



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

**CARBONO NEUTRALIDAD EL 2050: ANÁLISIS DE
ASPECTOS NORMATIVOS, TÉCNICOS,
ECONÓMICOS, CULTURALES Y DE
INFRAESTRUCTURA PARA LA FAMILIA CHILENA
EN LA REGION METROPOLITANA**

María José Guzmán Thoms

PROFESOR(ES) GUÍA: Diego Rivera Salazar, PhD.

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
MAGISTER EN GESTIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD

SANTIAGO – CHILE
2023



CARBONO NEUTRALIDAD EL 2050: ANÁLISIS DE ASPECTOS NORMATIVOS, TÉCNICOS, ECONÓMICOS, CULTURALES Y DE INFRAESTRUCTURA PARA LA FAMILIA CHILENA EN LA REGION METROPOLITANA

POR: MARIA JOSE GUZMAN THOMS

Proyecto de Grado presentado a la Comisión integrada por los profesores:

PROFESOR GUIA: DIEGO RIVERA SALAZAR, PhD.

PROFESOR INTEGRANTE 1: LORENZO REYES BOZO, PhD.

PROFESOR INTEGRANTE 2: SERGIO RODRIGUEZ LOPEZ, MBA.

Para completar las exigencias del Grado de Magister en Gestión de la Sustentabilidad.

Enero, 2023
Santiago, Chile

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Por medio de la presente, declaro que el trabajo titulado: **CARBONO NEUTRALIDAD EL 2050: ANÁLISIS DE ASPECTOS NORMATIVOS, TÉCNICOS, ECONÓMICOS, CULTURALES Y DE INFRAESTRUCTURA PARA LA FAMILIA CHILENA EN LA REGION METROPOLITANA**, que presento a la Universidad del Desarrollo de Chile, es de mi autoría y no ha sido publicado previamente, ni está siendo considerado para publicación bajo otra filiación. En igual sentido, declaro que el trabajo de tesis y su contenido, son originales y que todos los datos y referencias a trabajos ya publicados con anterioridad han sido debidamente identificados, referenciados o citados en el documento, y que estas citas han sido incluidas en las referencias bibliográficas. Afirmo, asimismo, que los materiales presentados no se encuentran protegidos por derechos de autor; y en caso de que así lo estuvieran, me hago responsable de cualquier litigio o reclamo relacionado con la violación de derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Universidad del Desarrollo de Chile.

Finalmente, me comprometo a no someter este trabajo (o parte de este), a consideración en ninguna revista o congreso para publicación sin contar con la aprobación y haber pasado el debido proceso de revisión en Universidad del Desarrollo. En caso de que un artículo sea aprobado para su publicación, autorizo a la Universidad del Desarrollo a incluir dicho artículo en sus revistas, y a reproducirlo, editarlo, distribuirlo, exhibirlo y comunicarlo en el país y en el extranjero, por medios impresos, electrónicos, Internet o cualquier otro medio, para propósitos científicos y sin fines de lucro.



María José Guzmán Thoms

Firma

Dedico este trabajo a mi familia:

A mi padre por enseñarme, entre tantas otras cosas el valor del trabajo,

A mi madre por su amor incondicional,

A mi hermano por acompañarme en el camino,

A Sandra por ser mi inspiración, cómplice y quien da sentido al día a día,

A mi sobrino, que con su ternura alegra nuestras vidas,

*A mis amigos, Paola, Angélica, Luis y, en especial a mis C3 queridas por estar
siempre a mi lado,*

Y a todos quienes de una u otra forma son parte de lo que soy.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mis agradecimientos a mi profesor guía Diego Rivera por su orientación y constante retroalimentación quién ha sido fundamental en el resultado conseguido en esta tesis. Sus consejos y motivación para lograr sacar lo mejor de mí, sin duda ha sido un aporte a mi formación y a mi calidad profesional.

No puedo dejar de mencionar a quienes han acompañado mi crecimiento en este Magister, mis colegas Claudia Henriquez, Javiera Rocha y Jessica Sáez, de quienes he aprendido mucho en lo profesional y en lo personal. Sin su apoyo, alegría y sintonía constante en todo el camino que hemos recorrido, hizo el proceso más interesante y lleno de desafíos.

También quiero agradecer a todos los docentes que nos han entregado sus conocimientos y consejos, a veces más allá de lo que los ramos requerían. Son grandes profesionales que sin duda han hecho un cambio en mi formación de ingeniero.

Finalmente debo agradecer a mi empresa, por darme el tiempo, el apoyo y dejar que aplicara los conocimientos en los diferentes ámbitos de la organización.

CARBONO NEUTRALIDAD EL 2050: ANÁLISIS DE ASPECTOS NORMATIVOS, TÉCNICOS, ECONÓMICOS, CULTURALES Y DE INFRAESTRUCTURA PARA LA FAMILIA CHILENA EN LA REGION METROPOLITANA

María José Guzmán Thoms

Bajo la supervisión del Profesor Diego Rivera Salazar, PhD, en la Universidad del Desarrollo de Chile

Resumen

Este trabajo presenta un análisis de los aspectos normativos, técnicos, económicos, culturales y de infraestructura a los que se verán enfrentadas las familias de la región Metropolitana para lograr la meta de carbono neutralidad comprometida para el año 2050. Para lograrlo, se realizó una comparación cualitativa basada en el relevo de datos provenientes de estudios existentes, el análisis de artículos académicos y literatura gris. Dentro de éste se considera el análisis de las ECLP de Estados Unidos, Canadá, España, Dinamarca, Costa Rica y Colombia con el fin de determinar las variables de mayor impacto que de ellas se desprenden para luego profundizarlas y analizarlas comparativamente con las principales fuentes de generación de GEI.

El análisis muestra que la implementación de las acciones en las familias de la región Metropolitana se sustenta en generar cambios culturales, normativos, infraestructura y tecnología en los sectores energético, gestión de residuos y recurso hídrico.

Se concluye que el Estado deberá generar inversión en la implementación de infraestructura relacionada con disminución de los GEI asociados al reemplazo del consumo de combustibles fósiles por el uso de energía eléctrica en los artefactos de uso doméstico; a poder aumentar la tasa de reciclaje de los residuos mediante

educación y la ampliación de la cobertura de los puntos limpios; a generar la regulación e infraestructura necesaria para la recuperación y uso de las aguas grises. Finalmente, se debe implementar un plan de educación y concientización a la población para generar el cambio cultural y de hábitos que el desafío de la carbono neutralidad conlleva.

Palabras clave: Cambio climático, Gases de Efecto Invernadero (GEI), Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), Acuerdo de París, Contribución Determinada Nacional (NDC).

HIGHLIGHTS

CARBONO NEUTRALIDAD EL 2050: ANÁLISIS DE ASPECTOS NORMATIVOS, TÉCNICOS, ECONÓMICOS, CULTURALES Y DE INFRAESTRUCTURA PARA LA FAMILIA CHILENA EN LA REGION METROPOLITANA

María José Guzman Thoms

- Análisis de los aspectos normativos, técnicos, económicos, culturales y de infraestructura a los que se verán enfrentadas las familias de la región metropolitana para lograr la carbono neutralidad.
- Se considera una etapa cualitativa basada en el relevo de datos provenientes de estudios existentes, el análisis de artículos académicos y literatura gris.
- Evaluación comparativa del impacto de las propuestas de mitigación identificadas mediante el uso de información disponible en las ECLP de diferentes países suscritos al Acuerdo de París para priorizar los aspectos a profundizar.
- El análisis muestra que las variables relevantes son la normativa, la infraestructura tecnológica y el cambio cultural. Éstas se analizan para los sectores energético, hídrico y residuos, que son de impacto y dependencia directa, además de beneficio común en la población.
- La ECLP de Chile se sustenta en normativa que gestiona los impactos significativos sobre la generación de GEI, pero las acciones definidas se encuentran atrasadas y requieren de participación total de la ciudadanía, lo que se logrará concientizando y visualizando la dimensión del desafío de la carbono neutralidad.

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	10
1.1	CARBONO NEUTRALIDAD 2050: DEFINICIONES Y MARCO NORMATIVO ACTUAL	11
1.2	EXPERIENCIA INTERNACIONAL EN CARBONO NEUTRALIDAD DOMICILIARIA.....	14
1.3	EMISIÓN DE GEI RESIDENCIALES	16
1.4	CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO	18
1.5	OBJETIVO GENERAL.....	19
1.5.1	<i>Objetivos específicos</i>	19
1.6	PROPUESTA METODOLÓGICA	20
1.7	ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTE TRABAJO	21
2	INFORMACIÓN Y RESULTADOS.....	22
2.1	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS RECOGIDOS	22
2.2	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	27
2.2.1	<i>Consumo energético</i>	27
2.2.2	<i>Generación de Residuos</i>	34
2.2.3	<i>Recursos hídricos</i>	38
3	ARTÍCULO.....	43
4	CONCLUSIONES GENERALES	65
4.1	PROPUESTA PARA TRABAJOS FUTUROS	68
5	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	69
6	ANEXO: REPORTE DE PLAGIO	77
7	ANEXO:	78
7.1	ANEXO 1. CONSUMO FINAL DE ENERGÍA SEGÚN OCDE PARA EL AÑO 2019.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

TABLA 1: RESUMEN PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 2022 – 2026	12
TABLA 2: CATEGORÍAS IMPACTO ACCIONES	23
TABLA 3: EVALUACIÓN ECLP NACIONALES POR VARIABLE	23
TABLA 4: COMPARATIVO ECLP POR PAÍSES	24
FIGURA 1: RETIRO PROGRESIVO DE LAS CENTRALES DE CARBÓN EN CHILE (FUENTE: MINISTERIO DE ENERGÍA EN GARCÍA, 2021).....	28
FIGURA 2: PROYECCIÓN DE EMISIONES DEL SECTOR ELÉCTRICO DE CHILE (FUENTE: BID EN GARCÍA, 2021).....	29
FIGURA 3: PARTICIPACIÓN RELATIVA POR FUENTE DE GENERACIÓN (%). (FUENTE: GENERADORAS DE CHILE, REPORTE ANUAL 2021)	29
FIGURA 4: AHORRO ENERGÉTICO A PARTIR DEL 2015 (FUENTE: MINISTERIO DE ENERGÍA, 2022).....	31
FIGURA 5: CLIENTES RESIDENCIALES DE LA REGIÓN METROPOLITANA (FUENTE: ENERGÍA PARA TODOS CHILE, 2022).....	32
FIGURA 6: CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR REGIÓN (FUENTE: ENERGÍA PARA TODOS CHILE, 2022)	33
FIGURA 7: PARTICIPACIÓN DEL SECTOR RESIDUOS EN LA EMISIÓN DE GEI TOTALES DE CHILE, 2018 (FUENTE: MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 2020).....	35
FIGURA 8: PARTICIPACIÓN DEL SECTOR RESIDUOS EN LA EMISIÓN BALANCE GEI EN CHILE, 2018 (FUENTE: MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 2020).....	35
FIGURA 9: SECTORES PRIORITARIOS PARA MITIGACIÓN (FUENTE: SÁNCHEZ Y REYES, 2015).....	36
FIGURA 10: SECTORES PRIORIZADOS (FUENTE: SÁNCHEZ Y REYES, 2015).....	41

1 INTRODUCCIÓN

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (en adelante, CMNUCC) en su artículo 1° (Cumbre de la Tierra de Río, 1992), define el cambio climático como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales o sujetos de ordenación, o en el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, o en la salud y el bienestar humano”. También define los GEI como “aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y reemiten radiación Infrarroja”.

En esta misma instancia, la CMNUCC plasma una respuesta internacional concreta al cambio climático y compromete obligaciones para combatir el Cambio Climático. Chile adhiere a este compromiso a través del D.S. 123 del 15 de diciembre de 1994. (Ministerio de Relaciones Exteriores, 1994). En este documento se reconoce la preocupación por los efectos adversos del cambio climático, el inminente aumento de los gases de efecto invernadero a causa de la actividad humana y cómo esto tiene un resultado en el calentamiento adicional de la Tierra. Además, se establecen compromisos como propiciar la colaboración internacional, proteger el sistema climático para las generaciones presentes y futuras, generar normativa en el país, cuantificar GEI, generar programas de cambio climático limitando las emisiones antropógenas, entre otros.

La implementación de acciones relacionadas con Estrategias de Cambio Climático en enero de 2006 donde se plantearon 3 ejes estratégicos (Adaptación a los Impactos del Cambio Climático, Mitigación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Creación y Fomento de Capacidades en Cambio Climático), plantea varias interrogantes. Algunas de ellas son si la población tiene la capacidad cultural de comprender los problemas derivados del calentamiento global y sus efectos sobre ellos mismos (CONAMA, 2006), si se requerirá normativa para lograr que la población genere los cambios de hábitos, si estas medidas implicarán

inversiones/gastos que hoy no existen para las familias, qué infraestructura se deberá disponibilizar, qué tan oportuno será esto para cumplir el compromiso pactado en el plazo definido, entre otras.

1.1 Carbono neutralidad 2050: definiciones y marco normativo actual

De acuerdo con lo establecido en la Ley 21.455, Ley Marco de Cambio Climático del 13 de junio de 2022 (Ministerio del Medio Ambiente, 2022) se entiende por neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero al momento en que las emisiones son iguales o menores a la absorción. Dicha ley establece en su artículo 1° el compromiso de lograr la neutralidad a nivel país, al año 2050.

Las emisiones de GEI a nivel nacional publicada en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2018 (Ministerio del Medio Ambiente, 2020), muestran una tendencia al alza: los GEI totalizaban el 2018 112.313 kTon CO₂ eq, lo que significa un 128% sobre el año base 1990. Los principales aportes a este resultado son la quema de combustibles fósiles usados tanto para generación eléctrica como para transporte terrestre, el metano y el óxido nitroso generado por la actividad ganadera. El sector energía representó un 77%, Agricultura un 10%, residuos un 6% y el sector IPPU (Industrial processes and product use o procesos industriales y uso de productos) un 6%.

Las cifras muestran la necesidad de alinear los planes que se habían definido. Por ejemplo, la actualización de la Política Energética Nacional (Ministerio de Energía, 2022), en su primer objetivo general declara “energía sin emisiones al 2050” y dentro de sus metas está el lograr un 80% de energías renovables al 2030. También se actualiza el Plan Nacional de Eficiencia Energética (Ministerio de Energía, 2022) que busca establecer acciones para disminuir la intensidad energética amparado en la Ley 21.305 Sobre Eficiencia Energética del 13 de febrero de 2021 (Ministerio de Energía, 2021). Este plan, busca revertir la tendencia de aumento del consumo final de energía de que ha tenido el país entre los años 2010 y 2019 que llega al 21% y

alcanzar una intensidad energética acorde a los países de la OCDE, se pueden ver las cifras de Chile y los países de la OCDE en el anexo 1. Para esto se define el Plan nacional de eficiencia energética 2022 – 2026 (Ministerio de Medioambiente, 2022) que incluye 33 medidas -ocho en el sector transporte-. La Estrategia Nacional de Electromovilidad (Ministerio de Energía, 2021) busca que el parque de vehículos de transporte terrestre que se venda al 2045 sea 100% cero emisiones, lo cual, según DW (2021) significa un cambio drástico en toda la economía y suprimir combustibles fósiles y otras fuentes de emisiones en la medida que se pueda realizar, esto no será factible si no se acompaña de infraestructura, instrumentos de fomento y financiamiento, innovación y educación. Además, incluye siete medidas para el sector productivo, diez para el sector de edificaciones y ocho para el sector ciudadanía, todas apuntando a lograr una disminución del 30% en la intensidad energética del país al 2050 lo que se resume en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1: Resumen Plan de Eficiencia Energética 2022 – 2026

Resumen Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022 -2026						
Sector	Medidas	Inicio	Métricas	Meta 2026	Meta 2030	Meta 2050
Productivo	Implementación SGEE en grandes consumidores	2022	Desempeño SGEE.	-4%		-25%
	Fomentar la gestión de la energía en empresas de menor tamaño	2022	Condiciones para implementación en MIPYMES y PYMES.			
	Actualización del estándar mínimo de Eficiencia Energética para motores eléctricos	2023	Publicación del nuevo estándar en base a normativa internacional vigente.			
	Promoción de soluciones eficientes para usos térmicos y motrices en los sectores productivos	2022	Desarrollo de políticas e instrumentos de fomento a la I&D EE.			
	Promover la capacitación y certificación del capital humano en el ámbito de la eficiencia energética para los sectores productivos	2022	Desarrollo de capacitación, formación y certificación público-privada.			
	Elaboración de indicadores de eficiencia energética para los distintos sectores productivos	2023	Definición de indicadores y reportabilidad en Estados Financieros.			
	Difusión de los resultados y beneficios de la eficiencia energética aplicada a los sectores productivos	2022	Elaboración y disponibilización de material informativo y comunicacional.			
Transporte	Establecimiento de estándares de eficiencia energética para vehículos livianos, medianos y pesados (Rendimiento vehículos (Km/lge))	2024	Definición de estándares mínimos para comercialización de vehículos nuevos.		Duplicar rendimiento	Cuadruplicar rendimiento

Resumen Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022 -2026						
Sector	Medidas	Inicio	Métricas	Meta 2026	Meta 2030	Meta 2050
	Incentivos financieros para la electromovilidad	2023	Llamado a instituciones financieras para involucrarse en fomento a la electromovilidad.			
	Aceleración del despliegue de medios de transporte sustentables y eficientes	2022	Desarrollo de instrumentos de fomento al transporte cero emisiones.			
	Desarrollo de condiciones habilitantes para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos	2022	Promoción de la red de carga para todo tipo de vehículos eléctricos.			
	Fomento al uso eficiente del transporte	2022	Promover y facilitar el uso de transporte no motorizado, transporte público eficiente o car-sharing.			
	Promover la capacitación y certificación del capital humano en el ámbito de la eficiencia energética para el transporte eficiente	2022	Desarrollo de capacitación, formación y certificación público-privada.			
	Impulso a la industria nacional mediante el fomento a la investigación e innovación en el transporte eficiente y cero emisiones	2022	Fomento al desarrollo local de tecnologías más eficientes al transporte.			
	Difusión de los resultados y beneficios de la eficiencia energética aplicada al transporte	2022	Elaboración y disponibilización de material informativo y comunicacional.			
Edificaciones	Actualización de los estándares de eficiencia energética de las edificaciones	2022	Modificación a la OGUC para lograr edificaciones de energía neta cero a través la actualización de reglamentación térmica en tres etapas.		-0,3	-0,5
	Impulso a la renovación energética de sector edificación	2022	Renovación en el parque público y privado de alta eficiencia energética que cumpla el net zero a 2025.			
	Fomento al reacondicionamiento térmico de viviendas existentes	2022	Generación de alternativas de financiamiento público-privado para eficientar la climatización de hogares.			
	Calificación energética de viviendas y otras edificaciones	2023	Implementación del etiquetado obligatorio para edificaciones nuevas.			
	Implementación de eficiencia energética en edificios públicos	2023	Definición de estándares de eficiencia y Certificación de edificios públicos.			
	Sistemas residenciales de climatización eficientes y sostenibles	2022	Promoción de recambio de equipos de calefacción eficiente con alternativas de financiamiento público-privado.			
	Habilitación de la energía distrital como alternativa de suministro energético	2023	Desarrollo de marco regulatorio que permita a usuarios una alternativa de suministro eficiente.			

Resumen Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022 -2026								
Sector	Medidas	Inicio	Métricas	Meta 2026	Meta 2030	Meta 2050		
	Promoción de instrumentos económicos	2024	Evaluación y fomento de instrumentos económicos para aplicación de medidas de eficiencia energética en edificaciones.					
	Promover la capacitación y certificación del capital humano en el ámbito de la eficiencia energética para las edificaciones	2022	Desarrollo de capacitación, formación y certificación público-privada					
	Difusión de los resultados y beneficios de la eficiencia energética aplicada al sector edificación	2022	Elaboración y disponibilización de material informativo y comunicacional					
Ciudadanía	Difusión de información ciudadana sobre la relevancia de la sostenibilidad energética para la ciudadanía	2022	Elaboración y disponibilización de material informativo y comunicacional en lenguaje sencillo e inclusivo.					
	Potenciar el programa educativo en energía y sostenibilidad	2022	Ampliar las herramientas para generar competencias en la comunidad.					
	Actualización y ampliación del etiquetado de artefactos	2022	Se ampliará el etiquetado a artefactos de consumo en espera (Lavadoras, AC, etc.).					
	Actualización y ampliación de los estándares mínimos de eficiencia energética para artefactos	2023	Ventas de artefactos eficientes energéticamente.				70%	100%
	Difusión del etiquetado de eficiencia energética de artefactos	2022	Disponibilización en la web de los productos de uso residencial.					
	Fomentar el recambio de artefactos eficientes	2022	Formación a la ciudadanía para transferir conocimientos sobre eficiencia energética.					
	Analizar el impacto de las ciudades inteligentes en la eficiencia energética	2023	Estudio sobre el impacto de las ciudades inteligentes y barreras existentes					
	Coordinación institucional	2022	Instancias de evaluación de los resultados obtenidos.					
Nacional	Reducción de la Intensidad energética		TCal/Miles de millones de CLP	1,84	1,68	1,33		

Fuente: Elaboración propia, 2022.

1.2 Experiencia internacional en carbono neutralidad domiciliaria

En el artículo 4° del Acuerdo de París, los países se comprometieron a generar, actualizar y comunicar estrategias de largo plazo para disminuir las emisiones de GEI. Al cierre de 2021, 50 países habían adherido a este compromiso (incluido Chile).

De acuerdo con los datos del Banco Mundial del 2019, la emisión global de GEI es de 46.287.620 KTon CO₂e¹.

En la estrategia de largo plazo de Alemania (noviembre, 2019) los mayores compromisos se ven en los sectores de mayor aporte de huella : energía (37%), industria (23%) y construcción (17%). Algunas acciones como el cambio de la matriz a 100% de energías renovables buscan apoyo en los sistemas financieros con el fin de una mayor contribución a este tipo de iniciativas y llevar la infraestructura a construcciones sustentables que maximicen el uso de la energía en la climatización. Por otro lado, la estrategia de Canadá (noviembre, 2016) presenta la carbono neutralidad como una oportunidad para mejorar el bienestar social, la economía y la productividad. Su foco de trabajo está en el consumo energético y dado que hoy más del 80% de su matriz de energía es eléctrica, su objetivo es cambiar combustibles fósiles por este tipo de energía. Esto significará que para 2050, un 43% del consumo asociado a energía, será eléctrica. Otro tema que destaca es que se presenta como una estrategia colaborativa y de interés común con Estados Unidos y México. Se observan puntos similares con otras estrategias como construcción, industria, agricultura, por mencionar los de mayor incidencia en la emisión de GEI.

Las estrategias de los dos países de mayor contribución a la generación de GEI, tenemos que, en el caso de China (octubre, 2021), las prioridades están en generar un sistema de economía circular para lograr ofrecer manufactura verde usando alta tecnología, digitalización, energía verde, entre otros. También se considera construir un sistema de energía bajo en emisiones, controlando estrictamente el uso de combustibles fósiles y desarrollar fuertemente las energías renovables. Además, destaca la propuesta de un sistema industrial bajo en carbono, optimizando y transformando las industrias claves para la economía del país. La estrategia de

¹ Comisión Europea, Centro Común de Investigación (JRC)/Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos (PBL). Base de Datos de Emisiones para la Investigación Atmosférica Global (<https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.GHGT.KT.CE?end=2019&start=1990&view=chart>)

Estados Unidos (noviembre, 2021) se repiten líneas de acción respecto de los vistos en la estrategia de Alemania. Como prioridad se menciona la energía eléctrica, plasmando como objetivo alcanzar el 2035 un sistema eléctrico libre de emisiones de GEI en un 100%. Proponen un cambio escalonado desde los autos de ciudad, luego los SUV y otros de mayor envergadura para terminar con los transportes de carga. Los temas que siguen son construcción e industria.

1.3 Emisión de GEI residenciales

Uno de los organismos que trabaja reportando a la CMNUCC es el Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC). Este grupo de expertos científicos y técnicos que evalúa periódicamente el estado del conocimiento y emite informes con análisis de riesgos, repercusiones, adaptación y mitigación sobre el cambio climático. Este órgano, en el informe Calentamiento global de 1,5 °C (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2019) detalla los impactos del aumento de la temperatura del planeta en una cifra mayor a 1.5°C. Dentro de los impactos potenciales y sus riesgos menciona:

- Ocurrencia de fenómenos climáticos extremos (Calor extremo, lluvias extremas, sequías extremas)
- Crecimiento de los océanos, por lo que ciudades que estén cerca del borde costero deberán desplazarse
- Pérdida y extinción de especies y servicios ecosistémicos para la humanidad
- Calentamiento en los océanos, disminuyendo el nivel de oxígeno en él, por tanto, disminuyendo las posibilidades de vida en él
- Aumento en el deterioro de la salud, suministro de agua y decrecimiento económico
- Disminución de las posibilidades de adaptación

Lo anteriormente descrito impacta negativamente de la población y amenaza la sustentabilidad del planeta. De hecho, éstas amenazas ponen en riesgo el cumplimiento de al menos 9 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos en la Asamblea General del 25 de septiembre de 1995, en la denominada Agenda 2030.

Para el sector domiciliario, en Canadá se ha analizado el impacto de la construcción de las viviendas (Salazar, Meil, 2009), donde se evalúa el ciclo de vida completo de ésta, desde su construcción hasta que cumple su vida útil y se disponen los residuos de la construcción, se pone en jaque una construcción tradicional por sobre una de madera. En el caso de Estados Unidos, a diferencia de los países en vías de desarrollo donde el consumo energético es preponderante, la mayor contribución a la huella de carbono de los hogares americanos se encuentra en los bienes de consumo (Weber, Matthews, 2008).

En la Unión Europea, el análisis viene dado por el factor económico. El análisis del ingreso de los hogares determinó que existe una relación lineal entre dichos ingresos y la emisión de GEI. Por ejemplo, el grupo de ingresos más altos (45%) tiene una participación de 36% en la huella de carbono; sin embargo, el grupo de ingresos más bajos (6%) participa en un 8% de la generación de huella de carbono (Sommer, Kratena, 2017). No obstante, países más pequeños de la comunidad como Grecia tienen una tendencia más parecida a países como Chile, donde el gran impacto sobre la huella de carbono de los hogares se concentra en el consumo energético, consumo de combustibles producto de los transportes, consumo de bienes importados y, en menor grado el consumo de agua y residuos (Markaki, Belegri-Roboli, Sarafidis, Mirasgedis, 2016).

En el caso Chile, para el sector residencial no hay cifras segregadas; más bien se incluyen dentro de otros sectores. Por ejemplo, se distribuyen los consumos de

energía principalmente en la región Metropolitana con un 46,3%, Valparaíso con un 10,3% y Bío-Bío con 10% (Ministerio del Medio Ambiente, 2021). Aun cuando en el Informe del Inventario Nacional de Chile 2020 muestra que el impacto del sector residencial en los GEI por consumo eléctrico en las diferentes regiones del país bordea el 6% (significativamente menor que la Minería), también existe un impacto en el segundo sector más relevante que es el transporte, en residuos y en generación por consumo. Sin embargo, según Hernández y Vita (2022) el consumo de residencial es responsable de más del 65% de las emisiones de GEI del planeta, con lo que es de gran importancia generar acciones en este sector.

En base a las revisiones de los casos de países de diferentes localidades, los focos de mitigación y trabajo son similares y la experiencia de los sectores a evaluar es de relevancia, por lo que se convierte en una guía para el desarrollo del presente trabajo.

Entendida esta realidad, y considerando la revisión bibliográfica presentada, es posible efectuar el siguiente cuestionamiento de contexto: ¿Cuáles son las variables claves y brechas de mayor impacto que impone el logro de la carbono neutralidad en las familias de Chile?

1.4 Contribución del trabajo

Habiendo recorrido las bases teóricas fundamentales para este estudio, cabe mencionar que la principal motivación para realizarlo ha sido el nulo impacto que han tenido las acciones implementadas dado los resultados de los Inventarios Nacionales de GEI, donde se muestra que al 2016 las emisiones per cápita eran de 6,1 Ton CO₂ eq/persona versus las 6 Ton CO₂ eq/persona del 2018. Lo anterior se agrava dada la disminución de la capacidad de absorción producto de los incendios

que afectaron a Chile desde 2017 a la fecha abarcando casi un millón de hectáreas de terreno. Esto ha generado que en el balance de GEI las emisiones hayan aumentado en el mismo periodo.

Se propone identificar los elementos relevantes que aportan a la generación de GEI a nivel residencial, específicamente en las familias de la región Metropolitana y analizar las dificultades para mitigar o disminuir la contribución de las mismas. En este sentido este trabajo contribuye a la comprensión de los elementos y variables que impactan en el cambio climático y serán relevantes en el diario vivir de la familia chilena.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, este trabajo considera los siguientes como objetivo general y objetivos específicos para este trabajo de tesis.

1.5 Objetivo general

Analizar los aspectos normativos, técnicos, económicos, culturales y de infraestructura a los que se verán enfrentadas las familias de la región metropolitana para lograr la meta de carbono neutralidad comprometida para el año 2050.

1.5.1 Objetivos específicos

- Identificar la información cuantitativa y cualitativa pertinente respecto a las emisiones de GEI a nivel internacional.
- Determinar las variables de mayor relevancia de las ECLP de algunos países, comparándolas con la definidas en la elaborada por Chile el 2021.
- Establecer la situación actual de Chile en relación con las variables y sectores seleccionados.
- Identificar las acciones que se desprenden de los planes, estrategias y compromisos adoptados por Chile y los impactos que éstos generarán en las familias de la RM.

1.6 Propuesta metodológica

Esta es una investigación de tipo exploratoria-descriptiva con fines interpretativos, realizada con metodología cualitativa (Ruiz, 1996; Valles, 2000). Se considera una etapa cualitativa basada en el relevo de datos provenientes de estudios existentes, el análisis de artículos académicos y literatura gris, lo que fortalece la comprensión de la problemática. El uso de literatura gris esta dado pues la mayor cantidad de información del Chile y de los países estudiados se encuentra en informes de investigación, normas y estadísticas publicadas por organismos públicos.

Dados los resultados de la investigación documental, y en base a las variables definidas en el objetivo, los criterios, avances, e implementación de prácticas sectoriales, se identifican las características a evaluar a través del método de análisis comparado.

La comparación se ha impuesto como método. El objetivo no es realizar un listado de las similitudes y divergencias comparables de un sujeto a otro, sino transformar ese listado en la base de una explicación de los procesos y avances obtenidos. Para Sartori (1984), el método comparativo tiene como fin buscar las similitudes y disimilitudes, debido a que la comparación se basa en el criterio de homogeneidad - identidad de clase del elemento que legitima la comparación- y se contrasta entonces lo que corresponde al mismo género o especie). Sobre este enfoque, Sartori y Morlino (1994) señalan que lo ideal es encontrar entidades similares en todas las variables, excepto en aquella que nos interesa investigar. Así, al seleccionar sistemas más semejantes el investigador compara sistemas cercanos; lo que implica que son similares en la mayor cantidad de características posibles. Por ende, le permite dejar de lado un alto número de variables declarándolas iguales.

En esa línea, Przeworski y Teune (Como se citó en Collier, 1992) señalaron en 1970 que, dentro de universos de casos comparables, prefieren en su lugar un diseño de sistemas “más similares”, basado en una serie de casos extremadamente diversos y entre los cuales el investigador sigue procesos similares de cambio. Para estos

autores, la lógica de este sistema implica que las características comunes a los sistemas estudiados están controladas, mientras que las diferencias intersistémicas son definidas como las variables explicativas.

Entonces, el resultado de un estudio de esta clase sería, a modo de ejemplo: en los países desarrollados que comparten las características a y b, las diferencias sobre el uso de energías renovables pueden ser atribuidas a los factores m,n y o.

El estudio tiene como alcance la revisión y análisis de 7 estrategias climáticas de largo plazo (incluyendo la chilena), con el fin de identificar los aspectos más relevantes que Chile y, en particular la RM deberá considerar para avanzar en el logro la carbono neutralidad. Se considera el análisis de las ECLP de Estados Unidos, Canadá, España, Dinamarca, Costa Rica y Colombia con el fin de determinar las 3 variables de mayor impacto que de ellas se desprenden para luego profundizar en éstas y analizarlas comparativamente con las principales fuentes de generación de GEI, tendencias de consumo, infraestructura definida, normativa asociada de manera de buscar similitudes o discrepancias con la población de estudio de este trabajo, informes y estadística a nivel de región Metropolitana que representa casi el 50% de las emisiones residenciales a nivel nacional, con una mirada comparativa con la realidad mundial (Informe GEI, Chile, 2018).

1.7 Organización y presentación de este trabajo

Este trabajo de grado posee cuatro capítulos principales y se organiza como sigue:

Capítulo 1: Presenta el marco conceptual del proyecto, proponiendo objetivos y generando la discusión desde la literatura la pertinencia del foco de la investigación, su contribución, y presenta un marco metodológico para su desarrollo e implementación.

Capítulo 2: Se relaciona a la recolección de información, modelos y datos. Además, da a conocer resultados con su respectivo análisis.

Capítulo 3: El proyecto de grado, se presenta en formato resumido en un artículo académico.

Capítulo 4: Finalmente las conclusiones generales, y una directriz para la investigación futura, la cual considera aquellas preguntas no contestadas durante el desarrollo de este trabajo.

Referencias bibliográficas

Anexos

2 INFORMACIÓN Y RESULTADOS

Para abordar este trabajo de investigación se ha optado por una aproximación cualitativa, que permite considerar la siguiente estructura para la presentación de la información y sus análisis:

2.1 Análisis e Interpretación de los datos recogidos

Durante el proceso investigativo se realiza una búsqueda por medios digitales, de artículos, revistas científicas y reportes relevantes, referentes a la teoría de cálculo de huella de carbono, sus alcances, metodología y desafíos de disminución.

Para el análisis de las estrategias climáticas de largo plazo (en adelante ECLP) se definieron 7 variables que son comunes a todas ellas (Sartori y Morlino, 1994) con el fin de determinar las 3 que presentan un mayor nivel de interés de los países y que, además, son las que impactarán mayormente en el objetivo de la carbono neutralidad al 2050. Estas son: (1) Gestión de residuos, (2) Estrategia de transporte, (3) Transformación energética, (4) Infraestructura tecnológica, (5) Regulación existente, (6) Cambio cultural, (7) estrategia de Adaptación/Mitigación. Estas variables se categorizaron de acuerdo con el nivel de importancia y relevancia de implementación en el país (Tabla 2). La tabla es un artefacto que permite determinar los focos de alto impacto y, evaluar su coherencia con el impacto que tendrán en nuestro país. Se entiende que la mayor cobertura de los temas expuestos, es decir un 100% de cobertura, se da cuando la puntuación de la variable es igual a 4.

Tabla 2: Categorías impacto acciones

Categoría	Valoración
No existe	0
Bajo	1
Medio	2
Alto	3
Muy Alto	4

Fuente: Elaboración propia, 2022.

La Tabla 3 valoriza las variables para los países en estudio de acuerdo a la robustez e impacto de las acciones planteadas.

Tabla 3: Evaluación ECLP nacionales por variable

Variable/ País	Estados Unidos	Canadá	España	Dinamarca	Costa Rica	Colombia	Chile
Gestión de residuos	3	4	3	4	3	3	3
Estrategia de transporte	2	4	3	4	3	3	4
Transformación energética	2	4	3	4	3	4	4
Infraestructura tecnológica	3	4	3	4	2	2	4
Cambio cultural	2	4	2	4	2	4	2
Regulación existente	2	3	3	4	2	2	3
Estrategia de Adaptación	3	3	4	4	2	3	3
Promedio	2,4	3,7	3,0	4,0	2,4	3,0	3,3

Fuente: Elaboración propia, 2022.

A manera general, la revisión realizada sobre las 7 variables consideradas comunes en las ECLP permitió realizar una comparativa desde las particularidades que hasta ahora les han caracterizado, además de los aspectos asumidos como desafíos y áreas donde se han enfocado como se muestra en la Tabla 4. Se observa cierta similitud en los países considerados, a manera de contribuir con un ambiente sustentable y el bienestar de la población.

Además, el conocimiento e involucramiento de la población en materia de cambio climático, contribuye de manera notoria a incorporar variables vinculadas a los diferentes sectores como el energético, hídrico y residuos para el beneficio común de la población (Sánchez y Reyes, 2015).

Tabla 4: Comparativo ECLP por países

Países	Caracterización sobre las ECLP
Países europeos	Consideran el 88% de las variables indicadas, teniendo como estrategia de crecimiento las ECLP mediante una cultura basada en políticas orientadas a una transición ecológica para alcanzar la neutralidad climática en la UE en 2050, bajo iniciativas que consideran el medio ambiente, energía, industria, transporte, agricultura, entre otras.
Dinamarca	Con el más alto nivel de desarrollo de las variables y se apunta en la generación de cultura mediante la implementación de infraestructura.
España	Alta en la inclusión de las variables: la más baja valoración la tiene el cambio cultural y la más alta es para la adaptación y mitigación.
Países de América del norte:	La realidad y tendencia de los países mencionados en este renglón se orientan a las energías limpias, bien sea por convicción o compromiso.
Canadá	ECLP muy robusta. Casi el 70% del consumo energético corresponde a energías renovables con crecimiento de la demanda a energía hidroeléctrica, eólica y nuclear. En transporte existe una alta dependencia de productos refinados de petróleo con tendencia a un uso mayoritario de combustibles renovables, uso de electricidad e hidrógeno verde.
Estados Unidos	Compromiso en la generación de electricidad limpia en un 100% (año 2035). Y uso mayoritario de energía solar y eólica (2031 y 2040).
América Latina:	Ocupados en la disminución del impacto de los GEI.
Colombia	Con mayor solidez y contribución en la actividad forestal, agropecuaria y minera. Cuenta con un plan energético nacional: Baja la dependencia del 80% en la generación hidroeléctrica y potencia las energías renovables no convencionales (50% de uso para 2050).
Chile	Cuenta con planes y normativa (requisitos y metas) para los elementos de mayor impacto en la generación de GEI.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Los países europeos son los que logran el mayor porcentaje (88% de consideración) y desarrollo de manera explícita de los temas en cuestión. La ECLP que engloba todas las variables con el más alto nivel de desarrollo es Dinamarca, que basa su estrategia en un fuerte trabajo previo en generación de cultura a través de implementación de infraestructura. Por ejemplo, desde el año 2002 que este país cuenta con un sistema de reciclaje de botellas plásticas y latas basado en el incentivo económico. (existe un cargo adicional en la compra de los artículos que cuentan con este tipo de embalajes, el que es devuelto a las personas cuando los reciclan en las máquinas receptoras ubicadas en supermercados, bencineras y locales comerciales a lo largo del país) (Agenda sustentable, 2021). Por otro lado, el país cuenta con una matriz energética mayoritariamente compuesta por generación eólica y de gas natural. Sólo un porcentaje bajo es en base a carbón, por lo que han adelantado su plazo de reducción de GEI, teniendo como meta una disminución de 70% al 2030, más ambiciosa que toda la comunidad europea (Alejandra Rivera, 2020). El caso de España que se categoriza como Alta en la inclusión de las variables consideradas, presenta la más baja valoración en cambio cultural y las más alta en las temáticas de adaptación y mitigación.

En el caso de los países de América del norte, Canadá cuenta con una ECLP robusta, también basada en su avance en la distribución de su matriz energética, donde casi el 70% corresponde a energías renovables y proyectan satisfacer el crecimiento de la demanda con energía hidroeléctrica, eólica y nuclear principalmente.

En términos de transportes, se proyecta pasar de una alta dependencia de los productos refinados de petróleo (más de 90% el año base 2015) a un uso mayoritario de combustibles renovables, uso de electricidad e hidrógeno verde hacia el año 2050. Estados Unidos, por otra parte, tuvo un importante estancamiento durante los años 2017 - 2021, lo que ha significado comprometer avances más desafiantes en su ECLP: se comprometen a generar electricidad limpia en un 100% de su matriz para 2035. La planificación se orienta al uso mayoritario de energía solar y eólica entre 2031 y 2040 asumiendo una mantención de la demanda actual. Sin embargo, no se

vislumbra un compromiso de disminución importante a nivel de la industria ganadera que es una de las de mayor impacto en los gases de efecto invernadero, sino que apuntan a un plan de absorción y mitigación.

En América Latina, la ECLP de Colombia es una de las que se evidencia con mayor solidez. Se declara que sus mayores contribuciones a la generación de GEI está dada por la actividad forestal, agropecuaria y minera. En similitud con Chile, Colombia ha soportado esta estrategia en la elaboración de planes y normativa que establece requisitos y define metas para los elementos de mayor impacto en la generación de GEI. Por ejemplo, ha definido un plan energético nacional donde define la estrategia de cambio de la matriz energética actual bajando la dependencia de la generación hidroeléctrica (hoy 80% del total) y potenciando las energías renovables no convencionales (llegando a un 50% de uso de estas energías para 2050).

Habiendo revisado las ECLP se identifican tres variables de mayor relevancia: Transformación energética, estrategia de transporte y gestión de residuos. Por otra parte, las menos relevantes contenidas en las estrategias revisadas son regulación existente y cambio cultural siendo categorizadas como de valoración media.

En el caso particular de Chile y tomando en cuenta el compromiso signado por el país en el Acuerdo de París, donde se reconoce que el cambio climático se constituyó en una emergencia mundial sin límites geográficos; se precisa encontrar fortalezas, debilidades, brechas existentes y evidentemente, describir los desafíos a los cuales se somete, ONU (2015). De la comparación de la ECLP de Chile con los países en estudio, dado el escenario climático actual y la influencia que tiene la población sobre éstos, se define como sectores a analizar los siguientes: (1) consumo energético (que incluye consumo en transporte), (2) generación de residuos y (3) recursos hídricos (este principalmente por su importancia para población para consumo, para la generación de energía y por su vulnerabilidad al cambio climático). Estos tres sectores son estudiados desde tres puntos de vista: Normativo, tecnológico (infraestructura) y cultural a modo de detectar fortalezas, oportunidades y brechas en ellos.

2.2 Discusión de los Resultados

2.2.1 Consumo energético

El sector energético es considerado como el sector con mayor responsabilidad en las emisiones de GEI en el país, con un total de 77% en el año 2018. No obstante, este sector cuenta con la mayor capacidad para contribuir al cumplimiento de las metas comprometidas en el Acuerdo de París, como es el retiro gradual de las centrales a carbón, que a fines de 2021 representan el 55,2% de la generación bruta del país (Generadoras de Chile, 2022). Esta situación pareciera contradictoria; sin embargo, puede considerarse que un cambio cultural en la materia ofrece la posibilidad de países como Dinamarca. Se busca una participación con el más alto nivel de desarrollo de las variables de manera general y por supuesto, en la transformación energética necesaria.

La meta de alcanzar la neutralidad de emisiones de GEI para 2050 radica en el cumplimiento de lo dispuesto en la NDC del sector energía, donde medidas vinculadas a edificaciones sostenibles, incorporación de sistemas eléctricos al transporte, hidrógeno verde, retiro de centrales térmicas, entre otros, requieren de una estricta planificación, ejecución y seguimiento.

La Ley Marco de Cambio Climático establece de manera general el objeto de enfrentar los desafíos del cambio climático, para alcanzar neutralidad de emisiones de GEI con proyección al año 2050, cumpliendo con compromisos adquiridos para tal fin (Ministerio del Ambiente, 2022). La ley tiene por propósito de reducir vulnerabilidades y aumentar la resiliencia ante los efectos adversos que puedan producirse. Por su parte, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2021), señala que dentro de las metas establecidas se tienen que el 80% de la generación eléctrica en el país para el 2030 debe provenir de fuentes renovables y se afianza la neutralidad de la matriz energética en el 2050, especificando las reducciones de las emisiones del 70% de la industria y minería. Así

mismo, el Ministerio de Energía (2020) plantea como medida para la reducción de las emisiones de GEI, el retiro de centrales a carbón, así como la habilitación de otras medidas vinculadas con la industria sostenible, hidrógeno verde para reducir cerca del 76% dichas emisiones en el periodo 2020 – 2050.

En la actualidad, el 25% de los usos energéticos tienen como fuente de suministro la electricidad, el 75% proviene de fuentes fósiles -petróleo y derivados, gas natural, leña, otros-. Entonces, uno de los desafíos para el Estado chileno se basa en la toma de medidas de electrificación, donde la fuente principal del 50% o 75% de los usos energéticos, sea la electricidad directa e indirecta. Adicionalmente, se reconoce la importancia del retiro de centrales de carbón en el cumplimiento de la meta establecida para el 2050 en cuanto a la neutralidad del carbono (García, 2021). En la Figura 1 se observa el retiro anticipado, progresivo y absoluto de estas centrales hasta el 2040, hasta reducir en un 80% las cifras de reducción en el 2050. Este desafío busca responder al compromiso asumido por el país, observándose en la Figura 1 una proyección de los resultados que pueden obtenerse.

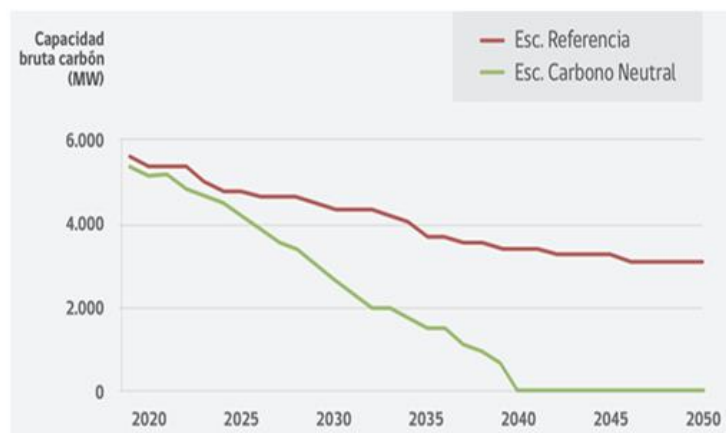


Figura 1: Retiro progresivo de las centrales de carbón en Chile (Fuente: Ministerio de Energía en García, 2021).

La Figura 2, muestra que para las emisiones de GEI se espera obtener un pico máximo en el 2029 y una leve alza en el 2034; manteniendo entre 2041-2050 cierta estabilidad en el comportamiento de las emisiones.

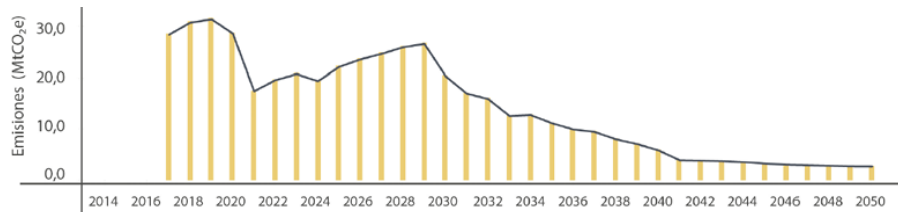


Figura 2: Proyección de emisiones del sector eléctrico de Chile (Fuente: BID en García, 2021).

Lo anterior contrasta con lo que muestra el Reporte anual 2021 (Generadoras de Chile, 2022), pues al si bien las ERNC han ido aumentando su participación en la matriz energética, éstas no han reemplazado a energías no renovables como se esperaba, sino que han ido supliendo los volúmenes de energía generada por las fuentes hidráulicas que, como muestra la Figura 3, han ido en decrecimiento.

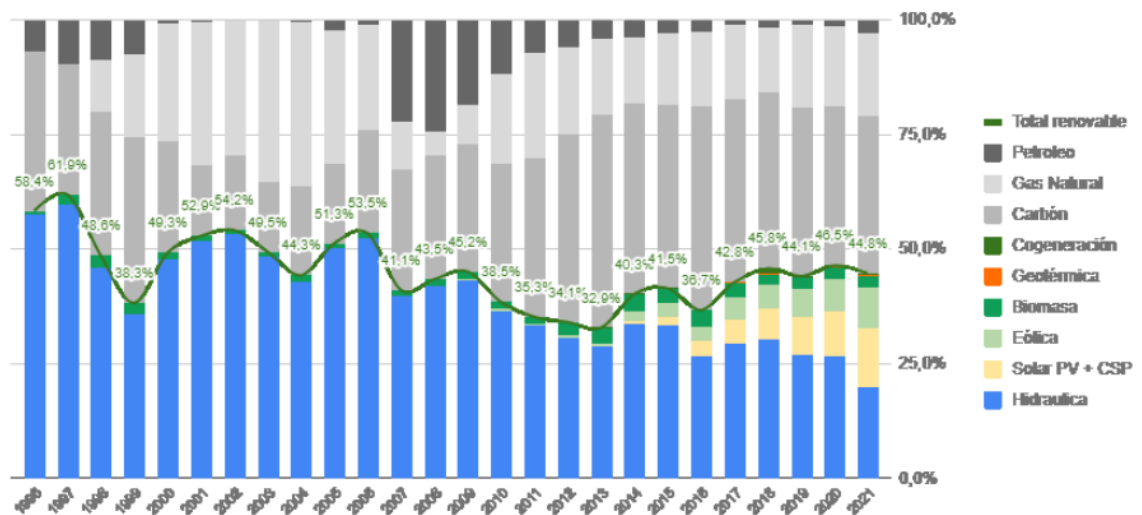


Figura 3: Participación relativa por fuente de generación (%). (Fuente: Generadoras de Chile, Reporte anual 2021)

Ante la necesidad de coordinar soluciones y lograr la cooperación en los diferentes niveles de la sociedad y del país se requiere incorporar a la población en general para

proyectar una economía con bajas emisiones de carbono. Esta particularidad la contempla la Ley 21.455. En los principios establece la participación ciudadana, como el deber de toda persona o grupos de ellas a participar en la gestión del cambio climático, indistintamente del nivel al cual pertenezca, nacional, como regional y local. Así mismo, deja claro que el Estado debe proporcionar los mecanismos para esa participación (Artículo 2f). Respecto de los retos en el consumo energético para la carbono – neutralidad, desde la perspectiva residencial de las NDC para el 2050, estos son (García, 2021):

- a) Calefacción eléctrica, donde se espera que dentro de, el 56% de las casas y el 70% de los departamentos, lo usen.
- b) Electrificación para cocción, se tiene una proyección de que el 36% de las casas y el 35% de los departamentos, lo utilicen.
- c) Reacondicionamiento térmico, se busca que oscile entre 570.000 y 600.000 casas.

En el Plan de Acción de Eficiencia Energética presentado por el Ministerio de energía (2022), se señala que la implementación de las medidas propuestas para incrementar la eficiencia energética logró en el año 2019, un ahorro energético de 29.366 TCal (consumo final), representando en la demanda energética proyectada, el 9%; esto con respecto al 12% de reducción de la demanda proyectada para el 2020 en el referido plan, mostrando así un avance significativo en el objetivo planteado. Esto representó una disminución de 8,7MM millones de toneladas de CO₂, aspecto realmente significativo para las emisiones del GEI evitadas como se muestra en la Figura 4.

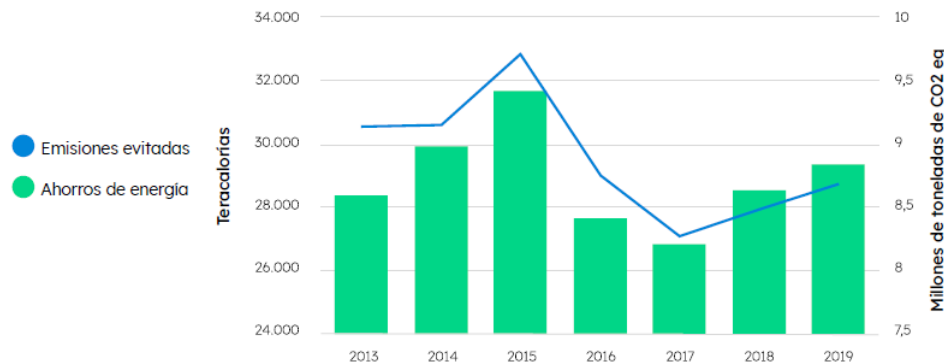


Figura 4: Ahorro energético a partir del 2015 (Fuente: Ministerio de energía, 2022).

Dentro de las medidas y metas establecidas por sector en dicho plan (Ministerio de energía, 2022), las edificaciones donde se incluyen las residenciales, tienen previsto actualizar sus estándares de eficiencia energética, impulsar la renovación energética y reacondicionamiento térmico, capacitar y certificar al capital humano, entre otros. Estas medidas enfocadas en la evolución que ha tenido el consumo energético por sector, observando cierta constante en el sector de edificaciones, siendo la industria y minería, además del transporte los sectores con mayor incidencia.

Según el Ministerio de energía (2022) la Región Metropolitana ha tenido un incremento constante en los últimos años de los clientes residenciales (Figura 5). A tal efecto, el Ministerio de energía (2022) afirma que Chile a nivel residencial mantiene de manera constante el consumo promedio de energía eléctrica por cliente; encontrando un mismo consumo anual en la RM que para el 2018 la Región Metropolitana consumió el 45% de la energía eléctrica del país y el 29,1% del consumo energético de la RM es atribuido al sector comercial, público y residencial (Ministerio de energía, 2020).

La Figura 6, donde se muestra que el mayor consumo se da en la RM (45%), seguido de Valparaíso (11%) y Bio Bio (8%); indicando que las regiones de Arica, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Ñuble, Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica, suman en total un 13% del consumo. Con base a lo

anterior, el Ministerio de energía (2022) establece en el Plan de Acción de Eficiencia Energética un conjunto de medidas a través de las cuales puede responderse a la carbono - neutralidad, dentro de las cuales se tienen:

- Actualizar estándares de eficiencia energética en las edificaciones,
- Reacondicionamiento térmico de viviendas mediante financiamiento público o privado, para reducir un 30% en promedio del consumo de climatización de los hogares.
- A partir del 2023, se tiene previsto promover en las edificaciones existentes, la calificación energética.
- Desde el 2022, se va a promover el cambio hacia equipos eficientes a través mediante alternativas de financiamiento, disponer de tarifas accesibles para el consumo energético y capacitación para el uso de equipos de reemplazo por parte de los residentes.

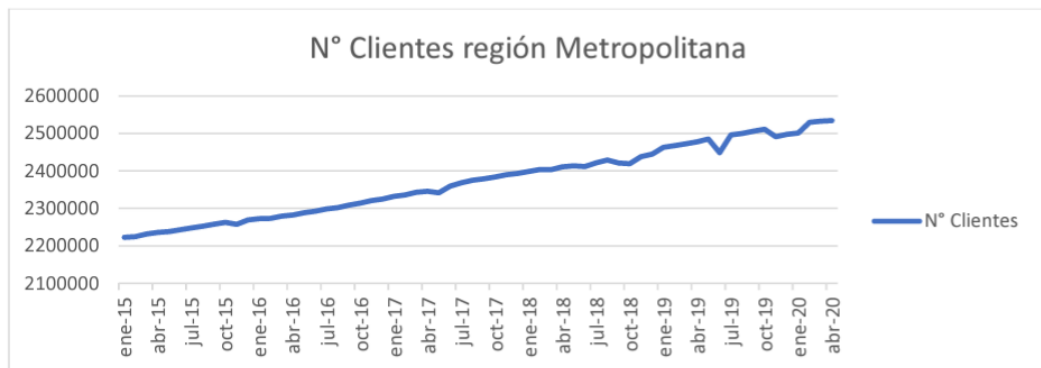


Figura 5: Clientes residenciales de la Región Metropolitana (Fuente: Energía para todos Chile, 2022).

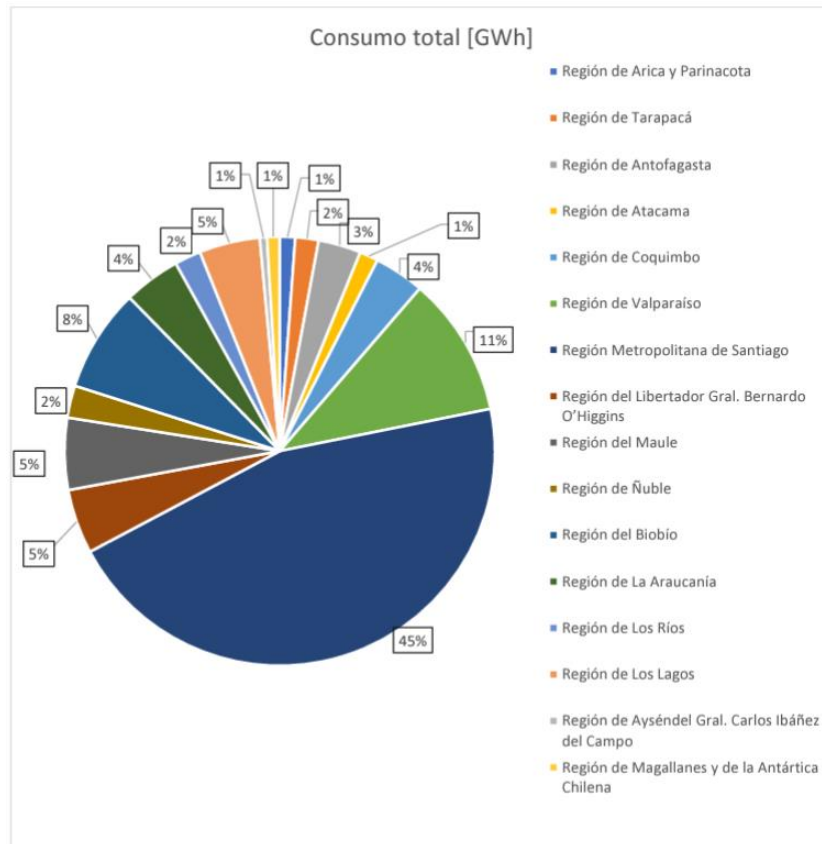


Figura 6: Consumo de energía eléctrica por región (Fuente: Energía para todos Chile, 2022).

En síntesis, es necesario cerrar las brechas existentes en el consumo de energía en las edificaciones residenciales, mediante la ejecución de medidas de manera progresiva. En ese sentido, no solo la capacitación representa una medida de necesario cumplimiento; si no el cambio de equipos sustentado en las alternativas de financiamiento que les haga sostenible. La Ley 21.455 Ley Marco de Cambio Climático, representa un respaldo a favor de la implementación de las medidas mencionadas a fin de reconocer el financiamiento como un medio para lograrlo para mitigar y alcanzar adaptaciones vinculadas al cambio climático.

2.2.2 Generación de Residuos

Como segundo sector a analizar se tiene la generación de residuos, considerados como una fuente importante del impacto en el cambio climático, debido a los GEI, específicamente metano y dióxido de carbono proveniente de los vertederos (Pelayo y Linazasoro, 2020)

El año 2018 en Chile, las emisiones de GEI asociadas a residuos han mostrado un constante incremento desde 1990 con un 358 % y desde el 2016 en un 13,9 %, donde el CH₄ representa el 94 % del sector; contabilizándose para el 2018, en total 6.958 kt CO₂ eq. Estas emisiones tienen como principales causas el aumento de la población y el consiguiente aumento de residuos sólidos y líquidos (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

Las cifras no resultan alentadoras en Chile, pues en el 2021 el país generó cerca de 17 millones de toneladas de residuos sólidos, donde 6,5 millones fueron de origen domiciliario (Cifelli, 2021). Con respecto a los residuos domiciliarios municipales, el citado autor indica que en la Región Metropolitana se generó el 44,9%, destacando que dicha región se concentra 41,1% de la población chilena.

Puede decirse entonces que, la RM por ser una de las regiones con mayor población a nivel país, viene incidiendo en la producción de residuos a nivel país, por lo que su incidencia en las emisiones de GEI se ha visto en aumento; convirtiéndose en una de las mayores preocupaciones debido a la existencia de grandes concentraciones de habitantes en áreas metropolitanas (Pelayo y Linazasoro, 2020).

Las cifras mostradas por el Ministerio del Medio Ambiente en el 2018, indicó que el sector Residuos generó en el 2018 el 6,2 % de las emisiones de GEI totales a nivel global (Figura 7) y el 4,6 % del balance de GEI en Chile (Figura 8). Estos datos son de interés para el Estado, dado que repercuten notablemente en las metas establecidas en la Ley Marco del Cambio Climático donde se expresa la intencionalidad de un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero.

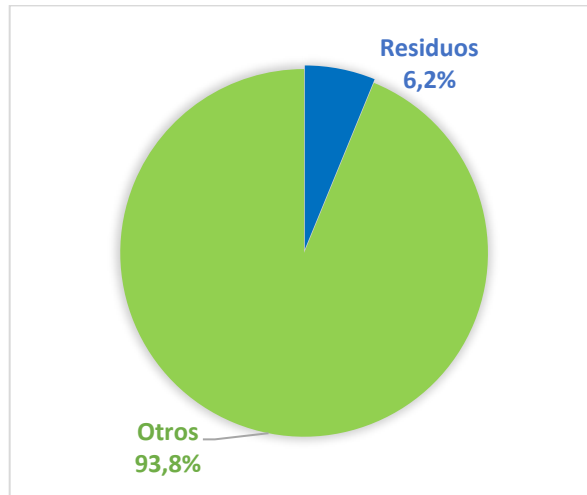


Figura 7: Participación del sector residuos en la emisión de GEI totales de Chile, 2018 (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2020).

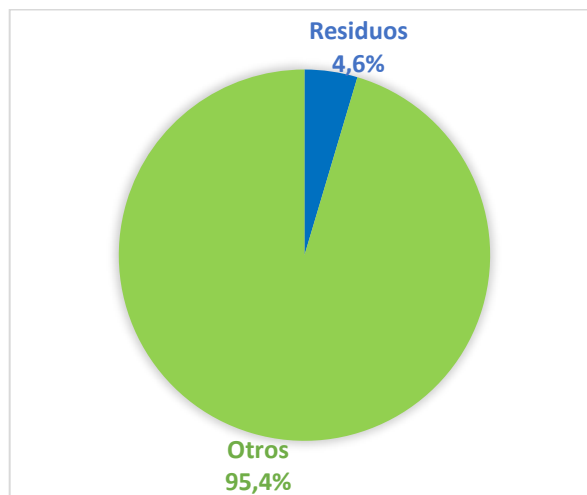


Figura 8: Participación del sector residuos en la emisión balance GEI en Chile, 2018 (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2020).

La participación de los residuos tanto a nivel global como a nivel país mostrado en los gráficos anteriores, lleva a considerarlos como un sector prioritario en procesos de cambio con la implementación de estrategias de mitigación, a fin de revertir los efectos causados.

Al respecto, Chile al igual que otros países latinoamericanos como Colombia, Ecuador, Honduras, México, Perú, Uruguay y Venezuela asumen con propiedad su

realidad en materia de residuos tomándolo como uno de los focos para emitir estrategias de mitigación que disminuyan el impacto de los efectos generados por estos en los GEI. Esta participación puede verse en la Figura 9; donde las estrategias mitigación en el sector residuos, supera al sector cambio de uso del suelo y silvicultura, industria y biodiversidad.

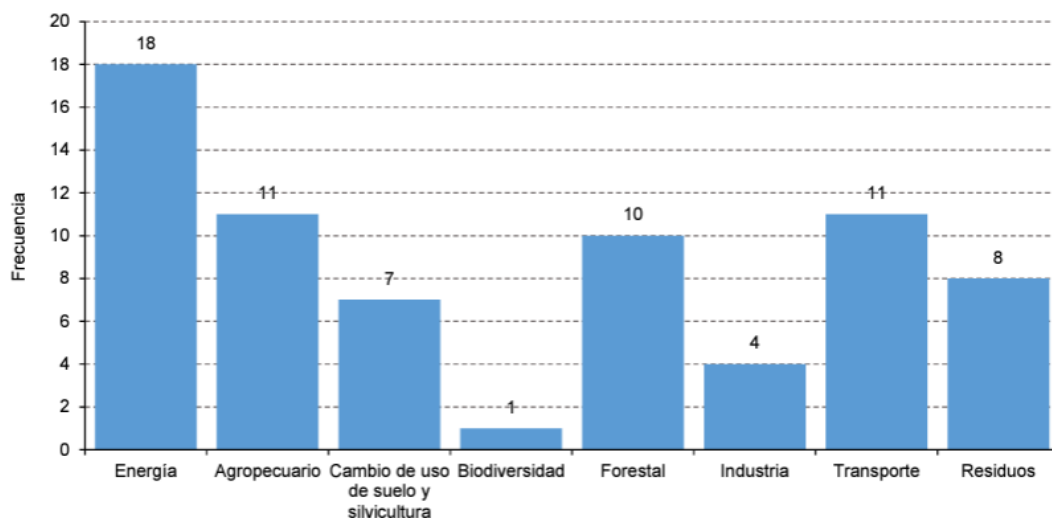


Figura 9: Sectores prioritarios para mitigación (Fuente: Sánchez y Reyes, 2015).

Dentro de las estrategias de mitigación el reciclaje es visto en Chile como una de las principales acciones para cuidar el medio ambiente, sin embargo un 45% de municipios que no cuentan con servicio de reciclaje municipal. A pesar de que en el 2018 se realizó una encuesta donde el 50% de las personas declaraba su acción de reciclar separar su basura para reciclar, las cifras específicas de las dos principales áreas metropolitanas mostraron que en Concepción sólo el 32% de los hogares entrevistados y en Santiago el 41% declararon reciclar (Valenzuela-Levi, 2021).

Esto es más complejo aún, cuando los residuos atentan contra las condiciones de salubridad de la población, impidiendo a las municipalidades garantizárselas. En ese sentido, Roper (2021) lo atribuye no solo al incremento de la población, sino al modelo de vida predominante en los distintos países del mundo, donde se

incrementa la generación de residuos en mayores cantidades; por lo que la inadecuada gestión de residuos agrava la situación; convirtiendo las ciudades en grandes vertederos, lo que no solo incide a nivel social desde la óptica de la salubridad y sus efectos en la población, sino a nivel ambiental; pues los residuos están relacionados con el cambio climático, por su consumo de bienes naturales escasos, tales como el suelo y el agua (Escobar, 2021).

Más aún, la falta de control o gestión ineficiente de residuos sólidos, pueden acelerar los procesos de explotación tanto de recursos naturales, como el vertido de residuos sólidos domiciliarios (Vasconi, 2004). Todo ello, causa el deterioro de los ecosistemas e impidiendo el desarrollo de políticas, programas y planes para lograr el desarrollo sostenible del país.

Sin embargo, se vislumbran iniciativas que incentivarán el aceleramiento en términos de reducción, reutilización y reciclaje en Chile. Una de las más relevantes es la Ley 20.920 que establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje (Ministerio del Medio Ambiente, 2016). En su artículo 4º define mecanismos a implementar para lograr un impacto significativo en la gestión de los residuos. Inicialmente se definió 7 grupos de productos prioritarios a los que aplica dicha ley: aparatos eléctricos y electrónicos, pilas, envases y embalajes, diarios y revistas, neumáticos, baterías y aceites y lubricantes. Mediante los reglamentos que soportan la implementación de dicha ley se definen responsabilidades a los diferentes actores de la cadena de suministro y donde será clave la participación del consumidor final para segregar y disponer los residuos de manera adecuada en los puntos que deberán implementarse para estos efectos.

En síntesis, la carbono neutralidad prevista para el 2050, puede ser alcanzada cuando se reconozca la necesidad de la participación ciudadana y la disponibilización de recursos e infraestructura para garantizar un adecuado consumo de electricidad y de agua; además de un tratamiento efectivo de los residuos sólidos.

2.2.3 Recursos hídricos

Los recursos hídricos son el tercer sector de interés en el estudio. Al respecto, Baeza (2017) reconoce la importancia vital del agua para la población y los diversos ecosistemas, destacando su uso en el consumo humano, producción de energía, agricultura, manufactura, entre otros; actividades que ejercen presión en los recursos hídricos, además de la merma de los mismos a razón del cambio climático. En esta realidad inciden las alzas térmicas, además de los cambios a diferentes escalas de los regímenes hídricos. Así mismo, el aumento de las precipitaciones afecta sustancialmente la calidad del agua por el arrastre de mayor sedimentación, aparte de generar problemas en la gestión hídrica, específicamente en la infraestructura que le da soporte, en función de aumentos de volúmenes, pues estos pueden comprometer a los sistemas de alcantarillado y las plantas de tratamiento de agua, complicando así la función para la cual fueron creados.

Un aumento de la intensidad y volumen de precipitaciones tiende al aumento de escorrentía en ríos y lagos, por lo que se pueden generar lavados de sedimentos, nutrientes; dispersar contaminantes, desechos sólidos, entre otros Baeza (2017). Al intentar reducir los impactos negativos que se generan, Mc Intyre citado por Baeza (2017) propone redistribuir el agua dulce en el espacio físico-temporal, mediante depósitos de almacenaje, transferencia por tuberías y procesos de desalación para generar agua potable y de uso industrial tomando como materia prima el agua de mar.

Adicionalmente, y considerando que el ciclo del agua (almacenamiento, transporte, potabilización, depuración, entre otros) aporta negativamente a la situación crítica generada por las emisiones GEI, lleva a los países a incrementar los esfuerzos para brindar acceso y uso al agua a través del ahorro, reutilización y reciclaje; acompañado de procesos formativos para los ciudadanos y adecuado uso de tecnologías que contribuyan en el proceso.

La Ley 21.075 regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises (2018), cuyo objeto es establecer y “regular los sistemas de reutilización de las aguas grises, tanto en las áreas urbanas como rurales” (artículo 1). Sin embargo Maldonado (2021) afirma la falta de celeridad en su aplicación a pesar de que el 76% del territorio nacional está afectado por sequía, desertificación y suelo degradado, pues aún se espera un reglamento para ello. A pesar de la espera, esta Ley es un aporte para mitigar los efectos causados por el cambio climático, ya que la no intervención de los diversos sectores en la materia puede generar posibles consecuencias (Ríos, 2017). Se espera para todo el territorio chileno un incremento de las temperaturas, reducciones significativas en las precipitaciones en la zona central del país, en contraposición del incremento de las mismas para el extremo sur; además de reconocer las importantes implicaciones de estos efectos en el ciclo del agua (Baeza, 2017). Estos cambios tienen un impacto negativo no solo a nivel económico y social, sino desde el punto de vista hídrico se prevé un déficit en el abastecimiento de agua como consecuencia de cambios hidrológicos, disminución en la disponibilidad de agua en todas las regiones mineras y en las regiones al norte de la RM.

Dado el consumo de agua y los efectos del cambio climático en el agua, se espera un aumento en la intensidad del estrés hídrico debido al crecimiento poblacional, cambio económico, usos de la tierra, entre otros (Baeza, 2017). Para el siglo XXI se tienen cambios acelerados en las pérdidas de masas de los glaciares y reducción en la cubierta de la nieve; por la dependencia existente de estos elementos naturales y dada la realidad señalada, se reduce la disponibilidad de agua dulce para el consumo y el potencial hidroeléctrico.

La vulnerabilidad climática como se ha mencionado anteriormente no solo está afectando a América Latina, la situación es global; no obstante es preciso reconocer las vulnerabilidades existentes en el sector hídrico donde la sequía por falta de precipitaciones y escasa disponibilidad de agua potable empeora la realidad de la población. En esta realidad climática Sánchez y Reyes (2015) ratifica el efecto a nivel mundial, y plantea que la región de América Latina al igual que el resto de los países

del mundo están viviendo los efectos del cambio climático, pero de forma diferente en función de las particularidades existentes; sin embargo, coinciden con una alta debilidad en algunos sectores como el hídrico, debido a factores climáticos como:

- Tendencia al aumento de temperatura
- Tendencia a la sequía
- Cubierta de nieve

Ante esa realidad, los autores citados consideran la presencia de dos riesgos claves: disponibilidad de agua en regiones semiáridas e inundaciones de áreas urbanas a causa de precipitaciones extremas.

En esa dirección, países de América Latina en general han manifestado su interés por establecer un marcado desarrollo institucional y definir políticas públicas que les permitan enfrentarse a los diversos desafíos generados, producto del cambio climático; aspectos que han ofrecido resultados en la Unión Europea y pueden ser de utilidad para la región, como es el caso de la política europea de cambio climático, la cual está determinada por los distintos paquetes legislativos aprobados, en apuesta por una economía descarbonizada y una resiliencia ante el cambio climático (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto demográfico).

Es trabajo del Estado crear la fundamentación normativa necesaria, mediante políticas traducidas en planes a manera de realizar acciones que mitiguen los efectos del cambio climático. Chile no está exento de ello y como se mencionó anteriormente, se cuenta con legislaciones en materia hídrica como es el caso de la Ley 21.075 y la Ley 21.455 donde se establece la gobernanza climática, y se definen soluciones basadas en la naturaleza, destacando en ellas la seguridad hídrica.

En ese contexto, ningún país queda exento de emprender acciones para mejorar los efectos a los que se enfrentan de acuerdo con los aspectos climáticos, geográficos o socioeconómicos que le caracterizan. Por lo que, es necesario definir estrategias para cerrar las brechas generadas por el problema ambiental existente, ajustadas a las particularidades de cada país (Sánchez y Reyes, 2015)

Para Chile son prioridad los sectores agropecuario y del agua. En efecto, este último en el sector de mayor reconocimiento para la implementación de estrategias de adaptación ante el cambio climático, como se muestra en la Figura 10. Los compromisos internacionales signados por Chile en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1992 y ratificada en 1994, así como en el Protocolo de Kioto, firmado en 1998 y ratificado en 2002; se vinculan en la adaptación y mitigación de la disponibilidad y gestión de agua.

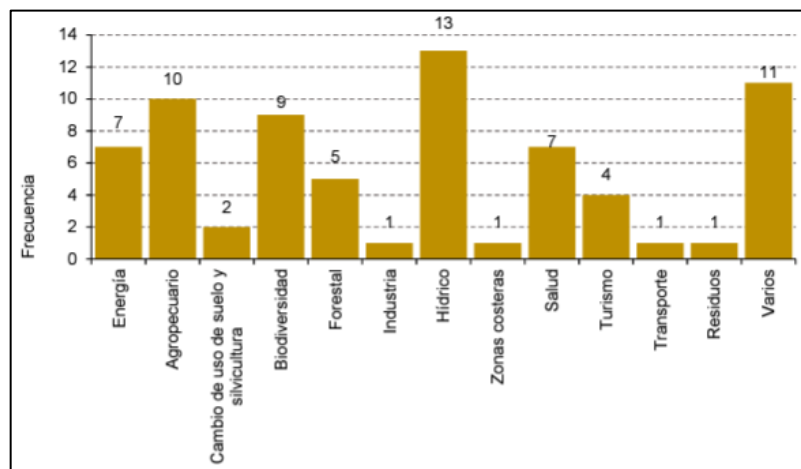


Figura 10: Sectores priorizados (Fuente: Sánchez y Reyes, 2015).

Como se observa en la figura anterior el sector hídrico y agropecuario, entre otros varios (industrias, zonas costeras, transporte, residuos, otros); son los que presentan mayor afinidad en los países latinoamericanos. En este punto, es precisamente donde el Estado chileno debe hacer énfasis para lograr la seguridad hídrica, planteada en la Ley Marco del Cambio climático como se mencionó anteriormente; tomando como referencia planes o reglamentos que ayuden a operacionalizar en los organismos del Estado las acciones a seguir para lograr las metas establecidas. En ese proceso de adaptación a la que se han ido incorporando los diferentes países, las adaptaciones en el sector hídrico buscan garantizar el abastecimiento y

distribución efectiva del agua, principalmente hacia poblaciones y hacia todas aquellas actividades productivas más vulnerables (Sánchez y Reyes, 2015).

De acuerdo con el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2019), del 2010 al 2017 se produjo en la RM la mayor sequía en el último milenio y el aumento de GEI debilitaron los vientos que traen las precipitaciones hasta esta zona, por lo que estas fueron cada vez más escasas. Esta situación, llevo al gobierno chileno a declarar en emergencia agrícola a 17 comunas por la escasez del recurso vital para la cosecha.

Esa sequia vivida por la RM en casi una década, tiene como fuente principal la intervención humana; con efectos en la disminución del ozono estratosférico y aumento de GEI, pues según Garreaud et al (2017) ayudan a debilitar los vientos del oeste en los subtrópicos y disminuyen en la región centro-Sur de Chile, cuya incidencia gradual tiene tendencia a la sequía de la zona y cuya permanencia dependerá de manera exclusiva del factor humano.

El acceso al agua es un problema estructural en la gestión del agua en Chile (Alvarado, 2022). El 53% de las comunas del país se declararon en condición de escasez, incluida la RM (BCN, 2021), lo que puede significar un aumento en el factor de emisión de ciclo del agua y poner en riesgo el Plan Nacional de Eficiencia Energética por la disminución de las fuentes hidráulicas.

En definitiva, la sociedad chilena debe contar con la capacidad de enfrentar racionalmente los efectos que los GEI y el cambio climático ejercen sobre las reservas hídricas, a través de la ejecución efectiva de planes, programas, estrategias y metas.

3 ARTÍCULO

CARBONO NEUTRALIDAD EL 2050: ANÁLISIS DE ASPECTOS NORMATIVOS, TÉCNICOS, ECONÓMICOS, CULTURALES Y DE INFRAESTRUCTURAN PARA LA FAMILIA CHILENA EN LA REGION METROPOLITANA

María José Guzmán Thoms ^a, Diego Andrés Rivera Salazar ^b

^a *Alumno de Magister en Sustentabilidad, Facultad de Ingeniería, Universidad de Desarrollo, maguzmant@udd.cl*

^b *Director de Postgrados y Educación Continua, Facultad de Ingeniería, Universidad de Desarrollo, diegorivera@udd.cl.*

RESUMEN:

Este trabajo presenta un análisis de los aspectos normativos, técnicos, económicos, culturales y de infraestructura a los que se verán enfrentadas las familias de la región Metropolitana para lograr la meta de carbono neutralidad comprometida para el año 2050. Para lograrlo, se realizó una comparación cualitativa basada en el relevo de datos provenientes de estudios existentes, el análisis de artículos académicos y literatura gris. Dentro de éste se considera el análisis de las ECLP de Estados Unidos, Canadá, España, Dinamarca, Costa Rica y Colombia con el fin de determinar las variables de mayor impacto que de ellas se desprenden para luego profundizarlas y analizarlas comparativamente con las principales fuentes de generación de GEI.

El análisis muestra que la implementación de las acciones en las familias de la región Metropolitana se sustenta en generar cambios culturales, normativos, infraestructura y tecnología en los sectores energético, gestión de residuos y recurso hídrico.

Se concluye que el Estado deberá generar inversión en la implementación de infraestructura relacionada con disminución de los GEI asociados al reemplazo del consumo de combustibles fósiles por el uso de energía eléctrica en los artefactos de uso doméstico; a poder aumentar la tasa de reciclaje de los residuos mediante educación y la ampliación de la cobertura de los puntos limpios; a generar la regulación e infraestructura necesaria para la recuperación y uso de las aguas grises.

Finalmente, se debe implementar un plan de educación y concientización a la población para generar el cambio cultural y de hábitos que el desafío de la carbono neutralidad conlleva.

PALABRAS CLAVE: Cambio climático, Gases de Efecto Invernadero (GEI), Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), Acuerdo de París, Contribución Determinada Nacional (NDC).

1. Introducción

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (en adelante, CMNUCC) en su artículo 1° (Cumbre de la Tierra de Río, 1992), define el cambio climático como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales o sujetos de ordenación, o en el funcionamiento de los

sistemas socioeconómicos, o en la salud y el bienestar humano”. También define los GEI como “aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y reemiten radiación Infrarroja”.

En esta misma instancia, la CMNUCC plasma una respuesta internacional concreta al cambio climático y compromete obligaciones para combatir el Cambio Climático. Chile adhiere a este compromiso a través del D.S.

123 del 15 de diciembre de 1994. (Ministerio de Relaciones Exteriores, 1994). En este documento se reconoce la preocupación por los efectos adversos del cambio climático, el inminente aumento de los gases de efecto invernadero a causa de la actividad humana y cómo esto tiene un resultado en el calentamiento adicional de la Tierra. Además, se establecen compromisos como propiciar la colaboración internacional, proteger el sistema climático para las generaciones presentes y futuras, generar normativa en el país, cuantificar GEI, generar programas de cambio climático limitando las emisiones antropógenas, entre otros.

La implementación de acciones relacionadas con Estrategias de Cambio Climático en enero de 2006 donde se plantearon 3 ejes estratégicos (Adaptación a los Impactos del Cambio Climático, Mitigación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Creación y Fomento de Capacidades en Cambio Climático), plantea varias interrogantes. Algunas de ellas son si la población tiene la capacidad cultural de comprender los problemas derivados del calentamiento global y sus efectos sobre ellos mismos (CONAMA, 2006), si se requerirá normativa para lograr que la población genere los cambios de hábitos, si estas medidas implicarán inversiones/gastos que hoy no existen para las familias, qué infraestructura se deberá disponibilizar, qué tan oportuno será esto para cumplir el compromiso pactado en el plazo definido, entre otras.

1.1 Carbono neutralidad 2050: definiciones y marco normativo actual

De acuerdo con lo establecido en la Ley 21.455, Ley Marco de Cambio Climático del 13 de junio de 2022 (Ministerio del Medio Ambiente, 2022) se entiende por neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero al momento en que las emisiones son iguales o menores a la absorción. Dicha ley establece en su artículo 1° el compromiso de lograr la neutralidad a nivel país, al año 2050.

Las emisiones de GEI a nivel nacional publicada en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y otros contaminantes

climáticos 1990-2018 (Ministerio del Medio Ambiente, 2020), muestran una tendencia al alza: los GEI totalizaban el 2018 112.313 kTon CO₂ eq, lo que significa un 128% sobre el año base 1990. Los principales aportes a este resultado son la quema de combustibles fósiles usados tanto para generación eléctrica como para transporte terrestre, el metano y el óxido nitroso generado por la actividad ganadera. El sector energía representó un 77%, Agricultura un 10%, residuos un 6% y el sector IPPU (Industrial processes and product use o procesos industriales y uso de productos) un 6%.

Las cifras muestran la necesidad de alinear los planes que se habían definido. Por ejemplo, la actualización de la Política Energética Nacional (Ministerio de Energía, 2022), en su primer objetivo general declara “energía sin emisiones al 2050” y dentro de sus metas está el lograr un 80% de energías renovables al 2030. También se actualiza el Plan Nacional de Eficiencia Energética (Ministerio de Energía, 2022) que busca establecer acciones para disminuir la intensidad energética amparado en la Ley 21.305 Sobre Eficiencia Energética del 13 de febrero de 2021 (Ministerio de Energía, 2021). Este plan, busca revertir la tendencia de aumento del consumo final de energía de que ha tenido el país entre los años 2010 y 2019 que llega al 21% y alcanzar una intensidad energética acorde a los países de la OCDE, se pueden ver las cifras de Chile y los países de la OCDE en el anexo 1. Para esto se define el Plan nacional de eficiencia energética 2022 – 2026 (Ministerio de Medioambiente, 2022) que incluye 33 medidas -ocho en el sector transporte-. La Estrategia Nacional de Electromovilidad (Ministerio de Energía, 2021) busca que el parque de vehículos de transporte terrestre que se venda al 2045 sea 100% cero emisiones, lo cual, según DW (2021) significa un cambio drástico en toda la economía y suprimir combustibles fósiles y otras fuentes de emisiones en la medida que se pueda realizar, esto no será factible si no se acompaña de infraestructura, instrumentos de fomento y financiamiento, innovación y educación. Además, incluye siete medidas para el sector productivo, diez para el sector de edificaciones y ocho para el sector

ciudadanía, todas apuntando a lograr una disminución del 30% en la intensidad

energética del país al 2050 lo que se resume en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1: Resumen Plan de Eficiencia Energética 2022 - 2026

Fuente: Elaboración propia

Resumen Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022 -2026						
Sector	Medidas	Inicio	Métricas	Meta 2026	Meta 2030	Meta 2050
Productivo	Implementación SGEE en grandes consumidores	2022	Desempeño SGEE.	-4%		-25%
	Fomentar la gestión de la energía en empresas de menor tamaño	2022	Condiciones para implementación en MIPYMES y PYMES.			
	Actualización del estándar mínimo de Eficiencia Energética para motores eléctricos	2023	Publicación del nuevo estándar en base a normativa internacional vigente.			
	Promoción de soluciones eficientes para usos térmicos y motrices en los sectores productivos	2022	Desarrollo de políticas e instrumentos de fomento a la I&D EE.			
	Promover la capacitación y certificación del capital humano en el ámbito de la eficiencia energética para los sectores productivos	2022	Desarrollo de capacitación, formación y certificación público-privada.			
	Elaboración de indicadores de eficiencia energética para los distintos sectores productivos	2023	Definición de indicadores y reportabilidad en Estados Financieros.			
	Difusión de los resultados y beneficios de la eficiencia energética aplicada a los sectores productivos	2022	Elaboración y disponibilización de material informativo y comunicacional.			
Trasporte	Establecimiento de estándares de eficiencia energética para vehículos livianos, medianos y pesados (Rendimiento vehículos (Km/lge))	2024	Definición de estándares mínimos para comercialización de vehículos nuevos.		Duplicar rendimiento	Cuadruplicar rendimiento
	Incentivos financieros para la electromovilidad	2023	Llamado a instituciones financieras para involucrarse en fomento a la electromovilidad.			
	Aceleración del despliegue de medios de transporte sustentables y eficientes	2022	Desarrollo de instrumentos de fomento al transporte cero emisiones.			
	Desarrollo de condiciones habilitantes para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos	2022	Promoción de la red de carga para todo tipo de vehículos eléctricos.			
	Fomento al uso eficiente del transporte	2022	Promover y facilitar el uso de transporte no motorizado, transporte público eficiente o car-sharing.			

Resumen Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022 -2026						
Sector	Medidas	Inicio	Métricas	Meta 2026	Meta 2030	Meta 2050
	Promover la capacitación y certificación del capital humano en el ámbito de la eficiencia energética para el transporte eficiente	2022	Desarrollo de capacitación, formación y certificación público-privada.			
	Impulso a la industria nacional mediante el fomento a la investigación e innovación en el transporte eficiente y cero emisiones	2022	Fomento al desarrollo local de tecnologías más eficientes al transporte.			
	Difusión de los resultados y beneficios de la eficiencia energética aplicada al transporte	2022	Elaboración y disponibilización de material informativo y comunicacional.			
Edificaciones	Actualización de los estándares de eficiencia energética de las edificaciones	2022	Modificación a la OGUC para lograr edificaciones de energía net zero a través la actualización de reglamentación térmica en tres etapas.		-0,3	-0,5
	Impulso a la renovación energética de sector edificación	2022	Renovación en el parque público y privado de alta eficiencia energética que cumpla el net zero a 2025.			
	Fomento al reacondicionamiento térmico de viviendas existentes	2022	Generación de alternativas de financiamiento público-privado para eficientar la climatización de hogares.			
	Calificación energética de viviendas y otras edificaciones	2023	Implementación del etiquetado obligatorio para edificaciones nuevas.			
	Implementación de eficiencia energética en edificios públicos	2023	Definición de estándares de eficiencia y Certificación de edificios públicos.			
	Sistemas residenciales de climatización eficientes y sostenibles	2022	Promoción de recambio de equipos de calefacción eficiente con alternativas de financiamiento público-privado.			
	Habilitación de la energía distrital como alternativa de suministro energético	2023	Desarrollo de marco regulatorio que permita a usuarios una alternativa de suministro eficiente.			

Resumen Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022 -2026								
Sector	Medidas	Inicio	Métricas	Meta 2026	Meta 2030	Meta 2050		
	Promoción de instrumentos económicos	2024	Evaluación y fomento de instrumentos económicos para aplicación de medidas de eficiencia energética en edificaciones.					
	Promover la capacitación y certificación del capital humano en el ámbito de la eficiencia energética para las edificaciones	2022	Desarrollo de capacitación, formación y certificación público-privada					
	Difusión de los resultados y beneficios de la eficiencia energética aplicada al sector edificación	2022	Elaboración y disponibilización de material informativo y comunicacional					
Ciudadanía	Difusión de información ciudadana sobre la relevancia de la sostenibilidad energética para la ciudadanía	2022	Elaboración y disponibilización de material informativo y comunicacional en lenguaje sencillo e inclusivo.					
	Potenciar el programa educativo en energía y sostenibilidad	2022	Ampliar las herramientas para generar competencias en la comunidad.					
	Actualización y ampliación del etiquetado de artefactos	2022	Se ampliará el etiquetado a artefactos de consumo en espera (Lavadoras, AC, etc.).					
	Actualización y ampliación de los estándares mínimos de eficiencia energética para artefactos	2023	Ventas de artefactos eficientes energéticamente.				70%	100%
	Difusión del etiquetado de eficiencia energética de artefactos	2022	Disponibilización en la web de los productos de uso residencial.					
	Fomentar el recambio de artefactos eficientes	2022	Formación a la ciudadanía para transferir conocimientos sobre eficiencia energética.					
	Analizar el impacto de las ciudades inteligentes en la eficiencia energética	2023	Estudio sobre el impacto de las ciudades inteligentes y barreras existentes					
	Coordinación institucional	2022	Instancias de evaluación de los resultados obtenidos.					
Nacional	Reducción de la Intensidad energética		TCal/Miles de millones de CLP	1,84	1,68	1,33		

Experiencia internacional en carbono neutralidad domiciliar

En el artículo 4° del Acuerdo de París, los países se comprometieron a generar, actualizar y comunicar estrategias de largo plazo para disminuir las emisiones de GEI. Al cierre de 2021, 50 países habían adherido a este compromiso (incluido Chile). De acuerdo con los datos del Banco Mundial del 2019, la emisión global de GEI es de 46.287.620 KTON CO₂e².

En la estrategia de largo plazo de Alemania (noviembre, 2019) los mayores compromisos se ven en los sectores de mayor aporte de huella : energía (37%), industria (23%) y construcción (17%). Algunas acciones como el cambio de la matriz a 100% de energías renovables buscan apoyo en los sistemas financieros con el fin de una mayor contribución a este tipo de iniciativas y llevar la infraestructura a construcciones sustentables que maximicen el uso de la energía en la climatización. Por otro lado, la estrategia de Canadá (noviembre, 2016) presenta la carbono neutralidad como una oportunidad para mejorar el bienestar social, la economía y la productividad. Su foco de trabajo está en el consumo energético y dado que hoy más del 80% de su matriz de energía eléctrica, su objetivo es cambiar combustibles fósiles por este tipo de energía. Esto significará que para 2050, un 43% del consumo asociado a energía, será eléctrica. Otro tema que destaca es que se presenta como una estrategia colaborativa y de interés común con Estados Unidos y México. Se observan puntos similares con otras estrategias como construcción, industria, agricultura, por mencionar los de mayor incidencia en la emisión de GEI.

Las estrategias de los dos países de mayor contribución a la generación de GEI, tenemos que, en el caso de China (octubre, 2021), las prioridades están en generar un sistema de economía circular para lograr ofrecer

manufactura verde usando alta tecnología, digitalización, energía verde, entre otros. También se considera construir un sistema de energía bajo en emisiones, controlando estrictamente el uso de combustibles fósiles y desarrollar fuertemente las energías renovables. Además, destaca la propuesta de un sistema industrial bajo en carbono, optimizando y transformando las industrias claves para la economía del país. La estrategia de Estados Unidos (noviembre, 2021) se repiten líneas de acción respecto de los vistos en la estrategia de Alemania. Como prioridad se menciona la energía eléctrica, plasmando como objetivo alcanzar el 2035 un sistema eléctrico libre de emisiones de GEI en un 100%. Proponen un cambio escalonado desde los autos de ciudad, luego los SUV y otros de mayor envergadura para terminar con los transportes de carga. Los temas que siguen son construcción e industria.

Emisión de GEI residenciales

Uno de los organismos que trabaja reportando a la CMNUCC es el Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC). Este grupo de expertos científicos y técnicos que evalúa periódicamente el estado del conocimiento y emite informes con análisis de riesgos, repercusiones, adaptación y mitigación sobre el cambio climático. Este órgano, en el informe Calentamiento global de 1,5 °C (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2019) detalla los impactos del aumento de la temperatura del planeta en una cifra mayor a 1.5°C. Dentro de los impactos potenciales y sus riesgos menciona:

- Ocurrencia de fenómenos climáticos extremos (Calor extremo, lluvias extremas, sequías extremas)
- Crecimiento de los océanos, por lo que ciudades que estén cerca del borde costero deberán desplazarse
- Pérdida y extinción de especies y servicios ecosistémicos para la humanidad

² Comisión Europea, Centro Común de Investigación (JRC)/Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos (PBL). Base de Datos de Emisiones para la Investigación Atmosférica Global

(<https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.GH.GT.KT.CE?end=2019&start=1990&view=chart>)

- Calentamiento en los océanos, disminuyendo el nivel de oxígeno en él, por tanto, disminuyendo las posibilidades de vida en él
- Aumento en el deterioro de la salud, suministro de agua y decrecimiento económico
- Disminución de las posibilidades de adaptación

Lo anteriormente descrito impacta negativamente de la población y amenaza la sustentabilidad del planeta. De hecho, éstas amenazas ponen en riesgo el cumplimiento de al menos 9 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos en la Asamblea General del 25 de septiembre de 1995, en la denominada Agenda 2030.

Para el sector domiciliario, en Canadá se ha analizado el impacto de la construcción de las viviendas (Salazar, Meil, 2009), donde se evalúa el ciclo de vida completo de ésta, desde su construcción hasta que cumple su vida útil y se disponen los residuos de la construcción, se pone en jaque una construcción tradicional por sobre una de madera. En el caso de Estados Unidos, a diferencia de los países en vías de desarrollo donde el consumo energético es preponderante, la mayor contribución a la huella de carbono de los hogares americanos se encuentra en los bienes de consumo (Weber, Matthews, 2008).

En la Unión Europea, el análisis viene dado por el factor económico. El análisis del ingreso de los hogares determinó que existe una relación lineal entre dichos ingresos y la emisión de GEI. Por ejemplo, el grupo de ingresos más altos (45%) tiene una participación de 36% en la huella de carbono; sin embargo, el grupo de ingresos más bajos (6%) participa en un 8% de la generación de huella de carbono (Sommer, Kratena, 2017). No obstante, países más pequeños de la comunidad como Grecia tienen una tendencia más parecida a países como Chile, donde el gran impacto sobre la huella de carbono de los hogares se concentra en el consumo energético, consumo de combustibles producto de los transportes, consumo de bienes importados y, en menor grado el consumo de agua y residuos

(Markaki, Belegri-Roboli, Sarafidis, Mirasgedis, 2016).

En el caso Chile, para el sector residencial no hay cifras segregadas; más bien se incluyen dentro de otros sectores. Por ejemplo, se distribuyen los consumos de energía principalmente en la región Metropolitana con un 46,3%, Valparaíso con un 10,3% y Bío-Bío con 10% (Ministerio del Medio Ambiente, 2021). Aun cuando en el Informe del Inventario Nacional de Chile 2020 muestra que el impacto del sector residencial en los GEI por consumo eléctrico en las diferentes regiones del país bordea el 6% (significativamente menor que la Minería), también existe un impacto en el segundo sector más relevante que es el transporte, en residuos y en generación por consumo. Sin embargo, según Hernández y Vita (2022) el consumo de residencial es responsable de más del 65% de las emisiones de GEI del planeta, con lo que es de gran importancia generar acciones en este sector.

En base a las revisiones de los casos de países de diferentes localidades, los focos de mitigación y trabajo son similares y la experiencia de los sectores a evaluar es de relevancia, por lo que se convierte en una guía para el desarrollo del presente trabajo.

Entendida esta realidad, y considerando la revisión bibliográfica presentada, es posible efectuar el siguiente cuestionamiento de contexto: ¿Cuáles son las variables claves y brechas de mayor impacto que impone el logro de la carbono neutralidad en las familias de Chile? La principal motivación para realizarlo ha sido el nulo impacto que han tenido las acciones implementadas dado los resultados de los Inventarios Nacionales de GEI, donde se muestra que al 2016 las emisiones per cápita eran de 6,1 Ton CO₂ eq/persona versus las 6 Ton CO₂ eq/persona del 2018. Lo anterior se agrava dada la disminución de la capacidad de absorción producto de los incendios que afectaron a Chile desde 2017 a la fecha abarcando casi un millón de hectáreas de terreno. Esto ha generado que en el balance de GEI las emisiones hayan aumentado en el mismo periodo.

Se propone identificar los elementos relevantes que aportan a la generación de GEI a nivel residencial, específicamente en las familias de la región Metropolitana y analizar las dificultades para mitigar o disminuir la contribución de las mismas. En este sentido este trabajo contribuye a la comprensión de los elementos y variables que impactan en el cambio climático y serán relevantes en el diario vivir de la familia chilena.

El objetivo de este trabajo es analizar los aspectos normativos, técnicos, económicos, culturales y de infraestructura a los que se verán enfrentadas las familias de la región metropolitana para lograr la meta de carbono neutralidad comprometida para el año 2050.

2. Metodología

Esta es una investigación de tipo exploratoria-descriptiva con fines interpretativos, realizada con metodología cualitativa (Ruiz, 1996; Valles, 2000). Se considera una etapa cualitativa basada en el relevo de datos provenientes de estudios existentes, el análisis de artículos académicos y literatura gris, lo que fortalece la comprensión de la problemática. El uso de literatura gris está dado pues la mayor cantidad de información del Chile y de los países estudiados se encuentra en informes de investigación, normas y estadísticas publicadas por organismos públicos.

Dados los resultados de la investigación documental, y en base a las variables definidas en el objetivo, los criterios, avances, e implementación de prácticas sectoriales, se identifican las características a evaluar a través del método de análisis comparado.

La comparación se ha impuesto como método. El objetivo no es realizar un listado de las similitudes y divergencias comparables de un sujeto a otro, sino transformar ese listado en la base de una explicación de los procesos y avances obtenidos. Para Sartori (1984), el método comparativo tiene como fin buscar las similitudes y disimilitudes, debido a que la comparación se basa en el criterio de homogeneidad -identidad de clase el elemento que legitima la comparación- y se contrasta

entonces lo que corresponde al mismo género o especie). Sobre este enfoque, Sartori y Morlino (1994) señalan que lo ideal es encontrar entidades similares en todas las variables, excepto en aquella que nos interesa investigar. Así, al seleccionar sistemas más semejantes el investigador compara sistemas cercanos; lo que implica que son similares en la mayor cantidad de características posibles. Por ende, le permite dejar de lado un alto número de variables declarándolas iguales.

En esa línea, Przeworski y Teune (Como se citó en Collier, 1992) señalaron en 1970 que, dentro de universos de casos comparables, prefieren en su lugar un diseño de sistemas "más similares", basado en una serie de casos extremadamente diversos y entre los cuales el investigador sigue procesos similares de cambio. Para estos autores, la lógica de este sistema implica que las características comunes a los sistemas estudiados están controladas, mientras que las diferencias intersistémicas son definidas como las variables explicativas.

Entonces, el resultado de un estudio de esta clase sería, a modo de ejemplo: en los países desarrollados que comparten las características a y b, las diferencias sobre el uso de energías renovables pueden ser atribuidas a los factores m, n y o. El estudio tiene como alcance la revisión y análisis de 7 estrategias climáticas de largo plazo (incluyendo la chilena), con el fin de identificar los aspectos más relevantes que Chile y, en particular la RM deberá considerar para avanzar en el logro la carbono neutralidad. Se considera el análisis de las ECLP de Estados Unidos, Canadá, España, Dinamarca, Costa Rica y Colombia con el fin de determinar las 3 variables de mayor impacto que de ellas se desprenden para luego profundizar en éstas y analizarlas comparativamente con las principales fuentes de generación de GEI, tendencias de consumo, infraestructura definida, normativa asociada de manera de buscar similitudes o discrepancias con la población de estudio de este trabajo, informes y estadística a nivel de región Metropolitana que representa casi el 50% de las emisiones residenciales a nivel nacional, con una mirada

comparativa con la realidad mundial (Informe GEI, Chile, 2018).

Durante el proceso investigativo se realiza una búsqueda por medios digitales, de artículos, revistas científicas y reportes relevantes, referentes a la teoría de cálculo de huella de carbono, sus alcances, metodología y desafíos de disminución.

Para el análisis de las estrategias climáticas de largo plazo (en adelante ECLP) se definieron 7 variables que son comunes a todas ellas (Sartori y Morlino, 1994) con el fin de determinar las 3 que presentan un mayor nivel de interés de los países y que, además, son las que impactarán mayormente en el objetivo de la carbono neutralidad al 2050. Estas son: (1) Gestión de residuos, (2) Estrategia de transporte, (3) Transformación energética, (4) Infraestructura tecnológica, (5) Regulación existente, (6) Cambio cultural, (7) estrategia de Adaptación/Mitigación. Estas variables se categorizaron de acuerdo con el nivel de importancia y relevancia de implementación en el país (Tabla 2). La tabla es un artefacto que permite determinar los focos de alto impacto y, evaluar su coherencia con el impacto que tendrán en nuestro país. Se entiende que la mayor cobertura de los temas expuestos, es decir un 100% de cobertura, se da cuando la puntuación de la variable es igual a 4.

Tabla 2: Categorías impacto acciones

Fuente: Elaboración propia

Categoría	Valoración
No existe	0
Bajo	1
Medio	2
Alto	3
Muy Alto	4

3. Resultados

La Tabla 3 describe 7 variables importantes para los países en estudio y la robustez de las acciones planteadas. A manera general, la revisión realizada sobre las 7 variables consideradas comunes en las ECLP permitió realizar una comparativa desde las

particularidades que hasta ahora les han caracterizado, además de los aspectos asumidos como desafíos y áreas donde se han enfocado como se muestra en la Tabla 4. Se observa cierta similitud en los países considerados, a manera de contribuir con un ambiente sustentable y el bienestar de la población.

Además, el conocimiento e involucramiento de la población en materia de cambio climático, contribuye de manera notoria a incorporar variables vinculadas a los diferentes sectores como el energético, hídrico y residuos para el beneficio común de la población (Sánchez y Reyes, 2015).

Los países europeos son los que logran el mayor porcentaje (88% de consideración) y desarrollo de manera explícita los temas en cuestión. La ECLP que engloba todas las variables con el más alto nivel de desarrollo es Dinamarca, que basa su estrategia en un fuerte trabajo previo en generación de cultura a través de implementación de infraestructura. Por ejemplo, desde el año 2002 que este país cuenta con un sistema de reciclaje de botellas plásticas y latas basado en el incentivo económico. (existe un cargo adicional en la compra de los artículos que cuentan con este tipo de embalajes, el que es devuelto a las personas cuando los reciclan en las máquinas receptoras ubicadas en supermercados, bencineras y locales comerciales a lo largo del país) (Agenda sustentable, 2021). Por otro lado, el país cuenta con una matriz energética mayoritariamente compuesta por generación eólica y de gas natural. Sólo un porcentaje bajo es en base a carbón, por lo que han adelantado su plazo de reducción de GEI, teniendo como meta una disminución de 70% al 2030, más ambiciosa que toda la comunidad europea (Alejandra Rivera, 2020). El caso de España que se categoriza como Alta en la inclusión de las variables consideradas, presenta la más baja valoración en cambio cultural y las más alta en las temáticas de adaptación y mitigación.

En el caso de los países de América del norte, Canadá cuenta con una ECLP robusta, también basada en su avance en la distribución de su matriz energética, donde casi el 70%

corresponde a energías renovables y proyectan satisfacer el crecimiento de la demanda con energía hidroeléctrica, eólica y nuclear principalmente.

En términos de transportes, se proyecta pasar de una alta dependencia de los productos refinados de petróleo (más de 90% el año base 2015) a un uso mayoritario de combustibles renovables, uso de electricidad e hidrógeno verde hacia el año 2050.

Estados Unidos, por otra parte, tuvo un importante estancamiento durante los años 2017 - 2021, lo que ha significado comprometer avances más desafiantes en su ECLP: se comprometen a generar electricidad limpia en un 100% de su matriz para 2035. La planificación se orienta al uso mayoritario de energía solar y eólica entre 2031 y 2040 asumiendo una mantención de la demanda actual. Sin embargo, no se vislumbra un compromiso de disminución importante a nivel de la industria ganadera que es una de las de mayor impacto en los gases de efecto invernadero, sino que apuntan a un plan de absorción y mitigación.

En América Latina, la ECLP de Colombia es una de las que se evidencia con mayor solidez. Se declara que sus mayores contribuciones a la generación de GEI está dada por la actividad forestal, agropecuaria y minera. En similitud con Chile, Colombia ha soportado esta estrategia en la elaboración de planes y normativa que establece requisitos y define metas para los elementos de mayor impacto en la generación de GEI. Por ejemplo, ha definido un plan energético nacional donde define la estrategia de cambio de la matriz energética actual bajando la dependencia de la

generación hidroeléctrica (hoy 80% del total) y potenciando las energías renovables no convencionales (llegando a un 50% de uso de estas energías para 2050).

Habiendo revisado las ECLP se identifican tres variables de mayor relevancia: Transformación energética, estrategia de transporte y gestión de residuos. Por otra parte, las menos relevantes contenidas en las estrategias revisadas son regulación existente y cambio cultural siendo categorizadas como de valoración media.

En el caso particular de Chile y tomando en cuenta el compromiso signado por el país en el Acuerdo de París, donde se reconoce que el cambio climático se constituyó en una emergencia mundial sin límites geográficos; se precisa encontrar fortalezas, debilidades, brechas existentes y evidentemente, describir los desafíos a los cuales se somete, ONU (2015). De la comparación de la ECLP de Chile con los países en estudio, dado el escenario climático actual y la influencia que tiene la población sobre éstos, se define como sectores a analizar los siguientes: (1) consumo energético (que incluye consumo en transporte), (2) generación de residuos y (3) recursos hídricos (este principalmente por su importancia para población para consumo, para la generación de energía y por su vulnerabilidad al cambio climático). Estos tres sectores son estudiados desde tres puntos de vista: Normativo, tecnológico (infraestructura) y cultural a modo de detectar fortalezas, oportunidades y brechas en ellos.

Tabla 3: Evaluación ECLP nacionales por variable

Fuente: Elaboración propia

Variable/ País	Estados Unidos	Canadá	España	Dinamarca	Costa Rica	Colombia	Chile
Gestión de residuos	3	4	3	4	3	3	3
Estrategia de transporte	2	4	3	4	3	3	4
Transformación energética	2	4	3	4	3	4	4
Infraestructura tecnológica	3	4	3	4	2	2	4
Cambio cultural	2	4	2	4	2	4	2
Regulación existente	2	3	3	4	2	2	3
Estrategia de Adaptación	3	3	4	4	2	3	3
Promedio	2,4	3,7	3,0	4,0	2,4	3,0	3,3

Tabla 4: Comparativo ECLP por países

Fuente: Elaboración propia

Países	Caracterización sobre las ECLP
Países europeos	Consideran el 88% de las variables indicadas, teniendo como estrategia de crecimiento las ECLP mediante una cultura basada en políticas orientadas a una transición ecológica para alcanzar la neutralidad climática en la UE en 2050, bajo iniciativas que consideran el medio ambiente, energía, industria, transporte, agricultura, entre otras.
Dinamarca	Con el más alto nivel de desarrollo de las variables y se apunta en la generación de cultura mediante la implementación de infraestructura.
España	Alta en la inclusión de las variables: la más baja valoración la tiene el cambio cultural y la más alta es para la adaptación y mitigación.
Países de América del norte:	La realidad y tendencia de los países mencionados en este renglón se orientan a las energías limpias, bien sea por convicción o compromiso.
Canadá	ECLP muy robusta. Casi el 70% del consumo energético corresponde a energías renovables con crecimiento de la demanda a energía hidroeléctrica, eólica y nuclear. En transporte existe una alta dependencia de productos refinados de petróleo con tendencia a un uso mayoritario de combustibles renovables, uso de electricidad e hidrógeno verde.
Estados Unidos	Compromiso en la generación de electricidad limpia en un 100% (año 2035). Y uso mayoritario de energía solar y eólica (2031 y 2040).
América Latina:	Ocupados en la disminución del impacto de los GEI.
Colombia	Con mayor solidez y contribución en la actividad forestal, agropecuaria y minera. Cuenta con un plan energético nacional: Baja la dependencia del 80% en la generación hidroeléctrica y potencia las energías renovables no convencionales (50% de uso para 2050).

Países	Caracterización sobre las ECLP
Chile	Cuenta con planes y normativa (requisitos y metas) para los elementos de mayor impacto en la generación de GEI.

3.2 Discusión de los Resultados

1. Consumo energético

El sector energético es considerado como el sector con mayor responsabilidad en las emisiones de GEI en el país, con un total de 77% en el año 2018. No obstante, este sector cuenta con la mayor capacidad para contribuir al cumplimiento de las metas comprometidas en el Acuerdo de París, como es el retiro gradual de las centrales a carbón, que a fines de 2021 representan el 55,2% de la generación bruta del país (Generadoras de Chile, 2022). Esta situación pareciera contradictoria; sin embargo, puede considerarse que un cambio cultural en la materia ofrece la posibilidad de países como Dinamarca. Se busca una participación con el más alto nivel de desarrollo de las variables de manera general y por supuesto, en la transformación energética necesaria.

La meta de alcanzar la neutralidad de emisiones de GEI para 2050 radica en el cumplimiento de lo dispuesto en la NDC del sector energía, donde medidas vinculadas a edificaciones sostenibles, incorporación de sistemas eléctricos al transporte, hidrógeno verde, retiro de centrales térmicas, entre otros, requieren de una estricta planificación, ejecución y seguimiento.

La Ley Marco de Cambio Climático establece de manera general el objeto de enfrentar los desafíos del cambio climático, para alcanzar neutralidad de emisiones de GEI con proyección al año 2050, cumpliendo con compromisos adquiridos para tal fin (Ministerio del Ambiente, 2022). La ley tiene por propósito de reducir vulnerabilidades y

aumentar la resiliencia ante los efectos adversos que puedan producirse. Por su parte, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2021), señala que dentro de las metas establecidas se tienen que el 80% de la generación eléctrica en el país para el 2030 debe provenir de fuentes renovables y se afianza la neutralidad de la matriz energética en el 2050, especificando las reducciones de las emisiones del 70% de la industria y minería. Así mismo, el Ministerio de Energía (2020) plantea como medida para la reducción de las emisiones de GEI, el retiro de centrales a carbón, así como la habilitación de otras medidas vinculadas con la industria sostenible, hidrógeno verde para reducir cerca del 76% dichas emisiones en el periodo 2020 - 2050.

En la actualidad, el 25% de los usos energéticos tienen como fuente de suministro la electricidad, el 75% proviene de fuentes fósiles -petróleo y derivados, gas natural, leña, otros-. Entonces, uno de los desafíos para el Estado chileno se basa en la toma de medidas de electrificación, donde la fuente principal del 50% o 75% de los usos energéticos, sea la electricidad directa e indirecta. Adicionalmente, se reconoce la importancia del retiro de centrales de carbón en el cumplimiento de la meta establecida para el 2050 en cuanto a la neutralidad del carbono (García, 2021). En la Figura 1 se observa el retiro anticipado, progresivo y absoluto de estas centrales hasta el 2040, hasta reducir en un 80% las cifras de reducción en el 2050. Este desafío busca responder al compromiso asumido por el país, observándose en la Figura 1 una proyección de los resultados que pueden obtenerse.

Figura 1: Retiro progresivo de las centrales de carbón en Chile

Fuente: Ministerio de Energía en García (2021)

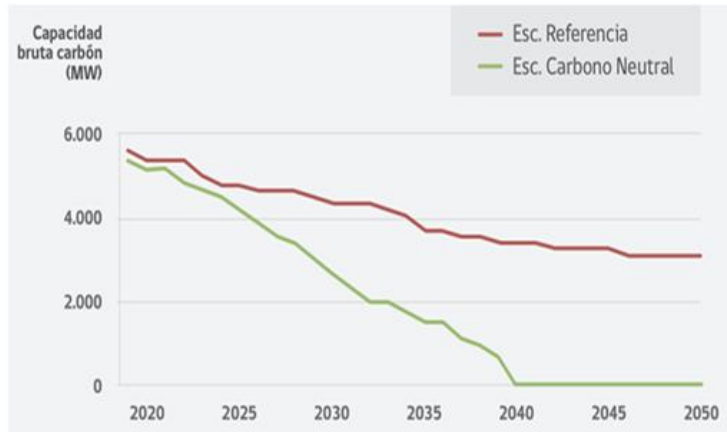


Figura 2: Proyección de emisiones del sector eléctrico de Chile

Fuente: BID en García (2021)

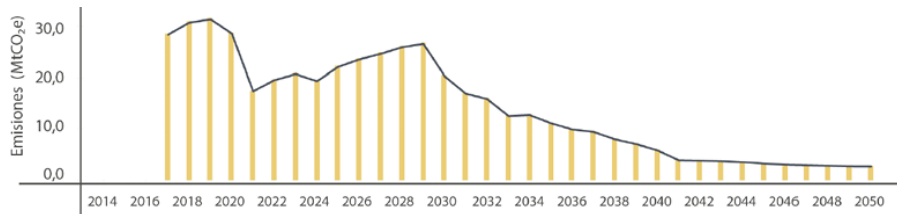
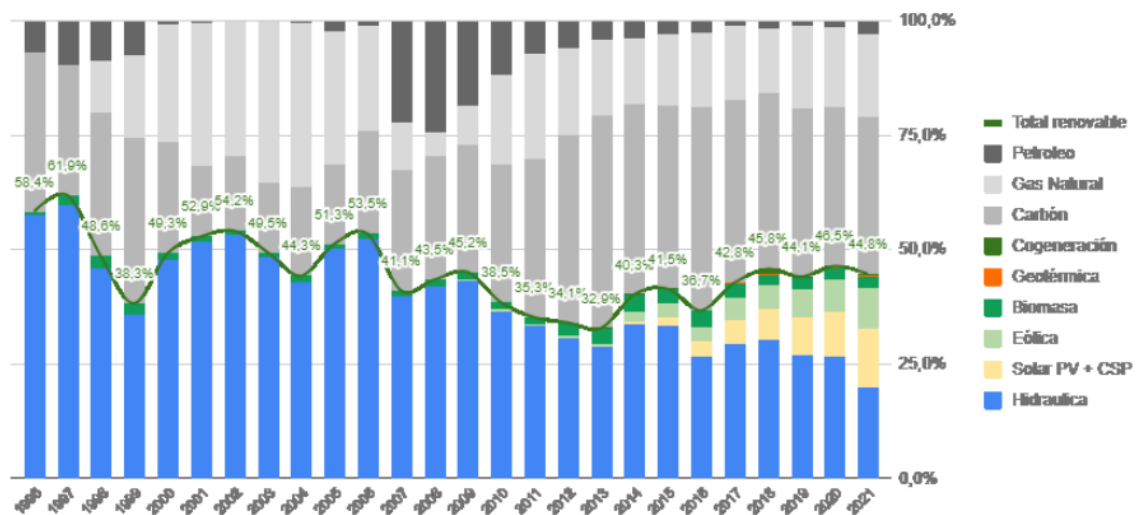


Figura 3: Participación relativa por fuente de generación (%)

Fuente: Generadoras de Chile, Reporte anual (2021)



La Figura 2, muestra que para las emisiones de GEI se espera obtener un pico máximo en el 2029 y una leve alza en el 2034; manteniendo entre 2041-2050 cierta estabilidad en el comportamiento de las emisiones.

Lo anterior contrasta con lo que muestra el Reporte anual 2021 (Generadoras de Chile, 2022), pues al si bien las ERNC han ido aumentando su participación en la matriz energética, éstas no han reemplazado a energías no renovables como se esperaría, sino que han ido supliendo los volúmenes de energía generada por las fuentes hidráulicas que, como muestra la Figura 3, han ido en decrecimiento.

Ante la necesidad de coordinar soluciones y lograr la cooperación en los diferentes niveles de la sociedad y del país se requiere incorporar a la población en general para proyectar una economía con bajas emisiones de carbono. Esta particularidad la contempla la Ley 21.455. En los principios establece la participación ciudadana, como el deber de toda persona o grupos de ellas a participar en la gestión del cambio climático, indistintamente del nivel al cual pertenezca, nacional, como regional y local. Así mismo, deja claro que el Estado debe proporcionar los mecanismos para esa participación (Artículo

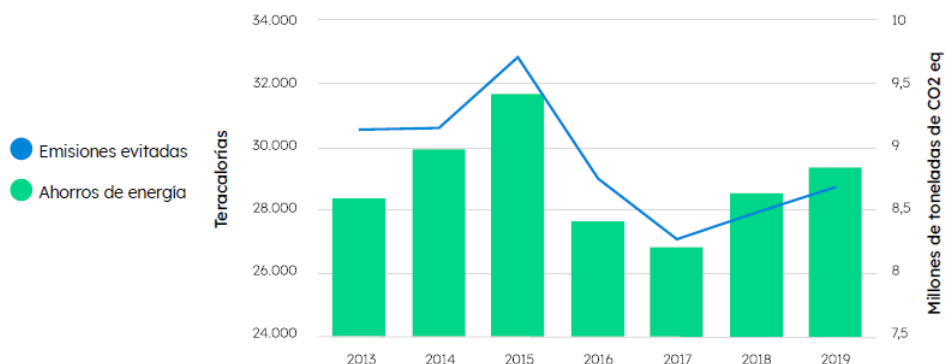
2f). Respecto de los retos en el consumo energético para la carbono – neutralidad, desde la perspectiva residencial de las NDC para el 2050, estos son (García, 2021):

- a) Calefacción eléctrica, donde se espera que dentro de, el 56% de las casas y el 70% de los departamentos, lo usen.
- b) Electrificación para cocción, se tiene una proyección de que el 36% de las casas y el 35% de los departamentos, lo utilicen.
- c) Reacondicionamiento térmico, se busca que oscile entre 570.000 y 600.000 casas.

En el Plan de Acción de Eficiencia Energética presentado por el Ministerio de energía (2022), se señala que la implementación de las medidas propuestas para incrementar la eficiencia energética logró en el año 2019, un ahorro energético de 29.366 TCal (consumo final), representando en la demanda energética proyectada, el 9%; esto con respecto al 12% de reducción de la demanda proyectada para el 2020 en el referido plan, mostrando así un avance significativo en el objetivo planteado. Esto representó una disminución de 8,7MM millones de toneladas de CO2, aspecto realmente significativo para las emisiones del GEI evitadas como se muestra en la Figura 4.

Figura 4: Ahorro energético a partir del 2015

Fuente: Ministerio de energía (2022)



Dentro de las medidas y metas establecidas por sector en dicho plan (referencia) , las edificaciones donde se incluyen las

residenciales, tienen previsto actualizar sus estándares de eficiencia energética, impulsar la renovación energética y

reacondicionamiento térmico, capacitar y certificar al capital humano, entre otros. Estas medidas enfocadas en la evolución que ha tenido el consumo energético por sector, observando cierta constante en el sector de edificaciones, siendo la industria y minería, además del transporte los sectores con mayor incidencia.

Según el Ministerio de energía (2022) la Región Metropolitana ha tenido un incremento constante en los últimos años de los clientes residenciales (Figura 4). A tal efecto, el Ministerio de energía (2022) afirma que Chile a nivel residencial mantiene de manera constante el consumo promedio de energía eléctrica por cliente; encontrando un mismo consumo anual en la RM que para el 2018 la Región Metropolitana consumió el 45% de la energía eléctrica del país y el 29,1% del consumo energético de la RM es atribuido al sector comercial público y residencia (Ministerio de energía, 2020).

La Figura 5, donde se muestra que el mayor consumo se da en la RM (45%), seguido de Valparaíso (11%) y Bío Bío (8%); indicando que las regiones de Arica, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Ñuble,

Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica, suman en total un 13% del consumo. Con base a lo anterior, el Ministerio de energía (2022) establece en el Plan de Acción de Eficiencia Energética un conjunto de medidas a través de las cuales puede responderse a la carbono - neutralidad, dentro de las cuales se tienen:

- Actualizar estándares de eficiencia energética en las edificaciones,
- Reacondicionamiento térmico de viviendas mediante financiamiento público o privado, para reducir un 30% en promedio del consumo de climatización de los hogares.
- A partir del 2023, se tiene previsto promover en las edificaciones existentes, la calificación energética.
- Desde el 2022, se va a promover el cambio hacia equipos eficientes a través mediante alternativas de financiamiento, disponer de tarifas accesibles para el consumo energético y capacitación para el uso de equipos de reemplazo por parte de los residentes.

Figura 4: Clientes residenciales de la Región Metropolitana.

Fuente: Energía para todos Chile (2022)

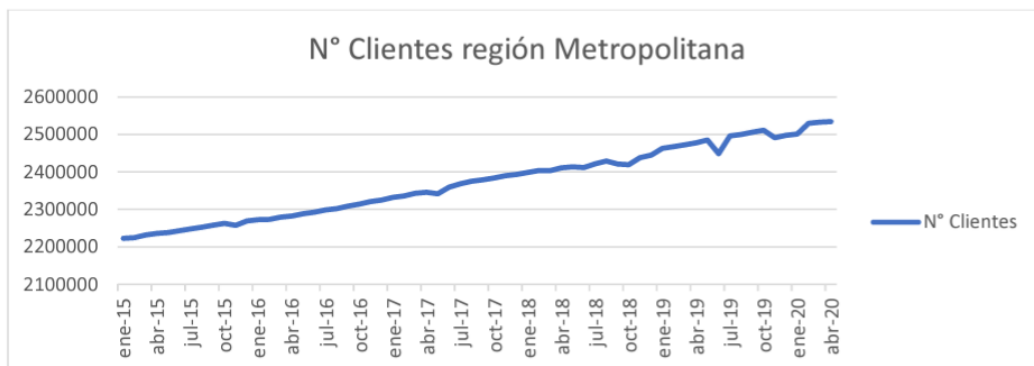
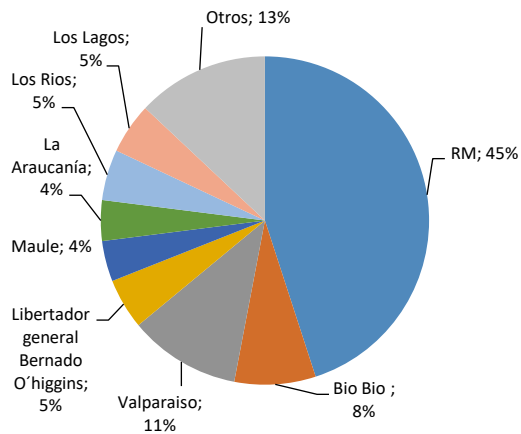


Figura 5: Consumo de energía eléctrica por región

Fuente: Energía para todos Chile (2022)



En síntesis, es necesario cerrar las brechas existentes en el consumo de energía en las edificaciones residenciales, mediante la ejecución de medidas de manera progresiva. En ese sentido, no solo la capacitación representa una medida de necesario cumplimiento; si no el cambio de equipos sustentado en las alternativas de financiamiento que les haga sostenible. La Ley 21.455 Ley Marco de Cambio Climático, representa un respaldo a favor de la implementación de las medidas mencionadas a fin de reconocer el financiamiento como un medio para lograrlo para mitigar y alcanzar adaptaciones vinculadas al cambio climático.

2. Generación de Residuos

Como último elemento a analizar se tiene la generación de residuos, considerados como la mayor fuente de impacto en el cambio climático, dado que los GEI, específicamente metano y dióxido de carbono proveniente de los vertederos (Pelayo y Linazasoro, 2020)

En Chile, las emisiones de GEI han venido en un constante incremento desde 1990 con un 95,4 % y desde el 2013 en un 9,1 % representando el 74,2 % del sector; contabilizándose para el 2016, en 5.801,1 kt CO2 eq. Estas emisiones tienen como principales causas el aumento de la población y el consiguiente aumento de residuos sólidos y líquidos (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

Las cifras no resultan alentadoras en Chile, pues en el 2021 el país generó cerca de 17 millones de toneladas de residuos sólidos, donde 6,5 millones fueron de origen domiciliario (Cifelli, 2021). Con respecto a los residuos domiciliarios municipales, el citado autor indica que en la Región Metropolitana se generó el 44,9%, destacando que dicha región se concentra 41,1% de la población chilena.

Puede decirse entonces que, la RM por ser una de las regiones con mayor población a nivel país, viene incidiendo en la producción de residuos a nivel país, por lo que su incidencia en las emisiones de GEI se ha visto en aumento; convirtiéndose en una de las mayores preocupaciones debido a la existencia de grandes concentraciones de habitantes en áreas metropolitanas (Pelayo y Linazasoro, 2020).

Las cifras mostradas por el Ministerio del Medio Ambiente en el 2020, indicó que el sector Residuos generó en el 2018 el 6,2 % de las emisiones de GEI totales a nivel global (Figura 7) y el 4,6 % del balance de GEI en Chile (Figura 8). Estos datos son de interés para el Estado, dado que repercuten notablemente en las metas establecidas en la Ley Marco del Cambio Climático donde se expresa la intencionalidad de un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero.

Figura 7: Participación del sector residuos en la emisión de GEI totales de Chile, 2018

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2020)

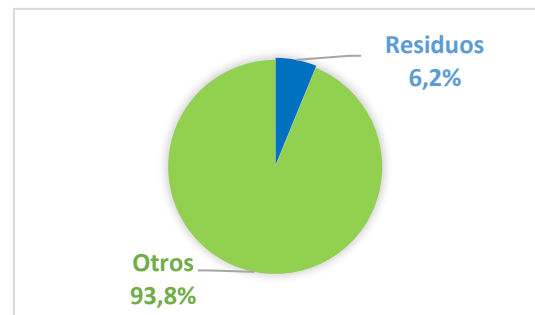
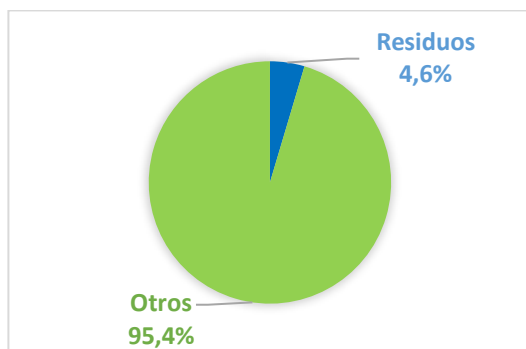


Figura 8: Participación del sector residuos en la emisión balance GEI en Chile, 2018

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2020)

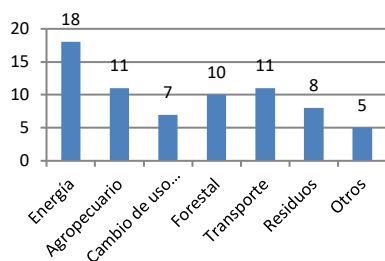


La participación de los residuos tanto a nivel global como a nivel país mostrado en los gráficos anteriores, lleva a considerarlos como un sector prioritario en procesos de cambio con la implementación de estrategias de mitigación, a fin de revertir los efectos causados.

Al respecto, Chile al igual que otros países latinoamericanos como Colombia, Ecuador, Honduras, México, Perú, Uruguay y Venezuela asumen con propiedad su realidad en materia de residuos tomándolo como sector prioritario para emitir estrategias de mitigación que disminuyan el impacto de los efectos emitidos por estos en los GEI. Esta participación puede verse en la figura 9; donde las estrategias mitigación en el sector residuos, supera al sector cambio de uso del suelo y silvicultura, industria y biodiversidad.

Figura 9: Sectores prioritarios para mitigación.

Fuente: Sánchez y Reyes (2015)



Dentro de las estrategias de mitigación el reciclaje es visto en Chile como una de las principales acciones para cuidar el medio ambiente, a pesar de encontrar un 45% de municipios que no cuentan con servicio de reciclaje municipal. A pesar de que en el 2018 se realizó una encuesta donde el 50% de las personas declaraba su acción de reciclar separar su basura para reciclar, las cifras específicas de las dos principales áreas metropolitanas mostraron que en Concepción sólo el 32% de los hogares entrevistados y en Santiago el 41% declararon reciclar (Valenzuela-Levi, 2021).

Esto es más complejo aún, cuando los residuos atentan contra las condiciones de salubridad de la población, impidiendo a las municipalidades garantizárselas. En ese sentido, Roper (2021) lo atribuye no solo al incremento de la población, sino al modelo de vida predominante en los distintos países del mundo, donde se incrementa la generación de residuos en mayores cantidades; por lo que la inadecuada gestión de residuos agrava la situación; convirtiendo las ciudades en grandes vertederos, lo que no solo incide a nivel social desde la óptica de la salubridad y sus efectos en la población, sino a nivel ambiental; pues los residuos están relacionados con el cambio climático, por su consumo de bienes naturales escasos, tales como el suelo y el agua (Escobar, 2021).

Más aún, la falta de control o gestión ineficiente de residuos sólidos, pueden acelerar los procesos de explotación tanto de recursos naturales, como el vertido de residuos sólidos domiciliarios (Vasconi, 2004). Todo ello, causa el deterioro de los ecosistemas e impidiendo el desarrollo de políticas, programas y planes para lograr el desarrollo sostenible del país.

Sin embargo, se vislumbran iniciativas que incentivarán el aceleramiento en términos de reducción, reutilización y reciclaje en Chile. Una de las más relevantes es la Ley 20.920 que establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje (Ministerio del Medio Ambiente, 2016). En su artículo 4º define mecanismos a implementar para lograr un

impacto significativo en la gestión de los residuos. Inicialmente se definió 7 grupos de productos prioritarios a los que aplica dicha ley: aparatos eléctricos y electrónicos, pilas, envases y embalajes, diarios y revistas, neumáticos, baterías y aceites y lubricantes. Mediante los reglamentos que soportan la implementación de dicha ley se definen responsabilidades a los diferentes actores de la cadena de suministro y donde será clave la participación del consumidor final para segregar y disponer los residuos de manera adecuada en los puntos que deberán implementarse para estos efectos.

En síntesis, la carbono neutralidad prevista para el 2050, puede ser alcanzada cuando se reconozca la necesidad de la participación ciudadana para garantizar un adecuado consumo de electricidad y de agua; además de un tratamiento efectivo de los residuos sólidos.

3. Recursos hídricos

Los recursos hídricos son el segundo aspecto de interés en el estudio. Al respecto, Baeza (2017) reconoce la importancia vital del agua para la población y los diversos ecosistemas, destacando su uso en el consumo humano, producción de energía, agricultura, manufactura, entre otros; actividades que ejercen presión en los recursos hídricos, además de la merma de los mismos a razón del cambio climático.

En esta realidad inciden las alzas térmicas, además de los cambios a diferentes escalas de los regímenes hídricos. Así mismo, el aumento de las precipitaciones afecta sustancialmente la calidad del agua, aparte de generar problemas en la gestión hídrica, específicamente en la infraestructura que le da soporte, e función de aumentos de volúmenes, pues estos pueden comprometer a los sistemas de alcantarillado y las plantas de tratamiento de agua, complicando así la función para la cual fueron creados.

Un aumento de la intensidad y volumen de precipitaciones tiende al aumento de escorrentía en ríos y lagos, por lo que se pueden generar lavados de sedimentos,

nutrientes; dispersar contaminantes, desechos sólidos, entre otros Baeza (2017). Al intentar reducir los impactos negativos que se generan, Mc Intyre citado por Baeza (2017) propone redistribuir el agua dulce en el espacio físico-temporal, mediante depósitos de almacenaje, transferencia por tuberías y procesos de desalación para generar agua potable y de uso industrial tomando como materia prima el agua de mar.

Adicionalmente, la situación crítica generada por las emisiones GEI lleva a los países a incrementar los esfuerzos para brindar acceso y uso al agua a través del ahorro, reutilización y reciclaje; acompañado de procesos formativos para los ciudadanos y adecuado uso de tecnologías que contribuyan en el proceso.

La Ley 21.075 regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises (2018), cuyo objeto es establecer y “regular los sistemas de reutilización de las aguas grises, tanto en las áreas urbanas como rurales” (artículo 1). Sin embargo, Maldonado (2021) afirma la falta de celeridad en su aplicación a pesar de que el 76% del territorio nacional está afectado por sequía, desertificación y suelo degradado, pues aún se espera un reglamento para ello. A pesar de la espera, esta Ley es un aporte para mitigar los efectos causados por el cambio climático, ya que la no intervención de los diversos sectores en la materia puede generar posibles consecuencias (Ríos, 2017). Se espera para todo el territorio chileno un incremento de las temperaturas, reducciones significativas en las precipitaciones en la zona central del país, en contraposición del incremento de estas para el extremo sur; además de reconocer las importantes implicaciones de estos efectos en el ciclo del agua (Baeza, 2017). Estos cambios tienen un impacto negativo no solo a nivel económico y social, sino desde el punto de vista hídrico se prevé un déficit en el abastecimiento de agua como consecuencia de cambios hidrológicos, disminución en la disponibilidad de agua en todas las regiones mineras y en las regiones al norte de la RM.

Dado el consumo de agua y los efectos del cambio climático en el agua, se espera un

aumento en la intensidad del estrés hídrico debido al crecimiento poblacional, cambio económico, usos de la tierra, entre otros (Baeza, 2017). Para el siglo XXI se tienen cambios acelerados en las pérdidas de masas de los glaciares y reducción en la cubierta de la nieve; por la dependencia existente de estos elementos naturales y dada la realidad señalada, se reduce la disponibilidad de agua dulce para el consumo y el potencial hidroeléctrico.

La vulnerabilidad climática como se ha mencionado anteriormente no solo está afectando a América Latina, la situación es global; no obstante, es preciso reconocer las vulnerabilidades existentes en el sector hídrico donde la sequía por falta de precipitaciones y escasa disponibilidad de agua potable empeora la realidad de la población. En esta realidad climática Sánchez y Reyes (2015) ratifica el efecto a nivel mundial, y plantea que la región de América Latina al igual que el resto de los países del mundo están viviendo los efectos del cambio climático, pero de forma diferente en función de las particularidades existentes; sin embargo, coinciden con una alta debilidad en algunos sectores como el hídrico, debido a factores climáticos como:

- Tendencia al aumento de temperatura
- Tendencia a la sequía
- Cubierta de nieve

Ante esa realidad, los autores citados consideran la presencia de dos riesgos claves: disponibilidad de agua en regiones semiáridas e inundaciones de áreas urbanas a causa de precipitaciones extremas.

En esa dirección, países de América Latina en general han manifestado su interés por establecer un marcado desarrollo institucional y definir políticas públicas que les permitan enfrentarse a los diversos desafíos generados, producto del cambio climático; aspectos que han ofrecido resultados en la Unión Europea y pueden ser de utilidad para la región, como es el caso de la política europea de cambio climático, la cual está determinada por los distintos paquetes

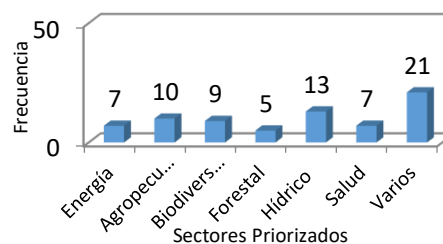
legislativos aprobados, en apuesta por una economía descarbonizada y una resiliencia ante el cambio climático (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto demográfico).

Es trabajo del Estado crear la fundamentación normativa necesaria, mediante políticas traducidas en planes a manera de realizar acciones que mitiguen los efectos del cambio climático. Chile no está exento de ello y como se mencionó anteriormente, se cuenta con legislaciones en materia hídrica como es el caso de la Ley 21.075 y la Ley 21.455 donde se establece la gobernanza climática, y se definen soluciones basadas en la naturaleza, destacando en ellas la seguridad hídrica.

En ese contexto, ningún país queda exento de emprender acciones para mejorar los efectos a los que se enfrentan de acuerdo con los aspectos climáticos, geográficos o socioeconómicos que le caracterizan. Por lo que, es necesario definir estrategias para cerrar las brechas generadas por el problema ambiental existente, ajustadas a las particularidades de cada país (Sánchez y Reyes, 2015)

Para Chile son prioridad los sectores agropecuario y del agua. En efecto, este último en el sector de mayor reconocimiento para la implementación de estrategias de adaptación ante el cambio climático, como se muestra en la Figura 10. Los compromisos internacionales signados por Chile en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1992 y ratificada en 1994, así como en el Protocolo de Kioto, firmado en 1998 y ratificado en 2002; se vinculan en la adaptación y mitigación de la disponibilidad y gestión de agua.

Figura 10: Sectores priorizados
Fuente: Sánchez y Reyes (2015)



Como se observa en la figura anterior el sector hídrico y agropecuario, entre otros varios (industrias, zonas costeras, transporte, residuos, otros); son los que presentan mayor afinidad en los países latinoamericanos. En este punto, es precisamente donde el Estado chileno debe hacer énfasis para lograr la seguridad hídrica, planteada en la Ley Marco del Cambio climático como se mencionó anteriormente; tomando como referencia planes o reglamentos que ayuden a operacionalizar en los organismos del Estado las acciones a seguir para lograr las metas establecidas.

En ese proceso de adaptación a la que se han ido incorporando los diferentes países, las adaptaciones en el sector hídrico buscan garantizar el abastecimiento y distribución efectiva del agua, principalmente hacia poblaciones y hacia todas aquellas actividades productivas más vulnerables (Sánchez y Reyes, 2015).

Las medidas de adaptación del agua, se asumió la protección y conservación de glaciares y para las medidas de mitigación, la prioridad es llevar a cabo el Programa de Desarrollo de Normas Secundarias de Calidad de Aguas (Sánchez y Reyes, 2015). Por su parte, Saravia et al (2020) afirman que más de la cuarta parte de la población de América Latina, no tiene acceso al servicio de agua potable gestionado de manera segura, y un poco menos del 75% se encuentra sin saneamiento gestionado de manera segura. Los autores plantean ciertas metas tienen donde el binomio económico-ambiental, buscan sin lugar a duda el uso eficiente y sostenible del agua, así como la gestión integrada de los recursos hídricos.

De acuerdo con el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2019), del 2010 al 2017 se produjo en la RM la mayor sequía en el último milenio y el aumento de GEI debilitaron los vientos que traen las precipitaciones hasta esta zona, por lo que estas fueron cada vez más escasas. Esta situación, llevo al Gobierno Chileno a declarar en emergencia agrícola a 17 comunas por la escasez del recurso vital para la cosecha.

Esa sequía vivida por la RM en casi una década, tiene como fuente principal la intervención humana; con efectos en la disminución del ozono estratosférico y aumento de GEI, pues según Garreaud et al (2017) ayudan a debilitar los vientos del oeste en los subtropicos y disminuyen en la región centro-Sur de Chile, cuya incidencia gradual tiene tendencia a la sequía de la zona y cuya permanencia dependerá de manera exclusiva del factor humano.

El acceso al agua es un problema estructural en la gestión del agua en Chile (Alvarado, 2022). El 53% de las comunas del país se declararon en condición de escasez, incluida la RM (BCN, 2021).

En definitiva, la sociedad chilena debe contar con la capacidad de enfrentar racionalmente los efectos que los GEI y el cambio climático ejercen sobre las reservas hídricas, a través de la ejecución efectiva de planes, programas, estrategias y metas.

4. Conclusiones

Este trabajo identifica los elementos relevantes que aportan a la generación de GEI en las familias de la Región Metropolitana y analiza las variables que se deben trabajar para mitigar o disminuir la contribución de estas. Los planes y estrategias que ha definido el país se basan en escenarios proyectados que no serán factibles de cumplir si las acciones no son oportunas. En este sentido, y centrándose en el grupo de estudio se prioriza el análisis de los aspectos normativos, infraestructura tecnológica y culturales a los sectores de mayor impacto en la GEI a nivel residencial.

Para efectos del presente trabajo y, basándose en el análisis de la información existente en las ECLP de los países seleccionados y en los desafíos planteados por las leyes chilenas, los acuerdos signados por el país en materia ambiental y los ODS, se verifica que los sectores de mayor relevancia en relación con el cambio climático son: (1) consumo energético, (2) recursos hídricos y (3) generación de residuos. Todos estos observan una brecha que tiene un alto contenido

cultural, en función de tener prácticas que datan de la forma en que siempre han hecho las cosas, desde el alto consumo energético domiciliario, donde el uso de equipos eléctricos implica cambios que afectan la economía de la población y requieren un apoyo financiero por parte del Estado, hasta el aumento en la generación de residuos dado por el aumento de la población.

Las líneas estratégicas relacionadas con el sector energético que afectan directamente a la familia de la región Metropolitana requieren un cambio en el uso de combustibles, pasando desde derivados del petróleo a sistemas eléctricos. Implementar esto en casas y departamentos implica renovación de tecnologías e infraestructuras que ha tenido programas de apoyo por parte del Estado durante los años 2018 y 2022, pero que, hasta la fecha, no se ha hecho extensivo a la región Metropolitana.

Relacionado con lo anterior está el desafío de mejorar la aislación térmica de los hogares, que también ha tenido aportes del Estado en el mismo periodo, tampoco con alcance en la Región Metropolitana y con valor de la vivienda hasta UF 650 como requisito de postulación.

De lo anterior, se vislumbra un problema para la clase media que se ve excluida de los beneficios implementados a la fecha del estudio.

Como se menciona en el presente estudio, cerca del 70% de los GEI se explican por el consumo de las personas. Sin embargo, la concientización sobre el consumo responsable aún no se aplica a nivel nacional por parte del Estado, sino son más bien las empresas privadas que, motivadas por las nuevas regulaciones, generan información hacia los consumidores, lo que no garantiza comprensión de la problemática.

Por otro lado, el impacto significativo del cambio climático ha generado períodos de sequía en numerosas regiones del país, incluyendo la RM; por lo que las estrategias implementadas hasta ahora para cubrir las necesidades hídricas del país parecen ser insuficientes. Prueba de ello es que la Ley

21.075 (Ministerio de obras públicas, 2018) aun no cuenta con un reglamento que permita su implementación, por lo que tampoco es posible estimar los costos reales de la infraestructura que se requerirá. Esto resulta de gran importancia, no sólo por lo esencial del recurso hídrico, sino porque también puede afectar las metas asociadas al cambio de la matriz energética a nivel nacional y a la generación de GEI que se originan producto del ciclo del agua, las que podrían crecer si el recurso presenta un empeoramiento en su calidad y requiere tratamientos adicionales a los que se realizar hoy en día.

En cuanto a la presencia de residuos en la RM, se tiene un incremento que tiene implicaciones sociales, afectando el bienestar de sus habitantes. Existen Leyes y programas que invitan al ciudadano a brindar sostenibilidad al ambiente a través de la reutilización y el reciclaje; pero aún falta crear conciencia, así como incentivos en la población e implementación de infraestructura (puntos limpios) para hacer de estas prácticas una contribución que aporte a alcanzar las metas establecidas por el Estado, dado que ya desde 2015 la tasas de valorización mostradas en los Reportes del estado del Medioambiente se mantienen prácticamente sin variación (Ministerio del Medio Ambiente, 2021).

Es así, como las evidencias muestran que la carbono neutralidad carece aún de comprensión por parte de la población de nuestro país y que los desafíos planteados en la ECLP que Chile elaboró el 2020 (Datosmacro, 2021).

Si bien, la ECLP se ha sustentado en normativa que gestiona los impactos significativos sobre la generación de GEI, las acciones definidas son aún lejanas en aplicabilidad para la población. Se requiere con urgencia elaborar un plan de comunicación enfocado en que la sociedad civil comprenda la problemática y vislumbre el impacto social y económico que conlleva el compromiso de carbono neutralidad, así como también el desafío tecnológico y la necesidad de apoyo del estado a través de subsidios a la implementación de acciones mitigatorias.

Por otro lado, se evidencia que uno de los pilares fundamentales de la Ley 21.455, (Ley Marco de Cambio Climático) como es el Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022 – 2026 ha visto retrasos en la partida de las medidas de fomento para el financiamiento en el sector transporte, edificaciones y ciudadanía, entre otras.

Para eliminar las brechas detectadas este trabajo propone:

- Generar un plan de sensibilización de la ECLP en un lenguaje simple que se adecue a la realidad y aplicabilidad de la sociedad civil.
- Generar la infraestructura de apoyo a líneas estratégicas como el reciclaje como son puntos limpios, fomento a los recicladores de base y educación a la población para lograr una segregación eficiente.
- Generar herramientas de medición de acceso público para evaluar el impacto de las acciones implementadas.

Referencias

BCN (2021). Situación de sequía en el país. Actualidad Territorial. Disponible en: <https://www.bcn.cl/siit/actualidad-territorial/situacion-de-sequia-en-el-pais/>

Campo, Julio. (2010). Restauración ecológica en un clima cambiante: ¿Es imprescindible un cambio de modelo? 10.13140/2.1.4610.2086.

CONAMA (enero de 2006). Estrategia Nacional de Cambio Climático.

Recuperado de <https://sinca.mma.gob.cl/index.php/documentos>

Datosmacro (2021). Chile sube sus emisiones de CO2. Disponible en: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/chile>

DW (2021). Cero emisiones antes de 2050: ¿qué significa esto? Recuperado de: <https://www.dw.com/es/cero-emisiones-antes-de-2050-qu%C3%A9-significa-esto/a-48997238>

Ministerio de Relaciones Exteriores. (15 de diciembre de 1994). Decreto 123, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático. Recuperado de Biblioteca Nacional del Congreso: <http://bcn.cl/2fcm>

Ministerio del Medio Ambiente. (2022). Ley 21.455, Ley Marco de Cambio Climático. Recuperado de Biblioteca Nacional del Congreso: <http://bcn.cl/33ori>

Ministerio de Energía (febrero 2022). Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022 – 2026. Recuperado de: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/plan_nacional_de_eficiencia_energetica_2022-2026.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (2021). Informe del Inventario Nacional de Chile 2020. Santiago, Chile: Oficina de Cambio Climático. Recuperado de: <https://snichile.mma.gob.cl/documentos/>

Ministerio de Energía. (2022). Transición Energética de Chile, Política Energética Nacional. Recuperado de: <https://energia.gob.cl/energia2050>

Ministerio de Energía. (2022). Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022 - 2026. Recuperado de: <https://energia.gob.cl/ley-ee>

Ministerio de Energía. (2021). Medio Ambiente. (2022). Ley 21.305, Ley sobre Eficiencia Energética. Recuperado de Biblioteca Nacional del Congreso: <http://bcn.cl/2nn0z>

Gobierno de Chile (octubre de 2021). Estrategia de Climática de largo plazo de Chile. Camino al carbono neutralidad y resiliencia a más tardar al 2050. Recuperado de: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf>

Ministerio del Ambiente (2019). Informe del Inventario Nacional de Chile 2020: Inventario nacional de gases de efecto invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2018. Disponible en: <https://snichile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/06/Informe-Inventarios-Regionales-serie-1990-2018.pdf>

Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (09 de marzo de 1994). Ley 19300. Obtenido de Sobre bases generales del Medio Ambiente: <http://bcn.cl/2qvv8>

Ministerio de Energía. (2021). Estrategia Nacional de Electromovilidad 2021. Recuperado:https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_electromovilidad-8dic-web.pdf

ONU. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Recuperado: <https://www.un.org/es/conferences/environment/rio1992>

ONU. (2015). Acuerdo de París. Recuperado:https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

Ministerio Federal para el medioambiente, la conservación natural, construcción y seguridad nuclear. (2017). Climate Action Plan 2050. Principles and goals of the German government's climate policy. Recuperado:<https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>

Ministerio de medioambiente y cambio climático (2016). Canada's Mid-century Long-term low-greenhouse gas development strategy. Recuperado: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>

Gobierno de la República popular China (2021). China's mid-century long-term low greenhouse gas emission development strategy. Recuperado:<https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>

United States Department of State and the United States Executive Office of the President (2021). The Long-Term Strategy of the United States: Pathways to Net-Zero Greenhouse Gas Emissions by 2050. Recuperado: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>

Gobierno de Dinamarca (2020). Climate Programme 2020 Denmark's. Mid-century, Long-term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy – submitted under the

Paris Agreement. Recuperado de: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). Estrategia a largo plazo para una economía española moderna, competitiva y climáticamente neutra en 2050. Recuperado de: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>

Gobierno de Costa Rica (2018). Plan nacional de descarbonización 2018 – 2050. Recuperado de: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>

Gobierno de Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019). Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París. Recuperado de: <https://e2050colombia.com/>

James Salazar, Jamie Meil, Prospects for carbon-neutral housing: the influence of greater wood use on the carbon footprint of a single-family residence, *Journal of Cleaner Production*, Volume 17, Issue 17, 2009, Pages 1563-1571, ISSN 0959-6526, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652609002054>

Christopher L. Weber, H. Scott Matthews, Quantifying the global and distributional aspects of American household carbon footprint, *Ecological Economics*, Volume 66, Issues 2–3, 2008, Pages 379-391, ISSN 0921-8009, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800907004934>

Mark Sommer, Kurt Kratena, The Carbon Footprint of European Households and Income Distribution, *Ecological Economics*, Volume 136, 2017, Pages 62-72, ISSN 0921-8009, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800916303627>

M. Markaki, A. Belegri-Roboli, Y. Sarafidis, S. Mirasgedis, The carbon footprint of Greek households (1995–2012), *Energy Policy*, Volume 100, 2017, Pages 206-215, ISSN 0301-

- 4215,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421516305742>)
- Christian Hernández, Gibran Vita, Carbon footprint analysis of household consumption in greater Guadalajara, *Ecological Economics*, Volume 199, 2022, Pages 206-215, ISSN 0921-8009, Recuperado: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800922001574>
- Vieytes, Rut (2004), *Metodología de la investigación en Organizaciones, Mercado y Sociedad: epistemología y técnicas*, 1era. Edición. Buenos Aires, De las Ciencias.
- Ríos, Roger (2017), *Metodología para la investigación y redacción*. 1era. Edición. España, Servicios Académicos Intercontinentales S.L.
- Sartori, Giovanni y Morlino, Leonardo (1994): *La Comparación en las Ciencias Sociales*, Madrid, Alianza.
- Sartori, Giovanni. (1984). *La política, lógica y método en las ciencias sociales*. México. Fondo de Cultura Económica.
- Przeworski, A. y Teune, D. (1970) *The Logic of Comparative Social Inquiry*. Nueva York. John Wiley & Sons.
- Collier, David (1992). *Método Comparativo*. Revista Uruguaya de Ciencia Política. No. 5. PP.: 21- 46.
- Agenda Sustentable (14 de marzo de 2021). El modelo de reciclaje danés que incentiva a las personas con la devolución de dinero. <https://www.agendasustentable.cl/el-modelo-de-reciclaje-danes-que-incentiva-a-las-personas-con-la-devolucion-de-dinero/>
- Alejandra Rivera (22 de septiembre de 2020). Dinamarca se adelanta a la UE y busca reducir las emisiones en 70% a 2030. *Diario Financiero*. https://portal.nexnews.cl/showN?valor=eqkiu&mc_cid=5e5703ef0a&mc_eid=89e31b35a1
- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2021). Ministerios de Medio Ambiente, Ciencia y Energía lanzan Estrategia Climática de Largo Plazo que fija el camino para ser carbono neutral. <https://www.minciencia.gob.cl/noticias/ministerios-de-medio-ambiente-ciencia-y-energia-lanzan-estrategia-climatica-de-largo-plazo-que-fija-el-camino-para-ser-carbono-neutral/>.
- García B, Nicolás (2021). Carbono neutralidad en el sector energético de Chile. Asesoría técnica parlamentaria. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32578/1/BCN_CarbonoNeutralidad_en_el_sector_energetico_Chile_15Oct_Rev_RT01_edPM.pdf.
- Energía para todos Chile (2022). Análisis básico: consumo eléctrico clientes residenciales en Chile. <https://energiaparatodos.cl/wp-content/uploads/2022/05/Informe-Analisis-Basico-consumo-electrico-residencial.pdf>.
- Baeza G., Eduardo (2017). Cambio climático y efectos actuales y potenciales sobre los recursos hídricos en Chile. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Departamento de estudios, extensión y publicaciones. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/24314/2/Informe_CambioClimatico_y_RH_Chile_final.pdf#:~:text=Efectos%20en%20Chile&text=Estos%20efectos%20en%20el%20clima,y%20sequ%3%ADas%20de%20mayor%20intensidad.
- Ley 21.075 Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises (2018). <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1115066>.
- Maldonado C. (2021). Ley de reutilización de aguas grises: dos miradas sobre una normativa que hace tres años esperan por un reglamento para aplicarla. <https://www.paiscircular.cl/ciudad/ley-de-tratamiento-y-reutilizacion-de-aguas-grises-dos-miradas-sobre-una-normativa-que-hace-tres-anos-espera-por-un-reglamento-que-permita-aplicarla/>.
- Sánchez L. y Reyes O. (2015). Estudios del cambio climático en América Latina. Medidas

de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe. Una revisión general. Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39781/1/S1501265_es.pdf

Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2019). ¿Cómo afecta el cambio climático a cinco comunas de la Región Metropolitana? ¿Cómo afecta el cambio climático a cinco comunas de la Región Metropolitana? - RM Sur Poniente (explora.cl)

Saravia S. et al (2020). Desafíos hídricos en Chile y recomendaciones para el cumplimiento del ODS 6 en América Latina y el Caribe. Serie Recursos Naturales y Desarrollo, 198. Santiago: Naciones Unidas-CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46503/1/S2000726_es.pdf

Alvarado R. (2022). Chile lidera la crisis hídrica en América Latina. Universidad de Chile.

<https://www.uchile.cl/noticias/184816/dia-mundial-del-agua-chile-lidera-la-crisis-hidrica-en-america-latina>

Valenzuela-Levi, N. (2021). Reciclaje domiciliario en Chile: queremos, pero no nos dejan. CIPER ACADÉMICO/OPINIÓN. <https://www.ciperchile.cl/2021/04/09/reciclaje-domiciliario-en-chile-queremos-pero-nos-dejan/>

Ropero, S. (2021). Problemas ambientales en Chile.

<https://www.ecologiaverde.com/problemas-ambientales-en-chile-3397.html>

Escobar C. (2021). Manejo de residuos en Chile: un problema social y cotidiano necesario de abordar en medio del Cambio Climático. Universidad de Chile. <https://www.uchile.cl/noticias/181015/manejo-de-residuos-en-chile-un-problema-diario-necesario-de-abordar>

Vasconi P. (2004). Residuos Sólidos Domiciliarios en Chile: Análisis y Propuestas. Terram publicaciones. http://www.terram.cl/descargar/ambiente/ccontaminacion/rpp_-

[_reporte_de_politicas_publicas/RPP-16-Residuos-solidos-domiciliarios-en-Chile-Analisis-y-propuestas.pdf](#)

Cifelli, R. (2021). Conoce las cifras de reciclaje en Chile por tipo de residuo. <https://codexverde.cl/conoce-las-cifras-de-reciclaje-en-chile-por-tipo-de-residuo>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto demográfico.

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contrael-cambio-climatico/la-union-europea/>

Garreaud R. et al (2017). The 2010-2015 mega drought in Central Chile: Impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 21, 1-21, <https://doi.org/10.5194/hess-21-1-2017>

Pelayo C. y Linazasoro I. (2020). El impacto climático de la basura: Análisis normativo de los residuos sólidos, la recuperación de suelos y la minería de rellenos sanitarios. *Revista de Derecho Ambiental*, Núm. 14 (2020), P.p 71-95. DOI 10.5354/0719-4633.2020.54151.

Ministerio del Medio Ambiente (2018). Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, serie 1990-2016. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/75976/1/2018_NI_R_CL.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto demográfico.

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contrael-cambio-climatico/la-union-europea/>

Garreaud R. et al (2017). The 2010-2015 mega drought in Central Chile: Impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 21, 1-21, <https://doi.org/10.5194/hess-21-1-2017>

Pelayo C. y Linazasoro I. (2020). El impacto climático de la basura: Análisis normativo de los residuos sólidos, la recuperación de suelos y la minería de rellenos sanitarios. *Revista de Derecho Ambiental*, Núm. 14 (2020), P.p. 71-95. DOI 10.5354/0719-4633.2020.54151.

Ministerio del Medio Ambiente (2018).
Informe del Inventario Nacional de Gases de
Efecto Invernadero de Chile, serie 1990-2016.
https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/75976/1/2018_NIR_CL.pdf

4 CONCLUSIONES GENERALES

Este trabajo identifica los elementos relevantes que aportan a la generación de GEI en las familias de la Región Metropolitana y analiza las variables que se deben trabajar para mitigar o disminuir la contribución de estas. Los planes y estrategias que ha definido el país se basan en escenarios proyectados que no serán factibles de cumplir si las acciones no son oportunas. En este sentido, y centrándose en el grupo de estudio se prioriza el análisis de los aspectos normativos, infraestructura tecnológica y culturales a los sectores de mayor impacto en la GEI a nivel residencial.

Para efectos del presente trabajo y, basándose en el análisis de la información existente en las ECLP de los países seleccionados y en los desafíos planteados por las leyes chilenas, los acuerdos signados por el país en materia ambiental y los ODS, se verifica que los sectores de mayor relevancia en relación con el cambio climático son: (1) consumo energético, (2) recursos hídricos y (3) generación de residuos. Todos estos observan una brecha que tiene un alto contenido cultural, en función de tener prácticas que datan de la forma en que siempre han hecho las cosas, desde el alto consumo energético domiciliario, donde el uso de equipos eléctricos implica cambios que afectan la economía de la población y requieren un apoyo financiero por parte del Estado, hasta el aumento en la generación de residuos dado por el aumento de la población.

Las líneas estratégicas relacionadas con el sector energético que afectan directamente a la familia de la región Metropolitana requieren un cambio en el uso de combustibles, pasando desde derivados del petróleo a sistemas eléctricos. Implementar esto en casas y departamentos implica renovación de tecnologías e infraestructuras que ha tenido programas de apoyo por parte del Estado durante los años 2018 y 2022, pero que, hasta la fecha, no se ha hecho extensivo a la región Metropolitana.

Relacionado con lo anterior está el desafío de mejorar la aislación térmica de los hogares, que también ha tenido aportes del Estado en el mismo periodo, tampoco con alcance en la Región Metropolitana y con valor de la vivienda hasta UF 650 como requisito de postulación.

De lo anterior, se vislumbra un problema para la clase media que se ve excluida de los beneficios implementados a la fecha del estudio.

Como se menciona en el presente estudio, cerca del 70% de los GEI se explican por el consumo de las personas. Sin embargo, la concientización sobre el consumo responsable aún no se aplica a nivel nacional por parte del Estado, sino son más bien las empresas privadas que, motivadas por las nuevas regulaciones, generan información hacia los consumidores, lo que no garantiza comprensión de la problemática.

Por otro lado, el impacto significativo del cambio climático ha generado períodos de sequía en numerosas regiones del país, incluyendo la RM; por lo que las estrategias implementadas hasta ahora para cubrir las necesidades hídricas del país parecen ser insuficientes. Prueba de ello es que la Ley 21.075 (Ministerio de obras públicas, 2018) aun no cuenta con un reglamento que permita su implementación, por lo que tampoco es posible estimar los costos reales de la infraestructura que se requerirá. Esto resulta de gran importancia, no sólo por lo esencial del recurso hídrico, sino porque también puede afectar las metas asociadas al cambio de la matriz energética a nivel nacional y a la generación de GEI que se originan producto del ciclo del agua, las que podrían crecer si el recurso presenta un empeoramiento en su calidad y requiere tratamientos adicionales a los que se realizar hoy en día.

En cuanto a la presencia de residuos en la RM, se tiene un incremento que tiene implicaciones sociales, afectando el bienestar de sus habitantes. Existen Leyes y programas que invitan al ciudadano a brindar sostenibilidad al ambiente a través de la reutilización y el reciclaje; pero aún falta crear conciencia, así como incentivos en

la población e implementación de infraestructura (puntos limpios) para hacer de estas prácticas una contribución que aporte a alcanzar las metas establecidas por el Estado, dado que ya desde 2015 la tasas de valorización mostradas en los Reportes del estado del Medioambiente se mantienen prácticamente sin variación (Ministerio del Medio Ambiente, 2021).

Es así, como las evidencias muestran que la carbono neutralidad carece aún de comprensión por parte de la población de nuestro país y que los desafíos planteados en la ECLP que Chile elaboró el 2020 (Datosmacro, 2021).

Si bien, la ECLP se ha sustentado en normativa que gestiona los impactos significativos sobre la generación de GEI, las acciones definidas son aún lejanas en aplicabilidad para la población. Se requiere con urgencia elaborar un plan de comunicación enfocado en que la sociedad civil comprenda la problemática y vislumbre el impacto social y económico que conlleva el compromiso de carbono neutralidad, así como también el desafío tecnológico y la necesidad de apoyo del estado a través de subsidios a la implementación de acciones mitigatorias.

Por otro lado, se evidencia que uno de los pilares fundamentales de la Ley 21.455, (Ley Marco de Cambio Climático) como es el Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022 – 2026 ha visto retrasos en la partida de las medidas de fomento para el financiamiento en el sector transporte, edificaciones y ciudadanía, entre otras.

Para eliminar las brechas detectadas este trabajo propone:

- Generar un plan de sensibilización de la ECLP en un lenguaje simple que se adecue a la realidad y aplicabilidad de la sociedad civil.
- Generar la infraestructura de apoyo a líneas estratégicas como el reciclaje como son puntos limpios, fomento a los recicladores de base y educación a la población para lograr una segregación eficiente.
- Generar herramientas de medición de acceso público para evaluar el impacto de las acciones implementadas.

4.1 Propuesta para trabajos futuros

Como continuación de este trabajo de tesis, hay varias líneas de desarrollo que quedan pendientes, y en las que es posible continuar trabajando; algunas de ellas, están más directamente relacionadas con este trabajo de tesis y son el resultado de preguntas que han ido surgiendo durante el proceso de investigación, como otras que son más tangenciales a la investigación. A continuación, revisaremos trabajos futuros que pueden investigarse como conclusión de esta investigación:

- Implementar una herramienta de medición de GEI a nivel familiar/ personal que integre información de las fuentes existentes.
- Integrar los resultados que se obtengan de los estudios nacionales con herramientas de disminución y/o mitigación que permitan la implementación por parte de la ciudadanía.
- Generar un sistema comunicacional y educativo de impacto medible en las variables de mayor impacto en el cambio climático para la ciudadanía.
- Determinar los focos de aporte estatal para la ciudadanía que podrían tener el mayor impacto en la generación de GEI, valorizar y priorizar en base a su aporte al objetivo de carbono neutralidad para el 2050.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BCN (2021). Situación de sequía en el país. Actualidad Territorial. Disponible en: <https://www.bcn.cl/siit/actualidad-territorial/situacion-de-sequia-en-el-pais/>
- Campo, Julio. (2010). Restauración ecológica en un clima cambiante: ¿Es imprescindible un cambio de modelo? 10.13140/2.1.4610.2086.
- CONAMA (enero de 2006). Estrategia Nacional de Cambio Climático. Recuperado de <https://sinca.mma.gob.cl/index.php/documentos>
- Datosmacro (2021). Chile sube sus emisiones de CO2. Disponible en: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/chile>
- DW (2021). Cero emisiones antes de 2050: ¿qué significa esto? Recuperado de: <https://www.dw.com/es/cero-emisiones-antes-de-2050-qu%C3%A9-significa-esto/a-48997238>
- Ministerio de Relaciones Exteriores. (15 de diciembre de 1994). Decreto 123, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático. Recuperado de Biblioteca Nacional del Congreso: <http://bcn.cl/2fcma>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2022). Ley 21.455, Ley Marco de Cambio Climático. Recuperado de Biblioteca Nacional del Congreso: <http://bcn.cl/33ori>
- Ministerio de Energía (febrero 2022). Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022 – 2026. Recuperado de: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/plan_nacional_de_eficiencia_energetica_2022-2026.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente. (2021). Informe del Inventario Nacional de Chile 2020. Santiago, Chile: Oficina de Cambio Climático. Recuperado de: <https://snichile.mma.gob.cl/documentos/>
- Ministerio de Energía. (2022). Transición Energética de Chile, Política Energética Nacional. Recuperado de: <https://energia.gob.cl/energia2050>

Ministerio de Energía. (2022). Plan Nacional de Eficiencia Energética 2022 - 2026. Recuperado de: <https://energia.gob.cl/ley-ee>

Ministerio de Energía. (2021). Medio Ambiente. (2022). Ley 21.305, Ley sobre Eficiencia Energética. Recuperado de Biblioteca Nacional del Congreso: <http://bcn.cl/2nn0z>

Gobierno de Chile (octubre de 2021). Estrategia de Climática de largo plazo de Chile. Camino al carbono neutralidad y resiliencia a más tardar al 2050. Recuperado de: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente (2019). Informe del Inventario Nacional de Chile 2020: Inventario nacional de gases de efecto invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2018. Disponible en: <https://snichile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/06/Informe-Inventarios-Regionales-serie-1990-2018.pdf>

Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (09 de marzo de 1994). Ley 19300. Obtenido de Sobre bases generales del Medio Ambiente: <http://bcn.cl/2qvv8>

Ministerio de Energía. (2021). Estrategia Nacional de Electromovilidad 2021. Recuperado:https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_electromovilidad-8dic-web.pdf

ONU. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Recuperado: <https://www.un.org/es/conferences/environment/rio1992>

ONU. (2015). Acuerdo de París. Recuperado:https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

Ministerio Federal para el medioambiente, la conservación natural, construcción y seguridad nuclear. (2017). Climate Action Plan 2050. Principles and goals of the German government's climate policy.

- Recuperado:<https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>
- Ministerio de medioambiente y cambio climático (2016). Canada's Mid-century Long-term low-greenhouse gas development strategy. Recuperado: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>
- Gobierno de la República popular China (2021). China's mid-century long-term low greenhouse gas emission development strategy. Recuperado:<https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>
- United States Department of State and the United States Executive Office of the President (2021). The Long-Term Strategy of the United States: Pathways to Net-Zero Greenhouse Gas Emissions by 2050. Recuperado: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>
- Gobierno de Dinamarca (2020). Climate Programme 2020 Denmark's. Mid-century, Long-term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy – submitted under the Paris Agreement. Recuperado de: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). Estrategia a largo plazo para una economía española moderna, competitiva y climáticamente neutra en 2050. Recuperado de: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>
- Gobierno de Costa Rica (2018). Plan nacional de descarbonización 2018 – 2050. Recuperado de: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>
- Gobierno de Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019). Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París. Recuperado de: <https://e2050colombia.com/>
- James Salazar, Jamie Meil, Prospects for carbon-neutral housing: the influence of greater wood use on the carbon footprint of a single-family residence, Journal of

- Cleaner Production, Volume 17, Issue 17, 2009, Pages 1563-1571, ISSN 0959-6526,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652609002054>
- Christopher L. Weber, H. Scott Matthews, Quantifying the global and distributional aspects of American household carbon footprint, *Ecological Economics*, Volume 66, Issues 2-3, 2008, Pages 379-391, ISSN 0921-8009,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800907004934>
- Mark Sommer, Kurt Kratena, The Carbon Footprint of European Households and Income Distribution, *Ecological Economics*, Volume 136, 2017, Pages 62-72, ISSN 0921-8009,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800916303627>
- M. Markaki, A. Belegri-Roboli, Y. Sarafidis, S. Mirasgedis, The carbon footprint of Greek households (1995-2012), *Energy Policy*, Volume 100, 2017, Pages 206-215, ISSN 0301-4215,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421516305742>
- Christian Hernández, Gibran Vita, Carbon footprint analysis of household consumption in greater Guadalajara, *Ecological Economics*, Volume 199, 2022, Pages 206-215, ISSN 0921-8009, Recuperado:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800922001574>
- Vieytes, Rut (2004), *Metodología de la investigación en Organizaciones, Mercado y Sociedad: epistemología y técnicas*, 1era. Edición. Buenos Aires, De las Ciencias.
- Ríos, Roger (2017), *Metodología para la investigación y redacción*. 1era. Edición. España, Servicios Académicos Intercontinentales S.L.
- Sartori, Giovanni y Morlino, Leonardo (1994): *La Comparación en las Ciencias Sociales*, Madrid, Alianza.
- Sartori, Giovanni. (1984). *La política, lógica y método en las ciencias sociales*. México. Fondo de Cultura Económica.
- Przeworski, A. y Teune, D. (1970) *The Logic of Comparative Social Inquiry*. Nueva York. John Wiley & Sons.

Collier, David (1992). Método Comparativo. Revista Uruguaya de Ciencia Política. No. 5. PP.: 21- 46.

Agenda Sustentable (14 de marzo de 2021). El modelo de reciclaje danés que incentiva a las personas con la devolución de dinero. <https://www.agendasustentable.cl/el-modelo-de-reciclaje-danes-que-incentiva-a-las-personas-con-la-devolucion-de-dinero/>

Alejandra Rivera (22 de septiembre de 2020). Dinamarca se adelanta a la UE y busca reducir las emisiones en 70% a 2030. Diario Financiero. https://portal.nexnews.cl/showN?valor=eqkiu&mc_cid=5e5703ef0a&mc_eid=89e31b35a1

Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2021). Ministerios de Medio Ambiente, Ciencia y Energía lanzan Estrategia Climática de Largo Plazo que fija el camino para ser carbono neutral. <https://www.minciencia.gob.cl/noticias/ministerios-de-medio-ambiente-ciencia-y-energia-lanzan-estrategia-climatica-de-largo-plazo-que-fija-el-camino-para-ser-carbono-neutral/>.

García B., Nicolás (2021). Carbono neutralidad en el sector energético de Chile. Asesoría técnica parlamentaria. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32578/1/BCN_Carbononeutralidad_en_el_sector_energetico_Chile_15Oct_Rev_RT01_edPM.pdf.

Energía para todos Chile (2022). Análisis básico: consumo eléctrico clientes residenciales en Chile. <https://energiaparatodos.cl/wp-content/uploads/2022/05/Informe-Analisis-Basico-consumo-electrico-residencial.pdf>.

Baeza G., Eduardo (2017). Cambio climático y efectos actuales y potenciales sobre los recursos hídricos en Chile. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Departamento de estudios, extensión y publicaciones. <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/24314/2>

- /Informe_Cambio_Clim%C3%A1tico_y_RH_Chile_-
final.pdf#:~:text=Efectos%20en%20Chile&text=Estos%20efectos%20en%20e
l%20clima,y%20sequ%C3%ADas%20de%20mayor%20intensidad.
- Ley 21.075 Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises (2018).
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1115066>.
- Maldonado C. (2021). Ley de reutilización de aguas grises: dos miradas sobre una
normativa que hace tres años esperan por un reglamento para aplicarla.
[https://www.paiscircular.cl/ciudad/ley-de-tratamiento-y-reutilizacion-de-
aguas-grises-dos-miradas-sobre-una-normativa-que-hace-tres-anos-espera-
por-un-reglamento-que-permita-aplicarla/](https://www.paiscircular.cl/ciudad/ley-de-tratamiento-y-reutilizacion-de-
aguas-grises-dos-miradas-sobre-una-normativa-que-hace-tres-anos-espera-
por-un-reglamento-que-permita-aplicarla/).
- Sánchez L. y Reyes O. (2015). Estudios del cambio climático en América Latina.
Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América
Latina y el Caribe. Una revisión general. Naciones Unidas, Comisión Económica
para América Latina y el Caribe (CEPAL).
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39781/1/S1501265_e
s.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39781/1/S1501265_e
s.pdf).
- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2019). ¿Cómo afecta
el cambio climático a cinco comunas de la Región Metropolitana?¿Cómo afecta
el cambio climático a cinco comunas de la Región Metropolitana? - RM Sur
Poniente (explora.cl)
- Saravia S. et al (2020). Desafíos hídricos en Chile y recomendaciones para el
cumplimiento del ODS 6 en América Latina y el Caribe. Serie Recursos Naturales
y Desarrollo, 198. Santiago: Naciones Unidas-CEPAL.
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46503/1/S2000726_e
s.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46503/1/S2000726_e
s.pdf).
- Alvarado R. (2022). Chile lidera la crisis hídrica en América Latina. Universidad de
Chile. [https://www.uchile.cl/noticias/184816/dia-mundial-del-agua-chile-
lidera-la-crisis-hidrica-en-america-latina](https://www.uchile.cl/noticias/184816/dia-mundial-del-agua-chile-
lidera-la-crisis-hidrica-en-america-latina).

- Valenzuela-Levi, N. (2021). Reciclaje domiciliario en Chile: queremos, pero no nos dejan. CIPER ACADÉMICO/OPINIÓN.
<https://www.ciperchile.cl/2021/04/09/reciclaje-domiciliario-en-chile-queremos-pero-no-nos-dejan/>
- Ropero, S. (2021). Problemas ambientales en Chile.
<https://www.ecologiaverde.com/problemas-ambientales-en-chile-3397.html>
- Escobar C. (2021). Manejo de residuos en Chile: un problema social y cotidiano necesario de abordar en medio del Cambio Climático. Universidad de Chile.
<https://www.uchile.cl/noticias/181015/manejo-de-residuos-en-chile-un-problema-diario-necesario-de-abordar>.
- Vasconi P. (2004). Residuos Sólidos Domiciliarios en Chile: Análisis y Propuestas. Terram publicaciones.
http://www.terram.cl/descargar/ambiente/contaminacion/rpp_-_reporte_de_politicas_publicas/RPP-16-Residuos-solidos-domiciliarios-en-Chile-Analisis-y-propuestas.pdf
- Cifelli, R. (2021). Conoce las cifras de reciclaje en Chile por tipo de residuo.
<https://codexverde.cl/conoce-las-cifras-de-reciclaje-en-chile-por-tipo-de-residuo>.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto demográfico.
<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/la-union-europea/>
- Garreaud R. et al (2017). The 2010-2015 mega drought in Central Chile: Impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 21, 1–21,
<https://doi.org/10.5194/hess-21-1-2017>.
- Pelayo C. y Linazasoro I. (2020). El impacto climático de la basura: Análisis normativo de los residuos sólidos, la recuperación de suelos y la minería de rellenos sanitarios. *Revista de Derecho Ambiental*, Núm. 14 (2020), P.p 71-95. DOI 10.5354/0719-4633.2020.54151.

- Ministerio del Medio Ambiente (2018). Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, serie 1990-2016. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/75976/1/2018_NIR_CL.pdf
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/la-union-europea/>
- Garreaud R. et al (2017). The 2010-2015 mega drought in Central Chile: Impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 21, 1–21, <https://doi.org/10.5194/hess-21-1-2017>.
- Pelayo C. y Linazasoro I. (2020). El impacto climático de la basura: Análisis normativo de los residuos sólidos, la recuperación de suelos y la minería de rellenos sanitarios. *Revista de Derecho Ambiental*, Núm. 14 (2020), P.p. 71-95. DOI 10.5354/0719-4633.2020.54151.
- Ministerio del Medio Ambiente (2021). Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente. <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/06/REMA2021.pdf>
- Generadoras de Chile (2022). Reporte anual 2021. <http://generadoras.cl/documentos/reportes-anuales/reporte-anual-2021>

6 ANEXO: REPORTE DE PLAGIO

El reporte de posibilidad de plagio de este trabajo, con otros trabajos publicados entrega un porcentaje de similitud de: x%

7 ANEXO:

7.1 Anexo 1. Consumo final de energía según OCDE para el año 2019



Fuente: Tomado de <https://www.oecd.org>