

INVENTARIO COMUNAL DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

**Comunas de la Región de La Araucanía
2022**

Preparado por: Ilenia Donoso, Profesional del Programa HuellaChile, División de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente

Fecha: 31 de marzo de 2025

Nivel GPC: Básico

Versión del documento: 1

1 RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento entrega los resultados de la cuantificación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) territoriales de las comunas de la Región de La Araucanía, correspondientes al período 01/01/2022 al 31/12/2022. La cuantificación de esta huella de carbono se realizó siguiendo los lineamientos metodológicos del Programa HuellaChile, basado en el Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria¹.

Las emisiones de GEI de la región, desarrollado según el nivel de reporte Básico, corresponden a 3.501,1 kt CO₂e. Estas se distribuyen en 2.518,5 kt CO₂e para el Alcance 1: Emisiones Directas; 549,7 kt CO₂e Alcance 2: Emisiones Indirectas por energía importada y 432,9 kt CO₂e Alcance 3: Otras emisiones indirectas. El sector de Energía Estacionaria aporta con el 33% de las emisiones del inventario, seguido por Transporte con el 44%, y Residuos con el 23% restante. La distribución se puede ver en la Figura 1.

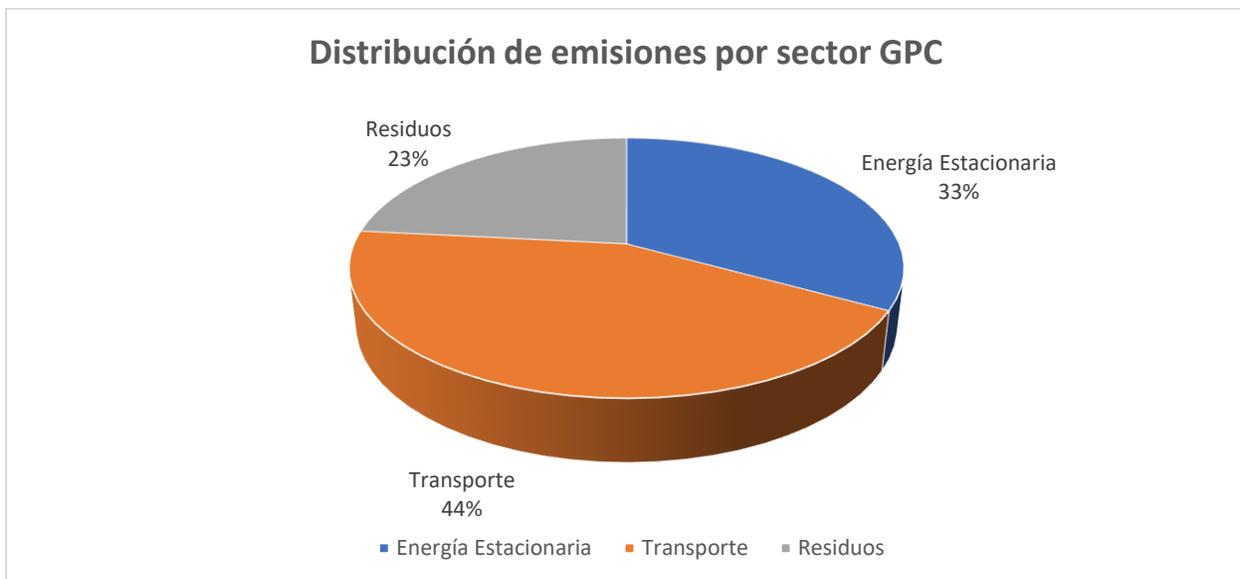


Figura 1. Distribución porcentual de emisiones netas por sector para la región. No considera remociones en el total

Los indicadores de intensidad relevantes más recientes se pueden ver en la Tabla 1. Estos se calculan considerando las emisiones totales (no netas).

Tabla 1. Indicadores de intensidad de la región en el año 2022²

Indicadores de intensidad relevantes	Cantidad	Unidad	Valor indicador 2022
Habitantes (población)	1.024.029	tCO ₂ e/habitante	3,4
Superficie (km ²)	31.845	tCO ₂ e/km ²	109,9

Las emisiones desglosadas por comuna se muestran en el gráfico a continuación:

¹ Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria, WRI, C40 & ICLEI. 2014

² Habitantes: Entiéndase como personas residentes de la región.

Superficie: Entiéndase como todo el territorio considerado en el límite político administrativo regional.

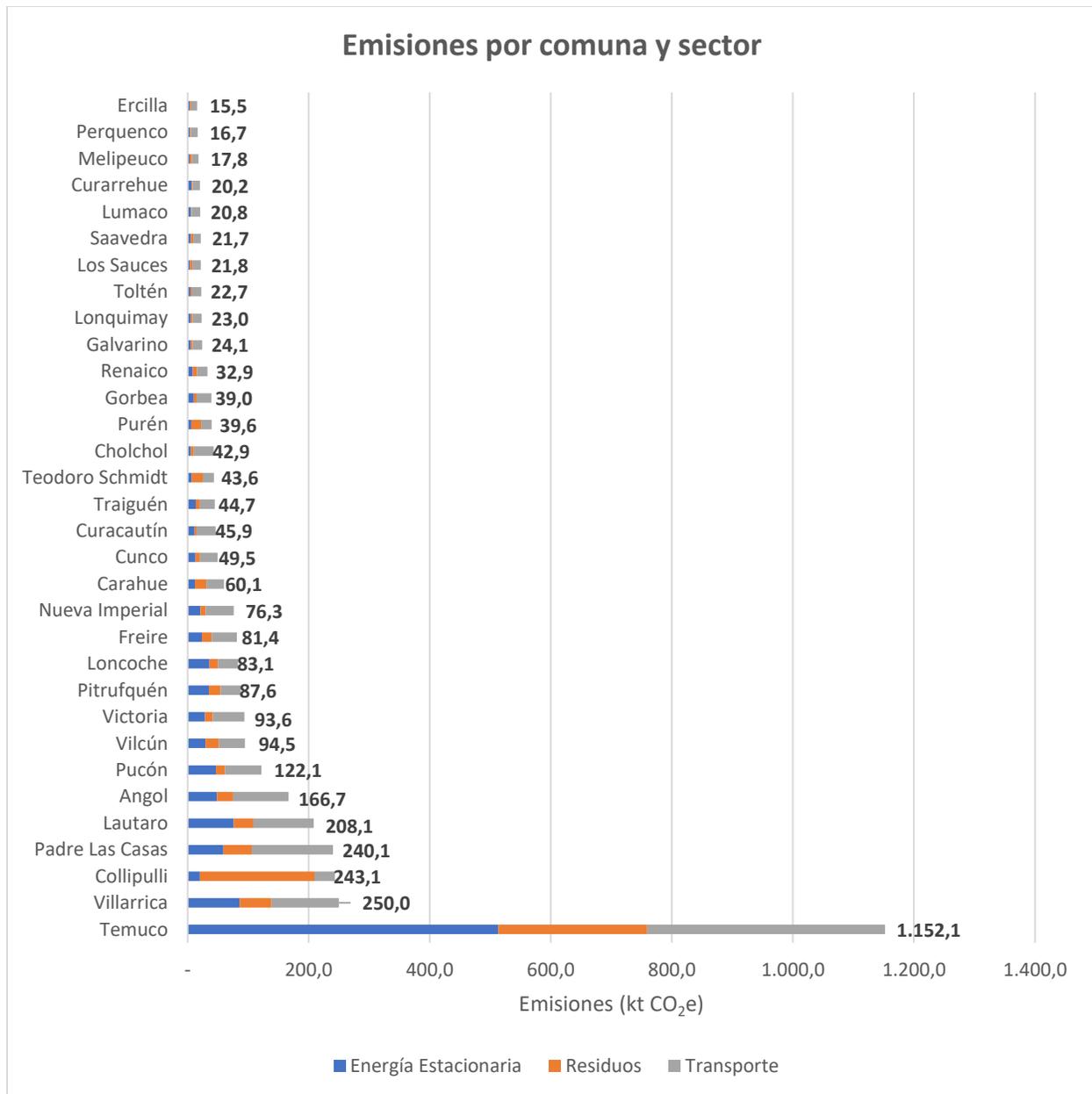


Figura 2. Emisiones por comuna y sector. No incluye emisiones informativas ni remociones

Adicionalmente, la siguiente tabla muestra el detalle de los resultados por comuna, incluyendo indicadores de intensidad de emisiones.

Tabla 2. Resumen de resultados por comuna

Sector / subsector	Angol	Carahue	Cholchol	Collipulli	Cunco	Curacautín	Curarrehue	Ercilla	Freire
Energía estacionaria	49	12	5	20	13	11	6	4	24
Residencial, comercial	31	10	5	12	8	9	3	3	11
Industrial	17	2	0	8	5	2	3	0	13
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte	92	29	33	33	29	31	12	10	42
Transporte por carretera	91	29	32	33	29	31	12	9	30
Ferrovionario	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marítimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aviación	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Transporte fuera de carretera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos	27	19	5	190	7	3	2	2	16
Disp. y tratamiento de residuos generados en la ciudad	19	16	3	186	5	1	1	1	13
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	8	3	2	4	2	2	1	1	3
Total Alcance 1: Emisiones directas (kt CO2e)	122	39	37	223	39	39	14	14	63
Total Alcance 2: Emisiones ind. por energía importada (kt CO2e)	24	5	2	10	8	6	4	2	16
Total Alcance 3: Emisiones indirectas (kt CO2e)	20	16	3	10	2	1	2	0	2
Total Emisiones (kt CO2e)	167	60	43	243	49	46	20	15	81
Informativas									
Generación de energía suministrada a la red	0	0	0	6	0	1	0	0	0
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	0	0	0	51	0	0	0	0	0
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emisiones directas CO ₂ biogénico	152	68	33	407	48	48	21	22	68
Indicadores									
Habitantes	56.476	25.511	12.504	26.374	18.067	18.207	7.845	8.423	25.483
Superficie	1.194	1.341	428	1.296	1.907	1.664	1.171	500	935
Emisiones por habitante	3	2	3	9	3	3	3	2	3
Emisiones por superficie	140	45	100	188	26	28	17	31	87

Tabla 2. Resumen de resultados por comuna (continuación).

Sector / subsector	Galvarino	Gorbea	Lautaro	Loncoche	Lonquimay	Los Sauces	Lumaco	Melipeuco	Nueva Imperial
Energía estacionaria	5	10	76	36	5	4	6	3	21
Residencial, comercial	4	7	20	12	4	3	4	3	15
Industrial	1	3	56	24	1	1	2	0	6
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte	16	24	100	33	15	14	14	11	46
Transporte por carretera	16	24	100	32	14	14	14	11	46
Ferroviario	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marítimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aviación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte fuera de carretera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos	3	5	32	14	3	4	1	4	9
Disp. y tratamiento de residuos generados en la ciudad	1	3	27	11	2	3	0	3	4
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	2	2	6	3	1	1	1	1	5
Total Alcance 1: Emisiones directas (kt CO2e)	20	31	124	57	20	17	19	13	60
Total Alcance 2: Emisiones ind. por energía importada (kt CO2e)	2	6	56	15	2	2	2	2	12
Total Alcance 3: Emisiones indirectas (kt CO2e)	2	3	28	12	0	3	0	3	5
Total Emisiones (kt CO2e)	24	39	208	83	23	22	21	18	76
Informativas									
Generación de energía suministrada a la red	0	0	16	0	0	0	0	0	0
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	0	0	198	0	0	0	0	0	0
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emisiones directas CO ₂ biogénico	33	40	1.045	70	29	20	27	17	90
Indicadores									
Habitantes	12.606	15.118	41.352	24.778	11.088	7.498	9.976	6.297	33.993
Superficie	568	695	901	977	3.914	850	1.119	1.107	733
Emisiones por habitante	2	3	5	3	2	3	2	3	2
Emisiones por superficie	42	56	231	85	6	26	19	16	104

Tabla 2. Resumen de resultados por comuna (continuación).

Sector / subsector	Padre Las Casas	Perquenco	Pitruquén	Pucón	Purén	Renaico	Saavedra	Temuco	Teodoro Schmidt
Energía estacionaria	59	4	35	47	6	8	5	513	7
Residencial, comercial	42	3	13	36	5	5	5	295	6
Industrial	18	1	22	11	1	3	0	218	1
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte	134	11	33	60	18	17	12	393	19
Transporte por carretera	134	11	33	60	17	17	12	393	19
Ferroviario	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marítimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aviación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte fuera de carretera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos	47	2	19	15	16	8	4	246	18
Disp. y tratamiento de residuos generados en la ciudad	35	1	19	11	15	6	3	203	16
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	11	1	0	4	2	2	2	43	2
Total Alcance 1: Emisiones directas (kt CO2e)	168	13	39	92	22	21	17	744	39
Total Alcance 2: Emisiones ind. por energía importada (kt CO2e)	28	2	27	27	3	5	2	196	3
Total Alcance 3: Emisiones indirectas (kt CO2e)	44	1	21	3	15	6	3	212	1
Total Emisiones (kt CO2e)	240	17	88	122	40	33	22	1.152	44
Informativas									
Generación de energía suministrada a la red	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	0	0	0	1	0	0	0	3	3
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	0	0	0	0	0	0	0	10	0
Emisiones directas CO ₂ biogénico	225	19	70	85	32	29	34	885	42
Indicadores									
Habitantes	83.834	7.253	26.375	30.290	12.146	10.929	12.727	306.579	15.774
Superficie	401	331	581	1.249	465	267	401	464	650
Emisiones por habitante	3	2	3	4	3	3	2	4	3
Emisiones por superficie	599	50	151	98	85	123	54	2.483	67

Tabla 2. Resumen de resultados por comuna (continuación).

Sector / subsector	Toltén	Traiguén	Victoria	Vilcún	Villarrica
Energía estacionaria	5	14	29	30	86
Residencial, comercial	4	9	18	14	47
Industrial	0	5	11	16	38
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	0	0	0	0	0
Transporte	16	25	52	43	112
Transporte por carretera	15	24	52	43	111
Ferroviario	0	0	0	0	0
Marítimo	0	0	0	0	0
Aviación	0	0	0	0	0
Transporte fuera de carretera	0	0	0	0	0
Residuos	3	7	13	22	53
Disp. y tratamiento de residuos generados en la ciudad	1	4	8	18	45
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	1	3	5	4	8
Total Alcance 1: Emisiones directas (kt CO₂e)	19	36	68	75	212
Total Alcance 2: Emisiones ind. por energía importada (kt CO₂e)	2	8	17	18	34
Total Alcance 3: Emisiones indirectas (kt CO₂e)	1	0	9	1	4
Total Emisiones (kt CO₂e)	23	45	94	95	250
Informativas					
Generación de energía suministrada a la red	0	0	0	0	0
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	0	1	0	0	19
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	0	0	0	0	0
Emisiones directas CO ₂ biogénico	26	51	95	85	173
Indicadores					
Habitantes	9.993	19.302	35.531	31.745	59.955
Superficie	860	908	1.256	1.421	1.291
Emisiones por habitante	2	2	3	3	4
Emisiones por superficie	26	49	75	67	194

El inventario fue elaborado por el equipo del Programa HuellaChile del Ministerio del Medio Ambiente, siguiendo los lineamientos del Protocolo Global para Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC).

Las oportunidades de mejora para la cuantificación del próximo inventario de emisiones de GEI territorial se resumen en:

- Incorporar el cálculo de los sectores IPPU y AFOLU.
- Levantar datos de actividad para todos los sectores a nivel comunal, en particular para los consumos de combustible.
- Levantar datos de actividad más específicos para los cálculos de aguas residuales.

2 CONTENIDO

1	Resumen ejecutivo.....	2
3	Descripción general.....	9
3.1	Objetivo del Inventario.....	9
3.2	Método.....	9
3.3	Gases de Efecto Invernadero.....	11
4	Descripción de la región.....	11
5	Establecimiento del límite del inventario de GEI.....	13
5.1	Límite geográfico.....	13
5.2	Periodo de reporte.....	14
5.3	Fuentes de emisión cubiertas en el inventario.....	14
5.3.1	Sectores y subsectores cubiertos.....	14
5.3.2	Descripción de aplicabilidad, exclusión e inclusión.....	15
5.3.3	Datos de actividad y supuestos transversales a todas las comunas.....	16
5.3.4	Datos de actividad por comuna.....	18
6	Resultados.....	29
7	Análisis de resultados.....	35
7.1	Energía Estacionaria.....	37
7.2	Transporte.....	43
7.3	Residuos.....	45
8	Anexos.....	50
8.1	Anexo 1. Definición de fuentes de emisión cubiertas en el inventario.....	50
8.2	Anexo 2. Descripción de Aplicabilidad, Exclusión e Inclusión.....	51
8.3	Anexo 3. Distribución regional de datos de actividad para consumo de combustibles fósiles.....	57
8.4	Anexo 4: Factores de emisión.....	63
8.4.1	Sectores Energía Estacionaria y Transporte.....	63
8.4.2	Sector Residuos.....	66

3 DESCRIPCIÓN GENERAL

3.1 OBJETIVO DEL INVENTARIO

El presente informe tiene los siguientes objetivos:

- Presentar el inventario de emisiones de GEI asociadas a las actividades existentes en el territorio comunal, utilizando el reporte de nivel Básico del GPC.
- Entregar indicadores de intensidad de emisiones de GEI del territorio.
- Identificar y describir las principales fuentes de emisión/remoción de GEI, para abordar una estrategia de gestión de estas.

3.2 MÉTODO

La cuantificación de emisiones de GEI comunal del programa HuellaChile ha sido desarrollado en base Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC por su sigla en inglés)³.

La metodología del GPC clasifica las emisiones territoriales en 5 sectores:

- Energía Estacionaria
- Transporte
- Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)
- Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de Suelo (AFOLU)
- Residuos

Cada sector cuenta con múltiples subsectores, cuyas emisiones se dividen además en 3 alcances:

- Alcance 1: Emisiones de GEI provenientes de fuentes situadas dentro de los límites de la ciudad.
- Alcance 2: Emisiones de GEI que se producen como consecuencia de la utilización de energía, calor, vapor y/o enfriamiento suministrados en red dentro de los límites de la ciudad.
- Alcance 3: El resto de las emisiones de GEI que se producen fuera de los límites de la ciudad, como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad.

El esquema a continuación muestra los sectores del GPC y cómo se relacionan con los Alcances.

³ Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria

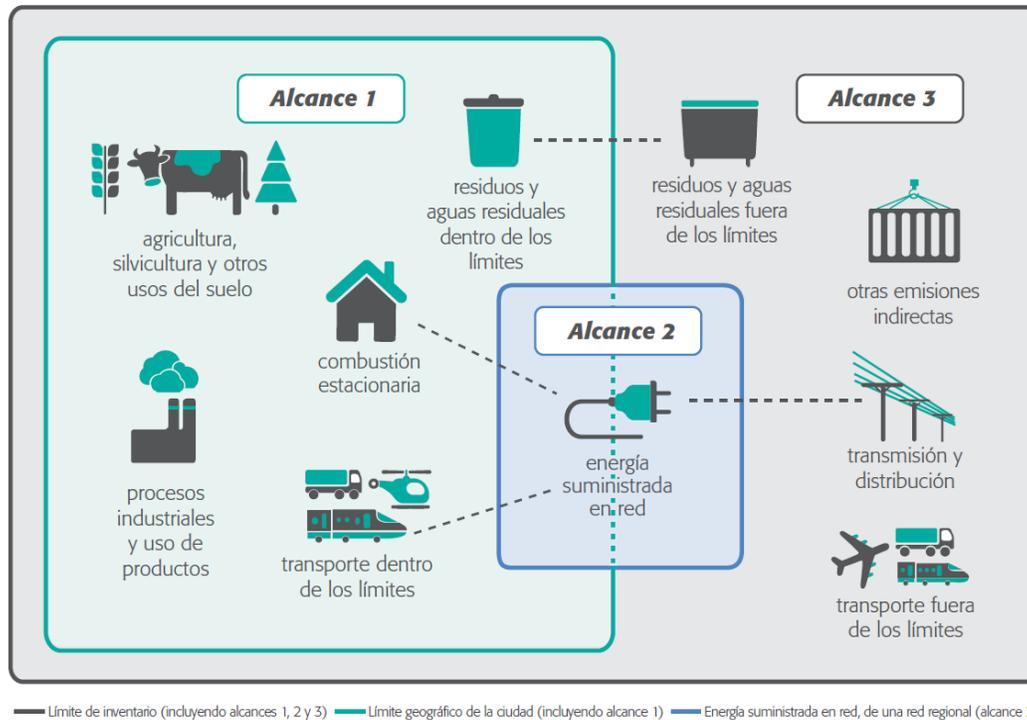


Figura 3. Fuentes y límites de las emisiones de GEI en una ciudad

Fuente: Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria

El GPC ofrece dos niveles de reporte:

- Nivel Básico: cubre las fuentes de emisión de los sectores de Energía Estacionaria (alcance 1 y 2), Transporte (Alcance 1 y 2) y Residuos (Alcance 1 y 3).
- Nivel Básico +: Adicionalmente al Nivel Básico, considera el Alcance 3 de Energía Estacionaria y Transporte; los sectores Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU), Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de Suelo (AFOLU); y emisiones por transporte transfronterizo y pérdidas de transmisión y distribución de energía.

El presente inventario fue elaborado considerando el nivel Básico de reporte.

Los principios de contabilidad y reporte que rigen esta cuantificación son:

- Relevancia
- Integridad
- Coherencia
- Precisión
- Transparencia

El resultado de esta cuantificación es reportado en la unidad dióxido de carbono equivalente (CO₂e) en base a los índices del potencial de calentamiento global de los GEI incluidos (AR5⁴).

⁴ Fifth Assessment Report (AR5) /A evaluar según lo que realiza el inventario

3.3 GASES DE EFECTO INVERNADERO

El presente informe considera las emisiones de los siete gases actualmente requeridos en todos los reportes de inventarios de GEI contemplados en el Protocolo de Kioto:

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido de nitrógeno (NO₂)
- Hidrofluorocarbonos (HFCs)
- Perfluorocarbonos (PFCs)
- Hexafluoruro de azufre (SF₆)
- Trifluoruro de nitrógeno (NF₃)

4 DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN

Tabla 3. Identificación de la Región

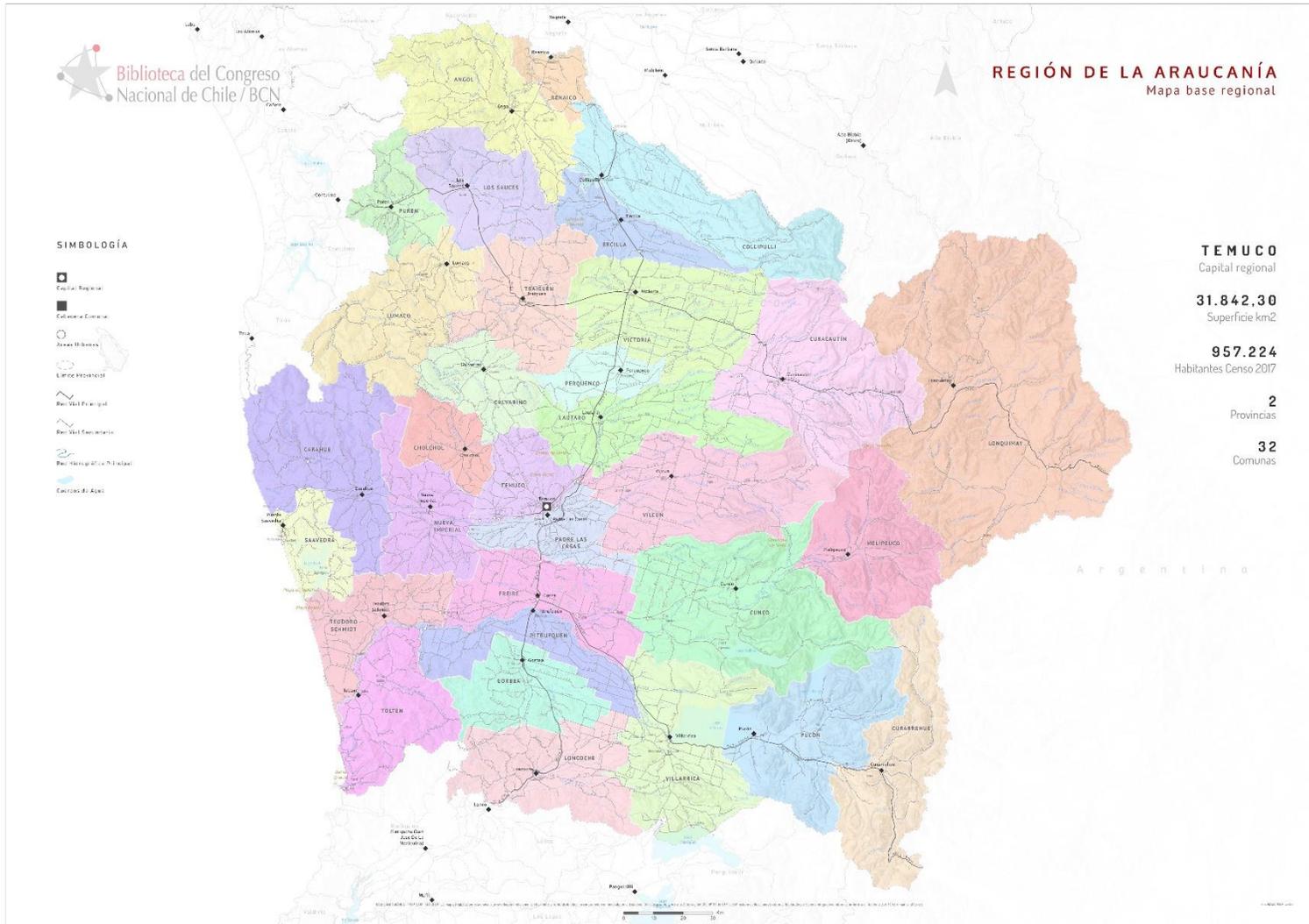
Información	Unidad	Datos
Región	nombre	La Araucanía
Comunas	nombre	Angol Carahue Cholchol Collipulli Cunco Curacautín Curarrehue Ercilla Freire Galvarino Gorbea Lautaro Loncoche Lonquimay Los Sauces Lumaco Melipeuco Nueva Imperial Padre Las Casas Perquenco Pitrufquén Pucón Purén Renaico Saavedra Temuco Teodoro Schmidt Toltén Traiguén

Información	Unidad	Datos
		Victoria Vilcún Villarrica
Año de Inventario	año	2022
Establecimiento declarante	-	N/A
ID establecimiento	-	N/A
Datos de responsable	-	huellachile@mma.gob.cl
Responsable del reporte	-	Programa HuellaChile
Superficie Total*	km ²	31.845
Rural	% población	28,1%
Urbano	% población	71,9%
Cantidad de habitantes	personas	1.024.029
Límite del Inventario		División Política Administrativa Regional

5 ESTABLECIMIENTO DEL LÍMITE DEL INVENTARIO DE GEI

5.1 LÍMITE GEOGRÁFICO

Mapa regional disponible en Biblioteca del Congreso Nacional de Chile:



5.2 PERIODO DE REPORTE

El inventario de GEI se realizó para el período comprendido entre el 01/01/2022 hasta el 31/12/2022.

5.3 FUENTES DE EMISIÓN CUBIERTAS EN EL INVENTARIO

5.3.1 Sectores y subsectores cubiertos

En la Tabla 3 se presentan los sectores y subsectores de emisiones por Alcances considerados por HuellaChile, donde se indica para cada una de ellas si fue: Incluida, Incluida en Otro subsector, Excluida, No Aplica o Confidencial en la cuantificación de GEI de las actividades de la región. En el Anexo 1 se encuentran las definiciones más detalladas de los conceptos presentados.

Tabla 4. Subsectores abarcados en el presente inventario de la región en el año 2022

Sector / subsector	Alcance 1. Emisiones Directas	Alcance 2. Emisiones indirectas por energía importada	Alcance 3. Otras emisiones indirectas
Energía Estacionaria			
Residencial-Comercial	Incluida	Incluida	Incluida
Industrial	Incluida	Incluida	Incluida
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	Incluida		
Transporte			
Transporte por carretera	Incluida	Incluida	Incluida en otro subsector
Ferrovial	Incluida	Incluida	Incluida en otro subsector
Transporte marítimo	Incluida	Incluida	Incluida en otro subsector
Aviación	Incluida	Incluida en otro subsector	Incluida en otro subsector
Transporte fuera de carretera	Incluida	Incluida en otro subsector	
Procesos industriales y uso de productos			
Procesos Industriales	Excluida		
Uso de Productos	Excluida		
Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo			
Ganadería	Excluida		
Suelo (Emisiones)	Excluida		
Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO ₂	Excluida		
Residuos			

Sector / subsector	Alcance 1. Emisiones Directas	Alcance 2. Emisiones indirectas por energía importada	Alcance 3. Otras emisiones indirectas
Disposición y Tratamiento de Residuos generados en la ciudad	Incluida		Incluida
Tratamiento de Aguas Residuales generados en la ciudad	Incluida		Incluida

Tabla 5. Otras emisiones y remociones informativas

Otras emisiones/remociones de GEI informativas	
Generación de electricidad	Incluida
Disposición y tratamiento de Residuos generados fuera de la ciudad	Incluida
Tratamiento de Aguas Residuales generado fuera de la ciudad	Incluida
Emisiones de CO2 biogénico	Incluida
Remociones directas de CO2 biogénico	Excluida
Emisiones de GEI no cubiertas por Protocolo de Kyoto	Excluida

5.3.2 Descripción de aplicabilidad, exclusión e inclusión

El inventario presentado se elaboró con información pública que se encuentra disponible a nivel nacional. Muchos de los datos levantados cuentan con desagregación regional, pero no comunal. Esto genera múltiples dificultades en el procesamiento de los datos, obligando a tomar supuestos para asignar las actividades a alguna zona en específico dentro de cada comuna.

En los inventarios se incluyeron todas aquellas actividades para las cuales se encontró información confiable que permitiera hacer las estimaciones de emisiones correspondientes. Si el resultado de las emisiones de una región o comuna es cero, no implica necesariamente la ausencia de actividad. Esto puede deberse a que la actividad no ocurre o a la falta de información disponible.

A continuación, se entregan indicaciones generales respecto a las fuentes excluidas del cálculo:

5.3.2.1 Transporte – Alcance 2

Se asume que el consumo de electricidad en medios de transporte está considerado dentro del consumo reportado en el sector de Energía Estacionaria. Solo se reportó este dato por separado en los casos en que se contaba con dicha información. En particular, solo se pudo detectar para el subsector de transporte por carretera y ferroviario.

5.3.2.2 Transporte – Alcance 3

Para estimar las emisiones del sector transporte, se considera que el combustible vendido o reportado en una comuna se consume dentro de ella. Por lo tanto, todas las emisiones derivadas de su combustión en medios de transporte se registran en el alcance 1.

5.3.2.3 IPPU y AFOLU

Los inventarios presentados corresponden a reportes de nivel básico según los lineamientos del GPC, por lo que no es obligatorio informar las emisiones de estos sectores.

En el *Anexo 2. Descripción de Aplicabilidad, Exclusión e Inclusión* se detallan las fuentes de emisiones consideradas en cada subsector.

5.3.3 Datos de actividad y supuestos transversales a todas las comunas

A continuación, se detallan los supuestos que se tomaron para el cálculo de huella de carbono territorial en todas las comunas del país.

5.3.3.1 Energía Estacionaria – Alcance 1

La información para esta categoría fue obtenida del Balance Nacional de Energía 2022, disponible en la página web de Energía Abierta⁵. Para asignar las emisiones a cada región, se utilizó la base de datos regional para identificar la contribución que tiene cada una a cada combustible reportado en el balance nacional.

La desagregación a nivel comunal se hizo considerando información del Sistema de Impuestos Internos (SII)⁶, Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Censo 2017, Sociedad Nacional de Minería (SONAMI), Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), entre otras fuentes.

5.3.3.2 Energía Estacionaria – Alcance 2

La información utilizada para la estimación de las emisiones por consumo de electricidad se obtuvo de la Superintendencia de Energía y Combustibles (clientes libres y regulados, solicitado por transparencia activa), y de Energía Abierta (clientes libres).

5.3.3.3 Energía Estacionaria – Alcance 3

Para el cálculo de emisiones por pérdidas en transmisión y distribución, se tomó el supuesto de que existe un 5% de pérdidas por T&D en la red. Por lo tanto, estas emisiones corresponden al 5,7% de las emisiones de Alcance 2 en el mismo subsector⁷.

5.3.3.4 Transporte – Alcance 1

La información para el cálculo de emisiones de esta categoría fue obtenida del Balance Nacional de Energía 2022. La desagregación por región y comuna se hizo de la misma forma que para energía estacionaria. En el caso específico de emisiones por transporte en carretera, se asignó de forma

⁵ Para más información, visitar el siguiente vínculo http://energiaabierta.cl/categorias-estadistica/balance-energetico/?_sft_etiquetas-estadistica=balance-energetico&_sft_organismos-estadistica=ministerio-de-energia

⁶ Se utilizó la estadística de Empresas por Comuna y Actividad económica, disponible en https://www.sii.cl/sobre_el_sii/estadisticas_de_empresas.html. Se tomó como referencia la renta neta informada en UF para distribuir las actividades entre las comunas.

⁷ Obtenido de Base de Información de Eficiencia Energética de CEPAL <https://biee-cepala.enerdata.net/en/datamapper/rate-of-electricity-t&d-losses.html#:~:text=The%20rate%20of%20electricity%20T&D,to%207%25%20in%20OECD>).

proporcional al registro de permisos de circulación del parque vehicular publicado por el INE. Para emisiones asociadas a aviación, se utilizó información de la Junta Aeronáutica Civil⁸.

5.3.3.5 *Transporte – Alcance 2*

Los datos para esta categoría se obtuvieron de la misma base de datos que los consumos de electricidad en el sector de Energía Estacionaria.

5.3.3.6 *Residuos - Residuos sólidos – Alcance 1 y 3*

Los datos sobre los residuos gestionados fueron obtenidos del RETC⁹. Se utilizaron los conjuntos de datos de residuos municipales y residuos industriales no peligrosos de 2022. Se consideraron solo los tratamientos que tienen emisiones en este sector: relleno sanitario, vertedero, basural, compostaje, digestión anaeróbica, incineración y quema a cielo abierto. Además, se excluyeron del análisis los residuos considerados inertes (escombros, voluminosos, vidrios, etc).

Por su parte, la información sobre los residuos domiciliarios se divide entre declarados y estimados. Los primeros cuentan con información completa que permite trazar claramente el tratamiento, sitio de disposición final utilizado y la comuna que recibe los residuos. El segundo grupo solo cuenta con la cantidad de residuos, sin información respecto al tipo de tratamiento o destino de los residuos. Para el segundo grupo, se asumió que todos los residuos van al sitio de disposición final que se describe en el catastro de SUBDERE 2017.

5.3.3.7 *Residuos – Aguas residuales – Alcance 1 y 3*

El cálculo de emisiones de aguas residuales considera solo aguas domiciliarias, y se asume que los tratamientos no cuentan con captura de metano ni desviación de lodos. Los datos sobre el tipo de tratamiento de aguas residuales fueron obtenidos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile (publicado en 2024). Adicionalmente, la asignación de alcance 1 o 3 consideró el porcentaje de cobertura de alcantarillado en zonas urbanas, y la existencia de plantas de tratamiento de aguas residuales en las comunas de acuerdo con información publicada en la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

Al igual que en los residuos sólidos, la división entre los alcances 1 y 3 a nivel regional difiere del nivel comunal debido a la ampliación de los límites geográficos. En el caso de las aguas residuales, se asume que no existe transferencia de aguas entre regiones, por lo que el alcance 3 a nivel regional se considera nulo.

⁸ Se consultaron las estadísticas 2022 en el siguiente link <https://www.jac.gob.cl/estadisticas-ano-2022/>

⁹ Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Para más información visitar <https://retc.mma.gob.cl/>

5.3.4 Datos de actividad por comuna

5.3.4.1 Energía estacionaria (Alcance 1) – Transporte (Alcance 1)

El consumo de energéticos de la región se asignó entre las comunas según la siguiente distribución:

Tabla 6. Asignación de energéticos en la Región

Sector	Subsector	Subactividad	Carahue	Cholchol	Cunco	Curarrehue	Freire	Galvarino	Gorbea	Lautaro	Loncoche	Melipeuco	Nueva Imperial	Padre Las Casas	Perquenco	Pitrufquén	Pucón	Fuente	
Energía Estacionaria	Industrial	Agroindustria	0%		2%		5%	1%	2%	4%	0%	0%	2%	1%	1%	1%	2%	SII	
		Cemento												21%					RETC
		Construcción	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%			1%	3%		1%	1%	SII
		Industria Láctea									100%								SII
		Industrias Varias	0%		0%		0%	0%	0%	7%	3%			0%	6%		0%	0%	SII
		Papel y celulosa																1%	SII
		Pesca	100%																Supuesto
		Sanitarias	2%	0%	0%					0%	5%	2%		2%			2%	8%	RETC
		Siderurgia																	Supuesto
	Residencial, Comercial	Comercial	0%							0%	0%	1%		0%	5%			8%	SII
Público		0%							0%	0%	1%		0%	5%			8%	SII, comercial	
Residencial		2%	1%	2%	1%	2%	1%	1%	4%	2%	1%	3%	8%	1%	3%	3%	3%	Censo	
Transporte	Aviación	Aéreo					100%											0%	Junta de aeronáutica civil
		Terrestre	2%	2%	2%	1%	2%	1%	2%	7%	2%	1%	3%	9%	1%	2%	4%	Permisos de circulación 2022 INE	
	Ferrovionario	Ferrovionario	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	Supuesto	
	Transporte marítimo	Marítimo	100%															Supuesto	
	Transporte por carretera	Terrestre	2%	2%	2%	1%	2%	1%	2%	7%	2%	1%	3%	9%	1%	2%	4%	Permisos de circulación 2022 INE	

Fuente: Balance Nacional de Energía 2022, Sistema de Impuestos Internos (SII), Censo 2017, RETC.

Tabla 6. Asignación de energéticos en la Región (continuación)

Sector	Subsector	Subactividad	Saavedra	Temuco	Teodoro Schmidt	Toltén	Vilcún	Villarrica	Angol	Collipulli	Curacautín	Ercilla	Lonquimay	Los Saucés	Lumaco	Purén	Renaico	Fuente	
Energía Estacionaria	Industrial	Agroindustria	0%	26%	0%	0%	5%	6%	19%	9%	1%	0%	0%	0%	5%	0%	1%	SII	
		Cemento		79%															RETC
		Construcción	0%	84%			1%	3%	2%	0%	0%			0%			0%	0%	SII
		Industria Láctea																	SII
		Industrias Varias	0%	75%	0%	0%	1%	4%	1%	1%	0%						0%		SII
		Papel y celulosa		72%					27%										SII
		Pesca																	Supuesto
		Sanitarias	0%	44%		0%	3%	4%	7%	2%	4%			3%	2%	2%	0%	0%	RETC
		Siderurgia		100%															Supuesto
		Residencial, Comercial	Comercial		77%			0%	6%	2%	0%							0%	
Público			77%			0%	6%	2%	0%							0%		SII, comercial	
Residencial	1%		30%	2%	1%	3%	6%	6%	3%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	Censo	
Transporte	Aviación	Aéreo																Junta de aeronáutica civil	
		Terrestre	1%	26%	1%	1%	3%	7%	6%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	Permisos de circulación 2022 INE	
	Ferrovionario	Ferrovionario	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	Supuesto	
	Transporte marítimo	Marítimo																Supuesto	
	Transporte por carretera	Terrestre	1%	26%	1%	1%	3%	7%	6%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	Permisos de circulación 2022 INE	

Fuente: Balance Nacional de Energía 2022, Sistema de Impuestos Internos (SII), Censo 2017, RETC.

Tabla 6. Asignación de energéticos en la Región (continuación)

Sector	Subsector	Subactividad	Traiguén	Victoria	Fuente
Energía Estacionaria	Industrial	Agroindustria	2%	4%	SII
		Cemento			RETC
		Construcción	0%	0%	SII
		Industria Láctea			SII
		Industrias Varias	0%	1%	SII
		Papel y celulosa			SII
		Pesca			Supuesto
		Sanitarias	5%	1%	RETC
	Siderurgia			Supuesto	
	Residencial, Comercial	Comercial			0%
Público				0%	SII, comercial
Residencial		2%	3%	Censo	
Transporte	Aviación	Aéreo			Junta de aeronáutica civil
		Terrestre	2%	3%	Permisos de circulación 2022 INE
	Ferroviario	Ferroviario	3%	3%	Supuesto
	Transporte marítimo	Marítimo			Supuesto
	Transporte por carretera	Terrestre	2%	3%	Permisos de circulación 2022 INE

Fuente: Balance Nacional de Energía 2022, Sistema de Impuestos Internos (SII), Censo 2017, RETC.

En el Anexo 3 se entrega el detalle respecto a la cantidad de combustibles utilizados en cada sector y cuánto de estos se asignó a la región.

5.3.4.2 Energía estacionaria (Alcance 2) – Transporte (Alcance 2)

Comuna	Energía Estacionaria (MWh)		Transporte (MWh)				Total por comuna
	Residencial-Comercial	Industrial	Transporte por carretera	Ferroviario	Transporte marítimo	Aviación	
Angol	52.842	28.440					81.282
Carahue	14.543	3.098					17.640
Cholchol	7.101	791					7.892
Collipulli	18.780	13.394					32.174
Cunco	14.330	12.357					26.687
Curacautín	16.308	4.717					21.025
Curarrehue	4.236	10.365					14.600
Ercilla	4.284	1.358					5.642

Freire	16.701	35.252							51.952
Galvarino	5.570	1.539							7.109
Gorbea	11.096	7.372							18.467
Lautaro	33.859	150.956							184.815
Loncoche	19.853	28.715							48.568
Lonquimay	6.383	1.492							7.874
Los Sauces	4.581	2.287							6.868
Lumaco	4.986	961							5.947
Melipeuco	4.943	1.440							6.384
Nueva Imperial	22.799	15.739							38.538
Padre Las Casas	55.983	37.109							93.093
Perquenco	4.256	2.058							6.315
Pitrufquén	22.704	68.599							91.303
Pucón	63.725	26.253							89.978
Purén	7.547	1.347							8.894
Renaico	8.151	9.865							18.016
Saavedra	6.512	1.190							7.702
Temuco	428.945	224.231							653.176
Teodoro Schmidt	9.133	1.505							10.638
Toltén	6.702	1.002							7.705
Traiguén	15.163	11.403							26.566
Victoria	30.204	27.200	27						57.431
Vilcún	19.667	40.423							60.090
Villarrica	85.824	28.507							114.331
Total general	1.027.712	800.966	27	0	0	0	0	0	1.828.705

Fuente: SEC y Energía Abierta.

5.3.4.3 Residuos – Residuos sólidos (Alcance 1 y 3)

5.3.4.3.1 Residuos industriales

Comuna	Alcance 1			Total Alcance 1	Alcance 3			Total Alcance 3	Total general (toneladas)		
	Digestión anaeróbica	Relleno	Vertedero		Basural	Compostaje	Digestión anaeróbica			Relleno	Vertedero
Angol								1.829	2.240	4.069	4.069
Carahue								112		112	112
Collipulli			301.360	301.360				99	1.839	1.939	303.298
Cunco						1		855	2	858	858
Curacautín		6	11	17		208		29		237	253
Curarrehue						1.375		23		1.398	1.398
Freire		176		176		1.500		5	346	1.851	2.026

Comuna	Alcance 1			Total Alcance 1	Alcance 3					Total Alcance 3	Total general (toneladas)
	Digestión anaeróbica	Relleno	Vertedero		Basural	Compostaje	Digestión anaeróbica	Relleno	Vertedero		
Gorbea								3		3	3
Lautaro		708		708				174	176	350	1.058
Loncoche								117		117	117
Melipeuco					2	994		259		1.255	1.255
Nueva Imperial								382		382	382
Padre Las Casas						38		654	125	816	816
Pitrufquén						2.080		206		2.287	2.287
Pucón			519	519		1.545		676	5	2.227	2.745
Temuco	0		2.559	2.559		9	80	11.555	2.490	14.134	16.693
Victoria								113	491	604	604
Vilcún						2.524		6		2.531	2.531
Villarrica		715		715		4.210		655	464	5.329	6.045
Total general	0	1.605	304.448	306.053	2	14.484	80	17.753	8.178	40.497	346.550

Fuente: RETC – Residuos industriales

5.3.4.3.2 Residuos domiciliarios declarados

Comuna	Alcance 1			Total Alcance 1	Alcance 3		Total Alcance 3	Total general (toneladas)
	Basural	Relleno	Vertedero		Relleno	Vertedero		
Angol					4.255	11.480	15.734	15.734
Cholchol					1.824		1.824	1.824
Collipulli						14.285	14.285	14.285
Cunco	8.112			8.112				8.112
Curacautín		0		0	0	1.061	1.061	1.061
Curarrehue					181	917	1.098	1.098
Ercilla	2.634			2.634				2.634
Freire		6.677		6.677				6.677
Galvarino						2.277	2.277	2.277
Gorbea					1.290	254	1.544	1.544
Lautaro					14.932		14.932	14.932
Loncoche					6.196		6.196	6.196
Los Sauces					1.672		1.672	1.672
Lumaco					0		0	0
Melipeuco					1.239		1.239	1.239
Nueva Imperial					2.102		2.102	2.102
Padre Las Casas					20.196		20.196	20.196

Comuna	Alcance 1			Total Alcance 1	Alcance 3		Total Alcance 3	Total general (toneladas)
	Basural	Relleno	Vertedero		Relleno	Vertedero		
Perquenco						1.219	1.219	1.219
Pitrufquén					10.599		10.599	10.599
Pucón			15.193	15.193				15.193
Purén					7.963		7.963	7.963
Saavedra						4.140	4.140	4.140
Temuco					109.737		109.737	109.737
Teodoro Schmidt		8.587		8.587		60	60	8.647
Traiguén			6.361	6.361				6.361
Vilcún		10.616		10.616				10.616
Villarrica		23.495		23.495				23.495
Total general	10.746	49.375	21.554	81.674	182.185	35.693	217.878	299.553

Fuente: RETC – Residuos municipales

5.3.4.3.3 Residuos domiciliarios estimados

Comuna	Alcance 1		Total Alcance 1	Alcance 3			Total Alcance 3	Total general (toneladas)
	Vertedero			Basural	Relleno	Vertedero		
Carahue					8.661		8.661	8.661
Lonquimay	3.764		3.764					3.764
Renaico					3.711		3.711	3.711
Toltén				3.393			3.393	3.393
Victoria						12.063	12.063	12.063
Total general	3.764		3.764	3.393	12.372	12.063	27.828	31.592

Fuente: RETC – Residuos municipales

5.3.4.4 Residuos – Aguas residuales (Alcance 1 y 3)

Tratamiento	Alcance 1					Total Alcance 1	Alcance 3				Total Alcance 3	Total general (habitantes)
	Eliminación sin tratamiento mediante emisario al mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbica	Reactor Anaeróbico	Sistema séptico		Eliminación sin tratamiento mediante emisario al mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbica	Reactor Anaeróbico		
Angol	10.162		15.330	25.298	5.686	56.476						56.476
Carahue	2.794		4.215	6.956	11.546	25.511						25.511
Cholchol	922		1.391	2.295	7.896	12.504						12.504
Collipulli	3.859		5.821	9.606	7.089	26.374						26.374
Cunco	1.822		2.748	4.535	8.961	18.067						18.067
Curacautín	2.606		3.932	6.488	5.181	18.207						18.207

Tratamiento	Alcance 1					Total Alcance 1	Alcance 3				Total Alcance 3	Total general (habitantes)
	Eliminación sin tratamiento mediante emisario al mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbica	Reactor Anaeróbico	Sistema séptico		Eliminación sin tratamiento mediante emisario al mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbica	Reactor Anaeróbico		
Curarrehue					5.569	5.569	455		687	1.134	2.276	7.845
Ercilla	792		1.195	1.972	4.464	8.423						8.423
Freire					17.175	17.175	1.662		2.508	4.138	8.308	25.483
Galvarino	881		1.329	2.193	8.203	12.606						12.606
Gorbea	2.124		3.204	5.288	4.502	15.118						15.118
Lautaro	5.897		8.896	14.681	11.878	41.352						41.352
Loncoche	3.455		5.212	8.600	7.512	24.778						24.778
Lonquimay	750		1.131	1.867	7.340	11.088						11.088
Los Sauces	943		1.423	2.348	2.784	7.498						7.498
Lumaco	831		1.254	2.069	5.822	9.976						9.976
Melipeuco					3.421	3.421	575		868	1.432	2.876	6.297
Nueva Imperial	4.019		6.062	10.004	13.908	33.993						33.993
Padre Las Casas					34.104	34.104	9.950		15.010	24.769	49.730	83.834
Perquenco					3.480	3.480	755		1.139	1.879	3.773	7.253
Pitrufquen	3.517		5.305	8.754	8.799	26.375						26.375
Pucón	3.690		5.567	9.186	11.848	30.290						30.290
Purén	1.527		2.304	3.802	4.512	12.146						12.146
Renaico	1.772		2.673	4.410	2.074	10.929						10.929
Saavedra	564		851	1.404	9.909	12.727						12.727
Temuco	54.890		82.807	136.644	32.237	306.579						306.579
Teodoro Schmidt					10.380	10.380	1.079		1.628	2.687	5.394	15.774
Toltén	787		1.187	1.959	6.061	9.993						9.993
Traiguén	2.927		4.415	7.286	4.674	19.302						19.302
Victoria	5.065		7.642	12.610	10.214	35.531						35.531
Vilcún	3.637		5.486	9.053	13.569	31.745						31.745
Villarrica	7.572		11.424	18.851	22.108	59.955						59.955
Total general	127.804	0	192.805	318.157	312.905	951.672	14.477	0	21.840	36.040	72.357	1.024.029

Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (2024)

5.3.4.5 Emisiones informativas – Generación de energía

Comuna	Central (SEN)	Tipo combustible	Unidad	Cantidad de combustible
Collipulli	CMPC Pacífico	Biomasa	kilogramos	215.608.184
Curacautín	Curacautín	Petróleo 2 (Diésel)	metros cúbicos	359
Lautaro	Lautaro-Comasa	Biomasa	kilogramos	465.169.040
	Lautaro-Comasa 2	Biomasa	kilogramos	134.489.890
Lonquimay	Lonquimay	Petróleo 2 (Diésel)	metros cúbicos	44

Comuna	Central (SEN)	Tipo combustible	Unidad	Cantidad de combustible
Los Sauces	Aromos	Petróleo 2 (Diésel)	metros cúbicos	18
	PMGD Los Sauces	Petróleo 2 (Diésel)	metros cúbicos	4
Padre Las Casas	PMGD Ter Dagoberto	Petróleo 2 (Diésel)	metros cúbicos	0
Traiguén	Chufkén	Petróleo 2 (Diésel)	metros cúbicos	49

Fuente: Energía Abierta

5.3.4.6 Emisiones informativas – Tratamiento de residuos generados fuera de la ciudad

5.3.4.6.1 Residuos industriales

Comuna que recibe Comuna de origen	Basural	Digestión anaeróbica	Relleno	Vertedero	Total general (toneladas)
Collipulli			18.811	228	19.040
Ancud			98		98
Calbuco			402		402
Castro			496		496
Chaitén			32		32
Chonchi			5.724		5.724
Cisnes			36		36
Curaco de Vélez			1		1
Dalcahue			7.879	30	7.909
Gorbea			3		3
Hualaihué			13		13
Lago Ranco			30		30
Llanquihue			31		31
Los Ángeles			2		2
Los Lagos			112		112
Melipeuco			34		34
Natales			1		1
Osorno			11		11
Padre Las Casas			77		77
Pudahuel				37	37
Puerto Montt			678		678
Puqueldón			10		10
Queilén			1		1
Quellón			470	146	616
Quemchi			2.107		2.107
Quinchao			14		14
San Pedro de la Paz			254		254
Temuco			177	15	193
Tomé			114		114

Comuna que recibe Comuna de origen	Basural	Digestión anaeróbica	Relleno	Vertedero	Total general (toneladas)
Valdivia			3		3
Cunco	2		45		47
Melipeuco	2				2
Temuco			45		45
Lautaro			4.479		4.479
Aysén			9		9
Calbuco			40		40
Castro			2		2
Chonchi			1		1
Cisnes			4		4
Colina			375		375
Curacautín			29		29
Curarrehue			2		2
Estación Central			1		1
Hualaihué			1		1
La Florida			8		8
La Unión			918		918
Lampa			60		60
Las Condes			48		48
Lo Espejo			1		1
Nueva Imperial			382		382
Padre Las Casas			76		76
Pitrufquén			206		206
Providencia			9		9
Pucón			60		60
Pudahuel			4		4
Puente Alto			6		6
Puerto Montt			30		30
Punta Arenas			36		36
Puqueldón			2		2
Quilicura			29		29
Río Bueno			183		183
San Joaquín			2		2
San Pedro de la Paz			5		5
Santiago			26		26
Talca			3		3
Temuco			1.910		1.910
Villarrica			9		9
Temuco		10		0	10
Antofagasta				0	0

Comuna que recibe Comuna de origen	Basural	Digestión anaeróbica	Relleno	Vertedero	Total general (toneladas)
San Carlos		10			10
Villarrica			4.668		4.668
Carahue			97		97
Curarrehue			14		14
Lautaro			66		66
Loncoche			98		98
Padre Las Casas			307		307
Pucón			578		578
Temuco			3.505		3.505
Victoria			1		1
Total general	2	10	28.003	229	28.244

*Se puede observar que se reportan residuos de comunas que están a distancias considerables de la región. Es posible que los usuarios ingresen de forma errónea los sitios de disposición final, dejando el tratamiento de residuos asociado a otras comunas. Fuente: RETC – Residuos industriales

5.3.4.6.2 Residuos domiciliarios – Declarados

Comuna que recibe Comuna de origen	Relleno	Vertedero	Total general (toneladas)
Collipulli	11.473		11.473
Gorbea	1.290		1.290
Loncoche	128		128
Padre Las Casas	10.055		10.055
Lautaro	114.903		114.903
Cholchol	1.824		1.824
Curacautín	0		0
Curarrehue	1		1
Melipeuco	1.239		1.239
Nueva Imperial	2.102		2.102
Temuco	109.737		109.737
Pitrufquén		254	254
Gorbea		254	254
Pucón	180	917	1.097
Curarrehue	180	917	1.097
Temuco	1.969		1.969
Pitrufquén	1.969		1.969
Teodoro Schmidt		4.140	4.140
Saavedra		4.140	4.140
Villarrica	6.068		6.068

Comuna que recibe Comuna de origen	Relleno	Vertedero	Total general (toneladas)
Loncoche	6.068		6.068
Total general	134.593	5.311	139.904

Fuente: RETC – Residuos Municipales

5.3.4.6.3 Residuos domiciliarios – Estimados

Comuna que recibe Comuna de origen	Basural	Total general (toneladas)
Traiguén	3.393	3.393
Toltén	3.393	3.393
Total general	3.393	3.393

Fuente: RETC – Residuos municipales

5.3.4.7 Emisiones informativas – Tratamiento de aguas residuales generadas fuera de la ciudad

Comuna que recibe Comuna de origen	Eliminación sin tratamiento mediante emisario al mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbica	Reactor Anaeróbico	Total general (personas)
Temuco					
Curarrehue	455	0	687	1.134	2.276
Freire	1.662	0	2.508	4.138	8.308
Melipeuco	575	0	868	1.432	2.876
Padre Las Casas	9.950	0	15.010	24.769	49.730
Perquenco	755	0	1.139	1.879	3.773
Teodoro Schmidt	1.079	0	1.628	2.687	5.394
Total general	14.477	0	21.840	36.040	72.357

Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (2024)

6 RESULTADOS

En la Tabla 7 se encuentran las emisiones de GEI para la huella de carbono comunal según marco de ciudad para el nivel de reporte Básico de la Región de La Araucanía.

Tabla 7. Emisiones de GEI por categoría y subcategoría en kt CO₂e.

Sector / subsector	Alcance 1. Emisiones Directas	Alcance 2. Emisiones indirectas por energía importada	Alcance 3. Otras emisiones indirectas	Emisiones Totales GEI kt CO ₂ e
Energía Estacionaria	580,0	549,7	27,5	1.157,2
Residencial-Comercial	343,2	308,9	15,4	667,6
Industrial	236,8	240,8	12,0	489,7
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	0,0			0,0
Transporte	1.526,7	0,0	0,0	1.526,7
Transporte por carretera	1.507,4	0,0	0,0	1.507,5
Ferrovionario	6,8	0,0	0,0	6,8
Transporte marítimo	0,4	0,0	0,0	0,4
Aviación	12,0	0,0	0,0	12,0
Transporte fuera de carretera	0,0	0,0		0,0
Procesos industriales y uso de productos	0,0	0,0	0,0	0,0
Procesos Industriales	0,0			0,0
Uso de Productos	0,0			0,0
Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo	0,0	0,0	0,0	0,0
Ganadería	0,0			0,0
Suelo (Emisiones)	0,0			0,0
Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO ₂	0,0			0,0
Residuos	411,8	0,0	405,5	817,3
Disposición y Tratamiento de Residuos generados en la ciudad	286,4		395,2	681,5
Tratamiento de Aguas Residuales generados en la ciudad	125,5		10,3	135,7
Suelos gestionados (Remociones)	0,0	0,0	0,0	0,0
Emisión GEI Total (ktCO₂e)	2.518,5	549,7	432,9	3.501,1
Emisión GEI Total Neto (ktCO₂e)	2.518,5	549,7	432,9	3.501,1

En la Tabla 8 se encuentran otras emisiones fuera del inventario.

Tabla 8. Otras emisiones GEI informativas no incluidas en la huella de carbono comunal

Subcategoría	Emisión/remoción GEI ktCO ₂ e
Generación de energía suministrada a la red	22,8
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	276,0
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	10,3
Emisiones directas CO ₂ biogénico	4.088,2
Remociones directas CO ₂ biogénico	
Emisiones de GEI no cubiertas por Protocolo de Kyoto	

Los indicadores de intensidad relevantes se pueden ver en la Tabla 9.

Tabla 9. Indicadores de intensidad de la región en el año 2022.

Indicadores de intensidad relevantes	Cantidad	Unidad	Valor indicador 2022
Habitantes (población)	1.024.029	tCO ₂ e/habitante	3,4
Superficie (km ²)	31.845	tCO ₂ e/km ²	109,9

Los factores de emisión utilizados para cada actividad se detallan en el Anexo 4: Factores de emisión.

A continuación, se presentan los resultados desglosados por comuna.

Tabla 10. Resultados por comuna

Sector / subsector	Angol	Carahue	Cholchol	Collipulli	Cunco	Curacautín	Curarrehue	Ercilla	Freire
Energía estacionaria	49	12	5	20	13	11	6	4	24
Residencial, comercial	31	10	5	12	8	9	3	3	11
Alcance 1: Emisiones directas	15	6	3	6	4	4	2	2	6
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	16	4	2	6	4	5	1	1	5
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrial	17	2	0	8	5	2	3	0	13
Alcance 1: Emisiones directas	8	1	0	4	1	1	0	0	2
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	9	1	0	4	4	1	3	0	11
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte	92	29	33	33	29	31	12	10	42
Transporte por carretera	91	29	32	33	29	31	12	9	30
Alcance 1: Emisiones directas	91	29	32	33	29	31	12	9	30
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ferroviario	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marítimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aviación	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte fuera de carretera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos	27	19	5	190	7	3	2	2	16
Disp y tratamiento de residuos generados en la ciudad	19	16	3	186	5	1	1	1	13
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	176	3	0	0	1	12
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	19	16	3	10	2	1	1	0	0
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	8	3	2	4	2	2	1	1	3
Alcance 1: Emisiones directas	8	3	2	4	2	2	1	1	2
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total Alcance 1 (kt CO2e)	122	39	37	223	39	39	14	14	63
Total Alcance 2 (kt CO2e)	24	5	2	10	8	6	4	2	16
Total Alcance 3 (kt CO2e)	20	16	3	10	2	1	2	0	2
Total Emisiones (kt CO2e)	167	60	43	243	49	46	20	15	81
Informativas									
Generación de energía suministrada a la red	0	0	0	6	0	1	0	0	0
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	0	0	0	51	0	0	0	0	0
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emisiones directas CO ₂ biogénico	152	68	33	407	48	48	21	22	68
Indicadores									
Habitantes	56.476	25.511	12.504	26.374	18.067	18.207	7.845	8.423	25.483
Superficie (km ²)	1.194	1.341	428	1.296	1.907	1.664	1.171	500	935
Emisiones por habitante (t CO ₂ e/habitante)	3	2	3	9	3	3	3	2	3
Emisiones por superficie (t CO ₂ e/km ²)	140	45	100	188	26	28	17	31	87

Tabla 10. Resultados por comuna (continuación)

Sector / subsector	Galvarino	Gorbea	Lautaro	Loncoche	Lonquimay	Los Sauces	Lumaco	Melipeuco	Nueva Imperial
Energía estacionaria	5	10	76	36	5	4	6	3	21
Residencial, comercial	4	7	20	12	4	3	4	3	15
Alcance 1: Emisiones directas	3	3	9	6	2	2	2	1	8
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	2	3	10	6	2	1	1	1	7
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Industrial	1	3	56	24	1	1	2	0	6
Alcance 1: Emisiones directas	0	1	9	15	0	0	2	0	1
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	2	45	9	0	1	0	0	5
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte	16	24	100	33	15	14	14	11	46
Transporte por carretera	16	24	100	32	14	14	14	11	46
Alcance 1: Emisiones directas	16	24	100	32	14	14	14	11	46
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ferrovionario	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marítimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aviación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte fuera de carretera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos	3	5	32	14	3	4	1	4	9
Disp y tratamiento de residuos generados en la ciudad	1	3	27	11	2	3	0	3	4
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	1	0	2	0	0	0	0
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	1	3	25	11	0	3	0	3	4
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	2	2	6	3	1	1	1	1	5
Alcance 1: Emisiones directas	2	2	6	3	1	1	1	0	5
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Alcance 1 (kt CO2e)	20	31	124	57	20	17	19	13	60
Total Alcance 2 (kt CO2e)	2	6	56	15	2	2	2	2	12
Total Alcance 3 (kt CO2e)	2	3	28	12	0	3	0	3	5
Total Emisiones (kt CO2e)	24	39	208	83	23	22	21	18	76
Informativas									
Generación de energía suministrada a la red	0	0	16	0	0	0	0	0	0
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	0	0	198	0	0	0	0	0	0
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emisiones directas CO ₂ biogénico	33	40	1.045	70	29	20	27	17	90
Indicadores									
Habitantes	12.606	15.118	41.352	24.778	11.088	7.498	9.976	6.297	33.993
Superficie (km ²)	568	695	901	977	3.914	850	1.119	1.107	733
Emisiones por habitante (t CO ₂ e/habitante)	2	3	5	3	2	3	2	3	2
Emisiones por superficie (t CO ₂ e/km ²)	42	56	231	85	6	26	19	16	104

Tabla 10. Resultados por comuna (continuación)

Sector / subsector	Padre Las Casas	Perquenco	Pitrufuquén	Pucón	Purén	Renaico	Saaavedra	Temuco	Teodoro Schmidt
Energía estacionaria	59	4	35	47	6	8	5	513	7
Residencial, comercial	42	3	13	36	5	5	5	295	6
Alcance 1: Emisiones directas	24	2	6	16	3	2	3	160	3
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	17	1	7	19	2	2	2	129	3
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	1	0	0	1	0	0	0	6	0
Industrial	18	1	22	11	1	3	0	218	1
Alcance 1: Emisiones directas	6	0	1	2	0	0	0	147	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	11	1	21	8	0	3	0	67	0
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	1	0	1	0	0	0	0	3	0
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte	134	11	33	60	18	17	12	393	19
Transporte por carretera	134	11	33	60	17	17	12	393	19
Alcance 1: Emisiones directas	134	11	33	60	17	17	12	393	19
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ferroviario	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marítimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aviación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte fuera de carretera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos	47	2	19	15	16	8	4	246	18
Disp y tratamiento de residuos generados en la ciudad	35	1	19	11	15	6	3	203	16
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	10	0	0	0	1	16
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	35	1	19	2	15	6	3	202	0
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	11	1	0	4	2	2	2	43	2
Alcance 1: Emisiones directas	4	0	0	4	2	2	2	43	1
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	7	1	0	0	0	0	0	0	1
Total Alcance 1 (kt CO2e)	168	13	39	92	22	21	17	744	39
Total Alcance 2 (kt CO2e)	28	2	27	27	3	5	2	196	3
Total Alcance 3 (kt CO2e)	44	1	21	3	15	6	3	212	1
Total Emisiones (kt CO2e)	240	17	88	122	40	33	22	1.152	44
Informativas									
Generación de energía suministrada a la red	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	0	0	0	1	0	0	0	3	3
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	0	0	0	0	0	0	0	10	0
Emisiones directas CO ₂ biogénico	225	19	70	85	32	29	34	885	42
Indicadores									
Habitantes	83.834	7.253	26.375	30.290	12.146	10.929	12.727	306.579	15.774
Superficie (km2)	401	331	581	1.249	465	267	401	464	650
Emisiones por habitante (t CO2e/habitante)	3	2	3	4	3	3	2	4	3
Emisiones por superficie (t CO2e/km2)	599	50	151	98	85	123	54	2.483	67

Tabla 10. Resultados por comuna (continuación)

Sector / subsector	Toltén	Traiguén	Victoria	Vilcún	Villarrica
Energía estacionaria	5	14	29	30	86
Residencial, comercial	4	9	18	14	47
Alcance 1: Emisiones directas	2	4	8	7	20
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	2	5	9	6	26
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	0	0	1
Industrial	0	5	11	16	38
Alcance 1: Emisiones directas	0	1	2	3	29
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	3	8	12	9
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	0	1	0
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0
Transporte	16	25	52	43	112
Transporte por carretera	15	24	52	43	111
Alcance 1: Emisiones directas	15	24	52	43	111
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0
Ferrovioario	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0
Marítimo	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0
Aviación	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0
Transporte fuera de carretera	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0
Residuos	3	7	13	22	53
Disp y tratamiento de residuos generados en la ciudad	1	4	8	18	45
Alcance 1: Emisiones directas	0	4	0	17	42
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	1	0	8	0	2
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	1	3	5	4	8
Alcance 1: Emisiones directas	1	3	5	4	8
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	0	0	0
Total Alcance 1 (kt CO2e)	19	36	68	75	212
Total Alcance 2 (kt CO2e)	2	8	17	18	34
Total Alcance 3 (kt CO2e)	1	0	9	1	4
Total Emisiones (kt CO2e)	23	45	94	95	250
Informativas					
Generación de energía suministrada a la red	0	0	0	0	0
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	0	1	0	0	19
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	0	0	0	0	0
Emisiones directas CO ₂ biogénico	26	51	95	85	173
Indicadores					
Habitantes	9.993	19.302	35.531	31.745	59.955
Superficie (km ²)	860	908	1.256	1.421	1.291
Emisiones por habitante (t CO ₂ e/habitante)	2	2	3	3	4
Emisiones por superficie (t CO ₂ e/km ²)	26	49	75	67	194

7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta sección se presenta un análisis de los resultados más relevantes obtenidos para las comunas de la región. Este se basa en las emisiones obtenidas en términos de masa de dióxido de carbono equivalente. Los datos de actividad, factores de emisión y todos los supuestos utilizados en la asignación de los datos entre comunas se encuentran contenidos en este reporte.

La figura a continuación muestra las emisiones de alcance 1, 2 y 3 de las comunas de la Región:

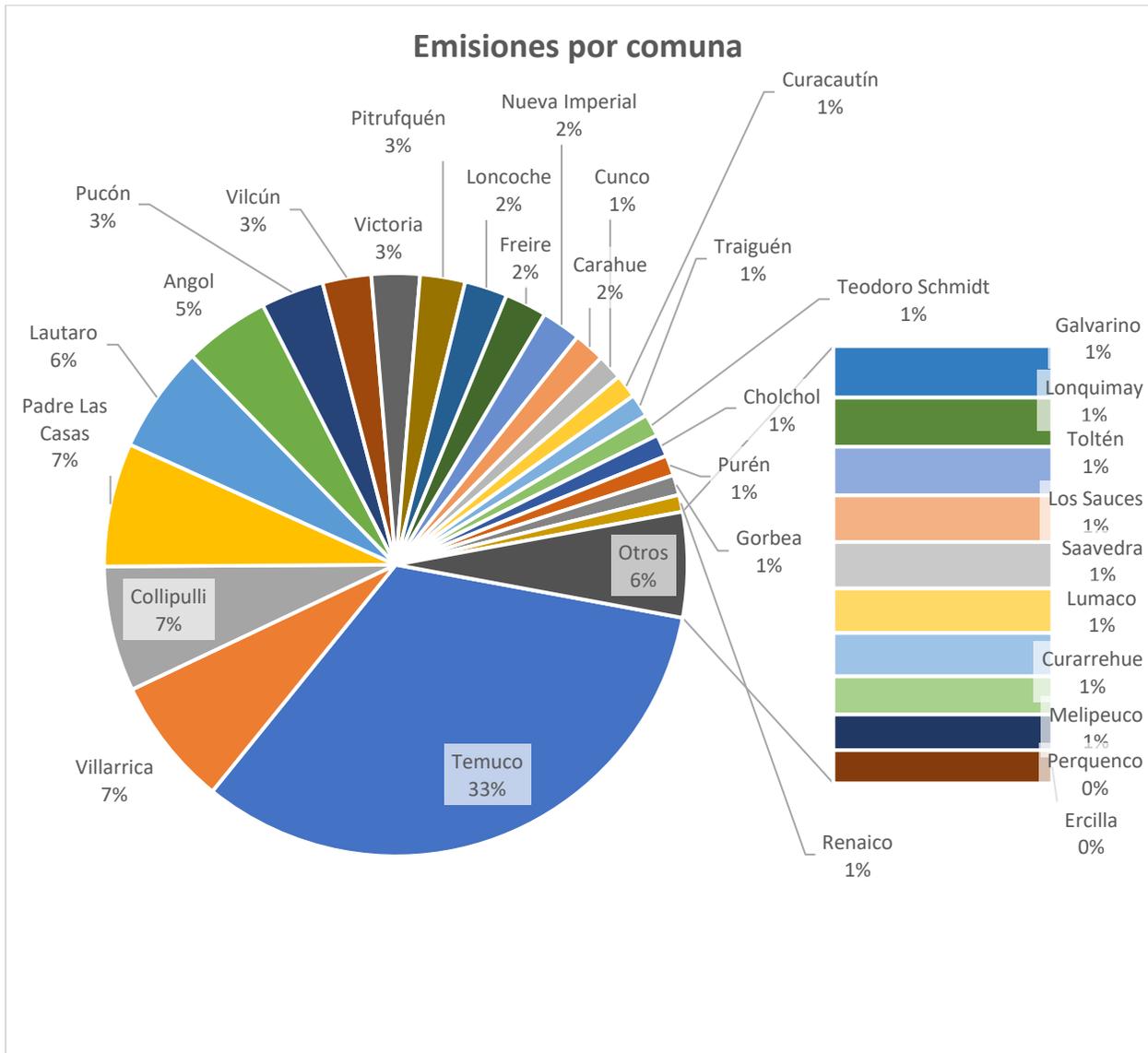


Figura 4. Emisiones por comuna

Se puede observar que el 54% de las emisiones están asociadas a las comunas de Temuco, Villarrica, Collipulli y Padre Las Casas. El 46% restante corresponde a emisiones de las otras 28 comunas de la región.

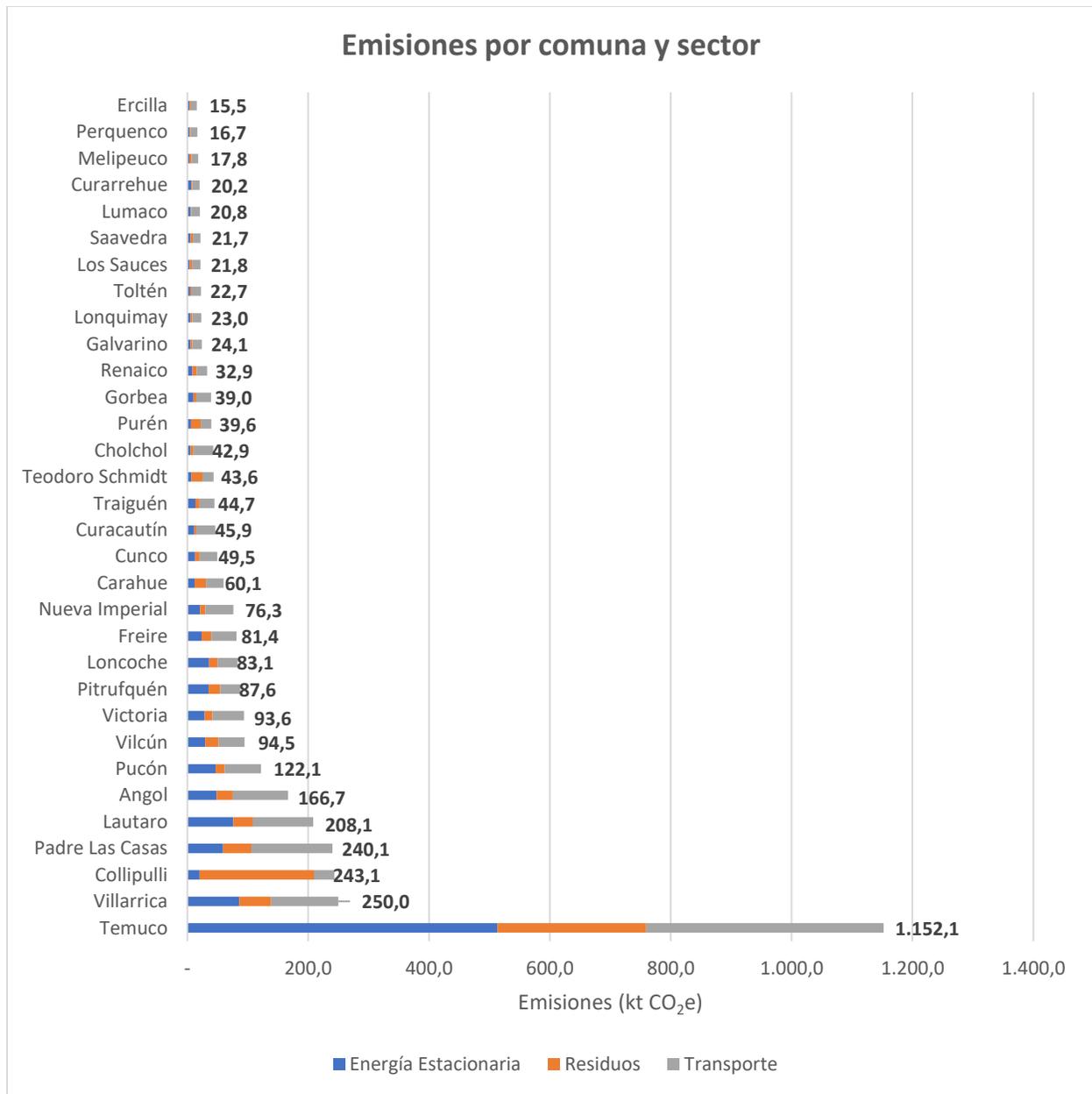


Figura 5. Emisiones por comuna y sector

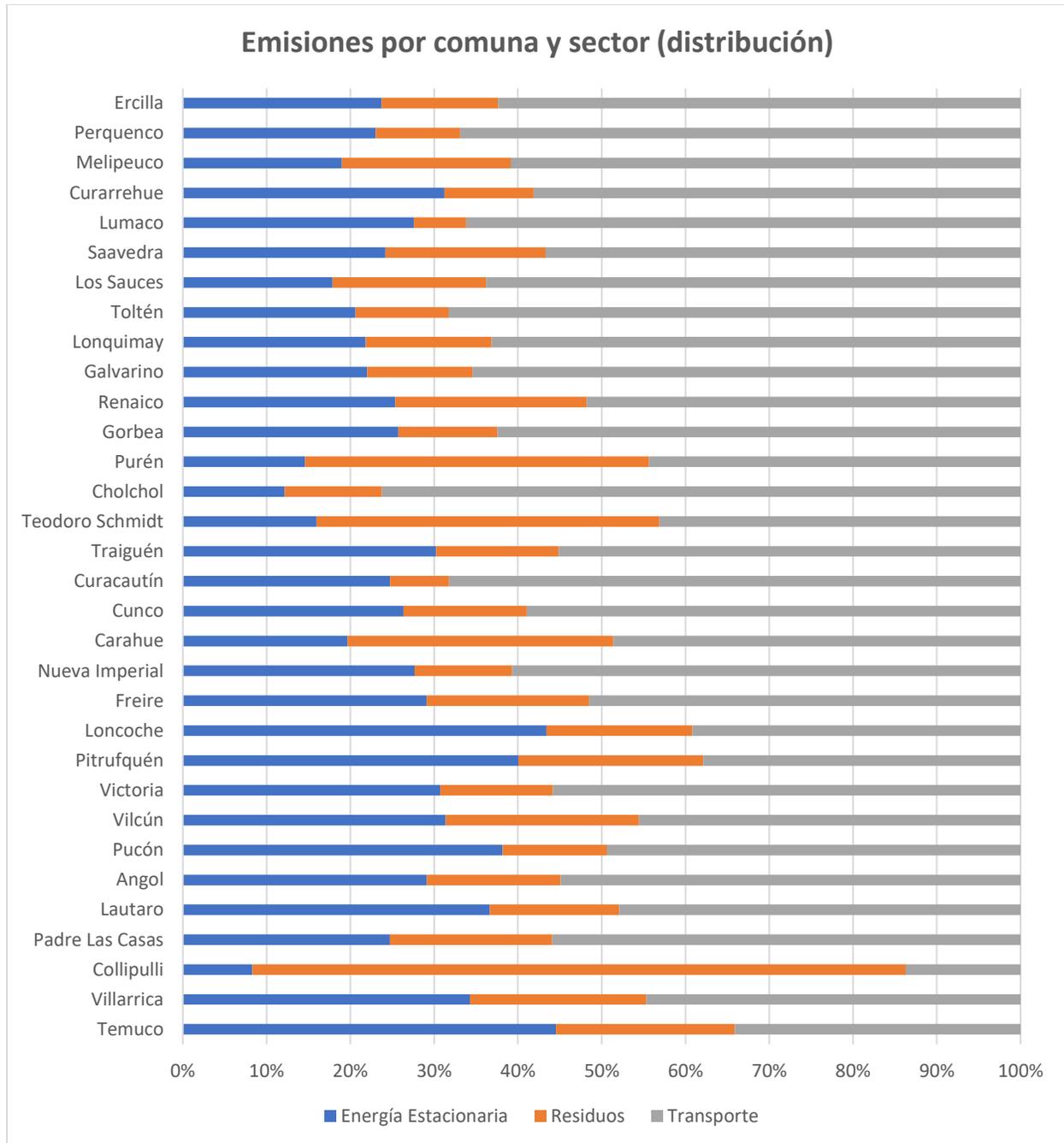


Figura 6. Distribución de emisiones por comuna y sector

A partir de los gráficos se puede observar que el sector más relevante en términos de emisiones cambia de comuna a comuna. La comuna de Temuco es la que más emisiones aporta a la región, 1.152,1 kt CO₂e, concentrando sus emisiones en el sector de energía estacionaria (sobre el 40% de las emisiones de la comuna). Les sigue la comuna de Villarrica, que aporta 250,0 kt CO₂e.

7.1 ENERGÍA ESTACIONARIA

En el siguiente gráfico se muestra la distribución de las emisiones del sector de energía estacionaria:

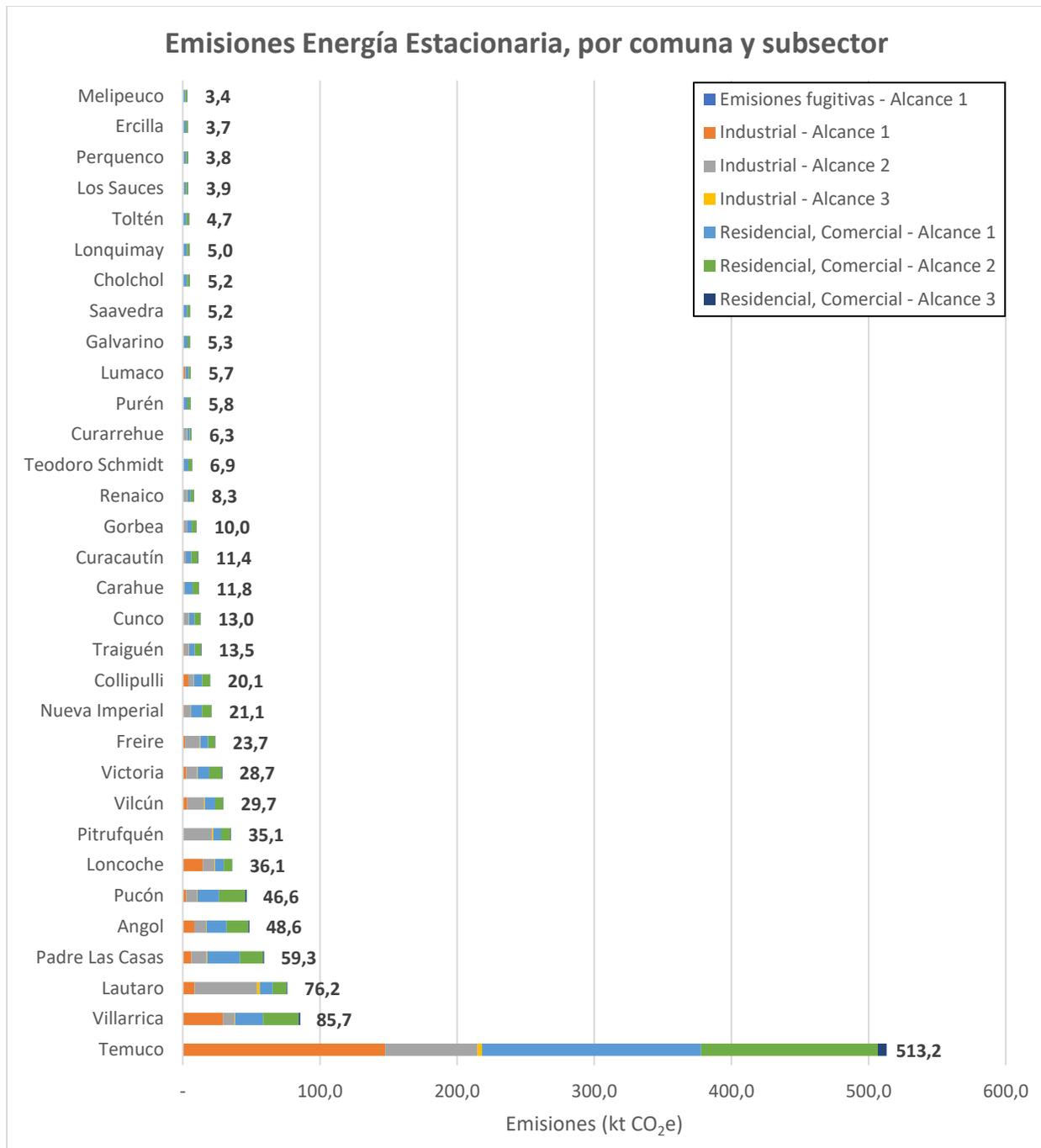


Figura 7. Emisiones del sector energía estacionaria, por comuna, subsector y alcance.

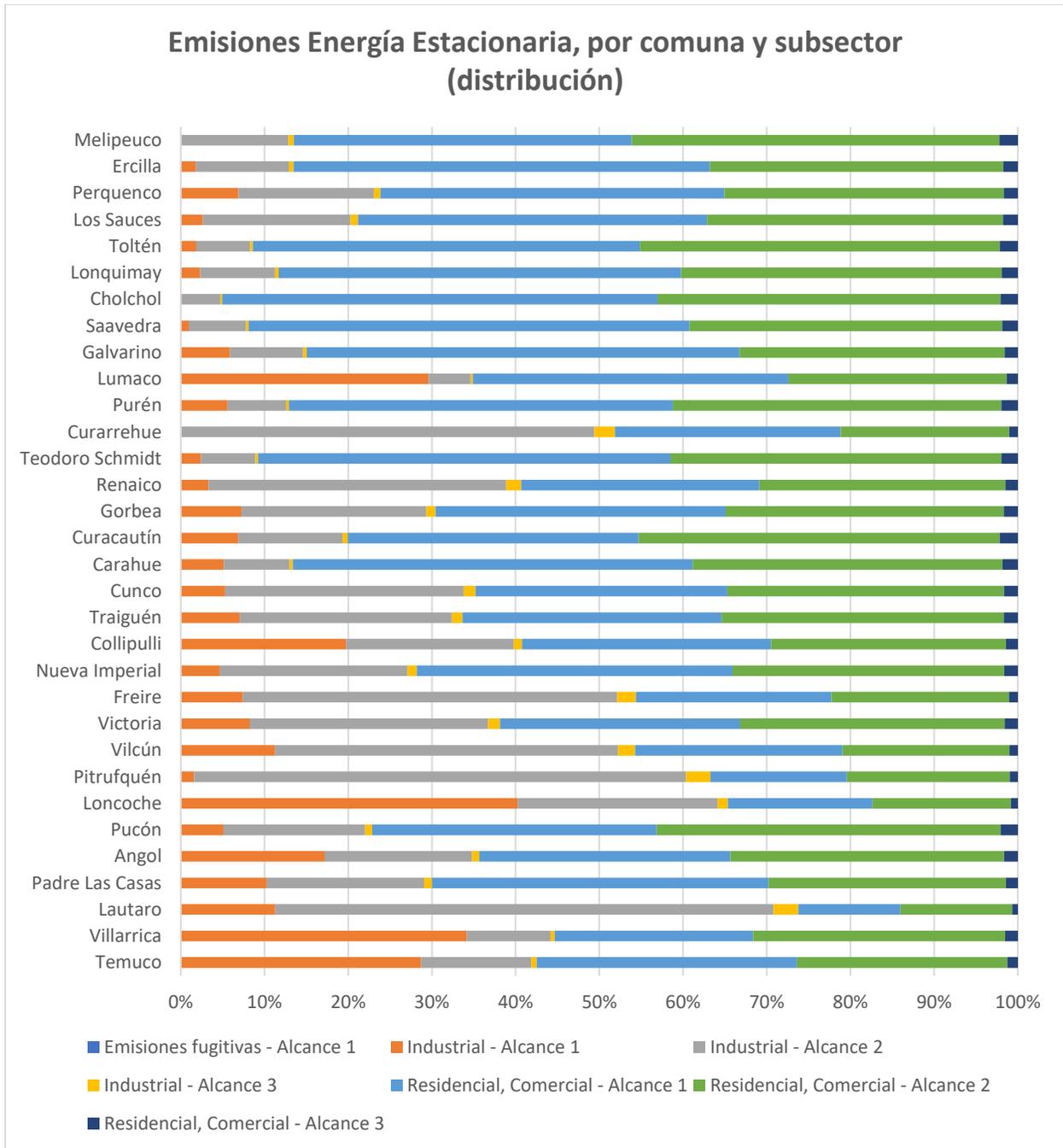


Figura 8. Distribución de emisiones del sector energía estacionaria, por comuna, subsector y alcance.

En el sector de energía estacionaria, la comuna que más emisiones contribuye a la región es Temuco. La contribución del subsector de emisiones fugitivas es nula, por lo que las emisiones se reparten entre los subsectores residencial-comercial e industrial. En general, la mayor parte de las comunas concentra sus emisiones en el sector residencial-comercial; a nivel regional, este abarca el 57,7% de las emisiones del sector. Las comunas que presentan mayor parte de sus emisiones en el subsector residencial son Cholchol (95%), Saavedra (92%) y Toltén (91%). Por el contrario, las que presentan más emisiones en el subsector industrial y, en consecuencia, menos emisiones en el subsector residencial son Lautaro (74%), Loncoche (65%) y Pitrufquén (63%).

En el gráfico a continuación, se revisa en detalle el consumo de energía estacionaria asociado al subsector residencial-comercial.

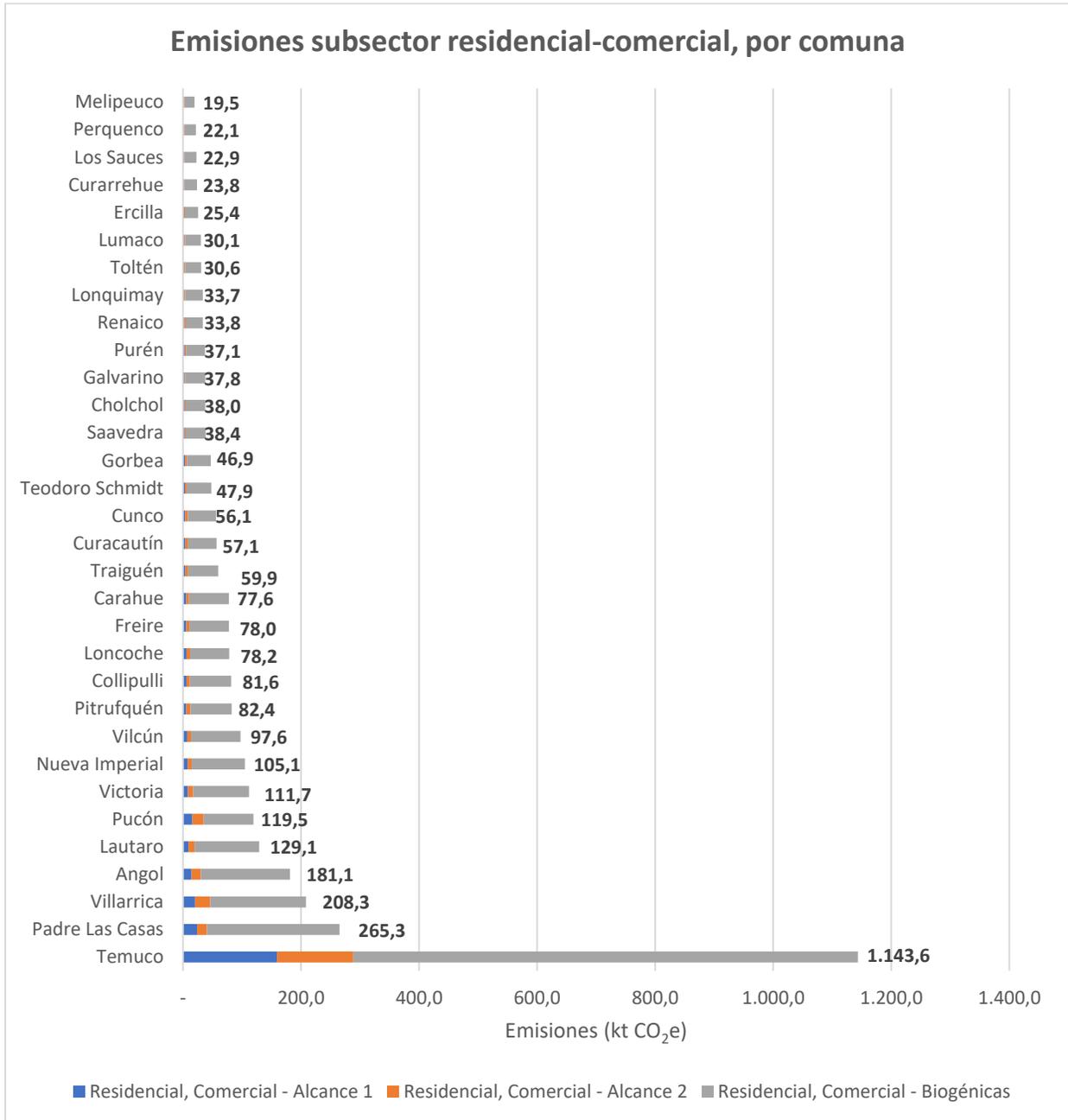


Figura 9. Emisiones del subsector Residencial, Comercial

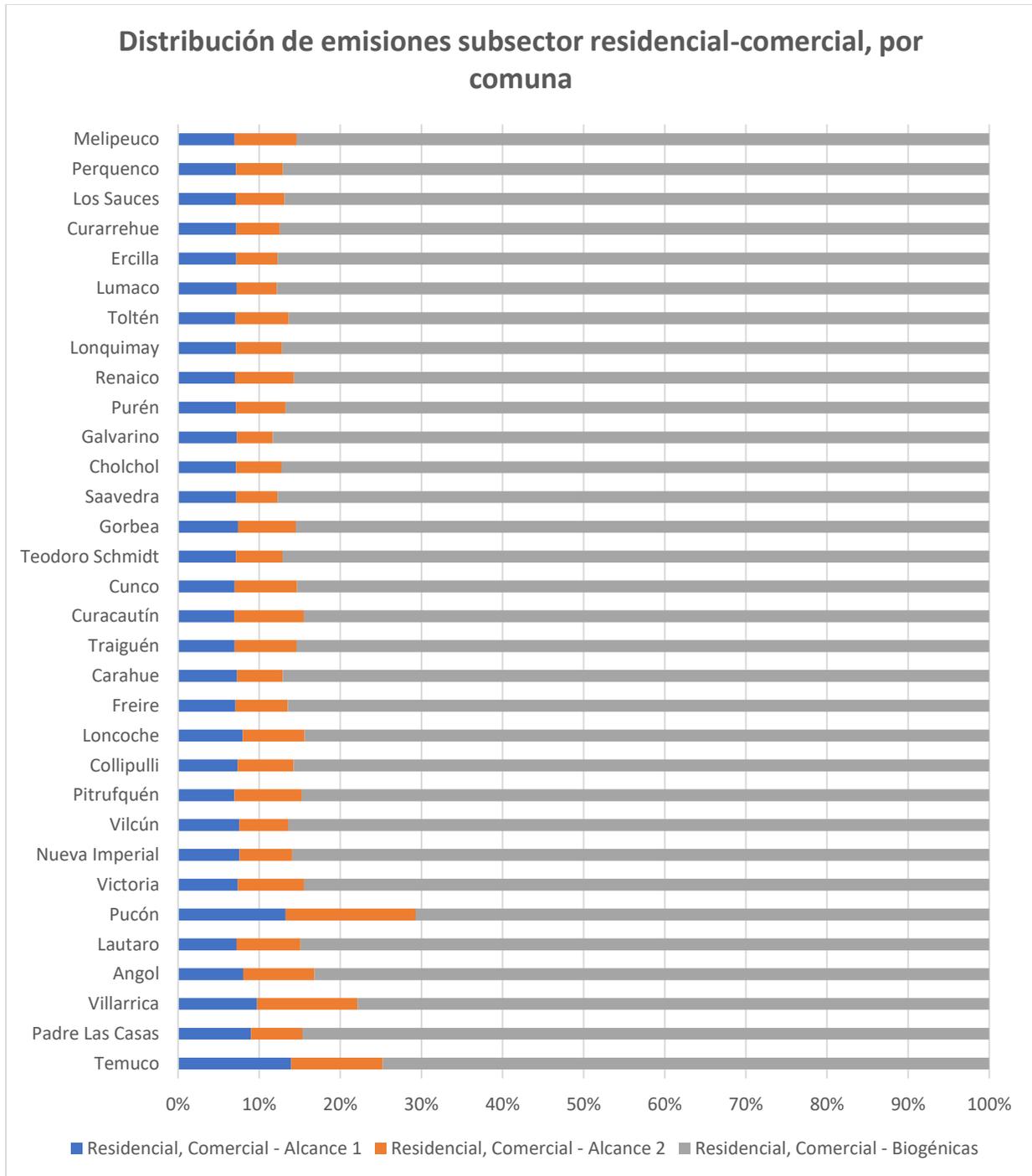


Figura 10. Distribución de emisiones del sector Residencial, Comercial

Al observar los datos de la región completa, las emisiones que más aportan al subsector residencial son las biogénicas, que aportan el 80,9% de las emisiones asociadas al subsector. Le sigue la quema de combustibles fósiles, que aportan con el 10,0% de las emisiones del subsector residencial-comercial. Finalmente, las emisiones relacionadas con el consumo de electricidad (alcance 2), aportan con el 9,0% de las emisiones del gráfico. La comuna de Temuco es la que presenta más emisiones asociadas al sector residencial.

A nivel comunal el aporte de las emisiones biogénicas varía entre un 70,7% (Pucón) y un 88,3% (Galvarino). Respecto a las emisiones de alcance 1, a nivel comunal estas aportan entre un 6,9% (Curacautín) y un 14,0% (Temuco). Finalmente, en alcance 2 el aporte a nivel comunal varía entre un 4,4% (Galvarino) y un 16% (Pucón)¹⁰.

El gráfico a continuación muestra las emisiones residenciales por habitante. La comuna con el indicador más alto es Pucón, con 3,9 t CO₂e/habitante. Al comparar el indicador de Pucón con el de Galvarino (comuna con el indicador de menor valor), se observa que el primer valor es 1,3 veces el segundo.

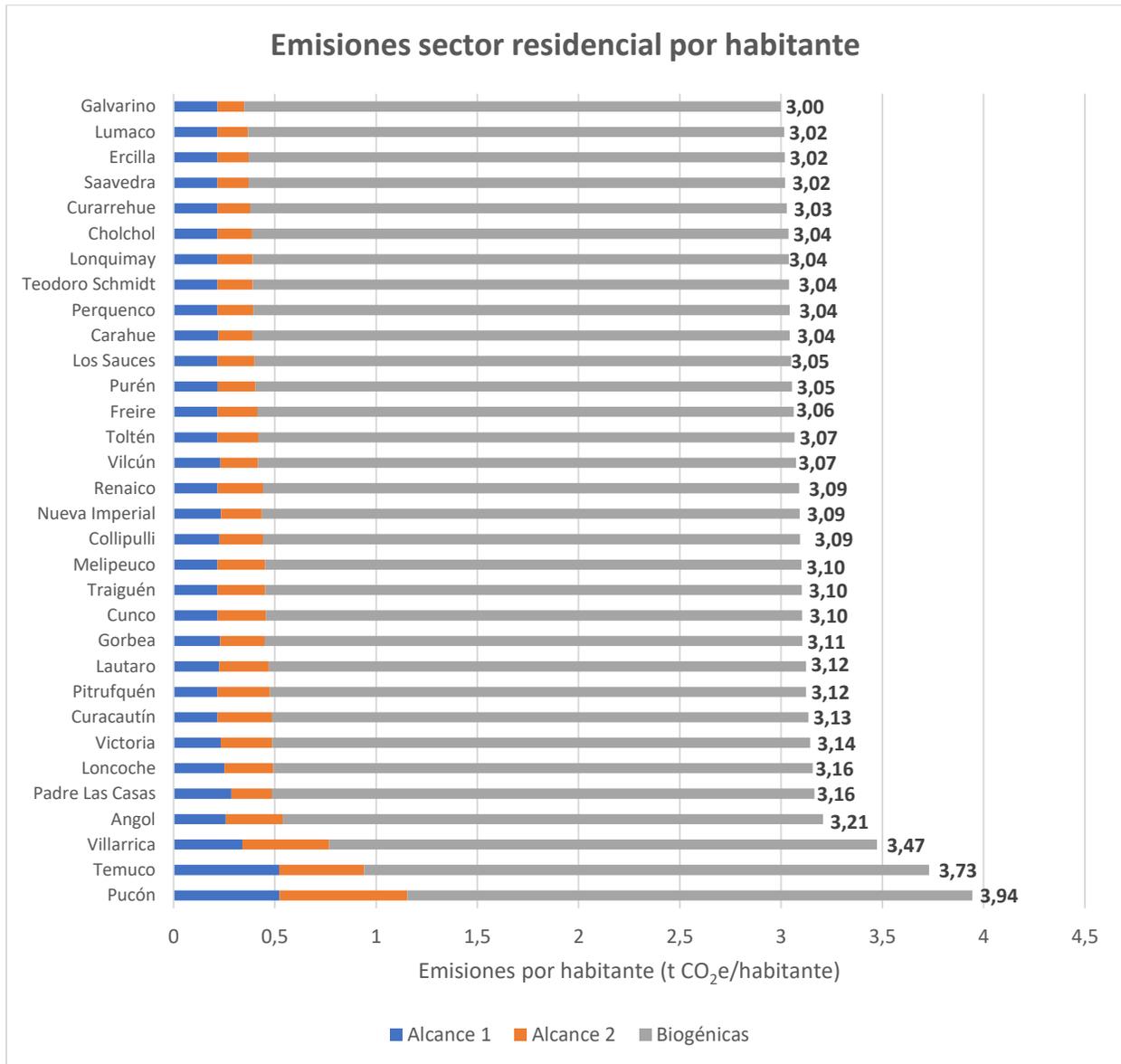


Figura 11. Emisiones por habitante para el sector Residencial, Comercial.

¹⁰ Es importante destacar que las emisiones residenciales de alcance 1 y biogénicas son asignadas a las comunas en proporción a la población. Este resultado podría diferir del uso real de los combustibles en caso de que la regulación vigente aplique restricciones territoriales al uso de ciertos combustibles. Esto aplica especialmente para el uso de leña.

7.2 TRANSPORTE

El sector transporte considera las emisiones por quema de combustibles fósiles y por consumo de electricidad, en los subsectores transporte por carretera, ferroviario, aviación, marítimo y transporte fuera de carretera. A continuación, se presentan las emisiones del sector.

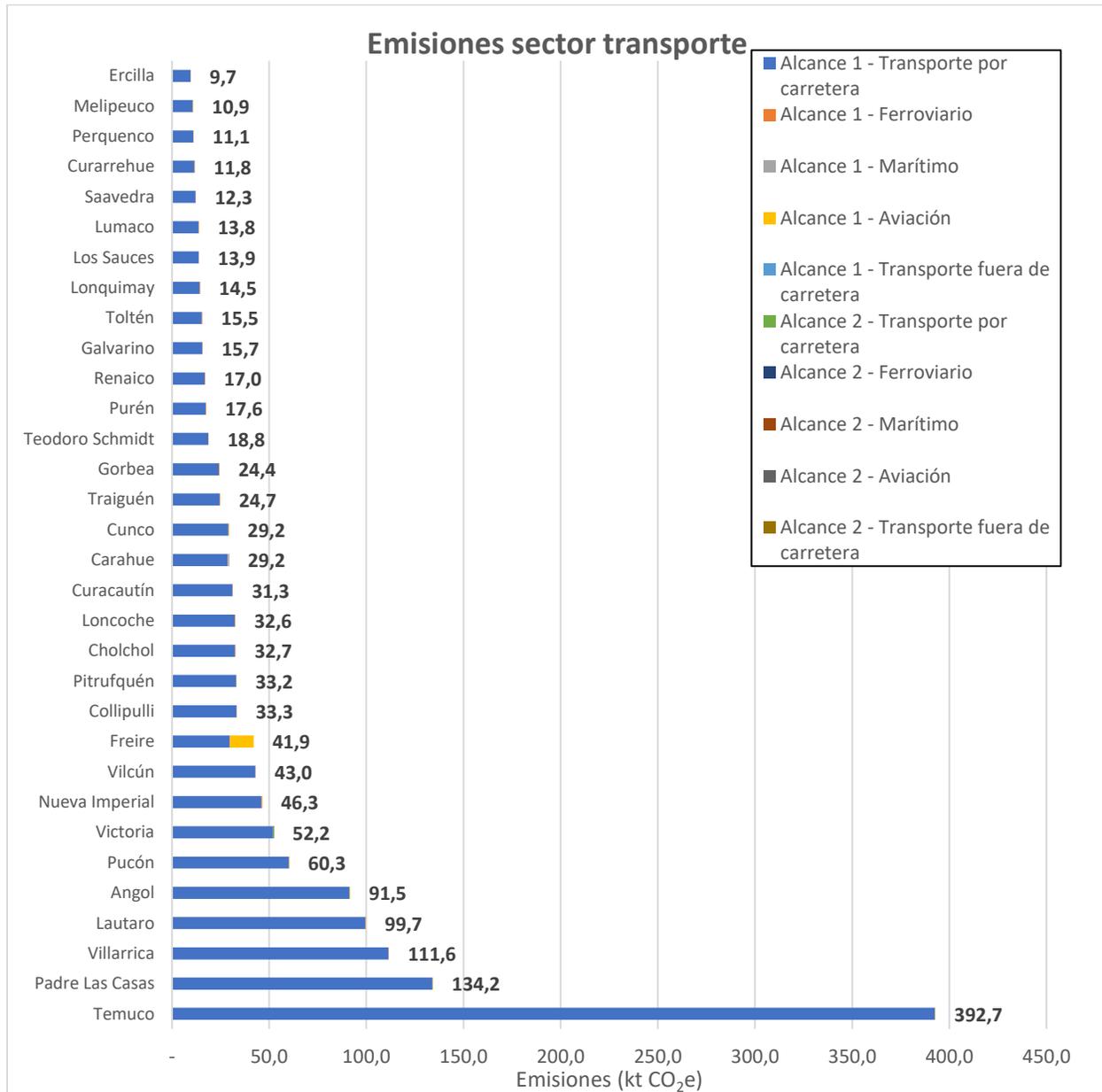


Figura 12. Emisiones del sector Transporte

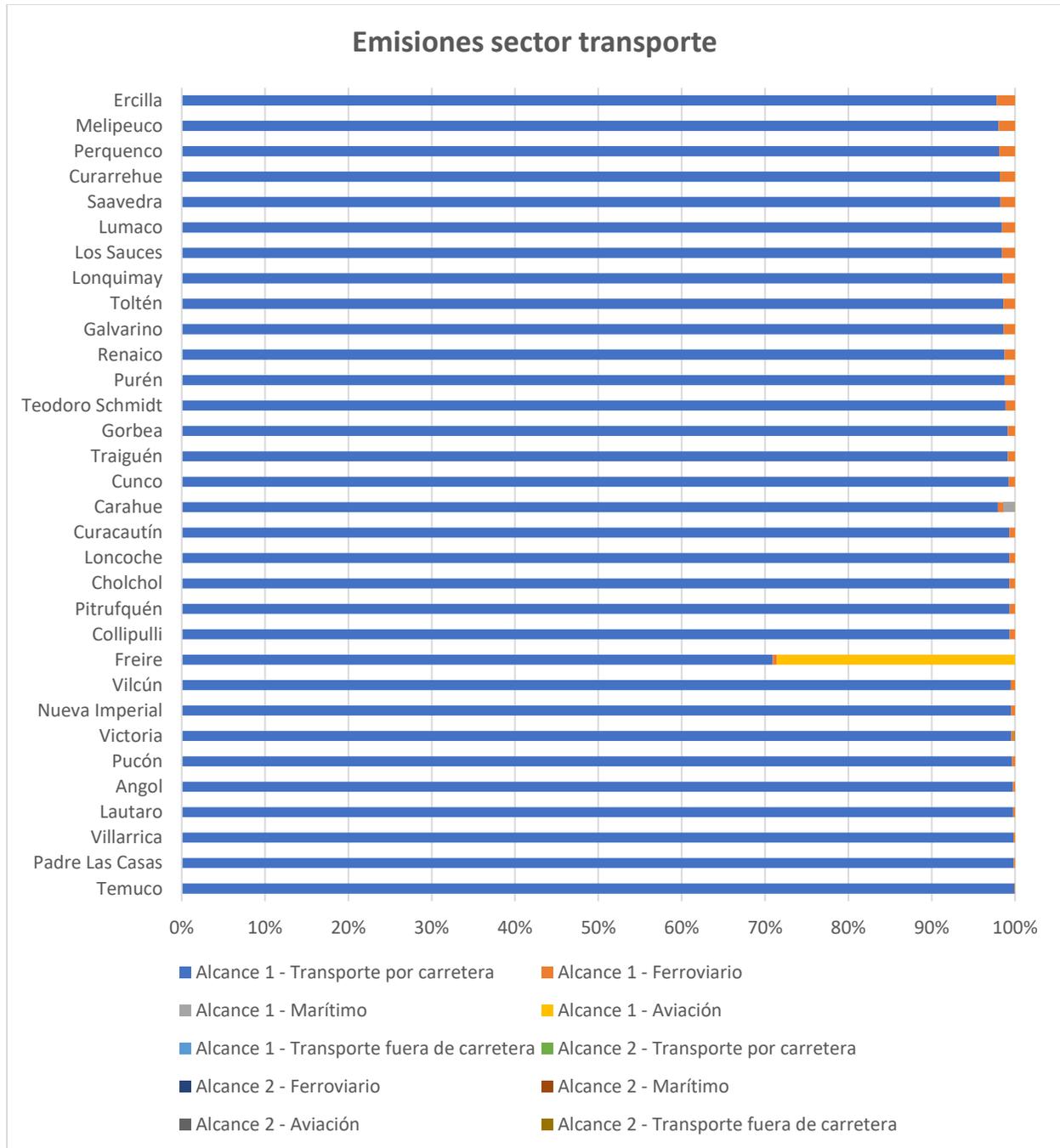


Figura 13. Distribución de emisiones del sector Transporte

En la mayoría de las comunas, el subsector más relevante es el transporte por carretera en alcance 1 (sobre el 70% de las emisiones del sector por comuna). La excepción es Freire, que cuenta con un 28,6% de sus emisiones del sector asociadas a aviación.

Finalmente, se presentan las emisiones del sector Transporte por habitante. Cholchol presenta el indicador de mayor valor (2,6 t CO₂e/habitante). El resto de las comunas presentan un indicador entre 1,0 y 2,4 t CO₂e/habitante. Se destaca que el indicador de Cholchol es 2,7 veces el de Saavedra (comuna con el indicador de menor valor).

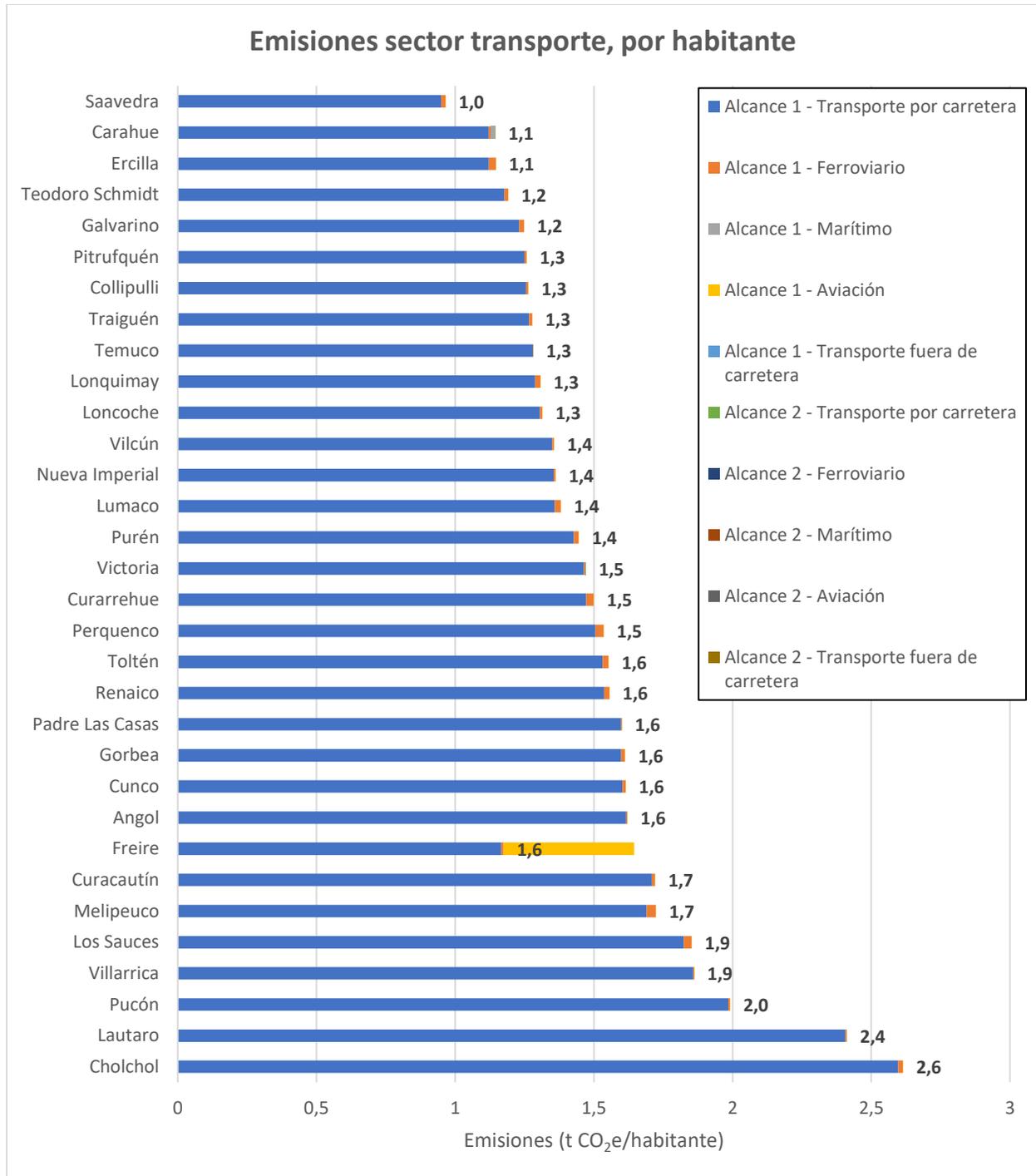


Figura 14. Emisiones del sector Transporte por habitante

7.3 RESIDUOS

En el sector residuos se consideran las emisiones del tratamiento de residuos sólidos domiciliarios e industriales, además del tratamiento de aguas residuales domiciliarias. Se excluyeron del cálculo las aguas residuales industriales.

El siguiente gráfico analiza las emisiones del sector. Esto considera solo las emisiones de residuos o aguas tratadas dentro (alcance 1) o fuera (alcance 3) de la comuna, siempre que estos fueran generados dentro de la misma.

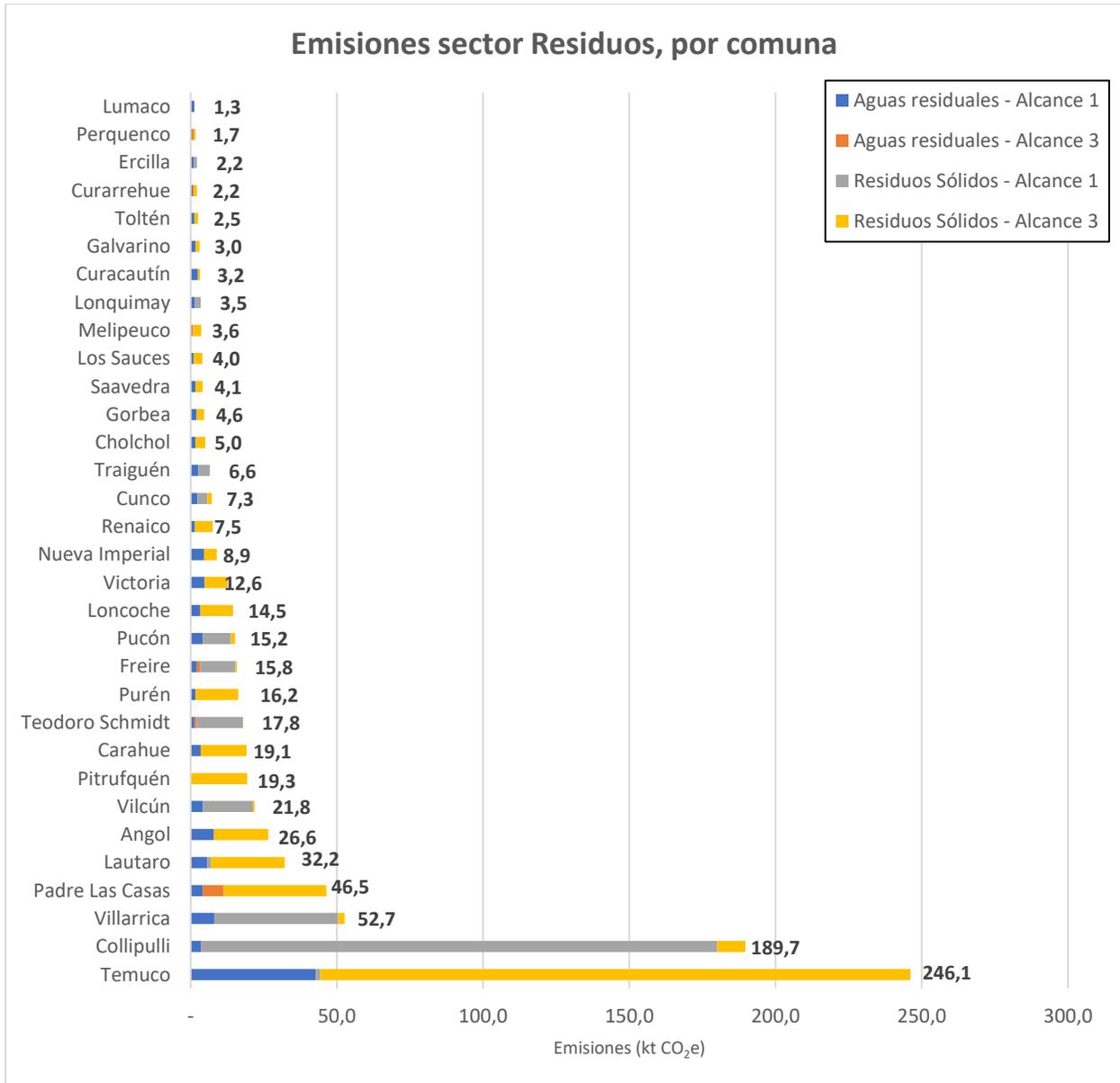


Figura 15. Emisiones sector Residuos

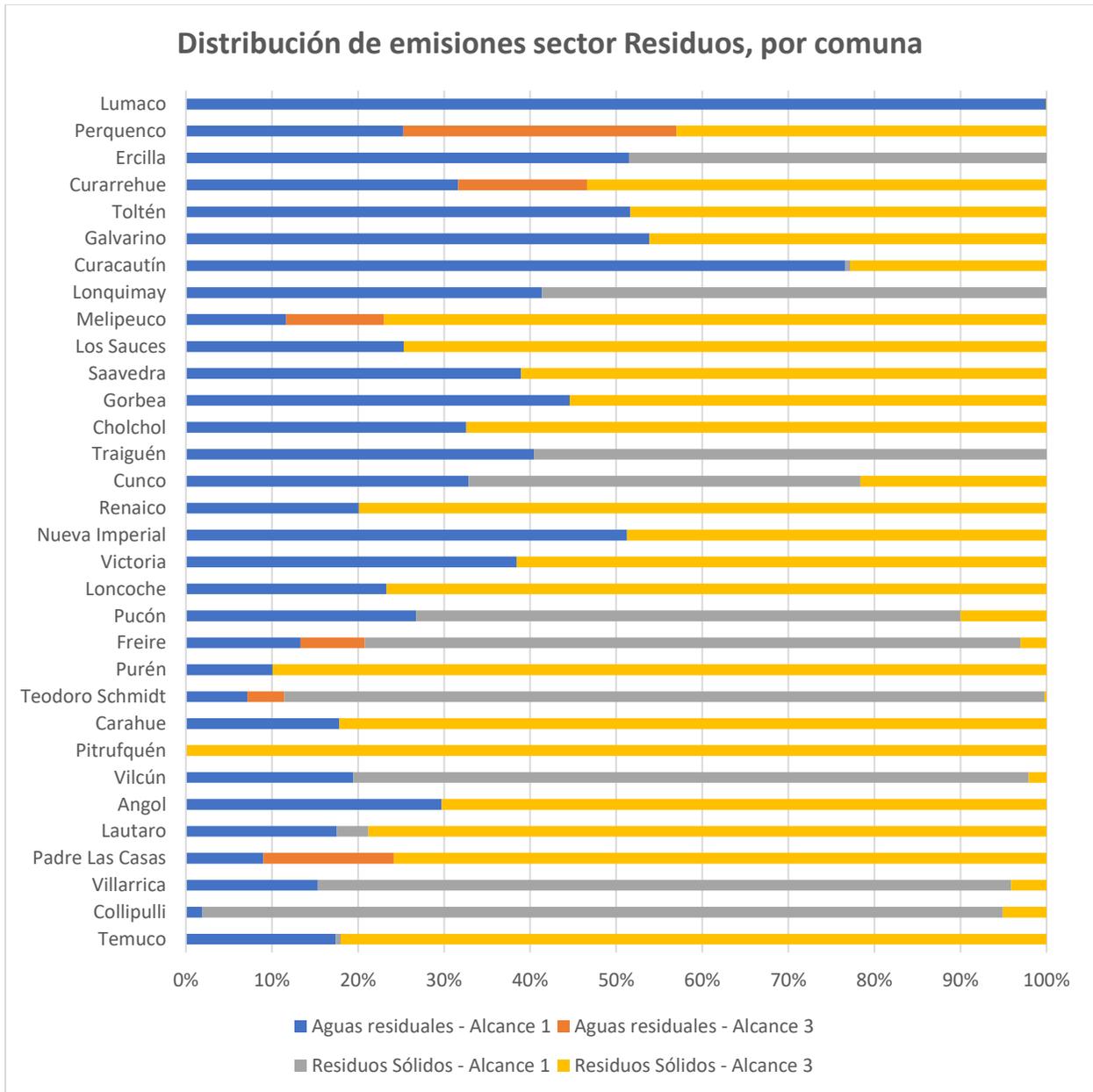


Figura 16. Distribución de emisiones del sector Residuos

Las comunas de Temuco y Collipulli destacan dentro de la región, siendo las que más emisiones presentan asociadas al sector residuos. Es importante destacar que la mayoría de las comunas de la región presentan la mayor parte de sus emisiones por gestión de residuos sólidos en alcance 3, correspondientes a residuos generados en la comuna, pero tratados fuera de esta.

Respecto a aguas residuales, la situación varía entre las comunas, sin embargo, en la mayoría de las comunas las aguas tienden a tratarse dentro de la misma (alcance 1).

Las comunas de Lumaco, Perquenco, Ercilla, Toltén, Galvarino, Curacautín y Nueva Imperial presentan más emisiones asociadas a aguas residuales que al tratamiento de residuos sólidos.

A continuación, se presentan por comuna las emisiones de los residuos y aguas residuales tratados en la comuna, considerando los que son generados dentro y fuera de esta.

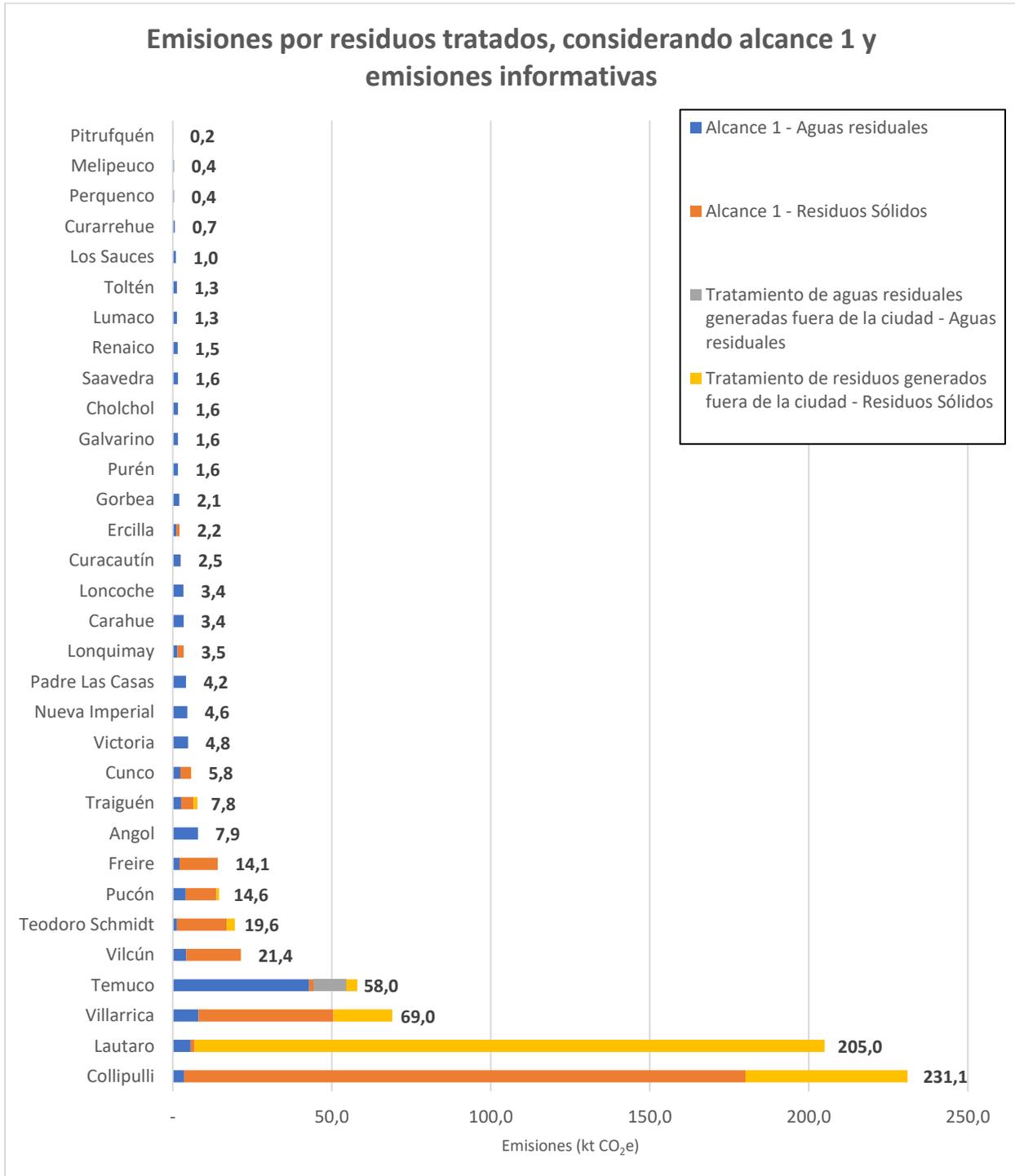


Figura 17. Emisiones del sector Residuos, por comuna de tratamiento

Las comunas que presentan más emisiones son Collipulli y Lautaro (231,1 y 205,0 kt CO₂e, respectivamente), seguidas por Villarrica y Temuco (69,0 y 58,0 kt CO₂e). Es importante destacar que, en el caso de Lautaro y Villarrica, la mayor parte de las emisiones son asociadas a residuos sólidos que son

generados fuera de la comuna, pero tratadas dentro de esta. Collipulli presenta principalmente emisiones por tratamiento de residuos generados dentro de la comuna (alcance 1) y Temuco presenta principalmente emisiones por tratamiento de aguas residuales.

Finalmente, se presentan las emisiones por habitante, considerando los residuos generados dentro de la comuna y que son tratados dentro o fuera de esta (alcances 1 y 3). Collipulli es la comuna que reporta más emisiones por habitante. Al compararla con la comuna que presenta la menor intensidad de emisiones por habitante (Lumaco), se puede ver que el valor del indicador de Collipulli es 55 veces el de Lumaco.

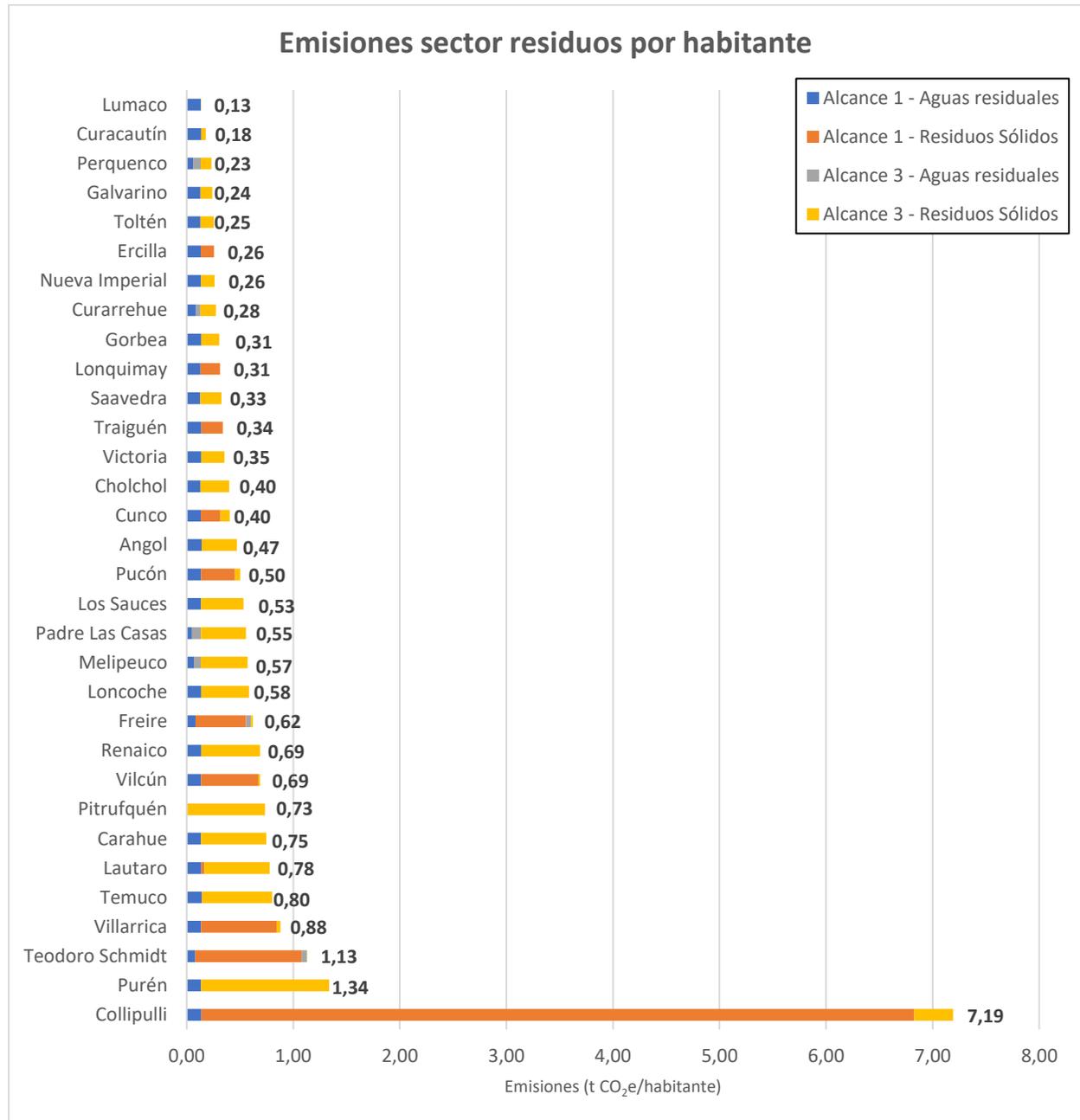


Figura 18. Emisiones del sector Residuos, por habitante

8 ANEXOS

8.1 ANEXO 1. DEFINICIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN CUBIERTAS EN EL INVENTARIO

Clave de notación	Definición	Explicación
INC	Incluida	Emisiones GEI ocurren dentro de los límites del inventario territorial. La información está disponible para el subsector específico. <i>Ejemplo: Fuentes fijas del F138 reportadas a RETC, categorizadas por tipo de industria.</i>
INO	Incluida en Otro subsector	Emisiones GEI ocurren dentro de los límites del inventario territorial. La información no está disponible para el subsector específico, se encuentra agregado en otro subsector. <i>Ejemplo: Energía eléctrica se presenta como residencial y no residencial, por ende, no se puede desagregar por cada subsector.</i>
EXC	Excluida	Emisiones GEI ocurren dentro de los límites del inventario territorial, pero no fueron consideradas para el cálculo (explicar en el informe el motivo de la exclusión). <i>Ejemplo: Para la categoría de Uso de suelo, la información no está disponible para año de inventario. Se excluye del inventario territorial.</i>
N/A	No Aplica	Emisiones GEI de la subcategoría no ocurren dentro de los límites del inventario territorial. <i>Ejemplo: El sector de Residuos, Alcance 1: Emisiones Directas no aplica, dado que la comuna no presenta relleno sanitario en el territorio. Los residuos son trasladados fuera de la comuna y se cuantifican en Alcance 3: Otras emisiones indirectas, en subcategoría de Residuos sólidos (rellenos y vertederos) generados en el territorio.</i>
CNF	Información Confidencial	Emisiones GEI ocurren dentro de los límites del inventario territorial. Sin embargo, contiene información confidencial. No pueden ser reportadas.

8.2 ANEXO 2. DESCRIPCIÓN DE APLICABILIDAD, EXCLUSIÓN E INCLUSIÓN

Tabla 11. Detalle de fuentes de emisiones consideradas en cada subsector.

Sector / subsector	Descripción de Aplicabilidad, Exclusión e Inclusión		
	Alcance 1. Emisiones Directas	Alcance 2. Emisiones indirectas por energía importada	Alcance 3. Otras emisiones indirectas
Energía Estacionaria			
Residencial-Comercial	<p>Consumo de combustibles reportados en el Balance Nacional de Energía 2022, en las actividades clasificadas como residencial, comercial y público:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biogás - Biomasa - Gas licuado - Gas Natural - Kerosene - Petróleo Diésel 	<p>Se considera el consumo de electricidad de clientes libres y regulados, de acuerdo con información de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, y Energía Abierta.</p>	<p>Se considera el consumo de electricidad de clientes libres y regulados, de acuerdo con información de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, y Energía Abierta. A la información levantada se aplica un factor de pérdida del 5% de energía.</p>
Industrial	<p>Consumo de combustibles reportados en el Balance Nacional de Energía 2022, en las actividades clasificadas como agroindustria, azúcar, cemento, cobre, construcción, hierro, industria láctea, industrias varias, minas varias, papel y celulosa, pesca, petroquímica, salitre, sanitarias y siderurgia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biogás - Biomasa - Carbón - Coque de petróleo - Coque mineral - Gas de coque - Gas de alto horno - Gas licuado 	<p>Se considera el consumo de electricidad de clientes libres y regulados, de acuerdo con información de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, y Energía Abierta.</p>	<p>Se considera el consumo de electricidad de clientes libres y regulados, de acuerdo con información de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, y Energía Abierta. A la información levantada se aplica un factor de pérdida del 5% de energía.</p>

Sector / subsector	Descripción de Aplicabilidad, Exclusión e Inclusión		
	Alcance 1. Emisiones Directas	Alcance 2. Emisiones indirectas por energía importada	Alcance 3. Otras emisiones indirectas
	<ul style="list-style-type: none"> - Gas natural - Kerosene - Petróleo Diésel 		
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	Se consideraron las instalaciones de extracción de carbón, petróleo y gas reportadas en el Anuario 2022 de SERNAGEOMIN.		
Transporte			
Transporte por carretera	<p>Consumo de combustibles reportados en el Balance Nacional de Energía 2022, en las actividades clasificadas como transporte terrestre y ducto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gas licuado - Gas natural - Gasolina de motor - Kerosene - Petróleo combustible - Petróleo diésel 	Se considera el consumo de electricidad de clientes libres y regulados, de acuerdo con información de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, y Energía Abierta.	No aplica Alcance 3 porque se considera que el combustible se consume en la comuna donde se adquiere o reporta su adquisición.
Ferrovionario	<p>Consumo de combustibles reportados en el Balance Nacional de Energía 2022, en las actividades clasificadas como ferroviario:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gas licuado - Gasolina de motor - Petróleo diésel 	Se considera el consumo de electricidad de clientes libres y regulados, de acuerdo con información de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, y Energía Abierta.	No aplica Alcance 3 porque se considera que el combustible se consume en la comuna donde se adquiere o reporta su adquisición.

Sector / subsector	Descripción de Aplicabilidad, Exclusión e Inclusión		
	Alcance 1. Emisiones Directas	Alcance 2. Emisiones indirectas por energía importada	Alcance 3. Otras emisiones indirectas
Transporte marítimo	<p>Consumo de combustibles reportados en el Balance Nacional de Energía 2022, en las actividades clasificadas como marítimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gas licuado - Gasolina de motor - Petróleo combustible - Petróleo diésel 	No se encuentran datos asignados a este uso en las fuentes de información utilizadas para el consumo de electricidad.	No aplica Alcance 3 porque se considera que el combustible se consume en la comuna donde se adquiere o reporta su adquisición.
Aviación	<p>Consumo de combustibles reportados en el Balance Nacional de Energía 2022, en las actividades clasificadas como agroindustria, cobre, construcción, industrias varias, minas varias, comercial, público y aéreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gasolina de aviación - Gasolina de motor - Kerosene de aviación - Petróleo diésel 	No se encuentran datos asignados a este uso en las fuentes de información utilizadas para el consumo de electricidad.	No aplica Alcance 3 porque se considera que el combustible se consume en la comuna donde se adquiere o reporta su adquisición
Transporte fuera de carretera	No se encuentran datos asignados a este uso en las fuentes de información utilizadas para el consumo de combustibles en transporte. Se presume que la información fue incorporada en el sector industrial.	No se encuentran datos asignados a este uso en las fuentes de información utilizadas para el consumo de electricidad.	
Procesos industriales y uso de productos			
Procesos Industriales	Excluido		

Sector / subsector	Descripción de Aplicabilidad, Exclusión e Inclusión		
	Alcance 1. Emisiones Directas	Alcance 2. Emisiones indirectas por energía importada	Alcance 3. Otras emisiones indirectas
Uso de Productos	Excluido		
Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo			
Ganadería	Excluido		
Suelo	Excluido		
Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO2	Excluido		
Residuos			
Disposición y Tratamiento de Residuos generados en la ciudad	<p>Se consideran los residuos reportados en RETC, en las bases de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generación municipal de residuos no peligrosos (2022) - Generación industrial de residuos no peligrosos (2022) <p>Se toman en cuenta los tratamientos de relleno sanitario, vertedero, basural, incineración, compostaje y digestión anaeróbica, o asimilables a alguno de los mencionados. Además, se seleccionan los tipos de residuos, incluyendo únicamente los que efectivamente generan emisiones en su disposición final.</p>		<p>Se consideran los residuos reportados en RETC, en las bases de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generación municipal de residuos no peligrosos (2022) - Generación industrial de residuos no peligrosos (2022) <p>Se toman en cuenta los tratamientos de relleno sanitario, vertedero, basural, incineración, compostaje y digestión anaeróbica, o asimilables a alguno de los mencionados. Además, se seleccionan los tipos de residuos, incluyendo únicamente los que efectivamente generan emisiones en su disposición final.</p>

Sector / subsector	Descripción de Aplicabilidad, Exclusión e Inclusión		
	Alcance 1. Emisiones Directas	Alcance 2. Emisiones indirectas por energía importada	Alcance 3. Otras emisiones indirectas
	<p>La base de datos incluye información para asignar el origen y destino de los residuos, lo que permite distribuir con bastante certeza los residuos entre alcance 1 y 3. En los casos en que se reportó el sitio de disposición final, se completó la información considerando el catastro de residuos de SUBDERE (2017).</p>		<p>La base de datos incluye información para asignar el origen y destino de los residuos, lo que permite distribuir con bastante certeza los residuos entre alcance 1 y 3. En los casos en que se reportó el sitio de disposición final, se completó la información considerando el catastro de residuos de SUBDERE (2017).</p>
<p>Aguas Residuales generados en la ciudad</p>	<p>Se utilizó la base de datos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) 2024 para distribuir los tipos de tratamiento por región. Se tomó en consideración el porcentaje de población urbana que cuenta con alcantarillado, y la proyección del CENSO 2017 para la población urbana y rural por comuna en 2022.</p> <p>Se consideraron los tratamientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planta de tratamiento centralizada aeróbica - Reactor anaeróbico - Laguna anaeróbica poco profunda - Eliminación sin tratamiento mediante emisario al mar - Sistema séptico <p>Para distribuir las emisiones entre alcance 1 y 3, se revisó el registro de plantas de tratamiento de aguas servidas de la Superintendencia de Servicios Sanitarios.</p>		<p>Se utilizó la base de datos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) 2024 para distribuir los tipos de tratamiento por región. Se tomó en consideración el porcentaje de población urbana que cuenta con alcantarillado, y la proyección del CENSO 2017 para la población urbana y rural por comuna en 2022.</p> <p>Se consideraron los tratamientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planta de tratamiento centralizada aeróbica - Reactor anaeróbico - Laguna anaeróbica poco profunda - Eliminación sin tratamiento mediante emisario al mar - Sistema séptico <p>Para distribuir las emisiones entre alcance 1 y 3, se revisó el registro de plantas de</p>

Sector / subsector	Descripción de Aplicabilidad, Exclusión e Inclusión		
	Alcance 1. Emisiones Directas	Alcance 2. Emisiones indirectas por energía importada	Alcance 3. Otras emisiones indirectas
			tratamiento de aguas servidas de la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Tabla 12. Detalle de fuentes de emisiones consideradas en fuentes informativas.

Descripción de Aplicabilidad, Exclusión e Inclusión	
Subcategoría	Emisión/remoción GEI tCO ₂ e
Generación de energía suministrada a la red	Las emisiones asociadas a la generación de energía eléctrica se reportan como informativas y no se incorporan al inventario. Esto evita la doble contabilidad con el alcance 2. Se utilizó información disponible en Energía Abierta sobre consumo de combustibles para generación de energía en SEN y Sistemas Medianos.
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	Las emisiones asociadas al tratamiento de residuos que son generados en otras comunas se reportan como emisiones informativas. Las fuentes de información utilizadas son las mismas del subsector residuos sólidos – alcance 3.
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	Las emisiones asociadas al tratamiento de aguas residuales que son generadas en otras comunas se reportan como emisiones informativas. Las fuentes de información utilizadas son las mismas del subsector aguas residuales – alcance 3.
Emisiones directas CO ₂ biogénico	Considera información sobre quema de biomasa para subsectores Residencial, Comercial; Industrial y Generación de energía.
Remociones directas CO ₂ biogénico	Excluida
Emisiones de GEI no cubiertas por Protocolo de Kyoto	Excluida

Sector	Subsector	Subactividad	Energético	Cantidad combustible consumido (TJ)	Emisiones GEI (kt CO2e)	Emisiones biogénicas (kt CO2)	Distribución entre regiones																	
							I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI		
Residencial, Comercial	Sanitarias	Biogás		221	0,0	12,1													100,0					
		Gas Licuado de Petróleo		15	0,9				0,6			7,3	0,5	0,1	5,9	0,1	0,0			20,3	0,9		64,2	
		Petróleo Diésel		387	28,8			1,4	8,3	5,5	1,3	2,9	5,0	5,2	14,2	7,6	3,4	0,8	0,7	42,2	1,6			
		Siderurgia	Carbón		52	5,0															100,0			
			Coque de Petróleo		143	14,0															100,0			
			Gas de Alto Horno		350	91,1										100,0								
			Gas de Coque		1.799	80,0										100,0								
			Gas Licuado de Petróleo		114	7,2				52,3	0,0	1,4	10,8	0,6	0,0	1,3	0,2	0,7			32,0	0,6	0,0	0,0
			Gas Natural		713	40,0										17,3					82,7			
			Kerosene		10	0,7															100,0			
	Petróleo Diésel			414	30,8											100,0								
	Comercial		Biogás		72	0,0	3,9														100,0			
		Biomasa		966	1,8	108,1					0,4	2,2	1,1	9,6	36,3	1,8	4,9			36,9	3,8		2,9	
		Gas Licuado de Petróleo		10.007	632,0			0,9	8,5	1,4	3,9	8,2	9,4	9,9	4,1	6,1	11,0	1,8	1,7	26,5	3,6	0,8	2,1	
		Gas Natural		6.815	382,7			0,0	4,7	0,0	0,2	5,1	0,6	0,2	0,7	2,7	2,0	0,0	50,3	32,7	0,0	0,0	0,8	
		Kerosene		65	4,7							12,3			8,5					79,2				
		Petróleo Combustible		78	6,1							63,1		4,3			15,6				17,0			
		Petróleo Diésel		14.184	1.054,5			2,5	5,9	6,1	2,5	2,9	2,1	8,0	17,3	5,5	8,2	0,2	0,0	30,1	5,6	0,4	2,6	
		Público	Biomasa		1.112	2,1	124,5					0,2	0,1	0,0	0,6	6,9	13,5	36,5	28,5	0,0	0,1	11,4		2,1
			Gas Licuado de Petróleo		1.672	105,6			0,8	0,8	0,4	1,9	6,3	5,5	4,7	6,5	6,5	41,5	3,5	0,1	16,9	2,9	0,7	1,1
			Gas Natural		705	39,6						0,3	10,2	0,1	0,2	7,0	8,2	1,2		0,6	66,1			6,1
			Kerosene		11	0,8														4,0	96,0			
			Petróleo Diésel		1.411	104,9			1,6	1,1	1,7	3,1	15,8	0,9	11,5	5,0	2,7	23,7	2,8	10,5	7,0	1,7	2,5	8,4
Residencial		Biogás		235	0,0	12,8														100,0				
	Biomasa		105.827	201,1	11.852,6	0,0	0,0	0,0	0,3	2,4	3,6	9,2	16,7	22,9	19,7	4,4	1,4	2,3	10,6	0,0		6,4		
	Gas Licuado de Petróleo		48.897	3.088,1			1,5	3,6	1,7	4,9	12,1	7,0	6,7	7,8	4,8	3,7	0,6	0,2	40,5	1,5	0,9	2,7		
	Gas Natural		25.387	1.425,6						0,1		0,1	4,2	0,3	0,2	5,1	0,5	0,4	37,4	51,6		0,2		

Sector	Subsector	Subactividad	Energético	Cantidad combustible consumido (TJ)	Emisiones GEI (kt CO2e)	Emisiones biogénicas (kt CO2)	Distribución entre regiones																	
							I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI		
	Público	Gasolina de Aviación	10	0,7		12,4	0,5	1,3		17,8	3,2		10,0		7,4			47,0		0,3				
		Kerosene de Aviación	144	10,4		3,0	0,2	1,0	0,3	35,6	15,9		8,1		2,0	0,8	3,0	28,4	0,3	1,4				
		Salitre	Kerosene de Aviación	369	26,6			100,0																
			Terrestre	Gasolina de Aviación	0	0,0									100,0									
		Kerosene de Aviación		3	0,2					23,0		54,8		0,3									21,9	
		Ferroviario	Ferroviario	Gas Licuado de Petróleo	0	0,0														100,0				
	Gasolina de Motor			0	0,0														100,0					
	Petróleo Diésel			2.154	160,1		0,0	60,6	16,3		4,7			4,7	4,3				8,9	0,6				
	Transporte	Marítimo	Gas Licuado de Petróleo	16	1,0			4,3		1,2	3,3			1,3		85,0	4,7	0,3						
			Gasolina de Motor	23	1,6						6,9					54,1	38,5	0,5						
			Petróleo Combustible	5.372	417,1						82,4	0,0		14,7				2,9						
			Petróleo Diésel	7.214	536,3		1,0	2,2	1,5	0,5	14,2			3,1	0,1	51,5	6,8	18,0		0,5	0,6	0,0		
	Transporte por carretera	Ducto	Gas Licuado de Petróleo	4	0,2					100,0														
			Petróleo Diésel	0	0,0														100,0					
		Terrestre	Gas Licuado de Petróleo	807	51,0		0,5	7,0	2,2	2,4	77,2	0,1	0,1	1,8	0,1	0,2	0,0		3,1	0,2	5,3	0,0		
			Gas Natural	385	21,6						0,8							95,4	3,8					
			Gasolina de Motor	174.298	12.121,2		1,6	2,7	1,7	5,4	10,9	5,5	5,8	9,5	5,7	6,0	0,6	1,0	38,1	2,4	0,8	2,4		
			Kerosene	271	19,5									2,1	0,3				97,5				0,1	
			Petróleo Combustible	52	4,0				100,0															
	Petróleo Diésel	220.813	16.415,9		2,6	6,9	3,8	5,3	9,5	5,1	6,9	9,4	4,9	6,6	1,0	1,2	29,5	2,8	1,4	2,9				

8.4 ANEXO 4: FACTORES DE EMISIÓN

8.4.1 Sectores Energía Estacionaria y Transporte

Subsectores Residencial, Comercial e Industrial, y todos los subsectores de Transporte

Alcance 1 - Consumo de combustibles fósiles

Tabla 13. Factores de emisión del sector energía estacionaria y transporte, alcance 1.

Combustible	CO2 (kgCO2/TJ)	CH4 (kgCH4/TJ)	N2O (kgN2O/TJ)
Biogás	54.600,0*	1,0	0,1
Biomasa	112.000,0*	30,0	4,0
Carbón metalúrgico	94.600,0	10,0	0,6
Petcoke	97.500,0	3,0	0,1
Carbón metalúrgico	94.600,0	10,0	0,6
Gas de alto horno	260.000,0	1,0	0,1
Gas de coque	44.400,0	1,0	0,1
Gas de refinería	57.600,0	1,0	0,1
Gas licuado de petróleo	63.100,0	1,0	0,1
Gas ciudad (cañería o corriente)	56.100,0	1,0	0,1
Gasolina para aviación	70.000,0	0,5	2,0
Gasolina	69.300,0	3,0	0,6
Kerosene	71.900,0	3,0	0,6
Queroseno para aviación	71.500,0	0,5	2,0
Licor Negro	95.300,0*	3,0	2,0
Nafta	73.300,0	3,0	0,6
Petcoke	97.500,0	3,0	0,1
Petróleo 6	77.400,0	3,0	0,6
Petróleo 2 (Diésel)	74.100,0	3,0	0,6

*El CO2 asociado a biogás, biomasa y licor negro se considera biogénico.

Fuente: Balance Nacional de Energía (2022), Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (2024), Lineamientos del IPCC para la elaboración de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (2006).

Alcance 2 - Consumo de electricidad

Tabla 14. Factores de emisión del sector energía estacionaria y transporte, alcance 2.

Sistema eléctrico	Emisiones	Unidad
Sistema Eléctrico Nacional	300,6000	kg CO2e/MWh
Sistema Eléctrico de Aysén	386,5000	kg CO2e/MWh
Sistema Eléctrico de Magallanes	562,7500	kg CO2e/MWh
Sistema Eléctrico de Los Lagos	625,0833	kg CO2e/MWh

Fuente: Energía Abierta (<http://energiaabierta.cl/visualizaciones/factor-de-emision-sic-sing/>)

Subsector Emisiones fugitivas

Alcance 1 - Emisiones fugitivas por combustibles

Tabla 15. Factores de emisión del sector energía estacionaria, subsector de emisiones fugitivas, alcance 1.

Combustible asociado	Actividad	CO2	CH4	N2O	Unidad
Minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón	Mina subterránea - Activa	0,00000	0,01206	0,00000	kg GEI/kg
Minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón	Mina subterránea - Inactiva	0,00000	0,00168	0,00000	kg GEI/kg
Minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón	Mina superficial - Activa	0,00000	0,00080	0,00000	kg GEI/kg
Minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón	Mina superficial - Inactiva	0,00000	0,00007	0,00000	kg GEI/kg
Sistemas de Petróleo	Venteo	2,15000	10,35000	0,00000	kg GEI/m3
Sistemas de Petróleo	Quema en antorcha	48,50000	0,02950	0,00076	kg GEI/m3
Sistemas de Petróleo	Producción y mejora	2,15000	30,00000	0,00000	kg GEI/m3
Sistemas de Petróleo	Transporte	0,00049	0,00540	0,00000	kg GEI/m3
Sistemas de Petróleo	Refinamiento	0,00000	0,02180	0,00000	kg GEI/m3
Sistemas de Gas Natural	Venteo	0,00001	0,00039	0,00000	kg GEI/m3
Sistemas de Gas Natural	Quema en antorcha	0,00140	0,00000	0,00000	kg GEI/m3
Sistemas de Gas Natural	Producción	0,00010	0,01219	0,00000	kg GEI/m3

Combustible asociado	Actividad	CO2	CH4	N2O	Unidad
Sistemas de Gas Natural	Procesamiento	0,00002	0,00025	0,00000	kg GEI/m3
Sistemas de Gas Natural	Transmisión y almacenamiento	0,00000	0,00063	0,00000	kg GEI/m3
Sistemas de Gas Natural	Distribución	0,00010	0,00180	0,00000	kg GEI/m3

Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (2024), Lineamientos del IPCC para la elaboración de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (2006).

Informativas - Generación de energía

Tabla 16. Factores de emisión del sector energía estacionaria, subsector de generación de energía, informativas.

Nombre en HuellaChile	CO2	CH4	N2O	Unidad
Carbón metalúrgico	2,63	0,00	0,00	kg GEI/kg
Carbón térmico	2,63	0,00	0,00	kg GEI/kg
Gas licuado de petróleo	1.582,35	0,03	0,00	kg GEI/m3
Gas natural	1,97	0,00	0,00	kg GEI/m3
Petcoke	3,14	0,00	0,00	kg GEI/kg
Petróleo 2 (Diésel)	2.698,55	0,11	0,02	kg GEI/m3
Petróleo 6	3.054,70	0,12	0,02	kg GEI/m3
Petróleo IFO-180	3.025,60	0,12	0,02	kg GEI/m3
Biomasa	1,56*	0,00	0,00	kg GEI/kg
Biogás	1,15*	0,00	0,00	kg GEI/m3
Gas natural licuado	2,70	0,00	0,00	kg GEI/kg
Licor negro	1,33*	0,00	0,00	kg GEI/kg
Petróleo IFO-380	3.025,60	0,12	0,02	kg GEI/m3
Butano	3,04	0,00	0,00	kg GEI/kg
Propano	3,04	0,00	0,00	kg GEI/kg

*El CO2 asociado a biogás, biomasa y licor negro se considera biogénico.

Fuente: Balance Nacional de Energía (2022), Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (2024), Lineamientos del IPCC para la elaboración de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (2006).

8.4.2 Sector Residuos

Residuos sólidos

Alcance 1 y 3 - Disposición final

Tabla 17. Factores de emisión del sector residuos, subsector de residuos sólidos con disposición final, alcance 1 y 3.

Tipo de disposición final	Región	CO2 (kg GEI/ ton residuo)	CH4 (kg GEI/ ton residuo)	N2O (kg GEI/ ton residuo)	Unidad
Basural	Arica y Parinacota	0,0	13,2	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	Tarapacá	0,0	13,4	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	Antofagasta	0,0	11,7	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	Atacama	0,0	14,6	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	Coquimbo	0,0	14,1	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	Valparaíso	0,0	14,2	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	Metropolitana	0,0	14,3	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	O'Higgins	0,0	13,7	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	Maule	0,0	15,0	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	Ñuble	0,0	14,1	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	Biobío	0,0	14,3	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	Araucanía	0,0	14,0	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	Los Ríos	0,0	13,4	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	Los Lagos	0,0	13,2	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	Aysén	0,0	12,0	0,0	kg GEI/ ton residuo
Basural	Magallanes	0,0	13,5	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	Arica y Parinacota	0,0	59,2	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	Tarapacá	0,0	60,3	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	Antofagasta	0,0	52,7	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	Atacama	0,0	65,6	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	Coquimbo	0,0	63,5	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	Valparaíso	0,0	63,9	0,0	kg GEI/ ton residuo

Tipo de disposición final	Región	CO2 (kg GEI/ ton residuo)	CH4 (kg GEI/ ton residuo)	N2O (kg GEI/ ton residuo)	Unidad
Relleno	Metropolitana	0,0	64,4	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	O'Higgins	0,0	61,6	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	Maule	0,0	67,3	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	Ñuble	0,0	63,4	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	Biobío	0,0	64,5	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	Araucanía	0,0	63,1	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	Los Ríos	0,0	60,3	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	Los Lagos	0,0	59,2	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	Aysén	0,0	54,2	0,0	kg GEI/ ton residuo
Relleno	Magallanes	0,0	60,9	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Arica y Parinacota	0,0	19,7	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Tarapacá	0,0	20,1	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Antofagasta	0,0	17,6	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Atacama	0,0	21,9	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Coquimbo	0,0	21,2	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Valparaíso	0,0	21,3	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Metropolitana	0,0	21,5	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	O'Higgins	0,0	20,5	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Maule	0,0	22,4	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Ñuble	0,0	21,1	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Biobío	0,0	21,5	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Araucanía	0,0	21,0	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Los Ríos	0,0	20,1	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Los Lagos	0,0	19,7	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Aysén	0,0	18,1	0,0	kg GEI/ ton residuo
Vertedero	Magallanes	0,0	20,3	0,0	kg GEI/ ton residuo

Fuente: SUBDERE 2017, Protocolo Global para Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC).

Alcance 1 y 3 - Tratamiento biológico

Tabla 18. Factores de emisión del sector residuos, subsector de residuos sólidos con tratamiento biológico, alcance 1 y 3.

Tratamiento	Estado del residuo	CO2 (kg GEI/ ton residuo)	CH4 (kg GEI/ ton residuo)	N2O (kg GEI/ ton residuo)	Unidad
Compostaje	húmedo	0	4,00	0,24	kg GEI / ton residuo
Compostaje	seco	0	10,00	0,60	kg GEI / ton residuo
Digestión anaeróbica	húmedo	0	0,80	0,00	kg GEI / ton residuo
Digestión anaeróbica	seco	0	2,00	0,00	kg GEI / ton residuo

Fuente: Protocolo Global para Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC).

Alcance 1 y 3 - Incineración y quema de residuos.

Tabla 19. Factores de emisión del sector residuos, subsector de residuos sólidos con quema o incineración como tratamiento, alcance 1 y 3.

Tipo de quema	Tecnología	Tipo de residuos	Región	CO2 (kg GEI/ ton residuo)	CH4 (kg GEI/ ton residuo)	N2O (kg GEI/ ton residuo)
Incineración	Incinerador Continuo	Residuos Industriales		1650,00	0,00	0,10
Incineración	Incinerador Semicontinuo	Residuos Industriales		1650,00	0,01	0,10
Incineración	Incinerador tipo batch (por lote)	Residuos Industriales		1650,00	0,06	0,10
Incineración	Incinerador Continuo	Residuos Hospitalarios		880,00	0,00	0,10
Incineración	Incinerador Semicontinuo	Residuos Hospitalarios		880,00	0,01	0,10
Incineración	Incinerador tipo batch (por lote)	Residuos Hospitalarios		880,00	0,06	0,10

Tipo de quema	Tecnología	Tipo de residuos	Región	CO2 (kg GEI/ ton residuo)	CH4 (kg GEI/ ton residuo)	N2O (kg GEI/ ton residuo)
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Industriales		1650,00	6,50	0,10
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Arica y Parinacota	205,91	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Tarapacá	190,97	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Antofagasta	195,82	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Atacama	212,26	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Coquimbo	169,14	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Valparaíso	105,49	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Metropolitana	152,88	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	O'Higgins	177,22	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Maule	154,16	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Ñuble	125,98	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Bíobío	169,88	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Araucanía	128,56	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Los Ríos	217,72	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Los Lagos	168,18	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Aysén	188,28	6,50	0,15
Quema a cielo abierto	No Aplica	Residuos Domiciliarios	Magallanes	203,01	6,50	0,15

Fuente: SUBDERE 2017, Protocolo Global para Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC).

Aguas residuales

Alcance 1 y 3 - Aguas residuales domiciliarias

Tabla 20. Factores de emisión del sector residuos, subsector de aguas residuales, alcance 1 y 3.

Tipo de tratamiento	CO2	CH4	N2O	Unidad
Laguna anaeróbica poco profunda	0,00000	1,75200	0,00000	kg GEI/persona
Planta de tratamiento centralizada aeróbica	0,00000	2,62800	0,20977	kg GEI/persona
Eliminación sin tratamiento mediante emisario al mar	0,00000	0,30660	0,06555	kg GEI/persona
Reactor anaeróbico	0,00000	7,00800	0,00000	kg GEI/persona
Sistema séptico	0,00000	4,38000	0,00000	kg GEI/persona

Fuente: Protocolo Global para Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC), Lineamientos del IPCC para la elaboración de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (2006).