de-calor-en-salud-que-una-ola-de-calor-en-meteorologia#:~:text=Por%20otro%20lado%2C%20las%20olas,un%20periodo%20de%20tres%20d%C3%A9das.

Lõhmus, M. (2018) ‘Possible Biological Mechanisms Linking Mental Health and Heat-A Contemplative Review’, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), p. 1515. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph15071515>.

McElroy, S. *et al.* (2022) ‘Extreme heat, preterm birth, and stillbirth: A global analysis across 14 lower-middle income countries’, *Environment International*, 158, p. 106902. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106902>.

McGregor, G.R. *et al.* (eds) (2015) *Heatwaves and health: guidance on warning-system development*. Geneva: World Meteorological Organization : World Health Organization.

Minsal (2021) *INFORME ENCUESTA NACIONAL DE SALUD 2016-2017. Salud Mental 2: Comportamiento Suicida*. Santiago - Chile: Ministerio de Salud - Subsecretaría de Salud Pública.

MMA (2014) *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Elaborado en el marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático*. Ministerio de Medioambiente. Gobierno de Chile. Available at: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf>.

MMA (2017) *Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022*. Available at: <https://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/1422>.

Montaner-Fernández, D. *et al.* (2020) ‘Spatio-Temporal Variation of the Urban Heat Island in Santiago, Chile during Summers 2005–2017’, *Remote Sensing*, 12(20), p. 3345. Available at: <https://doi.org/10.3390/rs12203345>.

Mucke (2021) *World Risk Report*. Bündnis Entwicklung Hilft, Ruhr University Bochum – Institute for International Law of Peace and Armed Conflict (IFHV). Available at: https://weltrisikobericht.de/wp-content/uploads/2021/09/WorldRiskReport_2021_Online.pdf (Accessed: 8 November 2021).

Mullins, J.T. and White, C. (2019) ‘Temperature and mental health: Evidence from the spectrum of mental health outcomes’, *Journal of Health Economics*, 68, p. 102240. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2019.102240>.

Murray, C.J.L. *et al.* (2020) ‘Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019’, *The Lancet*, 396(10258), pp. 1223–1249. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2).

Obradovich, N. *et al.* (2018) ‘Empirical evidence of mental health risks posed by climate change’, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(43), pp. 10953–10958. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.1801528115>.

Otrachshenko, V., Popova, O. and Tavares, J. (2021) ‘Extreme Temperature and Extreme Violence: Evidence from Russia’, *Economic Inquiry*, 59(1), pp. 243–262. Available at: <https://doi.org/10.1111/ecin.12936>.

Palmeiro-Silva, Y.K. *et al.* (2023) 'The Lancet Countdown South America: increasing health opportunities by identifying the gaps in health and climate change research', *The Lancet Regional Health - Americas*, p. 100605. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.lana.2023.100605>.

Palmeiro-Silva, Y.K., Melo, O. and Achondo, B. (2022) *The Lancet Countdown on Health and Climate Change: Resumen de políticas para Chile*. Centro de Políticas Públicas UC.

Pörtner, O. and Roberts, D. (2022) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Working Group II - Intergovernmental Panel on Climate Change. Available at: https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf.

Romanello, M. *et al.* (2022) 'The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels', *The Lancet*, 400(10363), pp. 1619–1654. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01540-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01540-9).

Romero Aravena, H. and Molina, M. (2008) 'Relación espacial entre tipos de usos y coberturas de suelos e islas de calor en Santiago de Chile.' Available at: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/117775> (Accessed: 29 August 2023).

Romero, H. (no date) 'RELACIÓN ESPACIAL ENTRE TIPOS DE USOS Y COBERTURAS DE SUELOS E ISLAS DE CALOR EN SANTIAGO DE CHILE'.

Romero, H., Salgado, M. and Smith, P. (2010) 'Cambios climáticos y climas urbanos: Relaciones entre zonas termales y condiciones socioeconómicas de la población de Santiago de Chile', *Revista INVI*, 25(70). Available at: <https://doi.org/10.4067/S0718-83582010000300005>.

Roth, G.A. *et al.* (2018) 'Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017', *The Lancet*, 392(10159), pp. 1736–1788. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32203-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32203-7).

Sanz-Barbero, B. *et al.* (2018) 'Heat wave and the risk of intimate partner violence', *Science of The Total Environment*, 644, pp. 413–419. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.368>.

Sarricolea, P., Herrera-Ossandon, M. and Meseguer-Ruiz, Ó. (2017) 'Climatic regionalisation of continental Chile', *Journal of Maps*, 13(2), pp. 66–73. Available at: <https://doi.org/10.1080/17445647.2016.1259592>.

Schwaab, J. *et al.* (2021) 'The role of urban trees in reducing land surface temperatures in European cities', *Nature Communications*, 12(1), p. 6763. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26768-w>.

Semenza, J.C. *et al.* (1996) 'Heat-Related Deaths during the July 1995 Heat Wave in Chicago', *New England Journal of Medicine*, 335(2), pp. 84–90. Available at: <https://doi.org/10.1056/NEJM199607113350203>.

Sepúlveda, O. (2006) 'Islas de Calor en el centro de Santiago: El efecto de los edificios forrados en vidrios', *Boletín de Geografía UMCE*, 24.

Seremi Salud RM (2014) *Diagnóstico de Salud Region Metropolitana 2014*. Available at: <https://www.gobiernosantiago.cl/wp-content/uploads/2014/12/Seremi-de-Salud-Regi%C3%B3n->

Metropolitana-Diagnóstico-de-Salud-de-la-Región-Metropolitana-2014-Diciembre-2014.pdf.

Settineri, S. *et al.* (2016) 'Meteorological conditions and psychiatric emergency visits in Messina, Italy', *International Journal of Psychological Research*, 9(1), pp. 72–82. Available at: <https://doi.org/10.21500/20112084.2103>.

Singh, N. *et al.* (2021) 'Association between climate and infectious diseases among children in Varanasi city, India: A prospective cohort study', *Science of The Total Environment*, 796, p. 148769. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148769>.

Smith, P. and Romero, H. (2016) 'Factores explicativos de la distribución espacial de la temperatura del aire de verano en Santiago de Chile', *Revista de geografía Norte Grande*, (63), pp. 45–62. Available at: <https://doi.org/10.4067/S0718-34022016000100004>.

Stechemesser, A., Levermann, A. and Wenz, L. (2022) 'Temperature impacts on hate speech online: evidence from 4 billion geolocated tweets from the USA', *The Lancet Planetary Health*, 6(9), pp. e714–e725. Available at: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00173-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00173-5).

Stillman, J.H. (2019) 'Heat Waves, the New Normal: Summertime Temperature Extremes Will Impact Animals, Ecosystems, and Human Communities', *Physiology*, 34(2), pp. 86–100. Available at: <https://doi.org/10.1152/physiol.00040.2018>.

Toloo, G. (Sam) *et al.* (2013) 'Are heat warning systems effective?', *Environmental Health*, 12(1), p. 27. Available at: <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-27>.

Vandentorren, S. *et al.* (2006) 'August 2003 Heat Wave in France: Risk Factors for Death of Elderly People Living at Home', *European Journal of Public Health*, 16(6), pp. 583–591. Available at: <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckl063>.

Vaneckova, P. and Bambrick, H. (2013) 'Cause-Specific Hospital Admissions on Hot Days in Sydney, Australia', *PLoS ONE*. Edited by D.W. Dowdy, 8(2), p. e55459. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055459>.

Wallace, R.F. *et al.* (2007) 'Prior heat illness hospitalization and risk of early death', *Environmental Research*, 104(2), pp. 290–295. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2007.01.003>.

Wang, R. *et al.* (2022) 'The relationship between the intensified heat waves and deteriorated summertime ozone pollution in the Beijing–Tianjin–Hebei region, China, during 2013–2017', *Environmental Pollution*, 314, p. 120256. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120256>.

Wang, X.Y. *et al.* (2009) 'Temperature variation and emergency hospital admissions for stroke in Brisbane, Australia, 1996–2005', *International Journal of Biometeorology*, 53(6), pp. 535–541. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00484-009-0241-4>.

Wang, Y.-C. and Lin, Y.-K. (2014) 'Association between Temperature and Emergency Room Visits for Cardiorespiratory Diseases, Metabolic Syndrome-Related Diseases, and Accidents in Metropolitan Taipei', *PLoS ONE*. Edited by Q. Sun, 9(6), p. e99599. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099599>.

Watts, N. *et al.* (2018) 'The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change: shaping the health of nations for centuries to come', *The Lancet*, 392(10163), pp. 2479–2514. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32594-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32594-7).

WMO (2023a) *Definition and Monitoring of Extreme Weather and Climate Events*. World Meteorological Organization. Available at: https://library.wmo.int/viewer/58396?medianame=1310_Guidelines_on_DEWCE_en_#page=3&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=.

WMO (2023b) *Heatwaves worsen air quality and pollution*. Available at: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-bulletin-heatwaves-worsen-air-quality-and-pollution>.

WMO (2023c) *State of the Global Climate 2022*. World Meteorological Organization.

Woodward, K.R. *et al.* (2014) 'Human health: impacts, adaptation, and co-benefits', in *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press., pp. 709–754.

Worfolk, J.B. (2000) 'Heat Waves: Their Impact on the Health of Elders', *Geriatric Nursing*, 21(2), pp. 70–77. Available at: <https://doi.org/10.1067/mgn.2000.107131>.

Yang, H.-Y., Lee, J.K.W. and Chio, C.-P. (2022) 'Extreme temperature increases the risk of stillbirth in the third trimester of pregnancy', *Scientific Reports*, 12(1), p. 18474. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23155-3>.

Ye, X. *et al.* (2012) 'Ambient Temperature and Morbidity: A Review of Epidemiological Evidence', *Environmental Health Perspectives*, 120(1), pp. 19–28. Available at: <https://doi.org/10.1289/ehp.1003198>.

Zhang, P. *et al.* (2018) 'Temperature effects on productivity and factor reallocation: Evidence from a half million chinese manufacturing plants', *Journal of Environmental Economics and Management*, 88, pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2017.11.001>.

Zhang, Y., Yu, C. and Wang, L. (2017) 'Temperature exposure during pregnancy and birth outcomes: An updated systematic review of epidemiological evidence', *Environmental Pollution*, 225, pp. 700–712. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.066>.

Zuo, J. *et al.* (2015a) 'Impacts of heat waves and corresponding measures: a review', *Journal of Cleaner Production*, 92, pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.078>.

Zuo, J. *et al.* (2015b) 'Impacts of heat waves and corresponding measures: a review', *Journal of Cleaner Production*, 92, pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.078>.