

Profundización temática
Estrategia de Resiliencia
Gobierno Regional Metropolitano de Santiago



Resumen Ejecutivo

Capítulo

Cambio Climático en la Región Metropolitana de Santiago

Autores:

Centro de Cambio Global UC
Sebastián Vicuña, Eduardo Bustos

Greenlab UC
Camila Cabrera, Luis Cifuentes, José Miguel Valdés

CEDEUS UC
Jorge Gironás

Para



Santiago, Marzo 2017

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo ha buscado sistematizar y recopilar antecedentes sobre el fenómeno del cambio climático global y su vinculación y expresión en el territorio y con actividades presentes en la Región Metropolitana de Santiago. A partir de este diagnóstico se discuten los desafíos más importantes en relación a la resiliencia de la Región.

Este análisis consideró a la Región Metropolitana como un agente activo en relación al cambio climático, tanto como generador de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a partir de sus actividades directas e indirectas, así como un receptor directo de los efectos ambientales e impactos del fenómeno en distintos sectores, tales como el industrial, residencial y agrícola, entre otros. Una primera etapa del análisis consistió en analizar las condiciones de base que explican la actividad de cada uno de estos sectores.

En lo que respecta al **sector industrial**, se analizó su participación como fuente emisora de residuos líquidos, pudiendo identificar que del total de industrias emisoras, cerca de un 16% concentran el 90% del total de emisiones, principalmente a cursos de agua superficial, regulados éstos por el D.S. N°90 sobre descarga de residuos líquidos en aguas marinas y continentales. Estas descargas en su mayoría son a los ríos Maipo y Mapocho, así como esteros menores en área norte de la región (Quilicura, Lampa, Batuco) y zona sur poniente (Padre Hurtado, Peñaflores, Talagante)

En lo que respecta a su participación como consumidor de combustible y electricidad, destaca un alto consumo directo de combustibles fósiles como fuente de energía para procesos industriales, llegando al 98% del consumo a partir de diésel y gas natural al año 2015. Por su parte el consumo eléctrico del sector industrial a partir del Sistema Interconectado Central (SIC) ha mostrado un sostenido crecimiento, llegando al año 2015 sobre los 7.000 GWh.

Para el **sector residencial**, se analizó el consumo de agua a nivel de hogar, encontrándose importantes diferencias según el tipo de hogar y comuna de residencia, con valores entre los 10 m³ y 35 m³ por hogar al mes, según nivel de ingreso, tamaño de la vivienda, tipo de artefactos, tamaño de jardín, entre otros.

En lo relativo al consumo de combustibles por parte del sector residencial (que incluye además comercial y público en este análisis), este se asocia principalmente al sector transporte, destacando la participación de la gasolina y diésel con un 42% y 29%, seguidos por el gas natural (18%). En lo que respecta al consumo eléctrico, salvo el periodo cercano a la crisis económica del año 2008, se observa un sostenido aumento, que en promedio alcanza el 2,5% en el periodo observado (2007 – 2015).

El **sector agrícola** es un importante actor en la cuenca, por lo que se analizó su participación como consumidor de agua y emisor de GEI. En lo que respecta a su consumo de agua, se revisó en detalle la situación de la Primera Sección del río Maipo, organización que agrupa ocho asociaciones de canalistas que llegan a repartir en los meses de verano a un valor máximo de 149 m³/s y un mínimo en invierno de 65 m³/s, los cuales son utilizados para el riego de una variada matriz de producción, en los que destacan cultivos de alto valor comercial, como son la uva de mesa, viñas y otros frutales de exportación.

Las emisiones de GEI del sector agrícola están principalmente asociadas a la fermentación y manejo del estiércol de la actividad ganadera y al uso y volatilización de fertilizantes. Para ganadería, se ha visto un sostenido crecimiento de porcinos y aves, con crecimientos que superan el 3,5% y 4% respectivamente. Para el caso de los fertilizantes, se observa una disminución en su uso en la región cercana al 1%.

Otros sectores interesantes de analizar corresponde a la generación de residuos y lo que respecta a riego de parques urbanos. Para la **generación de residuos**, relevante fuente de emisiones de GEI, se observa un consistente aumento de la actividad, siendo los más relevantes los restos de alimentos y papeles y cartones, alcanzándose al 2013, cerca de tres mil toneladas al año de residuos generados en la región. Un uso relevante de agua en la ciudad de Santiago es el asociado al **riego de parques urbanos y plazas municipales**, en donde es posible evidenciar importantes variaciones a nivel regional, tanto en lo que respecta a la distribución y superficie de áreas verdes, como en las prácticas de riego y volúmenes de agua aplicada. Entre las distintas comunas urbanas de la región, se observan superficies que van desde los 1,8 m²/hab hasta los 56,2 m²/hab, respondiendo esta distribución principalmente al nivel de ingreso medio de las comunas. En lo que respecta a prácticas de riego, éstas presentan una marcada estacionalidad en respuesta a cambios en las temperaturas, observándose una gran variabilidad entre los volúmenes de riego aplicados. Estas variaciones, que alcanzan valores de hasta 25.000 m³/mes en algunos casos en los meses de verano, responden al tipo y frecuencia de riego y tamaño del área regada, entre otros factores.

Una segunda etapa del análisis consistió en revisar los **impactos esperados del cambio climático en la región**, tanto a nivel de variables meteorológicas relevantes como precipitación y temperatura, como también el efecto de estos cambios en variables como la magnitud y temporalidad de los caudales, el área glaciaria, la ocurrencia de eventos favorables al desarrollo de incendios, entre otras.

Se observa para la región una consistente señal de cambio climático que tiende hacia la **disminución progresiva de las precipitaciones y el aumento de temperatura**. En el caso de las precipitaciones, la señal es más intensa hacia periodos más lejanos y al considerar escenarios más severos de emisiones de GEI, con disminuciones que van desde aproximadamente un 10% en un periodo temprano (2010-2040), hasta reducciones del 30% en la precipitación total anual para escenarios severos hacia fines de siglo (2070-2100). Para el caso de las temperaturas medias se observa un calentamiento progresivo, desde 1°C por sobre la temperatura media histórica para el periodo 2010-2040, y aumentando hacia promedios de 2.5°C y 3.5°C para los escenarios de emisiones más severos para el periodo tardío (2070-2100).

Estas proyecciones de cambio en precipitaciones y temperatura se esperan tengan importantes efectos en la **disponibilidad y temporalidad de caudales en los ríos Maipo y Mapocho**. En términos generales se enfrentará una disminución en la disponibilidad de agua, principalmente en la época de primavera y verano, en conjunto con un adelantamiento en la ocurrencia de los caudales máximos. A partir de ejercicios de modelación, se observa un importante efecto del aumento de temperatura sobre las dinámicas de derretimiento de glaciares. Se esperan reducciones tanto en el área glaciaria, así como el aporte de caudal proveniente de deshielo glaciario, con importantes efectos a escala de subcuenca en los caudales de los meses de enero, febrero y marzo, en donde la proporción de caudal proveniente de deshielo glaciario, es mayor.

Estos efectos en la hidrología de las cabeceras de las subcuencas se observan en los caudales a la salida de la cordillera, en particular en el sector de Maipo en el Manzano, en donde toman sus aguas los principales usuarios de agua asociados a la Primera Sección del río Maipo. En este punto se observan, para escenarios pesimistas de cambio climático, **reducciones en torno al 30% en los caudales promedio anuales.**

Estas dinámicas de cambio en la disponibilidad de agua en este sector, genera efectos sobre los usuarios de agua asociados, tales como el sector agrícola, representado por distintas asociaciones de canalistas, y la provisión de agua potable para la ciudad de Santiago, representado por la empresa Aguas Andinas.

Adicionalmente a los impactos esperados en la disponibilidad de agua para, se han revisado otros impactos esperados producto del cambio en los patrones climáticos. Uno de ellos es el **aumento del riesgo de generación de incendios forestales** producto del aumento progresivo de las temperaturas máximas, lo que se suma a las condiciones de menor precipitación esperada, configurando condiciones favorables para el desarrollo de este tipo de siniestros.

Asociado también a aumento de los valores de temperaturas máximas y a factores tales como el aumento del área urbana y la distribución de áreas verdes al interior de la ciudad, se esperan un **aumento del número e impacto del fenómeno de olas de calor** en la ciudad. Asimismo, es importante considerar el impacto que posee la urbanización de zonas de transición urbano-piedemonte, en lo que respecta a la impermeabilización de zonas de infiltración, con el consecuente aumento en el riesgo de inundaciones para la ciudad. Este riesgo puede verse también acentuado con la ocurrencia de eventos de tormentas cálidas que aumentan el área aportante de caudales producto del alza de línea de nieves en un evento de precipitación.

A partir del análisis de las condiciones de base de actividad y tasas de emisión de GEI expuestas y de los impactos esperados del cambio climático, se planteó en una tercera etapa del trabajo una estrategia y plan de acción para responder a los desafíos que se plantean en la región.

Se consideró, en una primera categoría, **acciones estructurales y transversales** que permitirán ser el sustento luego de acciones de carácter sectorial a nivel regional en los componentes de mitigación y adaptación al cambio climático. En esta categoría, se plantea la conformación de una “Mesa Regional de Cambio Climático”, la cual sea la instancia de coordinación de acciones y de capacidades técnicas para la planificación y ejecución de acciones de los distintos servicios y agentes del estado. En paralelo, se hace necesario el diseño, elaboración, operación y mantención de un Plan de Monitoreo para la cuenca, la cual permita consolidar y reunir información relevante para la toma de decisiones, permitiendo asimismo a los distintos actores interesados, acceder a información relativa a condiciones ambientales actuales y futuras que les permitan identificar riesgos y, por tanto, planificar acciones que aumenten su resiliencia.

A partir de esta propuesta de acciones transversales, se desprenden una serie de **recomendaciones que apuntan a abordar los distintos espacios de oportunidad en temas de mitigación y adaptación**, planteando acciones para las distintas dimensiones tratadas. En mitigación se abordan los componentes de transporte, gestión de residuos y eficiencia energética y en adaptación aspectos como eficiencia en el uso del agua y mejor gestión, planificación territorial para la disminución del

riesgo y acciones que disminuyan la exposición de la población a eventos de inundación y olas de calor.

Es de destacar la inclusión de **temas hasta ahora poco abordados** por la investigación y las políticas públicas tales como la gestión del agua vinculada con la mantención de parques metropolitanos y plazas públicas. Su rol como elementos territoriales multipropósito los convierten en interesantes elementos de estudio y abordaje, al suministrar espacios de esparcimiento, generar zonas frescas en la ciudad, depuración del aire, infiltración de precipitaciones, entre otros. Pero su mantención en especial respecto al riego requiere de importantes cantidad de agua disponible lo cual es un desafío complejo en un contexto de disminución de caudales. Asimismo, aspectos como la calidad del agua en cursos superficiales, vinculada tanto a las descargas industriales directas, así como a los vertimientos de las plantas de tratamiento de aguas servidas con miras al cumplimiento de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la cuenca, plantean desafíos importantes, más aun considerando los impactos esperados de disminución y cambio en la temporalidad de caudales en toda la región.

Como parte de los aprendizajes que emergen de los **procesos multiactor de carácter participativo que se han desarrollado en la región** y que han abordado la problemática del cambio climático (proyectos Clima Adaptación Santiago-CAS y Maipo: Plan de Adaptación-MAPA), es importante el avanzar en la identificación de liderazgos institucionales que puedan recoger tanto el conocimiento científico y técnico generado, así como establecer mecanismos de coordinación, fomento y visibilización de las múltiples acciones, proyectos, planes y programas que ocurren y debiesen ocurrir en la región como parte de esta estrategia de resiliencia.

Adicionalmente es importante reconocer y considerar en el proceso de toma de decisión asociado a este plan y las acciones que propuestas, las múltiples **interacciones existentes entre distintas dimensiones y componentes del sistema socio-ecológico**. Es necesario considerar los efectos de ciertas medidas de mitigación en mejorar la resiliencia de la ciudad, disminuyendo su dependencia de distintas fuentes de energía y la generación de co-beneficios potenciales. En este sentido, por ejemplo, acciones que disminuyan las emisiones de gases y material particulado afectarán positivamente la salud de la población y disminuirán el material particulado depositado sobre masas de nieve y hielo en cordillera. Por su parte, la disminución en la disponibilidad de agua desde fuentes superficiales junto al aumento proyectado en la demanda de agua, aumentarán la presión sobre recursos de agua subterránea en la cuenca, lo que causaría un aumento en el consumo de energía por el funcionamiento de bombas, con el consecuente aumento de las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero a partir de la matriz de generación energética actual.

El cambio climático junto al desarrollo de las sociedades y su territorio, plantean importantes desafíos a la resiliencia de los sistemas humanos y naturales. En sistemas con vulnerabilidades actuales relevantes, con alta concentración de usuarios y una alta presión en el uso de recursos, las proyecciones de cambios en el clima y el crecimiento poblacional demandan la generación de acciones que busquen enfrentar, tanto los desafíos actuales como futuros, con amplitud de mirada, basada en conocimiento científico y técnico y herramientas sólidas que permitan el considerar e incluir en el análisis las distintas dimensiones y actores involucrados.