

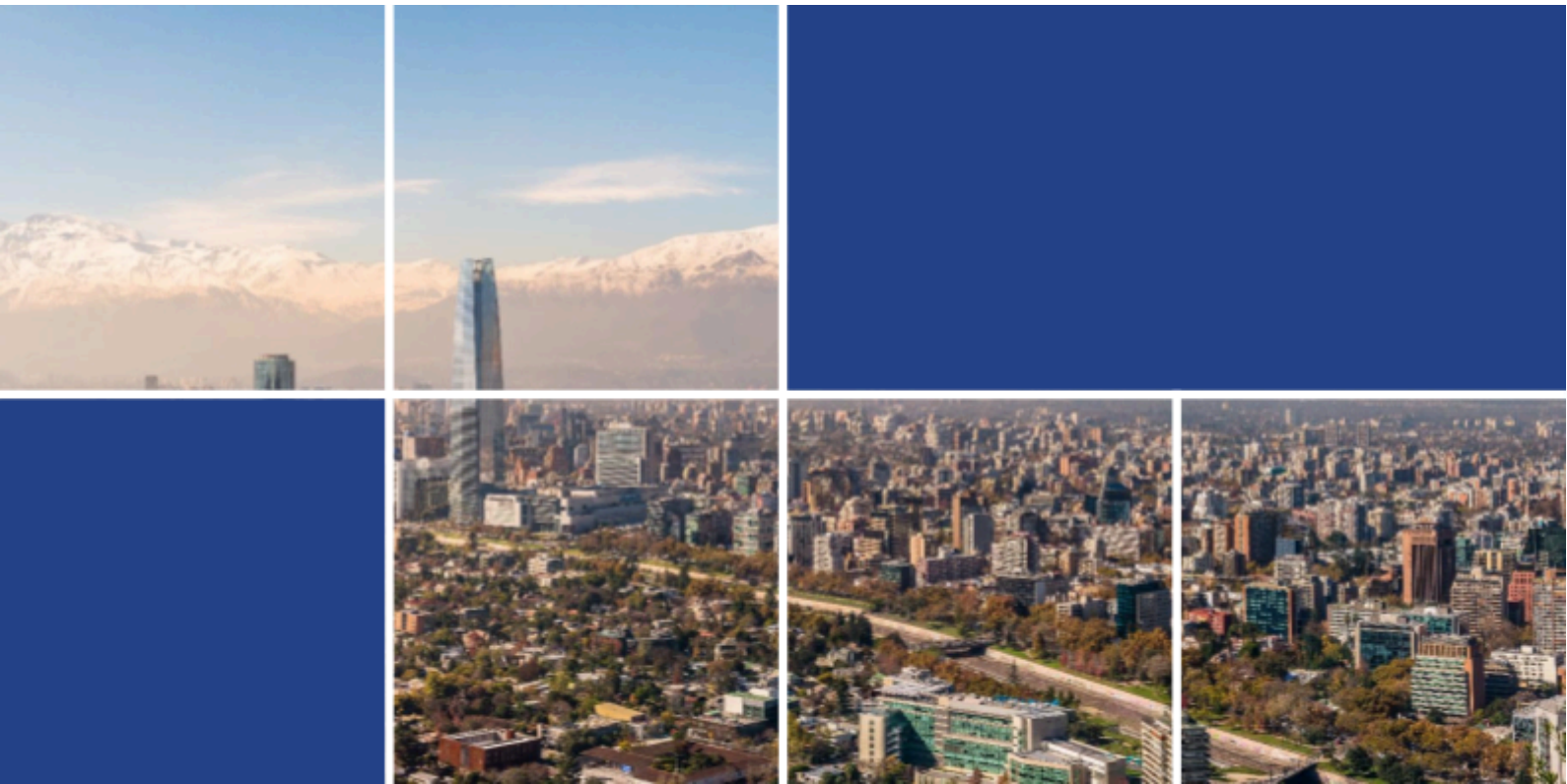
Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040



Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

Producto 5: Levantamiento de línea de base en 3 territorios piloto en el país.



Elaborado para:



Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

Consultoría:

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de Economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

Cliente:

Ministerio de Medio Ambiente (MMA) de Chile

Dirección: Av. Alameda Libertador Bernardo O'Higgins 1449, Edificio 4 Santiago Downtown, Of. 401. Santiago. Chile.

Teléfono: +56 2 2573 5572

<https://mma.gob.cl/>

Elaborado por:

DEUMAN

Dirección: Av. Vitacura 2909, Las Condes, Santiago, Chile

Teléfono: +56 2 32247478

www.deuman.com

Dato de contacto:

Rodrigo Valenzuela

rvalenzuela@deuman.com

Lugar y fecha de presentación:

Santiago, 13 de diciembre del 2023.

Índice

Índice	3
Índice de tablas	5
Índice de figuras	6
Siglas y acrónimos	8
1. Introducción	9
2. Objetivos del informe	10
2.1. Objetivo general	10
2.2. Objetivo Específicos	10
3. Metodología	11
4. Listado de indicadores seleccionados	12
5. Recolección y sistematización de datos	14
6. Revisión de la calidad de datos	19
7. Línea Base de los indicadores priorizados	21
7.1. Indicador 1. Cantidad de residuos municipales generados	21
7.2. Indicador 2. Generación de residuos municipales per cápita	24
7.3. Indicador 3. Residuos municipales destinados a valorización	27
7.4. Indicador 4. Residuos municipales declarados por destinatario final para valorización	30
7.5. Indicador 5. Residuos municipales con disposición adecuada	33
7.6. Indicador 6. Costo económico de la gestión de residuos municipales	37
7.7. Indicador 7. Energía consumida por fuente y por uso	40
7.8. Indicador 8. Consumo eléctrico residencial por cliente	49
7.9. Indicador 9. Generación de emisiones de GEI por actividad económica	52
7.10. Indicador 10. Emisiones GEI generadas por unidad de energía consumida	58
7.11. Indicador 11. Intensidad de residuos totales - Intensidad de residuos excluyendo los provenientes de la actividad minera	61
7.12. Indicador 12. Productividad energética	69
7.13. Indicador 13. Desacoplamiento en la generación de emisiones	72
7.14. Indicador 14. Número de proyecto I+D, relacionados en EC	77
7.15. Indicador 15. Inversión pública en proyectos de I+D, relacionado con la EC	80
8. Reuniones de socialización	85
9. Recomendaciones	86
10. Conclusiones	89
11. Bibliografía	90
Anexos	91

Índice de tablas

Tabla 1. Cronograma de actividades	10
Tabla 2. Listado de 15 indicadores de EC seleccionados	12
Tabla 3. Fuente de interés y datos recolectados	14
Tabla 4. Ajustes realizados para garantizar la calidad de datos por indicador	19
Tabla 5. Cantidad de residuos municipales generados a nivel regional en los años 2014 al 2021	20
Tabla 6. Generación de residuos municipales per cápita a nivel regional en los años 2014 al 2021	23
Tabla 7. Porcentaje de residuos municipales destinados a valorización a nivel regional en los años 2017 al 2021	26
Tabla 8. Porcentaje de residuos municipales declarados por destinatario final para valorización a nivel regional en los años 2014 al 2021	29
Tabla 9. Porcentaje de residuos municipales con disposición adecuada a nivel regional en los años 2014 al 2021	33
Tabla 10. Costo en servicios de aseo, recolección de basura y vertederos a nivel regional en los años 2017 al 2022	36
Tabla 11. Energía consumida por fuente energética a nivel regional en los años 2020 al 2021	41
Tabla 12. Energía consumida por uso en una actividad a nivel regional en los años 2020 al 2021	41
Tabla 13. Consumo eléctrico residencial por cliente a nivel regional en los años 2015 al 2022	48
Tabla 14. Generación de emisiones de GEI por actividad económica a nivel regional en los años 2014 al 2020	53
Tabla 15. Emisiones de GEI generadas por unidad de energía consumida a nivel regional en los años 2014 al 2020	58
Tabla 16. Intensidad de residuos totales a nivel regional en los años 2014 al 2021	62
Tabla 17. Intensidad de residuos excluyendo los provenientes de la actividad minera a nivel regional en los años 2014 al 2021	65
Tabla 18. Productividad energética a nivel regional en los años 2014 al 2021	68
Tabla 19. Desacoplamiento en la generación de emisiones a nivel regional en los años 2013 al 2020	72
Tabla 20. Cantidad de proyectos I+D relacionados a EC a nivel regional en los años 2009 al 2022	76
Tabla 21. Inversión pública en proyectos de I+D relacionados con la EC a nivel regional en los años 2009 al 2022	80
Tabla 22. Lista de actores clave participantes en las reuniones de sociabilización	84

Índice de figuras

Figura 1. Metodología para la elaboración del informe de resultados	10
Figura 2. Cantidad de residuos municipales generados - Antofagasta - 2014 al 2021	21
Figura 3. Cantidad de residuos municipales generados – Metropolitana de Santiago de Chile - 2014 al 2021	21
Figura 4. Cantidad de residuos municipales generados – Los Lagos - 2014 al 2021	22
Figura 5. Generación de residuos municipales per cápita – Antofagasta – 2014 al 2021	24
Figura 6. Generación de residuos municipales per cápita – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021	24
Figura 7. Generación de residuos municipales per cápita – Los Lagos – 2014 al 2021	25
Figura 8. Residuos Municipales destinados a valorización – Antofagasta – 2017 al 2021	27
Figura 9. Residuos Municipales destinados a valorización – Metropolitana de Santiago de Chile – 2017 al 2021	27
Figura 10. Residuos Municipales destinados a valorización – Los Lagos – 2017 al 2021	28
Figura 11. Residuos municipales declarados por destinatarios final para valorización – Antofagasta – 2014 al 2021	30
Figura 12. Residuos municipales declarados por destinatarios final para valorización – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021	30
Figura 13. Residuos municipales declarados por destinatarios final para valorización – Los Lagos – 2014 al 2021	31
Figura 14. Residuos municipales con disposición adecuada – Antofagasta – 2014 al 2021	33
Figura 15. Residuos municipales con disposición adecuada – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021	34
Figura 16. Residuos municipales con disposición adecuada – Los Lagos – 2014 al 2021	34
Figura 17. Costos económicos de la gestión de residuos municipales – Antofagasta – 2017 al 2022	37
Figura 18. Costos económicos de la gestión de residuos municipales – Metropolitana de Santiago de Chile – 2017 al 2022	37
Figura 19. Costos económicos de la gestión de residuos municipales – Los Lagos – 2017 al 2022	38
Figura 20. Consumo energético por uso – Antofagasta – 2014 al 2021	42
Figura 21. Consumo energético por fuente de energía – Antofagasta – 2014 al 2021	43
Figura 22. Consumo energético por uso – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021	44
Figura 23. Consumo energético por fuente de energía – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021	45
Figura 24. Consumo energético por uso – Los Lagos – 2014 al 2021	46
Figura 25. Consumo energético por fuente de energía – Los Lagos – 2014 al 2021	47
Figura 26. Consumo eléctrico residencial por cliente – Antofagasta – 2015 al 2022	49
Figura 27. Consumo eléctrico residencial por cliente – Metropolitana de Santiago de Chile – 2015 al 2022	50
Figura 28. Consumo eléctrico residencial por cliente – Los Lagos – 2015 al 2022	51
Figura 29. Generación de emisiones de GEI por actividad económica – Antofagasta - 2014 al 2020	54
Figura 30. Generación de emisiones de GEI por actividad económica - Metropolitana de Santiago de Chile - 2014 al 2020	55
Figura 31. Generación de emisiones de GEI por actividad económica – Los Lagos - 2014 al 2020	56
Figura 32. Emisiones de GEI por unidad de energía consumida - Antofagasta - 2014 al 2020	58
Figura 33. Emisiones de GEI por unidad de energía consumida - Metropolitana de Santiago Chile - 2014 al 2020	59
Figura 34. Emisiones de GEI por unidad de energía consumida - Los Lagos - 2014 al 2020	60
Figura 35. Intensidad de residuos totales - Antofagasta – 2014 al 2021	62

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

Figura 36. Intensidad de residuos totales - Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021	63
Figura 37. Intensidad de residuos totales - Los Lagos – 2014 al 2021	64
Figura 38. Intensidad de residuos totales excluyendo los de actividad minera – Antofagasta – 2014 al 2021	65
Figura 39. Intensidad de residuos totales excluyendo los de actividad minera – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021	66
Figura 40. Intensidad de residuos totales excluyendo los de actividad minera – Los Lagos – 2014 al 2021	67
Figura 41. Productividad energética – Antofagasta – 2014 al 2021	69
Figura 42. Productividad energética – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021	70
Figura 43. Productividad energética – Los Lagos – 2014 al 2021	71
Figura 44. Desacoplamiento de la generación de emisiones de GEI – Antofagasta – 2013 al 2020	73
Figura 45. Desacoplamiento de la generación de emisiones de GEI – Metropolitana de Santiago de Chile – 2013 al 2020	74
Figura 46. Desacoplamiento de la generación de emisiones de GEI – Los Lagos – 2013 al 2020	75
Figura 47. Número de proyectos I+D relacionados con EC apoyados – Antofagasta – 2014 al 2022	77
Figura 48. Número de proyectos I+D relacionados con EC apoyados – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2022	78
Figura 49. Número de proyectos I+D relacionados con EC apoyados – Los Lagos – 2014 al 2022	79
Figura 50. Inversión pública de proyectos I+D relacionados a EC- Antofagasta – 2014 al 2022	81
Figura 51. Inversión pública de proyectos I+D relacionados a EC- Metropolitana de Santiago – 2014 al 2022	82
Figura 52. Inversión pública de proyectos I+D relacionados a EC- Los Lagos – 2014 al 2022	83

Siglas y acrónimos

ACV	Análisis de Ciclo de Vida	kWh	Kilo Watts por hora
AChM	Asociación Chilena de Municipalidades	Kt	Kilotoneladas
ANIR	Asociación Nacional de Industrias de Reciclaje	MOP	Ministerio de obras públicas
APL	Acuerdo de Producción Limpia	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ASCC	Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático	PIB	Producto Interno Bruto
BID	Banco Interamericano de Desarrollo	RETC	Registro de emisiones y transferencia de contaminantes
BNE	Balance Nacional de Energía	RCD	Residuos de Construcción y Demolición
CLP	Pesos Chilenos	RM	Región Metropolitana de Santiago de Chile
CNE	Comisión Nacional de Energía	SCAM	Sistema de Certificación Ambiental Municipal
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción	SEREMI	Secretaría regional ministerial
CO₂	Dióxido de Carbono	SERCO TEC	Servicio de Cooperación Técnica
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística	SINADE R	Sistema Nacional de Declaración de Residuos
DMC	Consumo interno de materiales	SNI Chile	Sistema Nacional de inventario de gases de efecto invernadero
EC	Economía Circular	SOFOF A	Sociedad de Fomento Fabril
GEI	Gases de Efecto Invernadero	SUBDE RE	Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo
Hab	Habitante	t	Toneladas
I + D	Investigación y Desarrollo	Tcal	Tera calorías
INAPI	Instituto Nacional de Propiedad Industria	UTCUT S	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura
INE	Instituto Nacional de Estadísticas	VA	Valor Agregado

1. Introducción

El modelo productivo de “extraer, producir y desperdiciar” es conocido como economía lineal y ha sido el paradigma que han seguido la mayor parte de los países. Sin embargo, ha sido el causante de que se estén agotando las principales reservas de recursos naturales del planeta además de ralentizar el crecimiento económico. Por eso, existen alternativas que ponen énfasis en la reutilización de materiales y productos, y que a su vez sean amigables con el ambiente [1]. La economía circular (en adelante EC) es un modelo alternativo que se basa en los ciclos de la naturaleza donde no ocurren desperdicios. Minimiza la generación de desechos a través de una permanente circulación y restauración de los recursos permitiéndoles conservar su valor y utilidad por el mayor tiempo posible [2].

En ese sentido, Chile ha logrado realizar avances considerables para una transición hacia la EC. El Ministerio de Medio Ambiente (MMA) publicó en 2021 una “Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040” [3] cuyo objetivo es llegar a un desarrollo sostenible, justo y participativo. Asimismo, se debe tener en consideración al programa Territorio Circular impulsado por Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y el Ministerio de Medio Ambiente, e implementado por Sociedad de Fomento Fabril (SOFOPA) HUB con la finalidad de generar condiciones habilitantes que contribuyan a una eficaz implementación de la Hoja de Ruta de Economía Circular de Chile.

Sin embargo, en Chile aún no se ha implementado un sistema de indicadores que permita evaluar la circularidad de un territorio. En ese sentido, se necesita proponer métodos para la recolección y procesamiento de datos que permitan monitorear los indicadores priorizados en las etapas anteriores de la consultoría. Asimismo, se requiere establecer métodos de control para asegurar la calidad de los datos levantados.

Por lo tanto, en este quinto producto, se realizó el pilotaje de los indicadores priorizados para Antofagasta, Región Metropolitana y Los Lagos, las cuales fueron seleccionadas, en coordinación con la contraparte de esta consultoría, como regiones representativas de las 3 macrozonas de Chile. A su vez, se realizó una revisión de los resultados obtenidos en este pilotaje para comprobar la coherencia de datos y de ser necesario la toma de acciones correctivas o ajustes ante posibles discrepancias o equivocaciones. Finalmente, se socializaron los resultados de la consultoría con representantes de las regiones mencionadas para obtener un *feedback* y evaluar si responde a las necesidades regionales.

2. Objetivos del informe

2.1. Objetivo general

Levantar una línea de base en 3 territorios piloto en Chile, considerando zona norte, centro y sur del país (Región de Antofagasta, Región Metropolitana de Santiago, y Región de Los Lagos) para verificar la pertinencia y aplicabilidad de los 15 indicadores prioritarios propuestos.

2.2. Objetivo Específicos

- Definir un cronograma con plazos para el levantamiento de línea de base.
- Presentar los formatos empleados para la recopilación de información y la disponibilidad de los datos solicitados.
- Desarrollar un informe de resultados y principales hallazgos a partir del levantamiento de línea de base de los indicadores sobre medición del avance de la economía circular en los tres territorios. Incluyendo un ajuste de los indicadores, métodos de recolección y monitoreo propuestos cuando sea necesario de acuerdo con los resultados del levantamiento de línea de base.

3. Metodología

En esta sección, se describieron las actividades realizadas para la elaboración del presente informe de resultados el cual contiene los resultados del monitoreo de los indicadores priorizados para las 3 regiones seleccionadas, así como los principales hallazgos obtenidos durante la socialización de los resultados. La Figura 1 presenta gráficamente la secuencia de actividades consideradas.



Figura 1. Metodología para la elaboración del informe de resultados

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, se llevó a cabo la recopilación y sistematización de información relevante para el monitoreo de los indicadores priorizados. En ese sentido, se accedió a las plataformas digitales de las instituciones correspondiente y se descargó la información de interés. Posteriormente, se sistematizaron las bases de datos en hojas de cálculo para su revisión.

Se realizó una verificación de la consistencia de los datos y, en caso de identificar posibles discrepancias o errores¹, se llevaron a cabo controles para asegurar la confiabilidad en los resultados. Como tercera actividad, se realizaron los cálculos necesarios para el levantamiento de una línea base de los indicadores priorizados. Luego, se presentaron los resultados de la consultoría a actores clave de las regiones de Antofagasta, Región Metropolitana de Santiago de Chile (RM) y Los Lagos para evaluar cómo responde a las necesidades de estas regiones y recoger recomendaciones y/o observaciones acerca de los indicadores. Finalmente, se procedió a la elaboración del informe de resultados.

Considerando estas actividades y sus descripciones correspondiente, se realizó la distribución de estas en un cronograma (ver Tabla 1).

Etapas	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Levantamiento y sistematización de la información	■	■		
Revisión de la calidad de la información		■	■	
Procesamiento de información		■	■	
Taller de socialización de resultados			■	
Elaboración del informe de resultados		■	■	■

Tabla 1. Cronograma de actividades

Fuente: Elaboración propia

¹ En el Producto 4 de esta consultoría, se describe detalladamente los criterios utilizados para revisar la calidad de los datos recogidos.

4. Listado de indicadores seleccionados

En esta sección, se presentó un resumen conciso de los resultados previamente obtenidos en el marco de la consultoría. Este resumen tiene como objetivo destacar cómo se lograron identificar y priorizar los indicadores clave de circularidad.

En primer lugar, se realizó una revisión de planes de acción, hojas de ruta y sistema de información de economía circular a nivel internacional para generar una base de datos de indicadores. Posteriormente, se diseñó una metodología que evaluó la relevancia del indicador para la economía circular, la factibilidad de su cálculo y monitoreo, entre otros criterios². Finalmente, se otorgó puntajes de priorización a los indicadores y se seleccionaron los de prioridad alta (Revisar **Anexo 1**).

De los **17 indicadores priorizados**, se identificó que Consumo Interno de Materiales, Huella Material y Empleos Verdes presentaban un alcance a nivel nacional y proporcionaban información relevante sobre la transformación del país hacia un modelo circular. Los primeros dos indicadores permiten evaluar el impacto ambiental y la sostenibilidad de las actividades económicas, mientras que los empleos verdes representan la transición hacia una economía circular.

Respecto al indicador Cobertura de sistemas de gestión de residuos, su monitoreo permite evaluar qué porcentaje de residuos generados en un territorio podrían ser gestionados adecuadamente y esto repercute en la eficacia de los programas de valorización de residuos u otros similares. En ese sentido, se identificó que otros estudios habían realizado el cálculo de este indicador mediante encuestas y entrevistas a los gobiernos municipales y regionales en un proceso que tomó varios meses³.

En este contexto, teniendo en cuenta que la consultoría tiene como objetivo monitorear indicadores regionales y los plazos acotados para el levantamiento de información, los indicadores anteriormente mencionados no lograron ser piloteados.

Con el fin de mantener las diferentes dimensiones de la transición a una economía circular, se consideró agregar nuevos indicadores que contasen con altos puntaje de priorización⁴: Número de proyectos I+D relacionados a la economía circular y la Inversión pública en proyectos de I+D relacionados con la EC.

En base a estas consideraciones, se obtuvo un nuevo conjunto de 15 indicadores priorizados, los cuales conformaron el listado final para el pilotaje en las 3 regiones seleccionadas. Estos indicadores se pueden visualizar en la Tabla 2.

N	Indicadores priorizados	Categoría de la OCDE
1	Cantidad de residuos municipales generados	Ambiente
2	Generación de residuos municipales per cápita	Ambiente
3	Residuos municipales destinados a valorización	Ambiente
4	Residuos declarados por el destinatario final para valorización	Ambiente

² Para un mejor entendimiento del proceso priorización y la larga lista de indicadores con los valores de los criterios evaluados, dirigirse a la hoja de cálculo "Priorización" del siguiente [enlace](#)

³ Un caso de estos estudios es el "[Diagnóstico de la situación por comuna y por región en materia de residuos sólidos domiciliarios y asimilables](#)"

⁴ Revisar los anexos del Producto 3 de esta consultoría.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

5	Residuos municipales con disposición adecuada	Ambiente
6	Energía consumida por fuente y por uso	Ambiente
7	Consumo eléctrico residencial por cliente	Ambiente
8	Generación de emisiones de GEI por actividad económica	Ambiente
09	Emisiones GEI generadas por unidad de energía consumida	Ambiente
10	Intensidad de residuos totales – Intensidad de residuos excluyendo los provenientes de la actividad minera	Economía y Negocios
11	Productividad energética	Economía y Negocios
12	Desacoplamiento en la generación de emisiones	Economía y Negocios
13	Costo económico de la gestión de residuos municipales	Gobernanza
14	Número de proyectos de I+D, relacionado con la EC	Gobernanza
15	Inversión pública en proyectos de I+D, relacionado con la EC	Gobernanza

Tabla 2. Listado de 15 indicadores de EC seleccionados

Fuente: Elaboración propia

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

5. Recolección y sistematización de datos

Para la recolección de datos, los 15 indicadores priorizados cuentan con fuentes de información públicas (Ver Tabla 3), por lo que solo se debió acceder a las plataformas correspondientes y descargar la información de interés para su sistematización.

N	Indicadores priorizados	Fuentes de información	Datos de interés
1	Cantidad de residuos municipales generados	SINADER	Cantidad de residuos generados por las municipalidades
2	Generación de residuos municipales per cápita	SINADER INE	Cantidad de residuos generados por las municipalidades Proyecciones poblacionales regionales
3	Residuos municipales destinados a valorización	SINADER	Cantidad de residuos generados por las municipalidades con un tratamiento de valorización
4	Residuos declarados por el destinatario final para valorización	SINADER	Cantidad de residuos municipales para valorización declarados por los destinatarios finales
5	Residuos municipales con disposición adecuada	SINADER	Cantidad de residuos generados por las municipalidades
6	Energía consumida por fuente y por uso	Energía Abierta (Balance Nacional de Energía)	Consumos regionales de energía
7	Consumo eléctrico residencial por cliente	Energía Abierta (Facturación de clientes regulados)	Número de clientes residenciales Consumo eléctrico residencial
8	Generación de emisiones de GEI por actividad económica	SIN Chile Banco Central	Emisiones de CO ₂ equivalente a nivel regional
0 9	Emisiones GEI generadas por unidad de energía consumida	SIN Chile Energía Abierta (Balance Nacional de Energía)	Emisiones de CO ₂ equivalente a nivel regional Consumos regionales de energía
1 0	Intensidad de residuos totales – Intensidad de residuos excluyendo los provenientes de la actividad minera	SINADER SIDREP Banco Central	Cantidad de residuos generados por las municipalidades Cantidad de residuos industriales no peligrosos Cantidad de residuos peligrosos PIB regional
1 1	Productividad energética por actividad económico	Energía Abierta (Balance Nacional de Energía) Banco Central	Consumos regionales de energía PIB regional
1 2	Desacoplamiento en la generación de emisiones	SIN Chile Banco Central	Emisiones de CO ₂ equivalente a nivel regional PIB regional
1 3	Costo económico de la gestión de residuos municipales	SINIM	Costos asociados a los servicios de aseo, recolección de basura y vertederos

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

1 4	Número de proyectos de I+D, relacionado con la EC	Data Innovación	Cantidad de proyectos I+D apoyados y relacionados a EC
1 5	Inversión pública en proyectos de I+D, relacionado con la EC	Data Innovación	Monto de inversión pública de proyectos I+D apoyados y relacionados a EC

Tabla 3. Fuente de interés y datos recolectados

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detallan las acciones necesarias para la recolección y sistematización de datos para el monitoreo de cada uno de los indicadores.

A. Cantidad de residuos municipales generados

Para este indicador, se empleó la información proporcionada por el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), específicamente la [cantidad de residuos generados por las municipalidades](#) de Chile. Estos datos se descargaron en formato de hoja de cálculo, se seleccionaron aquellos concernientes a las 3 regiones de interés y se procedió a revisar los contenidos para su sistematización. Se identificó que solo las columnas de datos que contenían información de la cantidad de residuos municipales generados, el nombre de la región, provincias y comuna del generador, el año que se generaron los residuos, el tratamiento declarado para los residuos y si es una declaración o estimación de la cantidad de residuos eran necesarias para el cálculo del indicador por lo que solo estas fueran consideradas para la sistematización. Posteriormente, la base de datos filtrada fue cargada a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

B. Generación de residuos municipales per cápita

En este caso, se utilizó los datos de la [cantidad de residuos generados por las municipalidades](#), proporcionada por SINADER, y las [proyecciones poblacionales](#) del Instituto Nacional de Estadística de Chile (INE). Posteriormente, estos datos fueron descargados en formato de hoja de cálculo, se seleccionaron aquellos concernientes a las 3 regiones de interés y se procedió a revisar la información disponible.

Con respecto a los datos del SINADER, se identificó que solo las columnas de datos que contenían información de la cantidad de residuos municipales generados, el nombre de la región, provincias y comuna del generador, el año que se generaron los residuos, y si es una declaración o estimación de la cantidad de residuos eran necesarias para el cálculo del indicador, por lo que solo estas fueran consideradas para la sistematización. Por otro lado, para los datos de las proyecciones poblacionales del INE, no se realizó una selección específica de columnas específicas pues toda la información disponible es necesaria. Estas dos bases de datos obtenidas fueron cargadas a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

C. Residuos municipales destinados a valorización

Respecto a este indicador, se utilizó los datos de la [cantidad de residuos generados por las municipalidades](#), proporcionada por SINADER. Posteriormente, estos datos fueron descargados en formato de hoja de cálculo, se seleccionaron aquellos concernientes a las 3 regiones de interés y se procedió a revisar la información disponible. Se identificó que solo las columnas de datos que contenían información de la cantidad de residuos municipales generados, el tratamiento al cual se

destina, si este tratamiento es un proceso de valorización o eliminación, el nombre de la región, provincias y comuna generadora, el año que se generó la cantidad de residuos, y si es una declaración o estimación de la cantidad de residuos eran necesarias para el cálculo del indicador, por lo que solo estas fueran consideradas para la sistematización. Finalmente, la base de datos filtrada fue cargada a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

D. Residuos declarados por el destinatario final para valorización

Para este indicador, se utilizó la información de [residuos declarados por destinatarios finales](#), la cual se encuentra alojada en la plataforma de SINADER. Considerando ello, los datos fueron descargados en formato de hoja de cálculo y se procedió a revisar la información disponible. Se identificó que solo las columnas de datos que contenían información de la cantidad de residuos, tipo de tratamiento, el año que se generó la cantidad de residuos, y la razón social de trazabilidad del generador eran necesarias para el cálculo del indicador, por lo que solo estas fueran consideradas para la sistematización. Esta base de datos obtenida fue cargada a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

E. Residuos municipales con disposición adecuada

Respecto a este indicador, se utilizó los datos de la [cantidad de residuos municipales generados](#), alojados en la plataforma de SINADER. Considerando esto, los datos fueron descargados en formato de hoja de cálculo y se procedió a revisar la información disponible. Se identificó que solo las columnas de datos que contenían información de la cantidad de residuos municipales generados, el nombre de la región, el año que se generó la cantidad de residuos, el tipo de tratamiento, si los residuos pasan por un proceso de valorización o eliminación y si es una declaración o estimación la cantidad de residuos municipales eran necesarias para el cálculo del indicador, por lo que solo estas fueran consideradas para la sistematización. La base de datos filtrada fue cargada a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

F. Energía consumida por fuente y por uso

Para este indicador, se recopiló la información de la plataforma digital Energía abierta, específicamente los datos de [consumo regional de energía](#). Posteriormente, los datos fueron descargados en formato de hoja de cálculo y se procedió a revisar la información disponible. Se identificó que las columnas de datos que contenían la cantidad de consumo de energía, el nombre de la región, el año que se generó el consumo, el tipo de fuente energética y el uso del consumo registrado eran necesarias para el cálculo del indicador, por lo que solo estas fueran consideradas para la sistematización. La base de dato filtrada fue cargada a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

G. Consumo eléctrico residencial por cliente

En este caso, se recopiló información proveniente de la plataforma digital Energía Abierta, específicamente los datos de la [facturación de clientes regulados](#), la cual contiene información sobre el consumo eléctrico. Posteriormente, estos datos fueron descargados en formato de hoja de cálculo y se procedió a revisar la información disponible. Se identificó que las columnas con datos que contenían la cantidad de energía eléctrica consumida, tipo de cliente, la cantidad de cliente facturados, el año del consumo, y el nombre de la región y comuna eran necesarias para el cálculo

del indicador, por lo que solo estas fueran consideradas para la sistematización. Finalmente, la base de datos filtrada fue cargada a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

H. **Generación de emisiones de GEI por actividad económica**

Para este indicador, se recopiló información proveniente base de datos del [Inventarios regionales de GEI](#) del Sistema Nacional de Inversiones de Chile (SNI Chile), específicamente las emisiones de CO₂ equivalente registradas en cada una de las regiones. Posterior a ello, los datos fueron descargados en formato de hoja de cálculo y se procedió a revisar la información disponible. Luego se tomaron las siguientes consideraciones:

- Durante la sistematización de la información a nivel regional, no se tomó en consideración las emisiones y absorciones del sector Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS)⁵ pues, según la definición de SNI Chile⁶, las emisiones totales se obtienen de la suma de todas las categorías excluyendo este sector.
- Las actividades económicas fueron determinadas según la categorización de sectores económicos del Banco Central⁷. Además, se propuso una nueva categoría “transversal” para aquellas emisiones que presentaron una relación con más de una actividad económica. Posteriormente, se elaboró una tabla que asociaba una actividad económica a los niveles más desagregados de los sectores del INGEL, según la definición propuesta en el inventario (ver Anexo 2).

Finalmente, la base de datos de GEI y la tabla descrita en el Anexo 2 fueron cargadas a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

I. **Emisiones GEI generadas por unidad de energía consumida**

Para este indicador, se recopilaron datos provenientes de la plataforma Energía Abierta, específicamente los [consumos regionales de energía](#), y [las emisiones de CO₂ equivalente registradas en los inventarios regionales](#) en la base de datos del SNI. Estos datos fueron descargados en formato de hoja de cálculo y se procedió a revisar la información disponible. Se constató que no fue necesario llevar a cabo una selección o eliminación de columnas específicas pues la data proporcionada era concisa y necesaria para el cálculo de los indicadores. Finalmente, estas bases de datos obtenidas fueron cargadas a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

J. **Intensidad de residuos totales e Intensidad de residuos excluyendo los provenientes de la actividad minera**

Para este indicador, se recopilaron datos de [residuos municipales generados](#), [residuos industriales no peligrosos](#) y residuos peligrosos, los cuales se encuentran alojados en la plataforma de SINADER. Estos datos fueron descargados en formato de hoja de cálculo y se procedió a revisar la información disponible. Se identificó que las columnas con datos que contenían las cantidades de residuos (Tanto industriales, no peligrosos y peligrosos), el nombre de la región de origen y el año en que se

⁵ El SNI considera 5 sectores asociados a las emisiones y absorciones de GEI. A su vez, estos sectores se subdividen en 3 niveles.

⁶ [Enlace](#) pg. 42

⁷ Agropecuario-silvícola y pesca; Minería; Industria manufacturera; Suministro de electricidad, gas, agua y gestión de desechos (EGA); Construcción; Comercio, restaurantes y hoteles; Transporte, comunicaciones y servicios de información; Actividades de servicios empresariales y financieras; Actividades inmobiliarias y servicios de vivienda; Servicios personales; Administración pública.

generaron eran necesarias para el cálculo del indicador, por lo que solo estas fueran consideradas para la sistematización. Finalmente, las bases de datos filtradas fueron cargadas a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

K. Productividad energética

En este caso, se emplearon los datos de [consumos regionales de energía](#), alojados en la plataforma Energía Abierta, y del [Producto Interno Bruto \(PIB\) regional](#) de los diversos sectores económicos, publicados por el Banco Central de Chile. Posteriormente, los datos fueron descargados en formato de hoja de cálculo y se procedió a revisar la información disponible.

Para los datos de consumo regionales de energía, sólo eran necesarias las columnas de las cantidades de consumo de energía, el nombre de la región y el año en que se consumió la energía para el cálculo del indicador. Por otro lado, para el PIB regional no fue necesario llevar a cabo una selección o eliminación de columnas específicas pues la data proporcionada era concisa y necesaria para el cálculo de los indicadores. Finalmente, estas bases de datos filtradas fueron cargadas a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

L. Desacoplamiento en la generación de emisiones

Para este indicador, se recopiló los datos de las [emisiones de CO₂ equivalente de los inventarios regionales de GEI](#) provistos por el SNI Chile y el [PIB regional](#) de las 3 regiones piloto, alojado en la plataforma de Banco Central de Chile. Posterior a ello, los datos fueron descargados en formato de hoja de cálculo y se procedió a revisar la información disponible. En ambos casos, se constató que no fue necesario realizar una selección o eliminación de columnas específicas pues la data proporcionada era concisa y necesaria para el cálculo de los indicadores. Finalmente, estas bases de datos fueron cargadas a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

M. Costo económico de la gestión de residuos municipales

Respecto a este indicador, se recopilaron datos de [costos asociados a los servicios de aseo, recolección de basura y vertedero](#), los cuales se encuentran alojados en el Sistema Nacional de Información Municipal (SINIM)⁸. Posteriormente, los datos fueron descargados en formato de hoja de cálculo y se procedió a revisar la información disponible. Se verificó que no fue necesario realizar una selección o eliminación de columnas específicas pues los datos registrados eran concisos y necesarios para el cálculo de los indicadores apoyados. Finalmente, esta base de datos fue cargada a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

N. Número de proyectos de I+D, relacionado con la EC

Para este indicador, se utilizó la plataforma digital de Data Innovación que aloja información de los [proyectos I + D](#) que fueron por apoyados por medio de subsidios de CORFO, la Ley de Incentivo Tributario (Ley I+D) y mediante el cofinanciamiento del sector privado. Posteriormente, los datos fueron descargados en formato de hoja de cálculo y se procedió a revisar la información disponible. Se verificó que solo las columnas con datos que contenían el nombre del proyecto que fue apoyado, el nombre de la región donde se desarrolló, el año que se apoyó el proyecto y si el proyecto es considerado dentro de la temática de economía circular eran necesarios para el cálculo del indicador,

⁸ En específico, se encuentran estos costos se encuentran codificados como IADM92 – Servicios de Aseo, Recolección de Basura y Vertederos.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

por lo que solo estas fueran consideradas para la sistematización. Finalmente, la base de datos filtrada fue cargada a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

O. Inversión pública en proyectos de I+D, relacionado con la EC

En este caso, se recopiló información de [proyectos I + D](#) que fueron por apoyados por medio de subsidios de CORFO, la Ley de Incentivo Tributario (Ley I+D) y mediante el cofinanciamiento del sector privado, los cuales se encuentran alojados en la plataforma de Data Innovación. Posteriormente, los datos fueron descargados en formato de hoja de cálculo y se revisó la información disponible. Se identificó que solo las columnas con datos que contenían los montos otorgados por CORFO, los montos otorgados por la Ley I+D, el nombre de la región donde se desarrolló, el año que se apoyó el proyecto, y si el proyecto es considerado dentro de la temática de economía circular eran necesarios para el cálculo del indicador, por lo que solo estas fueran consideradas para la sistematización. Finalmente, la base de datos filtrada fue cargada a una carpeta de Google Drive en el siguiente [enlace](#).

6. Revisión de la calidad de datos

Luego de la recopilación y sistematización correspondiente de cada indicador, se realizó un control de calidad a los datos empleados, en base a los siguientes criterios:

- **Completitud:** Hace referencia a que la cantidad de valores llenados en una base de datos sea de la misma proporción que la cantidad de datos a completar en dicho registro.
- **Exactitud:** Este criterio indica el nivel en el que los datos reflejan con precisión y sin distorsiones el valor real de un atributo específico de un concepto o evento.
- **Consistencia:** Refiere al nivel en el cual los datos a monitorear presentan o no contradicciones y si mantienen una coherencia con otros datos.

En la siguiente tabla, se muestran los ajustes realizados en cada uno de los indicadores para garantizar la calidad de los datos empleados (ver Tabla 4).

N	Indicadores priorizados	Observaciones en la base de datos	Acción correctiva
1	Cantidad de residuos municipales generados	No se identificaron observaciones en la base de datos	No se requirió ajustes en los datos empleados para el pilotaje
2	Generación de residuos municipales per cápita	No se identificaron observaciones en la base de datos	No se requirió ajustes en los datos empleados para el pilotaje
3	Residuos municipales destinados a valorización	No se identificaron observaciones en la base de datos	No se requirió ajustes en los datos empleados para el pilotaje
4	Residuos declarados por el destinatario final para valorización	No se identificaron observaciones en la base de datos	No se requirió ajustes en los datos empleados para el pilotaje
5	Residuos municipales con disposición adecuada	No se identificaron observaciones en la base de datos	No se requirió ajustes en los datos empleados para el pilotaje
6	Energía consumida por fuente y por uso	No se identificaron observaciones en la base de datos	No se requirió ajustes en los datos empleados para el pilotaje
7	Consumo eléctrico residencial por cliente	Se observó que los datos referidos a la cantidad de clientes residenciales registrados en el mes de diciembre para el año 2020 en la región Antofagasta presentó un valor de 258 clientes, valor que no presentaba coherencia con los otros datos registrados meses anteriores ⁹ .	Para garantizar la calidad de este dato, se reemplazó el valor atípico por el resultado de punto medio entre la cantidad de clientes del mes de noviembre del 2020 y el mes de enero del 2021, obteniendo un valor de 184278 clientes. De esta manera, se logró mantener la coherencia entre los datos.
8	Generación de emisiones de GEI por actividad económica	No se identificaron observaciones en la base de datos	No se requirió ajustes en los datos empleados para el pilotaje

⁹ Los datos registrados en octubre y noviembre del 2020 fueron 183.625 y 184.171 clientes, respectivamente. En el mes de enero del 2021, esta cifra registró un valor de 184,385 clientes. Considerando estos valores, el registro de 258 clientes en diciembre del 2020 se consideró un valor a ajustar, esto para asegurar la coherencia de los datos respecto a la cantidad de clientes residenciales facturados en el transcurso del tiempo,

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

09	Emisiones GEI generadas por unidad de energía consumida	No se identificaron observaciones en la base de datos	No se requirió ajustes en los datos empleados para el pilotaje
10	Intensidad de residuos totales – Intensidad de residuos excluyendo los provenientes de la actividad minera	No se identificaron observaciones en la base de datos	No se requirió ajustes en los datos empleados para el pilotaje
11	Productividad energética	No se identificaron observaciones en la base de datos	No se requirió ajustes en los datos empleados para el pilotaje
12	Desacoplamiento en la generación de emisiones	No se identificaron observaciones en la base de datos	No se requirió ajustes en los datos empleados para el pilotaje
13	Costo económico de la gestión de residuos municipales	Se identificó valores <i>outliers</i> para cuatro municipalidades ¹⁰ , las cuales presentaron en más de dos años seguidos montos monetarios con valor cero.	Para garantizar la calidad de los datos, los valores <i>outliers</i> no se tuvieron en consideración para la medición del indicador. Se consideró que esto no afectó a los resultados pues estos costos representaron menos del 1% del total de las regiones de Antofagasta y Los Lagos
14	Número de proyectos de I+D, relacionado con la EC	No se identificaron observaciones en la base de datos	No se requirió ajustes en los datos empleados para el pilotaje
15	Inversión pública en proyectos de I+D, relacionado con la EC	No se identificaron observaciones en la base de datos	No se requirió ajustes en los datos empleados para el pilotaje

Tabla 4. Ajustes realizados para garantizar la calidad de datos por indicador

Fuente: Elaboración propia

¹⁰ Estas municipalidades fueron María Elena de la región de Antofagasta, y Cochamó, Puyehue, Chaitén de la región de Los Lagos.

7. Línea Base de los indicadores priorizados

En este apartado se describen cada indicador, las fórmulas y/o procedimientos necesarios para la obtención de los resultados finales de cada indicador para las tres regiones piloto.

7.1. Indicador 1. Cantidad de residuos municipales generados

Este indicador mide la cantidad de residuos municipales generados en un territorio, lo cual proporciona una visión general de la magnitud del desafío que representa la gestión de residuos en un territorio. Para realizar su cálculo, se utilizó la fórmula descrita en la Ecuación 1.

Ecuación 1. Fórmula para el cálculo de la cantidad de residuos municipales generados en un año

$$RM = \sum RMi$$

RM: Cantidad de residuos municipales generados en el territorio (t)

RM_i: Cantidad de residuos municipales por establecimiento generador (t)

Fuente: Elaboración propia

En base a la [hoja de cálculo de la cantidad de residuos municipales generados](#), la variable RMi se calcula con la columna E “Cantidad (Toneladas)” de la hoja de cálculo “Base de datos” por lo que, para su sumatoria, se utilizó la herramienta Tabla Dinámica la cual permitió filtrar los valores por región y sumarlos por año en la hoja “Tabla_Residuos Municipales”. La Tabla 5 presenta los resultados obtenidos y las Figura 2, Figura 3 y Figura 4 representan gráficamente su variación anual.

Años	Antofagasta	RM	Los Lagos	Unidad
2014	200,89	3.261,79	142,16	Miles de t
2015	194,94	3.346,49	291,56	Miles de t
2016	219,02	3.236,89	288,37	Miles de t
2017	252,68	3.586,83	301,61	Miles de t
2018	271,65	3.674,44	335,65	Miles de t
2019	251,60	3.596,25	367,78	Miles de t
2020	320,20	3.657,39	416,36	Miles de t
2021	202,95	3.722,37	507,72	Miles de t

Tabla 5. Cantidad de residuos municipales generados a nivel regional en los años 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

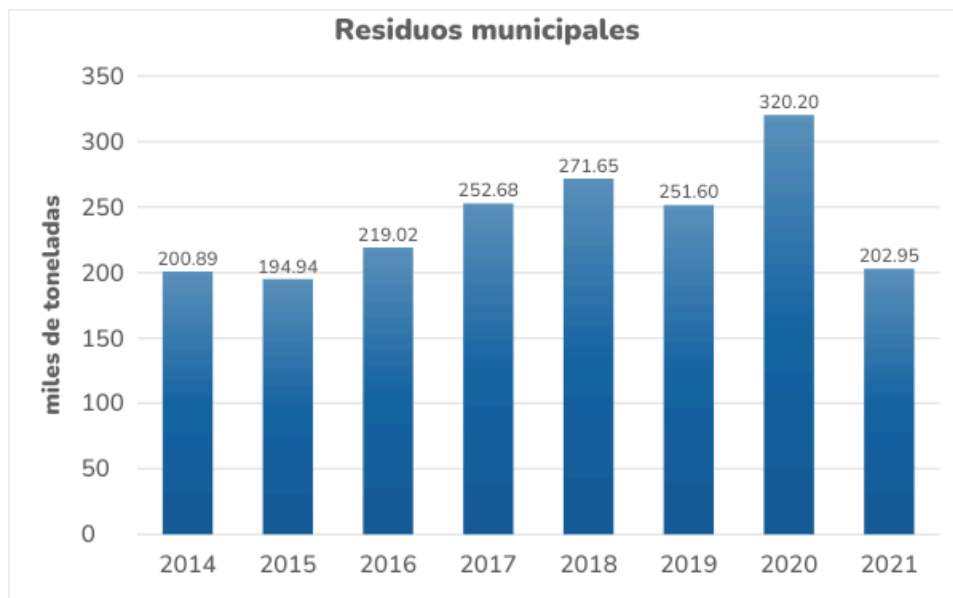


Figura 2. Cantidad de residuos municipales generados - Antofagasta - 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

Para la región de Antofagasta, se evidenció un crecimiento de la cantidad de residuos municipales generados desde el año 2016 al 2018. Además, que el año 2020 se presentó la mayor cantidad de residuos municipales con un valor de 3.657.387,90 toneladas a comparación de los otros años registrados. No obstante, se observó que el siguiente año, 2021, la cantidad de residuos municipales para la región tuvo una reducción de 117.249,70 toneladas a comparación de 2020.

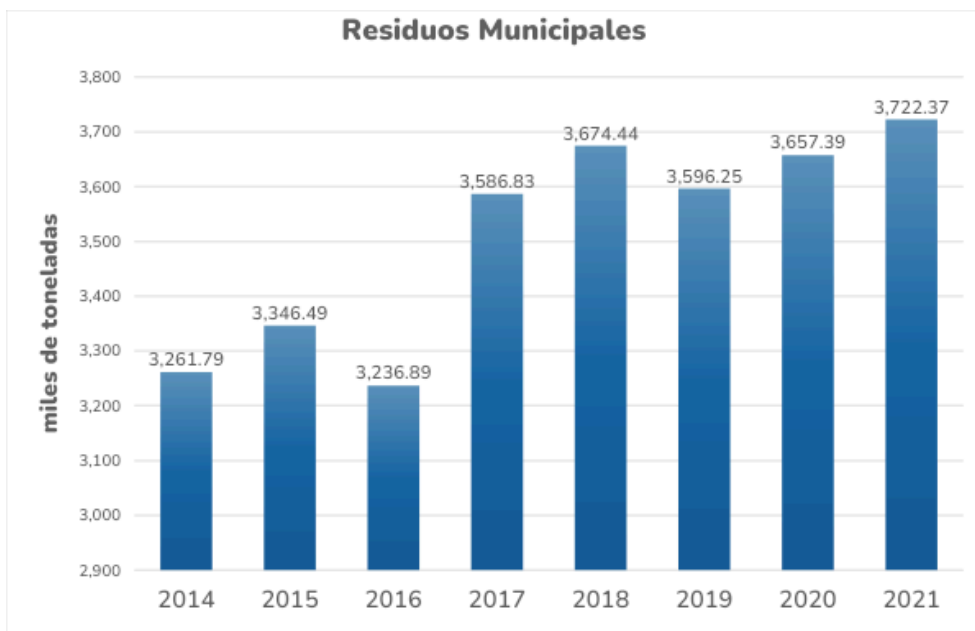


Figura 3. Cantidad de residuos municipales generados – Metropolitana de Santiago de Chile - 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

Para la Región Metropolitana de Santiago de Chile, en el año 2021 la generación de residuos municipales en esta región registró un valor de 3.722.372,23 toneladas. Esto evidenció una tendencia de crecimiento con respecto a la cantidad de este tipo de residuos y que obtuvo un aumento de 460.586,03 toneladas entre el 2014 y 2021

Entre el 2015 y 2016, la región presentó una reducción de 109.599,01 toneladas. Además, se evidenció que en el 2016 se obtuvo el registro más bajo de la cantidad de residuos municipales generados con un valor de 3.236.887,19 toneladas. Por otro lado, del 2016 al 2017 se registró el mayor crecimiento de la cantidad de residuos municipales en la región con un aumento de 349.947,54 toneladas.



Figura 4. Cantidad de residuos municipales generados – Los Lagos - 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

Para la región de Los Lagos, se identificó un crecimiento sostenido en la generación de residuos alcanzando su pico en 2021 con 507.720,65 toneladas.

7.2. Indicador 2. Generación de residuos municipales per cápita

Indicador que mide la cantidad estimada de residuos municipales generados por persona en un territorio. Permite obtener una perspectiva más precisa del impacto que cada individuo tiene en la generación de residuos y en la demanda de recursos naturales. Para realizar su cálculo, se utilizó la fórmula descrita en la Ecuación 2.

Ecuación 2. Fórmula para el cálculo de la cantidad de residuos municipales generados per cápita

$$RMc = \frac{RM}{P}$$

RMc: Cantidad de residuos municipales generados per cápita en el territorio (t/habitante) o (t/hab)

RM: Cantidad de residuos municipales generados en el territorio (t)

P: Número de habitantes en el territorio

Fuente: Elaboración propia

En base a la [hoja de cálculo de la generación de residuos municipales per cápita](#), la variable RM se calcula con los valores de la columna E “Cantidad (Toneladas)” de la hoja de cálculo “Base de datos – Residuos Municipales”. Respecto a la variable P, corresponde a los valores de las columnas U hasta AB de la hoja de cálculo “Base de datos – Población”. En ambos casos, se debe realizar una sumatoria para obtener las variables mencionadas por lo que se utilizó la herramienta Tabla Dinámica la cual permitió filtrar los valores para cada región y sumarlos por año. Para ello, se generaron las hojas de cálculo “Tabla_Residuos Municipales” y “Tabla_Población (Proyección)”.

En base a estos resultados, se siguió la fórmula descrita en la Ecuación 2 y se calculó el valor de RMc en la hoja de cálculo “Resultados_RMc”. La Tabla 6 presenta los resultados obtenidos y las Figura 5, Figura 6 y Figura 7 representan gráficamente su variación anual.

Años	Antofagasta	RM	Los Lagos	Unidad
2014	0,34	0,45	0,17	t/habitante
2015	0,32	0,46	0,34	t/habitante
2016	0,36	0,44	0,33	t/habitante
2017	0,41	0,48	0,35	t/habitante
2018	0,42	0,48	0,38	t/habitante
2019	0,38	0,45	0,42	t/habitante
2020	0,46	0,45	0,47	t/habitante
2021	0,29	0,45	0,57	t/habitante

Tabla 6. Generación de residuos municipales per cápita a nivel regional en los años 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

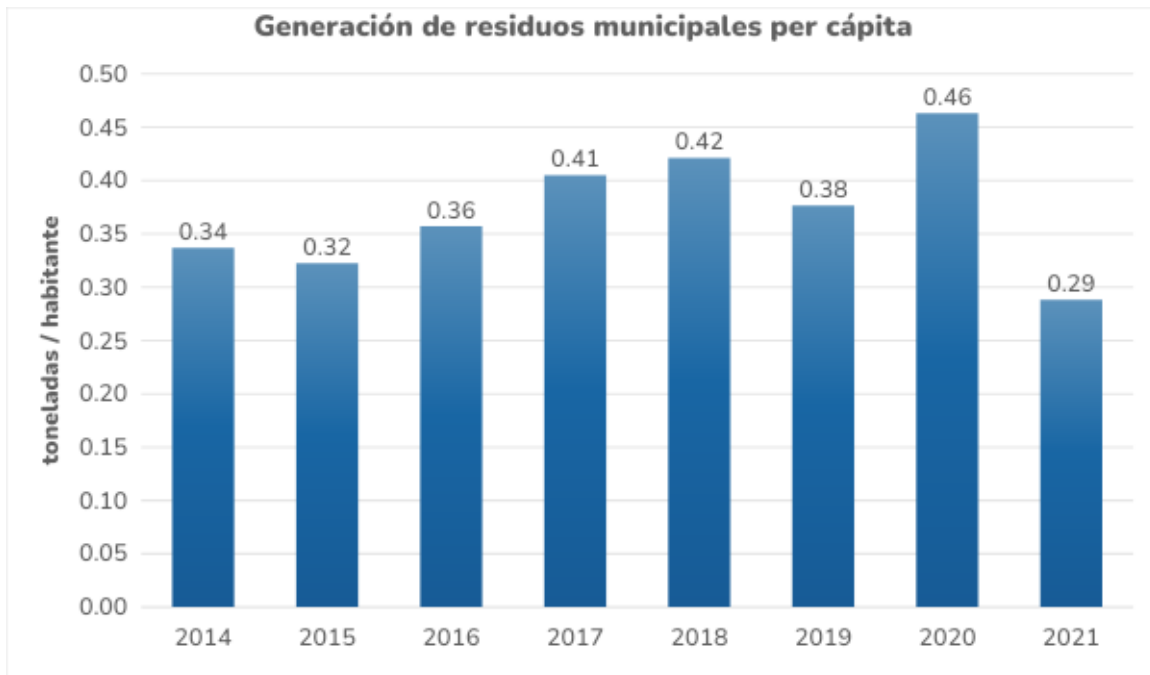


Figura 5. Generación de residuos municipales per cápita – Antofagasta – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

Para la región de Antofagasta, se evidenció que los resultados obtenidos de esta región presentaron una tendencia creciente, similar a la obtenida con el indicador de cantidad de residuos municipales. Además, se registró que el 2020 fue el año con una mayor generación por habitante en Antofagasta.

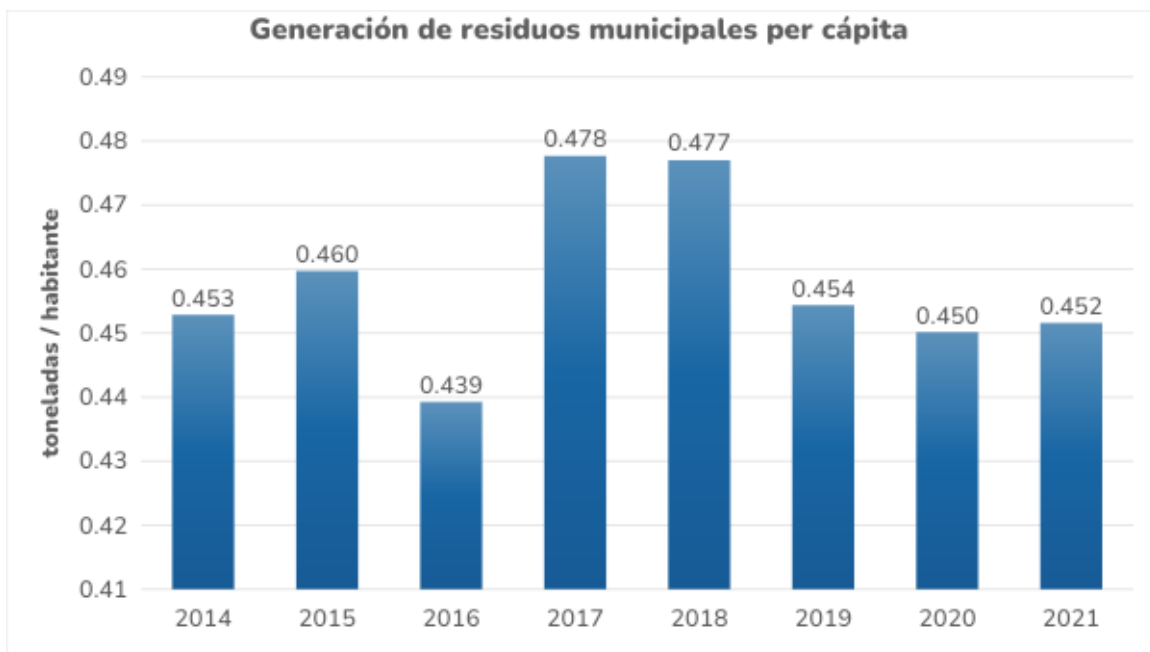


Figura 6. Generación de residuos municipales per cápita – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

Para la Región Metropolitana de Santiago de Chile, se observó entre los años 2014 al 2018 una tendencia creciente, similar a la cantidad de residuos municipales generadas que fueron registradas para la región. No obstante, entre los años 2019 al 2021, se observó una reducción en los valores de la generación per cápita, en donde se registró 0,45 t/habitante para el 2020, siendo este el menor valor entre estos últimos años para la región Metropolitana.

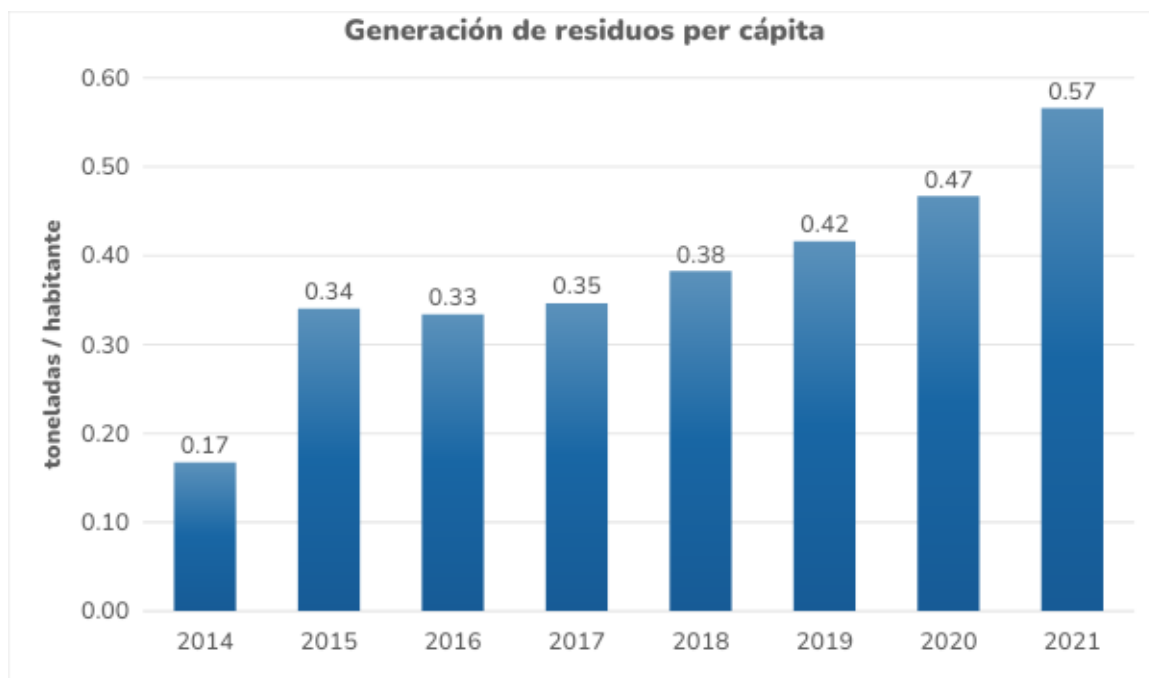


Figura 7. Generación de residuos municipales per cápita – Los Lagos – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

Para la región de los Lagos, se evidenció entre los años 2014 al 2021 una tendencia creciente, la cual presentó relación con el otro indicador de cantidad de residuos municipales generados, es decir que el crecimiento de los residuos municipales generados es proporcional al tamaño población que presenta cada año la región.

7.3. Indicador 3. Residuos municipales destinados a valorización

Este indicador representa la proporción de residuos municipales que se destinan a procesos de valorización en lugar de ser enviados directamente a procesos de eliminación. Esto implica su tratamiento o transformación de manera que se recupere su valor, se transforme en nuevas materias primas secundarias, o se reduzca su impacto ambiental. Para realizar su cálculo, se utilizó la fórmula descrita en la ecuación 3.

Ecuación 3. Fórmula para el cálculo de residuos municipales destinados a valorización

$$\%RMV = \frac{RM_V}{RM} * 100\%$$

%RM_V: Porcentaje de residuos municipales destinados a valorización en el territorio

RM_V: Cantidad de residuos municipales destinados a valorización en el territorio (t)

RM: Cantidad de residuos municipales generados en el territorio (t)

El valor de RM_V se calcula mediante la siguiente formula:

$$RM_V = \sum RM_Vi$$

RM_Vi: Cantidad de residuos municipales por establecimiento generador en el territorio, que han sido declarado para ser valorizados (t)

Fuente: Elaboración propia

En base a la [hoja de cálculo de residuos municipales destinados a valorización](#), la variable RM_V se corresponde con las columnas E “Cantidad (Toneladas) y considerando aquellas que también presentan la característica de Valorización en la columna J “Valorización/Eliminación” de la hoja de cálculo “Base de datos”. Para la sumatoria de esta variable se utilizó la herramienta de Excel Tabla Dinámica, la cual permitió filtrar los valores para cada región y sumarlos por año. Además, se incluyó los valores del total de residuos municipales generados¹¹, tabla que se encuentra entre las celdas D22 a la H24 de la hoja de cálculo “Cálculo”.

En base a estos resultados, se siguió la fórmula descrita en la Ecuación 3 y se calculó el valor de %RM_V en la hoja de cálculo “Resultados_%RM_V”. La Tabla 7 presenta los resultados obtenidos y las Figura 8, Figura 9 y Figura 10 representan gráficamente su variación anual.

Años	Antofagasta	RM	Los Lagos	Unidad
2017	-	3,02	0,17	%
2018	-	1,16	0,22	%
2019	-	1,36	0,20	%
2020	-	0,94	0,17	%
2021	0,01	1,16%	0,22	%

¹¹ Valores obtenidos en el indicador 1

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

Tabla 7. Porcentaje de residuos municipales destinados a valorización a nivel regional en los años 2017 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER



Figura 8. Residuos Municipales destinados a valorización – Antofagasta – 2017 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

En la región de Antofagasta, se registró que para el año 2021 los generadores municipales declararon haber destinado a valorización 0,01% de sus residuos municipales generados equivalente a 11,95 toneladas.

Cabe mencionar que los años 2017 al 2020 durante el procesamiento de los resultados, no se obtuvieron registros de cantidades de residuos municipales declarados a ser valorizados.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

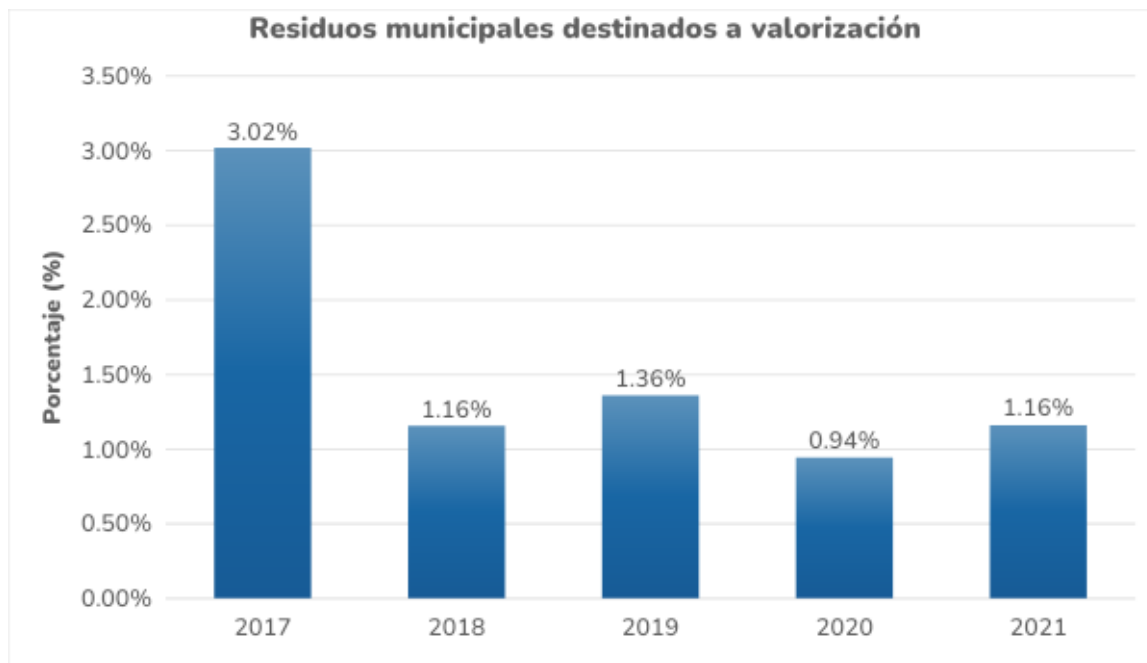


Figura 9. Residuos Municipales destinados a valorización – Metropolitana de Santiago de Chile – 2017 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

En la región Metropolitana de Santiago de Chile, se evidenció que para el año 2021, los generadores municipales declararon haber destinado a valorización 43.237,74 toneladas de residuos municipales, lo que equivale a un 1,16% del total de residuos municipales generados en la región.

Además, el año registrado que presentó la mayor cantidad de residuos municipales destinados a valorización fue el 2017 con 108.290,54 toneladas que equivale al 3,02% del total de residuos municipales generados.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

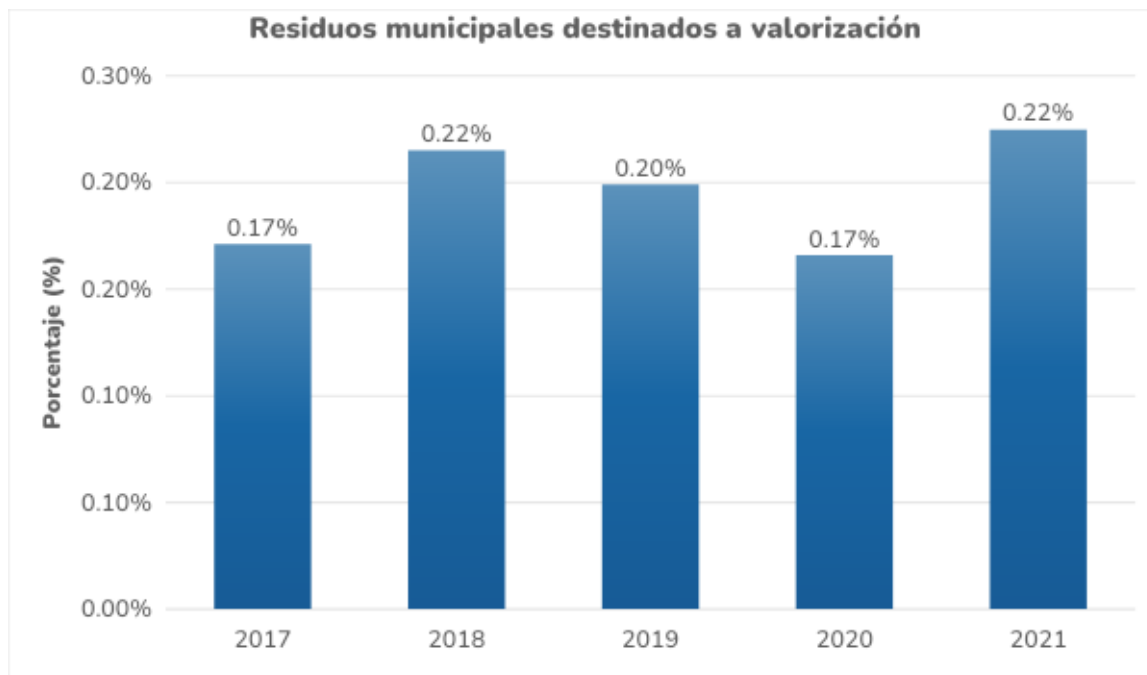


Figura 10. Residuos Municipales destinados a valorización – Los Lagos – 2017 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

En la región de Los Lagos, se observó que para el año 2021 los generadores municipales declararon haber destinado a valorización 1.141,60 toneladas de residuos municipales, el cual equivale al 0,22% del total de residuos, además este fue la mayor cantidad de residuos municipales destinados a valorización entre el 2017 al 2021.

7.4. Indicador 4. Residuos municipales declarados por destinatario final para valorización

Este indicador hace referencia a aquellos residuos que efectivamente son valorizados y declarados por los destinatarios finales que son recogidos selectivamente para su valorización. Esto permite reconocer la existencia de pérdidas en la cadena de transporte, mezcla con otros residuos no valorizables que no permitan su ingreso a las plantas, entre otros motivos. Para realizar su cálculo, se utilizó la fórmula descrita en la Ecuación 4.

Ecuación 4. Fórmula para el cálculo de residuos municipales declarados por destinatario final para valorización

$$\%RM_Ve = \frac{RM_Ve}{RM} * 100\%$$

%RM_Ve: Porcentaje de residuos municipales valorizados con éxito

RM_Ve: Cantidad de residuos municipales declarados por destinatario final para valorización en el territorio (t)

RM: Cantidad de residuos municipales generados en el territorio (t)

El valor de **RM_Ve** se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$RM_Ve = \sum RM_Vei$$

RM_Ve_i: Cantidad de residuos municipales valorizados con éxito por establecimiento generador en el territorio (t)

Fuente: Elaboración propia

En base a la [hoja de cálculo de los residuos municipales declarados por destinatario final para valorización](#), la variable RM_Ve se corresponde a la columna P “cantidad_toneladas” de la hoja de cálculo “Base de datos” que corresponde a los residuos declarados por destinatario final. Para obtener valores a nivel regional y por años se utilizó la herramienta de Excel Tabla dinámica, la cual permitió filtrar estos valores en estas dos dimensiones (anual y regional). Para ello, se generó la hoja de cálculo “Tabla_Residuos DeclaradosDestFinal”.

En base a estos resultados, se siguió la fórmula descrita en la Ecuación 4 y se calculó el valor %RM_Ve en la hoja de cálculo “Resultados %RM_Ve”. La Tabla 8 presenta los resultados obtenidos y las Figura 11, Figura 12 y Figura 13 representan gráficamente su variación anual.

Años	Antofagasta	RM	Los Lagos	Unidad
2014	-	0,2047	-	%
2015	0,6341	0,2500	0,0025	%
2016	-	0,3401	0,0101	%
2017	-	0,8288	0,0072	%
2018	0,0010	0,3036	0,0447	%

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

2019	-	0,1514	0,0096	%
2020	-	-	-	%
2021	-	0,0005	0,0002	%

Tabla 8. Porcentaje de residuos municipales declarados por destinatario final para valorización a nivel regional en los años 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER



Figura 11. Residuos municipales declarados por destinatarios final para valorización – Antofagasta – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

En la región de Antofagasta, se registró que en el año 2018 una cantidad de 2,8 toneladas de residuos municipales para una valorización que fueron declaradas por los destinatarios finales, esta cantidad representó el 0,001% de la cantidad de residuos municipales generados en la región para este año.

Por otro lado, el otro año que presentó registro fue el 2015 con una cantidad de 1.236,10 toneladas de residuos municipales declarados por los destinatarios finales para valorización equivalente al 0,63% de los residuos municipales generados en aquel año para la región de Antofagasta.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040



Figura 12. Residuos municipales declarados por destinatarios final para valorización – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

En la región Metropolitana de Santiago de Chile, para los residuos municipales declarados a una valorización por los destinatarios finales se evidenció que para el 2021, se registraron 18,85 toneladas lo cual equivale al 0,001% de los residuos municipales totales de la región. Cabe mencionar que para el año 2020, no se evidenció registros de residuos municipales para valorización declarados por los destinatarios finales en la región Metropolitana.

Por otro lado, en base a los datos recopilados del SINADER, el año que registró la mayor cantidad de residuos municipales declarados por destinatarios finales para valorización fue el 2017 con un valor de 29.726,15 toneladas equivalente al 0,8288% del total de residuos municipales generados en la región.



Figura 13. Residuos municipales declarados por destinatarios final para valorización – Los Lagos – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

Con respecto a los residuos municipales declarados a una valorización por los destinatarios finales en Los Lagos, se evidenció que para el 2021, se registraron 1,08 toneladas equivalente al 0,0002% del total de residuos municipales. Cabe mencionar que para el año 2014 y 2020, no se evidenció registro de residuos municipales valorizados declarados por los destinatarios finales en la región.

Por otro lado, en base a los datos recopilados del SINADER, el año que presentó fue el 2018 con una cantidad de 150,06 toneladas de residuos municipales declarados por los destinatarios finales para valorización.

7.5. Indicador 5. Residuos municipales con disposición adecuada

Este indicador hace referencia al porcentaje de residuos municipales que no son dispuestos a los vertederos y los basurales como destino final¹². Además, este indicador permite identificar si un residuo ha sido desviado cuando es enviado a un relleno sanitario o ha sido valorizado. Para realizar su cálculo, se utilizó la fórmula descrita en la Ecuación 5.

Ecuación 5. Fórmula para el cálculo de residuos municipales con disposición adecuada

$$\%RM_V = \frac{RM_{RV}}{RM} * 100\%$$

%RM_RV: Porcentaje de residuos municipales destinados al relleno sanitario y a procesos de valorización en la región

RM_RV: Cantidad de residuos municipales destinados al relleno sanitario y a procesos de valorización en la región (t)

RM: Cantidad de residuos municipales totales generados en la región (t)

El valor de RM_RV se calcula de la siguiente forma:

$$RM_{RV} = \sum RM_{RVi}$$

RM_RVi: Cantidad de residuos municipales destinados al relleno sanitario y a procesos de valorización por establecimiento generador en la región (t)

Fuente: Elaboración propia

En base a la [hoja de cálculo de residuos municipales con disposición adecuada](#), la variable RM_RV se corresponde a la columna E “Cantidad (Toneladas)” de la hoja de cálculo “Base de datos – Residuos Municipales”. Se debe realizar una sumatorio para obtener la variable mencionada por lo que se utilizó la herramienta de Excel Tabla Dinámica, la cual permitió filtrar aquellos residuos municipales con una disposición adecuada, es decir dispuestas a un relleno sanitario o a procesos de valorizado. En la hoja de cálculo “Tabla_DisposiAdecuda” se logró filtrar aquellas cantidades que eran dispuestas a vertederos y basurales, las cuales no se consideraron en la sumatoria de los residuos municipales.

En base a estos resultados, se siguió la fórmula descrita en la Ecuación 5 y se calculó el valor de %RM_V en la hoja de cálculo “Resultado %RM_V”. La Tabla 9 presenta los resultados obtenidos y las Figura 14, Figura 15 y Figura 16 representan gráficamente su variación anual.

Años	Antofagasta	RM	Los Lagos	Unidad
2014	32,98	99,97	62,55	%
2015	32,74	98,20	4,73	%
2016	28,77	98,05	34,09	%

¹² Este indicador no tiene como objetivo primordial discernir entre vertederos y basurales, sino en evaluar si la región tiene identificado tratamientos más eficaces y sostenibles para la gestión de los residuos municipales.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

2017	24,37	96,78	42,07	%
2018	98,33	98,36	41,23	%
2019	33,84	98,21	43,10	%
2020	100,00	99,99	48,60	%
2021	97,84	98,27	55,40	%

Tabla 9. Porcentaje de residuos municipales con disposición adecuada a nivel regional en los años 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER



Figura 14. Residuos municipales con disposición adecuada – Antofagasta – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

Con respecto a los residuos municipales con una disposición adecuada, en Antofagasta se evidenció que los años que registró una mayor cantidad de residuos municipales con disposición adecuada fueron los años 2018, 2020 y 2021 con valores de 267.113,06; 320.201,29; 198.566,79 toneladas de residuos municipales. Estos montos obtenidos equivalen al 98,3%, 100% y 97,8% del total de residuos municipales de la región para cada uno de estos años respectivamente.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040



Figura 15. Residuos municipales con disposición adecuada – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

Con respecto a los residuos municipales con a una disposición adecuada en la región Metropolitana de Santiago de Chile, se evidenció para el año 2021 una cantidad de 3.658.060,65 toneladas equivalente al 98,27% del total de residuos municipales de la región. Además, se observó que, para la región, los valores obtenidos presentaron una tendencia de crecimiento entre los años 2014 y 2021 con un aumento de 397.354,45 toneladas entre estos años.

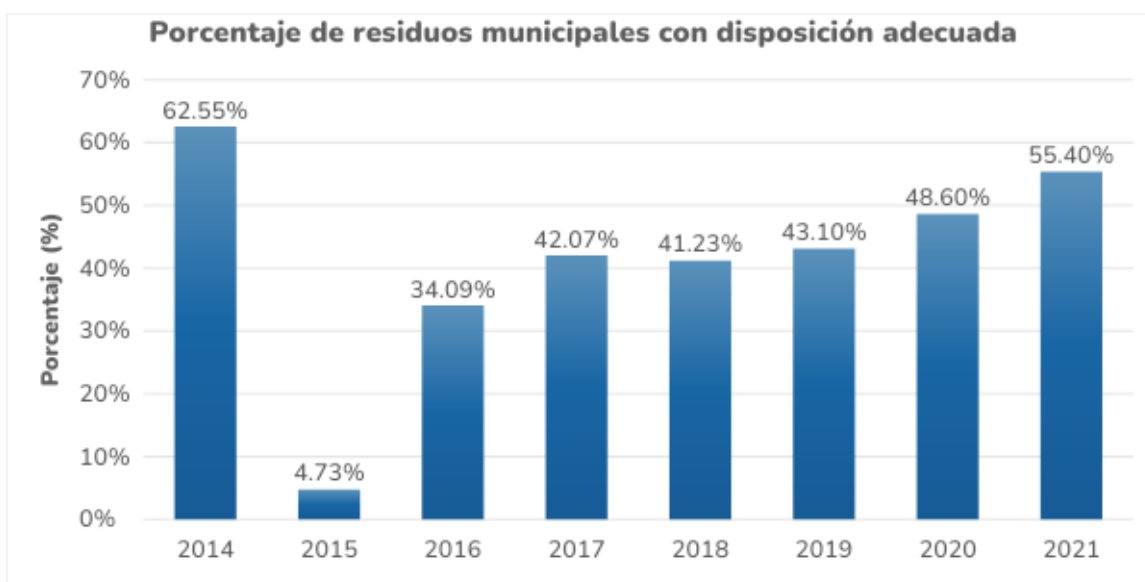


Figura 16. Residuos municipales con disposición adecuada – Los Lagos – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER

Con respecto a la región de los Lagos, se registró para el 2021 una cantidad de 281.287,69 toneladas de residuos municipales con disposición adecuada, el cual equivale al 55,40% del total de

residuos municipales generados, siendo este el segundo año con el mayor porcentaje después del 2014 con 62,55% (88.922,46 toneladas de residuos municipales generados).

7.6. Indicador 6. Costo económico de la gestión de residuos municipales

Este indicador mide el costo, en pesos chilenos (CLP) en servicios de aseo en una región y lo estandariza con los resultados obtenidos en el resto del país. Además, proporciona *insights* sobre la eficiencia de los sistemas de gestión implementados en la región. Si el costo es significativamente mayor en comparación con el promedio nacional, podría indicar posibles ineficiencias en la gestión de los residuos. Para el cálculo del indicador se utilizó la Ecuación 6.

Ecuación 6. Fórmula para el cálculo del costo económico de la gestión de residuos municipales

$$GARBV = \sum garbv$$

garbv: Costo en servicios de Aseo, recolección de basura y vertederos en un año a nivel regional (miles de millones de \$CLP)

Fuente: Elaboración propia

En base a la [hoja de cálculo del costo económico de la gestión de residuos municipales](#), la variable *garbv* se calcula con los valores de las columnas D “año 2017” hasta la I “año 2022” de la hoja de cálculo “ Base de datos (ajustado)- Costo gestión de residuos”. Para estos valores, se debe realizar una sumatoria para obtener la variable mencionada por lo que se utilizó la herramienta Tabla Dinámica la cual permitió filtrar los valores para cada región y sumarlos por año. Para ello, se generó la hoja de cálculo “Tabla (ajustada)_Costo gestión de residuos municipales”.

En base a estos resultados, que logró realizar la formula descrita en la Ecuación 6 y se obtuvo el valor de GARBV en la hoja de cálculo “Resultados_GARBV”. La Tabla 10 presenta los resultados obtenidos y las Figura 17, Figura 18 y Figura 19.

Años	Antofagasta	RM	Los Lagos	Unidad
2017	14,39	150,00	13,03	Miles millones de CLP
2018	15,67	159,85	14,00	Miles millones de CLP
2019	16,00	164,32	18,99	Miles millones de CLP
2020	17,68	169,36	19,34	Miles millones de CLP
2021	17,21	182,33	21,84	Miles millones de CLP
2022	16,41	206,37	23,37	Miles millones de CLP

Tabla 10. Costo en servicios de aseo, recolección de basura y vertederos a nivel regional en los años 2017 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINIM

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

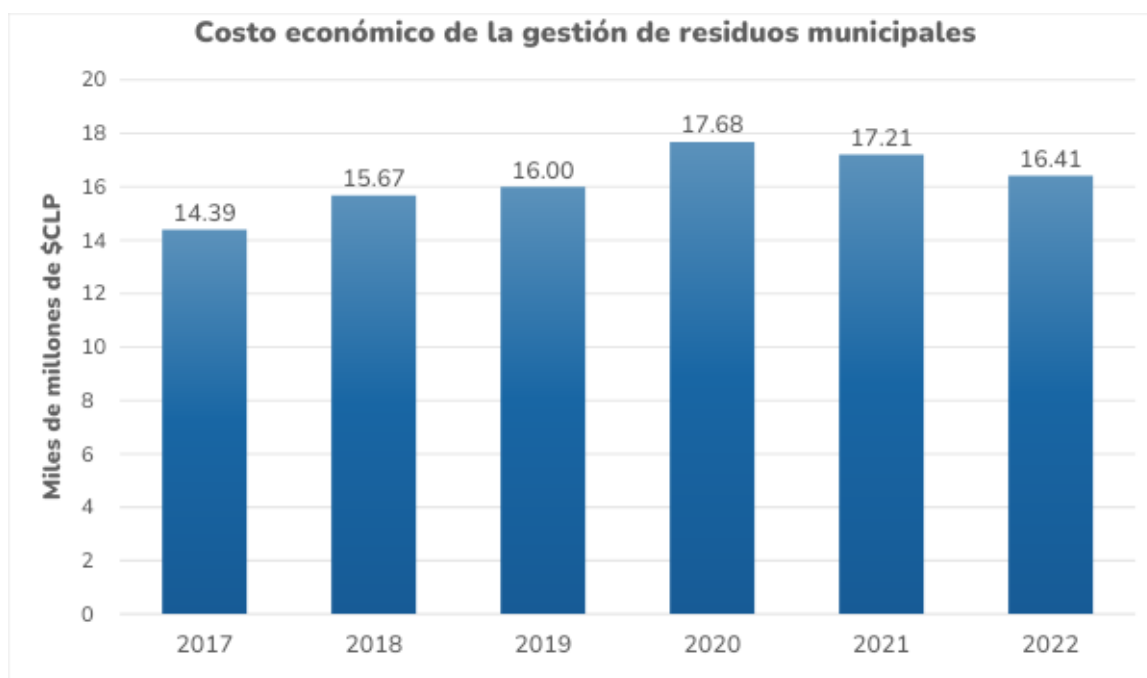


Figura 17. Costos económicos de la gestión de residuos municipales – Antofagasta – 2017 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINIM

En la región de Antofagasta, se evidenció que los costos de la gestión de residuos municipales presentaron montos con variaciones mínimas entre los años 2017 a los 2022 con un aumento de solo 2,02 de miles de millones de \$CLP. Sin embargo, cabe resaltar que los años 2020 y 2021 registraron una mayor cantidad de costos económico, estos valores fueron 17.681.676 y 17.205.681 de miles de pesos chiles respectivamente.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

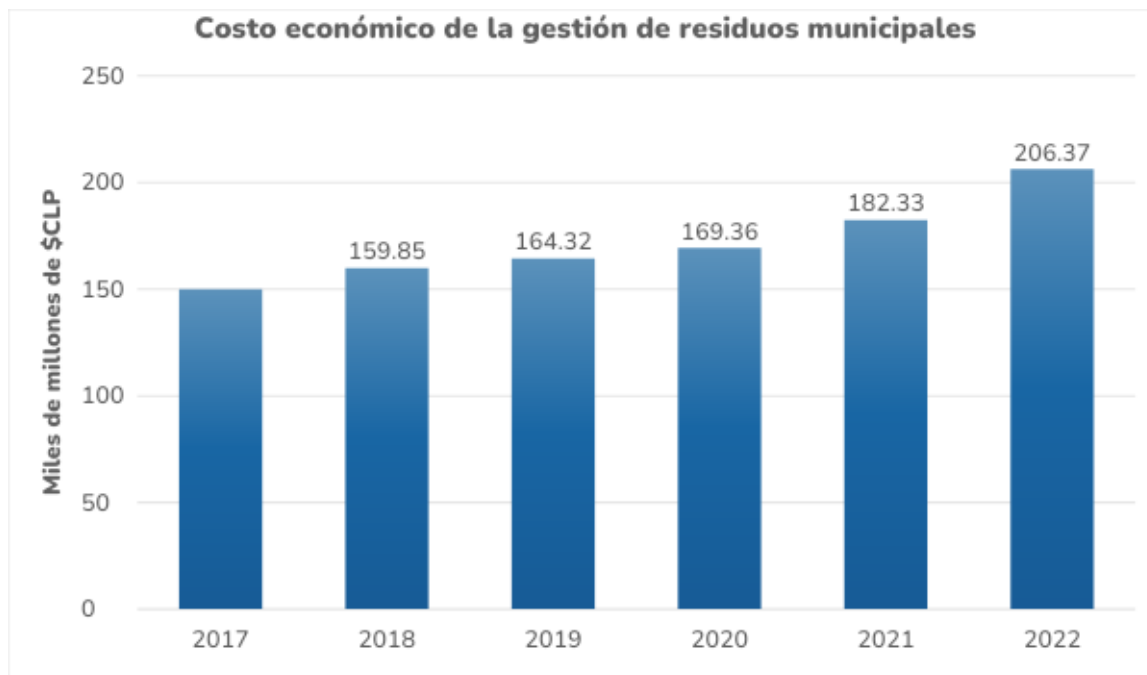


Figura 18. Costos económicos de la gestión de residuos municipales – Metropolitana de Santiago de Chile – 2017 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINIM

Para la región Metropolitana de Santiago de Chile, se determinó que los costos de la gestión de residuos municipales presentaron un aumento de 56,37 miles de millones de \$CLP entre los años 2014 y 2022. Donde este último año registró una cantidad de 206,37 miles de millones de \$CLP siendo el año registrado con el mayor costo entre los años 2014 y 2021.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

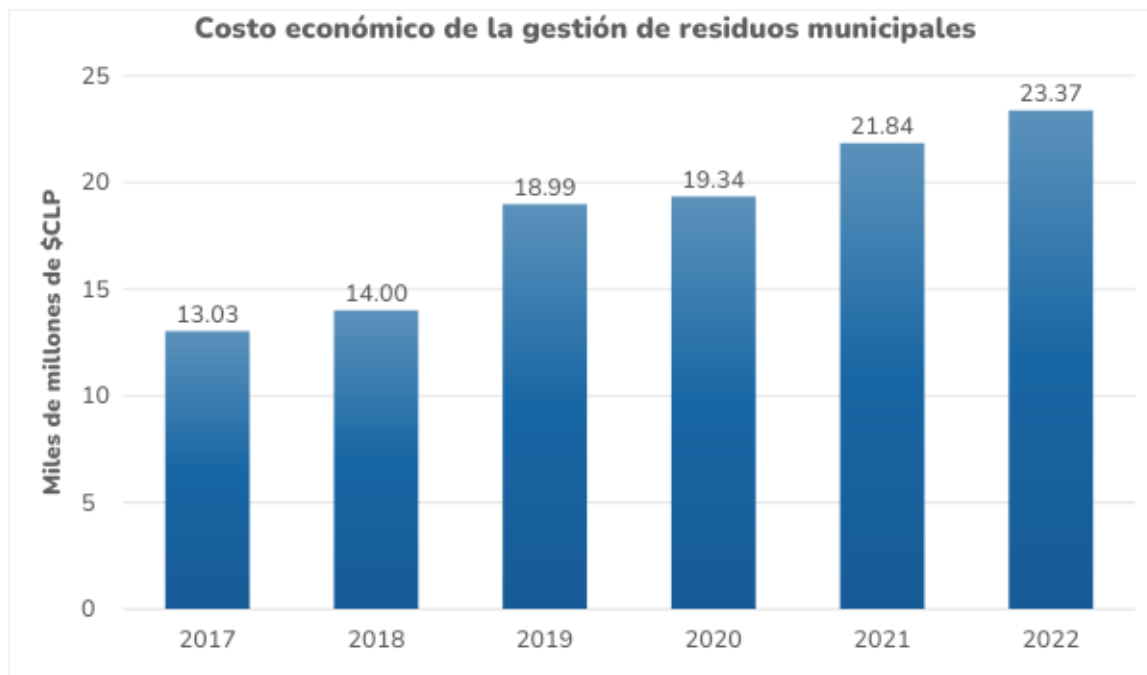


Figura 19. Costos económicos de la gestión de residuos municipales – Los Lagos – 2017 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINIM

Con respecto a la región de Los Lagos, se evidenció que los costos de la gestión de residuos municipales presentaron una tendencia de crecimiento con un aumento de 10,34 miles de millones de \$CLP entre los años 2017 al 2022. Además, el 2022 fue el año que presentó la mayor cantidad de estos costos en los años considerados, esto con un monto de 23,37 miles de millones de \$CLP.

7.7. Indicador 7. Energía consumida por fuente y por uso

Este indicador hace referencia a la cantidad de energía consumida para cada fuente de energía según la actividad y subactividad en donde es usada a nivel regional. Además, este indicador permite evaluar los consumos de energía tanto por fuente energética o actividad en la cual fue usada.

Con respecto a la [hoja de cálculo de la energía consumida por fuente y por uso](#), solo fue necesario una sistematización la información presente en las hojas de cálculo “Base de datos- Energía consumida”. Para ello se debe realizar una sumatoria para obtener los valores por fuente y por uso, por lo que se utilizó la herramienta Tabla dinámica, la cual permitió filtrar los valores para cada región y sumarlas por año. Para ello, se generaron las hojas de cálculo “Tabla_por fuente” y “Tabla_por uso”.

En base a estos resultados, se logró calcular estos valores plasmados en la hoja de cálculo “Resultados_Consumo energía por fuente y uso”. En la Tabla 11 y Tabla 12 se presentan los valores obtenidos de los últimos años, sin embargo, en la base de datos del indicador se registró desde el 2014 al 2021. Y la Figura 20, Figura 21, Figura 22, Figura 23, Figura 24 y Figura 25.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

Fuente	2020			2021			Unidad
	Antofagasta	Los Lagos	RM	Antofagasta	Los Lagos	RM	
Biogás	-	-	649,73	-	-	-	TCal
Biomasa	35,28	5.613,04	1.093,16	35,87	5.502,87	1.041,15	TCal
Carbón	30.600,46	329,17	69,91	32.135,80	841,03	15,07	TCal
Coque de Petróleo	741,74	-	469,87	114,15	-	479,90	TCal
Coque Metalúrgico	-	-	8,42	-	-	9,41	TCal
Electricidad	16.560,28	1.885,94	19.386,09	15.984,60	2.515,58	20.291,30	TCal
Energía Eólica	753,36	372,43	-	1.005,94	207,64	196,14	TCal
Energía Hidroeléctrica	1.166,16	1.623,04	2.069,37	767,98	978,97	1.753,16	TCal
Energía Solar	2.505,47	0,39	550,05	3.436,85	1,00	617,70	TCal
Gas Corriente	-	-	-	-	-	-	TCal
Gas Licuado de Petróleo	576,06	847,34	6.756,14	694,85	750,46	7.509,51	TCal
Gas Natural	12.149,04	181,89	10.573,71	10.721,57	180,49	15.096,53	TCal
Gasolina de Aviación	0,70	5,45	10,12	0,43	5,81	13,91	TCal
Gasolina de Motor	1.024,83	1.743,26	11.794,26	1.232,76	2.174,52	14.590,58	TCal
Geotermia	1.857,60	-	-	2.786,40	-	-	TCal
Kerosene	108,05	101,98	761,52	112,49	112,78	724,16	TCal
Kerosene de Aviación	510,70	169,18	6.819,82	663,00	297,71	7.402,02	TCal

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

Petcoke	-	-	-	-	-	-	TCal
Petróleo Combustible	490,23	285,30	28,66	447,02	225,88	93,80	TCal
Petróleo Diésel	20.916,06	5.930,31	15.539,01	20.113,02	6.320,42	17.921,13	TCal
TOTAL	89.996,03	19.088,72	76.579,82	90.252,73	20.115,16	87.755,48	TCal

Tabla 11. Energía consumida por fuente energética a nivel regional en los años 2020 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de Energía Abierta

Uso	2020			2021			Unidad
	Antofagasta	Los Lagos	RM	Antofagasta	Los Lagos	RM	
Comercial, público y residencial	1.278,15	7.367,86	23.366,51	1.445,10	7.795,08	24.419,66	TCal
Energía	1.384,83	1,31	9,69	1.058,66	1,13	29,83	TCal
Industria y Minería	31.580,67	3.209,49	16.058,38	31.900,58	3.704,38	16.471,53	TCal
Transformación	48.424,94	2.085,94	5.894,12	49.653,15	1.856,36	10.710,41	TCal
Transporte	7.327,45	6.424,13	31.251,12	6.195,24	6.758,20	36.124,05	TCal
TOTAL	89.996,03	19.088,72	76.579,82	90.252,73	20.115,16	87.755,48	TCal

Tabla 12. Energía consumida por uso en una actividad a nivel regional en los años 2020 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de Energía Abierta

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

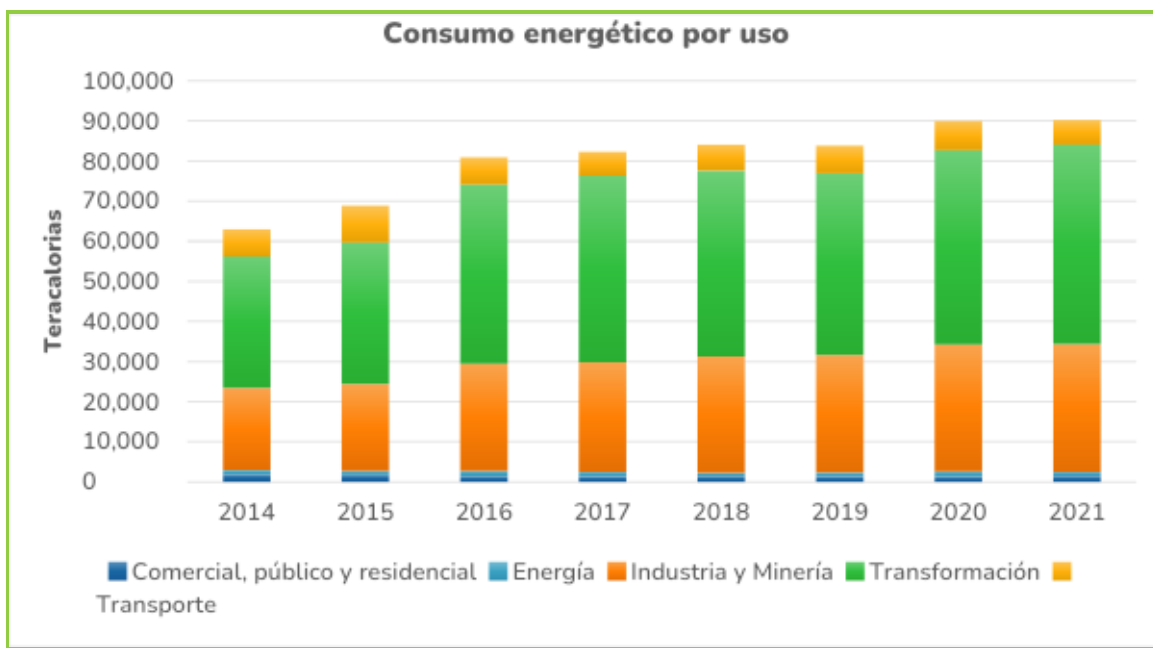


Figura 20. Consumo energético por uso – Antofagasta – 2014 al 2021

Con respecto a la energía consumida por uso en Antofagasta, la cual corresponde a la cantidad de energía que ha consumida la región por cada actividad donde se utilizó la energía, se evidenció que los usos con mayor consumos en el 2021 fueron por la actividad de “Transformación” que consumió 49.653,15 Tcal equivalente al 55,02% del total de consumo de energía, y por el uso en la actividad “Industria y minería”, la cual presentó un consumo de 31.900,58 Tcal, equivalente al 35,35% del total de consumo energético en el 2021.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

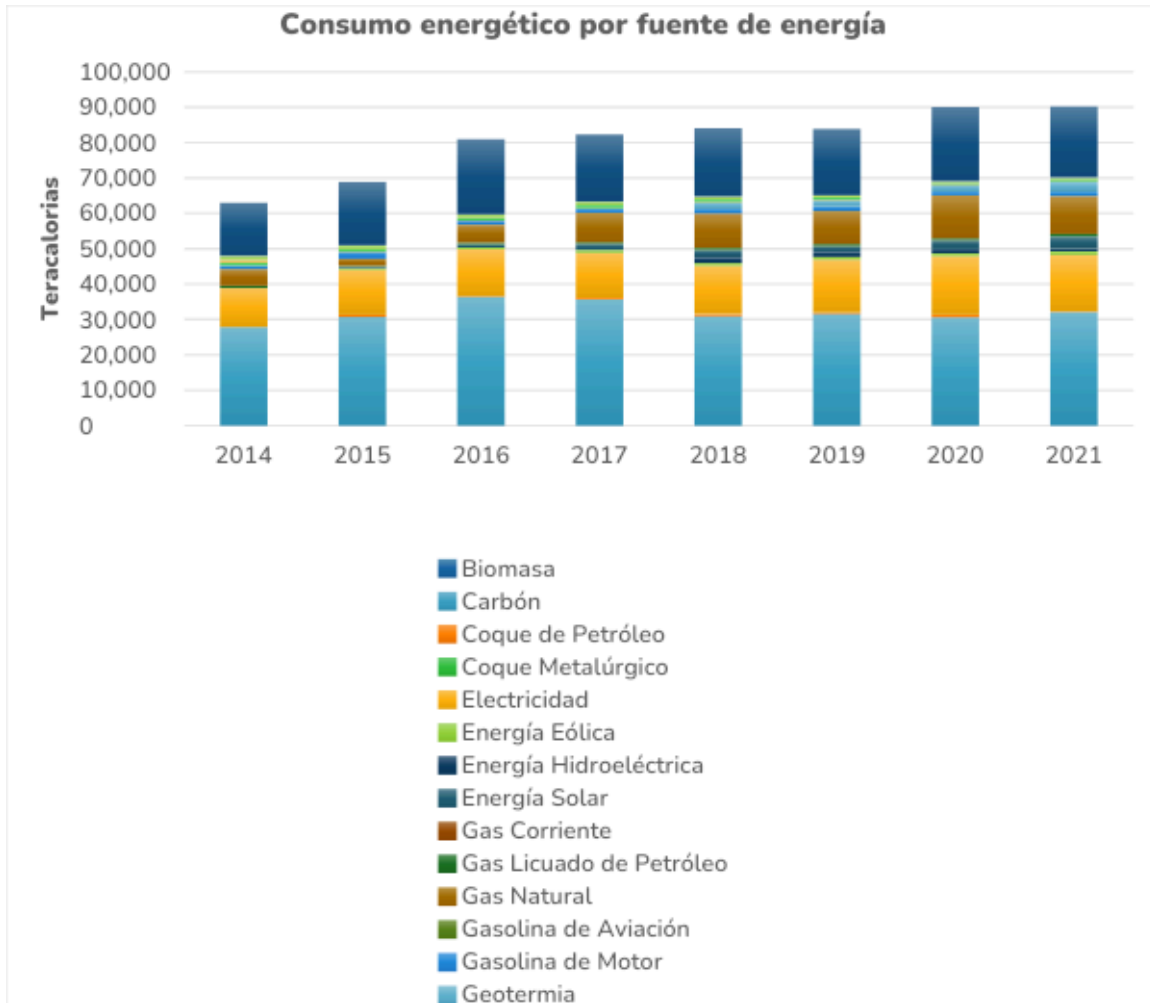


Figura 21. Consumo energético por fuente de energía – Antofagasta – 2014 al 2021

Por otro lado, la energía consumida por fuente energética en Antofagasta posee una distribución en donde la mayor fuente fue el carbón con 32.135,80 Tcal, la cual equivalió al 35,61% del consumo energético total y petróleo diésel con 20.916,06 Tcal equivalente al 22,29% del total de consumo registrado en el 2021.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

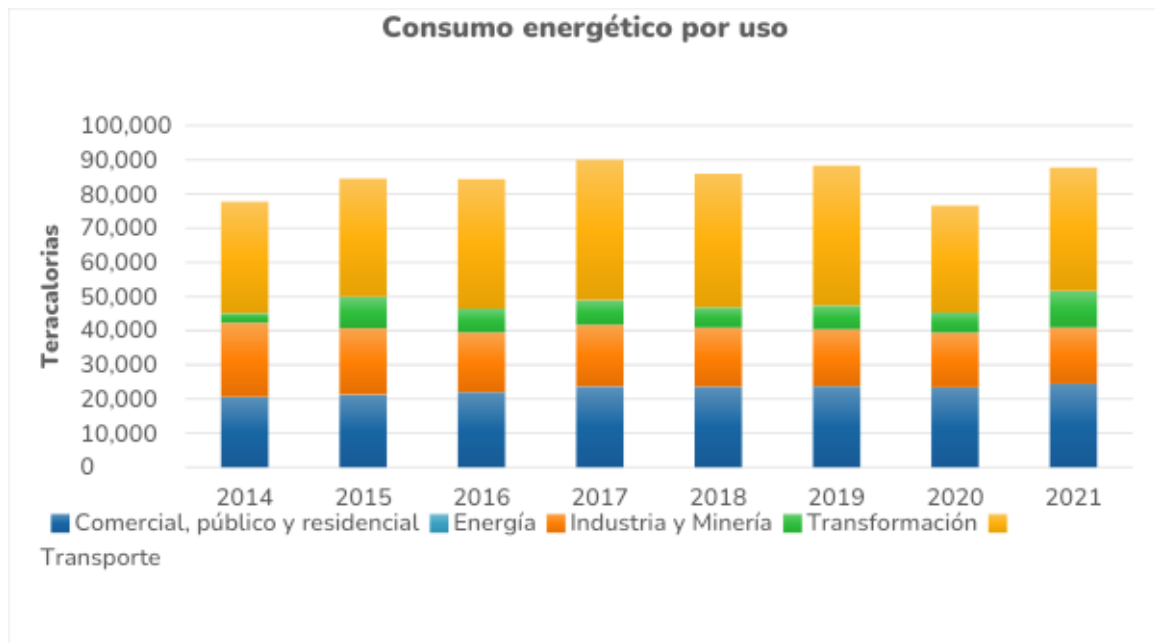


Figura 22. Consumo energético por uso – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021

Con respecto a la energía consumida por uso en la región Metropolitana, se evidenció que “Transporte” con un consumo de 36.124,05 Tcal que representó el 41,16% del consumo energético total y “Comercial, público y residencial” con 24.419,66 Tcal equivalente al 27,83%. Estos dos consumos por uso fueron los que presentaron un mayor consumo de energía en el 2021.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

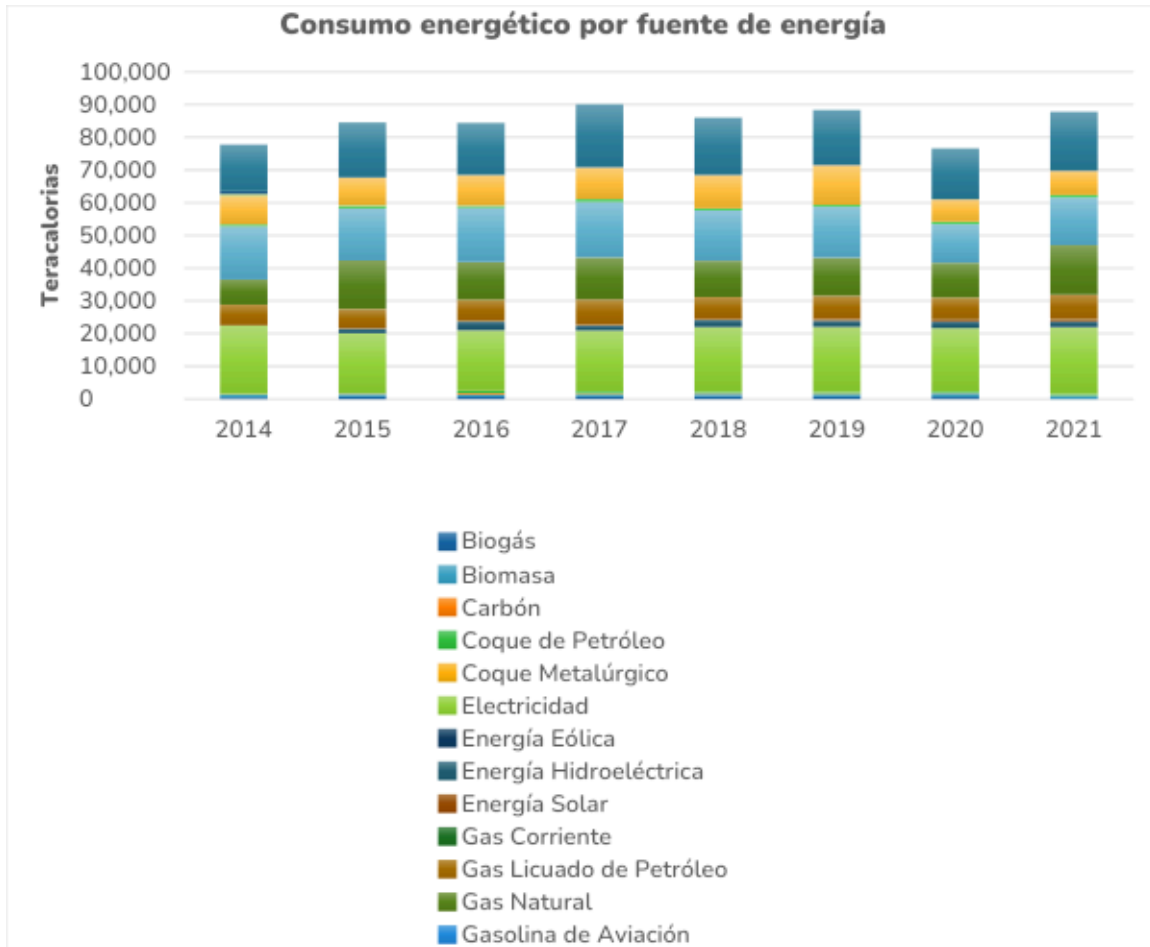


Figura 23. Consumo energético por fuente de energía – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021

Por otro lado, la energía consumida por fuente energética en la región Metropolitana posee una distribución en donde la mayor fuente energética es la electricidad con 20.291,30 Tcal que representó el 23,12% del total de consumo energético y petróleo diésel con 17.921,13 Tcal equivalente al 20,42% del consumo total en el 2021.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

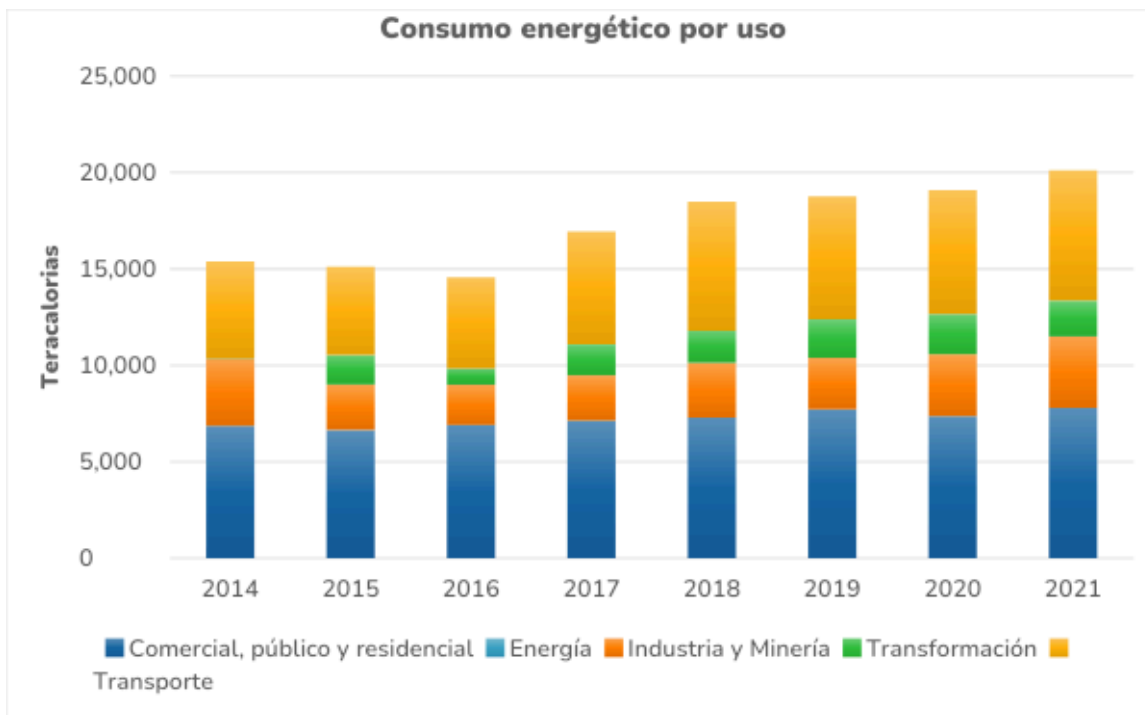


Figura 24. Consumo energético por uso – Los Lagos – 2014 al 2021

Con respecto a la energía consumida por uso, en la región de Los Lagos se evidenció que “Comercial, público y residencial” con un consumo de 7.795,08 Tcal, el cual representó un 38,75% del total de energía consumida y “Transporte” con 6.758,20 Tcal equivalente al 33,60% del consumo energético total. Estos dos consumos por uso fueron las que presentaron los mayores consumos de energía en el 2021 para la región de Los Lagos.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

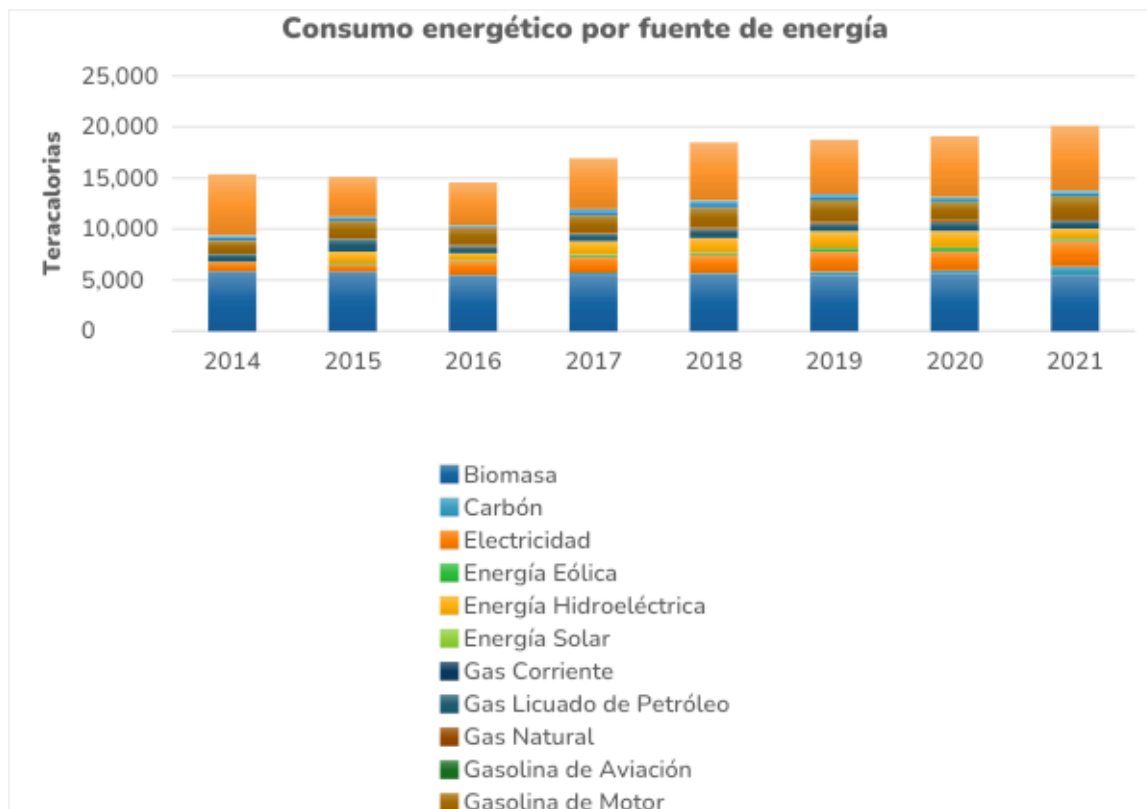


Figura 25. Consumo energético por fuente de energía – Los Lagos – 2014 al 2021

Por otro lado, la energía consumida por fuente energética en Los Lagos presentó una distribución en donde la mayor fuente fue el petróleo diésel con 6.320,42 Tcal que representó un 31,42% del total de consumo energético, seguido de la biomasa con 5.502,87 Tcal equivalente al 27,36% del consumo total de energía.

7.8. Indicador 8. Consumo eléctrico residencial por cliente

Indicador que evalúa la cantidad de energía eléctrica residencial consumida por cliente para cada una de las 16 regiones de Chile. Este otorga la información de consumo energético que cada habitante en cada región posee en distintos años. Para realizar su cálculo, se utilizó la fórmula descrita en la Ecuación 7.

Ecuación 7. Fórmula para el cálculo del consumo eléctrico residencial por cliente

$$CERC = \frac{\sum_{cercm}}{12}$$

cercm: Sumatoria de los doce meses de consumo eléctrico residencial por cliente de una región

Fuente: Elaboración propia

En base a la [hoja de cálculo del consumo eléctrico residencial por cliente](#), la variable cercm se calcula con los valores de la columna J “energía_kwh” de la hoja de cálculo “Base de datos-Consumo eléctrico por cliente”. Para ello se debe realizar una sumatoria para obtener la variable mencionada por lo que se utilizó la herramienta Tabla Dinámica, la cual permitió filtrar los valores para cada región y sumarlos por año. Para ello, se generaron la hoja de cálculo “Tabla_Consumo eléctrico residencial”.

En base a estos resultados, se siguió la fórmula descrita en la Ecuación 7 y se calculó el valor CERC en la hoja de cálculo “Resultados (ajustados)_CERC”. En la Tabla 13 se presenta los valores obtenidos y la Figura 26, Figura 27 y Figura 28 se presenta su variación anual.

Años	Antofagasta	RM	Los Lagos	Unidad
2015	219,58	216,83	179,01	KWh/cliente/mes
2016	213,23	215,30	176,12	KWh/cliente/mes
2017	207,72	217,20	179,20	KWh/cliente/mes
2018	206,61	213,93	187,39	KWh/cliente/mes
2019	203,41	214,76	186,79	KWh/cliente/mes
2020	210,58	252,12	187,90	KWh/cliente/mes
2021	213,36	234,13	213,61	KWh/cliente/mes
2022	212,54	223,09	208,45	KWh/cliente/mes

Tabla 13. Consumo eléctrico residencial por cliente a nivel regional en los años 2015 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de Energía Abierta

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

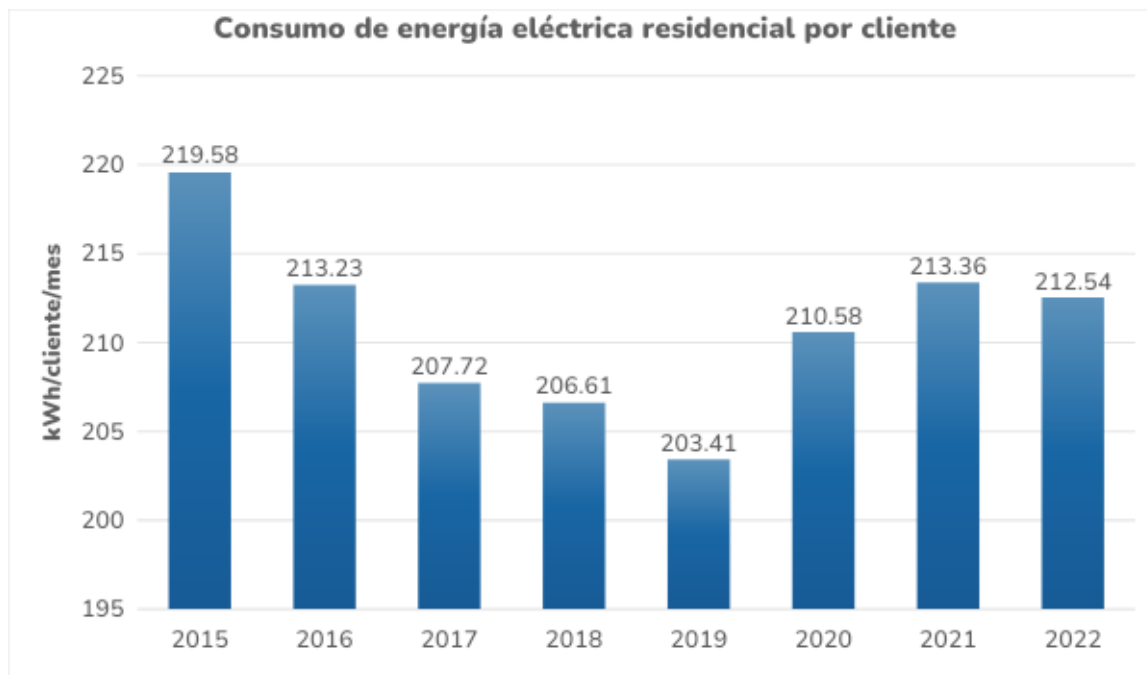


Figura 26. Consumo eléctrico residencial por cliente – Antofagasta – 2015 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de Energía Abierta

En Antofagasta se evidenció un decrecimiento de 16,17 kWh/cliente/año entre el 2015 (219,58 kWh/cliente/mes) al 2019 (203,41 kWh/cliente/año) en la región de Antofagasta. Un factor de esta reducción es el constante crecimiento de la cantidad de clientes facturados durante los años, existiendo un aumento de 15.681 clientes entre el 2015 al 2019 en el mes de diciembre.

Por otro lado, a partir del 2019 la región de Antofagasta presentó un crecimiento hasta el 2022 obteniendo como valor más alto entre esos años en el 2021 con 213,36 kWh/cliente/año. Además, se identifica un crecimiento de la cantidad de clientes facturados entre estos años con un incremento de 7.522 clientes entre el 2019 y 2022 en el mes de diciembre.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

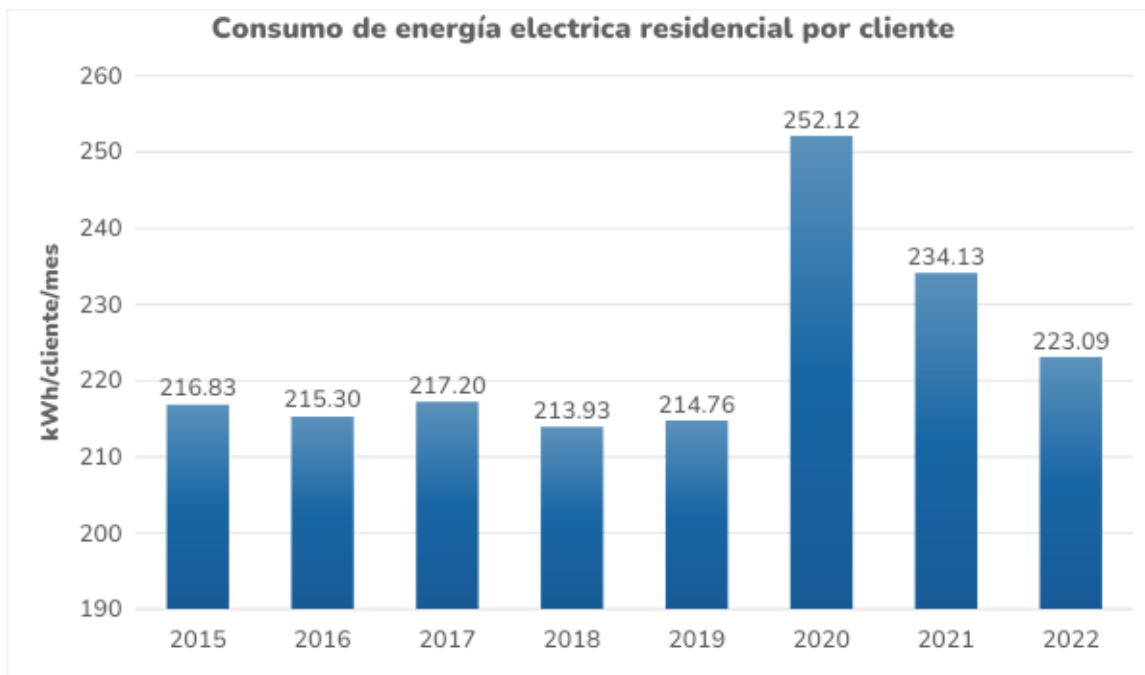


Figura 27. Consumo eléctrico residencial por cliente – Metropolitana de Santiago de Chile – 2015 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de Energía Abierta

En la región Metropolitana se determinó una tendencia de crecimiento en el consumo eléctrico residencial por cliente entre ellos el 2015 al 2022 con un aumento de 29,44 kWh/cliente/mes. Además, se evidenció que, entre este periodo, el 2020 fue el año con el mayor consumo eléctrico residencial en la región, con un consumo de 252,12 kWh/cliente.

También se identificó que en el periodo de 2015 al 2019 el consumo eléctrico residencial presentó una tendencia relativamente constante con valores rondando entre 216,83 y 214,76 kWh/cliente/mes. Por otro lado, se observó un decrecimiento en el consumo eléctrico residencial entre el 2020 al 2022, donde este último año registró un valor de 223,09 kWh/cliente/mes, que a comparación al 2020 (252,12 kWh/cliente/mes) presentó una reducción de 29,03 kWh/cliente/mes.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

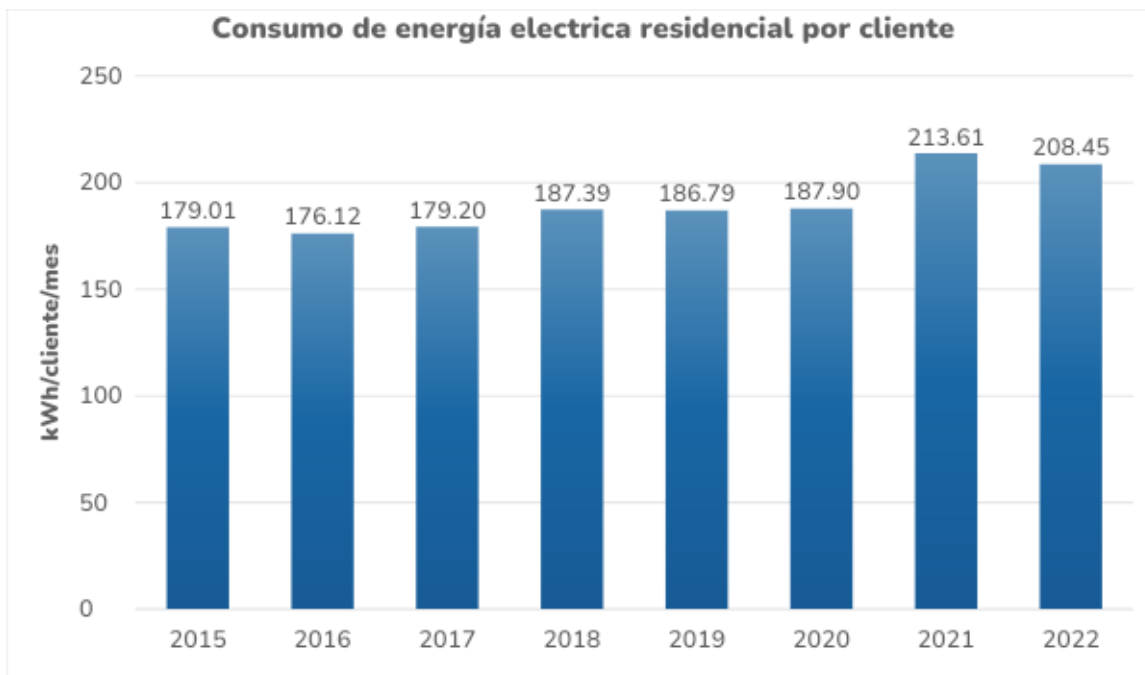


Figura 28. Consumo eléctrico residencial por cliente – Los Lagos – 2015 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de Energía Abierta

La región de Los Lagos presentó entre los años 2015 al 2022 una tendencia de crecimiento con respecto a los consumos eléctrico residencial por cliente. Además, se evidenció que el 2021 fue el año con el mayor consumo de energía eléctrica residencial por cliente con 213,61 kWh/cliente/mes.

Por otro lado, en el año 2015 al 2020, los consumos presentaban consumos similares con un aumento de 8,89 kWh/cliente/año entre estos años, valor menor a comparación del aumento que se observó entre el año 2020 y 2021 el cual fue un aumento de 25,71 kWh/cliente/mes.

En síntesis, el consumo eléctrico residencial en la región de Los Lagos presentó aumento destacando al 2021 como el año con el mayor consumo por cliente y además que en años posteriores al 2020 este consumo eléctrico residencial presentó una regularidad en sus valores.

7.9. Indicador 9. Generación de emisiones de GEI por actividad económica

Indicador que evalúa la cantidad de GEI emitidos por cada actividad económica para cada región. Este permite obtener la distribución de emisiones que posee cada región con respecto a los sectores económicos que la región posee una mayor influencia en la emisión de GEI para cierto sector.

Con respecto a lo [hoja de cálculo de la generación de emisiones de GEI por actividad económica](#), se descargó y sistematizó la cantidad de emisiones de GEI generadas por actividad económico del Inventario regional de GEI (IRGEI)¹³, las cuales se encuentran en las hojas de cálculo “BD_Antofagasta_sinUTCUTS”, “BD_Metropolitana_sinUTCUTS” y “BD_Lagos-sinUTCUTS”. No se necesitó realizar cálculos con fórmulas, únicamente se realizó una categorización de sectores económico con las emisiones de GEI obtenido de las bases de datos de las tres regiones piloto, esta categorización también se encuentra en las 3 hojas de cálculo anteriormente mencionadas. Posterior a ello, se utilizó la herramienta de Tabla Dinámica, la cual permitió obtener los valores para cada región y sumarlas por año. En la hoja de cálculo “Resultado_IND9” se muestran los valores obtenidos para cada una de las regiones. En la Tabla 14 se presenta los resultados obtenidos y en la Figura 29, Figura 30 y Figura 31 se representa gráficamente su variación anual.

Para mantener las cantidades de emisiones de GEI en cada región, se agregó una categoría “Transversal”, el cual considera aquellas emisiones que presentaban una relación con más de una actividad económica del PIB. A continuación, se muestran los resultados de forma gráfica para cada región.

¹³ Cabe mencionar que para esta cuantificación de GEI, se consideró las “emisiones de GEI totales, las cuales hacen referencia a la sumatoria de las emisiones de GEI expresadas en CO2 equivalente excluyendo las fuentes de emisiones y sumideros de absorción del sector Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS).

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

REGIÓN	ACTIVIDAD ECONÓMICA	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	UNIDAD
Antofagasta	Agropecuario-silvícola y pesca	22,88	28,45	22,29	19,05	26,26	20,70	23,89	Kt CO ₂ eq
Antofagasta	Comercio, restaurantes y hoteles	43,49	48,47	69,68	77,36	79,11	74,51	70,24	Kt CO ₂ eq
Antofagasta	Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	10.818,12	12.948,82	13.372,60	13.586,18	12.095,49	12.599,82	12.818,46	Kt CO ₂ eq
Antofagasta	Industria manufacturera	1.656,27	1.776,25	1.349,76	1.579,99	1.432,29	2.006,41	1.728,02	Kt CO ₂ eq
Antofagasta	Minería	3.818,58	4.061,17	4.239,08	4.045,03	4.266,51	4.207,85	4.386,03	Kt CO ₂ eq
Antofagasta	Transporte, información y comunicaciones	1.595,63	1.717,35	1.693,29	1.646,19	1.757,74	1.787,06	1.569,46	Kt CO ₂ eq
Antofagasta	Transversal	69,73	80,88	78,60	77,04	78,35	88,04	76,61	Kt CO ₂ eq
Metropolitana de Santiago	Agropecuario-silvícola y pesca	1.045,79	1.064,37	1.063,86	1.046,83	1.037,44	1.027,48	1.029,19	Kt CO ₂ eq
Metropolitana de Santiago	Comercio, restaurantes y hoteles	841,84	911,75	1.313,44	1.510,68	1.516,54	1.374,00	1.017,25	Kt CO ₂ eq
Metropolitana de Santiago	Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	2.902,73	3.558,78	3.861,46	4.025,51	3.969,17	4.243,66	4.202,75	Kt CO ₂ eq
Metropolitana de Santiago	Industria manufacturera	3.774,01	3.378,02	3.931,54	4.056,13	3.797,68	3.804,58	3.740,43	Kt CO ₂ eq
Metropolitana de Santiago	Minería	458,47	465,71	445,96	463,81	415,13	409,73	388,51	Kt CO ₂ eq
Metropolitana de Santiago	Transporte, información y comunicaciones	7.713,92	8.366,85	8.704,61	8.955,72	9.360,84	9.570,37	8.254,29	Kt CO ₂ eq
Metropolitana de Santiago	Transversal	1.875,52	1.925,28	2.000,94	2.143,57	2.067,31	2.031,92	2.108,43	Kt CO ₂ eq
Los Lagos	Agropecuario-silvícola y pesca	2.839,33	2.720,76	2.823,28	2.838,25	2.838,02	2.787,16	2.812,32	Kt CO ₂ eq
Los Lagos	Comercio, restaurantes y hoteles	39,72	44,55	65,51	75,96	76,54	71,96	54,88	Kt CO ₂ eq
Los Lagos	Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	279,68	349,12	382,08	284,78	296,61	313,62	316,14	Kt CO ₂ eq
Los Lagos	Industria manufacturera	529,90	487,75	529,73	571,26	590,68	649,56	630,73	Kt CO ₂ eq

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

REGIÓN	ACTIVIDAD ECONÓMICA	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	UNIDAD
Los Lagos	Minería	-	-	-	-	0,0014	0,0009	0,0007	Kt CO ₂ eq
Los Lagos	Transporte, información y comunicaciones	1.257,37	1.394,55	1.565,80	1.702,31	1.828,33	1.905,50	1.869,29	Kt CO ₂ eq
Los Lagos	Transversal	204,72	213,41	203,67	227,28	245,89	250,32	237,44	Kt CO ₂ eq

Tabla 14. Generación de emisiones de GEI por actividad económica a nivel regional en los años 2014 al 2020

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SNI Chile

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

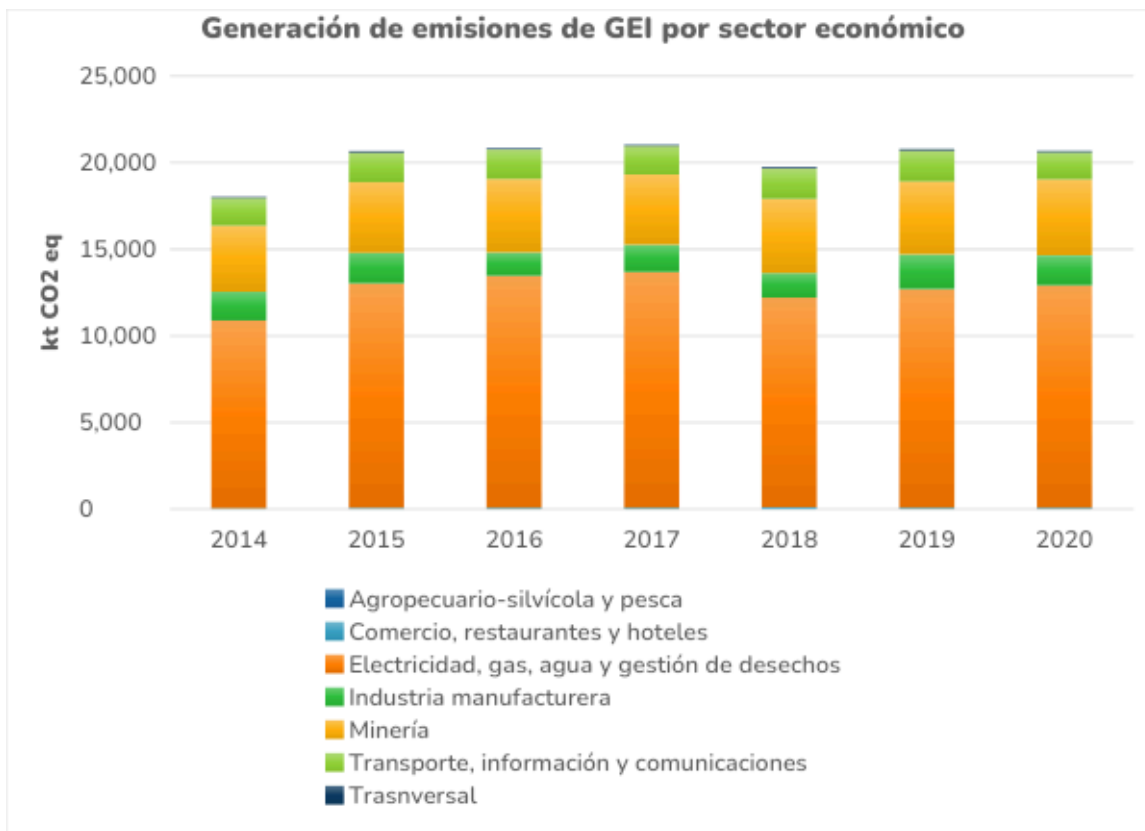


Figura 29. Generación de emisiones de GEI por actividad económica – Antofagasta - 2014 al 2020

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SNI Chile

Luego de realizar la relación entre los sectores del inventario de GEI con las categorías de los sectores económicos, se logró determinar que, en la región de Antofagasta, la actividad económica “Electricidad, gas, agua y gestión de desechos” fue el que presentó mayores cantidades de generación de GEI en la región de Antofagasta con 12.818,46 kt CO₂ eq en el 2020.

Por otro lado, se evidenció que las emisiones que en el sector “Minería” también presentaron valores significativos, logrando alcanzar 4.386,03 kt CO₂ eq en el 2020, esto debido a las actividades relacionadas, tales como extracción, refinación, entre otras actividades relacionadas a la minería.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

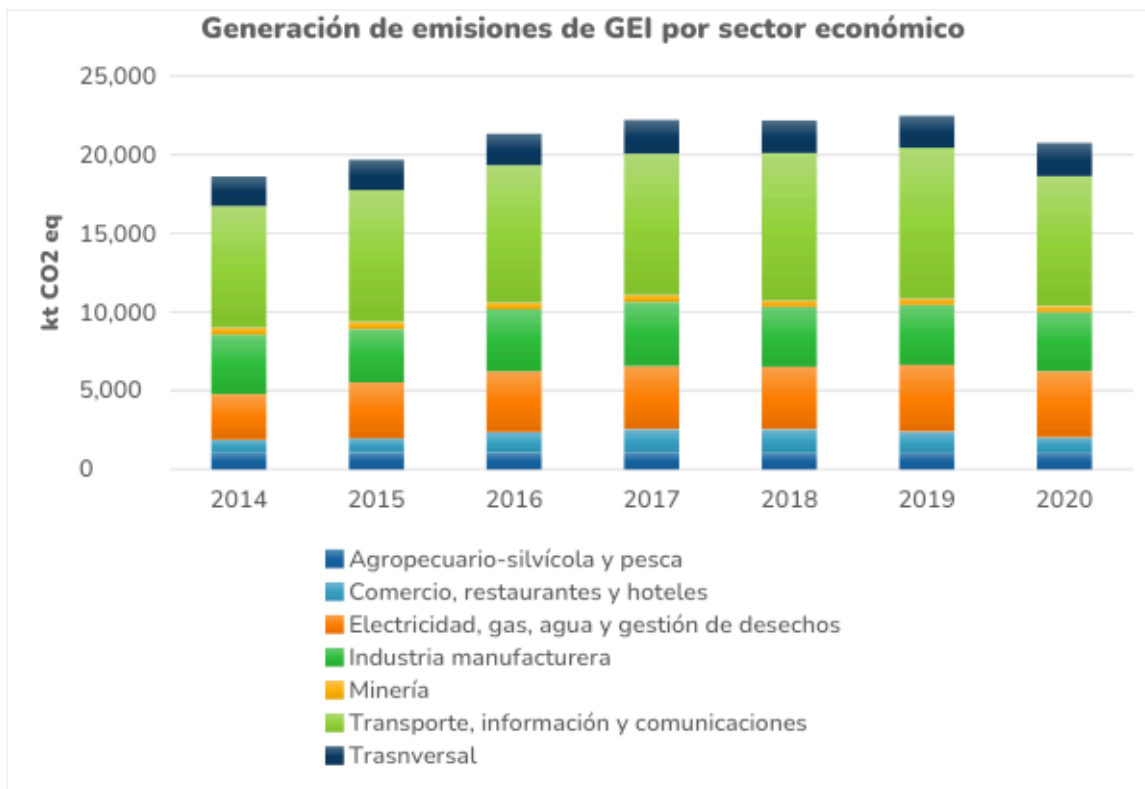


Figura 30. Generación de emisiones de GEI por actividad económica - Metropolitana de Santiago de Chile - 2014 al 2020

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SNI Chile

En la región Metropolitana se logró evidenciar que la actividad económica que presentó una mayor generación de emisiones en la región fue el sector “Transporte, información y comunicaciones” con una cantidad de 8.254,29 46 kt CO₂ eq en el 2020.

Por otro lado, otro sector con emisiones significativas fue la Industria Manufacturera con 3.740,43 kt CO₂ eq en el 2020. Esto se le puede atribuir a emisiones por la producción, refrigeración entre otras aplicaciones dentro del sector.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

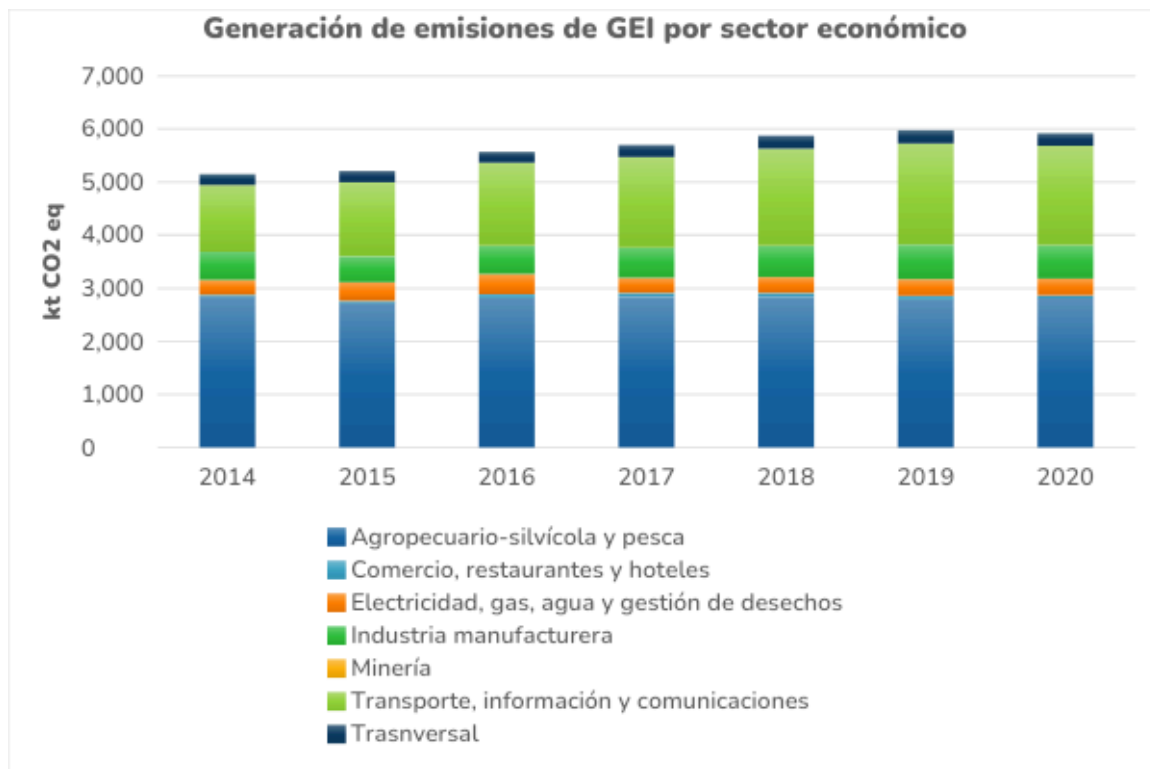


Figura 31. Generación de emisiones de GEI por actividad económica – Los Lagos - 2014 al 2020

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SNI Chile

En la región de Los Lagos se evidenció que la actividad económica que presentó la mayor generación de emisiones de GEI fue el sector Agropecuario-silvícola y pesca con un valor de 2.812,3246 kt CO₂ eq en el 2020.

Por otro lado, el sector de Transporte, información y comunicaciones también presentó una generación significativa de GEI en el 2020 con un valor de 1.869,29 kt CO₂ eq. Esto debido principalmente por la actividad de transporte terrestre por medio de automóviles y camiones para servicio ligero o pesado, y también por la navegación marítima y fluvial nacional.

7.10. Indicador 10. Emisiones GEI generadas por unidad de energía consumida

Evalúa la relación entre volumen de GEI emitidos y el consumo de energía por parte de las actividades económicas. Esto refleja la cantidad de emisiones generadas en términos de GEI por el consumo de una unidad de energía. A este indicador se le asignó la categoría de Ambiente en el marco de la categorización de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Para el cálculo se utilizó la fórmula descrita en la Ecuación 8.

Ecuación 8. Fórmula para el cálculo de emisiones de GEI generados por unidad de energía consumida

$$IEEC = \frac{GE}{TJ}$$

IEEC: Emisiones de GEI generadas por la producción y consumo de combustibles por unidad de energías consumida y territorio (kt CO₂ eq/Terajoule)

GE = Generación de emisiones GEI (kt CO₂ eq)

TJ = Unidad de energía consumida (Terajoule)

Fuente: Elaboración propia

En base a la [hoja de cálculo de emisiones GEI generados por unidad de energía consumida](#), la variable GE se calcula con los valores de la columna AA “2014” hasta AG “2020” de las hojas de cálculo “Base datos_CO2eq_ANT”, “Base datos_CO2eq_RM” y “Base datos_CO2eq_LAGOS”. Respecto a la variable TJ, corresponde a los valores de la columna G de la hoja de cálculo “Base de datos_BNE”. En ambos casos, se debe realizar una sumatoria para obtener las variables mencionadas por lo que se utilizó la herramienta Tabla Dinámica la cual permitió filtrar los valores para cada región y sumarlos por año. Para ello, se generaron las hojas de cálculo “Tabla_Dinamia_BNE”, “Tabla_Dinamica_CO2ANT”, “Tabla_Dinamia_CO2RM” y “Tabla_Dinamica_CO2LAGOS”¹⁴.

En base a estos resultados se siguió la fórmula descrita en la Ecuación 8 y se calculó el valor de IEEC en la hoja de cálculo “Resultados_IEEC”. En la Tabla 15 se presentan los valores obtenidos para cada región y en la Figura 32, Figura 33 y Figura 34 representan gráficamente su variación anual.

Años	Antofagasta	RM	Los Lagos	Unidad
2014	0,07	0,06	0,08	kt CO ₂ eq / Terajoule
2015	0,07	0,06	0,08	kt CO ₂ eq / Terajoule
2016	0,06	0,06	0,09	kt CO ₂ eq / Terajoule
2017	0,06	0,06	0,08	kt CO ₂ eq / Terajoule
2018	0,06	0,06	0,08	kt CO ₂ eq / Terajoule
2019	0,06	0,06	0,08	kt CO ₂ eq / Terajoule

¹⁴ Cabe mencionar que para esta cuantificación de GEI, se consideró las “emisiones de GEI totales, las cuales hacen referencia a la sumatoria de las emisiones de GEI expresadas en CO₂ equivalente excluyendo las fuentes de emisiones y sumideros de absorción del sector Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS).

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

2020	0,05	0,06	0,07	kt CO ₂ eq / Terajoule
------	------	------	------	-----------------------------------

Tabla 15. Emisiones de GEI generadas por unidad de energía consumida a nivel regional en los años 2014 al 2020

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SNI Chile

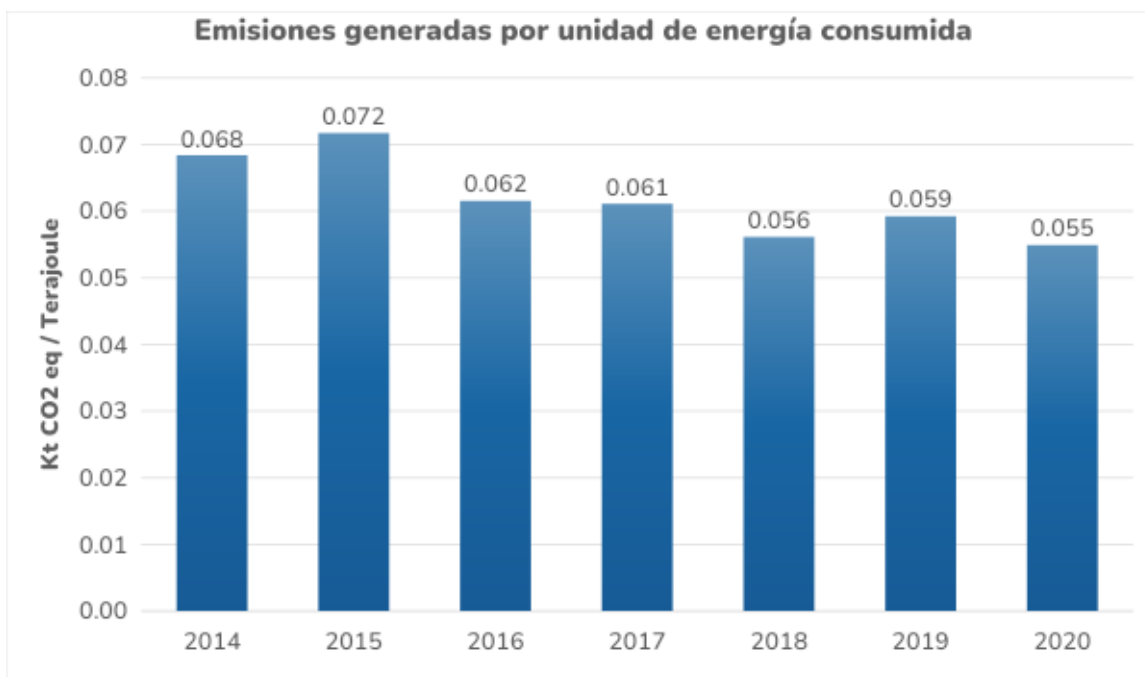


Figura 32. Emisiones de GEI por unidad de energía consumida - Antofagasta - 2014 al 2020

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SNI Chile

Con respecto a la región Antofagasta, al realizar una comparación entre el año con mayor valor, el cual fue el 2015 con 0,072 kt CO₂ eq / Terajoule, con el año de menor valor, 2020 con 0,055 kt CO₂ eq / Terajoule, se evidenció una reducción de 0,017 kt CO₂ eq / Terajoule.

La generación de emisiones por unidad de energía consumida presentó una tendencia decreciente entre los años 2014 al 2020. Esta tendencia indica una reducción en la cantidad de emisiones por unidad de energía, lo cual permite interpretar que en la región se han desarrollado acciones que contribuyan a hacia una eficiencia energética.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

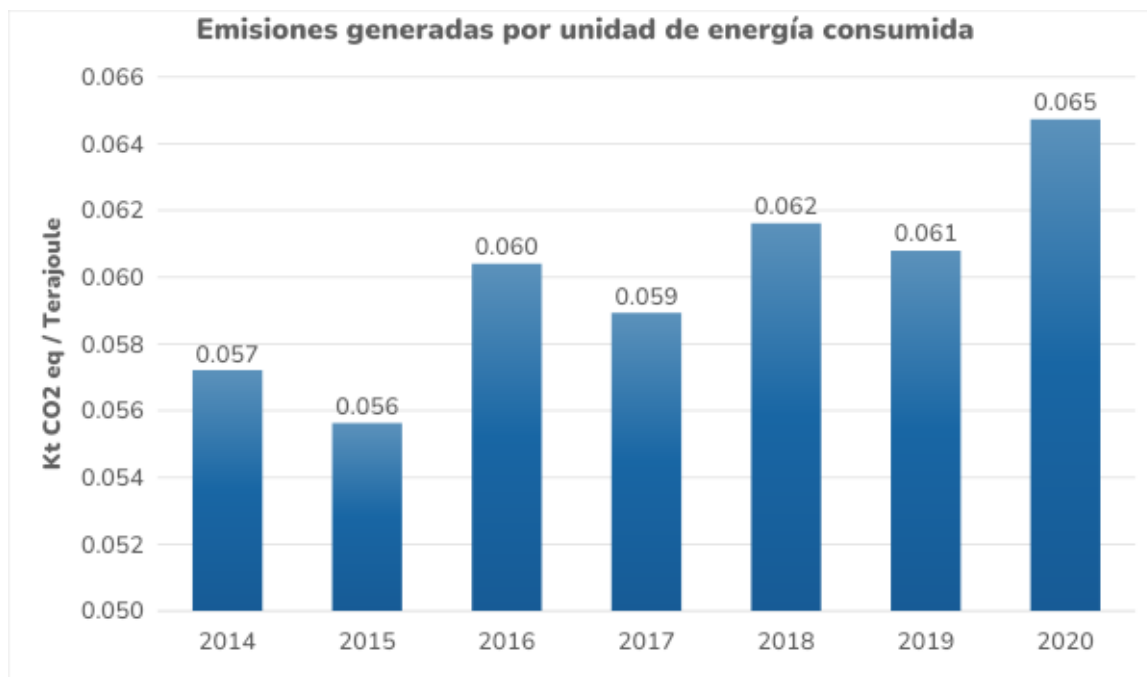


Figura 33. Emisiones de GEI por unidad de energía consumida - Metropolitana de Santiago Chile - 2014 al 2020

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SNI Chile

Con respecto a la región Metropolitana, al realizar la comparativa entre el año con el mayor valor del indicador, 2020 con 0,065 kt CO₂ eq / Terajoule con el año con el menor valor, 2015 con 0,056 kt CO₂ eq / Terajoule, se evidenció un aumento de 0,009 kt CO₂ eq / Terajoule. Esto muestra que la región aún presentaría oportunidades de mejora para lograr una correcta eficiencia energética en su territorio y que contribuir a aun menor impacto de la generación de emisiones de GEI. Al igual que la comparación anterior, la generación de emisiones por unidad de energía consumida presentó una tendencia reciente entre los años 2014 al 2020.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

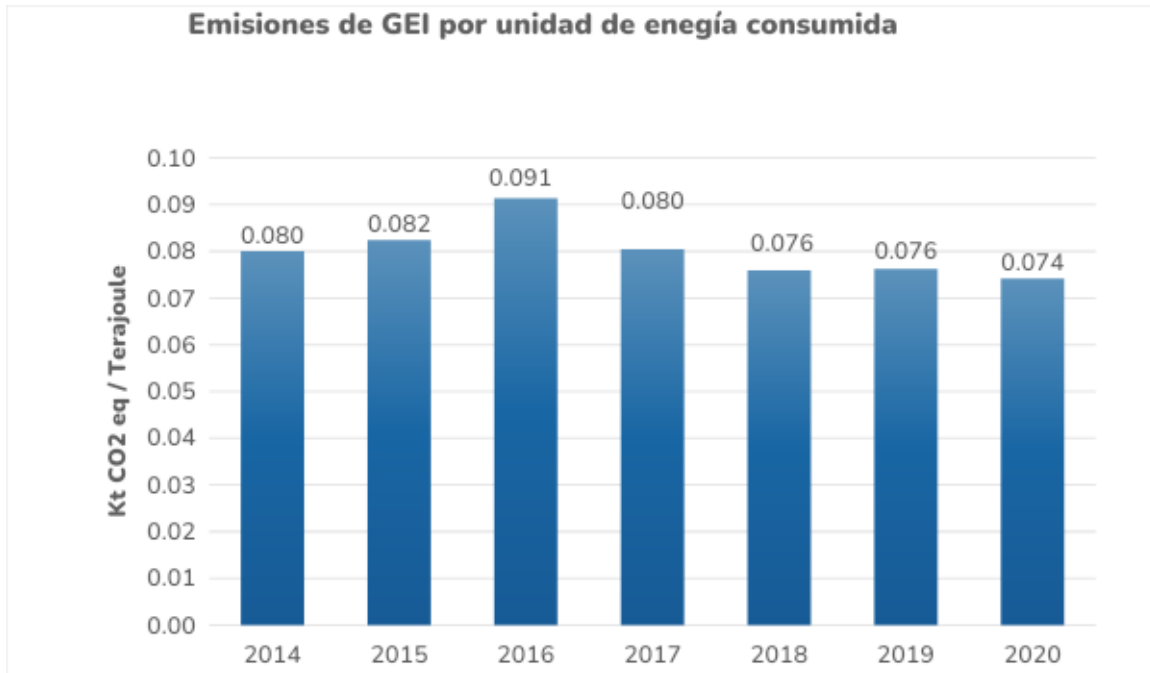


Figura 34. Emisiones de GEI por unidad de energía consumida - Los Lagos - 2014 al 2020

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SNI Chile

En la región de Los Lagos se evidenció que entre el periodo 2014 al 2016, la región presentó una tendencia de crecimiento con un aumento de 0,011 kt CO₂ eq / Terajoule. Por otro lado, entre el 2016 y el 2020 se observó una tendencia de decrecimiento en la generación de emisión por unidad energética, con una disminución de 0,017 kt CO₂ eq / Terajoule entre estos años.

Considerando lo anterior, se identificó que el año que presentó un mayor valor en la región fue el 2016 con 0,091 056 kt CO₂ eq / Terajoule y como año con el menor valor registrado fue el 2020 con 0,074 kt CO₂ eq / Terajoule.

7.11. Indicador 11. Intensidad de residuos totales - Intensidad de residuos excluyendo los provenientes de la actividad minera

Este indicador representa la cantidad de residuos generados en relación con el valor agregado (VA) de una actividad económica. Esto permite determinar que cuanto mayor sea la cantidad de residuos generados por unidad monetaria, mayor será la intensidad de residuos totales. Para la obtención de este indicador, se emplearon las fórmulas descritas en la Ecuación 9 y la Ecuación 10.

Ecuación 9. Fórmula para el cálculo de la intensidad de residuos totales

$$IR = \frac{RT}{VA}$$

RT: Cantidad de residuos totales (t)

VA: Valor agregado (mil de millones \$CLP)¹⁵

IR: Intensidad de residuos totales (t/ mil de millones \$CLP)

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 10. Fórmula para el cálculo de la intensidad de residuos totales excluyendo los de la actividad minera

$$IR_m = \frac{RTSM}{VA}$$

IR_m: Intensidad de residuos totales excluyendo los provenientes de la actividad minera (t/ mil de millones \$CLP)

RTSM: Cantidad de residuos totales excluyendo los provenientes de la actividad minera (t)

VA: Valor agregado (mil de millones \$CLP)

Fuente: Elaboración propia

Antes de calcular el indicador, se requirió obtener primero la cantidades de residuos totales a nivel regional, para ello se obtuvieron en la hoja de cálculo "[DEU Cantidades de residuos totales IND EC 11](#)", la sistematización de las cantidades de residuos industriales no peligrosos y las cantidades de residuos peligrosos en las hojas de cálculo "Base de datos_Resid_Ind_NoPelig" y "Base de datos_Resid_Pelig". En ambos casos se usó la herramienta Tabla Dinámica, la cual permitió filtrar los valores para cada región, sumarlos por año y excluir aquellos residuos de la actividad minera. Para ello, se generaron las hojas de cálculo "TablaDinamica_Resid_Ind_NoPelig" y "TablaDinamica_Resid_Peligro".

Con ello estas dos cantidades de residuos junto a la cantidad de residuos municipales obtenidos del Indicador 1, se logró obtener las cantidades de residuos totales con y sin considerar aquellas de la actividad minera que corresponden a las variables RT y RTSM.

¹⁵ Para el cálculo del Valor agregado se debe de considerar la metodología del Banco central sobre el PBI regional, el cual es obtenido de la sumatoria de los valores agregados de todos los sectores económicos de la región

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

Considerando los resultados del proceso anterior, en la [hoja de cálculo de la intensidad de residuos totales y la intensidad excluyendo de la actividad minera](#), con los valores de las variables RT y RTSM que se encuentran en las columnas C hasta la J de la hoja de cálculo “Base de datos_residuos totales”, con respecto a la variable VA, esta se calcula con los valores de la columna D hasta la K de la hoja de cálculo “Base de datos_PBIregional”.

En base a estos resultados, se siguió la formulas descritas en la Ecuación 9 y Ecuación 10, con ello se calculó los valores de IR y IR_m. En la Tabla 16 y Tabla 17 se presenta los resultados obtenidos y en la Figura 35, Figura 36, Figura 37, Figura 38, Figura 39 y Figura 40 se muestran sus variaciones anuales.

Años	Antofagasta	RM	Los Lagos	Unidad
2014	67,25	73,72	121,77	t / miles de millones \$CLP
2015	87,65	87,37	172,60	t / miles de millones \$CLP
2016	102,67	95,28	175,45	t / miles de millones \$CLP
2017	106,97	95,95	166,40	t / miles de millones \$CLP
2018	110,20	80,95	145,33	t / miles de millones \$CLP
2019	107,18	99,89	154,25	t / miles de millones \$CLP
2020	110,20	92,90	174,13	t / miles de millones \$CLP
2021	99,90	85,51	183,95	t / miles de millones \$CLP

Tabla 16. Intensidad de residuos totales a nivel regional en los años 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER y Banco Central

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

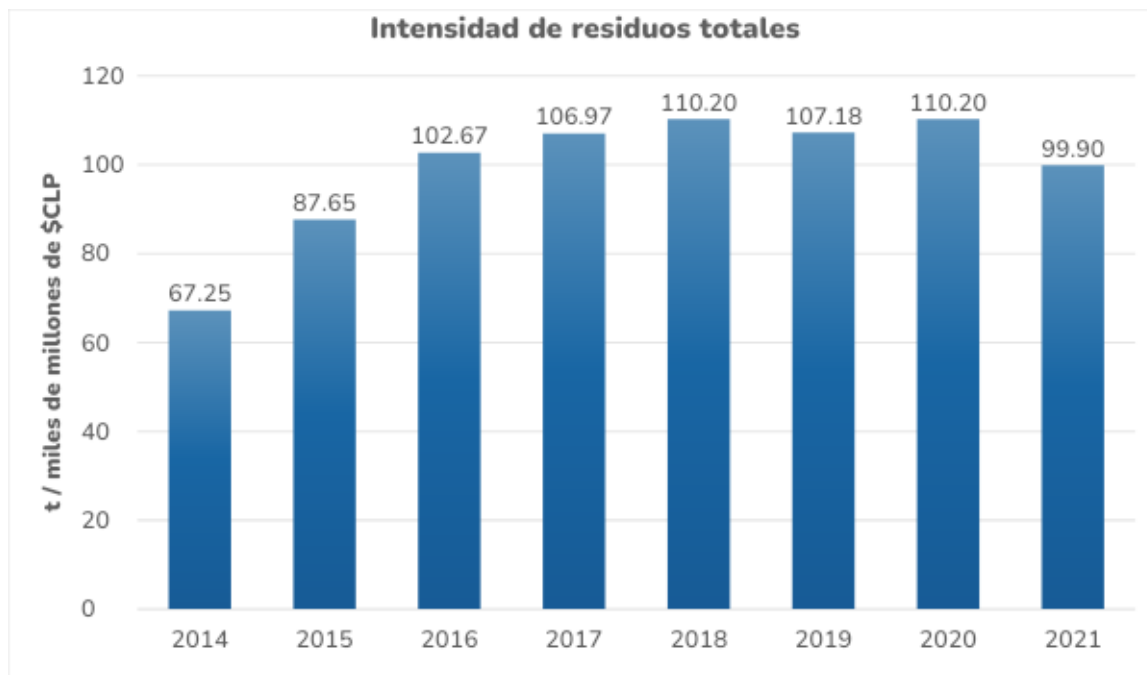


Figura 35. Intensidad de residuos totales - Antofagasta – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER y Banco Central

Se observó que la intensidad de residuos totales en la región de Antofagasta ha presentado una tendencia de crecimiento entre los años 2014 al 2018 con un valor de 110,20 t/miles de millones de \$CLP para este último año.

Con respecto a los años 2018 al 2021, la intensidad de residuos se mantuvo en valores relativamente constantes, a excepción del 2021 en donde se evidenció una intensidad de 99,90 ton/miles de millones de \$CLP, valor considerablemente menor a los años anteriores. Esto debido a que en el 2021 presentó registrado una cantidad de residuos totales de 1.585.734,30 toneladas, valor inferior con una diferencia de 140.581,51 toneladas con lo registrado en el 2020, el cual fue de 1.726.315,81 toneladas.

Además, se logró determinar que, en los años 2018 y 2020, Antofagasta al presentar una mayor cantidad de residuos totales, estos mismos años fueron los que obtuvieron una mayor intensidad para la región de Antofagasta.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

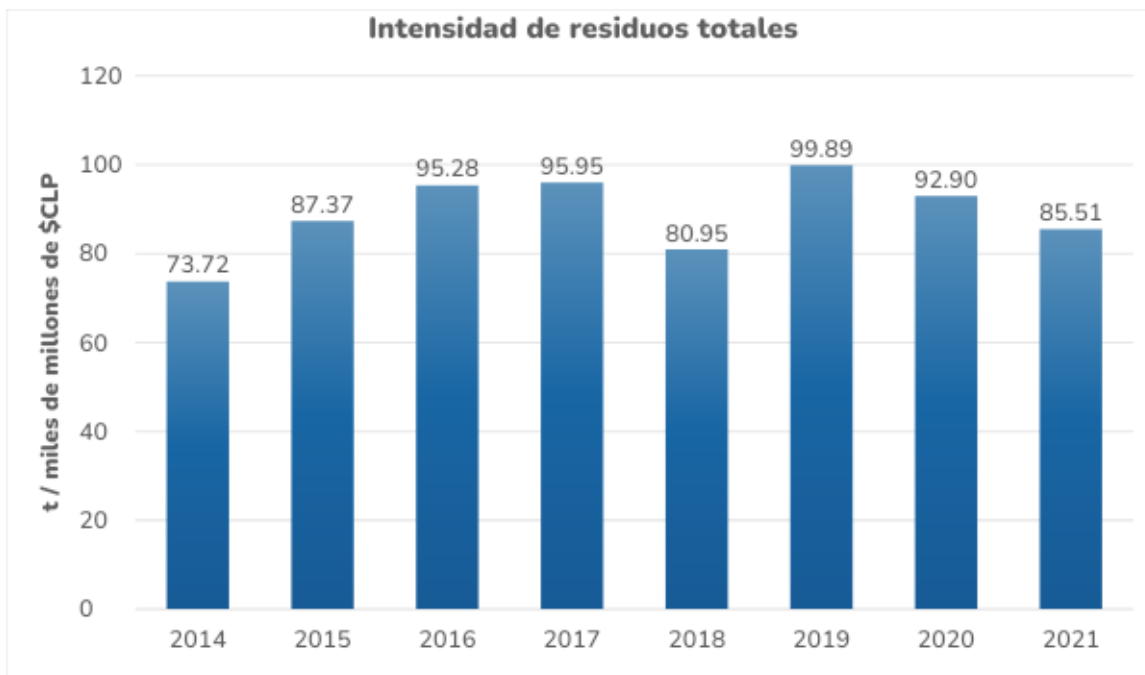


Figura 36. Intensidad de residuos totales - Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER y Banco Central

Se observó que la intensidad de residuos totales en la región Metropolitana presentó un crecimiento hasta el 2019 con un valor de 99,98 t/miles de millones de \$CLP. Esto debido a que el 2019 también presentó la mayor cantidad de residuos totales registrados en la región, 8.009.693,63 toneladas, lo cual aumenta la intensidad de los residuos.

Además, a partir del 2019 hasta el 2021, la intensidad de residuos totales registró un decrecimiento, puesto que se registraron en el 2021 una menor cantidad de residuos totales a comparación del 2019. En donde el 2021 registró 85,51 t /miles de millones de \$CLP con una cantidad de 7.079.478,67 toneladas.

En la región Metropolitana, los años con mayores residuos totales fueron 2019 y 2017 con 8.009.693,63 y 7.349.987,37 toneladas respectivamente, y por ende fueron los años con mayor intensidad de residuos totales. 99,89 y 95,95 t/miles de millones de \$CLP.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

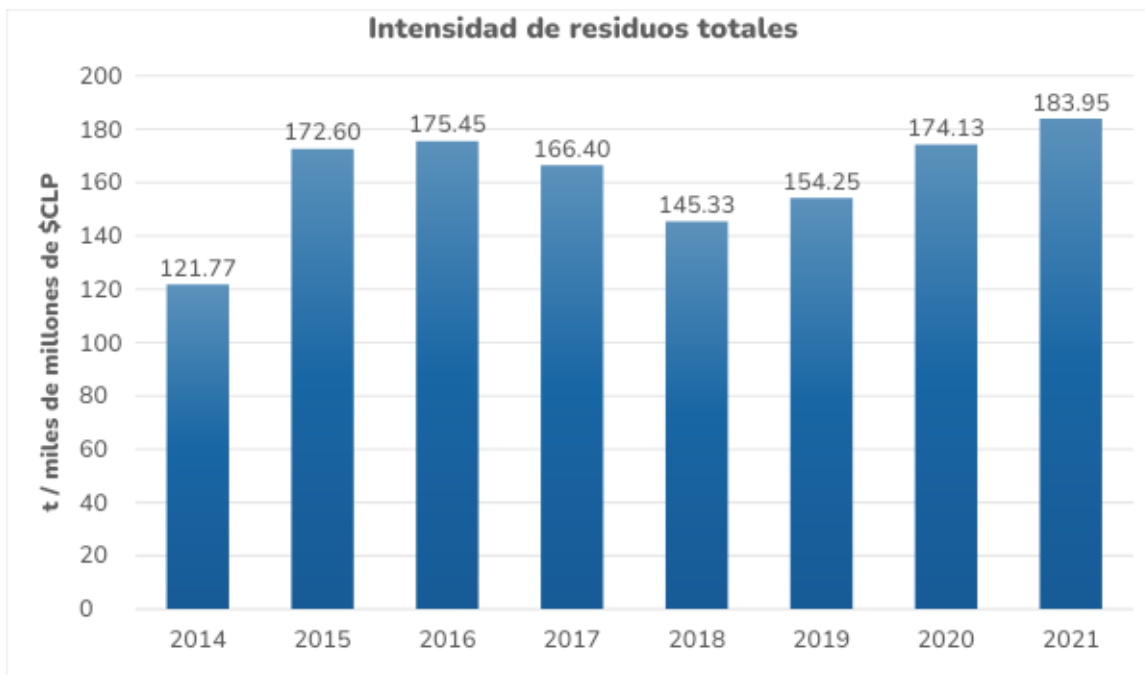


Figura 37. Intensidad de residuos totales - Los Lagos – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER y Banco Central

Se evidenció que la intensidad de residuos totales presentó una tendencia de creciente en la región de Los Lagos entre los años 2014 y 2021. Considerando esta tendencia de crecimiento, un hallazgo interesante en la intensidad de residuos totales fue entre los años 2014 y 2015 (121,77 y 172,60 83 t/miles de millones de \$CLP respectivamente), la cual fue una tendencia de crecimiento con un aumento de 50,83 t/miles de millones de \$CLP entre estos años. Cabe mencionar que el 2014 fue el año registrado con la menor cantidad de residuos totales, 643.989,46 toneladas, lo cual generó la menor intensidad de residuos totales entre el 2014 y 2021.

Como primer pico identificado fue el año 2015 con una intensidad de 175,45 t/miles de millones de \$CLP. No obstante, luego de este pico la región presentó un decrecimiento hasta el 2018 con un valor de 145,33 t/miles de millones de \$CLP. Y posteriormente se generó un aumento en la intensidad obteniendo como segundo pico y el más alto registrado de 183,95 t/miles de millones de \$CLP en el año 2021.

En conclusión, la región de Los Lagos presenta un crecimiento en la intensidad de residuos totales, destacando que el 2021 fue el año con la mayor intensidad de residuos totales. Esto debido a que ese mismo año fue el año con la mayor cantidad de residuos totales generados en la región.

Años	Antofagasta	RM	Los Lagos	Unidad
2014	131,22	74,48	121,91	t / miles de millones CLP
2015	176,89	88,12	172,83	t / miles de millones CLP

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

2016	198,25	95,29	175,74	t / miles de millones CLP
2017	213,76	96,63	166,69	t / miles de millones CLP
2018	209,00	81,52	145,57	t / miles de millones CLP
2019	210,39	97,18	154,54	t / miles de millones CLP
2020	225,50	90,31	174,45	t / miles de millones CLP
2021	198,80	82,84	184,22	t / miles de millones CLP

Tabla 17. Intensidad de residuos excluyendo los provenientes de la actividad minera a nivel regional en los años 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER y Banco Central

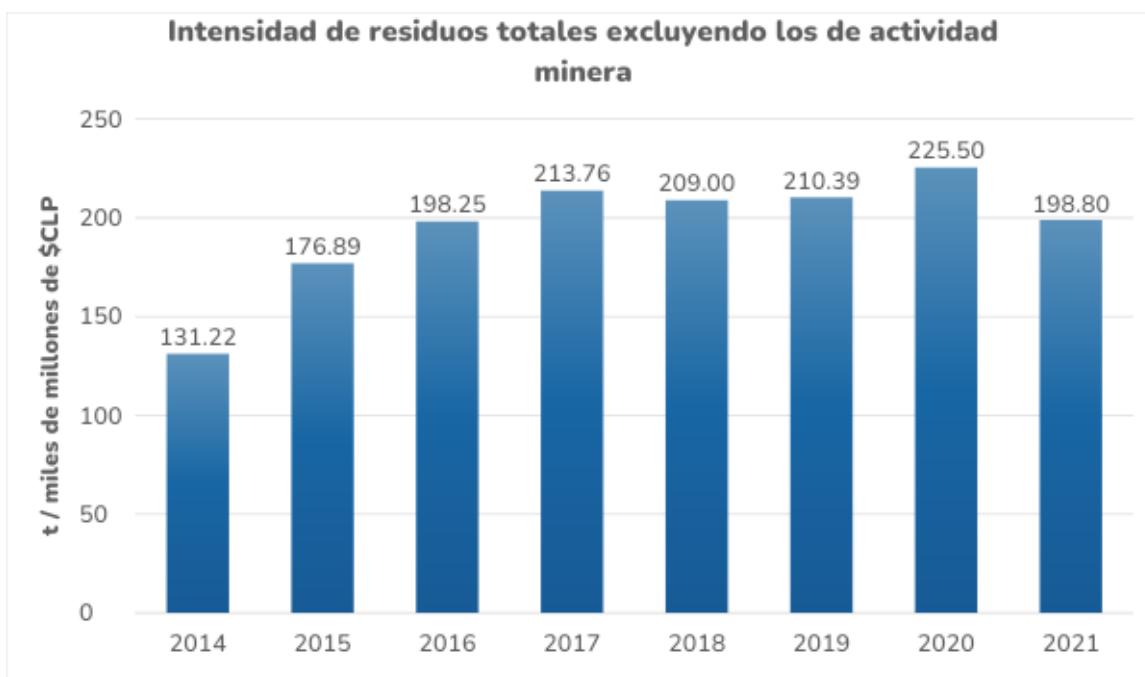


Figura 38. Intensidad de residuos totales excluyendo los de actividad minera – Antofagasta – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER y Banco Central

Por otro lado, los resultados correspondientes a la intensidad de residuos totales excluyendo los de actividad minera, se logró evidenciar que entre el 2014 al 2021, la intensidad de residuos totales excluyendo la actividad minera presentó una tendencia creciente con una diferencia de 67,53 t/miles de millones de \$CLP entre estos años. No obstante, entre los últimos años registrados (2019, 2020 y 2021), el 2021 presentó la intensidad más baja entre estos años con un valor de 198,80 t/miles de millones de \$CLP. Esto debido a que la cantidad de residuos totales excluyendo los de la minería en el 2021 fue inferior a los años anteriores con una diferencia de 92.246,84 toneladas con el 2020 (año con la mayor intensidad registrada).

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

Por lo tanto, estos resultados muestran que a pesar de excluir a la actividad minera la intensidad de residuos totales en la región de Antofagasta ha estado en aumento entre los años 2014 al 2021, presentado decrecimiento menores que no alteran esta tendencia.

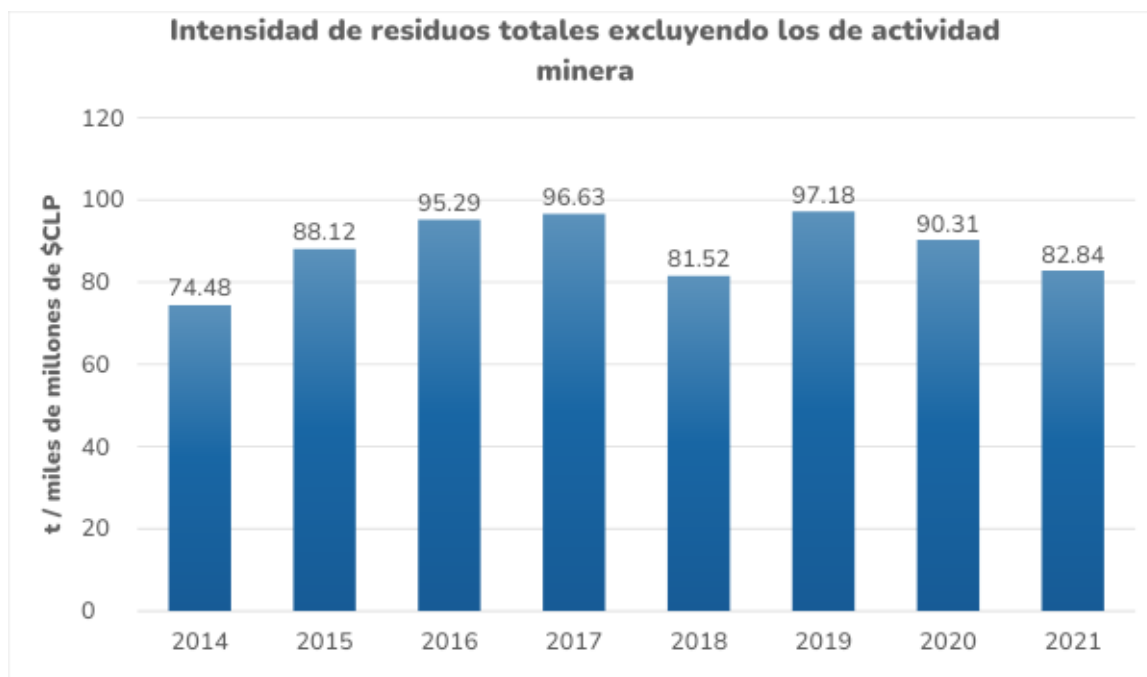


Figura 39. Intensidad de residuos totales excluyendo los de actividad minera – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER y Banco Central

Con respecto a resultados correspondientes a la intensidad de residuos totales excluyendo los de actividad minera en la región Metropolitana, se logró evidenciar que entre el 2014 al 2021, la intensidad de residuos totales excluyendo la actividad minera registró una tendencia levemente creciente con una diferencia de 11,79 t/miles de millones de \$CLP entre estos años.

El año que presentó una mayor intensidad de residuos totales excluyendo los de la actividad minera fue el 2019 con un valor de 97,18 t/miles de millones de \$CLP. Esto debido a que a pesar de excluir los residuos de la actividad minera aún se presentaron grandes cantidades de los otros residuos totales.

No obstante, en los últimos años (2019, 2020 y 2021), el 2021 presentó la intensidad más baja con 85,51 t/miles de millones de \$CLP. Esto a causa de presentar cantidades inferiores de residuos totales que los otros años con una diferencia de 14,34 t/miles de millones de \$CLP con el año 2019.

En síntesis, los resultados muestran que a pesar de excluir a la actividad minera la intensidad de residuos totales en la región Metropolitana presenta un leve aumento entre los años 2014 y 2021.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

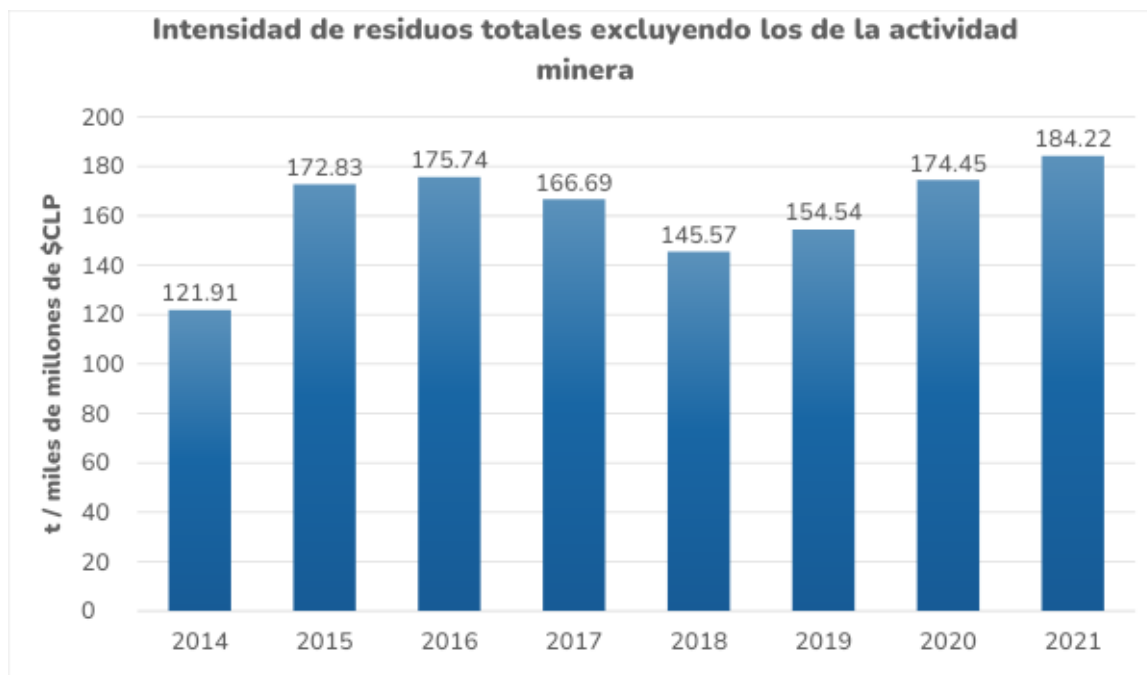


Figura 40. Intensidad de residuos totales excluyendo los de actividad minera – Los Lagos – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SINADER y Banco Central

Por otro lado, los resultados correspondientes a la intensidad de residuos totales excluyendo los de actividad minera en la región de Los Lagos, se logró evidenciar que entre el 2014 al 2021, la intensidad de residuos totales excluyendo la actividad minera presentó una tendencia creciente con un aumento de 62,31 Ton/miles de millones de \$CLP entre estos años.

En síntesis, la intensidad de residuos totales excluyendo aquellos de la actividad minera en la región de Los Lagos igualmente presenta un incremento en sus intensidades a pesar de no considerar aquellos residuos de la actividad minera, los cuales pueden ser atribuidos en su mayoría como peligrosos.

7.12. Indicador 12. Productividad energética

Este indicador representa el valor agregado de los sectores económicos por la cantidad de energía consumida. Además, este indicador permite entender la conexión entre el desarrollo económico y la demanda de energía. Para el cálculo de este indicador, se utilizó la fórmula descrita en la

Ecuación 11. Fórmula para el cálculo de la productividad energética

$$PE = \frac{VA}{EU}$$

PE: Productividad energética por.

VA: Valor agregado de los establecimientos (millones de pesos \$CLP)

EU: Energía utilizada (TeraJoule)

Fuente: Elaboración propia

En base a la [hoja de cálculo de la productividad energética](#), la variable EU se calcula con los valores de la columna G “tcal” de la hoja de cálculo “Base de datos_Energia”. Respecto a la variable VA, corresponde a los valores de la columna C “14.Producto interno bruto” de la hoja de cálculo “Base de datos_PIB”. Para el caso de la variable EU, se debe realizar una sumatoria para obtener la variable mencionada por lo que se utilizó la herramienta Tabla Dinámica, la cual permitió filtrar los valores para cada región y sumarlos por año. Para ello, se generaron las hojas de cálculo “TablaDinamica_Energía”

En base a estos resultados, se siguió la fórmula descrita en la Ecuación 11 y se calculó el valor de PE en la hoja de cálculo “Resultados_PE”. En la Tabla 18 se presenta los resultados obtenidos y en la Figura 41, Figura 42 y Figura 43 se representa gráficamente sus variaciones anuales.

Años	Antofagasta	RM	Los Lagos	Unidad
2014	0,06	0,22	0,08	miles de millones de \$CLP/ Terajoule
2015	0,06	0,21	0,08	miles de millones de \$CLP/ Terajoule
2016	0,05	0,21	0,09	miles de millones de \$CLP/ Terajoule
2017	0,04	0,20	0,08	miles de millones de \$CLP/ Terajoule
2018	0,05	0,22	0,08	miles de millones de \$CLP/ Terajoule
2019	0,05	0,22	0,08	miles de millones de \$CLP/ Terajoule
2020	0,04	0,23	0,08	miles de millones de \$CLP/ Terajoule
2021	0,04	0,23	0,08	miles de millones de \$CLP/ Terajoule

Tabla 18. Productividad energética a nivel regional en los años 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de Energía Abierta y Banco Central

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

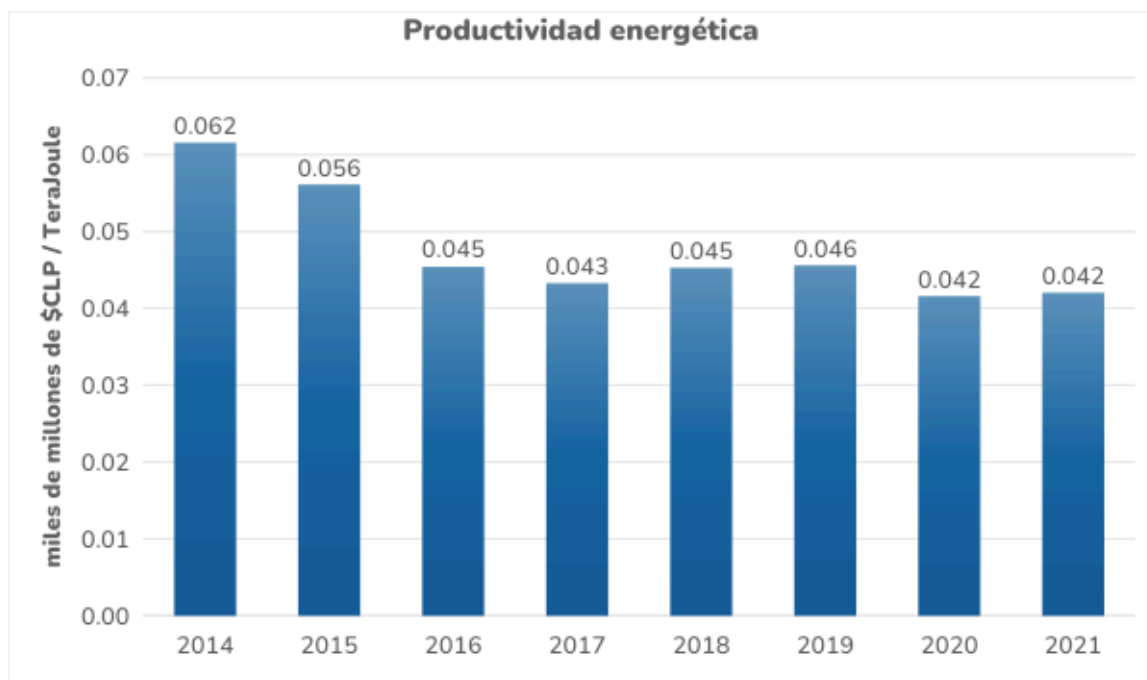


Figura 41. Productividad energética – Antofagasta – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de Energía Abierta y Banco Central

En la región de Antofagasta se evidenció una tendencia decreciente entre los años 2014 al 2021 de la productividad energética en la región de Antofagasta, con valores de 0,062 y 0,042 miles de millones de \$CLP/Terajoule respectivamente, con ello se determinó una reducción de la productividad energética de 0,020 miles de millones de \$CLP/Terajoule entre estos años.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

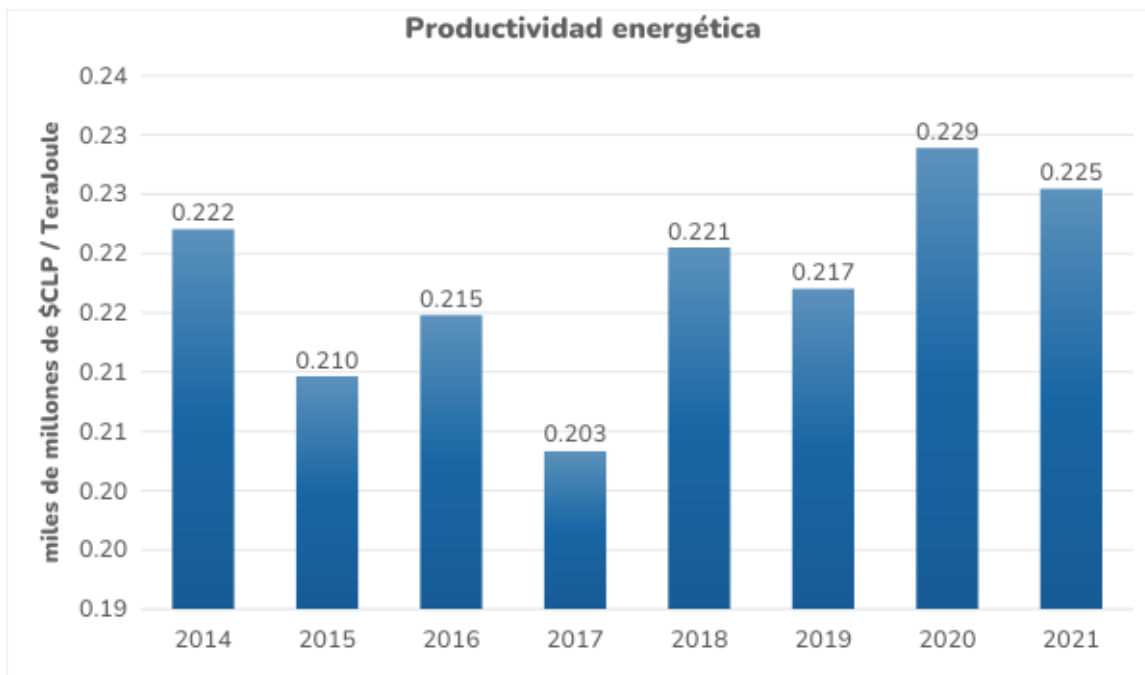


Figura 42. Productividad energética – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de Energía Abierta y Banco Central

Se evidenció una tendencia creciente entre los años 2014 al 2021 de la productividad energética en la región Metropolitana con valores de 0,222 y 0,225 miles de millones de \$CLP / Terajoule respectivamente, esto permitió identificar un aumento de 0,003 miles de millones de \$CLP / Terajoule entre estos años.

Cabe mencionar que el año 2017 a pesar de presentar el menor valor de productividad energética fue el año que en la región (0,203 miles de millones de \$CLP / Terajoule) se registró el mayor consumo energético 376.703,48 Terajoule.

Por otro lado, en el 2020 se registró el mayor consumo de productividad energética (0,229 miles de millones de \$CLP / Terajoule), sin embargo, este mismo año fue el que presentó el menor consumo energético con un valor de 320.409,98 Terajoule.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

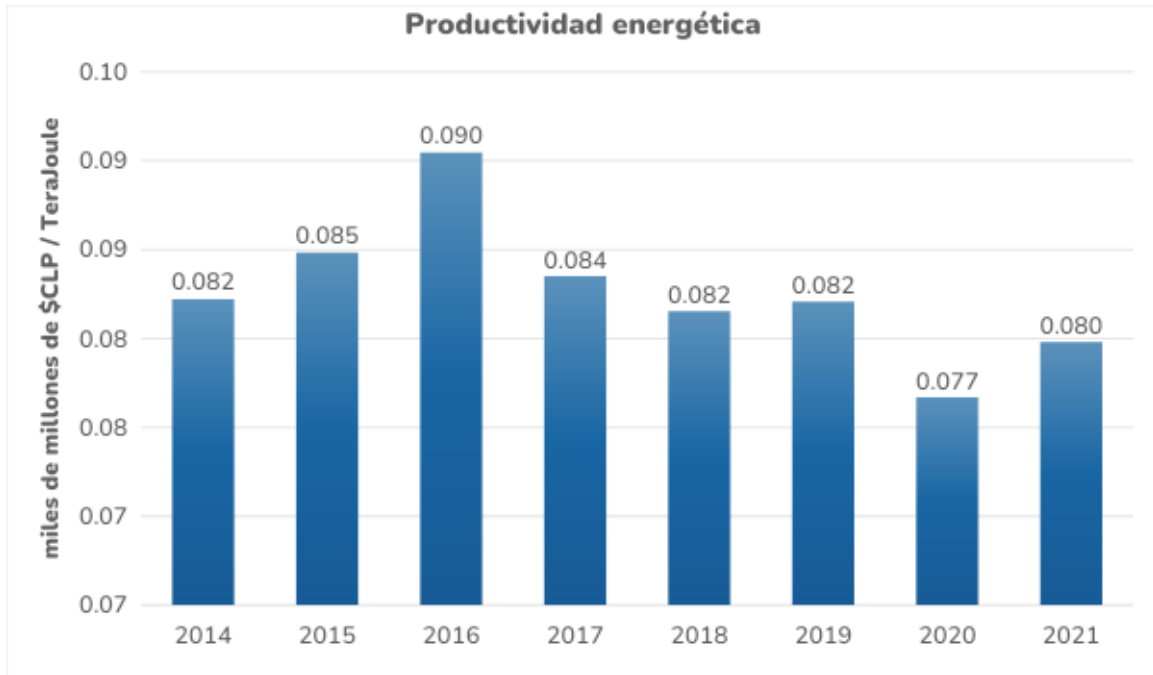


Figura 43. Productividad energética – Los Lagos – 2014 al 2021

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de Energía Abierta y Banco Central

En región de Los Lagos se registró una tendencia decreciente en la productividad energética entre los años 2014 al 2021 (0,082 y 0,080 miles de millones de \$CLP / Terajoule), obteniendo una reducción de 0,002 miles de millones de \$CLP /Terajoule entre estos años.

Por otro lado, se observó que en los últimos años registrados la productividad energética ha registrado una menor productividad, principalmente en el 2020 con un valor de 0,077 miles de millones de \$CLP/Terajoule.

7.13. Indicador 13. Desacoplamiento en la generación de emisiones

Indicador que mide la relación entre el crecimiento económico y la generación de emisiones contaminantes en un territorio. Además, este indicador permite determinar si el crecimiento económico puede lograrse sin un aumento proporcional en las emisiones, es decir, si es posible “desacoplar” el crecimiento económico de la generación de emisiones. Para el cálculo del indicador se emplea la fórmula descrita en la Ecuación 12.

Ecuación 12. Fórmula para el cálculo del desacoplamiento en la generación de emisiones

$$DGE = \frac{VA}{GE}$$

DGE: Productividad en la generación de emisiones

VA: Valor agregado bruto total (miles de millones de \$CLP)

GE: Emisiones totales de GEI generadas por la producción y el consumo de combustibles fósiles y biomasa (kt CO₂ eq)

Fuente: Elaboración propia

En base a la [hoja de cálculo del desacoplamiento en la generación de emisiones](#), la variable GE se calcula con los valores de las columna Z “2013” a la AG “2020” de las hojas de cálculo “Base de datos_CO2eqANT”, “Base de datos_CO2eqRM” , “Base de datos_CO2eqLAGOS”. Con respecto a la variable VA, corresponde a los valores de la columna C “Producto interno bruto” de la hoja de cálculo Base de datos_PIBregional”. Para el caso de la variable GE, los valores deben realizar una sumatoria para obtener los valores de esta variable por lo que se utilizó la herramienta Tabla Dinámica, la cual permitió filtrar los valores para cada región y obtener los valores totales de CO₂ eq totales por año. Para ello, se generaron las hojas de cálculo “TablaDinamica_CO2eqANT”, “TablaDinamica_CO2eqRM” y “TablaDinamica_CO2eqLAGOS”.

En base a estos resultados, se siguió la formula descrita en la Ecuación 12 y se calculó el valor de DGE en la hoja de cálculo “Resultados_DGE”. En la Tabla 19 se presenta los resultados obtenidos y en la Figura 44, Figura 45 y Figura 46 se representa gráficamente su variación anual.

Años	Antofagasta	RM	Los Lagos	Unidad
2013	0,85	3,86	0,94	miles de millones de \$CLP / kt CO ₂ eq
2014	0,90	3,88	1,03	miles de millones de \$CLP / kt CO ₂ eq
2015	0,78	3,77	1,03	miles de millones de \$CLP / kt CO ₂ eq
2016	0,74	3,56	0,99	miles de millones de \$CLP / kt CO ₂ eq
2017	0,71	3,45	1,04	miles de millones de \$CLP / kt CO ₂ eq
2018	0,81	3,58	1,07	miles de millones de \$CLP / kt CO ₂ eq
2019	0,77	3,57	1,08	miles de millones de \$CLP / kt CO ₂ eq
2020	0,76	3,54	1,03	miles de millones de \$CLP / kt CO ₂ eq

Tabla 19. Desacoplamiento en la generación de emisiones a nivel regional en los años 2013 al 2020

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SIN Chile y Banco Central

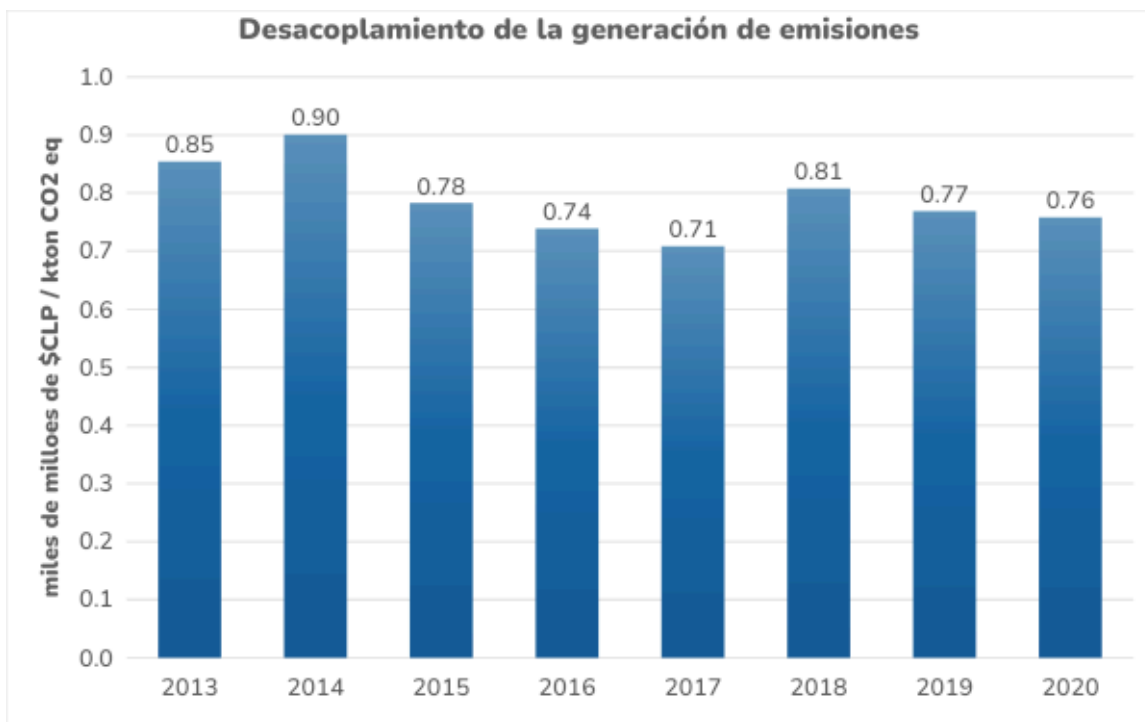


Figura 44. Desacoplamiento de la generación de emisiones de GEI – Antofagasta – 2013 al 2020

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SIN Chile y Banco Central

En la región de Antofagasta se evidenció que la tendencia del indicador de desacoplamiento presenta un leve decrecimiento desde el 2013 al 2020 con valores de 0,85 y 0,76 miles de millones de \$CLP / ktCO₂ eq respectivamente, con ello se determinó una reducción de 0,09 miles de millones de \$CLP / ktCO₂ eq.

Como último año, el 2020 presentó un valor de 0,76 miles de millones de \$CLP / ktCO₂ eq. Esto indica que, en la región, el crecimiento económico está ocurriendo con una producción de emisiones contaminantes que se mantiene relativamente constante o un leve aumento en relación con el crecimiento económico.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

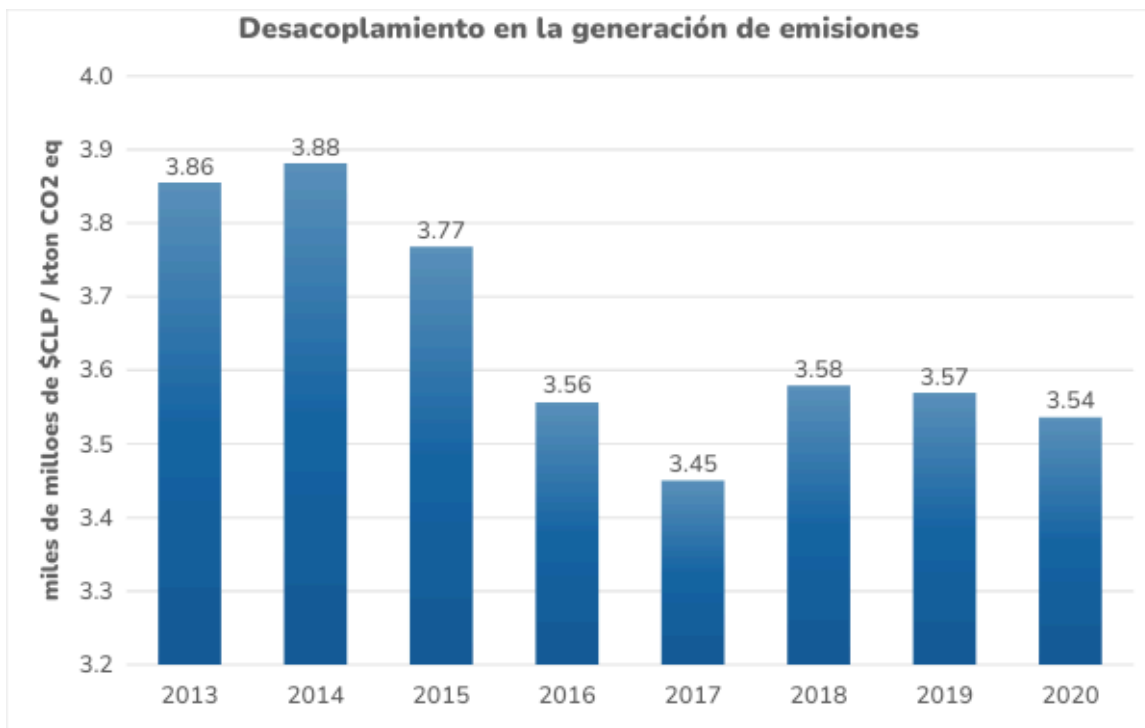


Figura 45. Desacoplamiento de la generación de emisiones de GEI – Metropolitana de Santiago de Chile – 2013 al 2020

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SIN Chile y Banco Central

Se evidenció que la tendencia del indicador de desacoplamiento presentó un decrecimiento para la región Metropolitana entre los años 2013 y 2020, los cuales presentaron valores de 3,86 y 3,54 miles de millones de \$CLP / ktCO₂ eq respectivamente, esto determinó una reducción de 0,29 miles de millones pesos / kt CO₂ eq entre estos años.

Con respecto al 2020, este presentó un valor de 3,54 miles de millones pesos / kt CO₂ eq, lo cual se interpretaría como una existencia de un desacoplamiento aún no completo y con potenciales mejoras en términos de sostenibilidad.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

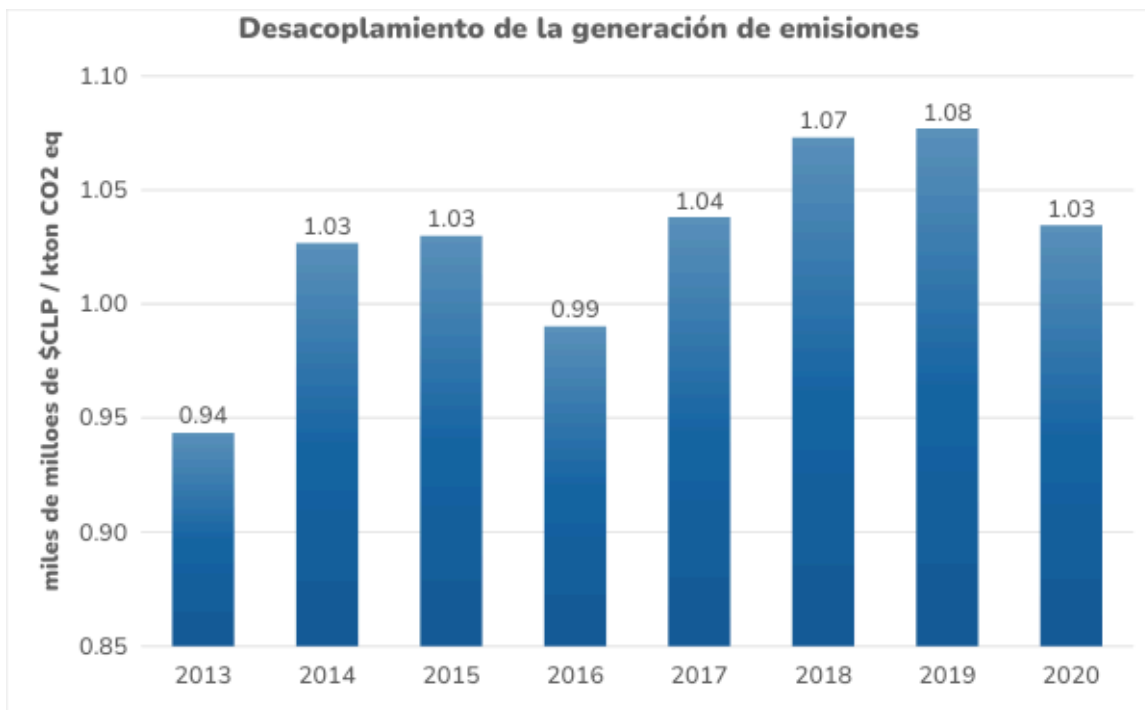


Figura 46. Desacoplamiento de la generación de emisiones de GEI – Los Lagos – 2013 al 2020

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información de SIN Chile y Banco Central

Se identificó que, en la región de Los Lagos, los resultados del desacoplamiento presentan una tendencia de crecimiento entre los años 2013 y 2020 con valores 0,94 y 1,03 miles de millones pesos / kt CO₂ eq respectivamente. Esto demuestra un aumento de 0,09 miles de millones pesos / kt CO₂ eq entre estos años.

Considerando lo anterior, se determinó que el año que presentó el mayor valor en este periodo de años fue el 2019 mil de millones pesos / kt CO₂ eq, lo cual concuerda con la tendencia de crecimiento. Por otro lado, el año con la menor cantidad fue el 2013 con 0,94 miles de millones pesos / kt CO₂ eq.

7.14. Indicador 14. Número de proyecto I+D, relacionados en EC

Indicador que cuantifica la cantidad de proyectos de I+D y que poseen el componente de EC. La clasificación de proyectos I+D con el componente de Economía circular lo realizó CORFO en base a el *World Business Council for Sustainable Develop*. Este indicador permite analizar el involucramiento y desarrollo de la temática de EC dentro de proyectos I+D en cada región y el cofinanciamiento que ha presentado en distintos periodos.

En base de la [hoja de cálculo del número de proyectos I+D relacionados a EC](#), se utilizaron los valores de la columna D “Instrumento” y la columna W “economia_circular_si_no” de hoja de cálculo “Base de datos_DataInnovación” para la cuantificación de los proyectos. Para ello, se empleó la herramienta Tabla Dinámica, la cual permitió filtrar estos valores por región y sumarlo por año, con ello se generó la hoja de cálculo “TablaDinamica_I+D”.

En base a estos resultados, se logró obtener la cantidad de proyectos I+D apoyados y relacionados a EC para las 3 regiones piloto en la hoja de cálculo “Resultados_IND14”. En la Tabla 20 se presenta los resultados obtenidos y en la Figura 47, Figura 48 y Figura 49 se representa gráficamente su variación anual.

Años	Antofagasta	RM	Los Lagos	Unidad
2009	-	1	1	Nº de proyectos apoyados
2010	1	11	3	Nº de proyectos apoyados
2011	3	24	1	Nº de proyectos apoyados
2012	3	26	1	Nº de proyectos apoyados
2013	2	15	1	Nº de proyectos apoyados
2014	6	17	4	Nº de proyectos apoyados
2015	9	33	1	Nº de proyectos apoyados
2016	5	43	4	Nº de proyectos apoyados
2017	1	55	6	Nº de proyectos apoyados
2018	2	31	7	Nº de proyectos apoyados
2019	2	43	7	Nº de proyectos apoyados
2020	4	73	11	Nº de proyectos apoyados
2021	8	94	26	Nº de proyectos apoyados
2022	1	22	10	Nº de proyectos apoyados

Tabla 20. Cantidad de proyectos I+D relacionados a EC a nivel regional en los años 2009 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información Data Innovación

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

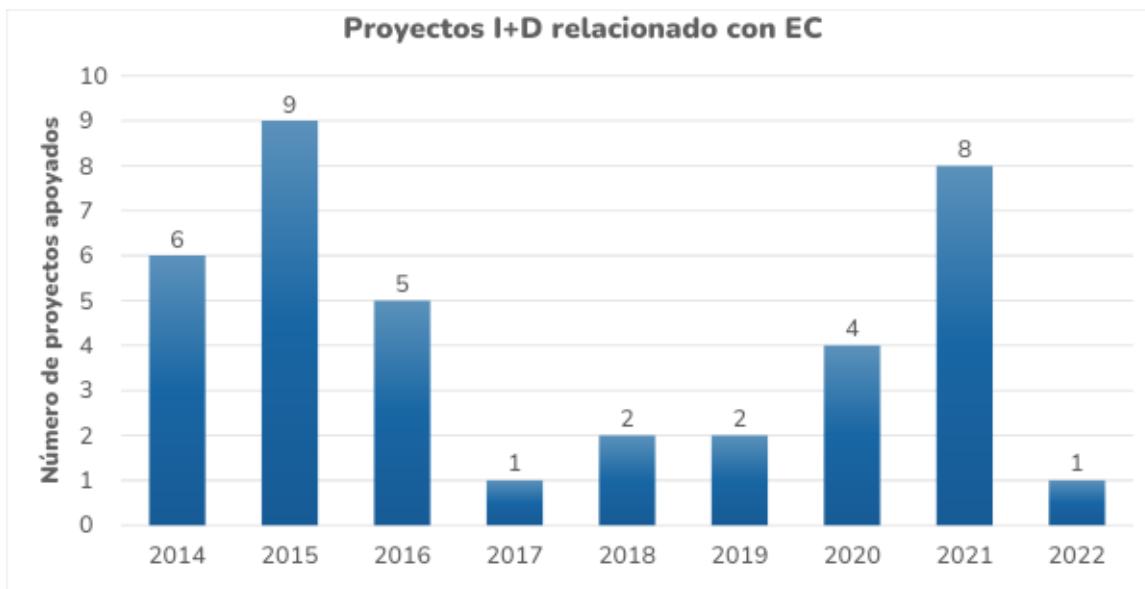


Figura 47. Número de proyectos I+D relacionados con EC apoyados – Antofagasta – 2014 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información Data Innovación

En la región de Antofagasta se observó que el número de proyectos I+D relacionados con EC apoyados por CORFO y la Ley I+D presentó una tendencia de decrecimiento desde el 2014 al 2022. Para este último año se registró 1 proyecto I+D relacionado a EC, cantidad inferior al 2021 con 8 proyectos I+D, el cual fue el segundo año con la mayor cantidad de proyectos después del año 2015 con 9 proyectos.

Además, se observó que entre los años 2015 al 2017 con 9 y 1 proyectos I+D relacionados a EC, se presentó una reducción significativa de estos proyectos. Por otro lado, en los años posteriores, se incrementó la cantidad de estos proyectos hasta el 2021 (8 proyectos). A pesar de este incremento en los últimos años, la tendencia de todos los años presentó un decrecimiento.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

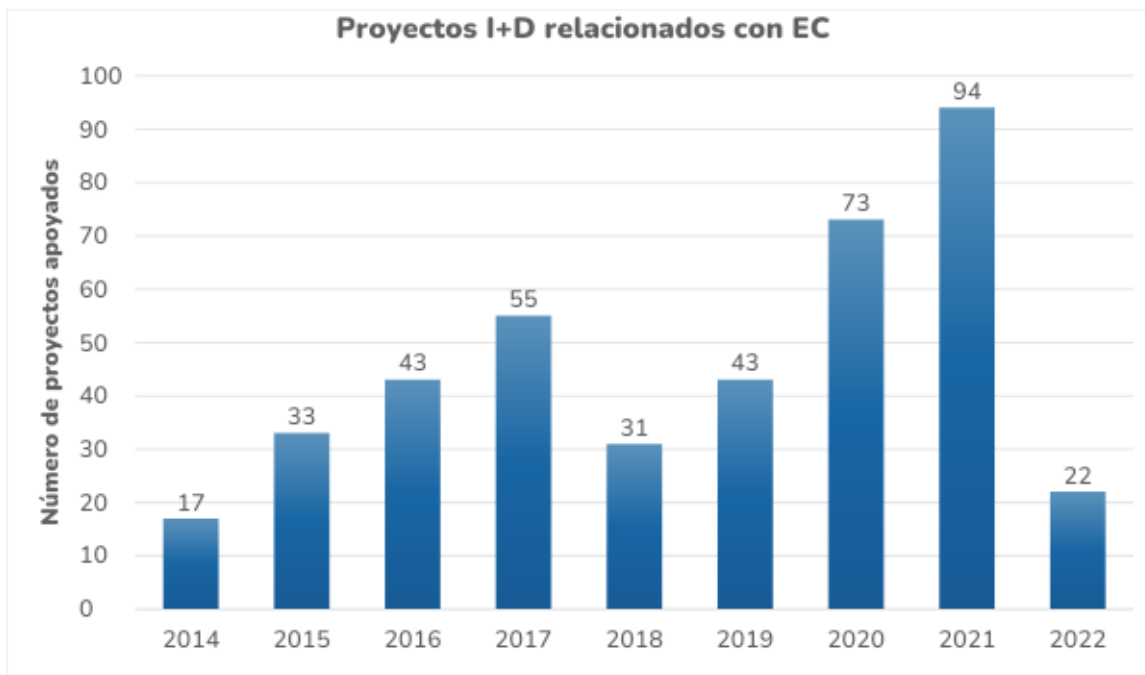


Figura 48. Número de proyectos I+D relacionados con EC apoyados – Metropolitana de Santiago de Chile – 2014 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información Data Innovación

En la región Metropolitana se observó que entre los años 2014 al 2022, la región presentó una tendencia de crecimiento en la cantidad de proyectos I+D relacionados con EC apoyados por CORFO y la Ley I+D.

No obstante, a pesar de esta tendencia se evidenció la mayor disminución de 72 proyectos I+D entre los 2021 y 2022.

Desde el 2014 al 2017, la región presentó un crecimiento regular con respecto al número de proyectos I+D relacionado a EC. Luego presentó una leve disminución de su cantidad en el 2018 pero seguido de un crecimiento considerable de número de proyectos hasta el 2021.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040



Figura 49. Número de proyectos I+D relacionados con EC apoyados – Los Lagos – 2014 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información Data Innovación

En la región de Los Lagos se observó que entre los años 2014 al 2022, la región presentó una tendencia de crecimiento en la cantidad de proyectos I+D relacionados con EC apoyados por CORFO y la Ley I+D.

No obstante, a pesar de esta tendencia se evidenció la mayor disminución de 72 proyectos I+D entre los 2021 y 2022.

Desde el 2014 al 2017, la región presentó un crecimiento regular con respecto al número de proyectos I+D relacionado a EC. Luego presentó una leve disminución de su cantidad en el 2018 pero seguido de un crecimiento considerable de número de proyectos hasta el 2021.

7.15. Indicador 15. Inversión pública en proyectos de I+D, relacionado con la EC

Indicador que cuantifica la inversión pública realizada en proyectos I+D por medio de subsidios de innovación por CORFO y la Ley de Incentivo Tributario (Ley I+D), la suma de ambos montos otorga la inversión pública total que ha sido otorgada al beneficiario del proyecto. Este indicador permite evaluar la distribución monetaria que proporcionan para el financiamiento de proyectos I+D dentro de la temática de EC para cada una de las regiones en distintos periodos.

En base a la [hoja de cálculo de la inversión pública en proyectos I+D relacionados a EC](#), se utilizaron los valores de la columna L “aprobado_corfo”, la columna O “monto_consolidado_ley”, y la columna W “economía_circular_si_no” de la hoja de cálculo “Base de datos_DataInnovación” para la cuantificación de la inversión pública de estos proyectos. Para ello, se empleó la herramienta Tabla Dinámica, la cual permitió filtrar estos valores por región y sumarlos por año, con ello se generó la hoja de cálculo “TablaDinamica_InversionPublica”.

En base a estos resultados, se logró obtener la cantidad inversión pública para proyectos I+D apoyados y relacionados a EC para las 3 regiones piloto en la hoja de cálculo “Resultados_IND15”. En la Tabla 21 se presenta los resultados obtenidos y en la Figura 50, Figura 51 y Figura 52 se representa gráficamente su variación anual.

Años	Antofagasta	RM	Los Lagos	Unidad
2009	-	40,00	6,00	millones de \$CLP
2010	80,00	461,26	181,97	millones de \$CLP
2011	528,46	1.780,98	40,00	millones de \$CLP
2012	207,86	2.183,94	179,91	millones de \$CLP
2013	502,68	2.014,65	82,73	millones de \$CLP
2014	1.037,31	2.214,41	104,98	millones de \$CLP
2015	1.560,60	2.577,37	26,50	millones de \$CLP
2016	469,21	13.560,84	240,66	millones de \$CLP
2017	253,11	4.328,11	620,51	millones de \$CLP
2018	128,64	3.325,97	251,60	millones de \$CLP
2019	356,81	2.469,29	482,48	millones de \$CLP

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

2020	382,82	7.074,63	2.194,28	millones de \$CLP
2021	300,94	4.141,90	1.298,72	millones de \$CLP
2022	30,00	744,93	313,20	millones de \$CLP

Tabla 21. Inversión pública en proyectos de I+D relacionados con la EC a nivel regional en los años 2009 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información Data Innovación

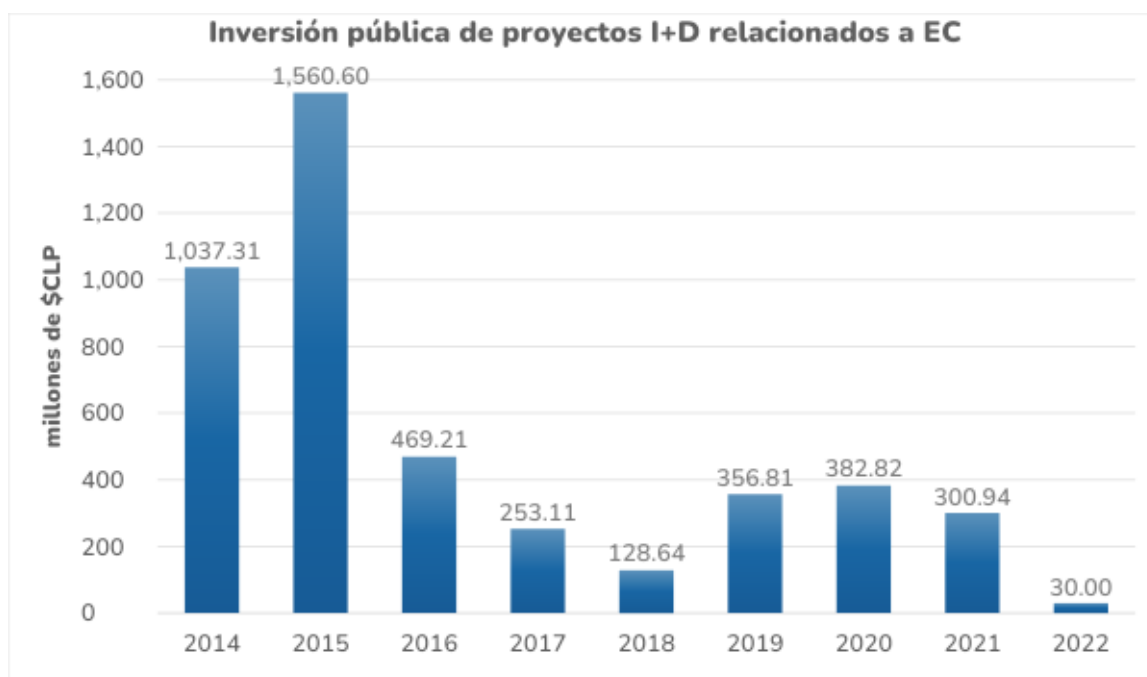


Figura 50. Inversión pública de proyectos I+D relacionados a EC- Antofagasta – 2014 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información Data Innovación

Se evidenció que la inversión pública a proyectos I+D relacionados con EC presenta una tendencia de decrecimiento en la región de Antofagasta desde el 2014 al 2022.

Entre los últimos años registrados, el 2020 fue el año que presentó un mayor monto de inversión pública con 382,82 millones de \$CLP a comparación del 2022 con 30,00 millones de \$CLP siendo este último el de menor monto en los últimos tres años.

Por otro lado, el monto de mayor consumo registrado entre el periodo 2014 al 2016, le correspondió al año 2015 con una cantidad de 1.560,60 millones \$CLP. Lo cual otorga una diferencia de 1.530,60 millones de \$CLP con lo registrado para el año 2022.

En síntesis, los montos mostrados en los distintos años demuestra que en la región de Antofagasta inicialmente existió una mayor inversión pública en apoyo de proyecto I+D relacionado a EC, sin embargo, en el transcurso de los años esto fue disminuyendo.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

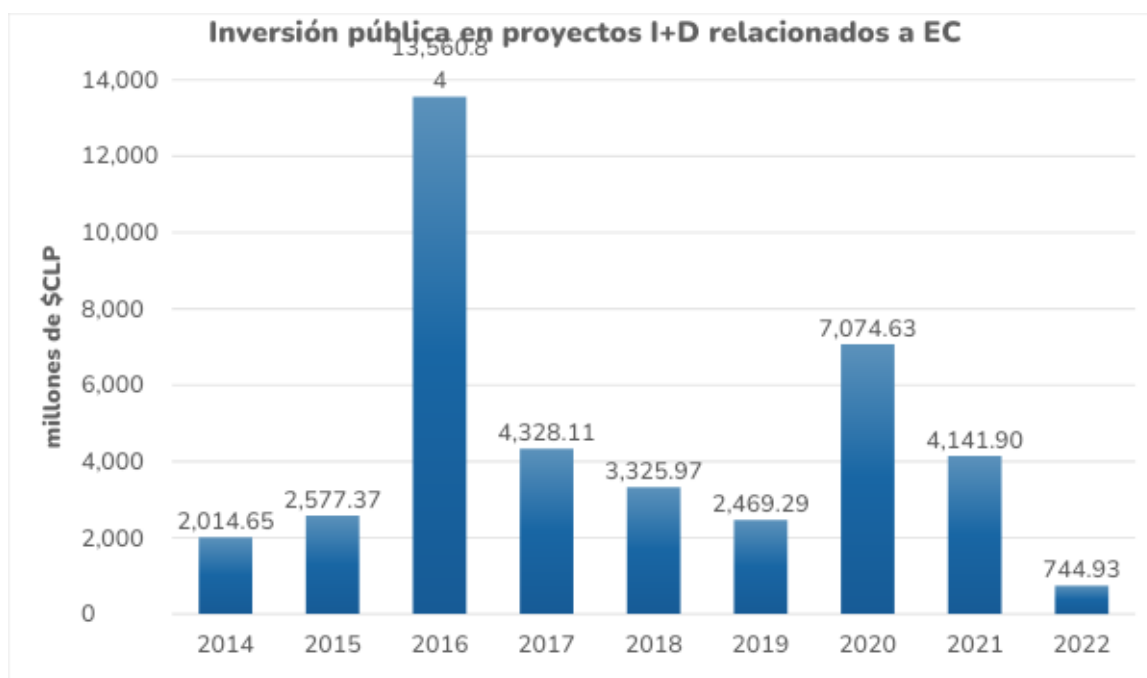


Figura 51. Inversión pública de proyectos I+D relacionados a EC- Metropolitana de Santiago – 2014 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información Data Innovación

En la región Metropolitana se evidenció que la inversión pública apoyadas a proyectos I+D y relacionados a EC presentó una tendencia de decrecimiento entre los años 2014 al 2022.

En los últimos años, el 2020 fue aquel que presentó el mayor monto de inversión pública con 7.074,63 millones de \$CLP a comparación del 2022 con 744,93 \$CLP siendo además el año con el menor monto de inversión desde el 2014 al 2022.

Por otro lado, el monto de mayor inversión registrado entre este periodo (2014 al 2022) le correspondió al año 2016 con una cantidad de 13.560,84 millones de \$CLP, lo cual otorga una diferencia de 12.815,91 millones de \$CLP con lo registrado en el año 2022 (744,93 millones de \$CLP).

En síntesis, los montos mostrados en los distintos años demuestran que la región Metropolitana de Santiago de Chile presentó crecidas en la inversión pública para estos tipos de proyectos I+D entre los años 2016 al 2020. Sin embargo, como se mencionó anteriormente en todo el periodo estudiado (2014 al 2022) la tendencia final de entre estos años fue de decrecimiento.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

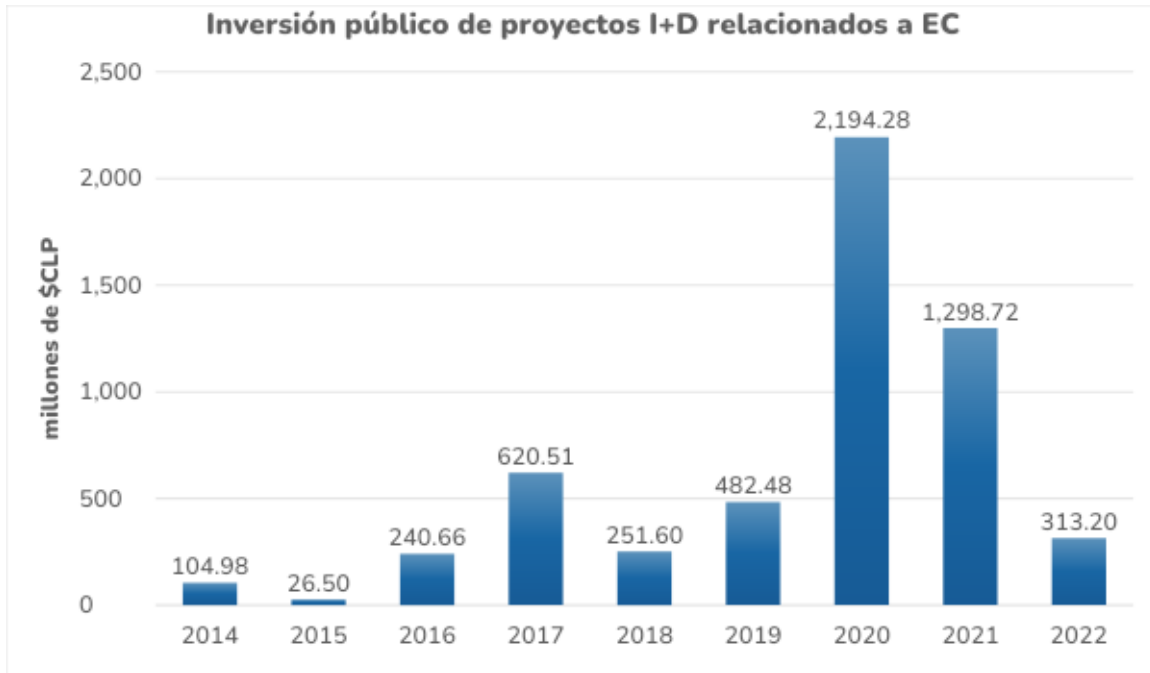


Figura 52. Inversión pública de proyectos I+D relacionados a EC- Los Lagos – 2014 al 2022

Fuente: Elaboración propia en base a la fuente de información Data Innovación

Para la región de Los Lagos, en los últimos 3 años registrados, la cantidad de inversión pública en este tipo de proyectos presentó una disminución considerablemente, presentando para el último año 2022 un valor de 313,20 millones de \$CLP, monto inferior a comparación de los registrados en el año 2020 y 2021 con 2.194,28 y 1.298,72 millones de \$CLP respectivamente.

Por otro lado, al considerar todos los registros entre el 2014 al 2022, la región presentó una tendencia de crecimiento con respecto a la inversión pública apoyada a proyectos I+D. Esto debido a que los años 2020 y 2021 fueron los que registraron los mayores montos de inversión pública y el año 2015 fue el año que presentó el menor monto con 26,50 millones de \$CLP.

8. Reuniones de socialización

Como se comentó anteriormente, una de las actividades fue el desarrollo de reuniones de sociabilización con actores clave de las regiones de Antofagasta, Región Metropolitana de Santiago de Chile y Los Lagos. El foco de estas reuniones fue la presentación de los resultados obtenidos de los 15 indicadores para su región, acompañando de una breve explicación de las etapas que llevaron a obtener estos resultados. Además, se abrió un espacio para el desarrollo de cuestiones y/o apreciaciones con respecto los indicadores y sus resultados, las cuales fueron consideradas para la formulación de las conclusiones y recomendación de este informe.

Con respecto a los actores clave que participaron de estas reuniones de sociabilización, estos se muestran a continuación en la Tabla 22.

Región	Entidad	Nombre	
Antofagasta	Secretaría Regional Ministerial (SEREMI) de Medio Ambiente	Gustavo Riveros Adasme Fernando Varas	
	Gobierno o Regional	División de Infraestructura y Transporte	Leonardo Pazmiño Fernández
		División de Planificación y Desarrollo Regional	Tomás Barra Tarraza Hugo Pizarro Burret Rodrigo Gutiérrez Solís
	Centro Tecnológico de Economía Circular	Paulina Ulloa	
Los Lagos	SEREMI de Medio Ambiente	Bárbara Herrera Patricia Salvo	
	Gobierno o Regional	División de Fomento productivo e Innovación – Área de Economía Circular	José Plaza Mauricio Figueroa
Región Metropolitana de Santiago de Chile	SEREMIA de Medio Ambiente – Área de economía circular y residuos	Paola Cofré (jefe) Álvaro Ríos Manuel Gómez	
	Gobierno o Regional	División de Fomento e Industria	Fernando Court (jefe) Carolina Manrique

Tabla 22. Lista de actores clave participantes en las reuniones de sociabilización

Fuente: Elaboración propia

9. Recomendaciones

Para el desarrollo de este apartado se consideraron aquellas recomendaciones y consideraciones surgidas durante las reuniones de socialización realizadas con representantes de las secretarías regionales de Ministeriales de Medio Ambiente, representantes de los gobiernos regionales de cada una de las regiones piloto (Antofagasta, Metropolitana de Santiago de Chile y Los Lagos), entre otros actores.

A. Nuevas temáticas por considerar

Durante los talleres, algunos actores consultaron por qué no se había tenido en consideración el desarrollo de indicadores asociados a temáticas tales como la gestión de los recursos hídricos, la circularidad en la línea de producción de las empresas, la gestión de residuos industriales y la cobertura de los sistemas de gestión en los territorios. En ese sentido, algunos de estos indicadores fueron considerados durante las actividades previas de la consultoría¹⁶ y no fueron tenidos en cuenta para esta presentación de resultados por diversos motivos.

En el caso de la circularidad en la línea de producción de las empresas, esta temática puede monitorearse desde diversos ángulos. En este caso, se propuso como indicador el número de intercambios de subproductos (Sinergia industrial); sin embargo, se descartó su medición debido a que no se identificó una regulación específica para el intercambio de subproductos, las empresas pueden tener diferentes enfoques y procesos para gestionarlos. Esto dificulta la estandarización de la información recopilada y la comparabilidad entre empresas, lo que compromete la confiabilidad del indicador. Asimismo, sin regulaciones o requisitos obligatorios, las empresas pueden carecer de incentivos para proporcionar información precisa y detallada sobre sus intercambios de subproductos.

Respecto a los indicadores asociados a la gestión de los recursos hídricos y la cobertura de los sistemas de gestión de los territorios, se propuso su monitoreo mediante los indicadores “consumo de agua per cápita” y “porcentaje de aguas servidas tratadas que son reutilizadas”. Estos fueron seleccionados como parte de una lista larga de más de 50 indicadores que podrían monitorearse a nivel de territorio; sin embargo, teniendo en cuenta que por el alcance de la consultoría se priorizaron 17 indicadores¹⁷, no fue tenido en consideración puesto que obtuvo un puntaje de priorización menor¹⁸ para el criterio de “metodología de recolección de datos”. Esto se debió a que no son indicadores que se monitoreen de manera obligatoria a través de regulaciones o requisitos legales, en comparación a otros indicadores que dependen de fuentes como, por ejemplo, SINADER.

Por otro lado, la cobertura de los sistemas de gestión se descartó debido a que requería de largos periodos de tiempo para poder coordinar con las municipalidades y los gobiernos regional el levantamiento de información. Para ello, se debe tener en consideración que se debe fortalecer la cooperación entre las comunas y las regiones a modo que permitan visualizar

Finalmente, se optó por dar mayor énfasis a los residuos municipales, pero es posible monitorear los residuos industriales haciendo uso de las bases de datos en el Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC).

¹⁶ Revisar el [Anexo 4 del Producto 3](#) de la consultoría.

¹⁷ Este número se redujo luego a 15 tal y como se detalló en la sección 4 de este informe.

¹⁸ Este proceso de selección tuvo en cuenta una serie de criterios tales como la metodología de recolección, la complejidad del tratamiento de data, el alcance del indicador, la periodicidad del reporte y el acceso a la información.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, se podrían incluir los indicadores asociados a la gestión de los recursos hídricos, la cobertura de los sistemas de gestión, la gestión de los residuos industriales, así como otros indicadores recomendados a lo largo de la consultoría¹⁹, en futuros sistemas de información circular para responder a las necesidades de los territorios.

B. Propuestas de fortalecimiento en los indicadores priorizados

Si bien los 15 indicadores socializados durante las reuniones fueron aprobados, algunos de los actores propusieron una revisión de estos para responder de mejor manera a las necesidades de información de los territorios. Por ejemplo, si bien el Indicador 11 Intensidad de residuos totales e Intensidad de residuos excluyendo la actividad minera permite evaluar la relación entre el crecimiento económico de un territorio y la cantidad de residuos generados haciendo énfasis en la influencia de la actividad minera, no todos los territorios en el país cuentan con una amplia participación de esta actividad económica. En ese sentido, se planteó que este indicador varíe según la actividad económica de mayor importancia en la región.

Por ejemplo, en la zona sur de Chile existe un amplio desarrollo de la actividad piscícola por lo que este indicador podría hacer énfasis en los residuos generados por este sector mas no en el rubro minero. Al respecto, aunque es importante considerar las diferentes realidades de las regiones, es clave tener en consideración que el objetivo de la consultoría era generar indicadores que fueran comparables en todos los territorios del país por lo que se deberá evaluar la pertinencia de este indicador en futuros proyectos.

También se sugirió que algunos indicadores podrían ser fortalecidos para potenciar la calidad de la información que intentan reflejar. En el caso de los indicadores asociados a la generación de GEI, se podría considerar el precio social del CO₂ para realizar una valoración económica del impacto de la reducción en la emisión de estos gases. Finalmente, respecto al Indicador 15 Inversión pública en proyectos I + D relacionados a la economía circular, se sugirió que podría considerarse el cofinanciamiento que se realiza para estos proyectos desde el sector privado. Teniendo en cuenta que la plataforma permite visualizar estos valores, podría incluirse.

Por otro lado, en las reuniones de sociabilización surgió una cuestión sobre el Indicador 5 Residuos municipales con disposición adecuada, la cual fue referente a la existencia de vertederos municipales. Uno de los participantes comentó que se deberían estos no son equiparables con los basurales. Ante esto, se explicó que el indicador no busca realizar una diferenciación entre los residuos dispuestos en vertederos o basurales, sino en lograr evaluar el nivel que la región presenta con respecto a mejores alternativas de tratamiento diferentes de los distintos tipos de vertederos y basurales.

C. Ponderación y calificación de los indicadores

Se propuso durante los talleres que los indicadores puedan contar con un valor ponderado que permita generar una puntuación que represente la transformación de las economías territoriales a modelos circulares y permita la comparación entre territorios. En ese sentido, se debe tener en consideración que la economía circular a nivel territorial es inherentemente compleja y contextual, por lo que una comparación entre territorios a través de un sistema de puntajes no permitiría visualizar la variabilidad en las características y desafíos específicos de cada territorio

¹⁹ Revisar el Producto 3 de la consultoría.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

Por otro lado, durante la revisión de sistemas de información circular en otros países y territorios, se identificó que el objetivo del monitoreo era visualizar los cambios en el tiempo y evaluar el progreso individual de cada territorio en lugar de establecer comparaciones competitivas entre ellos. Este enfoque permite una comprensión más profunda de las dinámicas locales y promueve la adaptabilidad de las estrategias de economía circular a las necesidades específicas de cada territorio, sin sugerir implícitamente que un territorio sea mejor que otro. Sin embargo, podría considerarse la implementación de hitos de cumplimiento que se encuentren alineados a las metas de la Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040.

Cabe mencionar que, a nivel internacional, existen metodologías para la medición de la circularidad a nivel de territorio, país o escala, tales son los casos de [Circularity Gap Report](#) [4] y [Circular Benchmark Tool](#) [5]. Estas podrían ser utilizadas como referencia.

D. Alcances de los indicadores piloteados

Durante los talleres, se discutió la posibilidad de monitorear algunos indicadores asociados a la gestión de residuos en una escala municipal. Si bien el alcance de la consultoría consistía en evaluar indicadores regionales, debería tenerse en cuenta que algunos indicadores podrían otorgar nuevos hallazgos en otras escalas. Por ejemplo, los indicadores asociados a la gestión de residuos cuentan con bases de información que registran los datos a nivel municipal y su evaluación permitiría comprender cómo varían los desafíos y características de la gestión de residuos a nivel municipal y, de ese modo, generar estrategias y acciones específicas a las necesidades y contextos específicos de cada área.

Por otro lado, también debería evaluarse la pertinencia de monitorear indicadores a una escala mayor como Consumo Interno de Materiales, Huella Material y Empleos Verdes. Si bien estos indicadores no fueron tenidos en cuenta para este informe, deberían ser tenidos en cuenta para el desarrollo de sistemas de información circular.

10. Conclusiones

- Respecto al levantamiento de la línea base, la recolección y sistematización de la información resultó un proceso ágil y sencillo debido a que las fuentes de información eran públicas. Asimismo, respecto al control de calidad llevado a cabo, no fue necesario realizar ajustes mayores por lo que se concluyó que haber utilizado fuentes de información oficiales garantizó una mayor confiabilidad en la base de datos y, por consiguiente, en los resultados obtenidos.
- En el caso de la presentación de resultados ante los representantes de las 3 regiones de interés, no se observaron obstáculos ni dificultades mayores en relación con la comprensión o manejo de los indicadores y sus fórmulas, lo cual refleja la eficiencia y simplicidad con la que se llevó a cabo la prueba piloto en las regiones.
- Respecto a las temáticas circulares sugeridas para su monitoreo, estas deben ser consideradas en el diseño final del sistema de información para que responda adecuadamente a las necesidades de información de las regiones. Se sugiere en lo posible utilizar fuentes de información oficiales para garantizar la calidad de los resultados, así como la confiabilidad en los mismos.

11. Bibliografía

- [1] Banco Interamericano de Desarrollo, «Economía Circular Ahora o Nunca,» 2021. [En línea]. Available: <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/economia-circular-ahora-o-nunca/>. [Último acceso: junio 2023].
- [2] Fundación Ellen Macarthur , «¿Qué es una economía circular?,» [En línea]. Available: <https://ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/presentacion-economia-circular/vision-general>. [Último acceso: Mayo 2023].
- [3] Ministerio del Medio Ambiente, «Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040,» 2021.
- [4] Circle Economy, «The Circularity Gap Report 2023: Methods,» 2022.
- [5] Circular Benchmark Tool, «Measuring & monitoring circularity in europeans regions: Manual,» 2023.

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040

Anexos

Anexo 1. Larga lista de 50 indicadores

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Hu4oFshbMpfK55_BeBc6mVf2gaarLs1S/edit#gid=416213581

Anexo 2. Emparejamiento de actividades económicas del PIB y categorías del IRGEI

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/15qInNuFuLtwN4WuhuFmk0UMFqI7NJVkK7NjK6Tt7iXc0/edit#gid=0>

Anexo 3. Formatos de solicitud de información

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1QladolQRqtwfvSQZVnfmYP4FYjKTQR4kPpO0lcYPz6s/edit?usp=sharing>

Anexo 4. Presentación de resultados en los talleres regionales

Región de Antofagasta:

https://docs.google.com/presentation/d/1-dr7rtPB-lYqs1Pdj7f7CER5x7LzhS0f/edit?usp=drive_link&oid=101302335592491076570&rtpof=true&sd=true

Región Metropolitana de Santiago de Chile:

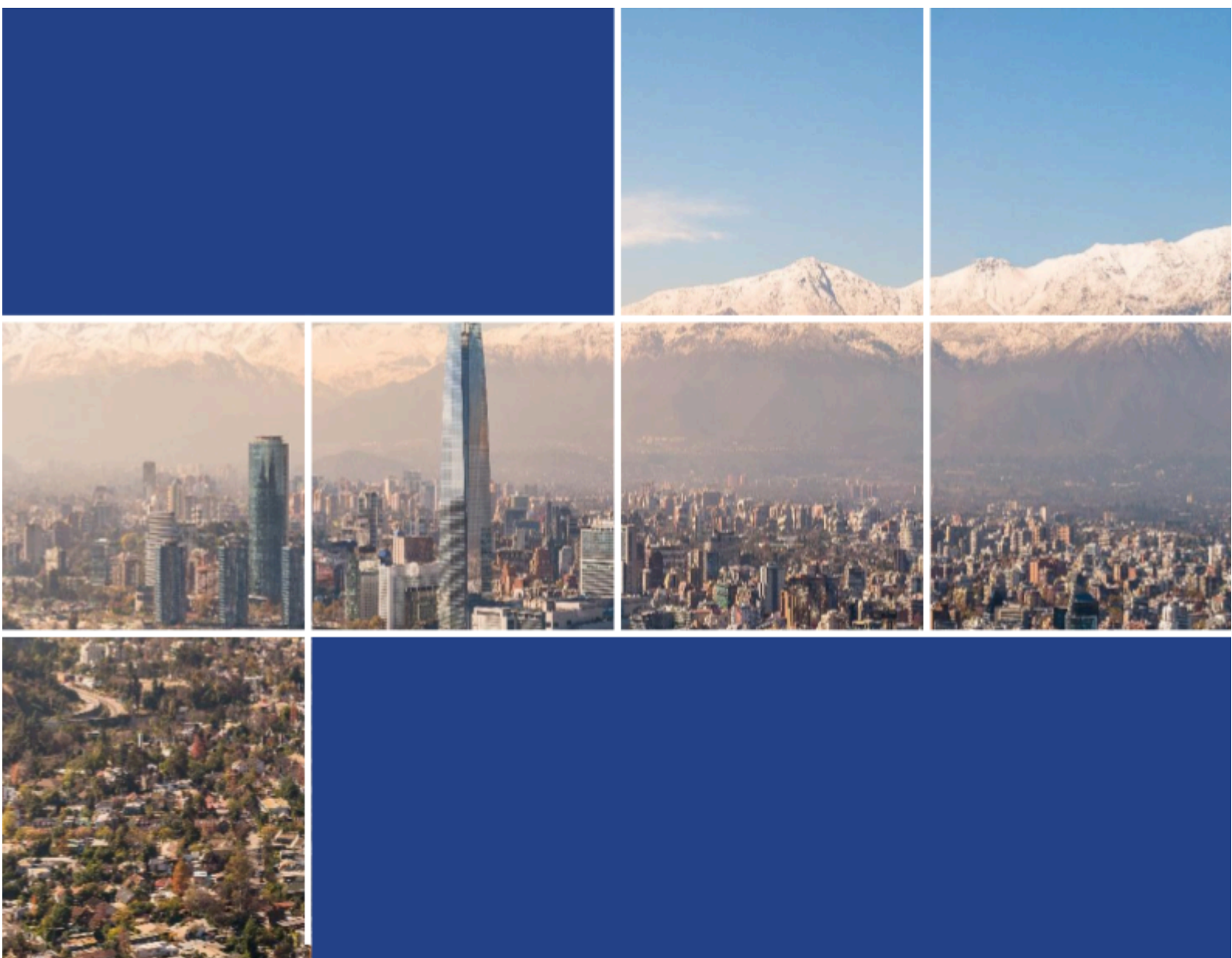
https://docs.google.com/presentation/d/1wtNeSMXkoGZmaalVCfqDDq-uCv7uqtJi/edit?usp=drive_link&oid=101302335592491076570&rtpof=true&sd=true

Región de Los Lagos:

https://docs.google.com/presentation/d/1ulKXWxOu8BOO-spvPej83zSyxuolpVHW/edit?usp=drive_link&oid=101302335592491076570&rtpof=true&sd=true

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040



www.deuman.com

Producto 5: Levantamiento de línea base en 3 territorios piloto en el país

Consultoría para la elaboración de una metodología de evaluación y monitoreo de indicadores de economía circular a nivel territorial en el marco de la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040
