



## Reporte

*Levantamiento de información sobre calefacción residencial, y elaboración de línea base de emisiones residencial de MP2.5 y Carbono Negro, en la región de La Araucanía, año 2025*

Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente  
Región de La Araucanía

**Elaborado por la Unidad de Calidad del Aire**

El presente reporte es elaborado con **el objetivo de apoyar el trabajo en gestión de la calidad del aire, de los diferentes actores comunales y regionales de La Araucanía, permitiendo contar con una línea base de emisiones de MP2.5 y Carbono Negro, a nivel comunal, asociada a la calefacción residencial con leña.** La metodología de levantamiento de información, se basó en un proceso innovador para el desarrollo de este tipo de línea base, mediante la aplicación de encuestas online comunales, para la obtención de niveles de actividad asociados a consumo de combustible, tipo de combustible, tipología de sistemas de calefacción.

Este levantamiento de información, se enmarcó dentro de un trabajo de titulación desarrollado en la Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, de la Universidad Austral de Chile, apoyado por la Seremi del Medio Ambiente de la Región de La Araucanía.

*Jean Paul Pinaud<sup>a</sup>; Eduardo Schlee<sup>a</sup>; Paula Muñoz<sup>a</sup>; Santiago Fernández<sup>b</sup> y Claudio Bravo Linares<sup>b</sup>  
Levantamiento de información sobre calefacción residencial, y elaboración de línea base de  
emisiones residencial de MP2.5 y Carbono Negro, en la región de La Araucanía, año 2025.*

*<sup>a</sup> Seremi del Medio Ambiente, región de La Araucanía*

*<sup>b</sup> Universidad Austral de Chile*

# 1. Antecedentes Generales

- Según la organización mundial de la Salud (OMS), 9 de cada 10 personas en todo el mundo respiran aire con altos niveles de contaminantes.
- Según estimaciones de la misma OMS, alrededor de 8.1 millones de personas mueren cada año como consecuencia de la contaminación del aire exterior y doméstico.
- La contaminación atmosférica es el principal desafío para la autoridad ambiental en Chile.
- En el año 2021, se evidenció que más de 11 millones de personas habitan zonas que han sido declaradas latentes o saturadas por material particulado respirable, específicamente, material particulado fino (MP2,5) (MMA, 2022), y según la Organización Mundial de la Salud, la contaminación atmosférica es responsable de al menos 3.600 muertes prematuras anuales a nivel nacional.
- El MP2,5 corresponde a partículas sólidas o líquidas que se encuentran en suspensión, cuyo diámetro aerodinámico es inferior a 2,5 micrómetros, y su composición química depende de su fuente de emisión, por lo que es posible encontrar desde diferentes tipos de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), hasta Carbono Negro.
- El tamaño de las partículas de MP2,5, hacen que sean 100% respirables, por tanto, pueden acumularse en el sistema respiratorio y está asociado, cada vez con mayor evidencia científica, con numerosos efectos negativos sobre la salud, como el aumento de las enfermedades respiratorias, la disminución del funcionamiento pulmonar, y afecciones cardiovasculares.
- El Carbono Negro (CN), es un componente del Material Particulado generado por la combustión incompleta de combustibles fósiles y biomasa. El principal interés sobre el CN radica en que es una sustancia de relevancia climática, debido a su capacidad de absorber radiación solar y aportar con el cambio climático, siendo un forzante climático, además de su impacto directo en la calidad del aire y salud de la población, por formar parte del Material Particulado respirable fino (MP2,5)
- En Chile, el sector residencial representa más del 90% de las emisiones totales anuales de material particulado fino (MP2,5), producto de la inadecuada y excesiva combustión residencial de leña en los hogares. Esto, se encuentra asociado a la mala calidad del combustible (leña), baja tecnología de sistemas de combustión, y nula eficiencia térmica de las viviendas (aislación), asociado a la poca sensibilización y educación ambiental ciudadana.
- Las herramientas de gestión ambiental, como los inventarios de emisiones antropogénicas son de importancia para comprender la tipología de fuentes contaminantes y los impactos proporcionando estimaciones contemporáneas de múltiples contaminantes atmosféricos y contaminantes climáticos, permitiendo enfocar adecuadamente la gestión ambiental en una zona específica.

## 2. Antecedentes Metodológicos

- Se elaboró una encuesta online (<https://forms.office.com/r/vpCzrGPt6k>) de Caracterización de Calefacción Residencial (ECCR), la cual se sustenta en base a encuestas presenciales, aplicadas para el desarrollo de otros inventarios de emisiones, como también estudios previos desarrollados en la región por INFOR, Censo INE, SICAM, CDT.
- Los antecedentes levantados se relacionan a penetración asociada al consumo de leña y pellet en las viviendas de la región, tipología de sistemas de calefacción residencial principal por vivienda, consumo en m<sup>3</sup> de combustible al año por vivienda, percepción de la humedad de la leña a la hora de realizar la combustión, niveles de actividad, entre otros.
- La encuesta fue sociabilizada con los encargados ambientales de los 32 municipios de la Región, para que estos apoyaran en su distribución comunal, con el objetivo de levantar información válida estadísticamente, según modelo estadístico planteado.
- El INE señala, que en la región existen 392.995 viviendas, según los resultados del Censo 2024. Por lo cual la muestra que se obtuvo fue aleatoria y extrapolable a la población. La encuesta estuvo disponible desde el 16 de junio del año 2025 al 31 de julio del año 2025, y contemplo un error del 2%, con un total mínimo de 1.096 encuestas, 899 del sector Urbano y 197 del sector Rural. La cantidad de respuestas mínimas varía en cada comuna y sector.
- El número total de encuestas realizadas validas corresponden 2.675 viviendas.
- Con la información, Base de Datos sistematizada, se procedió a realizar la cuantificación de los niveles de actividad comunales (consumo de combustible, penetración de tipología de artefactos, entre otros), para proceder a realizar la estimación de emisiones de MP2.5 y Carbono Negro, según metodología de estimación utilizada y validada para estudios e inventarios de emisiones atmosféricas nacionales e internacionales (EPA, MMA, EEA), considerando factores de emisión (FE) propuestos a nivel nacional, por tipología de calefactor residencial.

### 3. Resultados Generales

A continuación, se presentan los principales resultados asociados al levantamiento de información y cuantificación de emisiones., con enfoque Urbano.

Debemos indicar, que los resultados asociados a la cuantificación de emisiones atmosféricas, fueron recalculados, por el equipo técnico de la Seremi del Medio Ambiente, debido a que el estudio original presento errores metodológicos, que se consideran subestiman las emisiones.

#### **Resultados tamaños de muestra**

Distribución de muestras comunales en la región de La Araucanía.

Comuna	n Urbano estadístico	n Rural estadístico	n Urbano recopilado	n Rural recopilado	Total respuestas recopiladas
Angol	61	2	81	9	90
Carahue	17	7	45	17	62
Cholchol	6	5	15	12	27
Collipulli	23	4	31	5	36
Cunco	13	7	37	12	49
Curacautín	18	3	55	8	63
Curarrehue	3	4	59	96	155
Ercilla	5	3	18	4	22
Freire	11	12	12	14	26
Galvarino	6	5	11	5	16
Gorbea	13	3	21	5	26
Lautaro	38	7	65	8	73
Loncoche	24	5	152	55	207
Lonquimay	4	5	9	7	16
Los Sauces	6	2	51	4	55
Lumaco	5	4	8	5	13
Melipeuco	4	3	12	7	19
Nueva Imperial	25	9	104	26	130
Padre Las Casas	57	19	73	27	100
Perquenco	5	2	15	9	24
Pitrufquén	25	6	273	41	314
Pucón	27	9	58	34	92
Purén	10	3	49	24	73
Renaico	11	1	48	13	61
Saavedra	4	7	11	8	19
Temuco	334	15	394	20	414
Teodoro Schmidt	7	7	49	31	80
Toltén	5	4	21	21	42
Traiguén	19	3	98	6	104
Victoria	31	6	88	9	97
Vilcún	23	8	55	38	93
Villarrica	59	17	67	31	98
Total	899	197	2085	611	2696

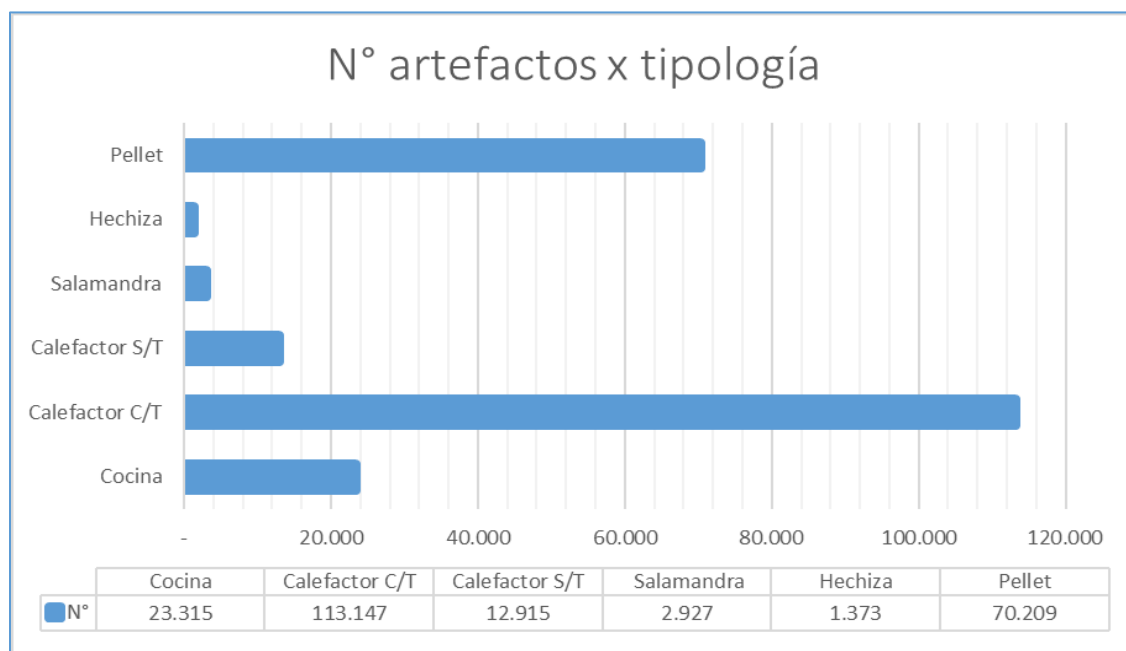
### 3.1. Resultados percepción de uso de leña.

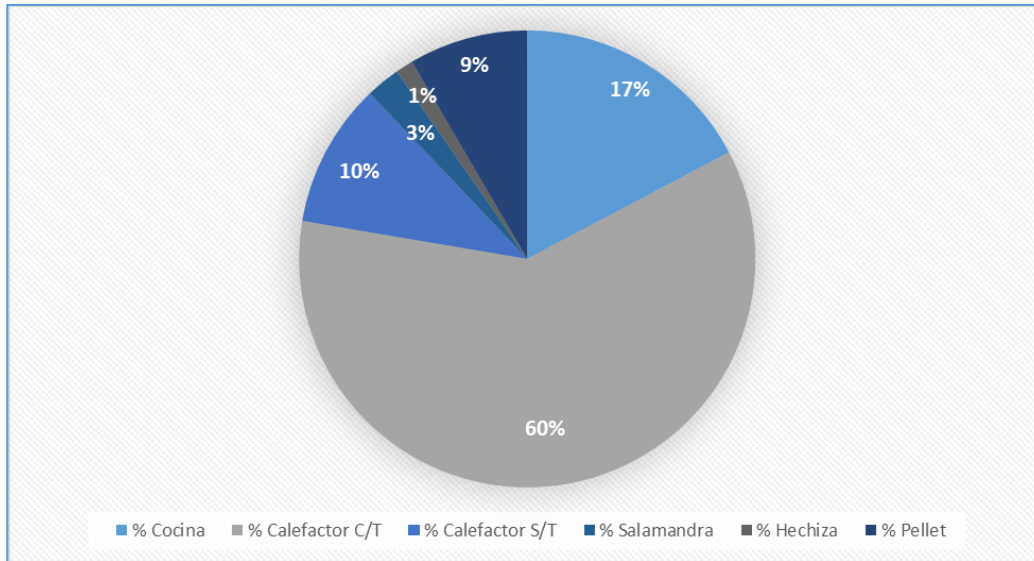
Percepción sobre la preferencia del uso de biomasa (Leña), en el sector Urbano de la Región de La Araucanía, año base 2025.



### 3.2. Resultados asociados tipología de calefactores regionales.

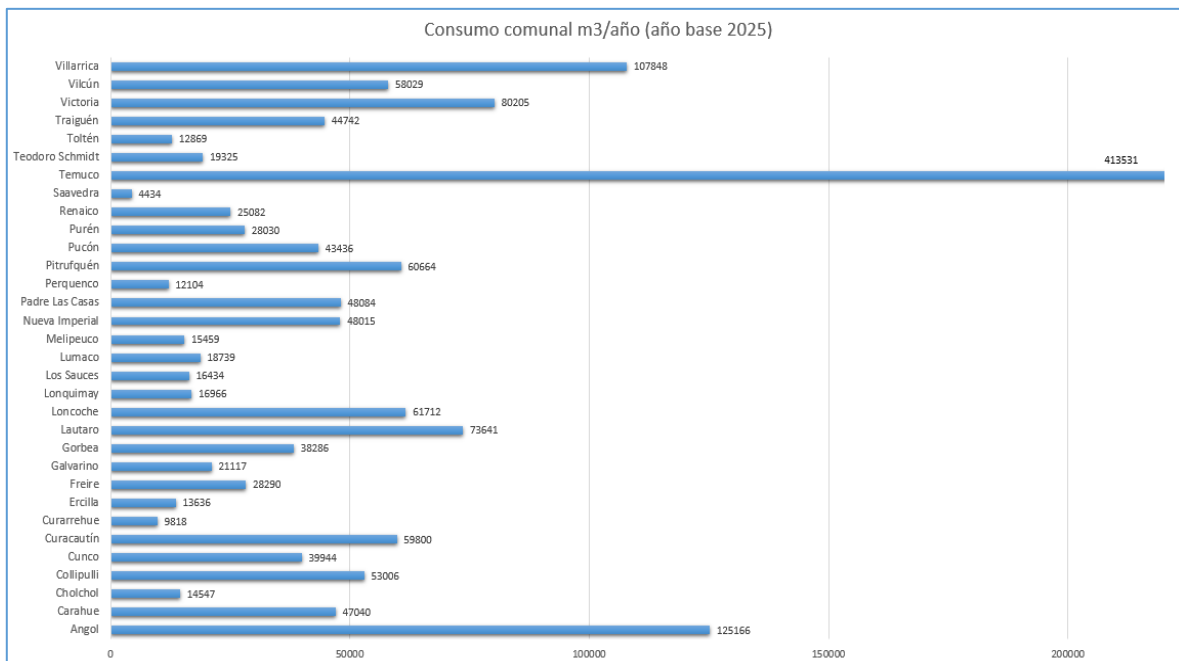
Número y porcentaje de tipología de artefactos de calefacción residencial con leña y pellet, distribuidos en la región de La Araucanía (Zonas Urbanas) (**223.886 equipos**)



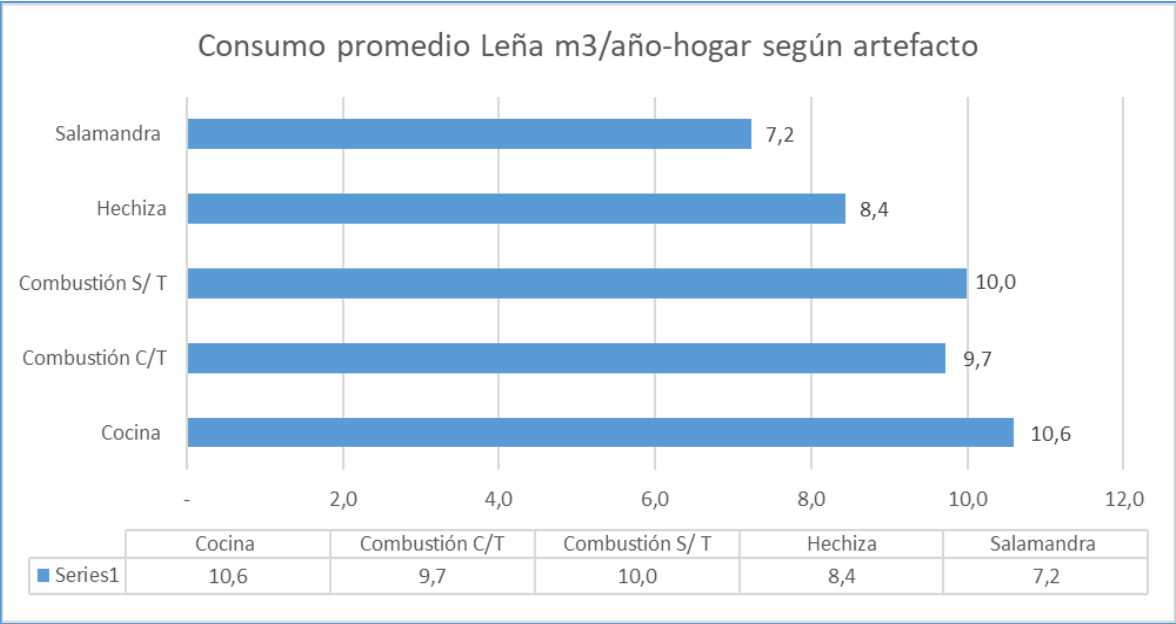


### 3.3. Resultados asociados al consumo de leña.

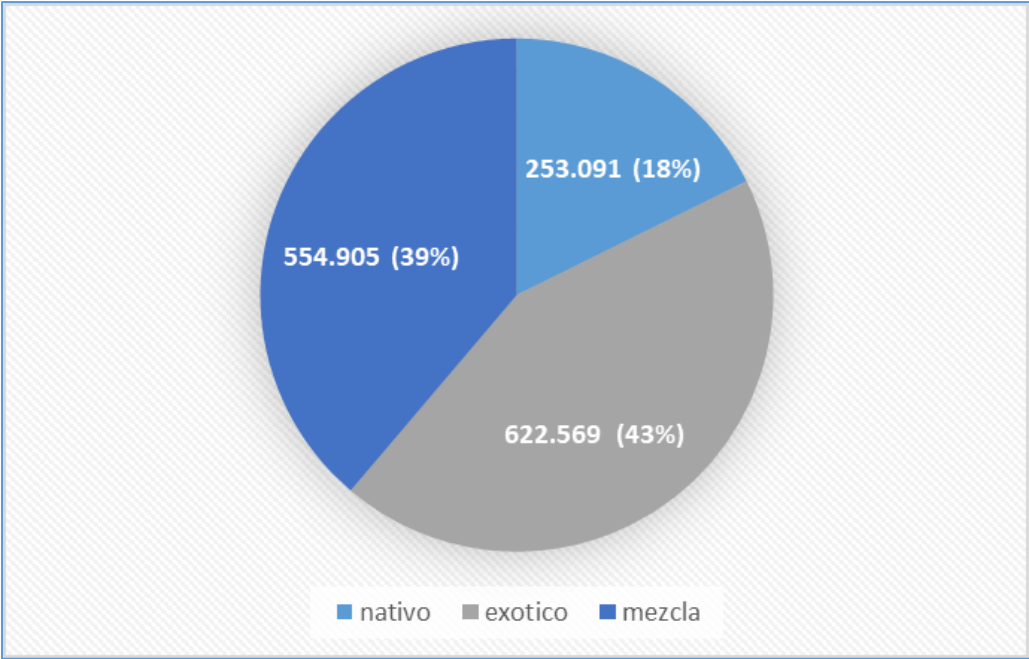
Consumo de leña anual por comuna (Urbano) en m<sup>3</sup>/año, considerando totalidad de especies.



Consumo promedio regional de leña, por hogar según tipología de calefactor (m3/año)



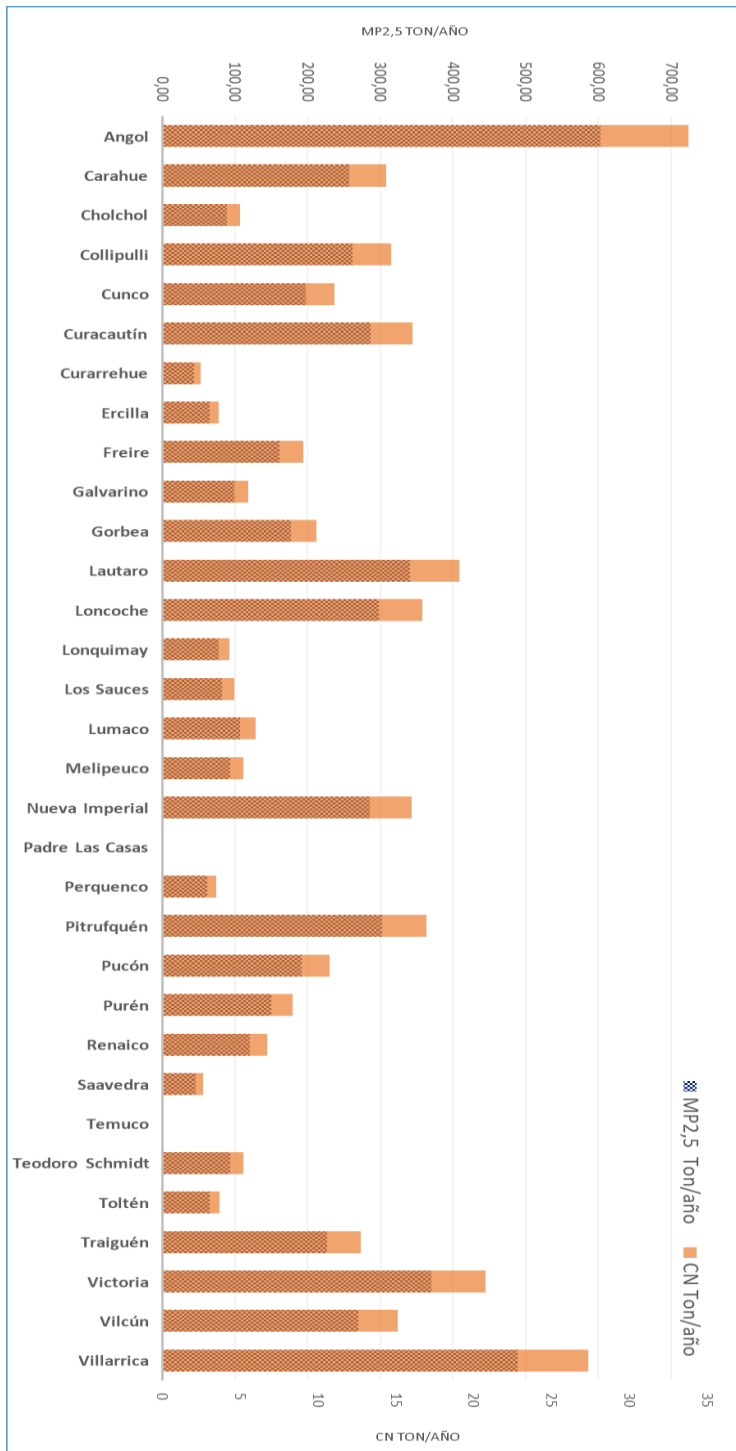
Distribución porcentual regional de leña utilizada por especies



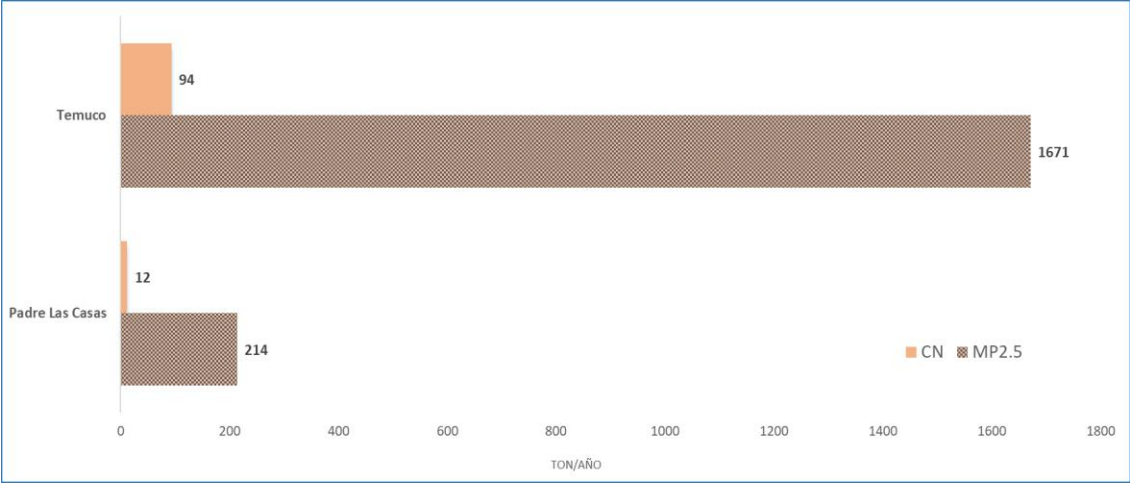
### 3.4. Resultados asociados a la cuantificación de emisiones de MP2.5 y CN.

Distribución comunal (Urbano) de emisiones de MP2.5 y CN, en Ton/año.

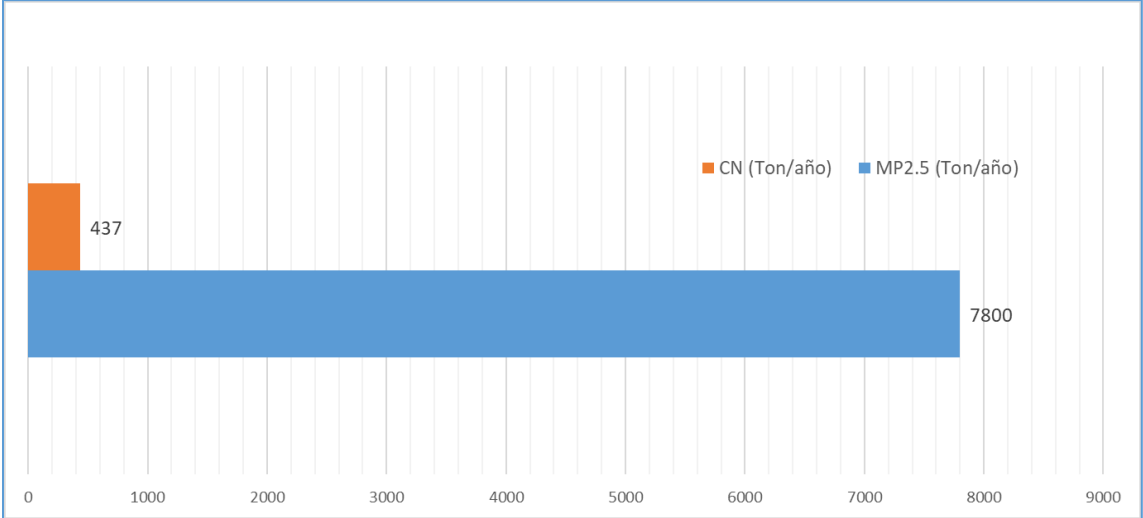
Se excluyen las comunas de Temuco y Padre Las Casas, debido a que estimación toma como base el inventario año base 2020, realizado por SICAM-SEREMI (2021) (**Valores de emisión en Anexo 1**)



Distribución comunal (Urbano) de emisiones de MP2.5 y CN, en Ton/año. Para Temuco y Padre Las Casas.

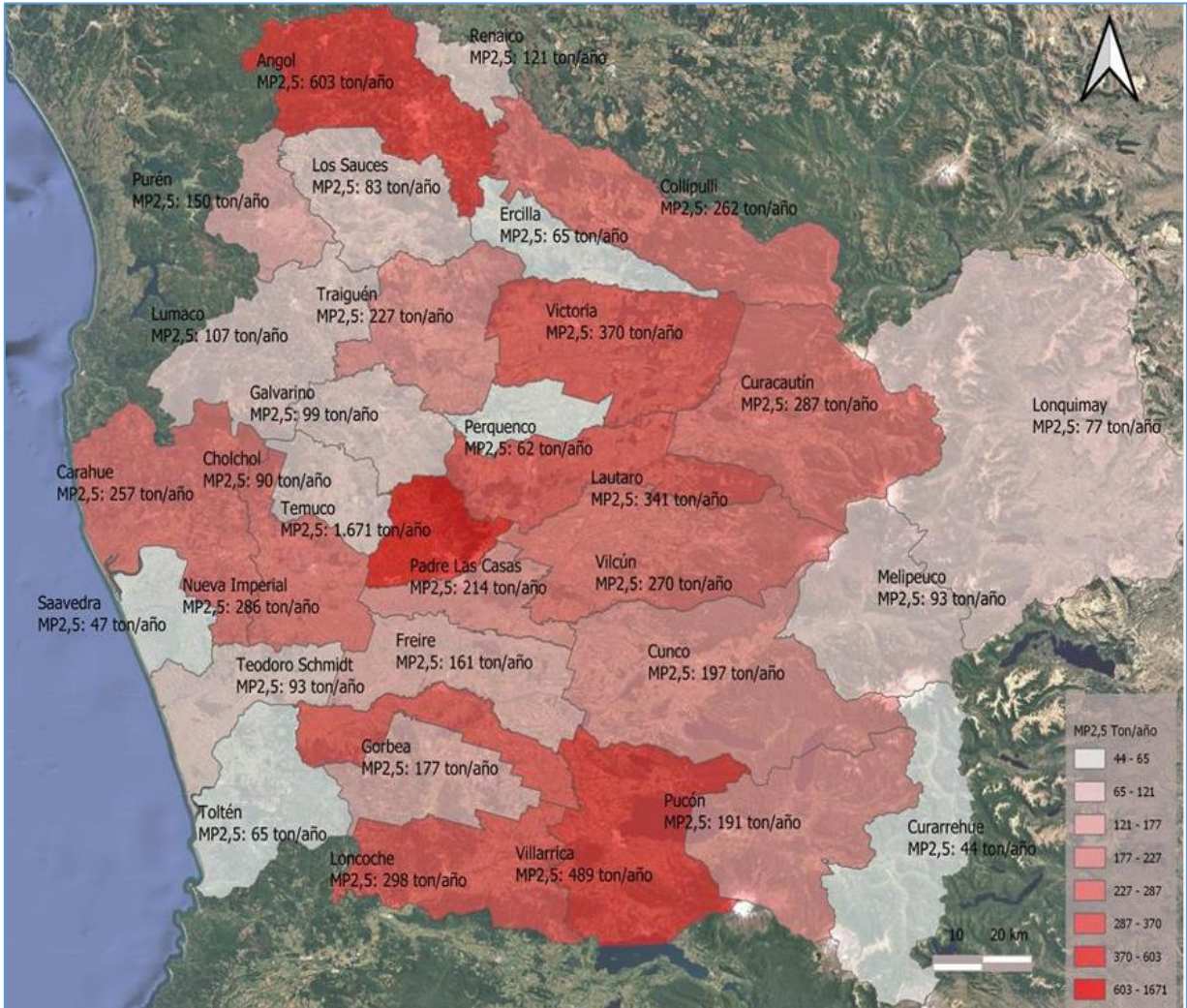


Cuantificación regional (Urbano) de emisiones de MP2.5 y CN, en Ton/año

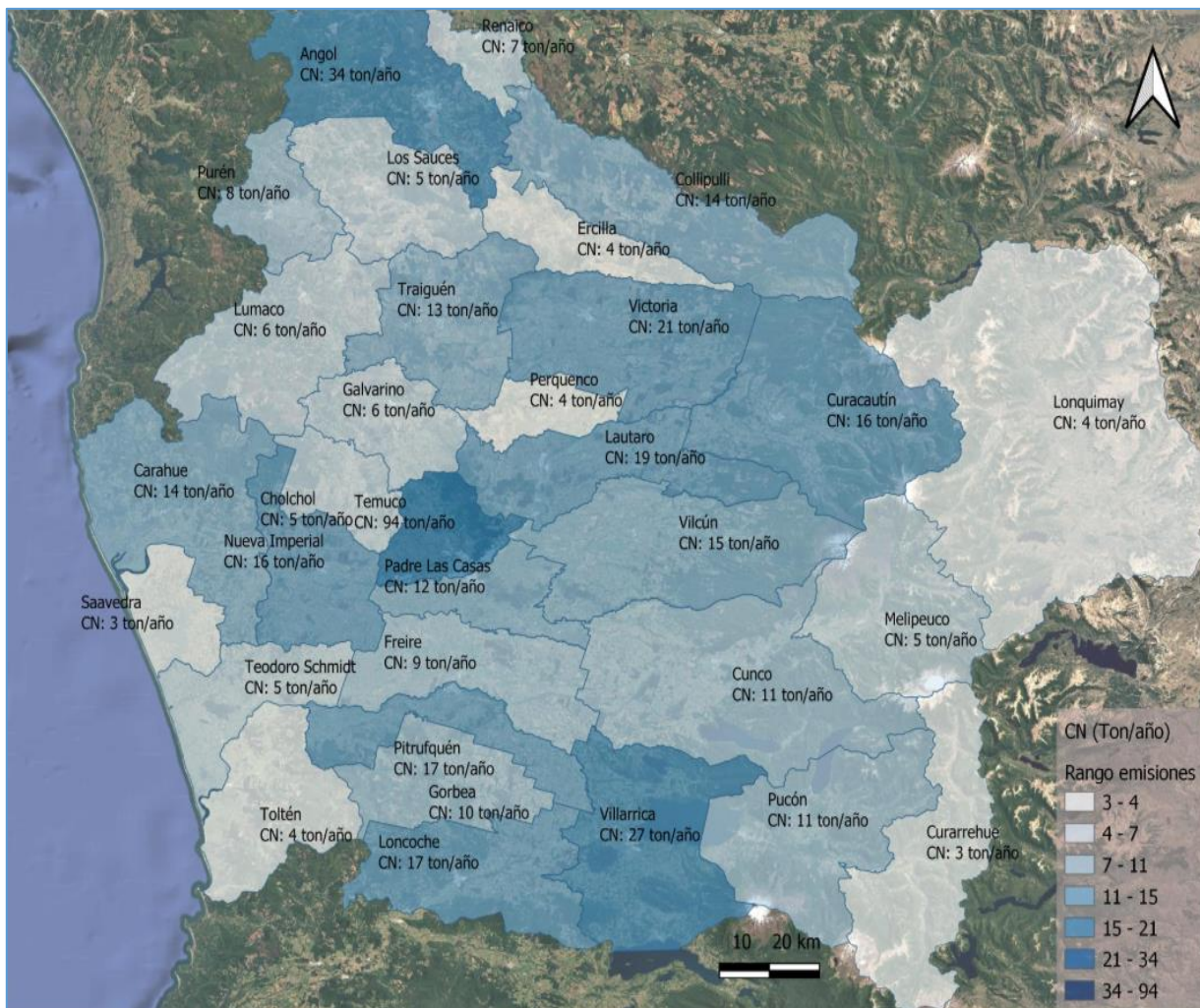


### 3.5. Distribución de emisiones regionales por comuna para MP2.5 y CN, en Ton/año

Distribución comunal (Urbano) de emisiones de MP2.5



## Distribución comunal (Urbano) de emisiones de CN



**Mayores antecedentes a nivel comunal, se encuentran en documento Excel "INVENTARIO COMUNAS ARAUCANÍA"**

*Documento elaborado por la Unidad de Calidad del Aire, de la Seremi del Medio Ambiente*

## ANEXO 1

### Emisiones comunales de MP2.5 y CN, sector Urbano, región de La Araucanía

Comuna (Urbano)	Emisión Ton/año		Total emisión	
	Leña	Pellet	MP2,5 Ton/año	CN Ton/año
Angol	600,4	2,2	602,6	33,7
Carahue	257,3	0,0	257,3	14,4
Cholchol	89,6	0,0	89,6	5,0
Collipulli	261,2	0,8	262,0	14,7
Cunco	196,6	0,7	197,2	11,0
Curacautín	285,6	1,0	286,6	16,1
Curarrehue	44,0	0,0	44,0	2,5
Ercilla	65,3	0,0	65,3	3,7
Freire	159,9	1,6	161,5	9,0
Galvarino	98,7	0,0	98,7	5,5
Gorbea	176,5	0,4	176,9	9,9
Lautaro	336,7	4,1	340,9	19,1
Loncoche	296,1	1,8	297,9	16,7
Lonquimay	77,3	0,0	77,3	4,3
Los Sauces	82,6	0,0	82,6	4,6
Lumaco	107,2	0,0	107,2	6,0
Melipeuco	93,3	0,0	93,3	5,2
Nueva Imperial	284,7	1,2	286,0	16,0
Padre Las Casas	117,8	21,4	214,0	12,0
Perquenco	62,1	0,0	62,1	3,5
Pitrufquén	302,0	0,9	302,9	17,0
Pucón	189,2	2,3	191,4	10,7
Purén	150,0	0,0	150,0	8,4
Renaico	120,6	0,0	120,6	6,8
Saavedra	46,7	0,0	46,7	2,6
Temuco	985,0	111,6	1671,0	94,0
Teodoro Schmidt	92,8	0,4	93,2	5,2
Toltén	65,2	0,2	65,3	3,7
Traiguén	226,3	0,9	227,2	12,7
Victoria	368,5	2,0	370,5	20,7
Vilcún	268,8	1,1	269,9	15,1
Villarrica	487,0	1,6	488,6	27,4