



DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

ANÁLISIS GENERAL DE IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DE ANTEPROYECTO DE DECRETO SUPREMO QUE ESTABLECE METAS Y OBLIGACIONES ASOCIADAS DE RESIDUOS DE ACEITES LUBRICANTES

Noviembre 2020

Presentación

El presente informe corresponde al Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) del Anteproyecto de Decreto Supremo que establece Metas de Recolección y Valorización y obligaciones asociadas de residuos de aceites lubricantes.

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) es el encargado de proponer políticas y formular normas, planes y programas en materia de residuos y otras sustancias que puedan afectar el medio ambiente, según lo establecido en la letra g) del Artículo 70 de la *Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente*. En este contexto y según la *Ley 20.920 Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje*, es atribución del Ministerio establecer, mediante la dictación de Decretos Supremos, metas de recolección y valorización para los residuos de productos prioritarios.

Asimismo, corresponde al MMA, según el Título Tercero, Párrafo 2°, Artículo 25 del Decreto Supremo N° 8 *Reglamento que regula el Procedimiento de Elaboración de los Decretos Supremos establecidos en la Ley N° 20.920*, elaborar un AGIES del Anteproyecto de Decreto Supremo (DS) que establezca metas de recolección y valorización, considerando la situación actual y la situación con anteproyecto. En particular, el AGIES debe evaluar los costos que implique el cumplimiento del anteproyecto de metas, así como sus principales beneficios, y deberá ser realizado dentro del plazo de elaboración del anteproyecto.

El proceso de elaboración de un Decreto Supremo que establezca metas de recolección y valorización, desde el desarrollo del Anteproyecto hasta su aprobación, contempla la elaboración de dos documentos:

- AGIES del Anteproyecto (A-AP), para apoyar el proceso de participación ciudadana,
- Actualización de costos y beneficios para el Proyecto Definitivo (A-PD), que corresponde a una actualización de los valores del AGIES de Anteproyecto en base a antecedentes surgidos de la etapa de Participación Ciudadana (PAC), de tal forma de apoyar al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y Cambio Climático (CMSyCC) en la toma de decisión, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 71, letra f), de la Ley 19.300.

Es importante señalar que estos documentos son un apoyo a la toma de decisión de la autoridad y sirven para nutrir los procesos de Participación Ciudadana, el Consejo Consultivo y el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, por lo cual no debe ser considerado como el único o definitivo instrumento de evaluación. Tanto el AGIES del Anteproyecto como la actualización de costos y beneficios para el Proyecto Definitivo corresponden solamente a uno de los múltiples antecedentes para la toma de decisión; otros antecedentes corresponden por ejemplo a antecedentes geográficos y demográficos, datos históricos, situación política y la percepción pública respecto a la contaminación. La Figura 1. Proceso de elaboración del Decreto Supremo muestra el proceso de elaboración del DS.

Figura 1. Proceso de elaboración del Decreto Supremo



Fuente: Elaboración propia

En este análisis, según la información disponible por el MMA al momento de la evaluación, se evalúa el cumplimiento de la regulación y se estiman los beneficios de la reducción en la cantidad de residuos con disposición inadecuada y el aumento de las cantidades que se valorizan según los tipos de tratamientos disponibles. Además, se estiman los costos que implica el cumplimiento de las metas dadas por las mayores necesidades de recolección y valorización de los residuos.

Resumen

El presente documento muestra los resultados del Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) del Anteproyecto de Decreto Supremo que establece metas de recolección y valorización y otros aspectos regulatorios para el producto prioritario aceites lubricantes, definido por la Oficina de Implementación Legislativa y Economía Circular (OEC).

El escenario regulatorio evaluado corresponde a metas graduales de recolección y valorización para aceites lubricantes de la categoría recuperables en un plazo de 10 años. Las metas se establecen en relación con la cantidad de aceites lubricantes recuperables puestos en el mercado, en particular sobre los residuos generados que deben recolectarse y valorizarse. Los regulados corresponden a productores que enajenan aceites lubricantes por primera vez en el mercado nacional; enajenan bajo marca propia aceites lubricantes adquiridos de un tercero que no es el primer distribuidor; o que los importan para el propio uso profesional. Su responsabilidad en el financiamiento de la gestión de los residuos de aceites lubricantes depende de lo puesto en el mercado.

El AGIES evalúa los beneficios y costos de las metas de recolección y valorización definidas en el Anteproyecto en un horizonte de 10 años¹ (2022-2031). Los resultados indican lo siguiente:

- Los beneficios cuantificados por la reducción del destino desconocido de los residuos de aceites lubricantes y venta de productos valorizados se estiman en US\$211,7 millones² en valor presente.
- Los costos monetizados por transporte de aceites lubricantes usados, tratamiento, aumento de capacidad de tratamiento, administración, y garantía del Sistema de Gestión se estiman en US\$65,4 millones en valor presente.

La valoración de los beneficios y costos del escenario regulatorio propuesto indica que la implementación de las metas es rentable desde la perspectiva social. La razón beneficio-costos es de 3,24.

¹ Se utiliza un horizonte de evaluación de 10 años debido a que la regulación se define con ese plazo. Se asume que la normativa comienza a regir el año 2022.

² Supuestos generales. Tasa de descuento = 6%. Horizonte de evaluación = 10 años. Tipo cambio dólar promedio del año 2020: 722,9 CLP.

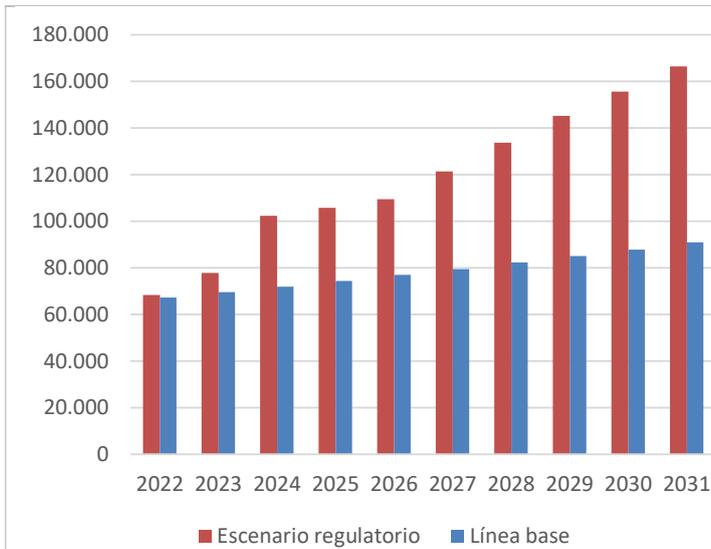


Figura A: Aceites lubricantes usados recolectados en línea base y con escenario regulatorio (ton).

La Figura A muestra las toneladas de residuos de ALU recolectados en el horizonte de evaluación considerando el escenario regulatorio y la línea base.

La línea base corresponde a la proyección de las cantidades de residuos de ALU recolectados y valorizados en el año base (2018). El escenario regulatorio muestra las cantidades que se deben recolectar y valorizar debido al cumplimiento de las metas.

El escenario regulatorio permite la recolección y valorización de 400,4 mil toneladas de residuos de aceites lubricantes adicionales a la línea base en el horizonte de evaluación.

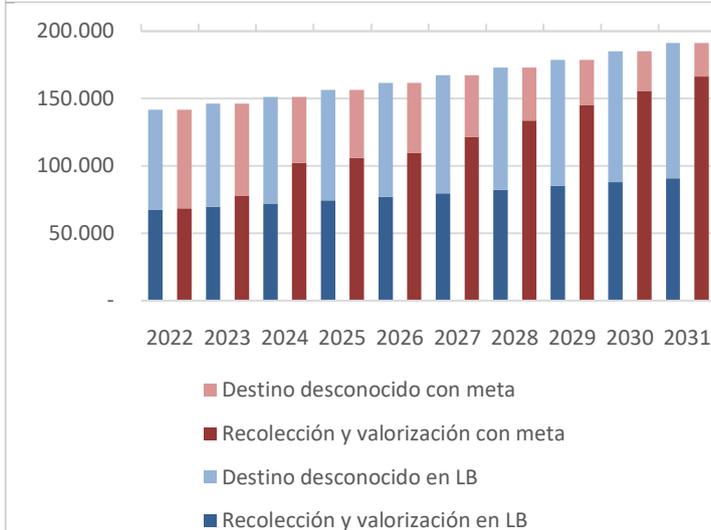


Figura B: Aceites lubricantes usados recolectados en línea base y con escenario regulatorio (ton).

La figura B muestra el total de aceites lubricantes que se recolectan y valorizan anualmente, junto con los que tienen destino desconocido, tanto para línea base como para el escenario regulatorio.

La valorización incluye el coprocesamiento, valorización energética y regeneración.

Las cantidades en destino desconocido corresponden a la diferencia por año entre la cantidad de ALU que se genera y la que se recolecta y valoriza.

Indicador	Valor presente (MMUS\$ 2020)
Beneficio	211,7
Costo	65,4
Razón B/C	3,24

Tabla A: Beneficios, costos y razón B/C.

La tabla A muestra los valores presente (VP) del beneficio y el costo del cumplimiento de las metas de recolección y valorización, así como costos administrativos y operativos de un sistema de gestión. Además, se muestra la razón beneficio-costo total.

Se puede observar que, en total, el escenario regulatorio evaluado presenta una razón de 3,24.

El horizonte de evaluación corresponde a 2022-2031, donde el valor presente se calcula al 2020.

Tabla de contenido

Presentación.....	1
Resumen	3
Índice de Figuras	6
Índice de Tablas.....	6
1. Antecedentes.....	8
1.1 Regulación a Evaluar	8
2 Metodología AGIES.....	9
2.1 Metodología General	9
2.2 Línea Base de aceites lubricantes puesto en el mercado.....	11
2.2.1 Aceite Lubricante puesto en el mercado (AL).....	11
2.2.2 Proyección de Línea Base.....	15
2.3 Generación de Aceites Lubricantes Usados (ALU).....	15
2.4 Línea base del proceso de manejo del ALU	16
2.5 Costos.....	16
2.5.1 Costos de transporte	19
2.5.2 Costo operacional de valorización.....	21
2.5.3 Costo de aumentar la capacidad instalada de valorización.....	23
2.5.4 Costos de administración.....	24
2.5.5 Costos de fiscalización del SG	24
2.5.6 Costos de obligaciones asociadas.....	25
2.5.7 Costos de garantía del SG.....	25
2.6 Beneficios	26
2.6.1 Beneficios por mayor venta de productos que utilizan como insumo ALU... 26	
2.6.2 Beneficios por reducción del destino desconocido de ALU.....	26
2.6.3 Beneficios no cuantificados.....	28
2.7 Indicadores económicos.....	28
3 Resultados.....	29
3.1 Línea Base.....	29

3.1.1	AL puesto en el mercado	29
3.1.2	Generación de ALU.....	30
3.2	Cumplimiento de escenario regulatorio	32
3.2.1	Toneladas recolectadas y valorizadas.....	32
3.2.2	Costos asociados a las metas de recolección y valorización	37
3.2.3	Beneficios asociados a las metas de recolección y valorización	38
3.2.4	Indicadores económicos	39
4	Conclusiones.....	40
5	Referencias	41
6	Anexos.....	42

Índice de Figuras

Figura 1.	Proceso de elaboración del Decreto Supremo.....	2
Figura 2.	Diagrama de metodología general utilizada en el AGIES	10
Figura 3.	Generación de ALU por sector (ton).....	31
Figura 4.	Toneladas de ALU generado por sector y tipo de vehículos particulares (ton)....	31
Figura 5.	Aceites lubricantes recolectados y valorizados en escenario regulatorio y línea base	34
Figura 6.	Toneladas recolectadas en línea base y escenario regulatorio, 2022-2031 (ton/año)	34
Figura 7.	ALU adicional valorizado según tipo de tratamiento en escenario regulatorio, 2022-2031 (ton)	35
Figura 8.	Desagregación de los costos adicionales por tipo de tratamiento (MMUS\$)	37

Índice de Tablas

Tabla 1.	Metas de recolección/valorización	8
Tabla 2.	Códigos arancelarios escogidos para estimación de aceites lubricantes puestos en el mercado, 2017.	11
Tabla 3.	Cantidad de aceite en vehículos nuevos importados	13
Tabla 4.	Tipo de vehículo de ALU susceptible de ser entregado a comercializador	18
Tabla 5.	Parámetros para estimación de variable combustible de cambio representativo.	20

Tabla 6. Costos asociados al uso del camión (CLP/km)	20
Tabla 7. Costos operacionales por tipo de tratamiento, según categoría, año base.....	22
Tabla 8. Tasa de transformación por tipo de tratamiento	23
Tabla 9. Costos de inversión en nueva capacidad instalada	24
Tabla 10. Precio de productos provenientes de residuos de aceites lubricantes.....	26
Tabla 11. Aceites lubricantes puestos en el mercado (ton), año 2018.....	27
Tabla 12. Aceites lubricantes puestos en el mercado para cada sector, año 2018 (ton).....	29
Tabla 13. Demanda de aceites lubricantes recuperables por región (ton).	29
Tabla 14. Generación de Aceites lubricantes por región y sector (ton).	30
Tabla 15. Proporción de ALU provenientes de vehículos particulares (ton)	31
Tabla 16. Valorización de ALU, año 2018.....	32
Tabla 17. Número de instalaciones adicionales de valorización que permiten el cumplimiento de la regulación, 2022-2031	36
Tabla 18. Costos para cumplimiento de metas de recolección y valorización de ALU	36
Tabla 19. Costo unitario de ALU recuperable (US\$/ton), 2022-2031	37
Tabla 20. Beneficios de cumplimiento de metas de recolección y valorización de ALU (US\$, 2020).....	37
Tabla 21. Indicadores económicos de la regulación, 2022-2031	38
Tabla 22. Detalle de códigos arancelarios evaluados, 2017	41
Tabla 23. Kilometraje recorrido en promedio al año.....	42
Tabla 24. Kilómetros estimados para cambio y relleno de aceite	43
Tabla 25. Litros para cambio de aceite y relleno de vehículo	44
Tabla 26. Litros demandados al año por tipo de vehículo.....	44
Tabla 27. Litros totales demandados al año por todo el parque automotriz 2017.....	45
Tabla 28. Demanda de AL de la gran minería del cobre.....	45
Tabla 29. Factor de pérdida de ALU por tipo de vehículo	46
Tabla 30. Empresas valorizadoras encuestadas con reportes.	47

1. Antecedentes

El presente documento corresponde al Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) de Anteproyecto de Decreto Supremo que establece metas de recolección y valorización y obligaciones asociadas de aceites lubricantes usados (ALU). En este capítulo se presentan los aspectos regulatorios que se evalúan.

1.1 Regulación a Evaluar

La regulación en su artículo 4º subdivide los aceites lubricantes en 2 categorías: recuperables y no recuperables. La responsabilidad extendida del productor no aplicará a los ALU correspondientes a la categoría no recuperables. Sin embargo, en virtud de lo dispuesto en el artículo 9 de la Ley, se requiere entregar la información de ambas categorías.

a. Metas de recolección y valorización

La regulación considera las siguientes metas para recolección y valorización (art. 22º, punto A y B):

Tabla 1. Metas de recolección/valorización

Año	Meta
Año 1	50%
Año 2	55%
Año 3	60%
Año 4	65%
Año 5	70%
Año 6	75%
Año 7	80%
Año 8	84%
Año 9	87%
Año 10	90%

Fuente: Elaboración propia a partir de art. 22º de Anteproyecto.

Las metas de recolección y valorización son equivalentes para cada año. Esto implica que toda recolección de ALU tendrá como destino la valorización.

b. Obligaciones asociadas

La regulación, además, contempla obligaciones al regulado de informar (art. 26), de recolección del ALU por parte del regulado de lo entregado por comercializadores (art. 27), de recepción sin costos por parte de comercializadores de lo entregado por consumidores (art. 30), y el establecimiento de una etiqueta en el producto prioritario en su venta (art. 31). Los costos relacionados a la recolección y recepción se encuentran abordados en este análisis (art. 27 y art. 30), mientras que los de obligación de informar y el establecimiento de una etiqueta

no lo están por no considerarse significativos, además de no contar con información disponible para su evaluación.

La responsabilidad de los productores de proveer el servicio de retiro de ALU a los comercializadores que lo soliciten inicia al tercer año de haberse iniciado la regulación.

2 Metodología AGIES

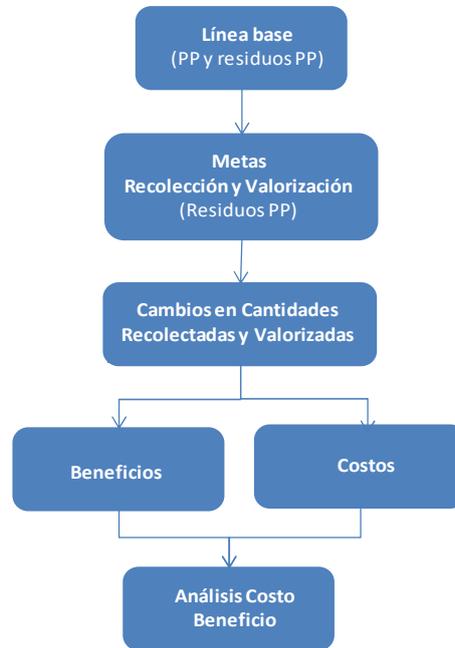
2.1 Metodología General

La metodología empleada en la elaboración del AGIES corresponde a un Análisis Costo Beneficio (ACB), donde se generan diferentes indicadores que den respuesta a los impactos de una política pública, proporcionando antecedentes de tal forma de aportar a la toma de decisiones durante el proceso normativo. En un AGIES los impactos se traducen en indicadores que reflejen la rentabilidad social de la regulación evaluada. Estos son generalmente representados por la razón beneficio costo y valores presente de costo y beneficio, entre otros.

En la Figura 2. Diagrama de metodología general utilizada en el AGIES se muestra un esquema de la metodología general para un ACB de metas de recolección y valorización. La definición de metas implica un cambio en las cantidades de residuos del producto prioritario destinados a recolección y valorización. Para esto se elaboran análisis o modelos que permiten estimar la línea base (situación actual) de la cantidad de producto prioritario puesto en el mercado, así como la línea base del manejo actual de sus residuos. Luego, el aumento de las cantidades de residuos recolectados y valorizados se relaciona, también mediante análisis o modelos, con costos y beneficios.

Las etapas secuenciales de un ACB consisten en: identificación, cuantificación y valoración de los impactos (Lave and Gruenspecht, 1991). Dentro de los impactos que pueden ser identificados, sólo algunos se pueden cuantificar y de aquellos, pocos pueden ser valorados. La diferencia entre la cuantificación y la valoración de los impactos recae en que esta última implica asignar un valor monetario al impacto cuantificado.

Figura 2. Diagrama de metodología general utilizada en el AGIES



Fuente: Elaboración propia

El presente AGIES aplica esta metodología general, estableciendo una línea base compuesta por los aceites lubricantes puestos en el mercado y la generación de sus residuos. Asimismo, las metas de recolección y valorización conformarán el escenario regulatorio. La diferencia entre este escenario y la línea base se expresará en costos y beneficios de la regulación.

Los beneficios valorados, para el caso de los aceites lubricantes, corresponden a la reducción del destino desconocido de sus residuos y venta de productos fabricados a partir de aceite lubricante usado. Por otra parte, los costos valorados corresponden a los de transporte del residuo, operacionales de valorización, aumento de capacidad de tratamiento y costos vinculados a la administración y garantía de un sistema de gestión y de fiscalización que realiza el órgano competente en la materia. Se considera, también, la obligación asociada de almacenamiento del ALU por parte de comercializadores.

A continuación, se detalla la metodología específica para cada una de las etapas en el manejo de los residuos, que permite evaluar los costos y beneficios asociados a las metas de recolección y valorización de ALU.

2.2 Línea Base de aceites lubricantes puesto en el mercado

La definición de metas implica un cambio en las cantidades de residuos del producto prioritario destinadas a recolección y valorización. Para estimar estas cantidades, se elaboran modelos que permiten estimar la línea base (situación actual) de la cantidad de producto prioritario puesto en el mercado, así como la línea base del manejo actual de sus residuos.

En esta sección se describe la línea base de aceites lubricantes, detallando supuestos y metodologías. Esta se construye para el año 2018. En los casos en donde se dispone de información sólo para el año 2017, esta luego se ajusta según el crecimiento del PIB al año 2018, aplicándose un factor de incremento del 3%

2.2.1 Aceite Lubricante puesto en el mercado (AL)

Para la estimación de los aceites lubricantes puestos en el mercado se considera una metodología mixta, utilizando datos de importación (menos exportación) del producto prioritario y datos de la producción local. Las importaciones se estiman a partir de los registros en el Servicio Nacional de Aduanas (SNA), mientras que los datos de la producción local se obtienen del reporte de información de productores a través del Sistema de Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

Esta metodología mixta responde a que en el registro del SNA se incluye tanto la importación de AL como la de sus aditivos para producir localmente AL, dificultándose la identificación de lo puesto en el mercado. Para evitar un doble conteo, y en el entendido que los productores locales son responsables de una importante proporción de lo puesto en el mercado, se definió utilizar el reporte de éstas en el RETC, corroborándose además la información mediante consulta directa. De este modo, del SNA sólo se contempla lo importado de AL, descontándose lo que provenga de los productores locales. La Tabla 2 muestra los códigos arancelarios utilizados para recopilar información del SNA. Estos se eligieron en base a la evidencia de estudios en que se haya estimado la cantidad puesta en el mercado de aceites lubricantes (ECOBAUS, 2016; EY, 2017), además de la opinión experta de la Oficina de Economía Circular. Es importante mencionar que la información recibida corresponde al año 2017, donde hubo un cambio en el arancel aduanero, por lo tanto, algunos códigos sufrieron modificaciones relativo a sus versiones anteriores.

Tabla 2. Códigos arancelarios escogidos para estimación de aceites lubricantes puestos en el mercado, 2017.

Código	Descripción código 2017
27101961	Aceites básicos (en código de aceites de petróleo o de mineral bituminoso)
27101966	Los demás aceites lubricantes terminados (en código de aceites de petróleo o de mineral bituminoso)
27101969	Los demás (en código de aceites de petróleo o de mineral bituminoso)
27109990	Los demás (en código de aceites de petróleo o de mineral bituminoso)
34039990	Las demás (en código de preparaciones lubricantes)

38112130	Acondicionados para la venta al por menor en envases de contenido neto inferior o igual a 1 kg (en código aditivos para aceites lubricantes)
38112140	Acondicionados para la venta al por menor en envases de contenido neto superior a 1 kg pero inferior o igual a 5 kg (en código aditivos para aceites lubricantes)
38112190	Los demás (en código aditivos para aceites lubricantes)
38112930	Acondicionados para la venta al por menor en envases de contenido neto inferior o igual a 1 kg (en código aditivos para aceites lubricantes)
38112990	Los demás (en código aditivos para aceites lubricantes)

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 22 en la sección Anexos muestra el detalle de los códigos arancelarios evaluados, con sus ítems principales, descripciones y supuestos.

Como se señaló en la Sección 1.1, las metas de recolección y valorización aplican sobre la categoría de recuperables. Al respecto, la información de productores locales incluye la separación del AL puesto en el mercado según recuperables y no recuperables. Sin embargo, esto no se encuentra disponible en la información del SNA. Para resolver aquello, se considera la fracción de recuperables de los productores locales, y se utiliza como un factor de recuperabilidad en los datos de importación. La proporción de AL no recuperable corresponde al 9,68% del total de AL puesto en el mercado. Esto se muestra en la Tabla 14 de la sección 3.1.1.

Los AL pueden ser desagregados y por lo tanto distribuidos geográficamente según el sector que los utiliza: parque automotriz, industrial y minero. En el primero, los distintos tipos de vehículos demandan AL para su funcionamiento, mientras que los sectores industrial y minero los utilizan en sus procesos productivos, como maquinarias y equipos. A continuación, se señalan las metodologías utilizadas en cada una para la estimación del uso del AL y su distribución geográfica, lo que implicará la ubicación de la generación de ALU.

2.2.1.1 Sector automotriz

Para obtener la cantidad de AL generada por cada tipo de vehículo, se calcula la frecuencia de cambio y de relleno de aceite a partir de los kilómetros recorridos en promedio al año por tipo de vehículo (Tabla 23 en sección anexos) y los kilómetros recorridos en promedio para el cambio y el relleno de aceite (Tabla 24 en anexos).

$$\begin{aligned}
 & \text{Frecuenciadecambioorelleno}_{\text{tipodevehículo}} \\
 & = \frac{Kmsrecorridosalaño}{Kmsrecorridosparaelcambioorelleno}
 \end{aligned}
 \tag{Ecuación 1}$$

Luego, con la cantidad de litros necesarios para el cambio y el relleno (Tabla 25 en anexos), se calculan los litros demandados por tipo de vehículo al año. Finalmente, se suman los

valores de cambio y relleno, junto con el uso (motor, caja de cambios y diferencial) y se obtienen los litros totales demandados al año por tipo de vehículo (Tabla 26 en anexos).

Litros demandados

Ecuación 2

= *Frecuencia de cambio o relleno_v*

* *Litros necesarios para cambio o relleno_v*

Esta estimación de demanda de AL por tipo de vehículo, luego, es cruzada con la cantidad de vehículos distribuidos geográficamente a nivel nacional. Esta información es obtenida del parque automotriz medido cada año por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), y está diferenciado por tipo de vehículo y ubicación geográfica. De esta forma, se ponderan los valores de la Tabla 26 por la cantidad de vehículos que hay en nuestro país, obteniéndose los resultados mostrados en la Tabla 27 y la Tabla 13 de la sección 3.1.1 de resultados. Para ser consistentes con el año usado de SNA, se consideró información del año 2017. Luego, se ajusta por factor de crecimiento PIB del 3%.

Es importante considerar que a los resultados anteriores se le requiere agregar el AL puesto en el mercado proveniente de la importación vehículos nuevos, detallados en la sección a continuación.

Aceites lubricantes en vehículos importados

La Tabla 3 muestra las importaciones anuales de vehículos nuevos particulares según Aduanas para el año 2017. Según el tipo de vehículo y tomando los datos de la Tabla 25 se obtuvo la cantidad de litros totales que ingresaría al mercado en autos nuevos particulares, esto es 6.254 m³, lo que representa un 3% de lo puesto en el mercado.

Tabla 3. Cantidad de aceite en vehículos nuevos importados

Tipo de vehículo	Vehículos importados	Cantidad de Litros en motor, caja y diferencial	Litros totales
Vehículos livianos: automóviles y camionetas	379.659	9	3.416.931
Vehículos livianos: motocicletas	33.376	2	66.752
Vehículos agrícola y forestal e industriales	44.494	36	1.601.784
Vehículos de transporte y carga (buses y camiones)	17.705	66	1.168.530
Total	475.234		6.253.997

Fuente: Aduanas 2017 (vehículos importados) y ECOBAUS (cantidad de litros).

El AL puesto en el mercado por el sector automotriz para el año base se encuentra en la Tabla 13 de sección 3.1.1 de resultados.

2.2.1.2 Sector minería

Este sector utiliza Aceites Lubricantes en el mantenimiento de equipos, vehículos mineros y otras medidas preventivas en los talleres de la Mina.

La cantidad de cobre fino extraído (Toneladas Métricas Finas o TMF) y demanda de aceites lubricantes de las grandes minas de cobre, se obtuvo del estudio de ECOBAUS a partir de la experiencia de las empresas del Consorcio de Aceites Lubricantes (ENEX, PETROBRAS, TOTAL e YPF) (ECOBAUS, 2016) (ver

Tabla 28, en Anexos)

Para calcular la demanda al 2017, en primer lugar, se crea un Factor de Consumo por cada una de las Mineras con los datos de la

Tabla 28 de la siguiente forma:

$$Factordeconsumo_{minera} = \frac{ConsumodeAceitesLubricantes (m^3)}{Cobrefinoextraído(ton)} \quad \text{Ecuación 3}$$

Este Factor al multiplicarlo por las TMF al 2017 permite obtener el Consumo de Aceites Lubricantes para el año 2017. Este se obtuvo a partir de los sitios web de cada minera y del Reporte anual del Consejo Minero 2017 (Consejo Minero, 2018). Para las Minas de la

Tabla 28 que no tenía información, se usó el factor de consumo promedio (0,00688).

Otra consideración supone que, a partir del Anuario 2018 de SERNAGEOMIN, el año 2017 se produjeron 5.557.964 TMF. La diferencia entre este valor y la suma de las mineras catastradas se supondrá como “Otras” que agruparía a las minas más pequeñas.

La cantidad de AL puesto en el mercado del sector minero para el año base se encuentran en la

Tabla 28 en la sección 3.1.1.

2.2.1.3 Sector industrial

Una parte difícil de cuantificar directamente es la conformada por el sector manufacturero, eléctrico, marítimo, entre otras del sector industrial. Debido a la heterogeneidad que existe en los diversos procesos productivos de cada sector económico, y las distintas variedades de maquinarias utilizadas no solo entre sectores, sino que, entre las diferentes empresas dentro del mismo rubro, no se pudo contar con información primaria en este sector.

Frente a esta dificultad de realizar un catastro de los consumidores del sector industrial, se considera el mismo supuesto utilizado en los estudios de ECOBAUS y GESCAM, donde se

opta por estimar dicha generación a partir de descontar de la demanda nacional, la correspondiente al parque automotriz y al sector minero. Se asume que la industria vende el total de la oferta importada y fabricada del año en el mismo ejercicio.

Respecto a la distribución geográfica del uso del AL industrial, se recurrió a las declaraciones de los generadores de ALU en el Sistema de Declaración y Seguimiento Electrónico de Residuos Peligrosos (SIDREP). Esto es, se seleccionaron los CIU que corresponden a la industria (distinto a automotriz y minero) y se tomó la cantidad declarada según región. Con este valor, se hizo la proporción del valor total. Lo puesto en el mercado proveniente del sector industrial se encuentra en la Tabla 13 en la sección resultados.

2.2.2 Proyección de Línea Base

El consumo de aceites lubricantes se encuentra fuertemente asociado al crecimiento de la economía, y fundamentalmente al crecimiento del parque automotriz. Según estimaciones de la CINC (Cámara de la Industria del Neumático en Chile) ha observado una buena correlación histórica entre ambas cifras. Lo mismo ocurre con el sector industrial. Dado lo anterior, se usan las proyecciones del PIB para proyectar la línea base en los 10 años de horizonte de evaluación.

2.3 Generación de Aceites Lubricantes Usados (ALU)

Para estimar la cantidad de aceites lubricantes fuera de uso se descuenta lo puesto en el mercado por una tasa de pérdida tal como señala la siguiente ecuación.

$$ALU = \text{Aceites lubricantes puestas en el mercado} \cdot TP \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde,

TP: Tasa de pérdida según tipo de consumidor (automotriz, industrial, minero).

Para los sectores minero e industrial, en base a estadísticas provistas por ENEX relativas a la recuperación de aceites lubricantes usados desde las distintas faenas mineras expresadas como tasa sobre ventas, se ha estimado una recuperación promedio de 67%, es decir, un factor de pérdida de 33%. Para el caso automotriz, se tienen diferentes tasas de pérdidas según el tipo de vehículo, que en promedio corresponde al 30%. Estas se detallan en Anexos en Tabla 29. Así, las tasas de pérdida, *TP*, tomarán estos valores dependiendo si el AL puesto en el mercado se usa en el sector automotriz, minero o industrial.

Los ALU generados para el año base se encuentran en la Tabla 15 de la sección resultados.

2.4 Línea base del proceso de manejo del ALU

Parte del ALU generado en el año base es recolectado para ser valorizado, mientras que la fracción no recolectada tiene destino desconocido. Respecto a la proporción recolectada, existen 3 tipos de destinos para su valorización: regeneración, valorización energética y coprocesamiento. La regeneración consiste en refinar aceite usado para formular nuevos aceites base, eliminando agua, sedimentos, aditivos, metales pesados y otros productos de reacción presentes en el residuo. Por otro lado, en la valorización energética se genera combustible alternativo a partir del residuo y puede ser usado como combustible en hornos y calderas industriales, normalmente reemplazando al *Fuel Oil N°6*. Por último, en el coprocesamiento, se incorpora el aceite usado en el proceso de fabricación del *clinker*, reemplazando la incorporación de otros combustibles.

La información de cantidades valorizadas de ALU para el año base y de la capacidad instalada existente se obtuvo a través de información primaria, consultándose mediante encuestas a las instalaciones de valorización. La Tabla 29 en anexos resume las empresas consultadas según tipo de valorización y ubicación. Las cantidades se presentan en la Tabla 16.

2.5 Costos

El AGIES evalúa los costos de aumentar, debido a las metas, la recolección y valorización de aceites lubricantes usados. Recolectar involucra costos de transporte, mientras que valorizar implica costos operacionales de valorización y de aumento de capacidad instalada. Otros costos considerados son los asociados a la administración, fiscalización y garantía de los Sistemas de Gestión. En esta sección se detalla la metodología de evaluación de cada uno.

El supuesto para la estimación de costos de recolección y valorización es que la obligación que significan las metas se cumplirá incurriendo en los mínimos costos netos privados posibles. Considerando que estos costos están dados por el transporte desde el lugar de generación de los residuos a su lugar de tratamiento, los costos de operación, y de aumento de capacidad de valorización de los residuos, y el beneficio por los ingresos que se obtiene por la venta de los residuos valorizados, es posible expresar el problema del privado como un problema de optimización como en dos etapas según las Ecuación 5 y 6.

$$\min_{val} VP(\text{Costos}(\text{Capacidad adicional, Valorización}) - \text{Beneficios}(\text{Valorización})) \quad \text{Ecuación 5}$$

$$\min_{Q, val} (\text{Costos}(\text{Capacidad adicional, Valorización, Transporte}) - \text{Beneficios}(\text{Valorización})) \quad \text{Ecuación 6}$$

Sujeto a:

- 1 $\sum_{val,comuna} CantidadRecolectada_{año} = \Delta meta_{año}$
- 2 $CapacidadLB_{val,año} + Capacidadadicional_{val,año} \geq Cantidadrecolectada_{val,año}$
- 3 $CantidadRecolectada_{comuna,año} \geq Cantidad entregada a Comercializadores_{año,comuna}$

Se considera que el privado, en primera instancia, define qué tipo de tecnología de valorización y en qué cantidad instalar considerando la capacidad adicional necesaria para cumplir las metas en el periodo completo de tiempo a evaluar, considerando el valor presente de los costos de valorización e instalación y beneficios por venta que podría generar (Ecuación 5).

La Ecuación 6, por otro lado, representa la segunda parte del problema de optimización que considera como insumo la capacidad adicional resultante de la ecuación anterior, y resuelve el recorrido para cada año del transporte desde el origen del residuo al destino donde se ubican las distintas plantas de valorización, además de definirse el tipo de valorización, esto minimizando también el costo neto (costos menos beneficios).

El problema de optimización se encuentra sujeto a tres restricciones: que la cantidad recolectada en cada año sea equivalente a lo que dictaminan las metas (diferencia entre escenario regulatorio y línea base), que la capacidad de valorización de línea base y la adicional instalada sea a lo menos igual a la cantidad de recolectada de ALU destinada a valorizar, y que la cantidad recolectada de ALU en cada comuna sea a lo menos igual a la cantidad entregada por consumidores a comercializadores en el marco de la obligación asociada.

De tal forma de resolver matemáticamente el problema, se optimiza en base a una matriz que describe la proporción de residuos desde cada lugar de origen (i) que es asignada a cada destino (j). Esto implica que la sumatoria de cada fila de esta matriz debe corresponder a la cantidad de total de residuos generados en el lugar de origen i que se asigna a diferentes destinos j , y por lo tanto debe sumar 1. Esta restricción se expresa de la siguiente forma.

$$\sum_j x_{ijkt} = 1 \tag{Ecuación 7}$$

La simulación asegura el cumplimiento de la meta de recolección y valorización enviando los residuos de aceites lubricantes hacia los distintos procesos de valorización asegurando el menor costo neto posible. Asegura, también el cumplimiento de la obligación asociada de recolección por parte del regulado. El modelo supone que las metas de recolección y valorización se pueden cumplir con el ALU generado tanto en el sector automotriz, el minero

e industrial. Esto no es así para el caso de la obligación asociada, en donde el Anteproyecto en su artículo 27 del Título IV de obligaciones asociadas, establece que la obligación no resultará exigible respecto de los comercializadores que se acojan a la facultad especial que tienen los consumidores industriales. Para estos efectos, la evaluación establece el supuesto de que el ALU proveniente de la industria y minero provienen de consumidores industriales.

Como supuesto de evaluación se asume que serán susceptibles de ser entregados a comercializadores solo un subgrupo de los residuos generados por el sector automotriz. Específicamente se clasifican de acuerdo al tipo de vehículo que lo genera, los ALU que pudiesen llegar al comercio y por lo tanto ser recolectados por el sistema de gestión para cumplir con la obligación asociada. El detalle de los ALU susceptibles de ser entregados a comercializadores se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 4. Tipo de vehículo de ALU susceptible de ser entregado a comercializador

Tipo de vehículo	Susceptible de ser entregado a comercializador
Automóvil y <i>station wagon</i>	sí
Todo Terreno	sí
Furgón	sí
Minibús	sí
Camioneta	sí
Motocicleta y similares	sí
Otros con motor (laboral)	sí
Otros sin motor	sí
Taxi básico	sí
Taxi colectivo	sí
Taxi turismo	sí
Minibús, transporte colectivo	sí
Minibús, furgón escolar y trabajadores	sí
Bus, transporte colectivo	no
Bus, transporte escolar y trabajadores	no
Camión simple	no
Tracto camión	no
Tractor agrícola	sí
Otros con motor (agrícola)	sí
Remolque y semirremolque	no

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Parque Automotriz de Instituto Nacional de Estadísticas, 2018.

La obligación asociada permite a consumidores entregar al comercializador una cantidad de ALU independiente de lo necesario para el cumplimiento de las metas de recolección y valorización. Esto implica que, para algunos años, pueda acumularse más ALU de lo necesario para cumplir con las metas de recolección y valorización.

Al respecto, no existe evidencia de si los consumidores entregaran la totalidad o no de los ALU generados en un año. Ante tal incertidumbre, esta evaluación asume el escenario más conservador, es decir, que se entregan en algún comercio la totalidad del ALU generado en el año y susceptible de tener este destino, es decir, aquel ALU generado por el sector automotriz y aún más específicamente por el uso de los vehículos indicados en la Tabla 4.

La metodología específica de la estimación de cada uno de los costos involucrados se explica en las siguientes secciones.

2.5.1 Costos de transporte

El costo de transporte dice relación con el traslado de los residuos desde su capital provincial de origen hasta la capital provincial en donde se ubica la instalación de valorización. Estas distancias se modelan a partir de una matriz que contiene los kilómetros, obtenidos de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, entre el lugar de origen y el destino.

El transporte se realiza a través de tres tipos de camiones representativos: pequeños, medianos y grandes. Estos varían según el volumen de residuos que puede transportar y su rendimiento. El camión pequeño se utiliza cuando las distancias que requieren transportarse son menores a 150 kilómetros. El mediano se utiliza para distancias entre 150 y 500 kilómetros. Por último, el camión grande se utiliza para cuando se requiera transportar distancias mayores a 500 kilómetros.

El costo de transporte se estima a partir de la distancia origen-destino a recorrer, las toneladas de residuos a trasladar y el rendimiento del camión. Además, el transporte en camión involucra costos adicionales por su uso. Estos se basan en un estudio preparado para la Subsecretaría de Transporte y considera: costo de circulación, mantención, honorarios de tripulación, depreciación de la máquina, costos de gestión y administración, peajes y otros gastos de operación (Steer Davies Gleave 2011). La Ecuación 8 detalla el cálculo del costo de transporte.

$$CT_t = Dist_{ij} \cdot (x_{ijk} \cdot ALU_i \cdot Combustible \cdot PD + CA) \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde,

$Dist_{ij}$: Distancia entre comuna de origen i y comuna de destino j (km).

x_{ijkt} : Proporción de ALU generados en la comuna i que se trasladan al destino j para ser sometidos al tratamiento k en el año t .

ALU_i : Cantidad de ALU generados en la comuna i (ton/año).

PD : Precio de Diésel (CLP/l).

CA : Costos adicionales por uso del camión (CLP/km).

$Combustible$: Combustible necesario (L) para transportar 1 kilómetro 1 tonelada de ALU. Se calcula de la siguiente forma:

$$Combustible = \frac{Volumen\ del\ camión\ representativo}{Rendimiento\ del\ camión \cdot Densidad\ de\ ALU} \quad \text{Ecuación 9}$$

Los valores asociados al uso de combustible se presentan en la Tabla 5. Estas fueron obtenidas a través de información primaria.

Tabla 5. Parámetros para estimación de variable combustible de camión representativo.

Variables	ALU		
	Peq.	Med.	Gran.
Volumen del camión representativo (m ³ /u)	15	30	45
Rendimiento del camión (km/L)	6,6	3,5	1,25
Densidad promedio del Aceite lubricante (ton/m ³)	0,878		
Precio de Diésel (USD/L) ³	400		

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, los valores de los costos adicionales por uso del camión se obtuvieron del estudio de STEER DAVIES GLEAVE, actualizándose al año 2019 (Steer Davies Gleave 2011). Los costos asociados se presentan en la Tabla 6 a continuación.

Tabla 6. Costos asociados al uso del camión (CLP/km)

Ítem	Costos adicionales (CLP/km)
Costos de circulación	41
Mantenimiento	102
Honorarios de tripulación	148
Depreciación maquinaria	53
Costos de gestión y administración	41
Peajes	67
Otros gastos de operación	28
Total costos asociados	481

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Steer Davies Gleave, 2011. Los costos de circulación se encuentran ajustados en base a este mismo estudio.

³ El precio de Diésel considerado corresponde al precio mayorista sin impuesto establecido por ENAP en su Tabla de Precios de Paridad en la primera semana del año 2020.

2.5.2 Costo operacional de valorización

La información relacionada a los costos operacionales de valorización suele ser estratégica para el plan de negocio de las empresas, por lo que no siempre es posible contar con esta información de forma primaria. Ante ello, dependiendo de la disponibilidad de datos y del tipo de tecnología, se consideraron diferentes métodos para su estimación, priorizando el siguiente orden: disponer de información primaria sobre costos operacionales de valorización; disponer de información secundaria en investigaciones relacionadas al proceso de valorización; estimar el costo operacional mediante metodología específica.

Para cada tipo de valorización se exploró la obtención de información primaria y secundaria de costos operacionales de valorización, y se identificaron datos que permitiesen estimarla mediante metodología. De ese ejercicio, se obtuvo que, en el caso de la regeneración, no se cuenta con información primaria suficiente, aunque sí se obtuvo información secundaria. Respecto a la valorización energética, no se cuenta con información primaria ni secundaria suficiente, a lo que se define estimar mediante metodología. Finalmente, para coprocesamiento tampoco se cuenta con información primaria ni secundaria, acudiendo entonces a la estimación mediante metodología.

En el caso de la tecnología regeneración, se pudo obtener información secundaria de los costos operacionales del proceso de re-refinación de una empresa local (GESCAM, 2017). Se contemplaron componentes relevantes en la operación, tales como precio de compra de ALU, costo de energía, además de otros costos variables operacionales. Los componentes fueron debidamente actualizados a precios del año 2020.

Por lo tanto, para las tecnologías de valorización energética y coprocesamiento se aproximan costos operacionales de valorización a partir de los precios de los productos finales que se generan en el proceso de valorización energética y el precio de recepción de ALU en coprocesamiento. A estos se les descuenta un porcentaje de margen de ganancias, además del impuesto al valor agregado (IVA). La intuición detrás de esta metodología es que el precio revelado fue definido por el privado teniendo como antecedentes los costos operacionales. De modo que, al descontarse una proporción de ganancia, estaría aproximándose a lo que correspondería el costo de valorización. La metodología se expresa en la Ecuación 10.

$$\begin{aligned}
 & \text{Costooperacionaldevalorización}(CLP/\text{año}) && \text{Ecuación} \\
 & = \left(\sum_i^n \text{PrecioproductosapartirdeALU}_i \right) \cdot (1 - IVA) && 10 \\
 & \cdot (1 - \text{Rentabilidad})
 \end{aligned}$$

Donde,

PrecioproductosapartirdeALU: precio de los productos finales que utilizan ALU como insumo en su proceso productivo (CLP/año).

IVA: impuesto de valor agregado. (%)

Rentabilidad: porcentaje de rentabilidad de las instalaciones de valorización (%).

Para el proceso de valorización energética, se contemplan los precios de dos productos finales elaborados a partir de ALU: combustible para calderas sustituto de Fuel-6; y combustible alternativo. Ambos ponderan un 72% y 28% respectivamente del total de productos fines de este tratamiento. Los precios considerados corresponden a 300 CLP/ton y 24,3 CLP/ton respectivamente, siendo este último un promedio simple de un conjunto de empresas productoras de este producto final.

En cuanto al coprocesamiento, el ALU es usado para aprovechar su poder calorífico no obteniéndose un producto final como en el caso de valorización energética. Por tanto, para estimar su costo operacional de valorización, se utiliza el precio de recepción de ALU, el cual corresponde a 28 CLP/ton.

Las variables IVA y Rentabilidad, por otro lado, se asumirá un valor de 19% y 30%, respectivamente.

En base a estas estrategias, para el año base se obtienen los siguientes costos operacionales promedio por tipo de tratamiento (Tabla 7).

Tabla 7. Costos operacionales por tipo de tratamiento, según categoría, año base.

Tipo de Tratamiento	(CLP/ton)
Regeneración	279
Valorización energética	126,3
Coprocesamiento	15,9

Fuente: Elaboración propia.

La estimación mediante la metodología propuesta se considera plausible a utilizar, además de posicionarse como un escenario conservador. Si aplicásemos la metodología al caso de la regeneración y comparásemos lo obtenido con el método y la información secundaria de costo operacional de valorización, se estimaría un costo operacional de valorización con un margen de error del 11%.

Finalmente, de la totalidad de ALU ingresado a los procesos de valorización, se produce una pérdida inherente al tratamiento que reciben, ocasionando que se obtenga una proporción menor, en toneladas, de productos finales. Las proporciones de esta transformación se

obtuvieron mediante información primaria. Lo anterior aplica para los procesos de regeneración y valorización energética.

Tabla 8. Tasa de transformación por tipo de tratamiento

Tipo de tratamiento	Productos	Tasa de transformación (%)
Regeneración	Aceites base	15
Valorización energética	Combustible para calderas	0
	Combustible alternativo	6

Fuente: Elaboración propia a partir de información primaria.

2.5.3 Costo de aumentar la capacidad instalada de valorización

Las metas de recolección y valorización, en tanto vayan aumentando gradualmente en el tiempo, provocarán una mayor utilización de la capacidad instalada de línea base de valorización de ALU. No obstante, en determinado momento del horizonte de evaluación, las metas provocarán que se requiera valorizar un volumen mayor a la capacidad instalada, requiriéndose entonces instalar nueva capacidad para el cumplimiento de la regulación.

A través de información primaria se obtuvo el costo de invertir en instalaciones de valorización para los tipos de tratamiento regeneración y valorización energética. El coprocesamiento, por otro lado, no requerirá aumentar su capacidad, ya que la decisión de nueva inversión obedecerá a otros motivos correspondientes a las leyes del mercado del cemento.

Con los costos de inversión, vida útil y capacidad de esa instalación, es posible estimar el costo anualizado de la inversión para incrementar la capacidad de valorización, la cual es expresada mediante la Ecuación 11.

$$\text{Costo anualizado de Capacidad}_t (\text{US \$ / año}) = VPCI_t \cdot \frac{(1 + s)^n \cdot s}{(1 + s)^n - 1} \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde,

$VPCI_t$: Valor presente de los costos de inversión en capacidad en el período t (US\$/año)

s : Tasa social de descuento.

n : horizonte de evaluación

Se considera una tasa social del 6%, de acuerdo a lo señalado por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia. La Tabla 9 muestra los costos de inversión en nueva capacidad instalada para la regeneración y valorización energética.

Tabla 9. Costos de inversión en nueva capacidad instalada

Tipo de Tratamiento	Inversión (US\$)	Vida útil (años)	Capacidad (ton)	Costo anualizado (US\$/año)
Regeneración	910.000	10	5.400	123.640
Valorización energética	2.000.000	30	23.530	271.736

Fuente: Elaboración propia a partir de información primaria.

2.5.4 Costos de administración

Se considera un costo asociado a la administración del sistema de gestión para el cumplimiento de las metas de recolección y valorización. Al no tener aún información primaria sobre este tipo de costos, se recurre a la evidencia de otros países en donde opera la responsabilidad extendida del productor en la gestión de ALU.

Europa lleva un poco más de una década del desarrollo de la REP y conformación de sistemas de gestión en diversos residuos. España posee uno para aceites lubricantes. De nombre Sistema Integrado de Gestión de Aceites Usados (SIGAUS), el año 2018 recolectó 168 mil toneladas de ALU. Del total de sus costos incurridos en ese año, un 7,4% correspondieron a los vinculados a la administración de la organización (SIGAUS, 2019). En el presente análisis se transferirá este porcentaje para estimar el costo de administración asociado al cumplimiento de las metas de recolección y valorización.

2.5.5 Costos de fiscalización del SG

Para el correcto cumplimiento de la presente regulación, y del funcionamiento de la responsabilidad extendida del productor en general, se requiere establecer procesos de fiscalización al o los sistemas de gestión que operen, con el propósito de verificar el cumplimiento de las metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas. Para aquello, la Superintendencia del Medio Ambiente incurrirá en costos de fiscalización.

El modelo de fiscalización se encuentra principalmente basado en la figura de autorregulación del o los sistemas de gestión. No obstante, en los casos de la fiscalización que tengan alta complejidad, la SMA es quien asumirá esa labor. Los costos vinculados a esta fiscalización están relacionados a las horas de trabajo de profesionales (abogados y técnicos para las Divisiones de Fiscalización y de Sanción y Cumplimiento), además del establecimiento de sistemas informáticos. El primer año se incurrirá en un costo adicional por la adquisición de equipos informáticos de CLP 70 millones (Ord. 2175/2018 SMA).

Sin embargo, este costo se ejecutará antes del inicio de la regulación para el producto prioritario aceites lubricantes. En efecto, el primer producto prioritario en operar corresponderá al producto prioritario neumáticos, ejecutándose allí los costos señalados de fiscalización. De modo que, para la presente evaluación, no se incurrirá en costos adicionales

de fiscalización para el cumplimiento del escenario regulatorio, pues serán equivalentes a los ejecutados en línea base.

2.5.6 Costos de obligaciones asociadas

Las obligaciones de recolección de ALU derivadas de los artículos 27 y 30 implican que los productores, mediante los sistemas de gestión, deberán recolectar el ALU almacenado por los comercializadores cuando estos lo soliciten, y que estos últimos deberán incurrir en un costo de almacenamiento dada la obligación de recibir los residuos por parte de los consumidores.

Los costos asociados al almacenamiento por parte de los comercializadores se estiman mediante información secundaria desde la cual se obtuvo un costo de almacenamiento de CLP 2.398 por tonelada de residuo de aceite lubricante (GESCAM, 2017).

Mientras que los costos asociados a la obligación a los productores de recolectar lo recibido por comercializadores se traduce en costos de transporte y valorización que siguen la metodología presentada anteriormente.

Es preciso señalar que en este caso se trata de un residuo peligroso, por lo que se incurren en costos adicionales, aunque no relevantes en el contexto de esta evaluación, para un correcto manejo de este, según se señala el reglamento sanitario D.S. 148/2004 del Ministerio de Salud.

2.5.7 Costos de garantía del SG

El Decreto, a fin de asegurar el cumplimiento de las metas y obligaciones asociadas, establece que el o los sistemas de gestión colectivos deben presentar una garantía, cuyo monto se establece a partir de la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
 \text{Garantía} \left(\frac{\text{US\$}}{\text{año}} \right) &= \text{Costo de cumplimiento} \\
 & * \text{Factor Buen Cumplimiento}
 \end{aligned}
 \tag{Ecuación 12}$$

Factor de buen cumplimiento que será determinado en función del riesgo de incumplimiento del sistema de gestión. Para efectos del presente análisis, se considera un factor de 1, con el objeto de situarnos en el escenario más conservador posible, sin desmedro del supuesto que el regulado cumplirá durante todo el horizonte de evaluación.

Este monto, al ser una garantía, requiere quedar inmovilizado hasta el cumplimiento de las metas, de modo que se incurre en un costo por no estar utilizando ese dinero en algún escenario donde se rentabilice. En este caso, se considera el costo de oportunidad de no estar invirtiendo ese dinero en el sistema financiero, particularmente en bonos locales de la

Tesorería General de la República, que rentan a una tasa del 3,79% en el plazo de la regulación (Hacienda M. d, 2018).

2.6 Beneficios

Se consideran dos beneficios por la mayor recolección y valorización del residuo: mayor venta de productos que utilizan como insumo ALU; y beneficios por la reducción en la disposición inadecuada del ALU.

2.6.1 Beneficios por mayor venta de productos que utilizan como insumo ALU

El aumento de los residuos de aceites lubricantes valorizados como consecuencia de las metas también implica que las instalaciones de valorización verán incrementados sus ingresos como consecuencia de una mayor venta de productos que utilizan como insumo el ALU.

Sólo se consideran los productos que se obtienen directamente del tratamiento del residuo del aceite lubricante. No se incluyen, por tanto, los productos finales que usan el producto anteriormente mencionado como insumo. No se consideran tampoco beneficios provenientes del uso de ALU como combustible sustituto en el coprocesamiento debido a la falta de información. El ingreso por la venta de estos productos se obtiene de la multiplicación entre la cantidad destinada a valorización (que se vende) y el precio de mercado del producto. Este último se obtuvo a través de información primaria.

Tabla 10. Precio de productos provenientes de residuos de aceites lubricantes

Tipo de tratamiento	Productos	Precio de mercado (CLP/kg)
Regeneración	Aceites base	550
Valorización energética	Combustible para calderas	300
	Combustible alternativo	24,3

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la venta del producto que utiliza como insumo el ALU, los provenientes de valorización energética poseen un amplio margen para posicionarlo en el mercado, debido a su uso como combustible alternativo en fuentes generadoras de energía y empresas cementeras. Esto no ocurre para el caso del aceite base proveniente de la regeneración, el cual, de acuerdo a información primaria, posee una demanda por aceite base limitada, con un tope de 8.000 m³/año. Todo aceite base que supere esa magnitud entonces no encontrará salida en el mercado.

2.6.2 Beneficios por reducción del destino desconocido de ALU

La regulación necesariamente reducirá el destino desconocido de los residuos de aceites lubricantes en el medio ambiente, debido a que en la situación actual una proporción del 53% de los ALU tiene un destino desconocido. De estos, una parte tendrá una disposición

inadecuada, siendo vertido en suelos y aguas, o bien quemados ilegalmente. Ante esto, es que la reducción tendrá asociado un beneficio social y ambiental, y se pueden cuantificar considerando la disposición a pagar (DAP) de las personas por reducir las externalidades negativas asociadas a esta disposición inadecuada. Debido a que esto no tiene precio de mercado se requiere hacer uso de metodologías de valoración económica.

El año 2017 el MMA desarrolló para Chile una encuesta a nivel urbano y nacional, para la población mayor a 18 años y menor a 65 años, de tal forma de capturar la disposición a pagar de la ciudadanía por reducir la disposición inadecuada de residuos de aceites lubricantes, baterías y neumáticos. A través del método de valoración contingente, se estimó que la DAP promedio por persona, ante la reducción de la disposición inadecuada de estos productos, corresponde a \$3.278 mensual, del cual un 32,4% corresponde a la DAP para reducir los residuos de aceites lubricantes (DICTUC, 2018). En efecto, si se reducen los ALU en los términos de la encuesta, es decir, en un 30% del total generado, entonces la DAP mensual por persona sería de \$1.062.

Assumiendo linealidad en la disposición a pagar ante cambios en la meta de recolección, se puede aplicar el método de transferencia de beneficios, utilizando la DAP del estudio anteriormente mencionado. Este beneficio aplica sobre las personas ocupadas en el mercado del trabajo, únicamente en las comunas donde efectivamente hubo reducción de los residuos de aceites lubricantes, y de acuerdo al ALU proveniente del sector automotriz para automóviles particulares. No se considera el ALU minero e industrial debido a que se encuentran sometidas a mayores niveles de monitoreo y fiscalizaciones de su proceso de manejo que aseguren el cumplimiento del reglamento sanitario D.S. 148/2004 del Ministerio de Salud. Así, se asimila un escenario conservador para la aplicación del beneficio social y ambiental.

Tabla 11. Parámetros de beneficios por reducción de destino desconocido de ALU.

Parámetro	Valor
Disposición a pago (DAP) mensual por persona (\$) ante reducción de la disposición inadecuada de ALU en 30%.	1.062
Disposición a pago anual por punto porcentual de reducción de disposición inadecuada de ALU (\$)	420
Fuerza de trabajo (%)	52,3
Proporción de población urbana (%)	89

Fuente: Elaboración propia a partir de DICTUC (2018) para las disposiciones a pago e INE para datos poblacionales.

2.6.3. Beneficios no cuantificados

La mayor recolección y valorización de los residuos de aceites lubricantes traería consigo otros beneficios que son identificables, mas no cuantificables o valorizables. A continuación, se señalan beneficios no cuantificados que es importante tener presente.

2.6.3.1 Evitar emisiones de CO₂ asociadas al reemplazo de Bases lubricantes y combustibles fósiles.

El análisis del AGIES corresponde a un análisis nivel país (local), sin contemplar potenciales efectos en el medio ambiente a nivel global. Sin embargo, al aumentar la valorización del ALU implicará una menor demanda del combustible Fósil, lo que trae consigo una reducción de la contaminación en términos de emisión de CO₂.

En el mismo sentido, la disminución de la disposición inadecuada también involucrará una reducción de potenciales quemas ilegales del residuo. La utilización directa del ALU como combustible puede generar 5 veces más contaminación que la producida por el aceite previamente tratado como el aceite base obtenido en la regeneración (DICTUC, 2018), por lo que una menor disposición inadecuada permite reducir el eventual manejo informal de este residuo que pudiera desencadenar en su utilización indebida.

Además, existe evidencia internacional para países de Europa en donde, mediante un ejercicio de análisis de ciclo de vida, se estudia el impacto de valorizar el ALU mediante diversas tecnologías de regeneración, valorización energética y coprocesamiento en cementeras y plantas de asfalto, en relación a un escenario de no realizar un manejo del ALU. El estudio concluye que la valorización de ALU para casi todos los tipos de tratamiento, con la excepción de un tipo de tecnología de regeneración, es favorable en términos de impactos ambientales respecto a un escenario de no realizar un manejo del ALU (European Commission, 2001).

2.7 Indicadores económicos

La evaluación del impacto económico y social del escenario regulatorio en el país se puede resumir en el análisis costo-beneficio. Este corresponde al cociente entre el valor presente de los beneficios obtenidos en el horizonte de evaluación y el valor presente de los costos obtenidos en el mismo horizonte. Este se calcula según la Ecuación 13.

$$\text{Análisisbeneficiocosto} = \frac{VPbeneficios}{VPCosto} \quad \text{Ecuación 13}$$

El indicador señala si efectivamente los beneficios obtenidos ante el establecimiento de metas de recolección y valorización de los residuos de aceites lubricantes en un horizonte de evaluación de 10 años son mayores o menores a los costos que los actores incurren.

3 Resultados

3.1 Línea Base

3.1.1 AL puesto en el mercado

Respecto de las estimaciones de los AL puestos en el mercado, en la Tabla 12 se muestran las cantidades estimadas según los tipos de productores.

Tabla 12. Aceites lubricantes puestos en el mercado (ton), año 2018.

Productores	Recuperable	No recuperable	Total
Locales	126.264	13.527	139.791
Importadores	54.066	5.792	59.859
Total	180.330	19.320	199.650

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 12 se obtiene un global de 199.650 toneladas (227.392 m³) de Aceites Lubricantes puestos en el mercado. Como referencia, en GESCAM (2017) consideran una cantidad de 185.000 m³ para el año 2013, y proyectándose al 2018, se pondrían en el mercado 205.442 m³. Otros estudios, como ECOBAUS y EY, estimaron una cantidad de 180.967 y 173.612 m³ para los años 2015 y 2017, respectivamente. Las diferencias radican en la metodología escogida para estimar lo puesto en el mercado, en donde probablemente los códigos arancelarios son importantes.

A continuación, se muestran las cantidades de AL según sector: automotriz, industrial y minería. Cada uno cuenta con insumos y metodología de cuantificación diferentes, explicados en la sección respectiva de metodología. La Tabla 13 muestra un resumen de los valores obtenidos.

Tabla 13. Aceites lubricantes puestos en el mercado para cada sector, año 2018 (ton).

Sector	AL recuperable
Automotriz	104.739
Industrial	45.516
Minero	30.074
Total	180.330

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de aceite lubricante recuperable puesta en el mercado por región se detalla en la Tabla 14.

Tabla 14. Demanda de aceites lubricantes recuperables por región (ton).

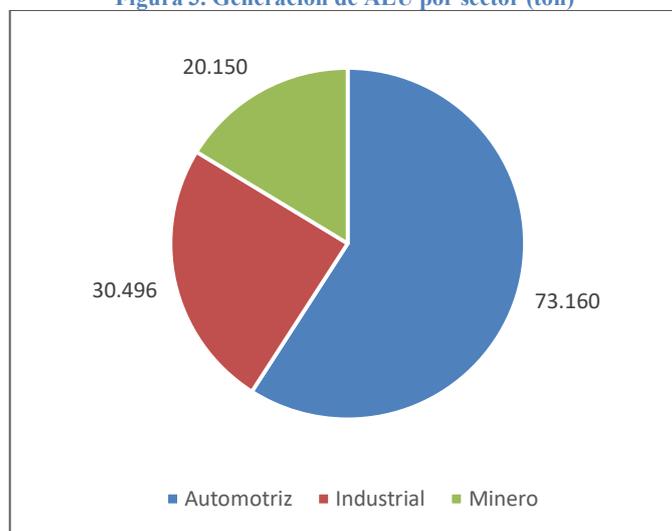
Región	Automotriz	Industrial	Minero	Total
I de Tarapacá	2.638	815	3.063	6.515
II de Antofagasta	4.232	3.016	18.359	25.607
III de Atacama	3.109	2.450	2.724	8.283
IV de Coquimbo	4.401	191	1.577	6.168
V de Valparaíso	10.847	4.837	1.231	16.916
VI de O'Higgins	6.514	307	1.349	8.171
VII del Maule	7.945	811	0	8.756
VIII del Biobío	8.892	3.415	0	12.306
IX de La Araucanía	4.992	1.447	0	6.438
X de Los Lagos	5.201	472	0	5.673
XI de Aysén	876	6	1	883
XII de Magallanes y La Antártica	1.507	320	0	1.826
XIII Metropolitana	37.001	25.192	1.771	63.964
XIV de Los Ríos	2.047	439	0	2.487
XV de Arica y Parinacota	1.663	266	0	1.929
XVI del Ñuble	2.875	1.534	0	4.409
Total	104.739	45.516	30.074	180.330

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Generación de ALU

La generación de ALU considerando el factor de pérdida aplicado a los valores de la Tabla 14, tal como se indica en sección 2.3, corresponde a 123.805 toneladas para el año 2018. De estos, un 59% corresponde al sector automotriz, un 25% al industrial y un 16% al minero, tal como lo muestra la Figura 3. Generación de ALU por sector (ton). Luego, el resultado de la generación de ALU considerando el factor de pérdida aplicado a los valores de la Tabla 13 corresponde a la siguiente:

Figura 3. Generación de ALU por sector (ton)



Fuente: Elaboración propia

La distribución geográfica de la generación de ALU se presenta en la Tabla 15. De ella, se destaca la importante presencia del residuo en las regiones de Antofagasta (14%) principalmente debido al sector minero, junto con la Región Metropolitana (35%) por el sector automotriz.

Tabla 15. Generación de Aceites lubricantes usados por región y sector, año 2018 (ton).

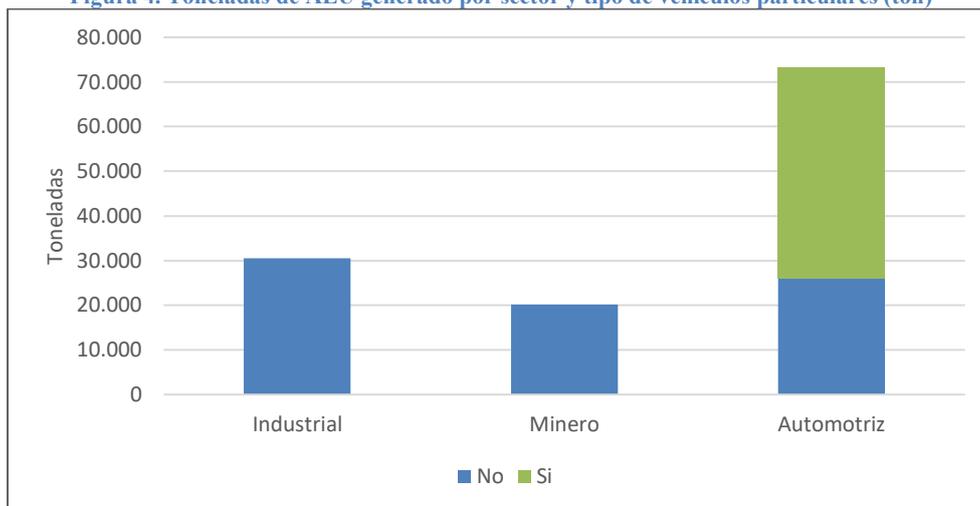
Región	Automotriz	Industrial	Minero	Total
I de Tarapacá	1.861	546	2.052	4.459
II de Antofagasta	2.973	2.021	12.301	17.295
III de Atacama	2.191	1.641	1.825	5.658
IV de Coquimbo	3.066	128	1.056	4.250
V de Valparaíso	7.607	3.241	825	11.672
VI de O'Higgins	4.549	206	904	5.659
VII del Maule	5.541	543	0	6.084
VIII del Biobío	6.213	2.288	0	8.501
IX de La Araucanía	3.467	969	0	4.436
X de Los Lagos	3.620	316	0	3.936
XI de Aysén	607	4	0	612
XII de Magallanes y La Antártica	1.061	214	0	1.275
XIII Metropolitana	25.802	16.879	1.186	43.867
XIV de Los Ríos	1.424	294	0	1.718
XV de Arica y Parinacota	1.179	178	0	1.357
XVI del Ñuble	1.998	1.028	0	3.026

Total	73.160	30.496	20.150	123.805
--------------	---------------	---------------	---------------	----------------

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, el ALU generado por vehículos particulares corresponde al 38% del total de residuos recuperables (ver Figura 4). Esto es, el 65% del conjunto de ALU de origen automotriz. Este correspondería a la totalidad de ALU disponible para dar cumplimiento a la obligación asociada de la regulación.

Figura 4. Toneladas de ALU generado por sector y tipo de vehículos particulares (ton)



Fuente: Elaboración propia a partir de Instituto Nacional de Estadísticas.

3.2 Cumplimiento de escenario regulatorio

Se evaluaron las metas presentadas en la sección 1.1 Regulación a Evaluar. Los resultados obtenidos se señalan a continuación.

3.2.1 Toneladas recolectadas y valorizadas

Las cantidades valorizadas de ALU para el año base y la capacidad instalada existente obtenida según se detalla en la sección 2.4, se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Valorización de ALU, año 2018.

Destino final ALU	Cantidad Valorizada (ton)	Capacidad instalada de valorización (ton)	Cantidad Valorizada (m ³)	Capacidad instalada de valorización (m ³)
Coprocesamiento (cementeras)	23.599	86.232	26.878	98.214
Valorización energética	32.030	63.220	36.481	72.005
Regeneración	3.240	5.400	3.690	6.150
Total	58.869	154.852	67.049	176.369

Fuente: Información primaria

El principal destino corresponde la valorización energética, del cual se obtiene como producto valorizado combustible para calderas y combustible alternativo. El coprocesamiento en cementeras recibe ALU como sustituto de su combustible convencional. Es relativamente común que mezclen el ALU con un conjunto de otros residuos para usarse en sus hornos, por lo que puede perderse su trazabilidad en el proceso. A pesar de lo anterior, y que la tabla indica una capacidad de 86 mil toneladas, la capacidad instalada que poseen las cementeras es prácticamente ilimitada para la recepción de ALU.

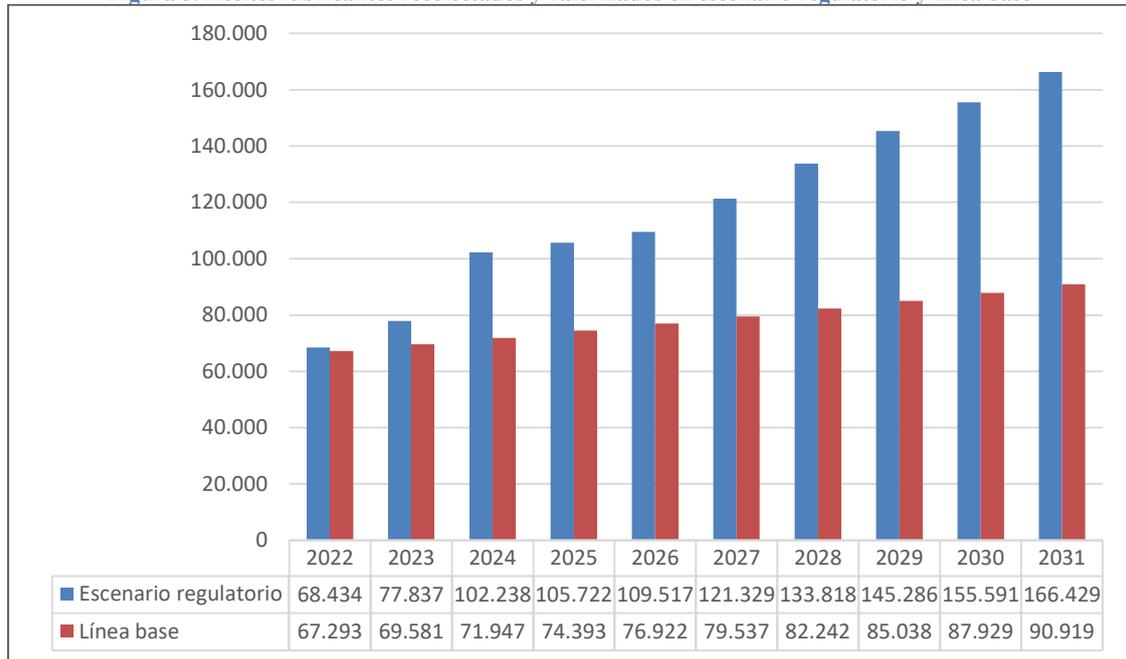
Considerando el total anual de ALU que se genera, lo valorizado corresponde a un 47% de lo generado. Esto implica que 64.936 toneladas tienen destino desconocido al año 2018, es decir, se elimina o procesa de manera informal en destinos no autorizados.

Es importante recalcar que el presente análisis consideró las instalaciones de valorización de las cuales se tiene información primaria sobre el ALU valorizado. De la totalidad de empresas consultadas, una sola no respondió, de modo que, para ella, se utilizó la información reportada de la categoría aceites minerales residuales no aptos para el uso al que estaban destinados en el SIDREP.

Otros usos no cuantificados en la Tabla 16 corresponden a: insumo para explosivo de minería, impregnación de postes y estacas usadas en los predios agrícolas, como desmoldador de concreto en la construcción. Notar que existen otros usos prohibidos tales como: tratamiento matapolvo en caminos, en la quema para proteger los predios frutales de las heladas, entre otros, por lo que corresponderían a tratamiento inadecuada.

Por otro lado, el escenario regulatorio define las metas de recolección y valorización calculándose sobre los residuos de aceites lubricantes generados en la línea base. Como señala la Figura 5, la recolección y valorización de residuos de aceites lubricantes alcanza las 166.429 toneladas en el año 2031, 75.510 toneladas más que en línea base para el mismo periodo de tiempo.

Figura 5. Aceites lubricantes recolectados y valorizados en escenario regulatorio y línea base

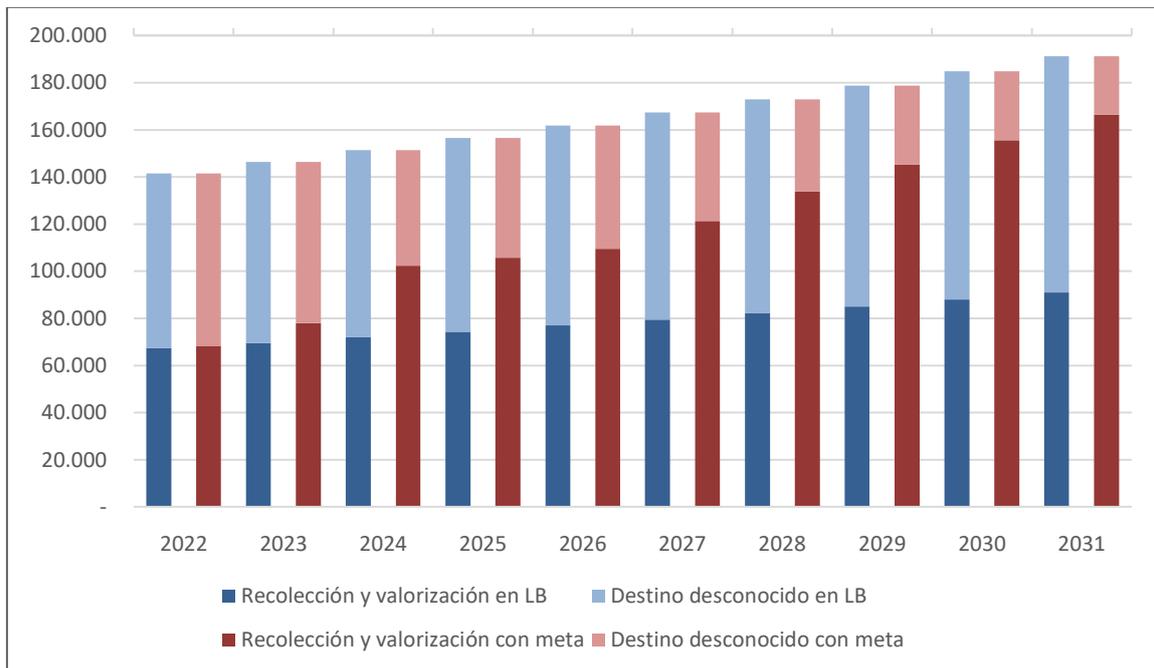


Fuente: Elaboración propia

El total de los ALU recolectados, diferenciando el destino entre tratamiento y destino desconocido para el escenario regulatorio y línea base, se presenta en la

Figura 6.

Figura 6. Toneladas recolectadas en línea base y escenario regulatorio, 2022-2031 (ton/año)

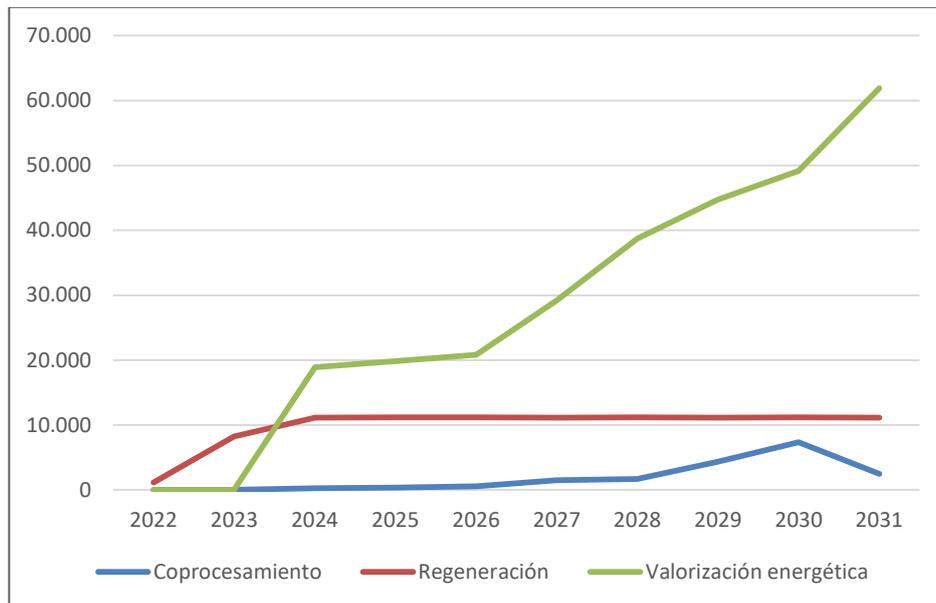


Fuente: Elaboración propia

Con la regulación, se incrementa más de 1,8 veces la cantidad recolectada del residuo peligroso, considerando el año 2031. Asimismo, 24.780 toneladas tuvieron destino desconocido, disminuyendo en 75.510 toneladas respecto a la línea base.

En tanto, los ALU enviados a valorización adicionales por la regulación, se distribuyeron de la siguiente forma según los tipos de tratamiento en el período comprendido entre los años 2022 y 2031.

Figura 7. ALU adicional valorizado según tipo de tratamiento en escenario regulatorio, 2022-2031 (ton)



Fuente: Elaboración propia.

El proceso que toma mayor ponderación corresponde a la valorización energética. Esto a consecuencia de que existe una demanda máxima para los productos de regeneración. Luego de cumplirse esa demanda, como ya no se puede vender más, entonces se generan combustibles alternativos. Cabe destacar que el coprocesamiento posee una amplia capacidad para la recepción de ALU. Esto porque mezcla este insumo junto a otros que le permiten sustituir el combustible convencional, sin embargo, no tiene beneficios asociados en la modelación y el modelo minimiza el costo neto (costos-beneficios).

Como se mencionó anteriormente, cuando la capacidad existente para la valorización se copa, se aumenta el número de instalaciones. La Tabla 17 a continuación muestra las instalaciones adicionales acumuladas que se requirieron para permitir el cumplimiento de la regulación.

Tabla 17. Número de instalaciones adicionales de valorización que permiten el cumplimiento de la regulación, 2022-2031

Tipo de instalación	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Valorización energética	0	0	0	0	0	0	2	2	2	3
Regeneración	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4
Coprocesamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Es decir, en total se necesitarían 3 instalaciones de valorización energética y 4 de regeneración nuevas. El detalle de las características de éstas se puede ver en la Tabla 9.

3.2.2 Costos asociados a las metas de recolección y valorización

El valor presente de los costos agregados dados por el cumplimiento de la regulación en el período en evaluación asciende a US\$65,4 millones.

Tabla 18. Costos para cumplimiento de metas de recolección y valorización de ALU

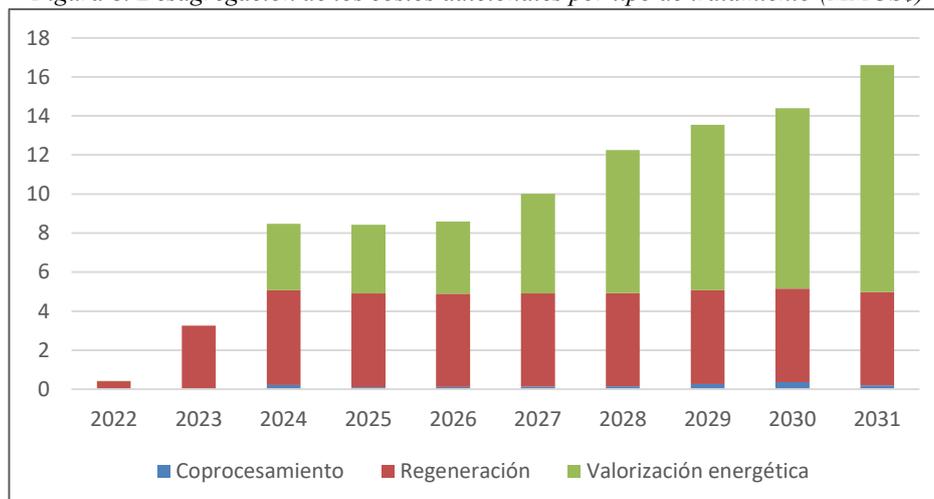
Tipo Costo	Valor Presente (MM US\$ 2020)
Administración	4,6
Capacidad adicional	3,9
Garantía	2,2
Valorización	49,6
Transporte	4,3
Obligación asociada por recepción de ALU	0,7
Total	65,4

Los costos de mayor ponderación corresponden a los costos de valorización, alcanzando el 76% del total de los costos del manejo del ALU recuperable. Le siguen los costos de administración con US\$4,6 millones (7,1%) y transporte con US\$4,3 millones (6,5%). Los costos de la obligación asociada a comercializadores por recepción de ALU susceptibles a ser entregados corresponden a MMUS\$0,7. Este asume que se recibe la totalidad del ALU susceptible a ser entregado al comercializador. No obstante, si se sensibiliza este supuesto, es decir, se considera que la población no entrega la totalidad de los ALU susceptibles a ser entregados, sino que un 50%, los costos varían levemente a MMUS\$62,03, es decir en un 5%.

En este caso, no solo se reduce el costo de comercializadores por recepción del ALU susceptible a ser entregado, sino que involucra un menor costo en recolección por parte del regulado (asociado a la obligación asociada del art. 27), reduciéndose entonces los costos totales de transporte, y por tanto, la totalidad de los costos en Valor Presente de US\$MM 3,37.

Los costos adicionales desagregados por tipo de tratamiento a los que son sometidos los ALU se muestran en la Figura 8 a continuación.

Figura 8. Desagregación de los costos adicionales por tipo de tratamiento (MMUS\$)



Fuente: Elaboración propia

De los costos de valorización, el que pondera una mayor proporción corresponde al costo de valorización energética. Esto como consecuencia del método más usado según los resultados de la modelación.

Luego, los costos de la regulación sobre las cantidades de ALU recolectadas adicionales en el horizonte de evaluación permiten obtener un indicador de costo por tonelada, lo que corresponde a un costo unitario que implicaría el cumplimiento del escenario regulatorio.

Tabla 19. Costo unitario de ALU recuperable (US\$/ton), 2022-2031

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Costo unitario (US\$/ton)	6,86	47,20	93,55	90,01	88,53	93,28	103,63	105,54	104,78	112,96

3.2.3 Beneficios asociados a las metas de recolección y valorización

Los beneficios en valor presente de la regulación ascienden a US\$211,7 millones.

Tabla 20. Beneficios de cumplimiento de metas de recolección y valorización de ALU (US\$, 2020)

Tipo Beneficio	Valor Presente (MM US\$ 2020)
Menor disposición inadecuada	149,5
Venta productos	62,2
Total	211,7

El beneficio que más aporta al total, en valor presente, corresponde al proveniente de la menor disposición inadecuada, presentando un importante flujo de bienestar social. Los beneficios por venta de productos son consecuencia de los precios de mercado que posee cada producto, además de una demanda que permite darle salida a lo recolectado.

Al sensibilizar la cantidad de residuos entregados por las obligaciones asociadas en un 50%, tal como se hizo en los costos, se obtienen beneficios de MMUS\$187,6, con un 11% de variación. Esto entregaría una razón beneficio costo de la sensibilización de 3,02.

3.2.4 Indicadores económicos

El progresivo manejo del ALU trae consigo aumentos en costos y beneficios. Estos resultados se integran en la razón Beneficio Costo, que permite estimar si la regulación implica, en términos monetarios, mayores beneficios para la sociedad. Los indicadores económicos estimados se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21. Indicadores económicos de la regulación, 2022-2031

Indicador	Valor presente (MMUS\$ 2020)
Beneficio	211,7
Costo	65,4
Razón B/C	3,24

Los beneficios, que corresponden al ingreso por venta de los productos valorizados y el beneficio social por reducir la disposición inadecuada del residuo peligroso, ascienden a un valor presente de US\$211,7 millones. Los costos, por otro lado, que contemplan los costos de transporte, de recolección, de valorización, aumento de capacidad instalada y de administración del sistema de gestión, ascienden a US\$65,4 millones. Estos beneficios y costos implican una razón beneficio costo de 3,24.

4 Conclusiones

El presente análisis estudia los beneficios y costos asociados al establecimiento de metas de recolección y valorización para el producto prioritario aceites lubricantes. La línea base constituida indica la enajenación de 180,3 mil toneladas de AL recuperable y la consiguiente generación de 123,8 mil toneladas de residuos.

El escenario regulatorio establece metas de recolección y valorización de 50% inicialmente, transitando gradualmente hasta llegar a 90% al cabo de 10 años. El cumplimiento de estas metas y otras obligaciones asociadas involucra aumentos en costos y beneficios. Respecto al primero, se consideran los costos asociados al transporte desde el lugar de origen hacia la instalación de valorización, los operacionales de valorización, el aumento de capacidad instalada, además de los asociados a la garantía, fiscalización y administración del sistema de gestión. También se contemplan costos asociados al almacenamiento del residuo. Los beneficios, por otro lado, consideran el ingreso por venta de productos finales que utilizan ALU como insumo y los beneficios asociados a la reducción de la disposición inadecuada del residuo.

En valor presente 2020, los costos ascienden a US\$65,4 millones y los beneficios a US\$211,7 millones, lo que implica una relación beneficio-costo de 3,24.

5 Referencias

Aduanas (2017) Base de datos de importaciones y exportaciones del Servicio Nacional de Aduanas del año 2017

Consejo Minero (2018) Reporte anual del Consejo Minero.

DICTUC (2018). Valoración contingente para estimar beneficios ambientales asociados a los residuos de productos prioritarios contenidos en la Ley REP, Ministerio del Medio Ambiente.

ECOBAUS (2016) Diagnóstico Sectorial de Aceites Lubricantes

EUROPEAN COMMISSION (2001). Critical review of existing studies and Life Cycle Analysis on the regeneration and incineration of Waste Oil.

EY (2017). Asesoría en la Implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP).

GESCAM (2017). Antecedentes para la elaboración de análisis económicos de metas de recolección y valorización para los productos prioritarios aceites lubricantes, baterías y aceites lubricantes, contenidos en la Ley 20.920. Santiago de Chile.

Hacienda, M. d. (2018). "Bonos vigentes Tesorería de la República de Chile." Recuperado el 28 de Septiembre., de <http://www.hacienda.cl/oficina-de-la-deuda-publica/bonos-de-tesoreria/bonos-locales/bonos-vigentes-tesoreria-de-la.html>.

INE (2017) Reporte del parque vehicular del año 2017 del Instituto Nacional de Estadísticas

Lave, L. and H. Gruenspecht (1991). "Increasing the Efficiency and Effectiveness of Environmental Decisions: BenefitCost Analysis and Effluent Fees." Journal of Air and Waste Management 41: 680-690.

SERNAGEOMIN (2018) Anuario

SIDREP (2017) Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos

SIGAUS (2019). Memoria de sostenibilidad, 2018.

SteerDaviesGleave (2011). Análisis de costos y competitividad de modos de transporte terrestre de carga interurbana. Informe Final., Subsecretaría de Transporte.

6 Anexos

Tabla 22. Detalle de códigos arancelarios evaluados, 2017

Código evaluado	Jerarquía	Descripción	Comentario
2710	-	Aceites de petróleo o de mineral bituminoso, excepto los aceites crudos; preparaciones no expresadas ni comprendidas en otra parte, con un contenido de aceites de petróleo o de mineral bituminoso superior o igual al 70 % en peso, en las que estos aceites constituyan el elemento base; desechos de aceites.	
27101	>	Aceites de petróleo o de mineral bituminoso (excepto los aceites crudos) y preparaciones no expresadas ni comprendidas en otra parte, con un contenido de aceites de petróleo o de mineral bituminoso superior o igual al 70 % en peso, en las que estos aceites constituyan el elemento base, excepto las que contengan biodiésel y los desechos de aceites:	
271012	>>	Aceites livianos (ligeros)* y preparaciones:	
27101290	>>>	Los demás	No se consideró.
271019	>>	Los demás:	
2710196	>>>	Aceites y grasas lubricantes:	
27101961	>>>>	Aceites básicos	Si se considera.
27101965	>>>>	Aceites lubricantes terminados, en aerosol con gas propelente	No se considera.
27101966	>>>>	Los demás aceites lubricantes terminados	Si se considera.
27101969	>>>>	Los demás	Si se considera.
2710199	>>>	Los demás:	
27101999	>>>>	Los demás	No se considera.
27102	>	Aceites de petróleo o de mineral bituminoso (excepto los aceites crudos) y preparaciones no expresadas ni comprendidas en otra parte, con un contenido de aceites de petróleo o de mineral bituminoso superior o igual al 70 % en peso, en las que estos aceites constituyan el elemento base, que contengan biodiésel, excepto los desechos de aceites	
27109	>	Desechos de aceites:	
271099	>>	Los demás:	
27109910	>>>>	Aceites lubricantes de desecho, no aptos para el uso al que estaban destinados inicialmente	No se considera.
27109990	>>>>	Los demás	Si se considera.
3403	-	Preparaciones lubricantes (incluidos los aceites de corte, las preparaciones para aflojar tuercas, las preparaciones antiherrumbre o anticorrosión y las preparaciones para el desmoldeo, a base de lubricantes) y preparaciones de los tipos utilizados para el ensimado de materias textiles o el aceitado o engrasado de cueros y pieles, peletería u otras materias, excepto las que contengan como componente básico una proporción de aceites de petróleo o de mineral bituminoso superior o igual al 70 % en peso.	

34031	>	Que contengan aceites de petróleo o de mineral bituminoso:	
340319	>>	Las demás:	
34031910	>>>>	En aerosol con gas propelente	No se considera.
34031990	>>>>	Las demás	No se considera.
34039	>	Las demás:	
340399	>>	Las demás:	
34039910	>>>>	En aerosol con gas propelente	No se considera.
34039990	>>>>	Las demás	Se considera en un 10% de lo puesto en el mercado.
3811	-	Preparaciones antidetonantes, inhibidores de oxidación, aditivos peptizantes, mejoradores de viscosidad, anticorrosivos y demás aditivos preparados para aceites minerales (incluida la gasolina) u otros líquidos utilizados para los mismos fines que los aceites minerales.	
38112	>	Aditivos para aceites lubricantes:	
381121	>>	Que contengan aceites de petróleo o de mineral bituminoso:	
38112130	>>>>	Acondicionados para la venta al por menor en envases de contenido neto inferior o igual a 1 kg	Se considera en un 92% de lo puesto en el mercado, de acuerdo a lo recuperable.
38112140	>>>>	Acondicionados para la venta al por menor en envases de contenido neto superior a 1 kg pero inferior o igual a 5 kg	Se considera en un 92% de lo puesto en el mercado, de acuerdo a lo recuperable
38112190	>>>>	Los demás	Se considera en un 92% de lo puesto en el mercado, de acuerdo a lo recuperable
38112930	>>>>	Acondicionados para la venta al por menor en envases de contenido neto inferior o igual a 1 kg	Se considera en un 92% de lo puesto en el mercado, de acuerdo a lo recuperable
38112940	>>>>	Acondicionados para la venta al por menor en envases de contenido neto superior a 1 kg pero inferior o igual a 5 kg	
38112990	>>>>	Los demás	Se considera en un 92% de lo puesto en el mercado, de acuerdo a lo recuperable

Fuente: Aduanas 2017

Tabla 23. Kilometraje recorrido en promedio al año

Tipo de Vehículo	Kilometraje promedio/año
Automóvil y station wagon	16.000
Todo Terreno	16.000
Furgón	20.000

Minibús	50.000
Camioneta	20.000
Motocicleta y similares	17.000
Otros con motor	15.000
Taxi básico	50.000
Taxi colectivo	70.000
Taxi turismo	50.000
Minibus, transporte colectivo	60.000
Minibus, furgón escolar y trabajadores	25.000
Bus, transporte colectivo	80.000
Bus, transporte escolar y trabajadores	45.000
Camión simple	50.000
Tractocamión	70.000
Tractor agrícola	5.000
Otros con motor	8.000

Fuente: ECOBAUS

Tabla 24. Kilómetros estimados para cambio y relleno de aceite

Tipo de vehículo	Litros por cambio de aceite			Litros promedio relleno de aceite		
	Motor	Caja	Diferencial	Motor	Caja	Diferencial
Automovil y station wagon	10.000	50.000	50.000	5.000		
Jeep todo Terreno	10.000	50.000	50.000	5.000		
Furgón	10.000	50.000	50.000	5.000		
Minibus	10.000	50.000	50.000	5.000	10.000	10.000
Camioneta	10.000	50.000	50.000	5.000		
Motocicleta y similares	2.500			1.000		
Otros con motor	10.000	50.000	50.000	5.000		
Taxi básico	10.000	50.000	50.000	5.000		
Taxi colectivo	10.000	50.000	50.000	5.000		
Taxi turismo	10.000	50.000	50.000	5.000		
Minibus Transporte Colectivo	15.000	30.000	30.000	3.000	15.000	15.000
Minibus, furgón escolar y trabajadores	15.000	30.000	30.000	3.000	15.000	15.000
Taxi bus	20.000	80.000	80.000	2.000	40.000	40.000
Bus articulado	25.000	100.000	80.000	2.000	50.000	40.000
Bus, transporte colectivo	25.000	80.000	80.000	2.000	40.000	40.000
Bus, transporte escolar y trabajadores	25.000	50.000	50.000	2.000	25.000	25.000
Camión simple	20.000	30.000	30.000	2.000	15.000	15.000

Tractocamión	25.000	30.000	30.000	2.000	15.000	15.000
Tractor agrícola	5.000	5.000	5.000	2.500	2.500	2.500
Otros con motor	5.000	10.000	10.000	2.000	5.000	5.000

Fuente: ECOBAUS

Tabla 25. Litros para cambio de aceite y relleno de vehículo

Tipo de vehículo	Litros por cambio de aceite			Litros promedio relleno de aceite		
	Motor	Caja	Diferencial	Motor	Caja	Diferencial
Automóvil y station wagon	5	2	2	1,1	0	0
Jeep todo Terreno	5	3	3	1,4	0	0
Furgón	5	2	2	1,6	0	0
Minibus	12	3	3	2,2	1	1
Camioneta	5	3	3	1,4	0	0
Motocicleta y similares	2	0	0	0,1	0	0
Otros con motor	2	2	2	0,5	0	0
Taxi básico	5	2	2	1,1	0	0
Taxi colectivo	5	2	2	1,1	0	0
Taxi turismo	5	2	2	1,1	0	0
Minibus Transporte Colectivo	12	4	4	1,3	1	1
Minibus, furgón escolar y trabajadores	12	4	4	1,3	1	1
Taxi bus	20	12	6	0,9	1	1
Bus articulado	34	26	19	1,2	1	1
Bus, transporte colectivo	26	20	20	1,2	1	1
Bus, transporte escolar y trabajadores	26	20	20	1,2	1	1
Camión simple	20	12	8	1,7	1	1
Tractocamión	28	22	18	1,6	1	1
Tractor agrícola	20	8	8	1,9	1	1
Otros con motor	5	2	2	0,9	1	1

Fuente: Consorcio APL, del documento de ECOBAUS

Tabla 26. Litros demandados al año por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Litros demandados
Automóvil y station wagon	12,8
Todo Terreno	14,4
Furgón	18
Minibús	98
Camioneta	18
Motocicleta y similares	15,3
Otros con motor (laboral)	5,7
Taxi básico	40

Taxi colectivo	56
Taxi turismo	40
Minibus, transporte colectivo	98
Minibus, furgón escolar y trabajadores	41
Bus, transporte colectivo	184,32
Bus, transporte escolar y trabajadores	113,4
Camión simple	132,5
Tractocamión	313
Tractor agrícola	43,8
Otros con motor (agrícola)	18

Fuente: Elaboración propia, a partir de cálculos detallados en sección respectiva

Tabla 27. Litros totales demandados al año por todo el parque automotriz 2017

Tipo de vehículo	Litros totales
Automóvil y station wagon	41.441.651
Todo Terreno	1.501.646
Furgón	3.562.218
Minibús	2.685.886
Camioneta	16.267.608
Motocicleta y similares	2.722.803
Otros con motor (laboral)	9.804
Taxi básico	1.390.480
Taxi colectivo	3.378.200
Taxi turismo	370.520
Minibus, transporte colectivo	2.232.048
Minibus, furgón escolar y trabajadores	726.466
Bus, transporte colectivo	9.082.737
Bus, transporte escolar y trabajadores	665.091
Camión simple	20.124.630
Tractocamión	15.066.781
Tractor agrícola	379.877
Otros con motor (agrícola y otros)	364.662
Total	121.973.109

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Demanda de AL de la gran minería del cobre

Minera o División	Producción de cobre (miles de Toneladas Métricas)			Demanda de aceites lubricantes (m ³)		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Chuquicamata	339,0	340,0	308,6	5.156,6	4.929,4	4.683,0

Radomiro Tomic	379,6	327,3	315,7	2.542,5	2.652,0	2.519,4
Salvador	54,3	54,0	48,6	376,8	255,8	248,1
Andina	236,7	232,4	224,3	1.360,2	1.219,5	1.182,9
El Teniente	450,4	455,5	471,2	1.280,9	1.690,4	1.639,7
Gabriela Mistral	128,2	121,0	125,0	755,9	869,0	842,9
Los Pelambres	419,2	404,6	375,8	1.601,3	1.454,2	1.410,6
Escondida	1.193,7	1.165,4	1.152,5	6.469,4	6.395,5	6.318,9
Collahuasi	444,5	470,4	455,3	2.760,0	2.760,0	2.577,7
Anglo American Sur	467,3	436,9	437,8	2.583,2	2.583,2	2.505,7
El Abra	155,6	166,4	147,2	953,1	978,9	949,5
Candelaria	168,0	134,7	150,2	1.811,6	1.656,9	1.607,1
Anglo American Norte	111,3	104,2	106,3	713,1	718,8	697,2
Zaldívar	126,5	100,6	103,4	812,9	812,9	788,5
Cerro Colorado	73,6	79,6	74,4	453,3	453,3	439,7
El Tesoro	102,6	93,8	75,9	651,1	651,1	631,5
Quebrada Blanca	56,2	48,1	39,1	386,9	386,9	375,3
Lomas Bayas	74,2	66,4	70,6	454,5	434,6	421,5
Michilla	38,3	47,0	29,4	233,8	246,0	238,6
Spence	151,6	176,1	175,6	1.033,7	1.112,5	1.079,1
Esperanza	177,1	180,7	145,2	1.074,0	1.074,0	1.041,7
Otros	432,9	341,9	330,8	2.363,1	2.363,1	2.115,0
Total Chile	5.780,8	5.547,0	5.362,9	35.827,8	35.697,8	34.313,7

Fuente: ENEX, del documento de ECOBAUS

Tabla 29. Factor de pérdida de ALU por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	% de drenado (1-Factor de pérdida)	Factor de pérdida
Automóvil y station wagon	72%	28%
Todo Terreno	69%	31%
Furgón	64%	36%
Minibús	73%	27%
Camioneta	69%	31%
Motocicleta y similares	50%	50%
Otros con motor (laboral)	74%	26%
Taxi básico	72%	28%
Taxi colectivo	72%	28%
Taxi turismo	72%	28%
Minibus, transporte colectivo	68%	32%
Minibus, furgón escolar y trabajadores	66%	34%
Bus, transporte colectivo	70%	30%
Bus, transporte escolar y trabajadores	73%	27%
Camión simple	64%	36%
Tractocamión	74%	26%
Tractor agrícola	86%	14%
Otros con motor (agrícola)	65%	35%
Promedio simple	70%	30%

Fuente: Consorcio APL en documento ECOBAUS.

Tabla 30. Empresas valorizadoras encuestadas con reportes.

Región	Destinatario	Tipo de valorización
I Región de Tarapacá	No hay instalaciones valorizadoras	-
II Región de Antofagasta	Cementos Bio Bío (INACESA)	Coprocesamiento
III Región de Atacama	Cementos Bio Bío (INACAL)	Coprocesamiento
IV Región de Coquimbo	No hay instalaciones valorizadoras	-
V Región de Valparaíso	Empresas Melón S.A.	Coprocesamiento
	Procesos industriales Crowan Uno Ltda.	Valorización energética
VII Región del Maule	Cementos Biobío Planta de Tratamiento de Hidrocarburos (PTH)	Valorización energética
XVI Región del Ñuble	No hay instalaciones valorizadoras	-
VIII Región del Bío Bío	Cementos Biobío	-
IX Región de la Araucanía	No hay instalaciones valorizadoras	-
X Región de Los Lagos	No hay instalaciones valorizadoras	-
XI Región de Aysén Del Gral. Carlos Ibañez del Campo	No hay instalaciones valorizadoras	-
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	No hay instalaciones valorizadoras	-
XIII Región Metropolitana	Bravo Energy S.A.	Valorización energética
	Cemento Polpaico S.A.	Coprocesamiento
	Hidronor S.A.	Valorización energética
	Petroquímica FUTUROIL Ltda.	Reciclaje material/regeneración
XIV Región de Los Ríos	No hay instalaciones valorizadoras	-
XV Región de Arica y Parinacota	No hay instalaciones valorizadoras	-