

INVENTARIO COMUNAL DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

**Comunas de la Región del Libertador Bernardo
O'Higgins
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 del Libertador Bernardo O'Higgins, 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 5.215,3 kt CO₂e. Estas se distribuyen en 2.683,1 kt CO₂e para el Alcance 1: Emisiones Directas; 1.680,8 kt CO₂e Alcance 2: Emisiones Indirectas por energía importada y 851,4 kt CO₂e Alcance 3: Otras emisiones indirectas. El sector de Energía Estacionaria aporta con el 52% de las emisiones del inventario, seguido por Transporte con el 29%, y Residuos con el 19% restante. La distribución se puede ver en la Figura 1.

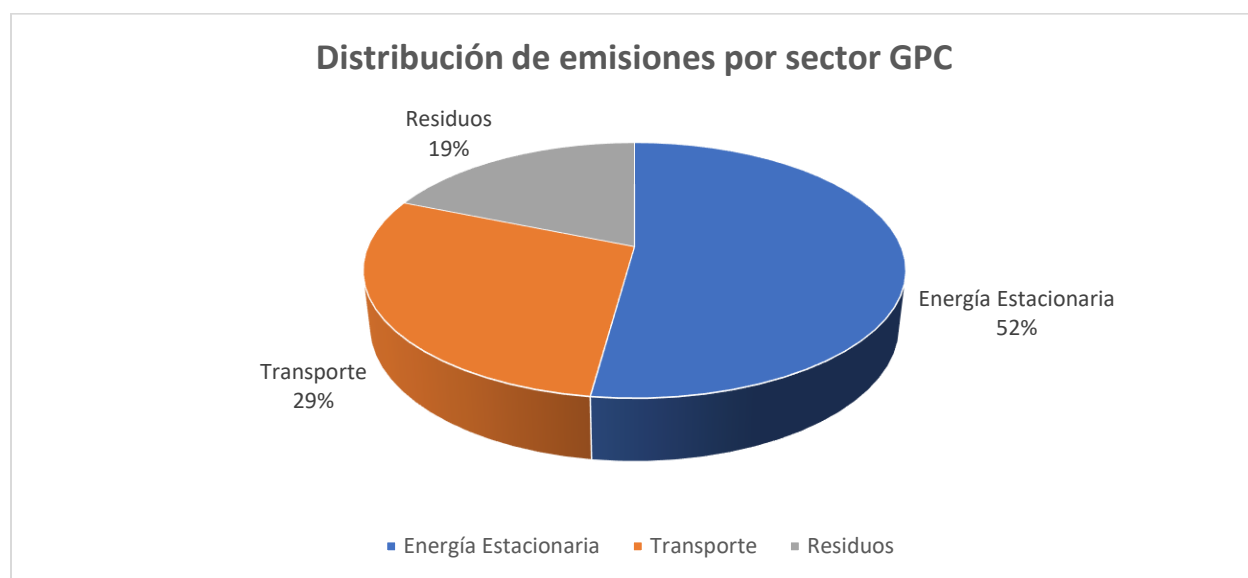


Figura 1. Distribución porcentual de emisiones netas por sector para la región. No considera remociones en el total

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)	1.009.552	tCO ₂ e/habitante	5,2
Superficie (km2)	16.388	tCO ₂ e/km ²	318,2

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.

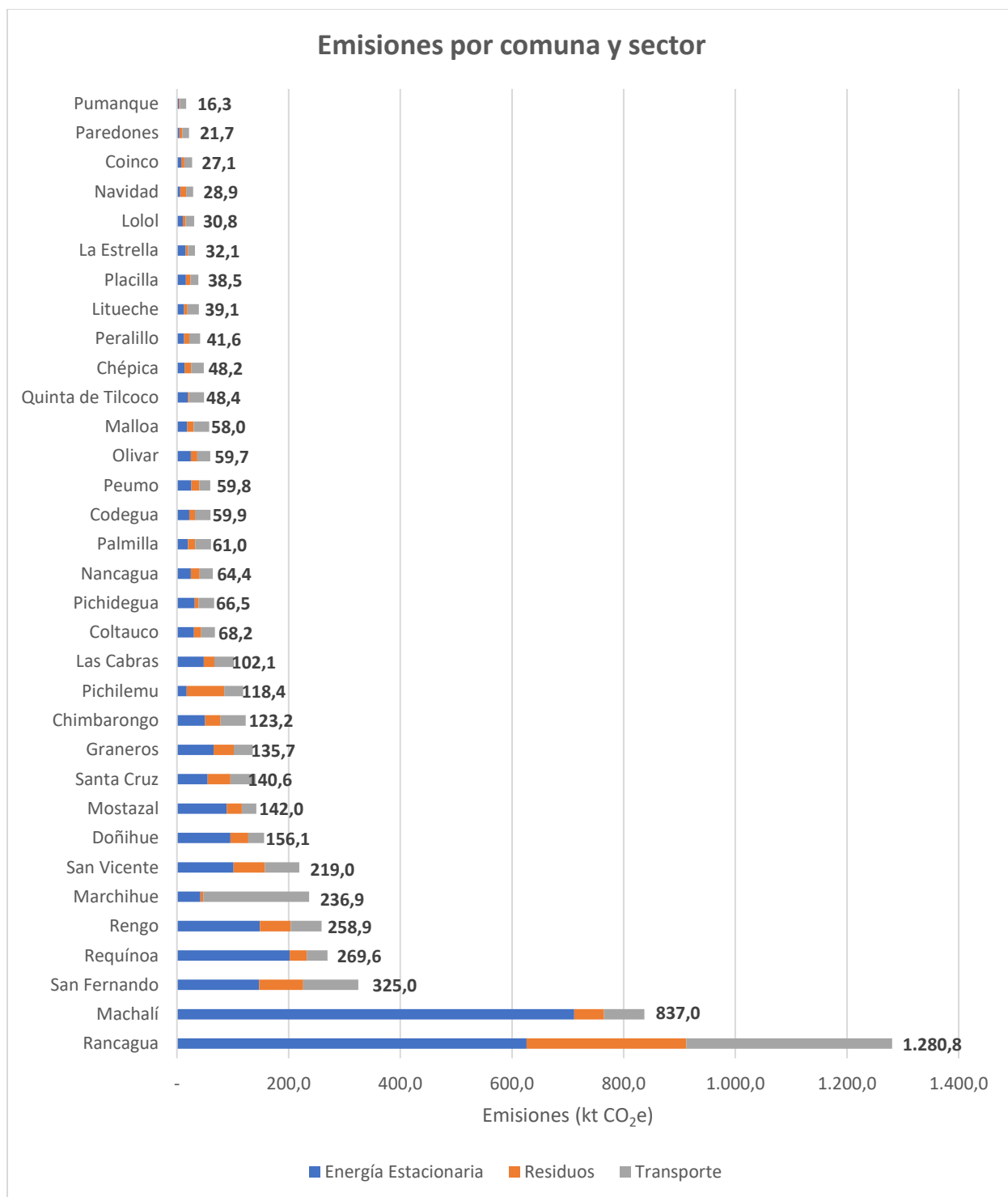


Figura 2. Emisiones por comuna y sector. No incluye emisiones informativas ni remociones

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	Chépica	Chimbarongo	Codegua	Coinco	Coltauco	Doñihue	Graneros	La Estrella	Las Cabras
Energía estacionaria	14	50	22	8	30	96	66	16	48
Residencial, comercial	8	23	8	4	11	13	20	5	22
Industrial	5	27	14	3	19	83	45	11	26
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte	23	45	27	14	25	28	34	12	35
Transporte por carretera	23	45	27	14	25	28	34	12	35
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	0
Transporte fuera de carretera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos	12	28	10	6	13	32	36	4	19
Disp. y tratamiento de residuos generados en la ciudad	9	23	9	5	10	29	31	4	16
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	2	5	2	1	3	3	5	0	3
Total Alcance 1: Emisiones directas (kt CO2e)	32	68	37	17	42	42	48	13	59
Total Alcance 2: Emisiones ind. por energía importada (kt CO2e)	7	31	12	5	15	81	50	14	26
Total Alcance 3: Emisiones indirectas (kt CO2e)	10	25	10	5	11	33	38	5	17
Total Emisiones (kt CO2e)	48	123	60	27	68	156	136	32	102
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	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	7	17	6	3	10	10	16	1	13
Indicadores									
Habitantes	16.060	38.117	14.379	7.939	21.725	23.199	37.390	3.109	27.283
Superficie	503	498	287	98	225	78	113	435	749
Emisiones por habitante	3	3	4	3	3	7	4	10	4
Emisiones por superficie	96	247	209	277	303	2.001	1.201	74	136

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

Sector / subsector	Litueche	Lolol	Machalí	Malloa	Marchihue	Mostazal	Nancagua	Navidad	Olivar
Energía estacionaria	13	11	712	19	42	90	25	6	25
Residencial, comercial	5	4	39	7	6	24	10	5	14
Industrial	8	6	672	11	36	65	15	1	11
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte	20	15	72	28	190	26	24	13	23
Transporte por carretera	20	15	72	28	190	26	24	13	23
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	6	5	53	12	5	27	16	10	12
Disp. y tratamiento de residuos generados en la ciudad	5	4	45	10	4	23	13	9	10
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	1	1	8	2	1	4	2	1	2
Total Alcance 1: Emisiones directas (kt CO2e)	23	20	213	37	194	41	36	16	38
Total Alcance 2: Emisiones ind. por energía importada (kt CO2e)	10	7	544	10	36	71	15	4	11
Total Alcance 3: Emisiones indirectas (kt CO2e)	6	4	79	10	6	29	14	10	10
Total Emisiones (kt CO2e)	39	31	837	58	237	142	64	29	60
Informativas									
Generación de energía suministrada a la red	0	0	0	0	0	516	0	0	1
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	0	0	0	0	0	16	0	0	4
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emisiones directas CO ₂ biogénico	3	3	27	6	3	246	9	3	7
Indicadores									
Habitantes	6.865	7.380	62.480	14.245	7.679	28.035	19.456	7.027	14.831
Superficie	619	597	2.586	113	660	524	111	300	45
Emisiones por habitante	6	4	13	4	31	5	3	4	4
Emisiones por superficie	63	52	324	513	359	271	580	96	1.327

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

Sector / subsector	Palmilla	Paredones	Peralillo	Peumo	Pichidegua	Pichilemu	Placilla	Pumanque	Quinta de Tilcoco
Energía estacionaria	20	4	13	26	32	18	16	4	19
Residencial, comercial	7	3	7	8	13	14	6	3	7
Industrial	13	1	6	17	18	3	10	1	12
Emissiones fugitivas en Industrias de Energía	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte	29	12	19	20	28	34	14	11	27
Transporte por carretera	29	12	19	20	28	34	14	11	27
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	13	5	9	15	7	67	8	2	2
Disp. y tratamiento de residuos generados en la ciudad	11	4	8	13	4	65	7	1	0
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	2	1	2	2	3	2	1	0	2
Total Alcance 1: Emisiones directas (kt CO₂e)	36	14	25	28	39	107	20	12	34
Total Alcance 2: Emisiones ind. por energía importada (kt CO₂e)	12	3	8	18	22	11	11	3	14
Total Alcance 3: Emisiones indirectas (kt CO₂e)	12	5	8	14	6	1	8	1	1
Total Emisiones (kt CO₂e)	61	22	42	60	66	118	38	16	48
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	0	0	17	0	0	0
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emisiones directas CO ₂ biogénico	6	3	5	7	9	8	4	2	6
Indicadores									
Habitantes	13.458	6.309	12.027	15.005	20.937	18.367	9.228	3.529	14.097
Superficie	237	562	283	153	320	749	147	441	93
Emisiones por habitante	5	3	3	4	3	6	4	5	3
Emisiones por superficie	258	39	147	391	208	158	262	37	521

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

Sector / subsector	Rancagua	Rengo	Requínoa	San Fernando	San Vicente	Santa Cruz
Energía estacionaria	626	149	202	147	101	55
Residencial, comercial	252	41	24	54	30	26
Industrial	374	108	177	93	72	28
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	0	0	0	0	0	0
Transporte	368	55	37	99	62	45
Transporte por carretera	364	55	37	99	62	45
Ferrovionario	0	0	0	0	0	0
Marítimo	0	0	0	0	0	0
Aviación	5	0	0	0	0	0
Transporte fuera de carretera	0	0	0	0	0	0
Residuos	286	55	31	79	56	41
Disp. y tratamiento de residuos generados en la ciudad	252	47	27	69	49	36
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	35	8	4	10	6	5
Total Alcance 1: Emisiones directas (kt CO₂e)	844	97	123	158	92	76
Total Alcance 2: Emisiones ind. por energía importada (kt CO₂e)	186	109	139	93	74	27
Total Alcance 3: Emisiones indirectas (kt CO₂e)	250	52	7	74	53	37
Total Emisiones (kt CO₂e)	1.281	259	270	325	219	141
Informativas						
Generación de energía suministrada a la red	0	0	2	0	0	0
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	5	2	477	0	0	0
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	17	0	0	0	0	0
Emisiones directas CO ₂ biogénico	124	28	14	35	22	18
Indicadores						
Habitantes	270.112	64.831	31.087	79.964	51.518	41.884
Superficie	260	592	673	2.441	476	420
Emisiones por habitante	5	4	9	4	4	3
Emisiones por superficie	4.926	437	401	133	460	335

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.....	30
7	Análisis de resultados	36
7.1	Energía Estacionaria	38
7.2	Transporte	44
7.3	Residuos.....	46
8	Anexos.....	51
8.1	Anexo 1. Definición de fuentes de emisión cubiertas en el inventario.....	51
8.2	Anexo 2. Descripción de Aplicabilidad, Exclusión e Inclusión	52
8.3	Anexo 3. Distribución regional de datos de actividad para consumo de combustibles fósiles	58
8.4	Anexo 4: Factores de emisión	64
8.4.1	Sectores Energía Estacionaria y Transporte	64
8.4.2	Sector Residuos	67

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

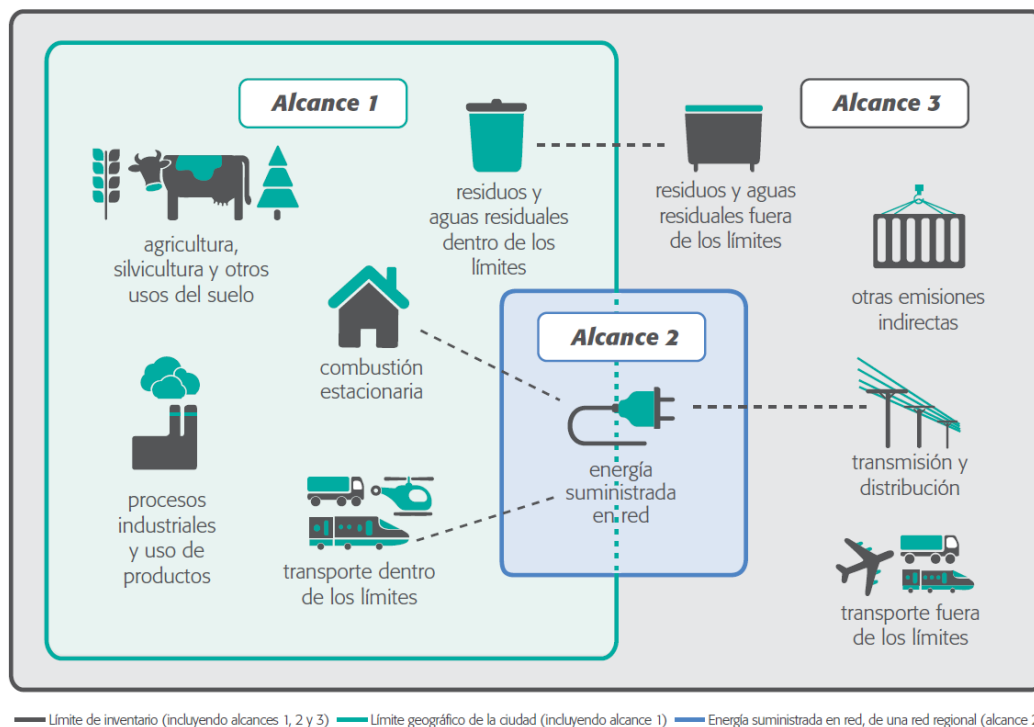


Figura 3. Fuentes y límites de las emisiones de GEI en una ciudad

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

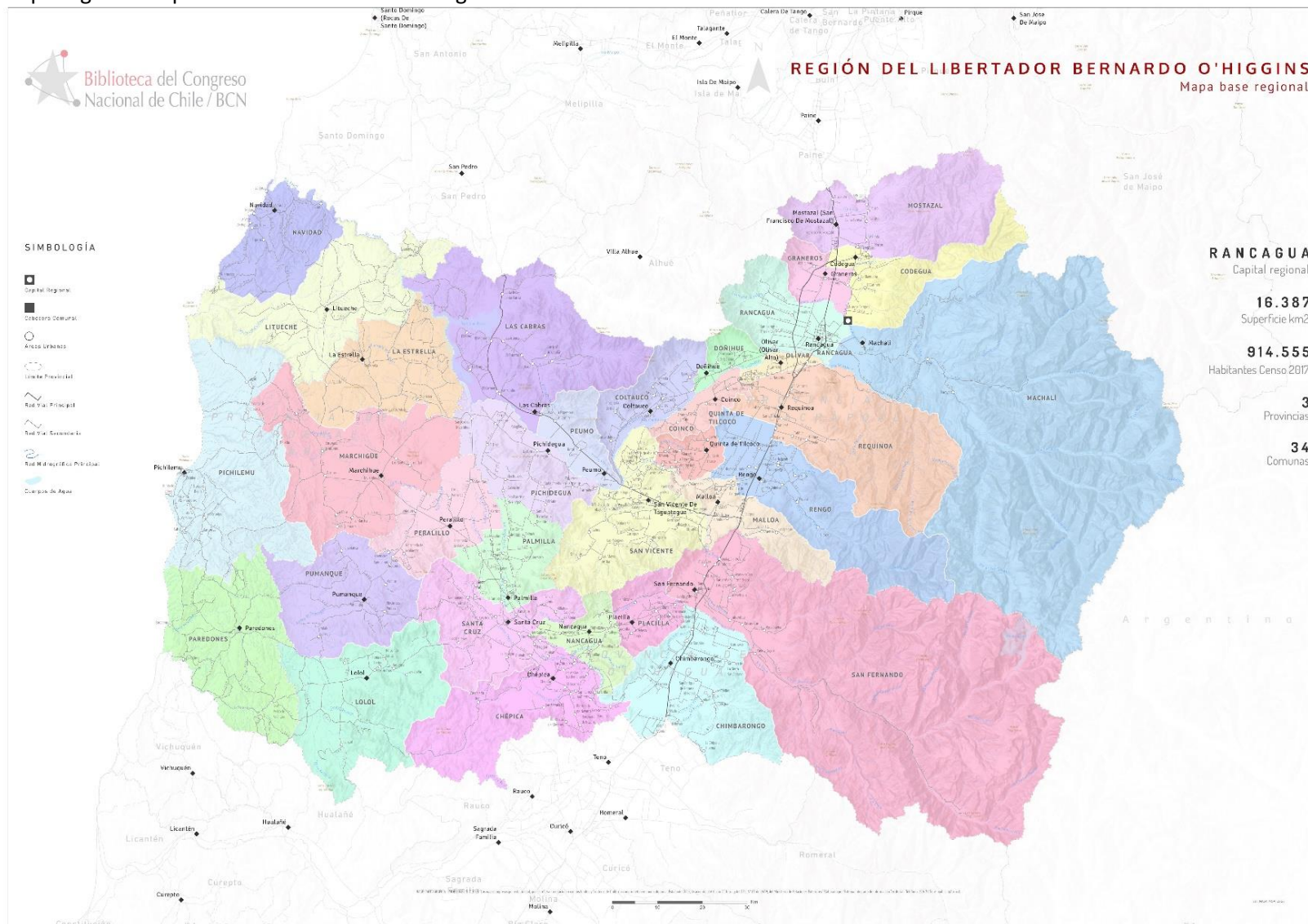
Información	Unidad	Datos
Región	nombre	Libertador Bernardo O'Higgins
Comunas	nombre	Chépica Chimbarongo Codegua Coinco Coltauco Doñihue Graneros La Estrella Las Cabras Litueche Lolol Machalí Malloa Marchihue Mostazal Nancagua Navidad Olivar Palmilla Paredones Peralillo Peumo Pichidegua Pichilemu Placilla Pumanque Quinta de Tilcoco Rancagua Rengo

Información	Unidad	Datos
		Requínoa San Fernando San Vicente Santa Cruz
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	16.388
Rural	% población	24,5%
Urbano	% población	75,5%
Cantidad de habitantes	personas	1.009.552
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
Ferroviario	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 CO ₂ biogénico	Incluida
Remociones directas de CO ₂ 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-cepal.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	Codegua	Coinco	Coltauco	Doñihue	Graneros	Las Cabras	Machalí	Malloa	Mostazal	Olivar	Peumo	Pichidegua	Quinta de Tilcoco	Rancagua	Rengo	Fuente
Energía Estacionaria	Industrial	Agroindustria	1%	0%	7%	2%	2%	8%	1%	2%	6%	1%	2%	2%	1%	15%	6%	SII
		Cemento														100%		RETC
		Cobre							80%									RETC
		Construcción	0%	0%	1%	1%	2%	2%	9%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	54%	3%	SII
		Industrias Varias	1%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	77%	3%	SII
		Minas Varias														91%		SII
		Papel y celulosa							3%							87%		SII
		Sanitarias						11%						8%		27%	5%	Supuestos en base a lodos reportados en RETC
		Siderurgia														100%		Única empresa en la RM
	Residencial, Comercial	Comercial					0%	3%	0%			5%		0%		88%	0%	SII
		Público					0%	3%	0%			5%		0%		88%	0%	SII, comercial
		Residencial	1%	1%	2%	2%	4%	3%	6%	1%	3%	1%	1%	2%	1%	27%	6%	Censo
Transporte	Aviación	Aéreo														100%		Junta de Aeronáutica Civil. Área Técnica Económica.
		Agroindustria	1%	0%	7%	2%	2%	8%	1%	2%	6%	1%	2%	2%	1%	15%	6%	SII
		Público					0%	3%	0%			5%		0%		88%	0%	SII
	Transporte marítimo	Marítimo																Supuesto
	Transporte por carretera	Terrestre	2%	1%	2%	2%	2%	2%	5%	2%	2%	2%	1%	2%	2%	24%	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	Requínoa	San Vicente	La Estrella	Litueche	Marchihue	Navidad	Paredones	Pichilemu	Chépica	Chimbarongo	Lolol	Nancagua	Palmilla	Peralillo	Placilla	Fuente
Energía Estacionaria	Industrial	Agroindustria	7%	5%	0%	0%	0%		0%	0%	2%	6%	1%	3%	3%	1%	2%	SII
		Cemento																RETC
		Cobre	20%															RETC
		Construcción	3%	4%	0%	1%	0%	1%		2%	0%	1%	0%	0%	0%	1%		SII
		Industrias Varias	3%	1%		0%	1%			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	SII
		Minas Varias																SII
		Papel y celulosa																SII
		Sanitarias		17%						2%	5%	7%						Supuestos en base a lodos reportados en RETC
		Siderurgia																Única empresa en la RM
	Residencial, Comercial	Comercial	0%	0%						0%		0%		0%				SII
		Público	0%	0%						0%		0%		0%				SII, comercial
		Residencial	3%	5%	0%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	4%	1%	2%	1%	1%	1%	Censo
Transporte	Aviación	Aéreo																Junta de Aeronáutica Civil. Área Técnica Económica.
		Agroindustria	7%	5%	0%	0%	0%		0%	0%	2%	6%	1%	3%	3%	1%	2%	SII
		Público	0%	0%						0%		0%		0%				SII
	Transporte marítimo	Marítimo						25%	25%	50%								Supuesto
	Transporte por carretera	Terrestre	2%	4%	1%	1%	13%	1%	1%	2%	2%	3%	1%	2%	2%	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	Pumanque	San Fernando	Santa Cruz	Fuente
Energía Estacionaria	Industrial	Agroindustria	0%	9%	4%	SII
		Cemento				RETC
		Cobre				RETC
		Construcción	0%	8%	3%	SII
		Industrias Varias	0%	5%	2%	SII
		Minas Varias	0%	0%	9%	SII
		Papel y celulosa	0%	10%	0%	SII
		Sanitarias	0%	10%	8%	Supuestos en base a lodos reportados en RETC
		Siderurgia				Única empresa en la RM
	Residencial, Comercial	Comercial	0%	1%	0%	SII
		Público	0%	1%	0%	SII, comercial
		Residencial	0%	8%	4%	Censo
Transporte	Aviación	Aéreo				Junta de Aeronáutica Civil. Área Técnica Económica.
		Agroindustria	0%	9%	4%	SII
		Público	0%	1%	0%	SII
	Transporte marítimo	Marítimo				Supuesto
	Transporte por carretera	Terrestre	1%	7%	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	Transporte fuera de carretera	
Chépica	13.394	9.310						22.704
Chimbarongo	40.970	60.560	605					102.135
Codegua	13.014	28.247						41.261
Coinco	7.332	8.705						16.037

Coltauco	17.530	33.132						50.662
Doñihue	21.141	249.381						270.522
Graneros	33.728	131.581	1.667					166.976
La Estrella	13.337	33.781						47.118
Las Cabras	38.381	49.233						87.614
Litueche	10.863	22.721						33.583
Lolol	8.011	14.316						22.327
Machalí	72.708	1.737.621						1.810.329
Malloa	11.997	22.337						34.334
Marchihue	12.778	107.203						119.981
Mostazal	53.421	183.080						236.501
Nancagua	15.057	34.106						49.162
Navidad	11.214	1.063						12.277
Olivar	16.395	20.636						37.031
Palmilla	10.451	30.996						41.447
Paredones	5.266	3.465						8.731
Peralillo	12.055	14.412						26.467
Peumo	13.535	46.896						60.430
Pichidegua	24.620	49.943						74.564
Pichilemu	30.725	4.878						35.603
Placilla	10.774	25.578						36.351
Pumanque	5.734	2.982						8.716
Quinta de Tilcoco	11.512	34.483						45.995
Rancagua	326.449	293.358						619.807
Rengo	75.560	286.206	1.861					361.766
Requínoa	50.945	410.991	553					461.936
San Fernando	103.113	206.884	551					309.998
San Vicente	51.878	193.391						245.269
Santa Cruz	49.269	41.683						90.952
Total general	1.193.158	4.393.159	5.238	0	0	0	0	5.586.317

Fuente: SEC y Energía Abierta.

5.3.4.3 Residuos – Residuos sólidos (Alcance 1 y 3)

5.3.4.3.1 Residuos industriales

Etiquetas de fila	Alcance 1		Total Alcance 1	Alcance 3					Total Alcance 3	Total general (toneladas)
	Compostaje	Relleno		Basural	Compostaje	Digestión anaeróbica	Incinerador Continuo	Relleno		
Chimbarongo						11		539	550	550

Codegua					3.063			1	3.065	3.065
Coinco					2				2	2
Coltauco								37	37	37
Doñihue				5	7.860	1.110		7.816	16.791	16.791
Graneros					9.801	1.011		2.921	13.733	13.733
La Estrella								74	74	74
Las Cabras						4		150	154	154
Litueche								2	2	2
Lolol								6	6	6
Machalí				9	685	38		2.824	3.556	3.556
Malloa					29			254	283	283
Marchihue								25	25	25
Mostazal					613	6		1.590	2.208	2.208
Nancagua								63	63	63
Olivar					638			378	1.016	1.016
Palmilla					2.927	2.155	927	159	6.168	6.168
Peralillo					0		1	42	43	43
Peumo					75	8		791	874	874
Pichidegua								2.692	2.692	2.692
Pichilemu						6			6	6
Placilla					376			587	963	963
Quinta de Tilcoco					3			210	214	214
Rancagua	59	5.914	5.972	49	8.934	310		25.370	34.663	40.635
Rengo					6.642	34		1.856	8.532	8.532
Requínoa		1.647	1.647		1.709			22	1.731	3.378
San Fernando				4	3.002	71		5.481	8.558	8.558
San Vicente					723	25	0	8.442	9.191	9.191
Santa Cruz				18	153	73		1.503	1.746	1.746
Total general	59	7.560	7.619	84	47.234	4.862	928	63.837	116.945	124.564

Fuente: RETC – Residuos industriales

5.3.4.3.2 Residuos domiciliarios declarados

Comuna	Alcance 1 Relleno	Total Alcance 1	Alcance 3 Relleno	Total Alcance 3	Total general (toneladas)
Chépica			5.294	5.294	5.294
Chimbarongo			12.462	12.462	12.462
Codegua			4.512	4.512	4.512
Coinco			2.669	2.669	2.669
Coltauco			6.273	6.273	6.273

Comuna	Alcance 1 Relleno	Total Alcance 1	Alcance 3 Relleno	Total Alcance 3	Total general (toneladas)
Doñihue			9.204	9.204	9.204
La Estrella			2.062	2.062	2.062
Las Cabras			10.288	10.288	10.288
Litueche			3.194	3.194	3.194
Lolol			2.415	2.415	2.415
Machalí			24.776	24.776	24.776
Marchihue			2.224	2.224	2.224
Navidad			5.041	5.041	5.041
Olivar			4.711	4.711	4.711
Paredones			2.722	2.722	2.722
Peralillo			3.847	3.847	3.847
Pichidegua	1	1	5	5	7
Pichilemu	40.600	40.600			40.600
Pumanque			791	791	791
Quinta de Tilcoco			5	5	5
Rancagua			104.461	104.461	104.461
Rengo			26.344	26.344	26.344
San Fernando			31.667	31.667	31.667
San Vicente			18.293	18.293	18.293
Santa Cruz			17.897	17.897	17.897
Total general	40.601	40.601	301.157	301.157	341.758

Fuente: RETC – Residuos municipales

5.3.4.3.3 Residuos domiciliarios estimados

Comuna	Alcance 1 Relleno	Total Alcance 1	Alcance 3 Relleno	Total Alcance 3	Total general (toneladas)
Graneros			15.238	15.238	15.238
Malloa			5.805	5.805	5.805
Mostazal			11.426	11.426	11.426
Nancagua			7.929	7.929	7.929
Palmilla			5.485	5.485	5.485
Peumo			6.115	6.115	6.115
Placilla			3.761	3.761	3.761
Requínoa	12.669	12.669			12.669
Total general	12.669	12.669	55.759	55.759	68.429

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 (personas)
	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		
Chépica			8.669		7.391	16.060						16.060
Chimbarongo			20.408		17.709	38.117						38.117
Codegua					7.196	7.196			7.183		7.183	14.379
Coinco			3.124		4.815	7.939						7.939
Coltauco			11.843		9.882	21.725						21.725
Doñihue			16.259		6.940	23.199						23.199
Graneros					6.845	6.845			30.545		30.545	37.390
La Estrella					2.026	2.026			1.083		1.083	3.109
Las Cabras			10.004		17.279	27.283						27.283
Litueche					3.359	3.359			3.506		3.506	6.865
Lolol			2.463		4.917	7.380						7.380
Machalí					6.778	6.778			55.702		55.702	62.480
Malloa			5.420		8.825	14.245						14.245
Marchihue					4.266	4.266			3.413		3.413	7.679
Mostazal					7.028	7.028			21.007		21.007	28.035
Nancagua			11.329		8.127	19.456						19.456
Navidad					7.027	7.027					0	7.027
Olivar			9.302		5.529	14.831						14.831
Palmilla					9.641	9.641			3.817		3.817	13.458
Paredones					4.408	4.408			1.901		1.901	6.309
Peralillo			6.655		5.372	12.027						12.027
Peumo			11.770		3.235	15.005						15.005
Pichidegua			9.854		11.083	20.937						20.937
Pichilemu			13.068		5.299	18.367						18.367
Placilla			2.330		6.898	9.228						9.228
Pumanque					3.529	3.529					0	3.529
Quinta de Tilcoco			7.305		6.792	14.097						14.097
Rancagua			237.502		32.610	270.112						270.112
Rengo			46.486		18.345	64.831						64.831
Requínoa			16.759		14.328	31.087						31.087
San Fernando			62.844		17.120	79.964						79.964
San Vicente			26.331		25.187	51.518						51.518
Santa Cruz			22.802		19.082	41.884						41.884
Total general	0	0	562.526	0	318.871	881.397	0	0	128.155	0	128.155	1.009.552

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

5.3.4.5 Emisiones informativas – Generación de energía

Central (SEN)	Tipo combustible corregido	Unidad	Chimbarongo	Mostazal	Olivar	Palmilla	Pichidegua	Requínoa	Total general
Candelaria 1	Gas natural	metros cúbicos		89.537.574					89.537.574
	Petróleo 2 (Diésel)	metros cúbicos		15.188					15.188
Candelaria 2	Gas natural	metros cúbicos		130.766.886					130.766.886
	Petróleo 2 (Diésel)	metros cúbicos		12.931					12.931
Colihues U1	Petróleo 6	metros cúbicos						779	779
Colihues U2	Petróleo 2 (Diésel)	metros cúbicos						29	29
Energía Pacífico	Biomasa	kilogramos		149.757.500					149.757.500
Esperanza 1	Petróleo 2 (Diésel)	metros cúbicos			159				159
Esperanza 2	Petróleo 2 (Diésel)	metros cúbicos			222				222
Esperanza TG	Petróleo 2 (Diésel)	metros cúbicos			101				101
Las Pampas	Biogás	metros cúbicos					0		0
PMGD Ter Mimbres	Petróleo 2 (Diésel)	metros cúbicos	0						0
Santa Irene	Biogás	metros cúbicos				0			0
Tamm	Biogás	metros cúbicos	0						0
			0	370.090.078	482	0	0	808	370.091.368

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	Compostaje	Digestión anaeróbica	Incinerador Continuo	Relleno	Total general (toneladas)
Chimbarongo	2.656				2.656
Puente Alto	2.656				2.656
Mostazal	87.937	4.098	147		92.182
Buín	16.911		147		17.058
Codegua	3.063				3.063
Doñihue		1.087			1.087
Graneros	9.741	1.006			10.747
Machalí	674				674
Molina	46				46
Palmilla		1.003			1.003
Puente Alto	44.371				44.371
Rancagua	8.825				8.825
Requínoa	1.517				1.517
San Fernando	2.789				2.789
San Pedro		947			947
Talca		55			55

Comuna que recibe Comuna de origen	Compostaje	Digestión anaeróbica	Incinerador Continuo	Relleno	Total general (toneladas)
Olivar				2.343	2.343
Graneros				2.343	2.343
Rancagua	3.794			2.528	6.322
Graneros	60			54	114
Malloa	29				29
Mostazal	487			562	1.049
Olivar	638			263	900
Palmilla	1.805			27	1.832
Placilla	376				376
Quinta de Tilcoco	3				3
Rengo				296	296
Requínoa	191				191
San Fernando	40			1.326	1.366
Santa Cruz	143				143
Talca	22				22
Rengo				1.238	1.238
Colina				1.235	1.235
Renca				3	3
Requínoa				28.915	28.915
Algarrobo				135	135
Alhué				19	19
Buin				108	108
Calera				93	93
Casablanca				52	52
Cauquenes				1	1
Cerrillos				28	28
Chillán				95	95
Chimbarongo				224	224
Codegua				1	1
Coltauco				37	37
Concón				99	99
Curicó				665	665
Doñihue				2.935	2.935
El Bosque				56	56
Estación Central				53	53
Graneros				379	379
Huechuraba				7	7
La Cisterna				0	0
La Estrella				74	74
La Florida				286	286

Comuna que recibe Comuna de origen	Compostaje	Digestión anaeróbica	Incinerador Continuo	Relleno	Total general (toneladas)
La Reina				383	383
Las Cabras				135	135
Las Condes				69	69
Linares				41	41
Lo Prado				22	22
Los Andes				11	11
Los Ángeles				218	218
Machalí				487	487
Macul				77	77
Maipú				431	431
Malloa				254	254
Melipilla				49	49
Molina				285	285
Mostazal				907	907
Ñuñoa				422	422
Olivar				85	85
Osorno				30	30
Padre Hurtado				60	60
Paine				735	735
Palmilla				35	35
Parral				1	1
Peñalolén				527	527
Peralillo				13	13
Peumo				791	791
Pichidegua				267	267
Placilla				587	587
Providencia				13	13
Puchuncaví				133	133
Pudahuel				26	26
Puente Alto				153	153
Puerto Montt				28	28
Puerto Varas				21	21
Quilicura				6	6
Quillón				5	5
Quillota				129	129
Quilpué				231	231
Quinta de Tilcoco				201	201
Rancagua				7.022	7.022
Recoleta				20	20
Renca				4	4

Comuna que recibe Comuna de origen	Compostaje	Digestión anaeróbica	Incinerador Continuo	Relleno	Total general (toneladas)
Rengo				1.531	1.531
San Antonio				165	165
San Bernardo				128	128
San Carlos				2	2
San Clemente				90	90
San Felipe				10	10
San Fernando				2.089	2.089
San Javier				129	129
San Joaquín				156	156
San Miguel				38	38
San Pedro				82	82
San Vicente				1.964	1.964
Santa Cruz				930	930
Santiago				96	96
Talagante				22	22
Talca				132	132
Valparaíso				228	228
Villa Alemana				254	254
Viña del Mar				608	608
Total general	94.387	4.098	147	35.025	133.658

**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	Total general (toneladas)
Pichilemu	9.327	9.327
La Estrella	2.062	2.062
Marchihue	2.224	2.224
Navidad	5.041	5.041
Requínoa	205.705	205.705
Chimbarongo	12.462	12.462
Codegua	4.512	4.512
Coinco	2.669	2.669
Coltauco	6.273	6.273
Doñihue	9.204	9.204
Las Cabras	10.288	10.288
Machalí	24.776	24.776
Olivar	4.711	4.711
Quinta de Tilcoco	5	5

Comuna que recibe Comuna de origen	Relleno	Total general (toneladas)
Rancagua	104.461	104.461
Rengo	26.344	26.344
Total general	215.032	215.032

Fuente: RETC – Residuos Municipales

5.3.4.6.3 Residuos domiciliarios – Estimados

Comuna que recibe Comuna de origen	Relleno	Total general (toneladas)
Requínoa	38.584	38.584
Graneros	15.238	15.238
Malloa	5.805	5.805
Mostazal	11.426	11.426
Peumo	6.115	6.115
Total general	38.584	38.584

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)
Rancagua					
Codegua	0	0	7.183	0	7.183
Graneros	0	0	30.545	0	30.545
La Estrella	0	0	1.083	0	1.083
Litueche	0	0	3.506	0	3.506
Machalí	0	0	55.702	0	55.702
Marchihue	0	0	3.413	0	3.413
Mostazal	0	0	21.007	0	21.007
Navidad	0	0	0	0	0
Palmilla	0	0	3.817	0	3.817
Paredones	0	0	1.901	0	1.901
Pumanque	0	0	0	0	0
Total general	0	0	128.155	0	128.155

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 del Libertador Bernardo O'Higgins.

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	957,1	1.679,2	84,0	2.720,3
Residencial-Comercial	349,6	358,7	17,9	726,2
Industrial	607,6	1.320,6	66,0	1.994,2
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	0,0			0,0
Transporte	1.512,4	1,6	0,0	1.514,0
Transporte por carretera	1.507,0	1,6	0,0	1.508,6
Ferroviario	0,0	0,0	0,0	0,0
Transporte marítimo	0,2	0,0	0,0	0,2
Aviación	5,2	0,0	0,0	5,2
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	213,6	0,0	767,4	981,0
Disposición y Tratamiento de Residuos generados en la ciudad	101,8		750,9	852,7
Tratamiento de Aguas Residuales generados en la ciudad	111,8		16,6	128,3
Suelos gestionados (Remociones)	0,0	0,0	0,0	0,0
Emisión GEI Total (ktCO₂e)	2.683,1	1.680,8	851,4	5.215,3
Emisión GEI Total Neto (ktCO₂e)	2.683,1	1.680,8	851,4	5.215,3

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	519,3
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	521,8
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	16,6
Emisiones directas CO ₂ biogénico	682,7
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)	1.009.552	tCO ₂ e/habitante	5,2
Superficie (km ²)	16.388	tCO ₂ e/km ²	318,2

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	Chépica	Chimbarongo	Codegua	Coinco	Coltauco	Doñihue	Graneros	La Estrella	Las Cabras
Energía estacionaria	14	50	22	8	30	96	66	16	48
Residencial, comercial	8	23	8	4	11	13	20	5	22
Alcance 1: Emisiones directas	4	10	4	2	6	6	10	1	10
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	4	12	4	2	5	6	10	4	12
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	1	0	0	0	0	1	0	1
Industrial	5	27	14	3	19	83	45	11	26
Alcance 1: Emisiones directas	2	8	5	1	9	4	4	0	10
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	3	18	8	3	10	75	40	10	15
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	1	0	0	0	4	2	1	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	23	45	27	14	25	28	34	12	35
Transporte por carretera	23	45	27	14	25	28	34	12	35
Alcance 1: Emisiones directas	23	45	27	14	25	28	33	12	35
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0	1	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	12	28	10	6	13	32	36	4	19
Disp y tratamiento de residuos generados en la ciudad	9	23	9	5	10	29	31	4	16
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	9	23	9	5	10	29	31	4	16
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	2	5	2	1	3	3	5	0	3
Alcance 1: Emisiones directas	2	5	1	1	3	3	1	0	3
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	1	0	0	0	4	0	0
Total Alcance 1 (kt CO₂e)	32	68	37	17	42	42	48	13	59
Total Alcance 2 (kt CO₂e)	7	31	12	5	15	81	50	14	26
Total Alcance 3 (kt CO₂e)	10	25	10	5	11	33	38	5	17
Total Emisiones (kt CO₂e)	48	123	60	27	68	156	136	32	102
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	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	7	17	6	3	10	10	16	1	13
Indicadores									
Habitantes	16.060	38.117	14.379	7.939	21.725	23.199	37.390	3.109	27.283
Superficie (km ²)	503	498	287	98	225	78	113	435	749
Emisiones por habitante (t CO ₂ e/habitante)	3	3	4	3	3	7	4	10	4
Emisiones por superficie (t CO ₂ e/km ²)	96	247	209	277	303	2.001	1.201	74	136

Tabla 10. Resultados por comuna (continuación)

Sector / subsector	Litueche	Lolol	Machalí	Malloa	Marchihue	Mostazal	Nancagua	Navidad	Olivar
Energía estacionaria	13	11	712	19	42	90	25	6	25
Residencial, comercial	5	4	39	7	6	24	10	5	14
Alcance 1: Emisiones directas	2	2	16	4	2	7	5	2	8
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	3	2	22	4	4	16	5	3	5
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Industrial	8	6	672	11	36	65	15	1	11
Alcance 1: Emisiones directas	0	2	124	4	2	8	4	0	5
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	7	4	522	7	32	55	10	0	6
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	26	0	2	3	1	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	20	15	72	28	190	26	24	13	23
Transporte por carretera	20	15	72	28	190	26	24	13	23
Alcance 1: Emisiones directas	20	15	72	28	190	26	24	13	23
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	6	5	53	12	5	27	16	10	12
Disp y tratamiento de residuos generados en la ciudad	5	4	45	10	4	23	13	9	10
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	5	4	45	10	4	23	13	9	10
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	1	1	8	2	1	4	2	1	2
Alcance 1: Emisiones directas	0	1	1	2	1	1	2	1	2
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	7	0	0	3	0	0	0
Total Alcance 1 (kt CO₂e)	23	20	213	37	194	41	36	16	38
Total Alcance 2 (kt CO₂e)	10	7	544	10	36	71	15	4	11
Total Alcance 3 (kt CO₂e)	6	4	79	10	6	29	14	10	10
Total Emisiones (kt CO₂e)	39	31	837	58	237	142	64	29	60
Informativas									
Generación de energía suministrada a la red	0	0	0	0	0	516	0	0	1
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	0	0	0	0	0	16	0	0	4
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emisiones directas CO ₂ biogénico	3	3	27	6	3	246	9	3	7
Indicadores									
Habitantes	6.865	7.380	62.480	14.245	7.679	28.035	19.456	7.027	14.831
Superficie (km ²)	619	597	2.586	113	660	524	111	300	45
Emisiones por habitante (t CO ₂ e/habitante)	6	4	13	4	31	5	3	4	4
Emisiones por superficie (t CO ₂ e/km ²)	63	52	324	513	359	271	580	96	1.327

Tabla 10. Resultados por comuna (continuación)

Sector / subsector	Palmilla	Paredones	Peralillo	Peumo	Pichidegua	Pichilemu	Placilla	Pumanque	Quinta de Tilcoco
Energía estacionaria	20	4	13	26	32	18	16	4	19
Residencial, comercial	7	3	7	8	13	14	6	3	7
Alcance 1: Emisiones directas	3	2	3	4	5	5	2	1	4
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	3	2	4	4	7	9	3	2	3
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrial	13	1	6	17	18	3	10	1	12
Alcance 1: Emisiones directas	3	0	2	3	3	2	2	0	1
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	9	1	4	14	15	1	8	1	10
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	0	1	1	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	29	12	19	20	28	34	14	11	27
Transporte por carretera	29	12	19	20	28	34	14	11	27
Alcance 1: Emisiones directas	29	12	19	20	28	34	14	11	27
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	13	5	9	15	7	67	8	2	2
Disp y tratamiento de residuos generados en la ciudad	11	4	8	13	4	65	7	1	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	65	0	0	0
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	11	4	8	13	4	0	7	1	0
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	2	1	2	2	3	2	1	0	2
Alcance 1: Emisiones directas	1	1	2	2	3	2	1	0	2
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Alcance 1 (kt CO₂e)	36	14	25	28	39	107	20	12	34
Total Alcance 2 (kt CO₂e)	12	3	8	18	22	11	11	3	14
Total Alcance 3 (kt CO₂e)	12	5	8	14	6	1	8	1	1
Total Emisiones (kt CO₂e)	61	22	42	60	66	118	38	16	48
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	0	0	17	0	0	0
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emisiones directas CO ₂ biogénico	6	3	5	7	9	8	4	2	6
Indicadores									
Habitantes	13.458	6.309	12.027	15.005	20.937	18.367	9.228	3.529	14.097
Superficie (km ²)	237	562	283	153	320	749	147	441	93
Emisiones por habitante (t CO ₂ e/habitante)	5	3	3	4	3	6	4	5	3
Emisiones por superficie (t CO ₂ e/km ²)	258	39	147	391	208	158	262	37	521

Tabla 10. Resultados por comuna (continuación)

Sector / subsector	Rancagua	Rengo	Requinoa	San Fernando	San Vicente	Santa Cruz
Energía estacionaria	626	149	202	147	101	55
Residencial, comercial	252	41	24	54	30	26
Alcance 1: Emisiones directas	149	17	8	21	13	11
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	98	23	15	31	16	15
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	5	1	1	2	1	1
Industrial	374	108	177	93	72	28
Alcance 1: Emisiones directas	281	17	48	28	11	15
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	88	86	124	62	58	13
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	4	4	6	3	3	1
Emisiones fugitivas en Industrias de Energía	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0
Transporte	368	55	37	99	62	45
Transporte por carretera	364	55	37	99	62	45
Alcance 1: Emisiones directas	364	55	37	99	62	45
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	1	0	0	0	0
Ferroviario	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0
Marítimo	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0
Aviación	5	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	5	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0
Transporte fuera de carretera	0	0	0	0	0	0
Alcance 1: Emisiones directas	0	0	0	0	0	0
Alcance 2: Emisiones indirectas por energía importada	0	0	0	0	0	0
Residuos	286	55	31	79	56	41
Disp y tratamiento de residuos generados en la ciudad	252	47	27	69	49	36
Alcance 1: Emisiones directas	11	0	26	0	0	0
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	241	47	0	69	49	36
Disp. y tratamiento de aguas residuales generados en la ciudad	35	8	4	10	6	5
Alcance 1: Emisiones directas	35	8	4	10	6	5
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	0	0	0	0	0	0
Total Alcance 1 (kt CO ₂ e)	844	97	123	158	92	76
Total Alcance 2 (kt CO ₂ e)	186	109	139	93	74	27
Total Alcance 3 (kt CO ₂ e)	250	52	7	74	53	37
Total Emisiones (kt CO ₂ e)	1.281	259	270	325	219	141
Informativas						
Generación de energía suministrada a la red	0	0	2	0	0	0
Disposición y Tratamiento de Residuos generados por terceros.	5	2	477	0	0	0
Tratamiento de Aguas Residuales generados por terceros.	17	0	0	0	0	0
Emisiones directas CO ₂ biogénico	124	28	14	35	22	18
Indicadores						
Habitantes	270.112	64.831	31.087	79.964	51.518	41.884
Superficie (km ²)	260	592	673	2.441	476	420
Emisiones por habitante (t CO ₂ e/habitante)	5	4	9	4	4	3
Emisiones por superficie (t CO ₂ e/km ²)	4.926	437	401	133	460	335

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:

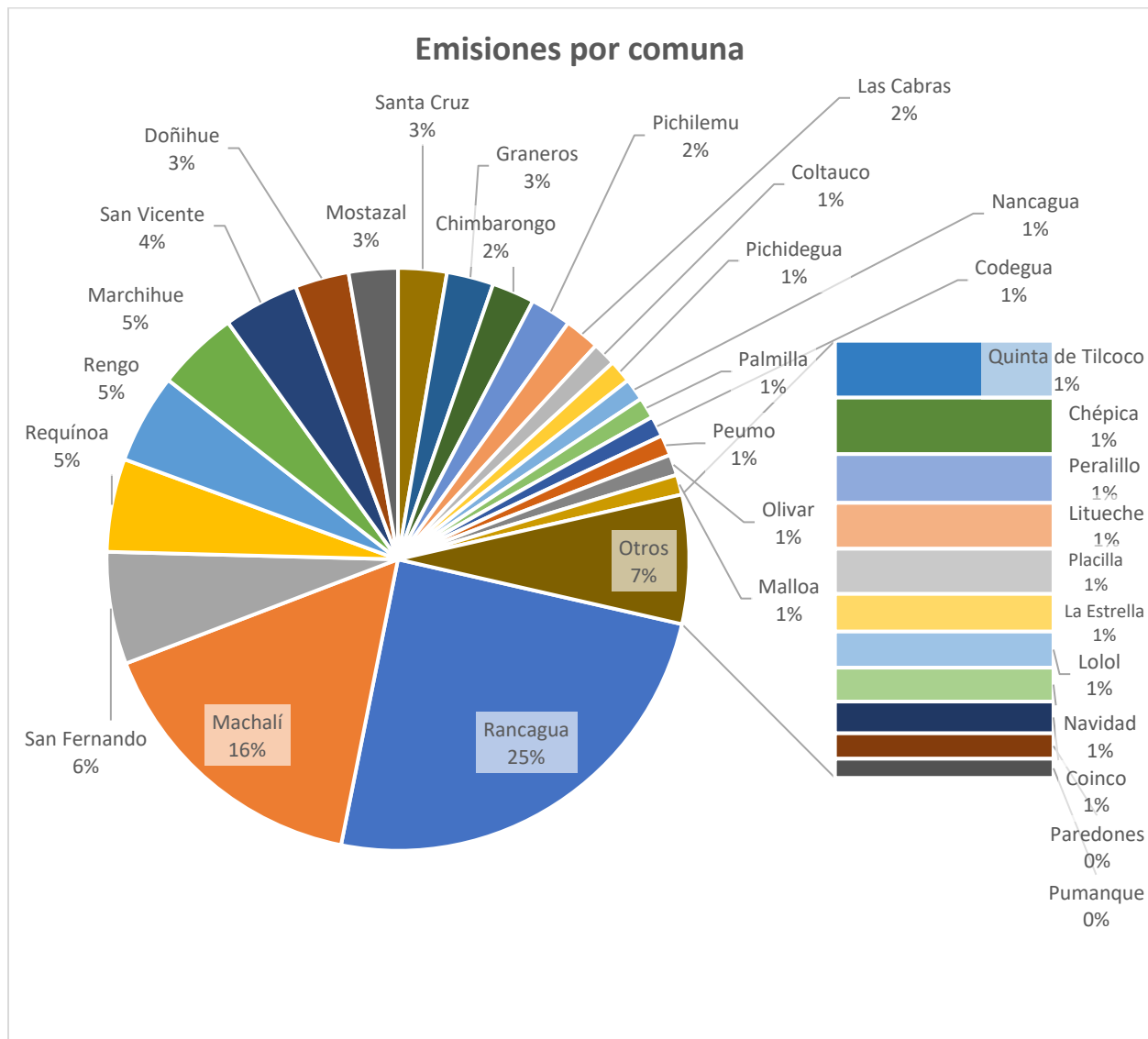


Figura 4. Emisiones por comuna

Se puede observar que el 52% de las emisiones están asociadas a las comunas de Rancagua, Machalí, San Fernando y Requínoa. El 48% restante corresponde a emisiones de las otras 29 comunas de la región.

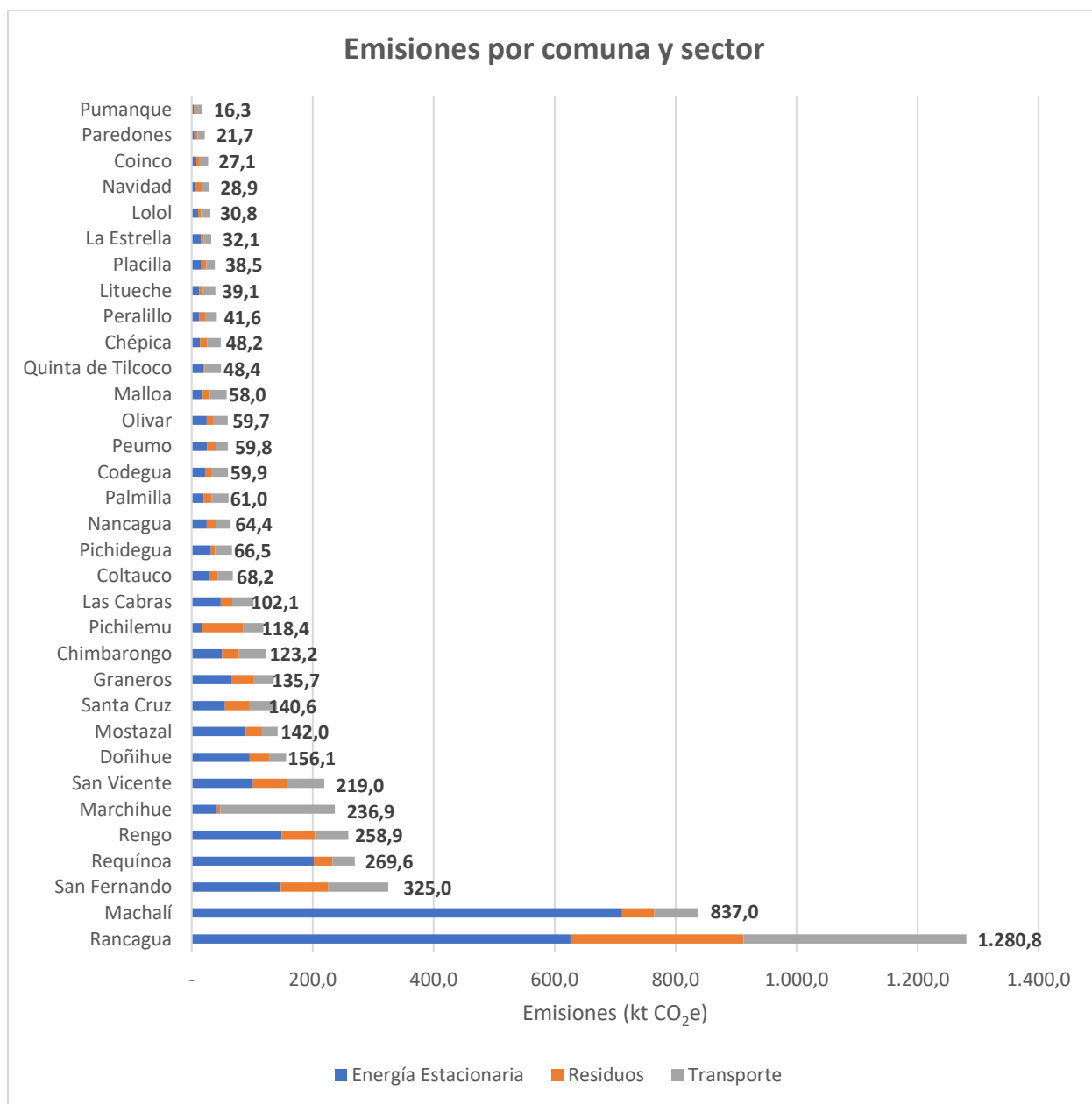


Figura 5. Emisiones por comuna y sector

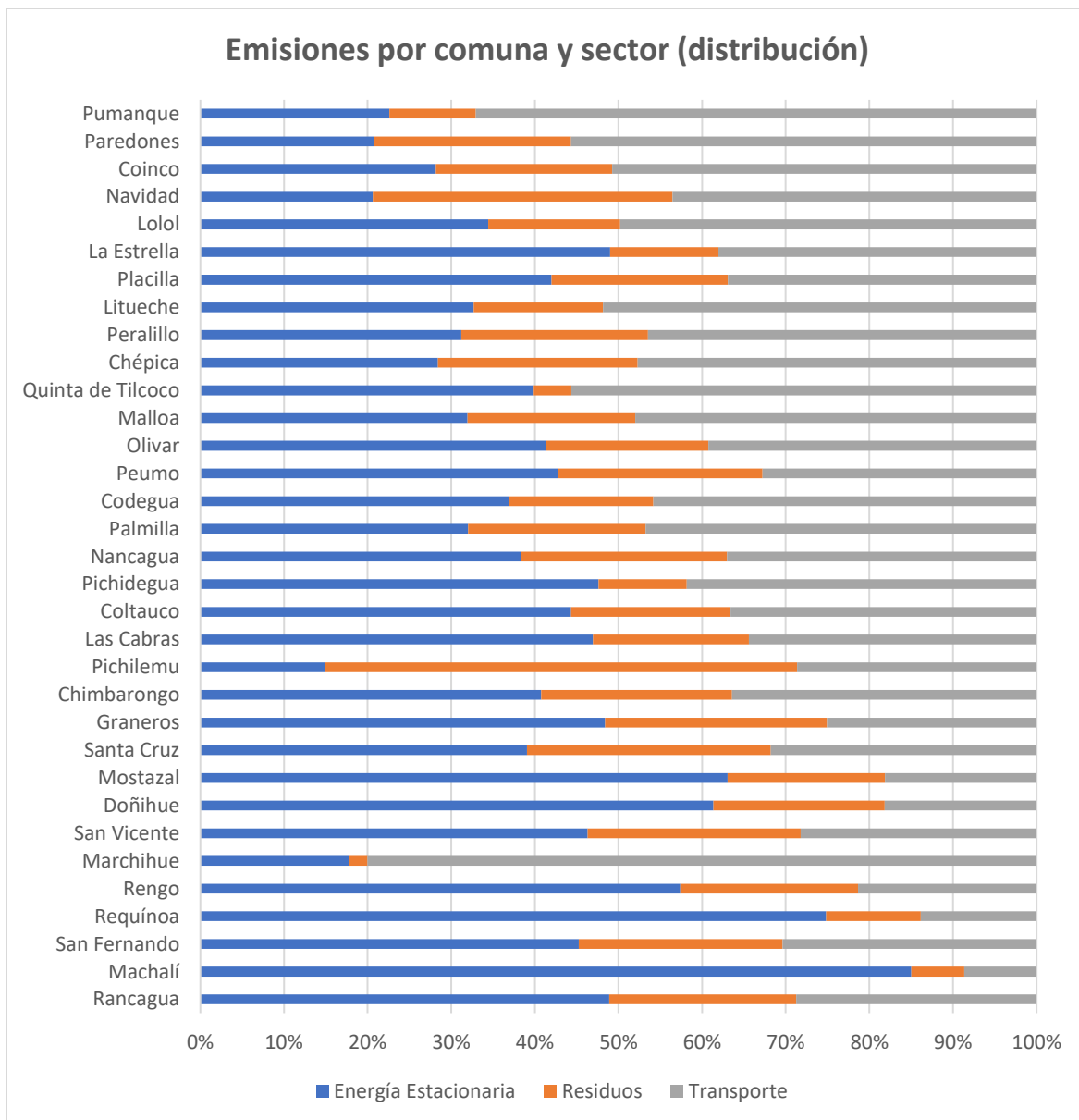


Figura 6. Distribución de emisiones por comuna y sector

A partir de los gráficos se puede observar que el sector más relevante en términos de emisiones cambia de comuna a comuna y que no se nota una tendencia general. Las comunas de Rancagua y Machalí son las que más emisiones aportan a la Región; 1.280,8 y 837,0 kt CO₂e respectivamente, concentrando sus emisiones en el sector de energía estacionaria (sobre el 45% de las emisiones de la comuna). Les sigue la comuna de San Fernando, que aporta 325,0 kt CO₂e.

7.1 ENERGÍA ESTACIONARIA

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

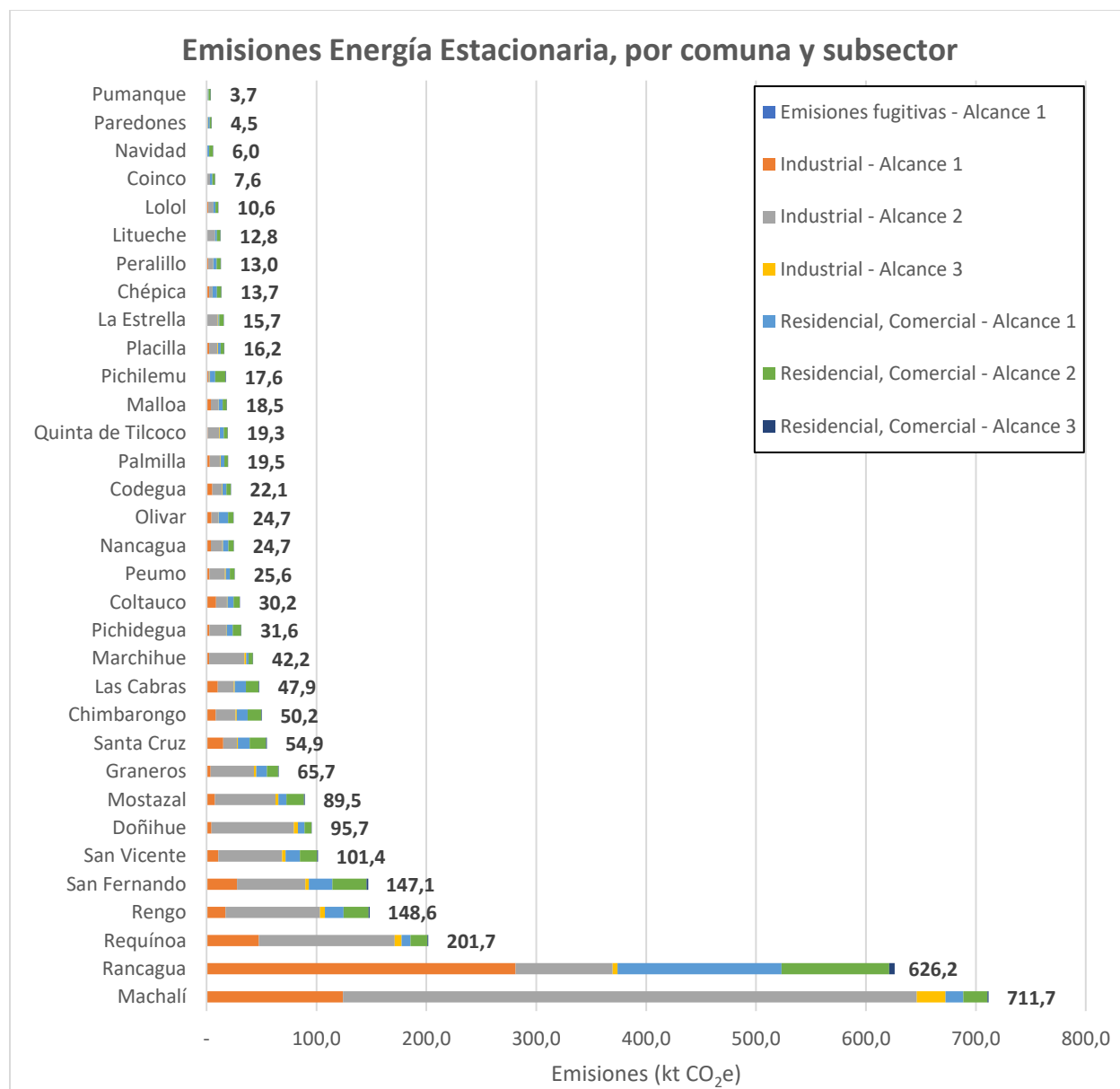


Figura 7. Emisiones del sector energía estacionaria, por comuna, subsector y alcance.

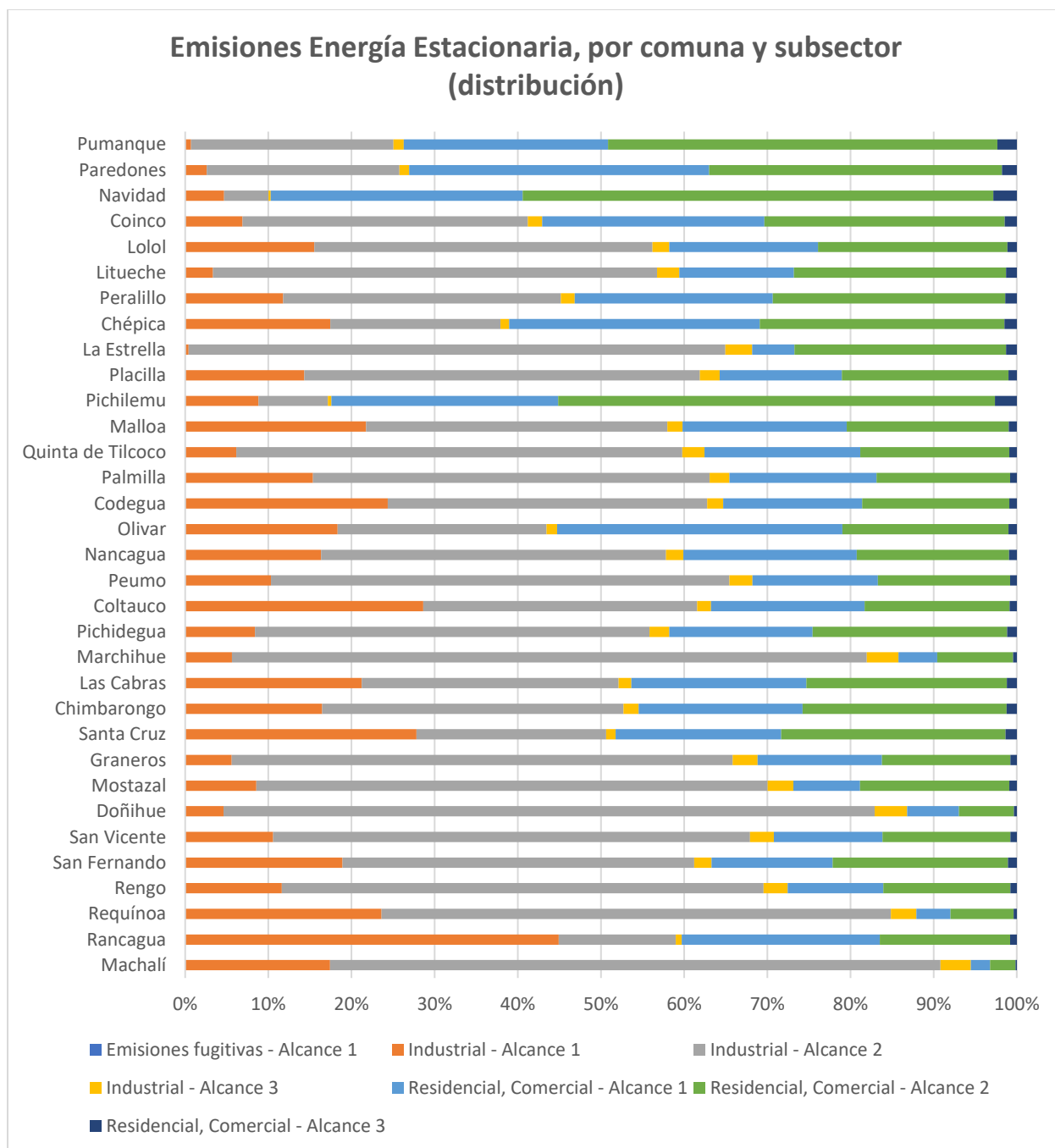


Figura 8. Distribución de emisiones del sector energía estacionaria, por comuna, subsector y alcance.

En el sector de energía estacionaria, las comunas que más emisiones contribuyen a la región son Machalí y Rancagua. 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 industrial; a nivel regional, este abarca el 73% de las emisiones del sector. Las comunas que presentan mayor parte de sus emisiones en el subsector industrial son Machalí (94%), Requínoa (88%) y Doñihue (89%). Por el contrario, las que presentan más emisiones

en el subsector residencial y, en consecuencia, menos emisiones en el subsector industrial son Navidad (90%), Pichilemu (86%) y Pumanque (74%).

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

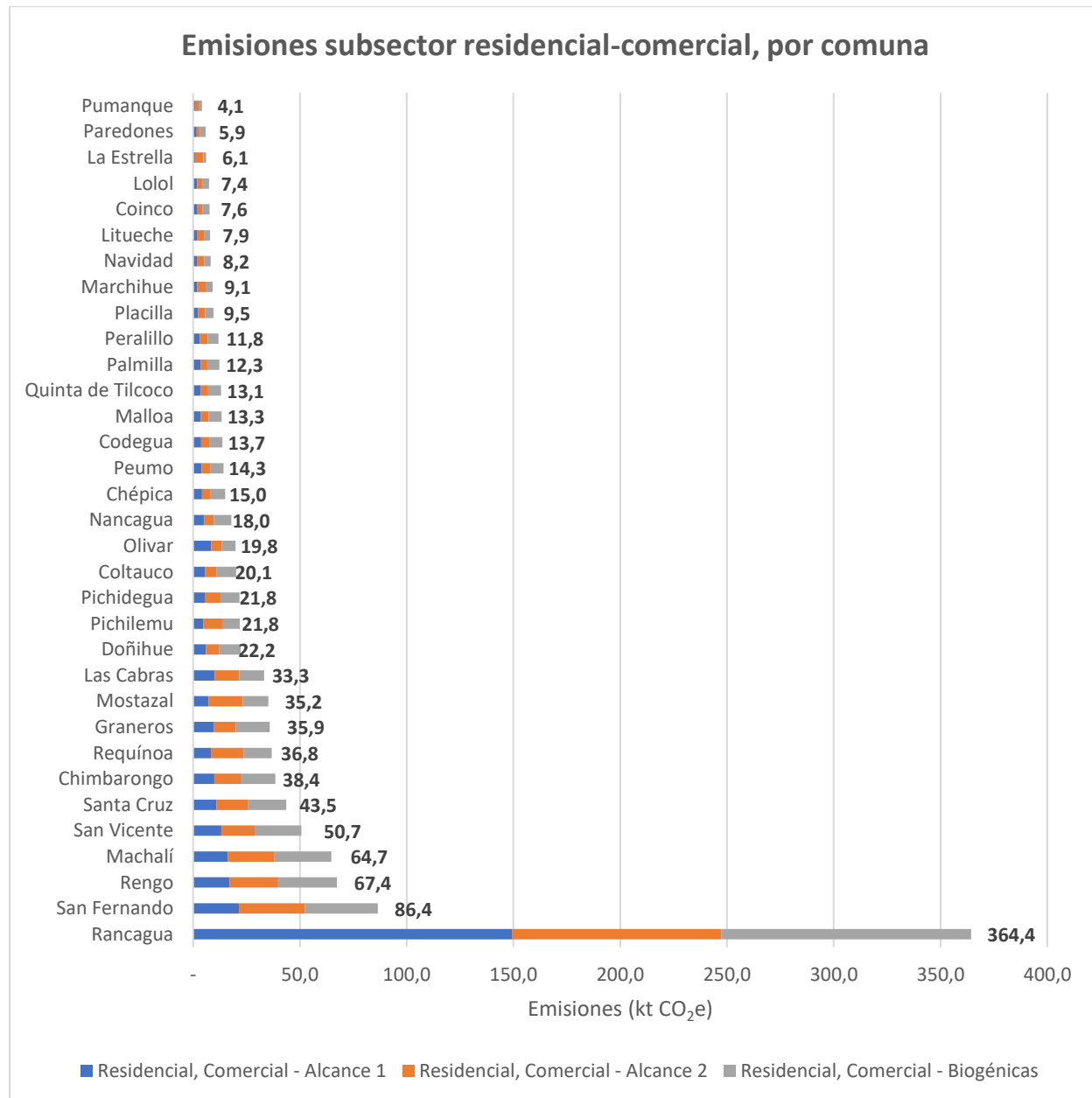


Figura 9. Emisiones del subsector Residencial, Comercial

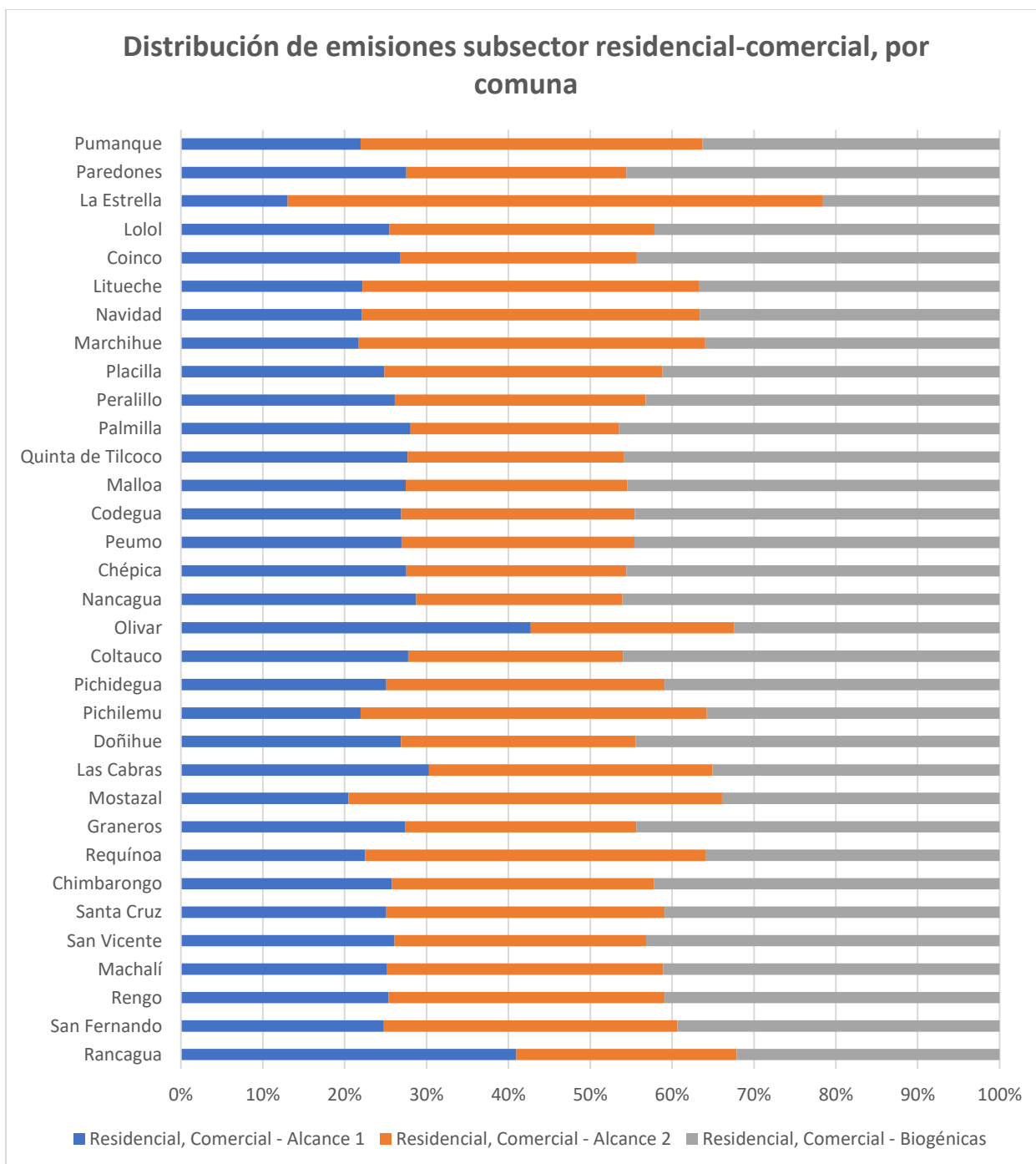


Figura 10. Distribución de emisiones del sector Residencial, Comercial

La comuna de Rancagua es la que presenta más emisiones asociadas al sector residencial. Al observar los datos de la región completa, las emisiones que más aportan al subsector residencial son las biogénicas, que aportan el 37,8% de las emisiones asociadas al subsector. Le siguen las emisiones relacionadas con el consumo de electricidad (alcance 2), que aportan con el 31,4% de las emisiones del gráfico. Finalmente, se encuentran las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles, aportan con el 30,6% de las emisiones del subsector residencial-comercial.

A nivel comunal el aporte de las biogénicas varía entre un 21,6% (La Estrella) y un 46,5% (Palmilla). Respecto al alcance 2 a nivel comunal, el aporte varía entre un 24,8% (Olivar) y un 65,4% (Lo Estrella). Finalmente, las emisiones de alcance 1, aportan entre un 13,0% (La Estrella) y un 42,7% (Olivar)¹⁰.

El gráfico a continuación muestra las emisiones residenciales por habitante. La comuna con el indicador más alto es La Estrella, con 1,97 t CO₂e/habitante. Le sigue Rancagua, con 1,35 t CO₂e/habitante. Al comparar el indicador de La Estrella con Palmilla (comuna con el indicador de menor valor), se observa que el primer valor es 2,1 veces el segundo.

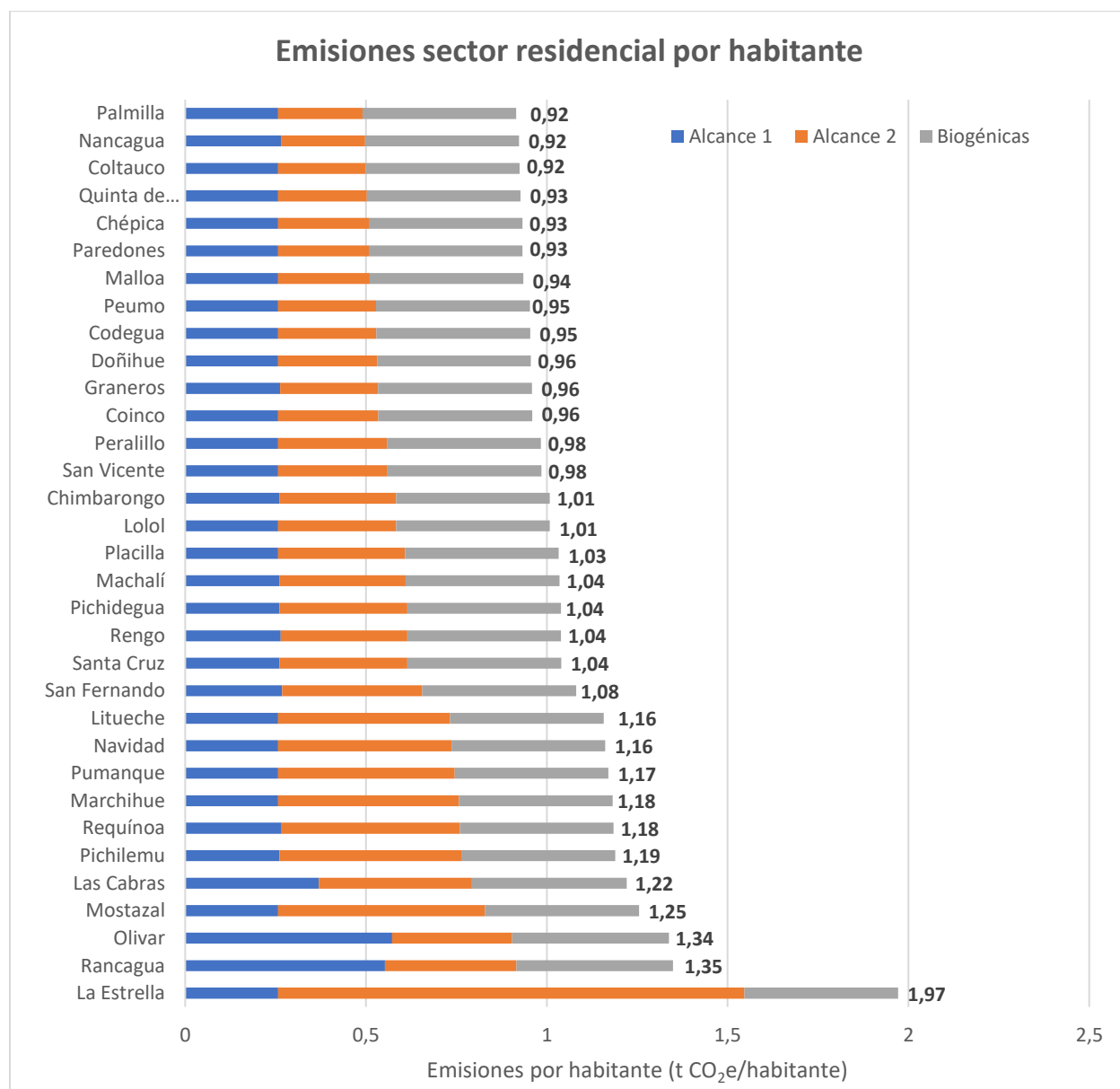


Figura 11. Emisiones por habitante para el sector Residencial, Comercial.

¹⁰ Es importante destacar que las emisiones 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.

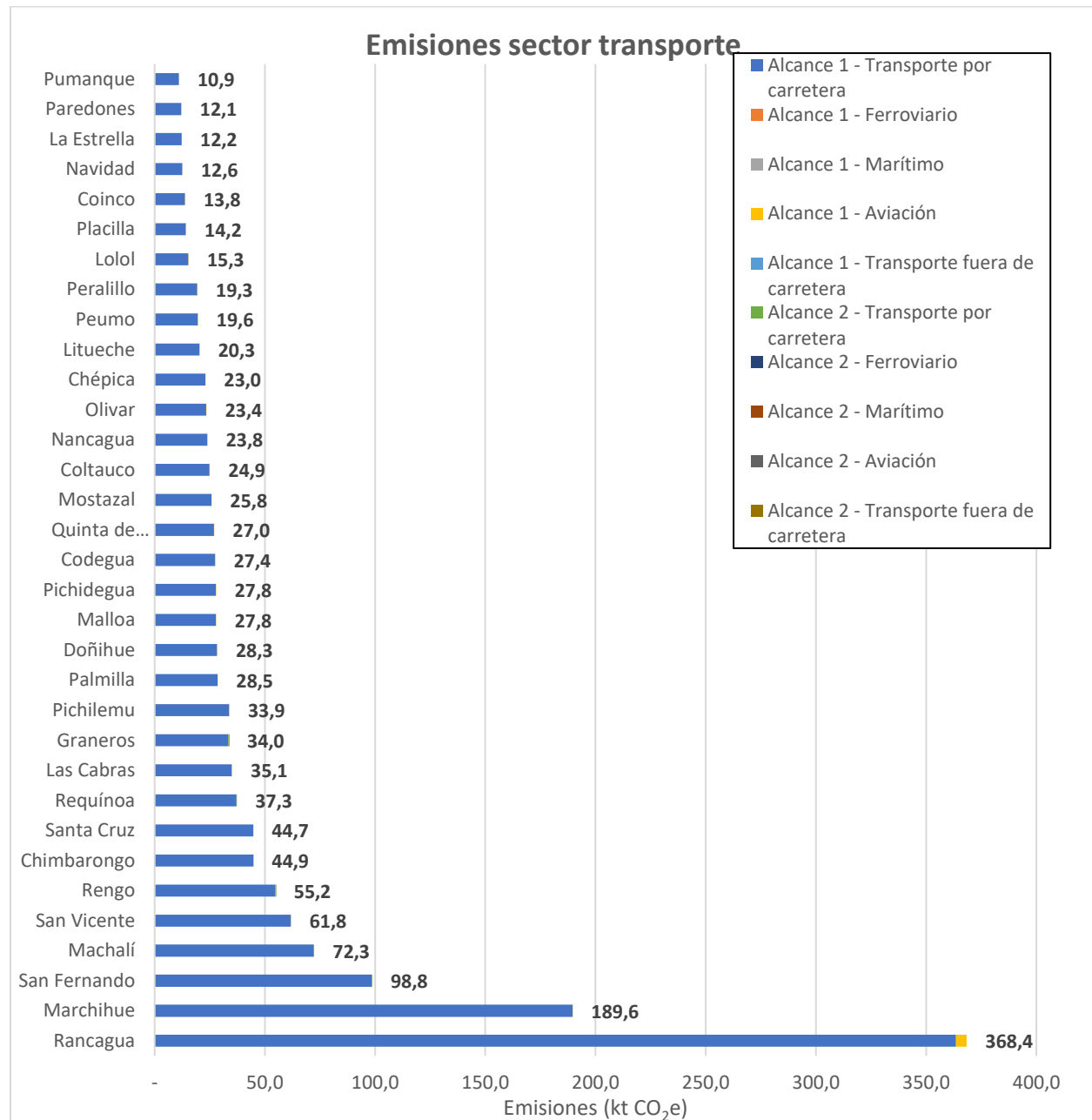


Figura 12. Emisiones del sector Transporte

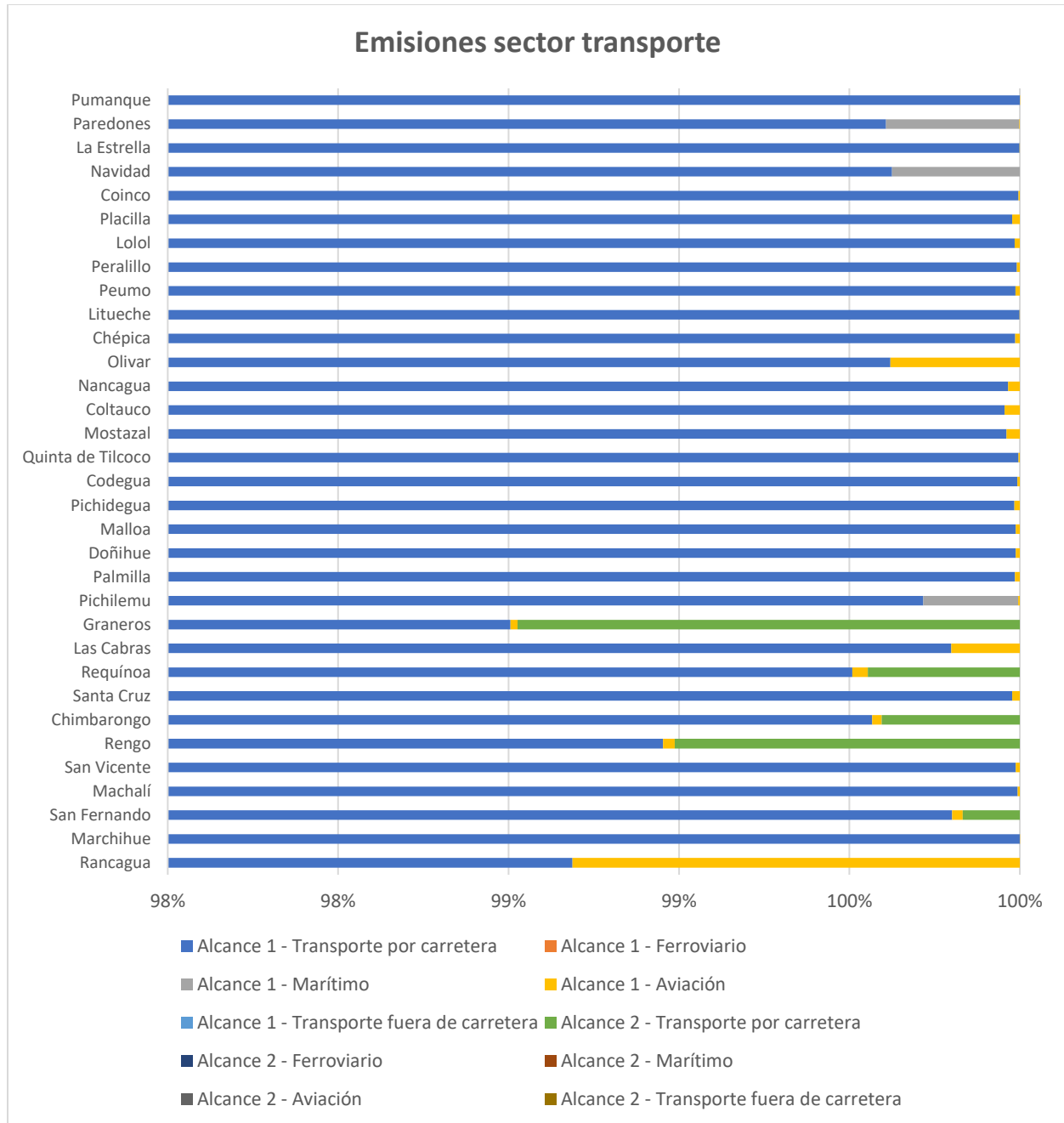


Figura 13. Distribución de emisiones del sector Transporte

En la mayoría de las comunas, el subsector más relevante es el transporte por carretera en alcance 1 (sobre el 98% de las emisiones del sector por comuna). Graneros y Rengo tienen un aporte menor asociado a transporte por carretera en alcance 2 (menos del 1%) y Rancagua presenta una fracción menor asociada a aviación (menos del 1%).

Finalmente, se presentan las emisiones del sector Transporte por habitante. Marchihue presenta el indicador de mayor valor (24,7 t CO₂e/habitante). El resto de las comunas presentan un indicador entre 0,9 y 3,9 t CO₂e/habitante. Se destaca que el indicador de Marchihue es 27,4 veces el de Rengo (comuna con el indicador de menor valor).

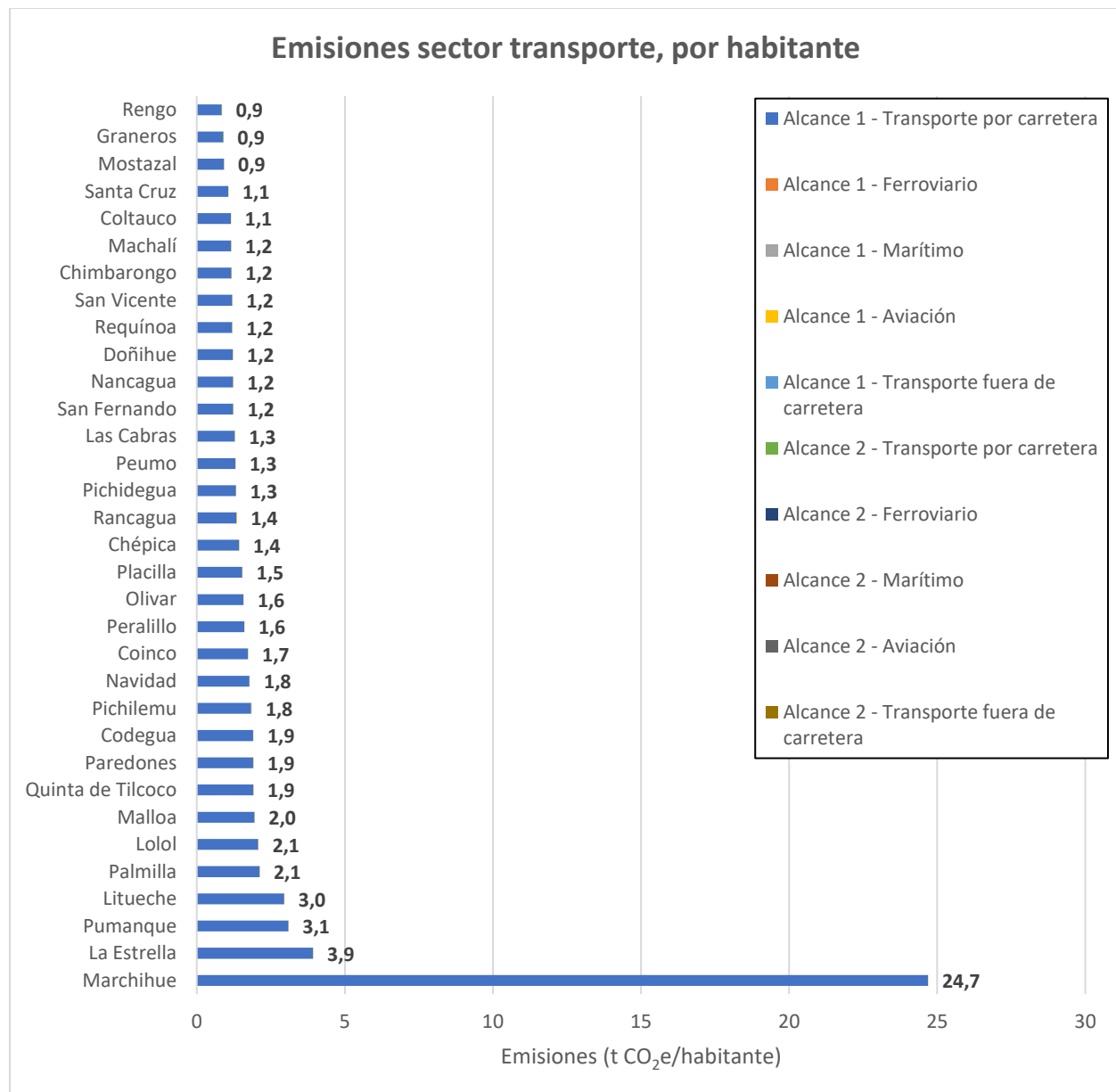


Figura 14. Emisiones del sector Transporte por habitante

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.

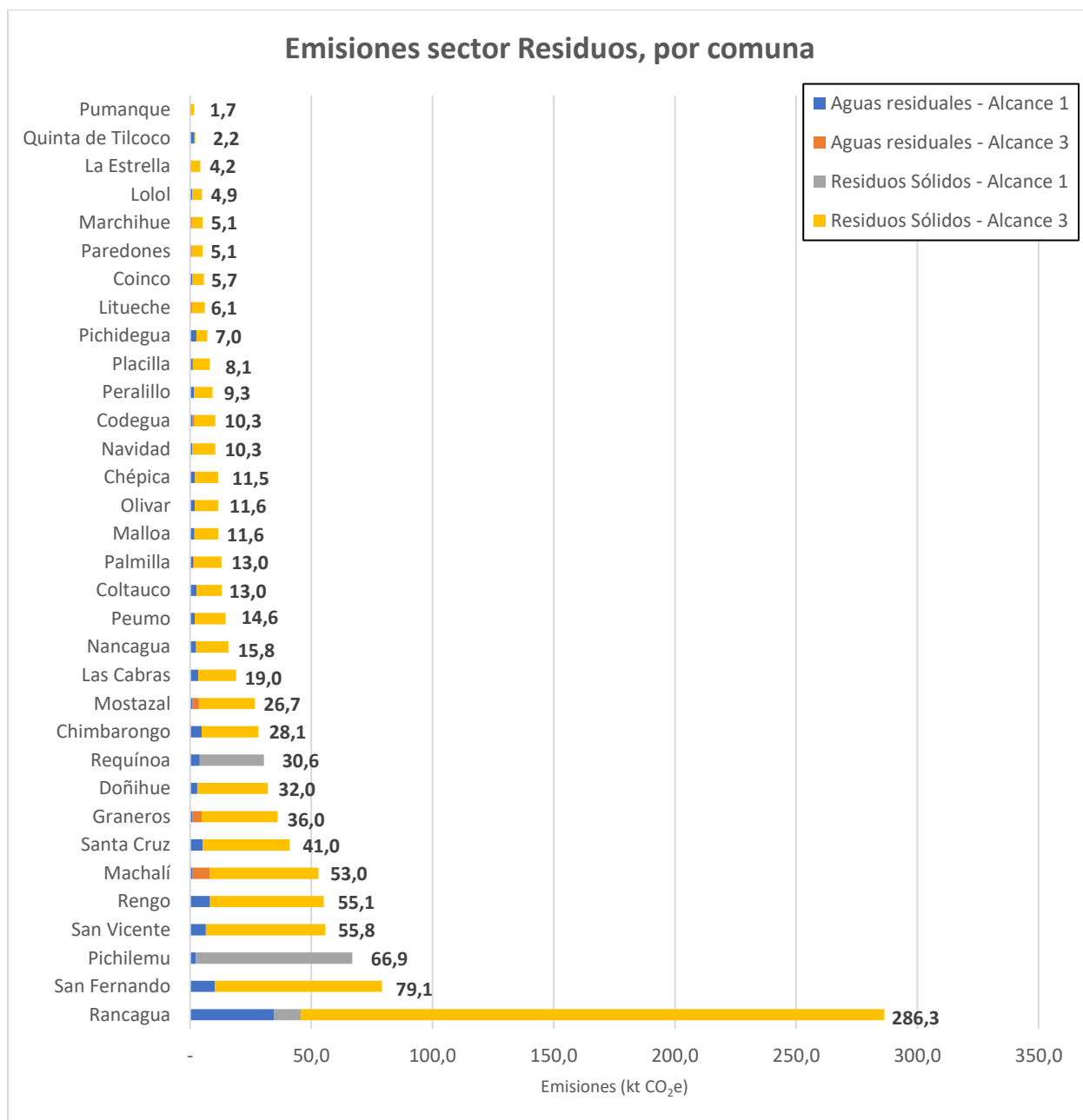


Figura 15. Emisiones sector Residuos

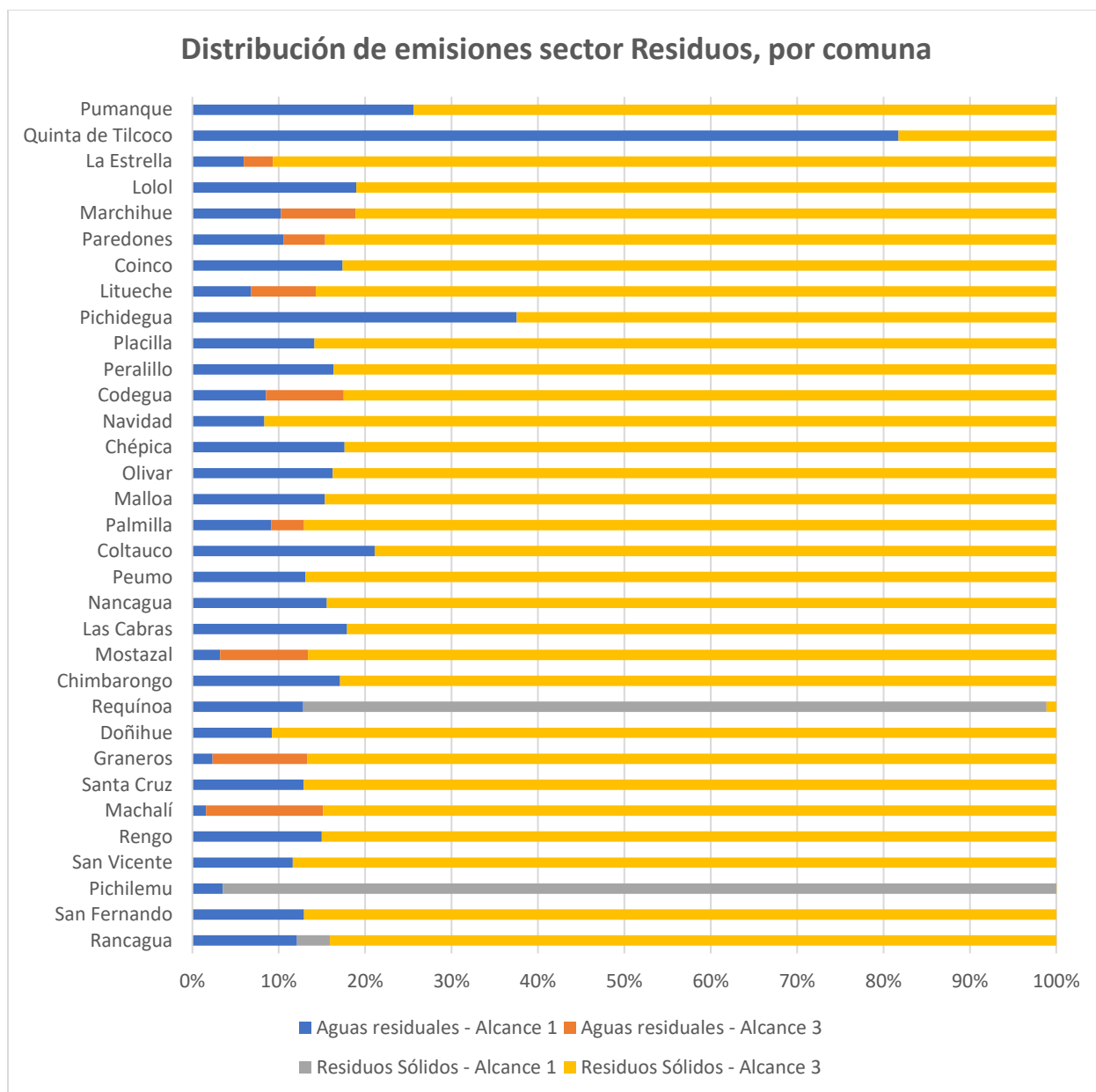


Figura 16. Distribución de emisiones del sector Residuos

Las comunas de Rancagua, San Fernando y Pichilemu son las que presentan más emisiones asociadas al sector. 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. Las excepciones son Pichilemu y Requínoa.

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

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.

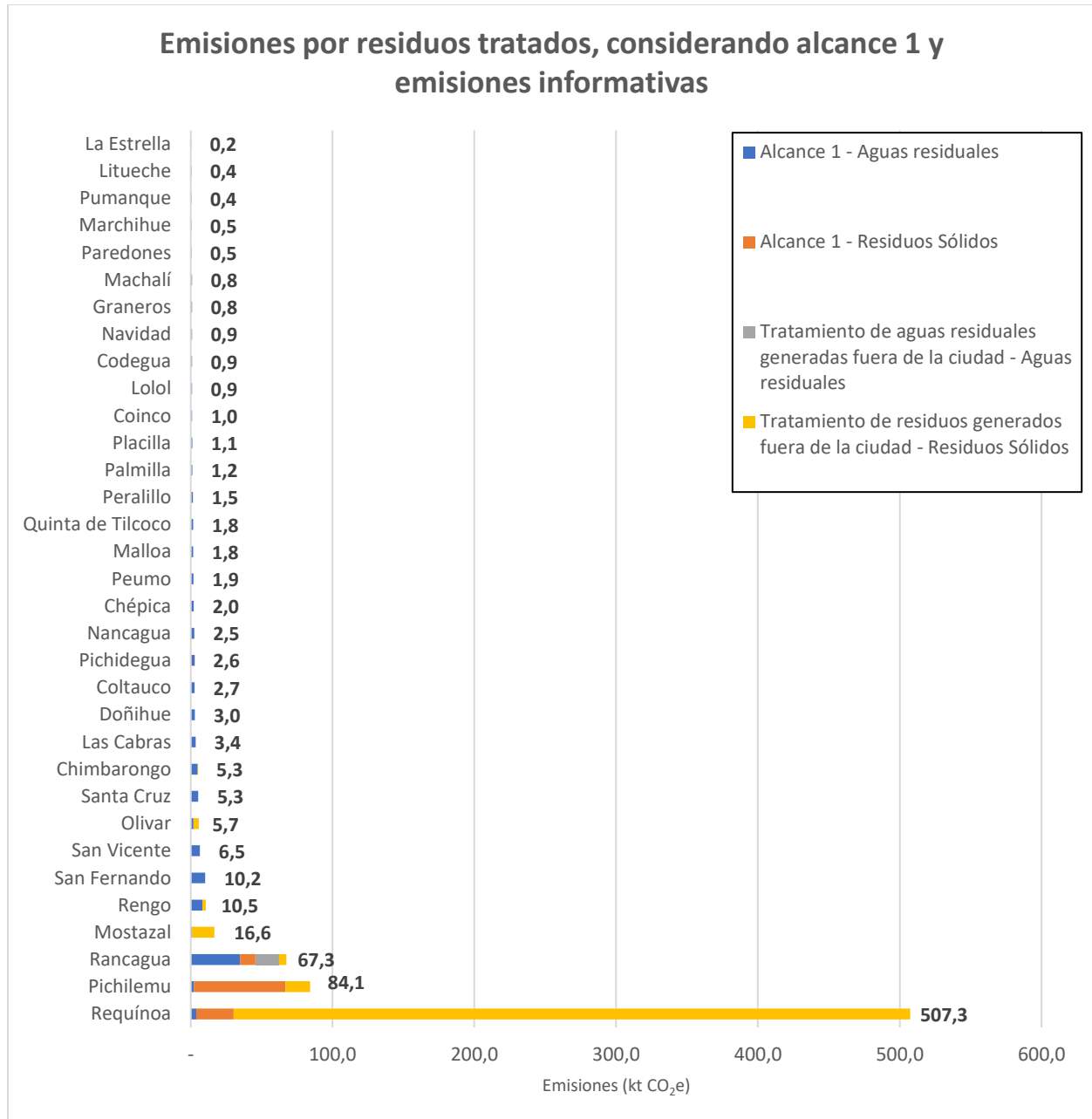


Figura 17. Emisiones del sector Residuos, por comuna de tratamiento

La comuna que presenta más emisiones es Requínoa, seguida por Pichilemu y Rancagua. Es importante destacar que, en el caso de Requínoa, la mayor parte de las emisiones son asociadas a residuos sólidos que son generados fuera de la comuna, pero tratadas dentro de esta. Pichilemu y Rancagua presentan más emisiones de alcance 1 (residuos propios) que informativas (residuos originados por otras comunas).

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). Pichilemu es la comuna que reporta más emisiones por habitante. Al comparar la comuna con mayor intensidad de emisiones en el sector (Pichilemu) con la de menor intensidad (Quinta de Tilcoco), se puede ver que el valor del indicador de Pichilemu es 24,3 veces el de Quinta de Tilcoco.

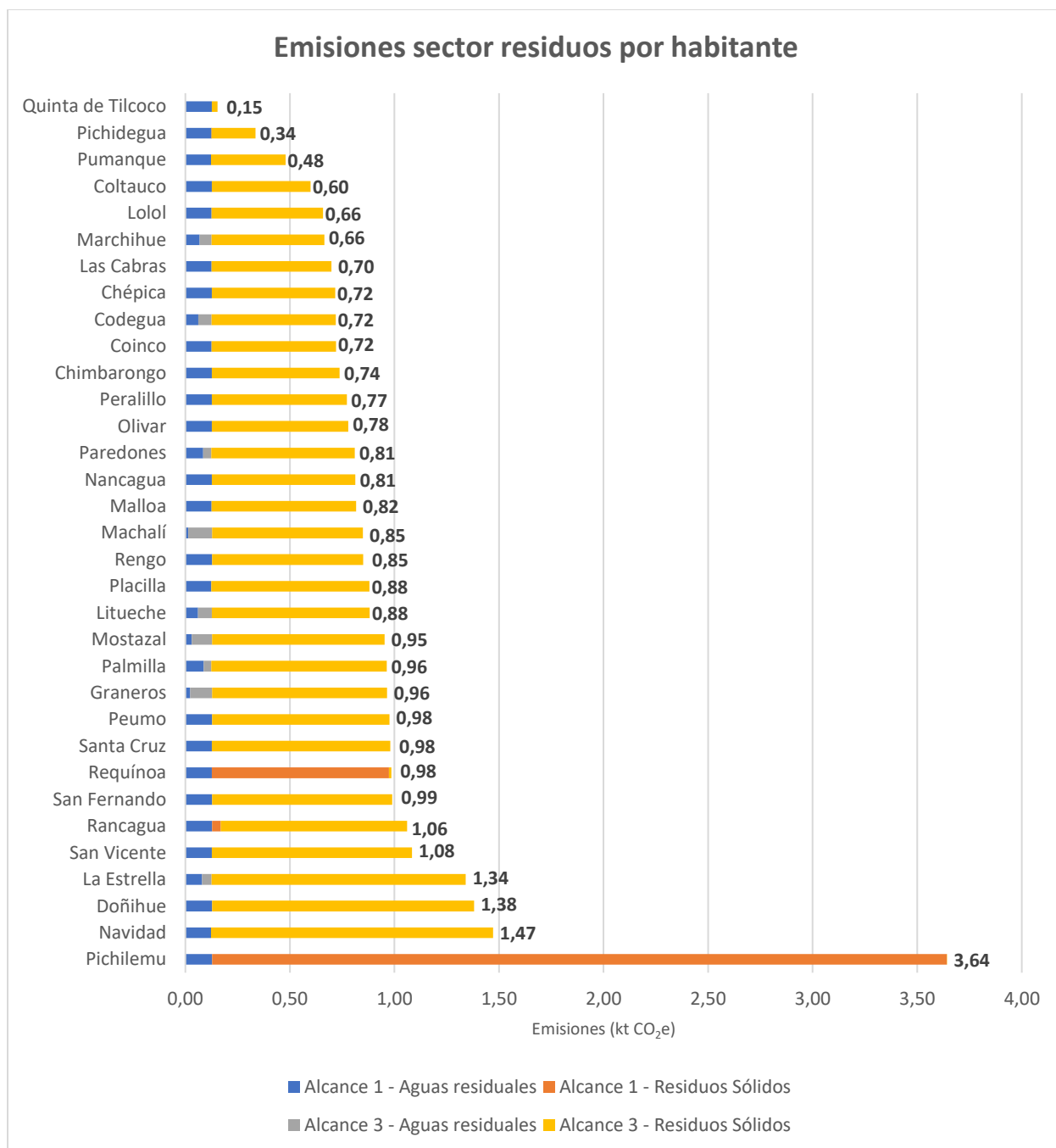


Figura 18. Emisiones del sector Residuos, por habitante

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	Consumo de combustibles reportados en el Balance Nacional de Energía 2022, en las actividades clasificadas como residencial, comercial y público: - Biogás - Biomasa - Gas licuado - Gas Natural - Kerosene - 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.	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.
Industrial	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: - Biogás - Biomasa - Carbón - Coque de petróleo - Coque mineral - Gas de coque - Gas de alto horno - Gas licuado	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.	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.

Sector / subsector	Descripción de Aplicabilidad, Exclusión e Inclusión		
	Alcance 1. Emisiones Directas	Alcance 2. Emisiones indirectas por energía importada	Alcance 3. Otras emisiones indirectas
	- 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	Consumo de combustibles reportados en el Balance Nacional de Energía 2022, en las actividades clasificadas como transporte terrestre y ducto: - 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.
Ferroviario	Consumo de combustibles reportados en el Balance Nacional de Energía 2022, en las actividades clasificadas como ferroviario: - 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	Consumo de combustibles reportados en el Balance Nacional de Energía 2022, en las actividades clasificadas como marítimo: - 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	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: - 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	Se consideran los residuos reportados en RETC, en las bases de datos: - Generación municipal de residuos no peligrosos (2022) - Generación industrial de residuos no peligrosos (2022) 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.		Se consideran los residuos reportados en RETC, en las bases de datos: - Generación municipal de residuos no peligrosos (2022) - Generación industrial de residuos no peligrosos (2022) 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.

Sector / subsector	Descripción de Aplicabilidad, Exclusión e Inclusión		
	Alcance 1. Emisiones Directas	Alcance 2. Emisiones indirectas por energía importada	Alcance 3. Otras emisiones indirectas
	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).		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).
Aguas Residuales generados en la ciudad	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. Se consideraron los tratamientos: - Planta de tratamiento centralizada aeróbica - Reactor anaeróbico - Laguna anaeróbica poco profunda - Eliminación sin tratamiento mediante emisario al mar - Sistema séptico 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.		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. Se consideraron los tratamientos: - Planta de tratamiento centralizada aeróbica - Reactor anaeróbico - Laguna anaeróbica poco profunda - Eliminación sin tratamiento mediante emisario al mar - Sistema séptico Para distribuir las emisiones entre alcance 1 y 3, se revisó el registro de plantas de

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

8.3 ANEXO 3. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE DATOS DE ACTIVIDAD PARA CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES

Sector	Subsector	Subactividad	Energético	Cantidad combustible consumido (TJ)	Emisiones GEI (kt CO ₂ e)	Emisiones biogénicas (kt CO ₂)	Distribución entre regiones															
							I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Energía Estacionaria	Industrial	Agroindustria	Biogás	66	0,0	3,6								100,0								
			Biomasa	275	0,5	30,8						34,8		4,6	21,6	0,3			38,8			0,0
			Carbón	294	27,9								82,4			17,6						
			Gas Licuado de Petróleo	2.340	147,8				0,0	0,1	1,1	42,0	25,3	0,2	19,2	1,3			3,3	0,0	4,4	3,2
			Gas Natural	910	51,1						7,1	0,5							92,4			
			Kerosene	0	0,0														100,0			
			Petróleo Combustible	231	18,0							6,6	79,3							2,6		11,5
			Petróleo Diésel	3.935	292,5		0,0	0,1	0,1	0,0	10,2	16,7	15,9	16,1	2,7	20,8	0,0		5,5	5,1	0,4	6,4
		Azúcar	Carbón	1.545	146,8									0,0								100,0
			Coque Metalúrgico	78	7,4																	100,0
			Gas Licuado de Petróleo	3	0,2								4,8	6,1								89,1
			Gas Natural	33	1,8														100,0			
			Petróleo Combustible	10	0,8																	100,0
			Petróleo Diésel	19	1,4								1,8	0,1								98,1
		Cemento	Biomasa	45	0,1	5,0							100,0									
			Carbón	1.156	109,8			89,5	10,5													
			Coque de Petróleo	7.724	753,9			15,4	15,4		14,5		19,2	8,7					26,8			
			Gas Licuado de Petróleo	52	3,3		0,1	0,0	0,3	0,1	24,6	0,0	0,2	17,8	0,1	0,4			53,7		0,1	2,5
			Gas Natural	331	18,6						53,1					16,4		0,8	29,6			
			Petróleo Combustible	57	4,5			0,2			22,3		5,5	1,2					70,8			
			Petróleo Diésel	408	30,3			7,9	1,4	13,0	16,1	3,0	3,6	13,8		0,2			39,0			2,0
		Cobre	Carbón	119	11,3			100,0														
			Coque de Petróleo	110	10,8				100,0													
			Coque Metalúrgico	0	0,0				100,0													
			Gas Licuado de Petróleo	293	18,5		13,4	3,1	45,9	2,5	17,7	15,8							1,5			
			Gas Natural	6.620	371,7			51,5			28,7	18,7							1,1			

[illegible]

[illegible]

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		
		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
		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
Transporte	Aviación	Aéreo	Kerosene	5.010	361,5		0,1	0,2	0,1	0,9	6,2	8,6	7,9	8,8	5,9	8,9	3,4		43,7	2,7	0,0	2,6
			Gasolina de Aviación	150	10,6		4,0	1,2	0,4	1,7	9,8	3,6	3,4	6,7	5,8	26,0	4,4	0,1	31,0	1,8	0,2	
			Gasolina de Motor	1	0,1			10,7								10,7		13,4	65,1			
			Kerosene de Aviación	49.537	3.568,9		3,3	3,9	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,8	0,3	2,7	0,1	1,3	86,2	0,0	0,8	
			Petróleo Diésel	18	1,4		1,2	9,5	1,0		1,3	59,7			1,0	1,2		1,0	22,8		1,0	
		Agroindustria	Gasolina de Aviación	0	0,0						100,0											
			Kerosene de Aviación	2	0,2						7,7	92,3										
		Cobre	Kerosene de Aviación	1	0,1		92,2												7,8			
			Gasolina de Aviación	1	0,1								98,4						1,6			
		Comercial	Kerosene de Aviación	15	1,1					12,5	30,3					3,2	10,2		7,6		36,2	
			Gasolina de Aviación	0	0,0														100,0			
		Construcción	Kerosene de Aviación	17	1,3									57,0					43,0			
			Gasolina de Aviación	2	0,1													87,9	12,1			
		Industrias Varias	Kerosene de Aviación	227	16,4			19,2										39,9	39,3		1,6	
			Gasolina de Aviación	0	0,0											100,0						
		Marítimo	Kerosene de Aviación	0	0,0																	
		Minas Varias	Kerosene de Aviación	674	48,5		29,0	66,5						4,4								

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	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														
			Gasolina de Aviación	0	0,0										100,0							
		Terrestre	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	CO ₂ (kgCO ₂ /TJ)	CH ₄ (kgCH ₄ /TJ)	N ₂ O (kgN ₂ O/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).