

Evaluación económica, ambiental y social de la implementación de la REP en Chile

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Federico Froebel 1776/1778
Providencia
Casilla 50430, Correo Central
Santiago, Chile
T 56 2 719 39 00
F 56 2 719 39 34
E giz-chile@giz.de
I www.giz.de/chile



Cooperación chileno-alemana

Gobierno de Chile, Ministerio del Medio Ambiente

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

EQUIPO DE TRABAJO

Coordinador del Estudio por parte del Ministerio del Medio Ambiente (ex - Conama):

- **Joost Meijer, Jefe Sección Residuos Sólidos**

Coordinación por parte de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH:

- **Alvaro Zurita y Fabian Klein, Coordinadores del Proyecto Fondo de Reformas**

Profesionales de la empresa consultora ECO.ING (www.ecoing.cl):

- **Andreas Elmenhorst, Jefe del Proyecto**
- **Sara Contreras, Responsable Componente Ambiental**
- **Hernán Frigolet, Responsable Componente Económica**
- **Agustín Sepúlveda, Responsable Componente Social**
- **Andrea Santelices, Especialista Social**
- **Jorge Leiva, Especialista Economía**
- **Cristóbal Fernández, Especialista Derecho Ambiental**
- **Lidice Arévalo, Levantamiento y Sistematización de Información**
- **Moisés Sandoval, Levantamiento de Información Social en Terreno**

Diseño, diagramación e impresión:

Productos Gráficos Papiro Ltda.

Diciembre 2011

Presentación del estudio de evaluación económica, ambiental y social de la implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor en Chile

Esta publicación corresponde a un estudio realizado en el marco de un proyecto con la Agencia de Cooperación Internacional del Gobierno alemán (ex Agencia de Cooperación Técnica), que incluía dos elementos: la elaboración de un proyecto de ley de residuos y la implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en forma voluntaria en al menos dos rubros.

En el marco del estudio se iniciaron proyectos piloto de REP para cuatro productos: neumáticos, aceites, aparatos electrónicos (equipos de informática y celulares) y baterías plomo-ácido, y se inició la elaboración del proyecto de ley general de residuos. El proyecto de ley que el Gobierno presentará al Congreso establece los requerimientos mínimos para el manejo de residuos de todo tipo y las responsabilidades de todos actores relacionados con su gestión. Uno de los títulos del proyecto de ley se refiere a la prevención y valorización de residuos, e incluye la Responsabilidad Extendida del Productor como nuevo instrumento de gestión para ciertos productos, nombrados prioritarios, que obligue a los productores (que incluyen tanto fabricantes como importadores) a hacerse cargo de los residuos derivados de sus productos al término de su vida útil.

Uno de los títulos del proyecto de ley se refiere a la prevención y valorización de residuos, e incluye la Responsabilidad Extendida del Productor como nuevo instrumento de gestión para ciertos productos, denominados prioritarios, que obligue a los productores (que incluyen tanto fabricantes como importadores) a hacerse cargo de los residuos derivados de sus productos al término de su vida útil.

El proyecto de ley establece una metodología para la declaración de productos como prioritarios, la cual considere, entre otros, un estudio de identificación y evaluación de los impactos ambientales, económicos y sociales de la aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor a los productos prioritarios propuestos.

El presente estudio presenta los impactos de la implementación de la REP para los cuatro productos prioritarios identificados, y servirá de referencia para futuros estudios de impacto a desarrollar para otros productos prioritarios.

Quisiera agradecer gobierno alemán, que a través de Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) hizo posible la realización de este estudio, que nos ayudó a elaborar el proyecto de ley de residuos.

En ese sentido, nuestro país le debe mucho a Alemania en temas ambientales. Es así como la GIZ nos ha apoyado en la implementación del reglamento de residuos peligrosos, proyectos de producción limpia, manejo sustentable del bosque nativo y fomento de las energías renovables no convencionales y la eficiencia energética, entre otras materias.

Esperamos que estos sólidos lazos que unen a ambas naciones sigan perdurando en el tiempo.

María Ignacia Benítez Pereira
Ministra del Medio Ambiente

El cómo enfrentar de una manera integral los desafíos que conlleva un desarrollo sustentable, considerando tanto las dimensiones económicas y ecológicas como la dimensión social, siempre ha sido un tema central para el trabajo de la cooperación del Gobierno alemán a través de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Después de varios años de cooperación fructífera con el Ministerio de Medio Ambiente (ex Comisión Nacional del Medio Ambiente) en el ámbito de residuos peligrosos, se inició en el año 2008 el proyecto “Gestión Integral de Residuos Sólidos en Chile”, cuyo objetivo era lograr el acuerdo con los actores relevantes tanto de los sectores privados y públicos como de la sociedad civil para poner en marcha la incorporación de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en el ciclo de vida de productos.

El presente estudio entregó los antecedentes claves para elaborar los reglamentos de la REP para cuatro productos: neumáticos, aparatos electrónicos, baterías y aceites y lubricantes. Estos productos no solamente son utilizados frecuentemente en el sector industrial, sino también a nivel individual, por eso se les otorga una gran importancia al momento de discutir cómo proceder con estos bienes una vez llegado el término de su vida útil.

Vale subrayar que con esta iniciativa, Chile ha tomado un papel pionero en América Latina. Nosotros como GIZ nos sentimos muy honrados y felices de haber podido apoyar al Ministerio de Medio Ambiente en estos pasos importantes hacia la implementación de una ley de Responsabilidad Extendida del Productor, tema que sin duda es de alta importancia para el desarrollo sustentable del país.

Edgar von Knebel
Director de la GIZ-Chile

CONTENIDO

1	RESUMEN EJECUTIVO	7
1.1	Marco y Objetivo del Estudio	7
1.2	Diagnósticos	7
1.3	Proyección de la Generación de Productos Fuera de Uso	8
1.4	Evaluación de Impactos	8
1.5	Impactos	9
1.6	Conclusiones	10
2	INTRODUCCION	11
2.1	Contexto del estudio	11
2.2	Marco y objetivo del estudio	11
3	ESQUEMA DE EVALUACION	13
3.1	Consideraciones y supuestos generales para la evaluación	13
3.2	Consideraciones y supuestos específicos para la evaluación	14
3.3	Supuestos respecto al aporte del Estado	14
3.4	Sistemas de recolección y acopio de residuos supuestos	15
3.5	Sistemas de recuperación de residuos supuestos	16
3.6	Escenarios y metas de recuperación	16
4	NEUMATICOS FUERA DE USO (NFU)	18
4.1	Diagnóstico - Caracterización del producto y gestión de residuos	18
4.1.1	Descripción del producto y su mercado	18
4.1.2	Gestión actual de los residuos (NFU)	20
4.1.3	Aspectos Ambientales	22
4.1.4	Aspectos sociales - Percepción de actores ante la implementación de la REP	23
4.1.5	Conclusiones del diagnóstico	23
4.2	Evaluación de los impactos	24
4.2.1	Definición de escenarios y metas de recuperación de NFU	24
4.2.2	Impactos Ambientales	27
4.2.3	Impactos Sociales	30
4.2.4	Impactos económicos	31
4.2.5	Resumen de los impactos	33
4.3	Recomendaciones para la implementación de la REP	35
5	BATERÍAS FUERA DE USO (BFU)	38

5.1	Diagnóstico - Caracterización del producto y gestión de residuos	38
5.1.1	Descripción del producto y su mercado.....	38
5.1.2	Gestión actual de los residuos (BFU).....	39
5.1.3	Aspectos Ambientales.....	40
5.1.4	Aspectos sociales - Percepción de actores ante la implementación de la REP.....	41
5.1.5	Conclusiones del diagnóstico.....	41
5.2	Evaluación de los impactos	42
5.2.1	Definición de escenarios y metas de recuperación de BFU.....	42
5.2.2	Impactos Ambientales.....	44
5.2.3	Impactos Sociales.....	46
5.2.4	Impactos económicos.....	48
5.2.5	Resumen de los impactos.....	51
5.3	Recomendaciones para la implementación de la REP	52
6	ACEITES Y LUBRICANTES USADOS (ALU)	54
6.1	Diagnóstico – Caracterización del producto y gestión de residuos	54
6.1.1	Descripción del producto y su mercado.....	54
6.1.2	Gestión actual de los residuos (ALU).....	56
6.1.3	Aspectos Ambientales.....	58
6.1.4	Aspectos sociales - Percepción de actores ante la implementación de la REP.....	59
6.1.5	Conclusiones del diagnóstico.....	59
6.2	Evaluación de los impactos	59
6.2.1	Definición de escenarios y metas de recuperación de ALU.....	60
6.2.2	Impactos Ambientales.....	62
6.2.3	Impactos sociales.....	64
6.2.4	Impactos económicos.....	66
6.2.5	Resumen de los impactos.....	67
6.3	Recomendaciones para la implementación de la REP	69
7	RESIDUOS ELECTRÓNICOS (RE)	72
7.1	Diagnóstico – Caracterización del producto y gestión de residuos	72
7.1.1	Descripción del producto y su mercado.....	72
7.1.2	Gestión actual de los residuos electrónicos (RE).....	74
7.1.3	Aspectos Ambientales.....	76
7.1.4	Aspectos sociales - Percepción de actores ante la implementación de la REP.....	77
7.1.5	Conclusiones del diagnóstico.....	77
7.2	Evaluación de los impactos	78
7.2.1	Definición del sistema de recuperación de RE.....	78
7.2.2	Impactos ambientales.....	81
7.2.3	Impactos sociales.....	85
7.2.4	Impactos económicos.....	87
7.2.5	Resumen de los impactos.....	89
7.3	Recomendaciones para la implementación de la REP	92
8	CONCLUSIONES	93
8.1	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN	94
8.2	CONSIDERACIONES FINALES	94

8.3	RECOMENDACIONES	94
9	BIBLIOGRAFIA	96
10	ACRÓNIMOS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Proyección de la generación de productos fuera de uso (ton)	8
Tabla 2:	Metas de recuperación según escenario de evaluación	9
Tabla 3:	Resumen de los principales impactos para el escenario 1, a 2020	9
Tabla 4:	Resumen de los principales impactos para el escenario 2, a 2020	10
Tabla 5:	Sistemas de recolección y acopio de residuos y participación de actores	15
Tabla 6:	Resumen de escenarios y metas de recuperación para los productos fuera de uso	16
Tabla 7:	Estimación del Recambio Anual de Neumáticos	20
Tabla 8:	Cantidades de recambio, recauchaje y generación de NFU (año 2008)	20
Tabla 9:	Cantidades y destinos de los NFU en Chile (año 2008).....	21
Tabla 10:	Proyección de la generación de NFU	22
Tabla 11:	Recuperación actual de NFU y potencial de recuperación (año 2008).....	23
Tabla 12:	Sistemas de recolección, acopio y transporte supuestos para NFU.....	25
Tabla 13:	Metas de recuperación y destinos de NFU por escenario	26
Tabla 14:	Balance de masa por destino de NFU y escenario	27
Tabla 15:	Recuperación de materia prima secundaria por valorización de NFU	28
Tabla 16:	Ahorro de energía por valorización de NFU	28
Tabla 17:	Reducción de emisiones de CO ₂ por valorización de NFU	29
Tabla 18:	Empleos brutos adicionales asociados a la REP.....	32
Tabla 19:	Síntesis comparativa de impactos económicos	33
Tabla 20:	Resumen de Impactos por escenario al año 2020	34
Tabla 21:	Proyección del parque vehicular y venta de baterías.....	38
Tabla 22:	Cantidades y destinos de las BFU en Chile (año 2008).....	39
Tabla 23:	Proyección de la generación de BFU	40
Tabla 24:	Recuperación actual de BFU y potencial de recuperación de materias secundarias (año 2008).....	41
Tabla 25:	Sistemas de recolección, acopio y transporte supuestos para BFU.....	42
Tabla 26:	Balance de masa de las BFU, según escenario y metas de recuperación.....	44
Tabla 27:	Recuperación de materia prima secundaria por valorización de BFU	45
Tabla 28:	Ahorro de energía por valorización de BFU	45
Tabla 29:	Reducción de emisiones de CO ₂ por valorización de BFU	46
Tabla 30:	Empleos brutos adicionales asociados a la REP.....	49
Tabla 31:	Síntesis comparativa - impactos económicos	50
Tabla 32:	Resumen de Impactos por escenario al año 2020	51
Tabla 33:	Proyección de consumo de aceites lubricantes en m ³ /año	56
Tabla 34:	Cantidad de aceites usados en Chile (año 2008)	56
Tabla 35:	Cantidades y destinos de los ALU en Chile (año 2008).....	57
Tabla 36:	Proyección de la generación de ALU	58
Tabla 37:	Recuperación actual de ALU y potencial de recuperación de materias secundarias (año 2008).....	59
Tabla 38:	Sistemas de recolección, acopio y transporte supuestos para ALU.....	60
Tabla 39:	Metas de recuperación y destinos de ALU por escenario	61
Tabla 40:	Balance de masa por destino de ALU y escenario	62
Tabla 41:	Recuperación de materia prima secundaria por valorización de ALU	62
Tabla 42:	Ahorro de energía por valorización de ALU	63
Tabla 43:	Reducción de emisiones de CO ₂ por valorización de ALU	63
Tabla 44:	Empleos brutos adicionales asociados a la REP.....	66
Tabla 45:	Síntesis Comparativa - Impactos económicos.....	67

Tabla 46: Resumen de Impactos por escenario al año 2020	68
Tabla 47: Proyecciones de ventas de equipos de informática (unidades)	73
Tabla 48: Residuos generados por tipo de equipo electrónico (año 2008)	74
Tabla 49: Cantidades y destinos de los residuos electrónicos en Chile (año 2008).....	75
Tabla 50: Proyección de la generación de residuos electrónicos	76
Tabla 51: Sistemas de recolección, acopio y transporte supuestos para RE	79
Tabla 52: Metas de recuperación y destinos de RE por escenario.....	80
Tabla 53: Balance de masa por escenario y destino de equip. de informática fuera de uso	81
Tabla 54: Balance de masa por escenario y destino de celulares fuera de uso	81
Tabla 55: Recuperación de materia prima secundaria por valorización de RE (ton).....	83
Tabla 56: Ahorro de energía por valorización de RE (GJ)	83
Tabla 57: Reducción de Emisiones de CO ₂ por valorización de RE	84
Tabla 58: Precios unitarios por productos secundarios.....	87
Tabla 59: Empleos brutos adicionales asociados a la REP.....	88
Tabla 60: Síntesis Comparativa - Impactos económicos de equipos de informática y celulares	88
Tabla 61: Resumen de impactos de equipos informática fuera de uso por escenario al año 2020	89
Tabla 62: Resumen de impactos residuos celulares por escenario al año 2020	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Neumáticos comercializados según tipo (Miles de unidades año 2008)	18
Figura 2: Comercialización de neumáticos por rubro	19
Figura 3: Comercialización de neumáticos por zona	19
Figura 4: Destinos supuestos para los NFU recogidos	26
Figura 5: Análisis del ciclo de vida de los NFU.....	27
Figura 6: Reducción de impactos ambientales por implementación de la REP.....	29
Figura 7: Resumen de los impactos sociales	30
Figura 8: Destinos supuestos para los BFU recogidos	43
Figura 9: Análisis del ciclo de vida de las BFU.....	45
Figura 10: Reducción de impactos ambientales por implementación de la REP.....	46
Figura 11: Resumen de los impactos sociales	47
Figura 12: Principales destinos de los aceites lubricantes	54
Figura 13: Participación en importación de aceites minerales básicos (año 2008).....	55
Figura 14: Participación en importación de aceites lubricantes terminados (año 2008) ..	55
Figura 15: Destinos supuestos para los ALU recogidos	61
Figura 16: Reducción de impactos ambientales por implementación de la REP.....	64
Figura 17: Resumen de los impactos sociales	64
Figura 18: Equipos electrónicos comercializados (año 2008).....	72
Figura 19: Destinos supuestos para los equipos electrónicos recogidos	80
Figura 20: Análisis de ciclo de vida de equipos de informática fuera de uso	82
Figura 21: Análisis de ciclo de vida de celulares fuera de uso	82
Figura 22: Reducción de impactos ambientales por implementación de la REP.....	85
Figura 23: Resumen de los impactos sociales	85

1 RESUMEN EJECUTIVO

1.1 Marco y Objetivo del Estudio

En Chile se pretende implementar la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) mediante una Ley General de Residuos y reglamentos específicos para productos prioritarios, obligando a los productores (que incluyen tanto fabricantes como importadores) a hacerse cargo de los residuos derivados de sus productos al término de su vida útil. Antes de implementar la REP, el Gobierno de Chile ha decidido evaluar los impactos económicos, ambientales y sociales asociados a la implementación de la REP en Chile, para los siguientes productos fuera de uso:

- Neumáticos fuera de uso (NFU)
- Aceites y lubricantes usados (ALU)
- Baterías fuera de uso (BFU)
- Residuos electrónicos (RE), específicamente equipos de informática y celulares.

1.2 Diagnósticos

En Chile se generan aproximadamente 48.000 toneladas de NFU al año, equivalente a 0,18 NFU/habitante-año. Casi el 50% provienen de vehículos de carga (camiones), seguidos por vehículos livianos (37%). El 85% de los NFU generados termina en un destino desconocido.

La generación de ALU es de aproximadamente 72.000 toneladas por año, equivalente a 5,4 litros/habitante-año. El 52% de los ALU se está recuperando adecuadamente mediante procesos de re-refinación y valorización energética, y el 48% tiene un destino desconocido.

La generación de BFU es de aproximadamente 25.000 toneladas al año, equivalente a 0,09 BFU/habitante-año. En Chile, aproximadamente el 7% de los BFU se valoriza (3% energéticamente y 4% reciclaje) y el 3% se dispone en rellenos de seguridad. Alrededor del 42% de los BFU se exporta y el 48% tiene un destino desconocido.

La generación anual de RE es de aproximadamente 7.000 toneladas o 1,9 millones de unidades de equipos de informática y alrededor de 600 toneladas o 5,7 millones de unidades de celulares. En promedio, el 82% de estos RE termina en un destino desconocido; en el caso de los celulares corresponde a un 95%. Se observan obstáculos relacionados con la valorización de los RE, dado que un equipo electrónico fuera de uso es considerado como un residuo peligroso, de acuerdo al reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos (D.S.148/03).

Para todos los productos existe una percepción y actitud positiva de parte de los productores, importadores y consumidores acerca de la implementación de la REP.

Ya existen iniciativas de recuperación de los NFU y ALU, por parte de productores mayoristas y de gestores de residuos, los que potencian la implementación de la REP.

El sector informal juega un rol importante en la gestión de los BFU y RE, pero no en la gestión de ALU y NFU, dado principalmente por su dificultad de manipulación.

1.3 Proyección de la Generación de Productos Fuera de Uso

En función de las características del mercado de cada uno de los productos, se establece la siguiente proyección de generación de residuos:

Tabla 1: Proyección de la generación de productos fuera de uso (ton)

Año	NFU	ALU	BFU	Equipos de Informática	Celulares
2008	47.593	72.150	24.663	7.109	565
2015	65.795	83.453	32.454	12.324	620
2020	80.046	93.867	39.486	16.050	620

1.4 Evaluación de Impactos

Para evaluar los impactos económicos, ambientales y sociales se supone una implementación paulatina de la REP y dos escenarios de evaluación, que se comparan con la situación actual sin REP. El escenario 1 considera una implementación con metas blandas de recuperación de los productos fuera de uso, relativamente fáciles de alcanzar, y el escenario 2 con metas más exigentes, cuyo cumplimiento requiere de un esfuerzo mayor.

Las metas de recuperación se han fijado en porcentajes y específicas para cada producto, y apuntan a una adecuada gestión de los productos al final de su ciclo de vida, con especial atención a los residuos que actualmente tienen un “destino desconocido”.

Dichas metas toman en cuenta la tendencia del mercado de cada producto y las capacidades instaladas y proyectadas de los sistemas de manejo de los residuos. Por otra parte, se supone la creación de sistemas nuevos de recogida, transporte y acopio, reciclaje, procesos de valorización energética y/o eliminación para cada producto fuera de uso.

Los principales supuestos para la definición de las metas de recuperación y la evaluación son:

- NFU: Existencia de un sistema de entrega, recambio y acopio local a través de talleres mecánicos, servitecas y distribuidores locales. Mejoramiento del sistema de transporte local; implementación de 15 centros de acopio centralizados, un sistema nuevo de transporte interregional y de nuevas plantas de valorización.
- ALU y BFU: Existencia de un sistema de entrega, recambio y acopio local, a través de talleres mecánicos, servitecas y distribuidores, y su adecuación al reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos (D.S.148/03).
- ALU: Existencia de una red de retiro y transporte de más del 50%. Implementación de 6 bases de operaciones centralizadas.
- BFU: Prohibición de su exportación. Mejoramiento del sistema de transporte local; implementación de 15 centros de acopio centralizados y de un sistema nuevo de transporte interregional; todo de acuerdo al D.S.148/03.
- RE: Modificación del D.S.148/03, para que los equipos electrónicos fuera de uso no sean declarados peligrosos antes de su desensamblaje en plantas de reciclaje. Nuevos sistemas de recogida o entrega en contenedores ubicados en lugares centrales (malls, plazas, etc.), recambio en establecimientos comerciales y supermercados, disposición y retiro en la calle mediante campañas municipales, entre otros.
- Todos los productos fuera de uso: Existencia de 70 centros de acopio municipales para las ciudades con más de 100.000 habitantes.

Basado en lo anterior se definen las siguientes metas de recuperación de los productos fuera de uso por escenario.

Tabla 2: Metas de recuperación según escenario de evaluación

Producto fuera de uso	Recuperación actual	Escenario 1		Escenario 2	
	2008	Meta 2015	Meta 2020	Meta 2015	Meta 2020
Neumáticos Fuera de Uso (NFU)	16%	40%	60%	50%	80%
Baterías Fuera de Uso (BFU)	52%	60%	75%	70%	90%
Aceites y Lubricantes Usadas (ALU)	52%	70%	80%	75%	90%
Equipos de informática	20%	50%	70%	70%	90%
Celulares	5%	30%	50%	50%	80%

1.5 Impactos

A continuación, se resumen los principales impactos ambientales, sociales y económicos asociados a la implementación de la REP en Chile para 2020.

Tabla 3: Resumen de los principales impactos para el escenario 1, a 2020

Impactos	Unidad	NFU	ALU	BFU	Equipos de Informática	Celulares
Datos base						
Meta de recuperación	%	60	80	75	70	50
	ton	48.000	75.094	29.620	10.760	335
Capacidad neta requerida de plantas de reciclaje	ton	40.000	Plantas existentes	Plantas existentes	4.400	(*)
Impactos ambientales						
Recuperación de materia prima	ton	31.320	2.072.597	18.068	6.456	134
Ahorro directo de energía	GJ	307.200	29.610			
Ahorro indirecto de energía	GJ	243.720	62.854	152.022	71.016	2.948
Reducción directa de GEI	ton CO ₂ eq.	92.520	63.000	0	34.432	1.018
Reducción indirecta de GEI	ton CO ₂ eq.	19.962	6.133	24.798	6.133	255
Impactos sociales						
Empleos brutos generados	Nº	251	36	178	174	7
Impactos económicos						
Inversión requerida en plantas	MM\$	6.660	Capacidad existente	Capacidad existente	1.411	(*)
Aporte al PIB (MM\$)	MM\$	1.490	0 (pérdidas)	1.360	0 (pérdidas)	619
Aumento en precio del producto	\$ / c/u	0	17	0	2.286	0

(*) Incorporada en plantas para el reciclaje de equipos de informática

GEI: Gases de Efecto Invernadero

Tabla 4: Resumen de los principales impactos para el escenario 2, a 2020

Impactos	Unidad	NFU	ALU	BFU	Equipos de Informática	Celulares
Datos base						
Meta de recuperación	%	80	90	90	90	80
	ton	64.000	84.481	35.540	13.830	540
Capacidad neta requerida de plantas de reciclaje	ton	50.000	Plantas existentes	Plantas existentes	6.600	(*)
Impactos ambientales						
Recuperación de materia prima	ton	41.760	23.570	21.680	8.298	216
Ahorro directo de energía	GJ	409.600	2.331.672		91.278	
Ahorro indirecto de energía	GJ	324.960	33.312	182.405	44.256	4.752
Reducción directa de GEI	ton CO ₂ eq.	123.360	70.710		7.883	1.642
Reducción indirecta de GEI	ton CO ₂ eq.	26.616	27.000	29.754	7.800	410
Impactos sociales						
Empleos brutos generados	Nº	329	38	208	241	11
Impactos económicos						
Inversión requerida en plantas	MM\$	9.240	Capacidad existente	Capacidad existente	1.764	(*)
Aporte al PIB (MM\$)	MM\$	2.106	0 (pérdidas)	1.555	0 (pérdidas)	1.000
Aumento en precio del producto	\$ / c/u	0	19	0	2.395	0

(*) Incorporada en plantas para el reciclaje de equipos de informática
 GEI: Gases de Efecto Invernadero

1.6 Conclusiones

La implementación de la REP en Chile, para los productos considerados en este estudio y bajo el esquema de evaluación supuesto, es factible de realizar y los impactos económicos, ambientales y sociales resultantes se evalúan como favorables, para ambos escenarios.

El escenario 2 (más exigente) tiene más ventajas ambientales, sociales y económicas que el escenario 1, sin embargo, requeriría un mayor esfuerzo para introducir el sistema de recogida o recolección.

Con el fin de establecer un sistema REP con metas factibles de cumplir en Chile, se aconseja considerar como potencial base exigible a los productores las metas del escenario 1. No obstante, estas metas deben afinarse en reuniones de trabajo público-privados por rubro.

2 INTRODUCCION

2.1 Contexto del estudio

En Chile se pretende implementar la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) mediante una Ley General de Residuos y reglamentos específicos para productos prioritarios, obligando a los productores (que incluyen tanto fabricantes como importadores) a hacerse cargo de los residuos derivados de sus productos al término de su vida útil. Antes de implementar la REP, el Gobierno de Chile ha decidido evaluar los potenciales impactos asociados a productos prioritarios seleccionados, materia principal del presente estudio.

El concepto REP es un principio de política ambiental que promueve el mejoramiento del ciclo de vida de los productos, por medio de la extensión de las responsabilidades del productor en varias etapas de dicho ciclo, especialmente en la devolución, recuperación y valorización del producto.¹

Durante las últimas dos décadas se han implementado sistemas de gestión de residuos basados en la REP en varios países, generalmente mediante un marco regulatorio que asigna a los productores la responsabilidad sobre un producto al final de su vida útil. En muchos casos, eso conlleva a la creación de una compañía o asociación donde los productores contribuyen a un fondo común que cubre los costos del sistema de gestión de sus residuos.

Este concepto es especialmente aplicable a los productos de consumo masivo, tales como equipos electrónicos; envases y embalajes; neumáticos; baterías; pilas y aceites. La discusión en torno al tema se resume en el principio “quien contamina paga”, convirtiendo el productor en responsable de asumir las consecuencias del desempeño de sus productos.

2.2 Marco y objetivo del estudio

La presente publicación denominada “**Estudio de evaluación económica, ambiental y social de la implementación de la REP en Chile**”, corresponde a un resumen de un estudio con similar título elaborado por la consultora ECOING (www.ecoing.cl) desde mayo de 2009 hasta junio de 2010, para la entonces Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama), hoy Ministerio del Medio Ambiente. Este estudio contó con el apoyo técnico y financiero de la Agencia de Cooperación Internacional de Alemania, GIZ (ex – GTZ) (www.giz.de), y se encuentra publicado en la página web del Ministerio del Medio Ambiente (www.mma.cl).

El **objetivo** general de este estudio es evaluar los impactos económicos, ambientales y sociales asociados a la implementación de la REP en Chile, para los siguientes **productos fuera de uso** (residuos):

- Neumáticos fuera de uso (NFU)
- Baterías fuera de uso (BFU)
- Aceites y lubricantes usados (ALU)
- Residuos electrónicos (RE), específicamente:
 - Equipos de informática, incluyendo PCs, notebooks, monitores e impresoras
 - Celulares

El **esquema de evaluación**, presentado en el Capítulo 2, fue desarrollado con el aporte del instituto de investigación ecológica IFEU de Alemania y consensado mediante una serie de reuniones con profesionales de productores, empresas gestores de residuos y de la entonces Conama.

¹ T. Lindhqvist, 2000; "Extended Producer Responsibility in Cleaner Production: Policy Principles to Promote Environmental Improvements of Product Systems". IEEE Lund University.

La **evaluación es presentada según producto fuera de uso** desde los capítulos 3 a 6. Cabe mencionar que para poder evaluar los impactos era necesario efectuar estudios de **diagnóstico** para cada uno de los productos, cuyos resultados se resumen al inicio de cada capítulo. Estos diagnósticos se fundamentan en investigaciones de fuentes secundarias, aportes de información de importaciones y exportaciones del Servicio Nacional de Aduanas, una serie de entrevistas con actores claves y encuestas a consumidores.

3 ESQUEMA DE EVALUACION

Para evaluar los impactos económicos, ambientales y sociales asociados a la implementación de la REP para Neumáticos fuera de uso (NFU), Baterías fuera de uso (BFU), Aceites y lubricantes usados (ALU) y Residuos electrónicos (RE, específicamente equipos de informática y celulares), se ha supuesto distintos escenarios con metas de recuperación para dichos productos, de acuerdo al siguiente esquema:

ESQUEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

1. **Base de Evaluación:** Corresponde a la situación actual de los productos comercializados y recuperados, y el manejo de sus residuos, sin reglamentación.
2. **Escenario 1 de Evaluación:** Considera la implementación de la REP con metas blandas de recuperación de los productos fuera de uso, fáciles de alcanzar.
3. **Escenario 2 de Evaluación:** Contempla la implementación de la REP con metas más duras de recuperación de los productos fuera de uso, a cumplir comparablemente con más esfuerzo.
4. **Metas:** Definidas en porcentajes de recuperación para cada uno de los productos fuera de uso.
5. **Gradualidad de la REP:** Considera una implementación paulatina de la REP que se inicia con el fomento de REP voluntaria (ya en proceso), seguido por una primera meta de recuperación por producto para el año 2015 y después otra más exigente para el año 2020.

3.1 Consideraciones y supuestos generales para la evaluación

Las consideraciones y supuestos generales para la evaluación corresponden a los siguientes:

- *Recuperación* significa que los productos fuera de uso (residuos) sean recogidos o recolectados y registrados formalmente, para derivarlos a una adecuada gestión de residuos (valorización o eliminación).
- Las “metas de recuperación” apuntan al manejo adecuado de los productos fuera de uso, con especial atención a los residuos que actualmente tienen un “destino desconocido”. Para la definición de los destinos se considera la tendencia del mercado para cada tipo de residuo, basándose principalmente en los sistemas de manejo existentes o proyectados.
- Las metas se definen en porcentajes, donde el 100% representa una recuperación total del respectivo producto comercializado en Chile. No está considerado definir y evaluar metas de valorización de los productos recuperados.
- Las metas a definir deben ser alcanzables en el tiempo.
- Las metas se fijan para los años 2015 y 2020, para lo cual se debe considerar para cada producto:
 - Escenario base: Cantidades actuales comercializadas de cada producto y las respectivas cuotas de recuperación del producto fuera de uso (residuo).
 - Escenario base proyectado: Cantidades de residuos pronosticados para los años 2015 y 2020, basándose en las tendencias del mercado de cada producto consumido, tomando en cuenta el desfase asociado a su vida útil (año de producción/comercialización y año de generación como residuo).

- Potencial de recuperación proyectado: Capacidades instaladas y proyectadas de los sistemas de recogida, transporte y acopio, reciclaje, procesos de valorización energética y eliminación de residuos. Basado en lo anterior, se define la infraestructura y sistemas de recuperación faltantes para poder alcanzar las metas para los años 2015 y 2020.
- Particularidades de los productos en desuso: Peso, volumen, peligrosidad, valor comercial, destinos, usos informales o irregulares asociados, y otros aspectos que facilitan o dificultan su recuperación formal.

3.2 Consideraciones y supuestos específicos para la evaluación

Además, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones y supuestos específicos:

- En la definición de las metas no se considera el stock de los “**residuos históricos**”, generados antes de la implementación de la REP. Aunque este stock va a provocar un incremento de productos retornados en la fase inicial de la REP, la experiencia demuestra que después de una temporada se normaliza dicho efecto.
- Las metas de recuperación deben ser medibles en términos de cantidades y procedencia (marca), para lo cual se considera un **monitoreo** del flujo de los residuos en la entrada de las plantas de valorización/ reciclaje o de los centros de acopio. En el caso de los aceites usados, dicho monitoreo se debe considerar en el punto de recogida del consumidor.
- En principio, no está considerado restringir o normalizar la **calidad de los productos** importados o fabricados en Chile asociados, aunque se concuerda que sería importante para aumentar la vida útil de los productos, generándose consiguientemente menos residuos.
- El **Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos, D.S. 148/03**, es complementado respecto a los productos prioritarios que generan residuos peligrosos.
- **Recauchaje de neumáticos**: Si bien esta práctica es relevante dado la prolongación de la vida útil del neumático, ésta no se considera parte de la evaluación de impactos, dado que en este proceso el neumático todavía no es considerado un residuo o NFU.
- **Exportación de baterías**: La exportación de baterías usadas está prohibida (según DS 2/2009).
- **Reacondicionamiento de equipos electrónicos**: Se considera dentro de las metas de recuperación, siempre y cuando estén formalmente registrados.

3.3 Supuestos respecto al aporte del Estado

Respecto al **aporte del Estado**, se supone lo siguiente:

- No hay un **presupuesto** asignado para la implementación de la REP, es decir, el sistema debe financiarse por parte del mercado.
- Las **tareas operativas** de control y monitoreo del cumplimiento de las metas de recuperación y del funcionamiento de la REP las asumirán los organismos existentes.
- Los organismos del estado ejecutan **programas básicos de educación** relacionados con la implementación de la REP.
- Los organismos del estado ejecutan **programas para la incorporación del sector informal** (reciclador primario) en la REP.
- Existen aproximadamente 70 “**Puntos Limpios**” o centros de acopio municipales, para las comunas con más de 100.000 habitantes, donde se recepcionarán residuos electrónicos. En principio, no se requiere la recepción de aceites, baterías y neumáticos en dichos puntos, dado que son captados en talleres, servitecas y proveedores automotrices.

3.4 Sistemas de recolección y acopio de residuos supuestos

En la tabla a continuación se presenta una aproximación de los sistemas de recogida, transporte y acopio supuestos para el logro de las metas de recuperación.

Tabla 5: Sistemas de recolección y acopio de residuos y participación de actores

Ítem	ALU	BFU	NFU	Equipo de Informática	Celulares
Sistemas de recolección y acopio de residuos					
Retiro a casa (solicitud telefónica)				X	
Retiro a empresas e instituciones grandes (solicitud telefónica)	X	X	X	X	X
Disposición y retiro en la calle ("día municipal del reciclaje")			X	X	X
Entrega en contenedores en lugares estratégicos (plazas, malls, metro, etc.)		X		X	X
Recambio y acopio en talleres automotrices y servitecas	X	X	X		
Recambio en supermercados y establecimientos comerciales				X	X
Entrega en centros de acopio municipales		X	X	X	X
Entrega en centros de acopio del productor/proveedor	X	X	X	X	X
Participación de actores					
Consumidor individual (debe obligadamente entregar sus residuos)	X	X	X	X	X
Consumidor grande (empresas, instituciones públicas y privadas)	X	X	X	X	X
Reciclador primario (transporte hacia centro de acopio)		X		X	X
Talleres automotrices y servitecas	X	X	X		
Supermercados y establecimientos comerciales				X	X
Transportista local (camioneta o camión pequeño)			X	X	X
Transportista local especializado (camión pequeño para ResPel)	X	X			
Transportista interregional (camión grande)			X	X	
Transportista interregional especializado (camión grande para ResPel)	X	X			
Municipalidad (centros de acopio, campañas y recolecciones específicos)		X	X	X	X
Productor	X	X	X	X	X
Empresa de valorización, reciclaje o disposición final	X	X	X	X	X

NFU: Neumático fuera de uso

ALU: Aceite y lubricante usado

BFU: Batería fuera de uso

RE: Residuos electrónicos, específicamente:

- Equipos de Informática (PCs, notebooks, monitores e impresoras)
- Celulares

3.5 Sistemas de recuperación de residuos supuestos

El análisis del mercado actual de recuperación y de las plantas de valorización existentes y proyectadas, así como la proposición de las plantas adicionales requeridas para el cumplimiento de las metas, se exhiben en los capítulos para cada producto específico.

3.6 Escenarios y metas de recuperación

La definición de los escenarios y metas de recuperación se definen en los capítulos para cada producto, basándose en la información allí presentada acerca de la caracterización de los productos y su mercado, la gestión actual y proyectada de los productos fuera de uso, entre otras consideraciones asociadas a cada producto específico.

Para el mejor entendimiento del esquema de evaluación, a continuación se adelanta un resumen de los escenarios y metas de recuperación considerados para cada producto.

Tabla 6: Resumen de escenarios y metas de recuperación para los productos fuera de uso

PRODUCTO	Recuperación actual	Escenario 1		Escenario 2	
	2008	META 2015	META 2020	META 2015	META 2020
Neumáticos Fuera de Uso (NFU)	16%	40%	60%	50%	80%
Baterías Fuera de Uso (BFU)	52%	60%	75%	70%	90%
Aceites y Lubricantes Usadas (ALU)	52%	70%	80%	75%	90%
Equipos de informática	20%	50%	70%	70%	90%
Celulares	5%	30%	50%	50%	80%



4 NEUMATICOS FUERA DE USO (NFU)

4.1 Diagnóstico - Caracterización del producto y gestión de residuos

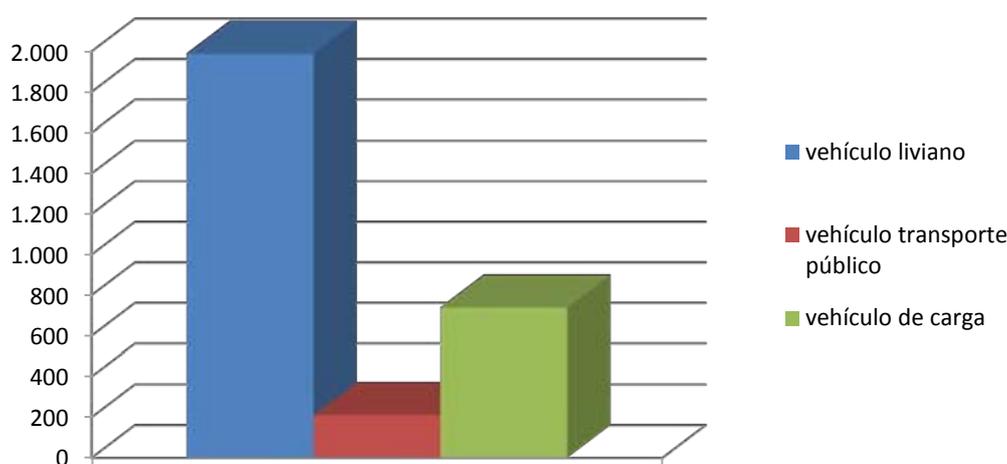
4.1.1 Descripción del producto y su mercado

4.1.1.1 Caracterización del producto

El presente diagnóstico se restringe a neumáticos de vehículos livianos (autos, camionetas), buses y camiones, todos asociados al tránsito en carretera².

Durante el año 2008 se comercializaron aproximadamente 3 millones de este tipo de neumáticos en Chile; su forma de uso se visualiza en la siguiente figura.

Figura 1: Neumáticos comercializados según tipo (Miles de unidades año 2008)



Fuente: Diagnóstico NFU 2008, CyV Medioambiente (datos actualizados por ECOING)

La vida útil de los neumáticos depende principalmente de la calidad del producto y de los kilómetros recorridos; en términos promedios se han determinado los siguientes factores de recambio³:

- Vehículos livianos: 0,8 neumáticos / año (vida útil: 4 a 5 años)
- Vehículos de carga: 4 neumáticos / año
- Vehículos de transporte público: 4 neumáticos / año

4.1.1.2 Organización del mercado

Las principales marcas comercializadas, que representan cerca del 60% del mercado, son: Goodyear, Michelin, Bridgestone/Firestone y Pirelli. En el año 2007 estas empresas formaron la Cámara de la Industria del Neumático de Chile (CINC). Además, existe una amplia variedad de producto de origen asiático. Sobre el 95% de los neumáticos es importado, el resto del mercado es abastecido por una planta en Chile (Goodyear). El valor promedio de las unidades comercializadas es de alrededor de 40 dólares CIF, según los antecedentes de importación.

² Hasta Aro 24.

³ Sin considerar una prolongación de la vida útil por recauchaje.

A nivel nacional se identificó un total de 667 locales de venta, correspondientes a 308 empresas distribuidoras; la mayoría de los locales de venta (463 locales, 69%) se encuentran asociado a las empresas productoras que conforman la CINC.

La comercialización por rubro y zonas se visualizan en las siguientes figuras.

Figura 2: Comercialización de neumáticos por rubro

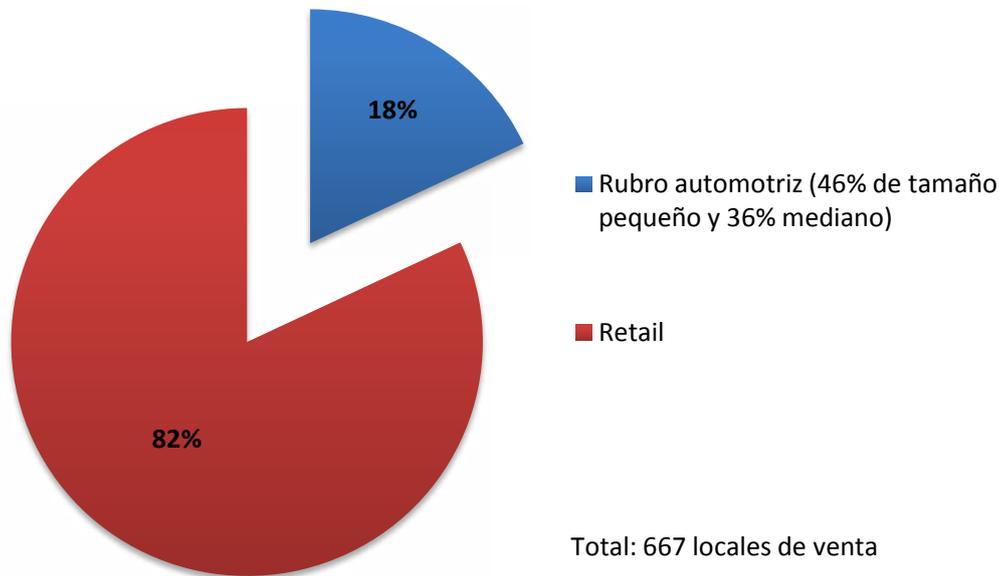
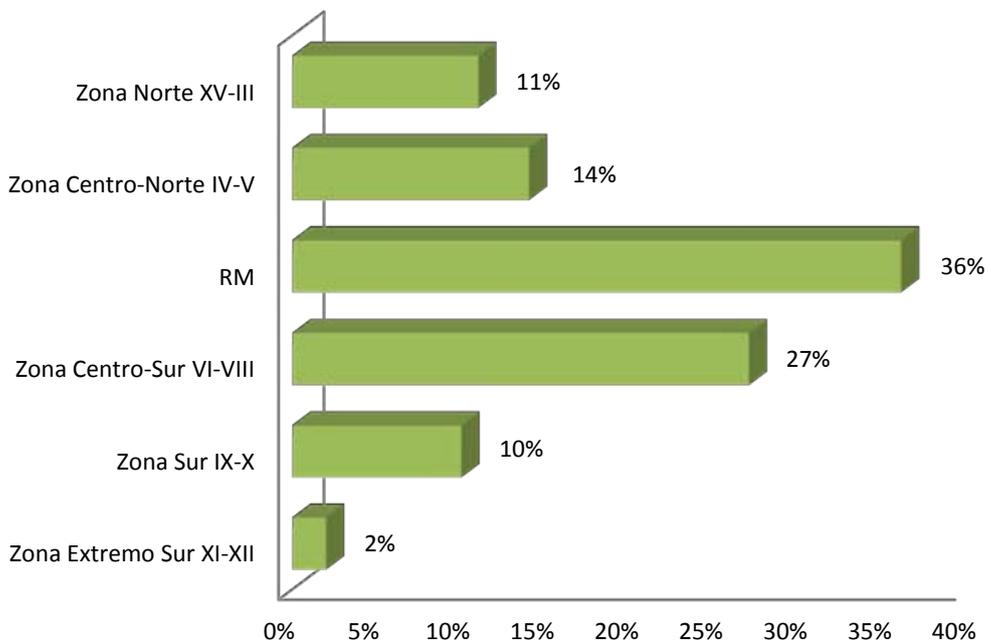


Figura 3: Comercialización de neumáticos por zona



Dado lo anterior, se puede concluir que dentro de un radio de 500 km desde Santiago, se transporta y comercializa aproximadamente el 77% de los productos, equivalentes a 2,3 millones de neumáticos anuales.

4.1.1.3 Mercado informal

Se ha detectado un **mercado informal** respecto al neumático usado en: actividades de redibujado de neumáticos, además de su reventa en ferias libres, mercados persas y otros (con o sin iniciación de actividades). Se estima que esta comercialización informal no es relevante en comparación a la venta formal y en vista a la implementación de la REP.

4.1.1.4 Proyección del mercado

Siguiendo la evolución del parque vehicular, que sobrepasaría los 4,5 millones de unidades al 2020, se proyectan las siguientes unidades de recambio neto por año:

Tabla 7: Estimación del Recambio Anual de Neumáticos

Año	Neumáticos N°	Valor US\$
2008	3.094.951	113.960.000
2015	3.749.000	149.964.000
2020	4.561.000	182.454.000

Fuente: Diagnóstico NFU 2008, C y V Medioambiente (datos actualizados por ECOING)

4.1.2 Gestión actual de los residuos (NFU)

4.1.2.1 Cantidades y características de los residuos

Al desgaste de un neumático, generalmente se efectúa su **recambio**, generándose el neumático fuera de uso (NFU). No obstante, en el caso de los vehículos de carga y transporte público es común hacer un **recauchaje** de los neumáticos, lo que permite una prolongación de su vida útil y su reuso por un período mayor⁴. En este caso, recién después de su reuso se generan los residuos.

Tabla 8: Cantidades de recambio, recauchaje y generación de NFU (año 2008)

Tipo de neumático	Recambio		Recauchaje		NFU		
	Unidades	ton	Unidades	Ton	Unidades	ton	% (peso)
Vehículo liviano	2.127.743	17.660	0	0	2.127.743	17.660	37%
Transporte público	180.132	8.223	36.026	1.645	144.106	6.578	14%
Vehículo de carga	787.076	35.930	275.477	12.576	511.599	23.355	49%
Total	3.094.951	61.813	311.503	14.220	2.783.448	47.593	100%
%	100%	100%	10%	23%	90%	77%	-

Fuente: Diagnóstico NFU 2008, C y V Medioambiente (datos actualizados por ECOING)

4.1.2.2 Manejo actual de residuos

Generalmente, el recambio de los neumáticos se efectúa en talleres mecánicos especializados, sean estos externos, como en el caso de los vehículos particulares, o propios, como en caso de las empresas de transporte y carga, pero también se generan NFU en desarmaduras y vulcanizaciones. La gran mayoría (aprox. 85%) de los NFU generados termina en algún destino desconocido.

Como los NFU prácticamente no tienen un valor comercial, éstos son acopiados o entregados

⁴ Un 20% de neumáticos de buses y un 35% de camiones de carga se recaucha (Fuente: Diagnostico NFU 2008, CyV Medioambiente).

(en algunos casos contra un pago) para deshacerse de ellos, terminando en grandes acopios, vertederos ilegales de residuos sólidos (VIRS) o microbasurales. Especialmente los servicios públicos mantienen grandes acopios o bodegajes de NFU, por ejemplo en instalaciones municipales y recintos militares. También se registran quemas de NFU como control de heladas en la agricultura⁵. En Chile no existen lugares autorizados para la **disposición final** de los NFU; al 2008 sólo existía un sitio público autorizado para el **acopio** de los NFU (comuna La Pintana).⁶

Las únicas actividades relacionadas con la **recuperación** de los NFU y la disminución de los residuos son:

- Recauchaje: de neumáticos de vehículos de mayor tamaño.
- Valorización energética: Uso como combustible alternativo en una planta cementera.
- Uso directo en infraestructura: Muros de contención para el control de erosión, control de cárcavas en la agricultura, delimitaciones y otras construcciones.
- Uso en rellenos sanitarios: Como protección de taludes impermeabilizados.

Tabla 9: Cantidades y destinos de los NFU en Chile (año 2008)

Destino de los NFU	N° / año (base 2008)	Ton / año (base 2008)	% / Destino de residuos
Neumáticos recambiados	3.094.951	61.813	
Recauchaje	311.503	14.220	
Total NFU	2.783.448	47.593	100%
Destino desconocido (no determinable)	2.379.448	40.309	84,70%
Recuperación:			
Valorización energética	134.000	2.244	4,71%
Uso directo en infraestructura	120.000	2.000	4,20%
Uso en rellenos sanitarios	150.000	3.040	6,39%
Total recuperados	404.000	7.284	15,30

Fuente: Diagnóstico NFU 2008, CyV Medioambiente (datos actualizados por ECOING)

4.1.2.3 Rol del sector informal en la gestión de residuos

El recolector o reciclador primario no juega un rol importante en la gestión del NFU, dado su bajo valor comercial y su tamaño y peso a transportar. No obstante, existe un mercado relevante relacionado con el transporte (mediante camiones) y la disposición final ilícita de los NFU.

4.1.2.4 Costos actuales de la gestión de residuos

Los únicos costos asociados a la actual gestión de los NFU se relacionan con el transporte (\$17.000 a \$20.000/ton en tramos cortos (hasta 150 km) y la valorización energética en plantas cementeras (\$50.000/ton en promedio).

⁵ Esta práctica está prohibida por las Secretarías Regionales Ministeriales en varias regiones del país.

⁶ Aunque fuera del alcance del presente estudio, cabe mencionar que existen varios acopios autorizados en el sector minero.

4.1.2.5 Iniciativas de gestión integral de residuos

Los **productores** de los neumáticos están desarrollando un **Acuerdo de Producción Limpia** y han comenzado a implementar planes de retiro y transporte de NFU, financiados por ellos mismos, desde distribuidoras en las distintas regiones del país, principalmente para su envío a valorización energética.

Además, existen los siguientes proyectos de otras **empresas privadas**:

- Tres proyectos de valorización energética de NFU en plantas cementeras (uno de ellos funcionando).
- Tres rellenos sanitarios utilizando NFU para protección de taludes.
- Proyectos pilotos para el uso del caucho en asfaltos, a través del Ministerio de Obras Públicas (MOP).
- Dos proyectos de trituración de NFU en la zona central, uno con resolución de calificación ambiental aprobada.

En el sector público, se han detectado las siguientes iniciativas:

- Municipalidades: El municipio de La Pintana posee un sitio autorizado de acopio de NFU y la comuna de La Reina hace recolección en talleres y vulcanizaciones. La Municipalidad de Santiago acumula sus NFU en talleres municipales y en regiones se usan neumáticos para juegos y jardines en plazas (Arica, Iquique, La Pintana, Talcahuano y otras).
- Colegios: El Liceo Industrial de San Fernando se destaca como un buen ejemplo de prácticas educativas asociadas a la REP, donde se ha sensibilizado en el tema de NFU. No obstante, no hay contenidos específicos contemplados en los programas de la enseñanza básica y media.
- Ejército: Ha comenzado a gestionar sus NFU mediante su entrega a proveedores.

4.1.2.6 Proyección de la generación de NFU

De acuerdo a las condiciones de recambio, se puede estimar la generación de unidades de NFU y su tonelaje correspondiente al año 2015 y 2020, según lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 10: Proyección de la generación de NFU

Año	NFU (Unidades)	NFU (Ton)
2008	2.783.448	47.593
2015	3.662.151	65.795
2020	4.455.340	80.046

4.1.3 Aspectos Ambientales

4.1.3.1 Análisis del ciclo de vida de los neumáticos

De acuerdo al análisis del ciclo de vida de neumáticos⁷, la etapa más crítica corresponde al uso del producto, dado que involucra los mayores consumos de energía, insumos y generación de CO₂. Considerando sólo el último segmento del ciclo, a partir de la generación de los NFU (residuos), la etapa más crítica corresponde a la disposición de los NFU en “destino desconocido”, dado el muy alto porcentaje que sigue esa vía.

4.1.3.2 Impactos ambientales de los NFU

Los NFU se clasifican como residuo no peligroso, y en general presentan un bajo impacto. Sin embargo, existen potenciales riesgos y daños por su gestión inadecuada, entre los que se cuentan:

⁷ Se analizó el ciclo de vida a partir del ingreso del neumático al país.

- Los NFU son residuos voluminosos. Su forma e impermeabilidad les permite actuar como un depósito, captando y acumulando agua, creando un ambiente propicio para la reproducción de mosquitos y roedores. Existe el riesgo de transmisión de enfermedades, tales como malaria, fiebre amarilla y dengue, lo que sustenta la resolución del Ministerio de Salud de no permitir el ingreso a Chile de NFU.
- Los acopios o depósitos de neumáticos, que generalmente corresponden a lugares no controlados en la zona rural, atraen la disposición de otros tipos de residuos, formándose microbasurales o basurales clandestinos.
- La quema ilegal de neumáticos, por combustión incontrolada, tiende a producir cantidades importantes de hidrocarburos (negro de humo espeso) y emisiones nocivas para la atmósfera y la calidad del aire, entre ellas dioxinas y furanos.

4.1.3.3 Potencial de recuperación de materias secundarias

Tabla 11: Recuperación actual de NFU y potencial de recuperación (año 2008)

Material	Contenido (ton/ton)	Cantidad total (ton)	Recuperación actual (ton)	Potencial de recuperación (ton)
Caucho y aditivos	0,80	38.074	5.827	32.247
Acero	0,15	7.139	1.093	6.046
Fibra textil	0,05	2.380	364	2.016
Total	1,00	47.593	7.284	40.309

Fuente: Elaboración propia, ECOING, basado en Diagnóstico NFU 2008, C y V Medioambiente

Observando la tabla anterior, hay un potencial de recuperación adicional de más de 32.000 toneladas de gránulo de caucho y más de 6.000 toneladas de acero.

4.1.4 Aspectos sociales - Percepción de actores ante la implementación de la REP

De acuerdo a entrevistas efectuadas a los **productores** y un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), su motivación para emprender la recuperación de NFU se basa fundamentalmente en aspectos de imagen y las políticas de las casas matrices ubicadas en países con REP o con altos estándares ambientales. No obstante, es generalizada la opinión de que, dado el bajo valor comercial de los NFU y la falta de reglamentación clara, actualmente no se estimula un adecuado manejo de los residuos ni las inversiones para el establecimiento de nuevas alternativas de valorización. Un factor clave sería crear un mercado o uso interno del caucho reciclado en Chile.

De acuerdo a las encuestas de percepción aplicadas a los **consumidores**, un 100% estaría dispuesto a devolver los neumáticos para que este sistema funcione; el 82% preferiría adquirir productos acogidos a la REP y el 89% estaría dispuesto a pagar entre 1 a 5% adicional al valor del producto.

4.1.5 Conclusiones del diagnóstico

- El recauchaje reduce la cantidad de residuos en un 23% (en peso).
- Descontando lo anterior, se generan aproximadamente 47.500 toneladas de NFU al año, equivalente a 0,18 NFU/habitante-año.⁸
- Casi el 50% de los NFU provienen de vehículos de carga (camiones), seguidos por vehículos livianos (37%).

⁸ En comparación: En la Unión Europea se genera 1 NFU/habitante-año (Fuente: REAL DECRETO 1619/2005).

- El 85% de los NFU generados en Chile terminan en un “destino desconocido”.
- Los principales impactos ambientales se generan durante la etapa de uso del neumático, seguidos por la etapa de eliminación del NFU, y se relacionan con las emisiones de CO₂ (cambio climático) y el uso de energía.
- El sector informal no juega un rol importante respecto a la recuperación o valorización de los NFU. No obstante, existe un mercado relevante relacionado con el transporte y la disposición final ilícita de los NFU.
- Existe una percepción y actitud positiva de parte de los productores, importadores y consumidores acerca de la implementación de la REP.
- Existen iniciativas de recuperación de los NFU ya en desarrollo por parte de productores mayoritarios del mercado y de gestores de residuos, que potencian la implementación de la REP.

4.2 Evaluación de los impactos

A continuación, se evalúan los impactos ambientales, sociales y económicos asociados a la implementación de la REP para NFU en Chile.

4.2.1 Definición de escenarios y metas de recuperación de NFU

4.2.1.1 Sistema supuesto de recogida, acopio y transporte

Para la evaluación de los impactos se supone⁹:

- En Chile ya existe un **sistema de entrega, recambio y acopio local** de los NFU a través de talleres mecánicos, servitecas y distribuidores locales. También los generadores grandes de NFU con talleres propios, por ejemplo empresas de transporte público y de carga o instituciones del Estado, actualmente están acopiando sus NFU en algún lugar. Cabe mencionar que, en el marco del APL de NFU, CINC está iniciando la recolección de los NFU en las regiones RM, V y VI y ya tiene un universo 280 potenciales “Ecopuntos” instalados.
- Con la implementación de la REP y la creación de nuevas plantas de valorización de los NFU, cambiará el destino de las mismas, para lo cual se supone la implementación de **15 centros de acopio centralizados**, un mejoramiento del **sistema de transporte local** y además un nuevo sistema de **transporte interregional**.
- Además, se prevé un **retiro a empresas e instituciones grandes** en caso de grandes cantidades, mediante solicitud telefónica.
- Como medidas complementarias, se considera la posibilidad de una **disposición y retiro en la calle**, mediante campañas municipales (“día municipal del reciclaje”), y la entrega en **70 centros de acopio municipales** previstos para las ciudades con más de 100.000 habitantes.

⁹ Ver también supuestos en capítulo 2 “Esquema de evaluación”.

Tabla 12: Sistemas de recolección, acopio y transporte supuestos para NFU

N°	Sistema	Descripción
1	Retiro a empresas e instituciones grandes (Solicitud telefónica de grandes cantidades)	Camión abierto > 20 ton, con chofer y 2 peonetas. Se supone retiro de NFU sueltos y transporte directo al destino final.
2	Disposición y retiro en la calle ("Día municipal del reciclaje")	Camión abierto < 10 ton, con chofer y 2 peonetas. Se supone recolección junto a otros residuos y transporte hacia el centro de acopio municipal.
3	Recambio y acopio en talleres automotrices y servitecas	Se supone que los lugares de acopio de los talleres ya existen. Retiro a granel / suelto en camiones abiertos de diferentes tamaños, con chofer y 2 peonetas. Transporte a centro de acopio del productor o directamente al destino final.
4	Entrega en centros de acopio municipales	Centros de acopio (junto a otros residuos), con sector de acopio a granel y una persona compartida. Transporte como en Ítem N° 2.
5	Entrega en centros de acopio del productor	Terreno cercado para el acopio temporal en cada región, con 4 personas. Transporte en camión abierto > 20 ton a destino final.

4.2.1.2 Destinos supuestos para los residuos recogidos

Para la evaluación de los impactos se supone los siguientes destinos¹⁰:

- **Valorización energética en cementeras:** Sólo se considera la planta CEMENTO MELÓN de Calera, V Región, que puede reemplazar hasta un 20% del combustible mediante NFU (hasta 12.450 ton/año).
- **Uso de NFU en infraestructura:** Se supone como máximo un 5% de los NFU generados.
- **Trituración NFU:** Se supone la entrada en funcionamiento de la planta de POLAMBIENTE en Santiago (capacidad inicial: 7.200 ton/año; proyectada: 14.000 ton/año) y paulatinamente de otras de parecidas características en las regiones II, V y VIII.
- **Venta de material recuperado mediante trituración:** El acero recuperado se comercializará como chatarra al precio de mercado internacional; el caucho recuperado reemplazará a la demanda en Chile (hoy se importan 2.000 a 2.500 ton/año), se exportará y/o se usará para otros destinos en Chile; la fracción de fibra y scrap aún no posee valor y se destina a relleno sanitario. Para efectos de cálculo, se considera que una **planta tipo** tiene 2 líneas de producción de 10.000 toneladas cada una y un grado de eficiencia de 75%.

Basándose en lo anterior y para efectos de la evaluación, se determinó la siguiente distribución de los destinos para los NFU recogidos.

¹⁰ Ver también supuestos en capítulo 2 "Esquema de Evaluación".

Figura 4: Destinos supuestos para los NFU recogidos



Fuente: Elaboración propia, ECOING¹¹

4.2.1.3 Escenarios y metas de recuperación de NFU

Tomando en cuenta las consideraciones y supuestos anteriores, y lo expuesto en el capítulo 2 “Esquema de evaluación”, se determinaron los siguientes escenarios, metas de recuperación y destinos de los residuos para la evaluación de los impactos¹²:

Tabla 13: Metas de recuperación y destinos de NFU por escenario

Ítem	Recuperación actual	Escenario 1		Escenario 2	
	2008	Meta 2015	Meta 2020	Meta 2015	Meta 2020
Meta de recuperación (%)	16%	40%	60%	50%	80%
Cantidades de NFU recogidos (ton)	7.200 ton	26.000 ton	48.000 ton	33.000 ton	64.000 ton
Cantidades de NFU recogidos (Nº)	418.000 unidades	1.465.000 unidades	2.673.000 unidades	1.831.000 unidades	3.565.000 unidades
Destinos proyectados (ton)	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización energética en cementeras: 2.244 ton • Uso de NFU en infraestructura: 2.000 ton • Trituración NFU: 0 ton 	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización energética en cementeras: 5.200 ton • Uso de NFU en infraestructura: 1.300 ton • Trituración NFU: 19.500 ton (3 líneas de producción en 2 plantas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización energética en cementeras: 9.600 ton • Uso de NFU en infraestructura: 2.400 ton • Trituración NFU: 36.000 ton (5 líneas de producción en 3 plantas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización energética en cementeras: 6.600 ton • Uso de NFU en infraestructura: 1.650 ton • Trituración NFU: 24.750 ton (4 líneas de producción en 2 plantas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización energética en cementeras: 12.800 ton • Uso de NFU en infraestructura: 3.200 ton • Trituración NFU: 48.000 ton (7 líneas de producción en 4 plantas)

¹¹ Porcentajes de recuperación basados en UNEP/CHW 2008.

¹² Los escenarios y metas de recuperación se consensuaron con productores, empresas gestores de residuos, CONAMA y otros actores.

Tabla 14: Balance de masa por destino de NFU y escenario

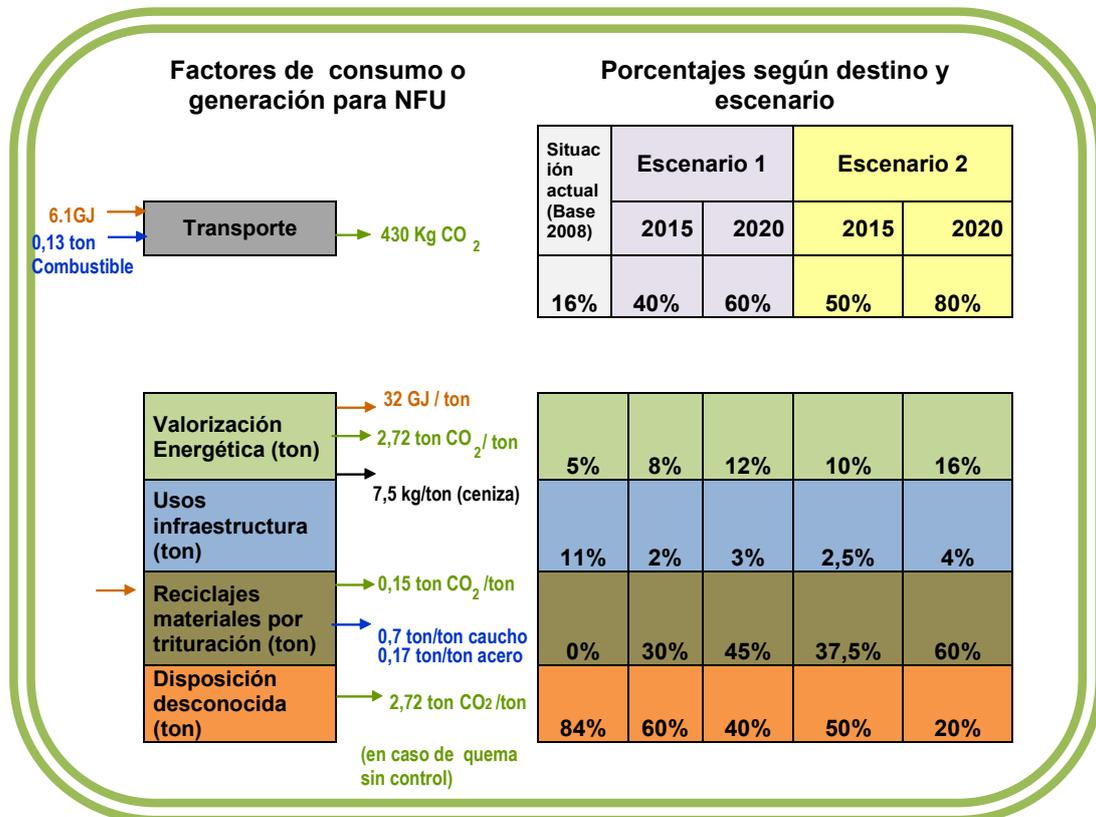
NFU	Valor base	Escenario 1		Escenario 2	
	2008	2015	2020	2015	2020
Datos base					
Total NFU (ton)	47.593	65.795	80.046	65.795	80.046
Meta de recuperación (%)	-	40	60	50	80
NFU recogidos (ton)	7.200	26.000	48.000	33.000	64.000
Destino desconocido (ton)	40.393	39.795	32.046	32.795	16.046
Destinos supuestos de NFU recogidos					
Valorización energética (ton)	2.244	5.200	9.600	6.600	12.800
Usos en infraestructura (ton)	2.000	1.300	2.400	1.650	3.200
Trituración (ton)	0	19.500	36.000	24.750	48.000
Recuperación de principales materias primas secundarias desde trituración					
Fibra y scrap (ton)	0	2.535	4.680	3.218	6.240
Acero recuperado (ton)	0	3.315	6.120	4.208	8.160
Grano caucho recuperado (ton)	0	13.650	25.200	17.325	33.600

4.2.2 Impactos Ambientales

4.2.2.1 Análisis del ciclo de vida

Aplicando los datos del balance de masa en el análisis del ciclo de vida de los NFU, se obtienen los siguientes resultados para energía (GJ), emisión de dióxido de carbono (ton CO₂) y la generación de productos y residuos (ton) por tonelada de los NFU recuperados:

Figura 5: Análisis del ciclo de vida de los NFU



Respecto a la emisión de dióxido de carbono relacionado con la disposición final de los NFU en destinos desconocidos, se aplica el supuesto que estos son quemados sin control.

4.2.2.2 Recuperación de materia prima secundaria

De acuerdo al análisis anterior, se proyecta un cambio importante en el sistema de eliminación actual de los NFU, rebajándose el "destino desconocido" desde 84% a 40% en el escenario 1 y a 20% en el escenario 2. Además, se reintegra una cantidad importante de acero y granulo de caucho al mercado de materias primas, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 15: Recuperación de materia prima secundaria por valorización de NFU

NFU	Situación actual (2008)	Escenario 1		Escenario 2	
		2015	2020	2015	2020
Trituración (ton)	0	19.500	36.000	24.750	48.000
Acero recuperado (ton)	0	3.315	6.120	4.208	8.160
Grano caucho recuperado (ton)	0	13.650	25.200	17.325	33.600
Scrap (ton)	0	2.535	4.680	3.218	6.240

4.2.2.3 Variación en el uso de energía

Tabla 16: Ahorro de energía por valorización de NFU

NFU	Situación actual (2008)	Escenario 1		Escenario 2	
		2015	2020	2015	2020
Ahorro directo de energía por valorización energética (GJ)	76.149	166.400	307.200	211.200	409.600
Ahorro indirecto de energía por recuperación de acero (GJ)	0	59.670	110.160	75.735	146.880
Ahorro indirecto de energía por recuperación de caucho (GJ)	0	72.345	133.560	91.823	178.080

La **valorización energética de los NFU** permite un importante ahorro de energía (combustible alternativo), estimado al año 2020 en más de 300.000 GJ en el escenario 1 y de 400.000 GJ en el escenario 2.

Respecto al **acero**, se puede ahorrar 18 GJ¹³ por cada tonelada reciclada, llegando al año 2020 a 110.000 GJ en el escenario 1 y a 146.000 GJ en el escenario 2.

La recuperación del **caucho** permite ahorrar 5,3 GJ/ton¹⁴ de energía en comparación a su producción, equivalente al año 2020 a 133.000 GJ en el escenario 1 y a 178.000 GJ en el escenario 2.

¹³ Fuente: basado en BIRD 2008

¹⁴ Fuente: www.iea.org.

4.2.2.4 Variación en la generación de dióxido de carbono

Tabla 17: Reducción de emisiones de CO₂ por valorización de NFU

NFU	Situación actual (2008)	Escenario 1		Escenario 2	
		2015	2020	2015	2020
Reducción de emisiones directas de CO ₂ por trituration (ton)	0	50.115	92.520	63.608	123.360
Reducción de emisiones indirectas de CO ₂ por recuperación de acero (ton)	0	7.127	13.158	9.047	17.544
Reducción de emisiones indirectas de CO ₂ por recuperación de caucho (ton)	0	3.686	6.804	4.678	9.072

Comparando la quema sin control de los NFU con la recuperación de los materiales mediante plantas de **trituration**, se obtendría reducciones muy importantes de CO₂ (ver primera fila de la tabla anterior).

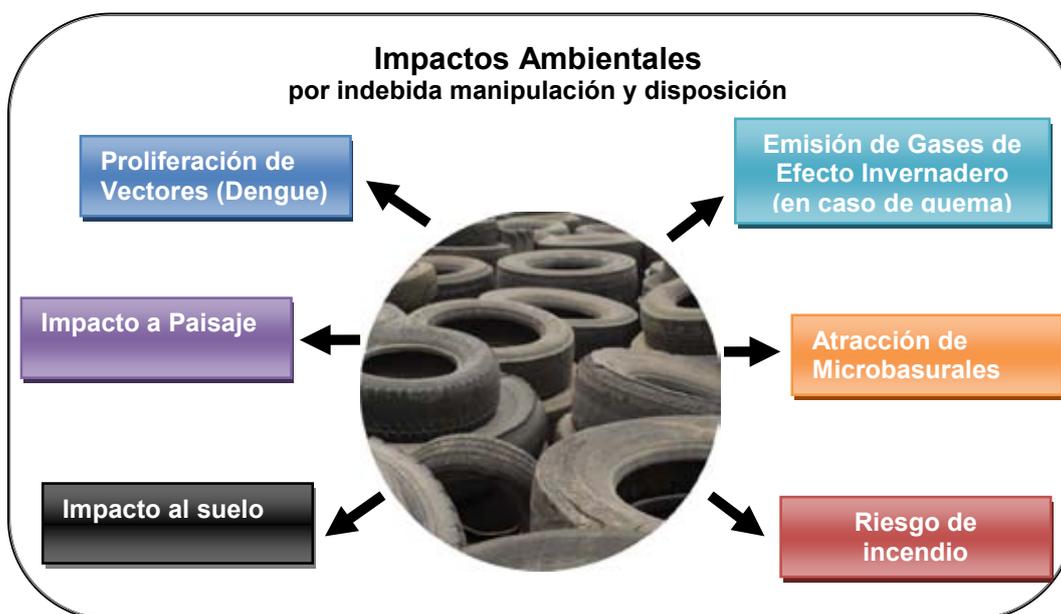
El reciclaje de cada tonelada de **acero** reduce las emisiones en 2,15 ton CO₂/ton¹⁵, equivalente al año 2020 a más de 13.000 ton CO₂ en el escenario 1 y a 17.500 ton CO₂ en el escenario 2.

La recuperación del **caucho** reduce las emisiones indirectas en 0,27 ton CO₂/ton¹⁶, equivalente al año 2020 a 6.800 ton CO₂ en el escenario 1 y a 9.000 ton CO₂ en el escenario 2.

4.2.2.5 Otros impactos ambientales

La implementación de la REP disminuye además los siguientes impactos ambientales:

Figura 6: Reducción de impactos ambientales por implementación de la REP



¹⁵ Fuente: BIRD 2008.

¹⁶ Fuente: OECD/IEA 2007

4.2.3 Impactos Sociales

En la siguiente figura se identifica los principales impactos sociales relacionados con la implementación de la REP para NFU.

Figura 7: Resumen de los impactos sociales



En el **Área cultural**, los principales impactos asociados a la implementación de la REP son:

- Cambio de **mentalidad y hábitos en los consumidores**: Elección de productos eco-etiquetados; disciplinamiento y compromiso con la REP (entregar NFU en puntos de acopio, por ejemplo).
- Instalar el tema en la **agenda pública** y en los **medios de comunicación masivos**.
- Cambio de **mentalidad de grupos empresariales**: Compromiso con la sustentabilidad a través del ecodiseño (por ejemplo, a través de la producción/importación de neumáticos de calidad); interés en el nuevo mercado e inversión asociada (por ejemplo, instalación de nuevas plantas de trituración); creación de una estrategia sustentable común; establecimiento de redes formales con municipios; incorporación de su rol como educador y responsabilidad social-empresarial.

En el **Área socio-económica** y con la implementación de la REP se generan los siguientes impactos:

- **Beneficios socioeconómicos directos**: Los destinatarios, especialmente las **empresas de trituración de NFU**, verán asegurado su mercado, y se creará una nueva cadena de valor, incluido un nuevo sistema de recogida, acopio y transporte, generando nuevas fuentes de trabajo. Los **transportistas** actualmente existentes en el rubro de los NFU podrían formalizar su labor como PYME o micro PYME, y transportar los NFU desde servitecas o talleres menores hasta centros de acopio o directamente hacia las empresas de trituración. Además, se creará un nuevo rubro de transporte desde las futuras plantas de trituración hasta los destinatarios de los productos de esas empresas (acero, caucho y scrap o descarte). Participarán también los **Municipios** mediante centros de acopio previstos para ciudades con más de 100.000 habitantes, reduciendo así la problemática de

los vertidos ilegales. Respecto al **sector informal**, se estima que el reciclador primario prácticamente no participa en las actividades asociadas a la REP, debido al bajo valor comercial del NFU y la dificultad de transportarlos (por su volumen).

- **Beneficios socioeconómicos indirectos:** Disminución de los riesgos a la salud de las personas, minimización de los impactos ambientales y liberación de recursos económicos, debido a la implementación de un adecuado servicio de manejo de residuos (por ejemplo menos limpieza de microbasurales) y por la comercialización de productos de mejor calidad y mayor vida útil (se supone que la REP promueve el ecodiseño).
- **Costos socioeconómicos:** Costos por el traslado de NFU del consumidor a instalaciones para el almacenamiento en talleres automotrices, servitecas, acopios de privados o municipales.

El **Área desarrollo humano y local** plantea como principal impacto y beneficio general a nivel país una elevación de la calidad de vida, de forma directa e indirecta:

- Reducción de **impactos ambientales y a la salud** de las personas.
- Mejora en la **calidad de vida y desarrollo local**, dada la creación de una nueva cadena de valor de los NFU: generación de empleo, subida de ingresos, satisfacción de necesidades básicas, mejora de condiciones de trabajo, mejora de índices de desarrollo humano y bienestar general.
- Respecto al cumplimiento de las **condiciones de trabajo de acuerdo a los estándares internacionales**, -criterios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización de la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)-, cabe destacar que éstas, por lo general, se cumplen en Chile. Por ende, en el país no existirían problemas relacionados con el trabajo infantil o discriminación de minorías, como lo señalan expresamente los dirigentes de recicladores primarios.

4.2.4 Impactos económicos

4.2.4.1 Supuestos de la evaluación

Para la evaluación de los impactos económicos se supone:

- Al momento de recibir los NFU por parte del generador de residuos, no se le cobra ni se le paga.
- La evaluación se realiza a partir de las condiciones nuevas que impone la aplicación de la REP: A parte del sistema de recogida, acopio y transporte, sólo se consideran los impactos asociados a la trituración, por cuanto la valorización en la planta cementera es un destino activo que no requiere inversiones adicionales y tiene incorporados sus costos de operación.
- Costos de transporte: Los flujos de transporte se basan en camiones con capacidad de transportar 420 neumáticos; el costo de transporte asociado es de \$20.000/ton en un radio de 150 km, de \$40.000 entre 150 a 500 km y de \$70.000/ton en un radio mayor a 500 km. A esto se agrega el costo de transporte de las materias primas secundarias de \$10.000/ton.
- Costo de acopio promedio: \$10.000/ton
- Costos de disposición de residuos generados en planta de trituración: \$2.600/ton procesada de NFU.
- Payback de las inversiones: 5 años, considerando una vida útil de las plantas de 10 años.
- El valor de comercialización de materia prima secundaria: Granulo de caucho: US\$ 350/ton; Acero US\$ 550/ton.¹⁷
- Tipo de cambio considerado: \$500/US\$.

¹⁷ Fuente: London Metal Exchange

4.2.4.2 Empleos brutos asociados a la REP

Para determinar el personal asociado a la implementación de la REP, se supone para ambos escenarios:

- Un sistema de **transporte local** que básicamente ya existe, requiriéndose agregar sólo algunos viajes desde los generadores hacia los centros de acopio.
- 15 **centros de acopio** del productor.
- **Acopios municipales** en 70 comunas del país en combinación con campañas específicas de recolección.
- Un nuevo sistema de **transporte interregional**, desde los centros de acopio hacia las plantas de reciclaje.
- La implementación paulatina de líneas de producción de **plantas de trituración**.
- Un nuevo servicio de **transporte de los productos** desde las plantas trituradoras.

Tabla 18: Empleos brutos adicionales asociados a la REP

Ítem	Escenario 1		Escenario 2	
	2015	2020	2015	2020
Transporte local	4	8	5	11
Transporte interurbano	18	32	21	42
Centros de acopio del Productor	60	60	60	60
Personal municipal	70	70	70	90
Planta de trituración	40	65	60	105
Transporte productos	9	16	11	21
Total empleo	201	251	227	329

4.2.4.3 Costos Económicos

Basado en lo anterior, se han determinado los siguientes costos para las **plantas de trituración**:

- Escenario 1: La **inversión** requerida al 2015 para las 3 líneas de producción es de \$4.080 millones de pesos, incluido el terreno asociado. La inversión al 2020 supone mayores requerimientos en terreno y líneas de proceso, incrementándose la inversión a un total de \$6.660 millones, para las 5 líneas de producción.
- Escenario 2: La **inversión** requerida al 2015 es de \$5.160 millones de pesos, y se incrementa al 2020 a un total de \$9.240 millones, para contar con las 7 líneas de producción.
- Para ambos escenarios, los costos de **operación** unitarios del proceso de trituración ascienden a alrededor de \$136.000 por tonelada, considerando 3 turnos y uno de ellos de mantención operativa.
- Los **costos de transporte y acopio** ascienden en conjunto a \$40.000 por tonelada en el escenario 1, lo que incluye además el costo asociado al transporte de los productos obtenidos. En el escenario 2, estos costos aumentan a \$43.000 por tonelada, dado que se requiere recorrer mayores distancias para cumplir la meta.

4.2.4.4 Resultados de la evaluación económica

Considerando los actuales valores de comercialización del granulo de caucho y de acero, el margen de operación resultante en ambos escenarios asciende a alrededor de \$33.000 por tonelada, con lo que se obtiene una **rentabilidad económica** de 16% anual al 2015 y mayor a 17% al 2020.

A modo de síntesis, la implantación de la REP desde la perspectiva económica tendrá beneficios en términos de la introducción de nuevas líneas productivas que generan valor.

Tabla 19: Síntesis comparativa de impactos económicos

Ítem	Escenario 1		Escenario 2	
	2015	2020	2015	2020
Inversión, millones de \$	4.080	6.660	5.160	9.240
Rentabilidad, % anual	16%	18%	16%	17,4%*
Empleo asociado, N°	201	251	222	329
Aporte al PIB, millones de \$		1.490		2.106
Impacto aumento del precio del producto, \$	0	0	0	0

* La diferencia en la rentabilidad entre ambos escenarios es que al año 2020 se operaría con una mayor capacidad ociosa en el escenario 2.

4.2.4.5 Impactos en precios de los productos

Dado que la actividad de trituración genera una rentabilidad de la inversión que supera el 15% en todos los escenarios, se puede asumir que no habrá modificaciones en los precios de los productos nuevos. Esto a partir del supuesto de que toda la producción de las plantas trituradoras se puede vender en el mercado interno o exportar.

4.2.5 Resumen de los impactos

En términos generales se puede concluir que la implementación de la REP bajo los escenarios evaluados es **factible de realizar** y que los **impactos resultantes se evalúan como positivos**.

Tabla 20: Resumen de Impactos por escenario al año 2020

Impactos	Unidad/ Año	Escenario 1 Año 2020	Escenario 2 Año 2020
Datos base			
Meta de recuperación	%	60	80
Meta de recuperación	ton	48.000	64.000
Capacidad neta requerida de plantas de trituración	ton	40.000	50.000
Impactos ambientales			
Recuperación de materia prima: Acero	ton	6.120	8.160
Recuperación de materia prima: Grano caucho	ton	25.200	33.600
Ahorro directo de energía (por valorización)	GJ	307.200	409.600
Ahorro indirecto de energía (producción desde material reciclado)	GJ	243.720	324.960
Reducción directa de Gases de Efecto Invernadero (por disminución de quema incontrolada)	ton CO ₂ eq	92.520	123.360
Reducción indirecta de Gases de Efecto Invernadero (producción desde material reciclado)	ton CO ₂ eq	19.962	26.616
Impactos positivos (no cuantificables)		Reducción de: Microbasurales, proliferación de vectores, riesgo de incendios, impactos a suelo y paisaje	
Impactos negativos (no cuantificables)		No se detecta	
Impactos sociales			
Empleos brutos generados	Nº	251	329
Impactos positivos (no cuantificables)		Nuevas cadenas de valor, renta empresarial, creación de empleo, mejoras laborales, aporte al PIB, adecuado manejo de residuos garantizado, Imagen país	
Impactos negativos / Costos socioeconómicos (no cuantificables)		Compromiso de entrega del consumidor (cambio de hábito), superficies de acopio requeridas, costos operacionales de municipios, esfuerzo de educación ambiental, dependencia del mercado de materiales recuperados, riesgos financieros	
Impactos económicos			
Inversión requerida en plantas de trituración	MM\$	6.660	9.240
Aporte al PIB	MM\$	1.490	2.106
Aumento en precio del producto (neumático nuevo)	\$	0	0

Traduciendo las cifras de la evaluación de impactos en elementos más concretos, se puede decir que la aplicación de la REP respecto a los NFU en condiciones del Escenario 1 al año 2020, implicaría anualmente:

- Reducir en más de 560.000 m³ los neumáticos acumulados y manejados inadecuadamente, lo que equivale a la cancha de fútbol del Estadio Nacional¹⁸ llena con neumáticos a una altura de 78 metros.

Lo anterior disminuye considerablemente los impactos por riesgo de incendio, atracción de microbasurales y vectores.

- Dejar de producir y/o importar 6.000 toneladas de acero, con todos los costos e impactos asociados que tiene la extracción minera, su refinación, producción y transporte.
- Producir más de 30.000 toneladas de caucho, ahorrando divisas al país, disminuyendo los impactos de extracción, transformación y transporte y los riesgos asociados de otros países.
- Reducir el consumo de energía convencional directa en 307.000 GJ, e indirecta en 244.000 GJ (acero y caucho) equivalentes al consumo de más de 14 millones de litros de combustible o a lo que consumen más de 6.000 automóviles en un año.
- Reducir la emisión de CO₂ (directa e indirecta) en más de 112.000 toneladas, equivalente a lo que consumen cerca de 375.000 árboles adultos.
- Invertir MM\$ 6.660 en plantas de trituración de NFU.
- Generar 250 fuentes de trabajo, de las cuales al menos el 50% es trabajo calificado.
- Aportar \$1.490 millones de pesos por año al PIB de Chile.

4.3 Recomendaciones para la implementación de la REP

Para la dictación del marco legal y la implementación de la REP para los NFU, se **recomienda**:

- Establecer una definición clara de los NFU, diferenciándolos de los residuos sólidos domiciliarios.
- Especificar quién y cómo responder a los “residuos históricos”, anteriores a la implementación de la REP, y los “residuos huérfanos”, cuyo productor no es identificable.
- Considerar la importancia del recauchaje certificado del neumático. Si bien no forma parte de la presente evaluación, el recauchaje es un proceso importante para aumentar la vida útil del neumático, resultando en una disminución de la generación de residuos.
- Crear un mercado interno para el caucho, con el fin de mantener un autofinanciamiento del sistema de recuperación de los NFU.
- El desarrollo de normas para asfalto que permitirán el uso del caucho en pavimentación.
- Investigar y fomentar otros usos del NFU.
- Considerar la incorporación de trozadoras móviles para optimizar el transporte.

¹⁸ Superficie: 105 m x 68 m

- Considerar la importancia de normar la calidad de los neumáticos nuevos que ingresen al mercado nacional, dado que traerá aparejado un aumento en su vida útil y, por ende, un menor flujo de residuos.
- Implementar la REP para los NFU y sus metas de recuperación en forma gradual, para no sobre exigir el mercado de recuperación que se está generando.



5 BATERÍAS FUERA DE USO (BFU)

5.1 Diagnóstico - Caracterización del producto y gestión de residuos

5.1.1 Descripción del producto y su mercado

5.1.1.1 Caracterización del producto

El presente diagnóstico se restringe a baterías de arranque para vehículos, del tipo plomo ácido.

Durante el año 2008 se comercializaron más de 1,45 millones de unidades, la totalidad de ellas importadas. El 81% de las baterías correspondía a baterías con electrolito líquido y el 19% a baterías con gel o AGM.

La vida útil promedio de una batería de plomo-ácido es de 2 a 4 años, lo que depende de la forma de uso del vehículo, ya que mientras más partidas se realicen, mayor requerimiento tendrá la batería.

5.1.1.2 Organización del mercado

En el año 2008 la estructura del mercado registra aproximadamente 300 importadores de baterías, de los cuales 30 concentran una participación del 86% del mercado y sólo 10 dan cuenta del 65% de las importaciones.¹⁹ A lo largo del país existen alrededor de 600 puntos de venta de insumos para vehículos y más de 1.000 talleres de reparación de automóviles, llegando a más de 1.600 potenciales puntos de recepción de baterías usadas.

Durante el año 2008 se registró un parque vehicular de 2.900.000 unidades; considerando un recambio anual de las baterías en un 50%, se llega a una comercialización aproximada de 1.450.000 baterías por año. Esto equivale a una demanda anual de 1 batería por cada 11 habitantes aproximadamente. Considerando un peso promedio por batería de 17 kg²⁰, se llega a un peso total comercializado y transportado de 24.660 toneladas durante ese mismo año.

El valor de las ventas del año 2008 fue estimado en 80 millones de dólares, equivalente a un valor promedio de 55 dólares por batería.

5.1.1.3 Mercado informal

No se ha detectado un mercado informal relacionado con baterías usadas o reparadas, pero sí de su comercialización como un residuo (ver sección 1.2.3).

5.1.1.4 Proyección del mercado

Se estima un incremento anual inicial del 4% del mercado de venta de las baterías, relacionado con el crecimiento del parque automotriz proyectado, que se duplica en 23 años.²¹

Tabla 21: Proyección del parque vehicular y venta de baterías

Año	N° de Vehículos			N° de Baterías	
	Livianos	Transporte Personas	Transporte Carga	Total	Per Cápita
2008	2.659.679	45.033	196.769	1.450.000	0,09
2015	3.500.000	59.260	258.935	1.909.000	0,11
2020	4.258.000	72.100	315.034	2.323.000	0,13

Fuente: N° de vehículos basado en proyección del INE

¹⁹ Fuente: INE, respecto al crecimiento vehicular.

²⁰ Fuente: Ingenieros RYA Consultores, 2009

²¹ En comparación, a nivel mundial se estima que en los próximos 30 años el número de vehículos doblará su cantidad, llegando a 1.600 millones.

5.1.2 Gestión actual de los residuos (BFU)

5.1.2.1 Cantidades y características de los residuos

El desgaste de una batería se produce debido a contaminación de las placas con sulfato de plomo, impidiendo una nueva recarga. De esta forma, el acumulador queda agotado, transformándose en un residuo peligroso²², ya que poseen dos sustancias peligrosas: el electrolito ácido y el plomo.

La cantidad de BFU generado corresponde al número de las baterías recambiadas indicadas en la tabla anterior.

5.1.2.2 Manejo actual de residuos

Generalmente, el recambio de las baterías se efectúa en talleres mecánicos especializados, sean estos externos, como en el caso de los vehículos particulares, o propios, como en caso de las empresas de transporte y carga, pero también se generan en desarmaduras.

Desde estos lugares, aproximadamente la mitad de las BFU desaparece en “destinos desconocidos” y más que 40% es exportado a países vecinos, supuestamente para su valorización. El resto, aproximadamente el 10%, es manejado de la siguiente manera:

- Reciclaje: Desmantelamiento y posterior recuperación del plomo en fundiciones y del plástico en plantas de reciclaje.
- Valorización energética: Mezcla del electrolito con sustancias de alto poder calorífico para su uso como combustibles alternativo y coincineración en las plantas cementeras.²³
- Rellenos de seguridad: Disposición de la fracción peligrosa no valorizada.

Tabla 22: Cantidades y destinos de las BFU en Chile (año 2008)

Unidades	BFU generados	Reciclaje	Valorización energética	Relleno de seguridad	Exportación	Destino desconocido
Nº	1.450.000	57.994	42.878	47.749	607.374	694.004
Toneladas	26.100	1.044	772	859	10.933	12.492
Porcentaje (en peso)	100%	4%	3%	3,2%	41,9%	47,9%

Fuente: Ingenieros RYA Consultores, 2009

5.1.2.3 Rol del sector informal en la gestión de residuos

El **recolector o reciclador primario** juega un rol relevante en la recolección de las BFU, dado el elevado precio del plomo. No obstante, como se trata de un residuo peligroso, existen riesgos para la salud de las personas durante su manipulación. Además, se ha detectado una **comercialización informal** de las BFU en el norte del país (Regiones I, II y XV), donde se usa el ácido en forma ilegal para la industria de la cocaína.

Estos usos podrían explicar parte del casi 48% del producto con “destino desconocido” (ver tabla precedente).

5.1.2.4 Costos actuales de la gestión de residuos

No se cuenta con precios reales de referencia de la gestión actual de los residuos. Sin embargo, este producto fuera de uso se destaca por su alto valor, por lo que generalmente se paga \$200 o más por kilogramo de batería usada.

5.1.2.5 Iniciativas de gestión integral de residuos

Hay una iniciativa público-privada de CONAMA, con el objetivo de mejorar la gestión de las

²² De acuerdo a los artículos 18 y 90 del Decreto Supremo 148/03.

²³ Fuente: SIDREP

baterías usadas, donde participan importadores, distribuidores, instituciones de recuperación y recicladores.

Por parte de las **empresas privadas** existen los siguientes proyectos:

- Seis empresas de reciclaje de BFU, cinco de ellas operando en la RM y una en la II Región.
- Seis proyectos de reciclaje de BFU en proceso de calificación en el SEIA.
- Hay varios proyectos de acopio y traslado de BFU a centros de proceso en RM.
- Tres rellenos de seguridad que reciben BFU o su fracción peligrosa; uno en la RM y dos en la VIII Región.

5.1.2.6 Proyección de la generación de BFU

En función de la evolución del parque vehicular y de acuerdo a la estimación de la vida útil de las baterías se establece la siguiente proyección de las BFU:

Tabla 23: Proyección de la generación de BFU²⁴

Año	BFU (Unidades)	BFU (ton)
2008	1.450.741	24.663
2015	1.909.076	32.454
2020	2.322.682	39.486

5.1.3 Aspectos Ambientales

5.1.3.1 Análisis del ciclo de vida de las baterías

De acuerdo al análisis del ciclo de vida efectuado para las baterías²⁵, la etapa más crítica corresponde al uso del producto, dado que involucra los mayores consumos de energía, insumos y generación de CO₂. Considerando sólo el último segmento del ciclo, a partir de la generación de las BFU (residuos), la etapa más crítica corresponde a su disposición en “destino desconocido”, dado el muy alto porcentaje que sigue esa vía.

5.1.3.2 Impactos ambientales de las BFU

Las baterías fuera de uso se clasifican como un residuo peligroso, según el reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos (D.S.148/03, artículos 18 y 90), ya que poseen electrolito (ácido sulfúrico) y plomo, por lo que existen riesgos y daños por su gestión inadecuada, entre los que se cuentan:

- El electrolito es corrosivo y el plomo es altamente tóxico para la salud humana y el ambiente. Ambos son clasificados como desechos peligrosos bajo el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos de Desechos Peligrosos y su Eliminación²⁶.
- Se generan impactos ambientales por contaminación de suelo y aguas por el ácido derramado al vaciar los acumuladores y por la dispersión del polvo de plomo por el viento al guardar los acumuladores triturados sin protección.
- Se producen emisiones atmosféricas (por ejemplo, polvo con contenido de plomo, hollín, SO₂, cloruros, dioxinas, etc.) al fundir los desechos de acumuladores, debido a procesamiento de todo el acumulador, incluyendo sus partes orgánicas (caja, separadores de PVC, en los tipos antiguos) o por eliminación inadecuada de gases y vapores durante el proceso de fusión y refinación.

²⁴ Actualmente, el 80% de las baterías contienen electrolito líquido y el 20% gel; la tendencia es un uso creciente de baterías de gel.

²⁵ Se analizó el ciclo de vida a partir del ingreso de las baterías al país.

²⁶ Anexo I (Y31 plomo y compuestos de plomo, Y34-soluciones acídicas o ácidos en forma sólida) y Anexo VIII (A160-residuos de baterías ácidas de plomo, completas o destruidas).

5.1.3.3 Potencial de recuperación de materias secundarias

Tabla 24: Recuperación actual de BFU y potencial de recuperación de materias secundarias (año 2008)

Material	Contenido (ton/ton)	Cantidad total (ton)	Recuperación actual ²⁷ (ton)	Potencial de recuperación (ton)
Plomo	0,65	16.965	8.845	8.120
Electrolito	0,25	6.525	3.402	3.123
Separadores de plástico	0,05	1.305	680	625
Cajas de plástico	0,05	1.305	680	625
Total	1	26.100	13.608	12.492

Observando los datos anteriores, se podrían recuperar sobre 8.000 toneladas de plomo y sobre 1.200 toneladas de plástico, las que actualmente no se están aprovechando de forma adecuada. Considerando que está proyectado prohibir la exportación de los BFU, a estas cifras se debe agregar otro 40% más (proveniente del flujo de recuperación actual), debido al material que comenzaría a ser valorizado en Chile.

5.1.4 Aspectos sociales - Percepción de actores ante la implementación de la REP

De acuerdo a entrevistas efectuadas y un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), los **productores** expresan una visión favorable hacia la implementación de la REP. Su motivación está en cumplir con la legislación vigente respecto a la gestión de residuos peligrosos y poder crear un nuevo mercado interno al prohibir la exportación de BFU, pero también se basa en aspectos de imagen.

Además, se ha detectado seis empresas recuperadoras en el país que están tramitando la autorización de sus plantas en el SEIA y ante el Ministerio de Salud.

Igual como en el caso de los NFU y ALU, de acuerdo a las encuestas de percepción aplicadas a los **consumidores**, un 100% estaría dispuesto a devolver las baterías para que este sistema funcione; el 82% preferiría adquirir productos acogidos a la REP y el 89% estaría dispuesto a pagar entre 1 a 5% adicionales al valor del producto.

5.1.5 Conclusiones del diagnóstico

- Anualmente se generan aproximadamente 1,5 millones de BFU, equivalente a casi 25.000 toneladas o aproximadamente 0,09 BFU/habitante-año.
- En Chile, aproximadamente el 7% de los BFU se valoriza (3% energéticamente y 4% reciclaje) y el 3% se dispone en rellenos de seguridad. Alrededor del 42% se exporta y el 48% de los BFU tiene un “destino desconocido”.
- Los principales impactos ambientales se generan durante la etapa de uso de las baterías, seguido por la etapa de eliminación de las BFU, y se relacionan con las emisiones de CO₂ (cambio climático) y el uso de energía.
- El sector informal juega un rol importante en la recuperación o posterior valorización de las BFU, dado el elevado precio del plomo a nivel nacional e internacional. No obstante, como se trata de un residuo peligroso, existen riesgos para la salud de las personas durante su manipulación.
- Existe una percepción y actitud positiva de parte de los productores, importadores y consumidores acerca de la implementación de la REP.

²⁷ Incluye las BFU actualmente exportadas.

- Existen iniciativas de recuperación de los BFU por parte de los principales productores y de gestores de residuos, que potenciarían la implementación de la REP.

5.2 Evaluación de los impactos

A continuación, se evalúan los impactos ambientales, sociales y económicos asociados a la implementación de la REP para BFU en Chile.

5.2.1 Definición de escenarios y metas de recuperación de BFU

5.2.1.1 Sistema supuesto de recogida, acopio y transporte

Para la evaluación de los impactos se supone²⁸:

- A nivel local, ya existe un **sistema de entrega, recambio y acopio local** de los BFU a través de talleres mecánicos, servitecas y distribuidores locales. No obstante, se estima que la mayoría de las instalaciones no cumple con el reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos (D.S.148/03), requiriéndose autorizaciones específicamente para el acopio de los BFU. El costo asociado a la adecuación de dichas instalaciones no forma parte de la presente evaluación, dado que éstos ya deberían estar cumpliendo con la normativa.
- Con la implementación de la REP en combinación con la prohibición de la exportación de baterías usadas, cambiará el destino de las mismas, para lo cual se supone la implementación de 15 **centros de acopio centralizados**, un mejoramiento del **sistema de transporte local** y además de un sistema nuevo de **transporte interregional**, todo de acuerdo al D.S.148/03.
- Además, se prevé un **retiro a empresas e instituciones grandes** en caso de grandes cantidades, mediante solicitud telefónica.
- Como medidas complementarias, se considera la posibilidad de **entrega en lugares centrales** (malls, plazas, etc.) y en los **centros de acopio municipales** previstos para las ciudades con más de 100.000 habitantes, en contenedores específicos para BFU.

Tabla 25: Sistemas de recolección, acopio y transporte supuestos para BFU

Nº	Sistema	Descripción
1	Retiro a empresas e instituciones grandes (Solicitud telefónica de grandes cantidades)	Camión con pluma < 10 ton, con chofer entrenado y ayudante. Se supone retiro de baterías dispuestos por el generador en contenedores especiales y transporte hacia el centro de acopio del productor.
2	Entrega en contenedores en lugares estratégicos (plazas, malls, metro, etc.)	Lugar confinado y controlado con contenedor especial, con vigilante entrenada. Retiro mensual en camión pluma de hasta 10 ton, sólo con chofer entrenado, y transporte hacia el centro de acopio del productor.
3	Recambio y acopio en talleres automotrices y servitecas	Se supone que los lugares de acopio de los talleres ya existen, pero que requieren en su mayoría una adecuación al D.S.148/03. Retiro con diferentes tipos y tamaños de camiones adecuados para BFU, con chofer entrenado y ayudante, y transporte hacia centro de acopio del productor.
4	Entrega en centros de acopio municipales	Centros de acopio (junto a otros residuos), con contenedores especiales para ResPel y una persona entrenada compartida. Transporte como en Ítem Nº 2.
5	Entrega en centros de acopio del productor	Galpón de acopio en cada región con contenedores especiales, con 4 personas entrenadas. Transporte en camión > 20 ton para BFU a destino final.

²⁸ Ver también supuestos en capítulo 2 "Esquema de evaluación".

5.2.1.2 Destinos supuestos para los residuos recogidos

Para la evaluación de los impactos se supone lo siguiente²⁹:

- **Prohibición de la exportación:** Se supone la valorización del cien por ciento dentro del país.
- **Valorización:** El cien por ciento de las BFU será procesada en las dos plantas de reciclaje existentes y autorizadas en Calama (RAM) y San Antonio (TECNOREC), que cuentan con suficiente capacidad para procesar la totalidad de las BFUs generados en Chile.
- **Destinos de materiales recuperados:** El plomo recuperado y refinado se comercializa como materia prima en el extranjero o mercado interno; el plástico se lava y recicla en el mercado interno; el electrolito se neutraliza, la escoria y los otros residuos se disponen en rellenos autorizados.

Figura 8: Destinos supuestos para los BFU recogidos



Fuente: Elaboración propia, ECOING³⁰

²⁹ Ver también supuestos en capítulo 2 “Esquema de Evaluación”.

³⁰ Porcentajes de recuperación basados en entrevistas con empresas recicladoras.

5.2.1.3 Escenarios y metas de recuperación de BFU

Tomando en cuenta las consideraciones y supuestos anteriores, y lo expuesto en el capítulo 2 “Esquema de evaluación”, se determinaron los siguientes escenarios y metas de recuperación para la evaluación de los impactos³¹:

Tabla 26: Balance de masa de las BFU, según escenario y metas de recuperación

BFU	Valor base	Escenario 1		Escenario 2	
	2008	2015	2020	2015	2020
Datos base					
Total BFU (ton)	26.100	32.454	39.486	32.454	39.486
Recuperación proyectada					
Meta de recuperación (%)	-	60	75	70	90
BFU recogidos (N°)	800.000	1.145.500	1.742.050	1.336.360	2.090.500
BFU recogido (ton)	13.608	19.480	29.620	22.720	35.540
Destino desconocido (ton)	12.492	12.974	9.866	9.734	3.946
Destinos supuestos de BFU recogido					
Plantas de reciclaje existentes (ton)	1.816	19.480	29.620	22.720	35.540
Recuperación de principales materias primas secundarias					
Plomo recuperado (ton)	690	10.130	15.402	11.814	18.481
Plástico recuperado (ton)	0	1.753	2.666	2.045	3.199
Residuos a relleno seguridad (ton)	1.126	3.896	5.924	4.544	7.108
Residuos a relleno industrial (ton)	0	3.701	5.628	4.317	6.753

Nota: Se supone que las BFU actualmente exportadas serán recicladas a futuro en las plantas de Chile, dado que está prohibida su exportación.

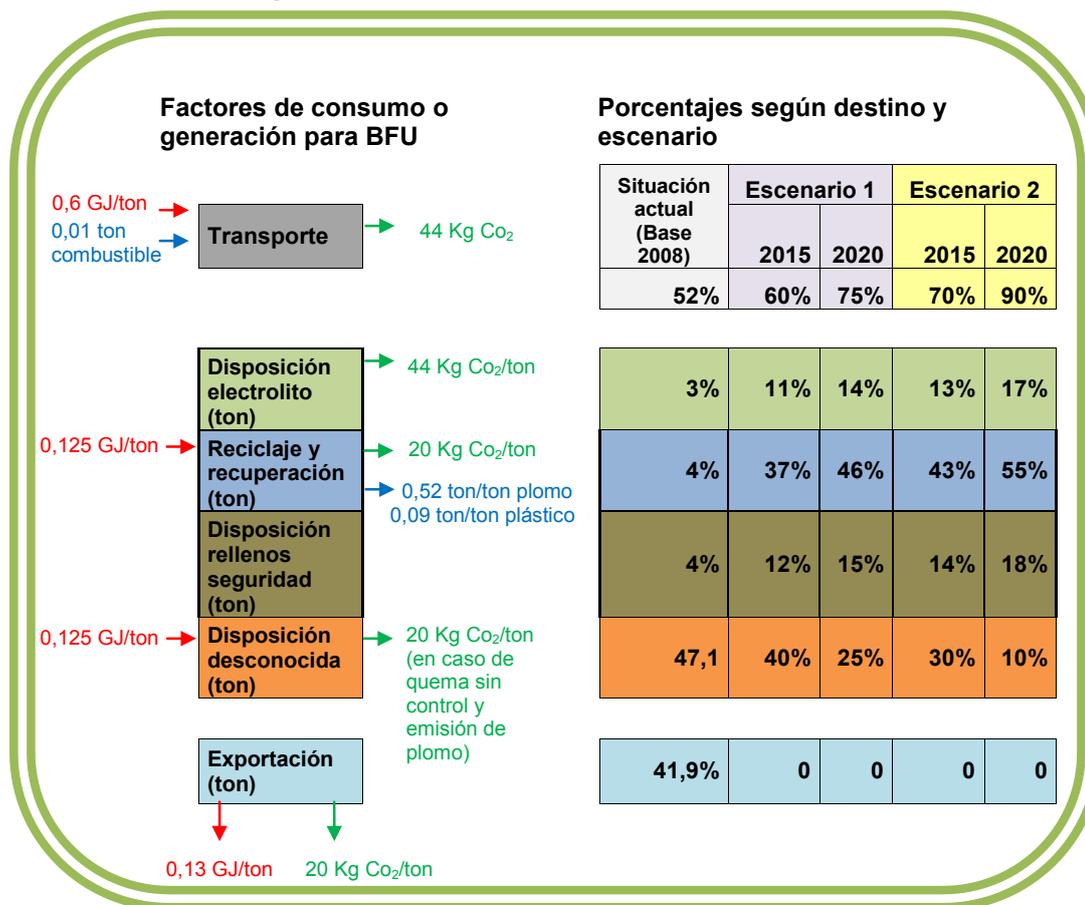
5.2.2 Impactos Ambientales

5.2.2.1 Análisis del ciclo de vida

Aplicando los datos del balance de masa en el análisis del ciclo de vida de las BFU, se obtienen los siguientes resultados para energía (GJ), emisión de dióxido de carbono (ton CO₂) y la generación de productos y residuos (ton) por tonelada de las BFU recuperados:

³¹ Los escenarios y metas de recuperación se consensuaron con productores, empresas gestores de residuos, CONAMA y otros actores.

Figura 9: Análisis del ciclo de vida de las BFU



Respecto a la emisión de dióxido de carbono relacionado con la disposición final de las BFU en destinos desconocidos, se aplica el supuesto que estas son quemadas sin control.

5.2.2.2 Recuperación de materia prima secundaria

De acuerdo al análisis anterior, se proyecta un cambio importante en el sistema de eliminación actual de las BFU, rebajándose el “destino desconocido” (47%) más la actualmente exportada (42%), es decir un 89%, a no más de un 25% en el escenario 1 y a no más de un 10% en el escenario 2. Además, se reintegra una cantidad importante de plomo y plástico al mercado de materias primas, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 27: Recuperación de materia prima secundaria por valorización de BFU

BFU	Situación actual (2008)	Escenario 1		Escenario 2	
		2015	2020	2015	2020
Reciclaje (ton)	1.326	19.480	29.620	22.720	35.540
Plomo recuperado (ton)	690	10.130	15.402	11.814	18.481
Plástico reciclado (ton)	0	1.753	2.666	2.045	3.199

5.2.2.3 Variación en el uso de energía

Tabla 28: Ahorro de energía por valorización de BFU

BFU	Situación actual (2008)	Escenario 1		Escenario 2	
		2015	2020	2015	2020
Ahorro indirecto de energía por recuperación de plomo (GJ)	5.063	99.979	152.022	116.608	182.405

El proceso de **recuperación y reciclaje de plomo** permite ahorrar 9,87 GJ³² por cada tonelada que es retornada al ciclo de uso. Al año 2020, para el escenario 1 implicaría un ahorro de casi 150.000 GJ y 180.000 GJ en el escenario 2.

5.2.2.4 Variación en la generación de dióxido de carbono

Tabla 29: Reducción de emisiones de CO₂ por valorización de BFU

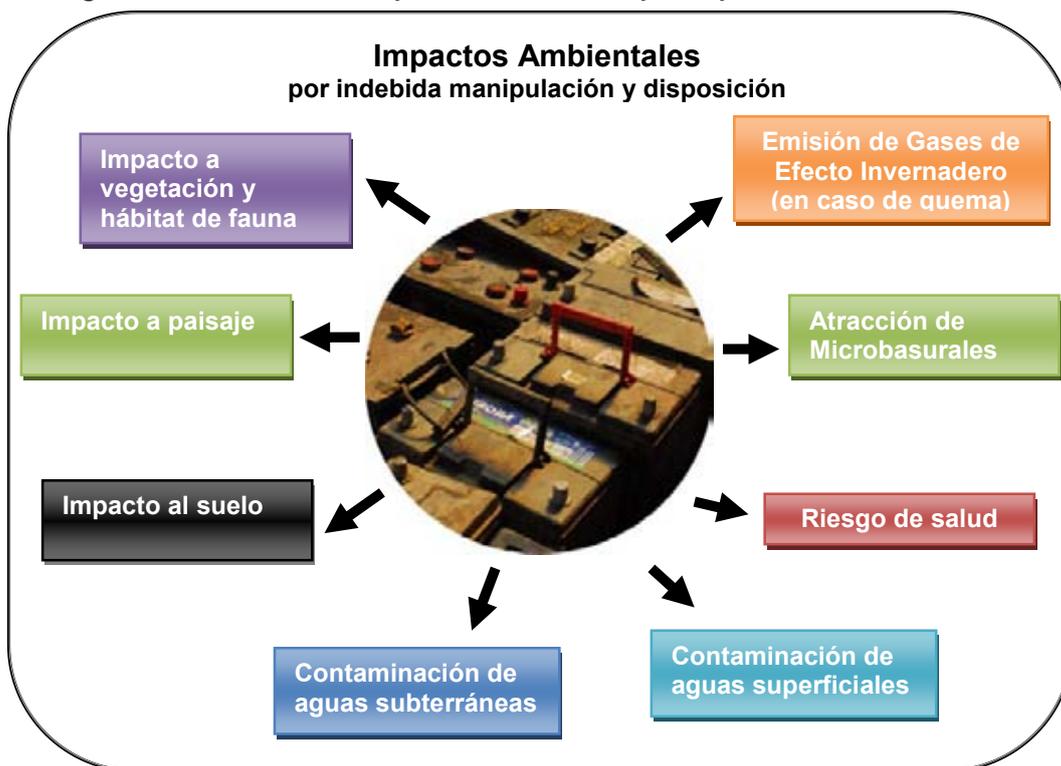
Baterías	Situación actual (2008)	Escenario 1		Escenario 2	
		2015	2020	2015	2020
Reducción de emisiones indirectas de CO₂ por recuperación de plomo (ton)	1.111	16.309	24.798	19.021	29.754

El reciclaje de **plomo** permite la reducción de 1.610 kg de CO₂¹³ por tonelada. Para el escenario 1 esto implica reducir 24.800 toneladas de CO₂ al año 2020 y para el escenario 29.700 toneladas de CO₂.

5.2.2.5 Otros impacto ambientales

La implementación de la REP disminuye además los siguientes impactos ambientales:

Figura 10: Reducción de impactos ambientales por implementación de la REP

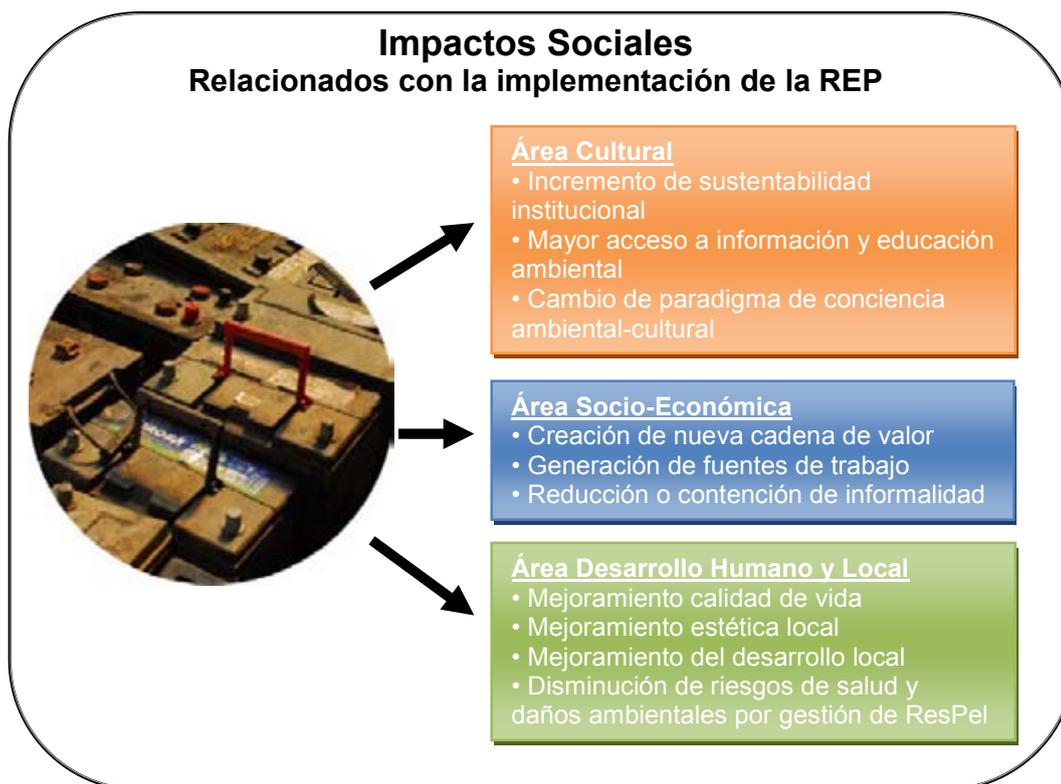


5.2.3 Impactos Sociales

En la siguiente figura se identifica los principales impactos sociales relacionados con la implementación de la REP para BFU.

³² Fuente: BIRD 2008

Figura 11: Resumen de los impactos sociales



En el **Área cultural**, los principales impactos asociados a la implementación de la REP son:

- Cambio de **mentalidad y hábitos en los consumidores**: Elección de productos eco-etiquetados; disciplinamiento y compromiso con la REP (entrega y recambio de baterías en talleres especializados, en puntos de acopio o al recolector especializado, siempre y cuando cuenten con autorización para residuos peligrosos).
- Instalar el tema en la **agenda pública** y en los **medios de comunicación masivos**.
- Cambio de **mentalidad de grupos empresariales**: Compromiso con la sustentabilidad, haciéndose responsable de un adecuado manejo de los residuos asociados a sus productos; fomento de la comercialización de productos de mejor calidad y duración basado en un ecodiseño; creación de una estrategia sustentable común; incorporación de su rol como educador y responsabilidad social-empresarial.

En el **Área socio-económica** y con la implementación de la REP se generan los siguientes impactos:

- **Beneficios socioeconómicos directos**: Con la implementación de la REP en combinación con la prohibición de la exportación de las baterías usadas, se espera un fuerte fortalecimiento de las dos empresas de reciclaje de baterías existentes. Dado que se trata de un residuo peligroso, se requiere una adecuación de los lugares de entrega-recambio en los talleres mecánicos, servitecas y lugares de venta; la creación de nuevos centros de acopio centralizados asociados al productor, una formalización del sistema de transporte local; la implementación de un sistema de transporte interregional, además de la creación de otras medidas complementarias. Todo lo anterior crea una nueva cadena de valor, que crea nuevos empleos y formaliza fuentes de trabajo ya existentes (mediante capacitaciones acorde al D.S.148/03). Además, se crea un nuevo rubro de transporte desde las plantas recicladoras hasta los destinatarios finales que aprovechan los materiales recuperados (plomo y plástico). Para el **sector informal** (reciclador primario) existe la posibilidad de que se incorpore a las actividades de retiro y transporte, siempre y cuando cuenten con medios de transporte adecuados y una capacitación formal certificada. También está considerada la participación de los **Municipios** a través de los centros de

acopio previstos para las ciudades con más de 100.000 habitantes, no obstante se estima que la gran mayoría de las BFU será recolectada directamente por el sector privado.

- **Beneficios socioeconómicos indirectos:** Disminución de los riesgos a la salud de las personas, minimización de los impactos ambientales y liberación de recursos económicos, debido a la implementación de un adecuado servicio de manejo de residuos (acorde al D.S.148; por ejemplo se evitaría el derrame del ácido electrolito y el contacto directo de las personas) y por la comercialización de productos de mejor calidad y mayor vida útil (se supone que la REP implica ecodiseño).
- **Costos socioeconómicos:** Costos por traslado del consumidor y por requerimiento de superficies e instalaciones para el almacenamiento de las BFU en talleres automotrices, servitecas, acopios de privados o municipales. Costos de capacitación/ calificación de personal.

El **Área desarrollo humano y local** plantea como principal impacto y beneficio general a nivel país una elevación de la calidad de vida, de forma directa e indirecta:

- Reducción de **impactos ambientales y a la salud** de las personas, descritos previamente.
- Mejora en la **calidad de vida y desarrollo local**, dada la creación de una nueva cadena de valor de los BFU: generación de empleo, subida de ingresos, satisfacción de necesidades básicas, mejora de condiciones de trabajo, mejora de índices de desarrollo humano y bienestar general.
- Respecto al cumplimiento de las **condiciones de trabajo de acuerdo a los estándares internacionales**, -criterios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)-, cabe destacar que éstas, por lo general, se cumplen en Chile. Es decir, en el país no existirían problemas relacionados con el trabajo infantil o discriminación de minorías, como lo señalan expresamente los dirigentes de recicladores primarios.

5.2.4 Impactos económicos

5.2.4.1 Supuestos de la evaluación

Para la evaluación de los impactos económicos se supone:

- Al momento de recibir las BFU del generador de residuos, se le paga un valor de \$200.000/ton.
- La evaluación se realiza a partir de las condiciones nuevas que impone la aplicación de la REP: A parte del sistema de recogida, acopio y transporte, sólo se considera los impactos asociados a la obtención de plomo refinado, por cuanto la obtención de otros productos, como la recuperación del ácido o de plástico no presenta aún un mercado de referencia con precios y cantidades demandadas que permitan una evaluación objetiva de los flujos económicos asociados. Se supone que estos materiales secundarios se destinan a rellenos industriales y los residuos peligrosos a rellenos de seguridad, con los consiguientes costos de operación asociados. En la medida que se vendan estos materiales los resultados de las evaluaciones económicas que aquí se presentan serán más positivos.
- Costos de transporte: \$20.000/ton en un radio de 150 km en torno a la planta, de \$40.000 entre 150 a 500 km y de \$70.000/ton si es mayor a 500km. A esto se agrega el costo de transporte de las materias primas secundarias de \$10.400/ton.
- Costo de acopio promedio: \$10.000/ton
- Disposición residuos: 1 UF/ton para residuos no peligrosos y 10 UF/ton para ResPel.
- Payback de las inversiones: 6 años, considerando una vida útil de las plantas de 20 años.

- El valor de comercialización de materia prima secundaria: Plomo: US\$1.700/ton³³
- Tipo de cambio considerado: \$500/US\$

5.2.4.2 Empleos brutos asociados a la REP

Para determinar el personal asociado a la implementación de la REP, se supone para ambos escenarios:

- Un sistema de **transporte local** que básicamente ya existe, requiriéndose agregar sólo algunos viajes desde los generadores hacia los centros de acopio. No obstante, debe adecuarse al D.S.148/03 para residuos peligrosos.
- 15 **centros de acopio** del productor.
- **Acopios municipales** en 70 comunas del país en combinación con campañas específicas de recolección.
- Un nuevo sistema de **transporte interregional**, desde los centros de acopio hacia las plantas de reciclaje.
- 2 **plantas de reciclaje** existentes.
- Un nuevo servicio de **transporte de los productos** desde las plantas trituradoras.

Tabla 30: Empleos brutos adicionales asociados a la REP

Ítem	Escenario 1		Escenario 2	
	2015	2020	2015	2020
Transporte local	2	3	2	4
Transporte interurbano	7	11	8	14
Acopios del Productor	60	60	60	60
Personal municipal	70	70	70	90
Planta de separación y refinación	30	30	30	30
Transporte productos	3	4	6	10
Total empleo	172	178	176	208

5.2.4.3 Costos Económicos

Basado en lo anterior, se han determinado los siguientes costos para las **plantas recicladoras**:

- Considerando que la capacidad de las dos plantas existentes es suficiente para reciclar la totalidad de las BFU generados, se ha estimada la misma **inversión** para ambos escenarios, independiente de sus metas de recuperación: \$8.500 millones, con una vida útil de las instalaciones de 20 años.
- La diferencia entre ambos escenarios resulta en la **capacidad ociosa** que operan ambos sistemas: En el escenario 1 sería de un 51% al 2015 y de un 26% al 2020, mientras en el escenario 2 sería de un 43% y un 11%, respectivamente.
- El **costo fijo de depreciación** de equipos e instalaciones asciende a \$10.100 por tonelada instalada de capacidad de procesamiento, en ambos escenarios.
- Los **costos de operación** unitarios considerados del proceso de reducción de los componentes ascienden a \$170.000 por tonelada, e incluyen los insumos, la mantención, la mano de obra y la depreciación de las instalaciones.
- A lo anterior se agregan los **pagos por BFU** recibida (calculado con \$200.000/ton) y los costos **de recogida, transporte y acopio**, que ascienden en conjunto a \$240.400 por

³³ Fuente: London Metal Exchange (LME), valor promedio del año 2009, lo que corresponde a una valor conservador.

tonelada, lo que en este caso incluye además el costo asociado al transporte de los productos refinados.

5.2.4.4 Resultados de la evaluación económica

Considerando los actuales valores de comercialización del plomo (calculado con US\$ 1.700/ton), el margen de operación resultante asciende a \$32.400 por tonelada, en ambos escenarios.

En el **escenario 1** se obtiene una rentabilidad económica de 7,4% anual al 2015, con una capacidad ociosa de 51%. De acuerdo a la reducción de la capacidad ociosa al 2020 a un 26%, la rentabilidad se eleva al 11,2%.

En el **escenario 2** se logra una rentabilidad económica de 8,7% anual al 2015, con una capacidad ociosa de 43%. De acuerdo a la reducción de la capacidad ociosa al 2020 a un 11%, la rentabilidad se eleva al 13,6%.

Como se puede observar, las rentabilidades del escenario 1 se incrementan en la medida que se adopte metas más elevadas de recuperación. No obstante, en la medida que la meta de recuperación es más exigente, se verán afectados los costos medios de transporte debido a la necesidad de acceder a BFU que se encuentren más alejadas de las plantas recicladoras. Se estima que si es necesario recurrir a distancias largas, el impacto de ese costo marginal se reflejaría en una disminución de 12% del margen unitario de operación estimado.

A modo de síntesis, la implantación de la REP desde la perspectiva económica tendrá beneficios en términos de la introducción de nuevas líneas productivas que generan valor.

Tabla 31: Síntesis comparativa - impactos económicos

Ítem	Escenario 1		Escenario 2	
	2015	2020	2015	2020
Inversión, millones de \$	8.500	8.500	8.500	8.500
Rentabilidad, % anual	8%	11,0%	8,7%	13,6%
Empleo asociado, N°	172	178	176	208
Aporte al PIB, millones de \$		1.360		1.555
Impacto aumento del precio del producto, \$	0	0	0	0

5.2.4.5 Impactos en precios de los productos

Dado que se genera una rentabilidad de la inversión que supera el 11% en todos los escenarios al 2020, se puede asumir que no habrá modificaciones en los precios de los productos nuevos. Esto a partir del supuesto de que toda la producción de las plantas se puede vender en el mercado interno o exportar.

5.2.5 Resumen de los impactos

En términos generales se puede concluir que la implementación de la REP bajo los escenarios evaluados es **factible de realizar** y que los **impactos resultantes se evalúan como positivos**.

Tabla 32: Resumen de Impactos por escenario al año 2020

Impactos	Unidad/ Año	Escenario 1 Año 2020	Escenario 2 Año 2020
Datos base			
Meta de recuperación	%	75	90
Meta de recuperación	ton	29.620	35.540
Capacidad neta requerida de plantas	ton	Plantas existentes	Plantas existentes
Impactos ambientales			
Recuperación de materia prima: Plomo	ton	15.402	18.481
Recuperación de materia prima: Plástico	ton	2.666	3.199
Ahorro indirecto de energía (producción desde material reciclado)	GJ	152.022	182.405
Reducción indirecta de Gases de Efecto Invernadero (producción desde material reciclado)	ton CO ₂ eq	24.798	29.754
Impactos positivos (no cuantificables)		Reducción de: microbasurales, impactos a suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje, riesgos a la salud	
Impactos negativos (no cuantificables)		No se detecta	
Impactos sociales			
Empleos brutos generados	Nº	178	208
Impactos positivos (no cuantificables)		Fortalecimiento del mercado, aumento renta empresarial, creación de empleo, mejoras laborales, aporte al PIB, adecuado manejo de residuos garantizado, reducción riesgo a salud, imagen país	
Impactos negativos / Costos socioeconómicos (no cuantificables)		Compromiso de entrega del consumidor (cambio de hábito), acopio autorizado para residuos peligrosos, costos operacionales de municipios, esfuerzo de educación ambiental, capacitación de personal, dependencia del mercado de materiales recuperados, riesgos financieros	
Impactos económicos			
Inversión requerida en plantas de reciclaje	MM\$	Capacidad existente	Capacidad existente
Aporte al PIB (MM\$)	MM\$	1.360	1.555
Aumento en precio del producto nuevo	\$	0	0

Traduciendo las cifras de la evaluación de impactos en elementos más concretos, se puede decir que la aplicación de la REP respecto a las BFU en condiciones del Escenario 1 al año 2020, implicaría anualmente:

- Reducir en más de 3.300 m³ las baterías acumuladas y manejadas inadecuadamente, lo que equivale a la cancha de fútbol del Estadio Nacional³⁴ llena con baterías a una altura de casi un metro.

Lo anterior disminuye considerablemente los impactos por riesgo de contaminación de aguas y suelos, riesgo a la salud y atracción de microbasurales.

- Dejar de producir más de 15.000 toneladas de plomo con todos los costos asociados que tiene la extracción minera, su refinación, producción y transporte.
- Iniciar la recuperación del plástico de las baterías desde 0 a más de 2.500 toneladas anuales.
- Reducir el consumo de energía convencional en 150.000 GJ hasta el año 2020, equivalente al consumo de cerca de 3,84 millones de litros de combustible o a lo que consumen más de 1.500 automóviles en un año.
- Reducir la emisión de CO₂ en 24.800 toneladas hasta el año 2020, equivalente a lo que consumen casi 83.000 árboles adultos.
- Generar 178 nuevas fuentes permanentes de trabajo, de las cuales al menos el 70% es trabajo calificado.
- Aportar de \$1.360 millones de pesos por año al PIB de Chile.

5.3 Recomendaciones para la implementación de la REP

Para la dictación del marco legal y la implementación de la REP para las BFU, se **recomienda**:

- Establecer un marco legal que compatibiliza la gestión y las responsabilidades mencionadas en el Decreto 148/03 sobre residuos peligrosos.
- Especificar quién y cómo responder a los “residuos históricos”, anteriores a la implementación de la REP, y los “residuos huérfanos”, cuyo productor no es identificable.
- Considerar la importancia de normar la calidad de las baterías que ingresen al mercado nacional, dado que traerá aparejado un aumento en su vida útil y, por ende, un menor flujo de residuos.
- Normar la información a usuarios respecto a los componentes y partes de las baterías, su manejo y entrega adecuados. Considerar en este contexto el etiquetado de las baterías.

³⁴ Superficie: 105 m x 68 m



6 ACEITES Y LUBRICANTES USADOS (ALU)

6.1 Diagnóstico – Caracterización del producto y gestión de residuos

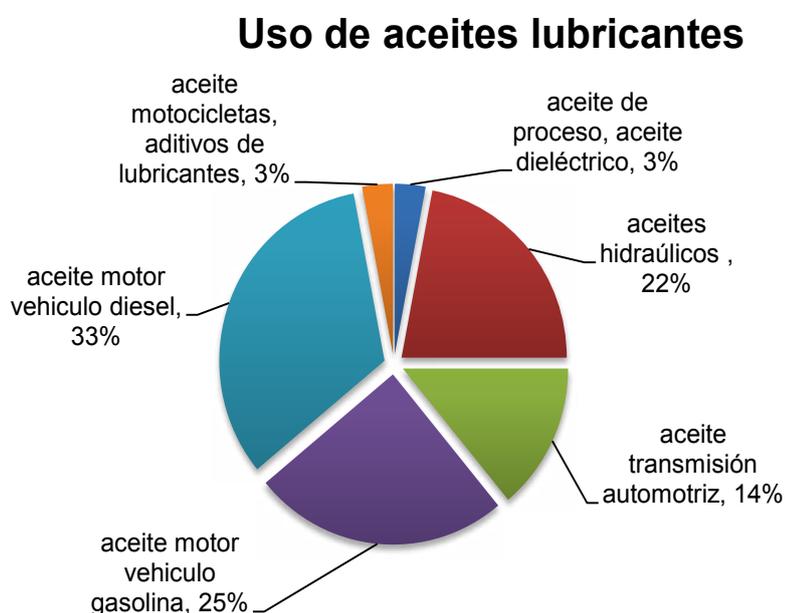
6.1.1 Descripción del producto y su mercado

6.1.1.1 Caracterización del producto

El presente diagnóstico se restringe a aceites lubricantes básicos y a aceites lubricantes terminados.

Durante el año 2008 se importaron sobre 142 mil toneladas de aceites nuevos, de los cuales el 65% correspondió a aceites minerales básicos y el 35% a aceites terminados, para el parque vehicular y área marina, entre otros.

Figura 12: Principales destinos de los aceites lubricantes



Fuente: INE

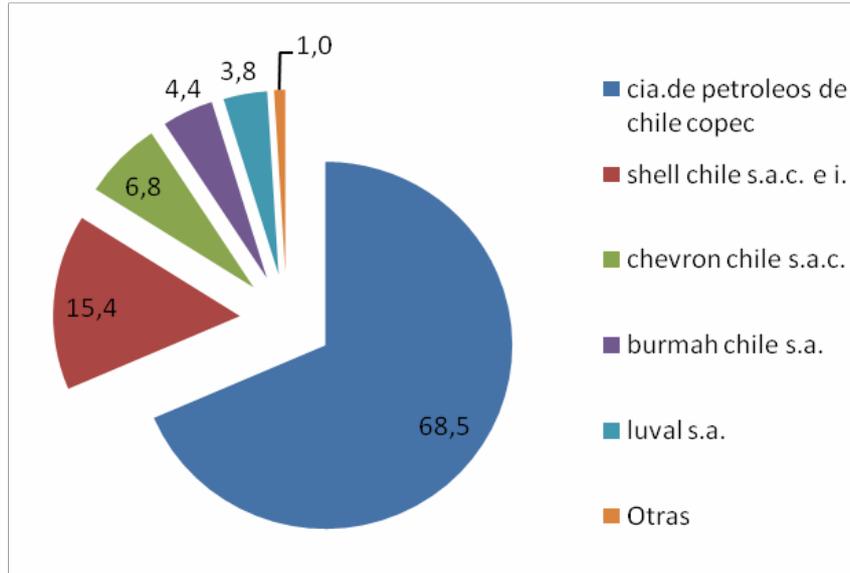
La vida útil promedio del aceite lubricante depende del tipo de motor y la intensidad de su uso. La demanda por aceites lubricantes está ligada principalmente al parque vehicular, la industria pesquera (instalaciones y flota), la industria minera (instalaciones y equipos de movimiento de tierra) y las empresas constructoras³⁵.

6.1.1.2 Organización del mercado

El mercado de aceites lubricantes proviene principalmente de importación y se concentra en pocas empresas, como se observa en las siguientes figuras.

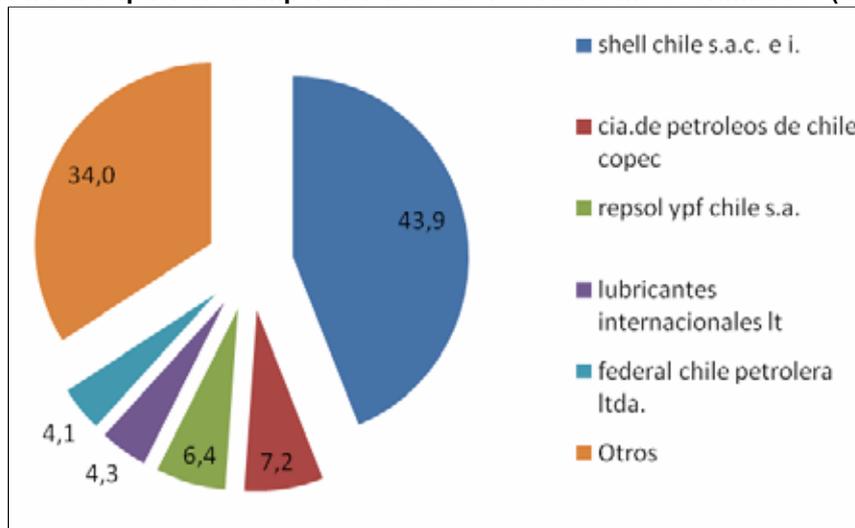
³⁵ Fuente: CONAMA/GTZ 2008

Figura 13: Participación en importación de aceites minerales básicos (año 2008)



Fuente: Servicio Nacional de Aduanas

Figura 14: Participación en importación de aceites lubricantes terminados (año 2008)



Fuente: Servicio Nacional de Aduanas

Existen alrededor de 600 puntos de venta de insumos para vehículos a lo largo del país, que se distribuyen en las regiones en función del parque vehicular. Cabe mencionar que más de un tercio de las estaciones de servicio se encuentra en la Región Metropolitana.

Complementariamente, hay más de 1.000 talleres de reparación de automóviles que realizan cambios de aceite, por lo cual son potenciales puntos de recepción de aceite usado. En la zona Centro Sur (IV a VIII Región) se concentra más del 70% de los talleres de reparación del país, destacando la Región Metropolitana con un 45% del total nacional.

6.1.1.3 Mercado informal

Existe un mercado informal de aceites de relleno, que corresponden a aceites usados filtrados manualmente y que se revenden en talleres automotrices para rellenar el aceite del motor y también para otros fines. No se ha podido cuantificar este mercado, pero se estima que este tipo de uso está disminuyendo, dado que las personas tienden a cuidar su automóvil cada día más.

En todo caso, se estima que la comercialización informal de aceites lubricantes como tal no es relevante en comparación a la venta formal y en vista a la implementación de la REP.

6.1.1.4 Proyección del mercado

La proyección del mercado de aceites lubricantes se realiza a partir de las estimaciones de crecimiento del parque vehicular y datos de importaciones y exportaciones.

Tabla 33: Proyección de consumo de aceites lubricantes en m³/año

Año	Importación	Exportación	Consumo Transporte	Consumo Otros Fines	Consumo Interno Total
2008	141.625	5.390	117.145	19.090	136.235
2015	166.388	8.810	137.625	19.953	157.578
2020	189.102	11.860	151.900	25.342	177.242

6.1.2 Gestión actual de los residuos (ALU)

6.1.2.1 Cantidades y características de los residuos

La cantidad de aceite lubricante usado (ALU) obtenida en el recambio es menor a la del aceite original, debido al consumo que se produce en su uso, lo cual varía en función de su uso: Para los aceites de motor (gasolina y diesel) bordea el 70%, para los aceites de transmisión es cercano al 10% y para los aceites usados en la industria metalmeccánica es del 20%. Para el análisis realizado se consideró una recuperación del 66 % en base al predominio de aceites de motor y fuentes de información internacional³⁶.

En consecuencia, la cantidad de ALU generada, considerando el uso en vehículos, área industrial y marino, es la siguiente:

Tabla 34: Cantidad de aceites usados en Chile (año 2008)

Volumen aceite original	Volumen aceites usados	Masa aceites usados
136.235 m ³	90.188 m ³	72.150 ton

La generación per cápita de los ALU es de 5,4 litros/habitante-año.

6.1.2.2 Manejo actual de residuos

Generalmente, el recambio de aceites se efectúa en talleres especializados, sean éstos externos o propios de los generadores. Estos talleres corresponden entonces al punto crítico del ciclo de vida del producto, dado que la cerca de un 48% de los ALU desaparece en destinos desconocidos.

Las únicas actividades relacionadas con la **recuperación** de aceites y la disminución de estos residuos son:

- Valorización energética: Uso como combustible alternativo y co-incineración en las plantas cementeras.
- Recuperación mediante procesos de re-refinación.
- Valorización en fabricación de explosivos u otros.

³⁶Fuente: www.concawe.be.

Tabla 35: Cantidades y destinos de los ALU en Chile (año 2008)

Residuo	Residuos generados	Reutilización (Re-refinación)	Valorización energética	Explosivos y otros	Destino desconocido
Volumen ALU (m³/año)	90.188	11.724	33.370	1.804	43.290
Masa ALU³⁷ (ton/año)	72.150	9.380	26.696	1.443	34.632
Porcentaje	100%	13%	37%	2%	48%

Fuente: Basado en VÍA LIMPIA COPEC, ASOLUB, 2009 y estadísticas del Servicio de Aduanas

6.1.2.3 Rol del sector informal en la gestión de residuos

El recolector o reciclador primario no juega un rol importante en la gestión del ALU, dado principalmente su dificultad de manipulación, por tratarse de un líquido que es generalmente almacenado en tambores.

Existen algunos servicios informales de camioneros que entregan tambores a empresas que valorizan ALU en forma irregular, por ejemplo mediante la quema como combustible alternativo en calderas y hornos de panaderías, o para su recuperación como fuel-oil para faenas marinas. Además, persiste una gestión indebida de los ALU, como la descarga al alcantarillado, a cursos de agua o bien directamente al suelo, o también su uso como controlador de polvo en caminos. Sin embargo, cada día existe mayor control por parte de las autoridades y conciencia por parte de las personas y empresas, lo cual es beneficioso ante cualquier escenario futuro de la REP.

6.1.2.4 Costos actuales de la gestión de residuos

Actualmente, los ALU se retiran sin costos para los generadores. Los costos actuales de transporte son una variable importante, debido a que la infraestructura de valorización se encuentra principalmente en la RM. El costo de transporte por litro de aceite varía según la región de origen (por ejemplo: \$ 170/L desde la XII región, \$ 140/L desde la XI región, \$ 90 \$/L desde la X región y \$ 70/L desde la VIII región)³⁸.

6.1.2.5 Iniciativas de gestión integral de residuos

Actualmente existe una iniciativa público-privada entre productores asociados a ASOLUB, recicladores, y el Ministerio del Medio Ambiente, con objeto de mejorar la gestión de los aceites usados. A la fecha no existen incentivos específicos, salvo el beneficio económico de la recuperación.

Respecto a las **empresas privadas**, cabe mencionar los siguientes proyectos al 2009:

- Red de retiro de aceites usados de la empresa Copec, a través de "Vía Limpia", mediante 11 oficinas a lo largo del país, sitios de acopio y camiones de transporte autorizado.
- Siete empresas de retiro, transporte y recuperación, operando en las regiones II, V, VIII, IX y RM.
- Cuatro plantas cementeras que utilizan ALU como combustible alternativo (regiones II, III, RM y VII)
- Una empresa de reciclaje para uso en procesos de explosivos en la II región.
- Dos empresas de tratamiento para la elaboración de combustible alternativo, en la RM y II región.
- Seis proyectos de reciclaje actualmente en calificación en el sistema de evaluación de impacto ambiental.
- Una empresa de eliminación para la recepción de la fracción peligrosa, en la VIII región.

³⁷ Densidad: 0,8 ton/m³

³⁸ Fuente: Vía Limpia Copec, 2009

Referente a la gestión del **sector público**, se ha detectado las siguientes iniciativas:

- El municipio de Valdivia considera en su ordenanza aspectos del manejo de aceites y en la región en general preocupa el tema de vertimiento de aceites a cursos de agua. No obstante, en general los Municipios a nivel país no se hacen cargo de la gestión de este tipo de residuos.
- En la XII región, el vertimiento de aceites a humedales es un potencial conflicto y se ha trabajado con una universidad el manejo de este tema.

6.1.2.6 Proyección de la generación de ALU

De acuerdo a las proyecciones de demanda de aceite por recambio en vehículos, maquinarias y usos marinos, y de sus factores de recuperación, se puede estimar la generación de aceites residuales correspondiente al año 2015 y 2020, según lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 36: Proyección de la generación de ALU

Año	ALU (m³)	ALU (ton)
2008	90.188	72.150
2015	104.317	83.453
2020	117.334	93.867

6.1.3 Aspectos Ambientales

6.1.3.1 Análisis del ciclo de vida de los aceites lubricantes usados

De acuerdo al análisis del ciclo de vida efectuado para los aceites lubricantes³⁹, la etapa más crítica corresponde al uso del producto, dado que involucra los mayores consumos de energía, insumos y generación de CO₂. Considerando sólo el último segmento del ciclo, a partir de la generación de los ALU (residuos), la etapa más crítica corresponde a la disposición en “destino desconocido”, dado al alto porcentaje que sigue esa vía.

6.1.3.2 Impactos ambientales de los ALU

Los ALU se clasifican como residuo peligroso, según el DS 148/03, por lo que existen potenciales riesgos y daños por su gestión inadecuada, entre los que se cuentan:

- Un litro de aceite usado genera una mancha de 4.000 m² en la superficie del agua y contamina 1.000.000 litros de la misma, permaneciendo entre 10 a 15 años.
- El vertimiento al suelo genera una película que termina destruyendo el humus vegetal y la fertilidad. Puede existir lixiviación de componentes del aceite y trazas de metales presentes, facilitada en suelos con condiciones ácidas, con riesgo de contaminar napas subterráneas.
- Su disposición en rellenos sanitarios o vertederos detiene los procesos naturales de degradación orgánica presentes, ya que posee un bajo índice de biodegradabilidad y tiende a absorberse en la materia orgánica.
- La utilización directa del aceite residual como combustible puede generar 5 veces más contaminación que la producida por el aceite previamente tratado. La incineración inadecuada de 5 litros de aceite provocaría la contaminación del aire respirable por una persona durante tres años (equivalente a 1 millón de m³).

³⁹ Se analizó el ciclo de vida a partir del ingreso del aceite al país.

6.1.3.3 Potencial de recuperación de materias secundarias

Tabla 37: Recuperación actual de ALU y potencial de recuperación de materias secundarias (año 2008)

Material	Contenido (ton/ton)	Cantidad total (ton)	Recuperación Actual (ton)	Potencial de recuperación (ton)
Aceite	0,94	67.821	35.267	32.554
Agua	0,05	3.608	1.876	1.732
Otros residuos	0,01	722	375	346
Total	1	72.150	37.519	34.632

Observando los datos anteriores, teóricamente se podrían recuperar sobre 32 mil toneladas de aceites; potencial que actualmente no se está aprovechando.

6.1.4 Aspectos sociales - Percepción de actores ante la implementación de la REP

De acuerdo a entrevistas efectuadas y un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), los **productores** expresan una visión favorable hacia la implementación de la REP. Su motivación está en cumplir con la legislación vigente respecto a la gestión de residuos peligrosos, pero también se basa en aspectos de imagen y en estándares internacionales.

Por parte de algunos **gestores de residuos** existe una preocupación por un monopolio empresarial en el ámbito de la recuperación de ALU y se espera regulación del Estado al respecto.

De acuerdo a las encuestas de percepción aplicadas a los **consumidores**, un 100% estaría dispuesto a devolver los aceites para que este sistema funcione; el 74% preferiría adquirir productos acogidos a la REP, aunque sean más caros.

6.1.5 Conclusiones del diagnóstico

- El 52% del total de los ALU se está recuperando adecuadamente mediante procesos de re-refinación y valorización energética.
- El 48% tiene un destino desconocido.
- Los principales impactos ambientales, en cuanto a generación de CO₂ (cambio climático) y uso de energía, se generan en la etapa de uso de los ALU, aún cuando existen impactos negativos hacia el medio en la etapa de eliminación, si no se realiza de manera adecuada.
- Existen iniciativas en proceso de los principales productores y otros actores que potencian la implementación de la REP. Se destaca el caso de Vía Limpia, que recolecta el 52% de sus productos.

6.2 Evaluación de los impactos

A continuación, se evalúan los impactos ambientales, sociales y económicos asociados a la eventual implementación de la REP para ALU en Chile.

6.2.1 Definición de escenarios y metas de recuperación de ALU

6.2.1.1 Sistema supuesto de recogida, acopio y transporte

Para la evaluación de los impactos se supone⁴⁰:

- A nivel del país, ya existe una red de retiro y transporte de más de un 50% de los ALU, asociado a empresas que se han adelantado al principio de la REP. Para la presente evaluación, se supone que el actual sistema se complementa, agregando un total de 6 **bases de operaciones centralizadas**. Tanto el transporte local como el interregional debe cumplir con el D.S.148/03 para ResPel.
- Existe un **sistema de entrega, recambio y acopio local** de ALUs a través de talleres mecánicos, servitecas y distribuidores. No obstante, se estima que la mayoría de las respectivas instalaciones actualmente no cumplen con el D.S.148, requiriéndose autorizaciones específicamente para el acopio. El costo asociado a la adecuación de dichas instalaciones no forma parte de la presente evaluación, dado que éstos ya deberían estar cumpliendo con la normativa.
- Además, se prevé un **retiro a empresas y grandes instituciones** mediante solicitud telefónica, en caso de grandes cantidades, como ya se está efectuando en la mayoría de los casos.

Tabla 38: Sistemas de recolección, acopio y transporte supuestos para ALU

Nº	Sistema	Descripción
1	Retiro a empresas e instituciones grandes (Solicitud telefónica de grandes cantidades)	Camión aljibe > 20 ton, sólo con chofer entrenado. Se supone sistema de succión de los ALU y transporte directo al destino final.
2	Recambio y acopio en talleres automotrices y servitecas	Se supone que los lugares de acopio de los talleres ya existen, pero que requieren en su mayoría una adecuación al D.S.148. Retiro en camión aljibe 5 a 20 ton, con chofer entrenado (se supone sistema de succión de los ALU), y transporte a centro de acopio del productor o directamente al destino final.
3	Entrega en centros de acopio del productor	Base de operaciones (terreno cercado con sector de trasvase ResPel), en cada región para el estacionamiento de camiones aljibes y bombeo de aljibe pequeño a grande, con 4 personas. Transporte en camión aljibe > 20 ton a destino final.

6.2.1.2 Destinos supuestos para los residuos recogidos

Para la evaluación de los impactos se supone los siguientes destinos⁴¹:

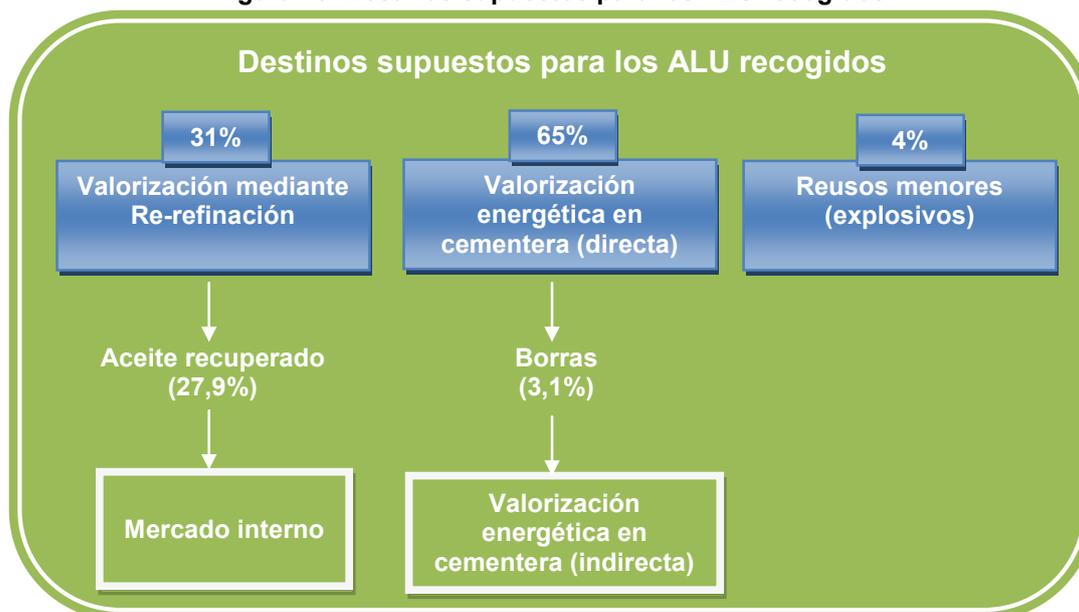
- Los ALU serán valorizados en las plantas ya existentes, dado que cuentan con suficiente capacidad.
- Los principales destinos corresponden a una valorización energética en cementeras, seguido por la valorización mediante re-refinación.
- Para la evaluación, se consideran las plantas en la Región Metropolitana y la II Región (Antofagasta).
- El aceite re-refinado se comercializa como materia prima secundaria en Chile.

Basándose en lo anterior y para efectos de la evaluación, se determinó la siguiente distribución de los destinos para los ALU recogidos.

⁴⁰ Ver también supuestos en capítulo 2 "Esquema de evaluación".

⁴¹ Ver también supuestos en capítulo 2 "Esquema de Evaluación".

Figura 15: Destinos supuestos para los ALU recogidos



6.2.1.3 Escenarios y metas de recuperación de ALU

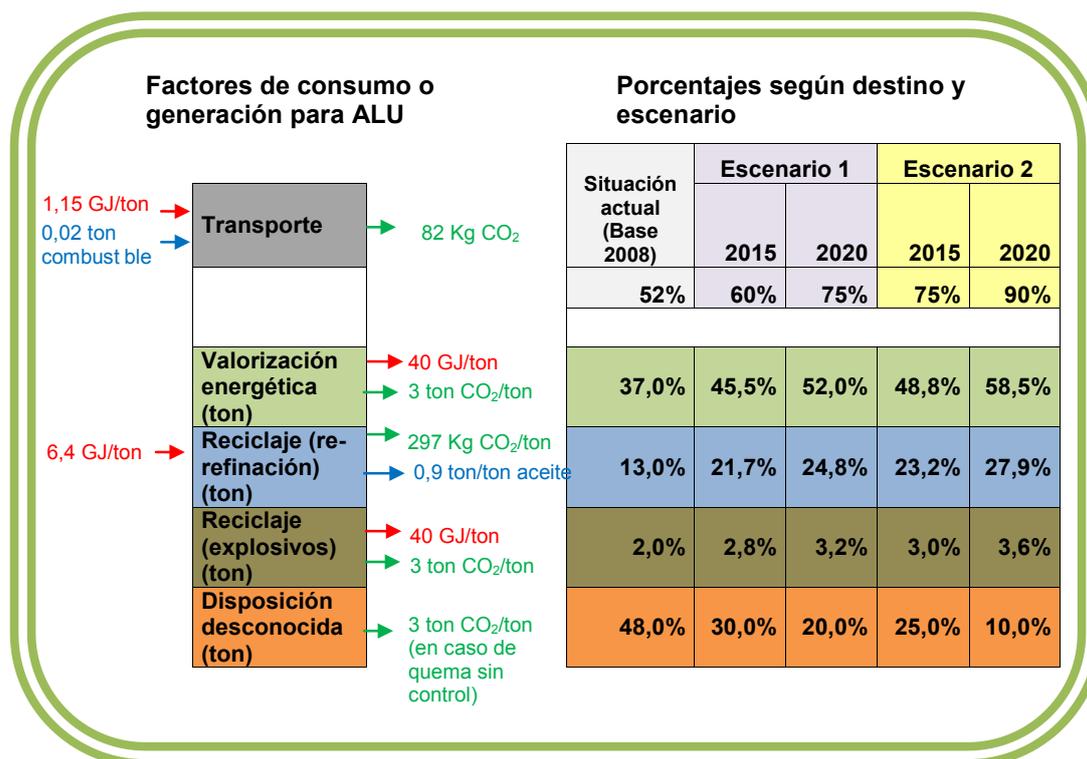
Tomando en cuenta las consideraciones y supuestos anteriores, y lo expuesto en el capítulo 2 “Esquema de evaluación”, se determinaron los siguientes escenarios, metas de recuperación y destinos de los residuos para la evaluación de los impactos⁴²:

Tabla 39: Metas de recuperación y destinos de ALU por escenario

Ítem	Recuperación actual (2008)	Escenario 1		Escenario 2	
		Meta 2015	Meta 2020	Meta 2015	Meta 2020
Metas de recuperación (%)	52%	70%	80%	75%	90%
Cantidades de ALU recogidos (ton)	37.518 ton	58.418 ton	75.094 ton	62.590 ton	84.481 ton
Cantidades de ALU recogidos (m³)	46.898 m ³	73.022 m ³	93.868 m ³	78.238 m ³	105.601 m ³
Destinos proyectados (ton)	<ul style="list-style-type: none"> Valorización energética: 26.696 ton Re-refinación: 9.380 ton Otros usos: 1.443 ton 	<ul style="list-style-type: none"> Valorización energética: 37.971 ton Re-refinación: 18.109 ton Otros usos: 2.337 ton 	<ul style="list-style-type: none"> Valorización energética: 48.811 ton Re-refinación: 23.279 ton Otros usos: 3.004 ton 	<ul style="list-style-type: none"> Valorización energética: 40.684 ton Re-refinación: 19.403 ton Otros usos: 2.504 ton 	<ul style="list-style-type: none"> Valorización energética: 54.913 ton Re-refinación: 26.189 ton Otros usos: 3.379 ton

⁴² Los escenarios y metas de recuperación se consensuaron con productores, empresas gestores de residuos, Ministerio del Medio Ambiente y otros actores.

Tabla 40: Balance de masa por destino de ALU y escenario



6.2.2 Impactos Ambientales

6.2.2.1 Análisis del ciclo de vida

Aplicando los datos del balance de masa en el análisis del ciclo de vida de los ALU, se obtienen los siguientes resultados para energía (GJ), emisión de dióxido de carbono (ton CO₂) y la generación de productos y residuos (ton) por tonelada de ALU recuperado:

Respecto a la emisión de dióxido de carbono relacionado con la disposición final de los ALU en destinos desconocidos, se aplica el supuesto que estos son quemados sin control.

6.2.2.2 Recuperación de materia prima secundaria

De acuerdo al análisis anterior, se proyecta un mejoramiento importante en el sistema de eliminación actual de los ALU, rebajándose el “destino desconocido” desde 48% a 20% en el escenario 1 y a 10% en el escenario 2. Además, se reintegra una cantidad importante de aceite al mercado de materias primas, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 41: Recuperación de materia prima secundaria por valorización de ALU

ALU	Situación actual (2008)	Escenario 1		Escenario 2	
		2015	2020	2015	2020
Reciclaje mediante re-refinación (ton)	9.380	18.109	23.279	19.403	26.189
Aceite recuperado (ton)	8.442	16.299	20.951	17.463	23.570

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Otro material potencial de reusar son las **borras** del proceso de re-refinación, las que se envían a instalaciones de coíncineración para ser valorizadas como combustible alternativo, cerrando el ciclo de recuperación del residuo.

6.2.2.3 Variación en el uso de energía

Tabla 42: Ahorro de energía por valorización de ALU

ALU	Situación actual (2008)	Escenario 1		Escenario 2	
		2015	2020	2015	2020
Ahorro directo de energía por valorización energética (GJ)	1.125.541	1.612.326	2.072.597	1.727.492	2.331.672
Ahorro indirecto de energía por recuperación de aceite (GJ)	11.930	23.035	29.610	24.680	33.312

Fuente: Elaboración propia, ECOING

La **valorización energética de los ALU** permite un importante ahorro de energía (combustible alternativo), estimado al año 2020 en más de 2 millones de GJ en el escenario 1 y más de 2,3 millones de GJ en el escenario 2.

Respecto a la **recuperación de aceites por re-refinación** se puede ahorrar 141 GJ⁴³ por cada tonelada reciclada, llegando al año 2020 a 29.600 GJ en el escenario 1 y a 33.000 GJ en el escenario 2.

6.2.2.4 Variación en la generación de dióxido de carbono

Tabla 43: Reducción de emisiones de CO₂ por valorización de ALU

ALU	Situación actual (2008)	Escenario 1		Escenario 2	
		2015	2020	2015	2020
Reducción de emisiones indirectas de CO ₂ por recuperación de aceite (ton)	25.325	48.896	62.854	52.388	70.710

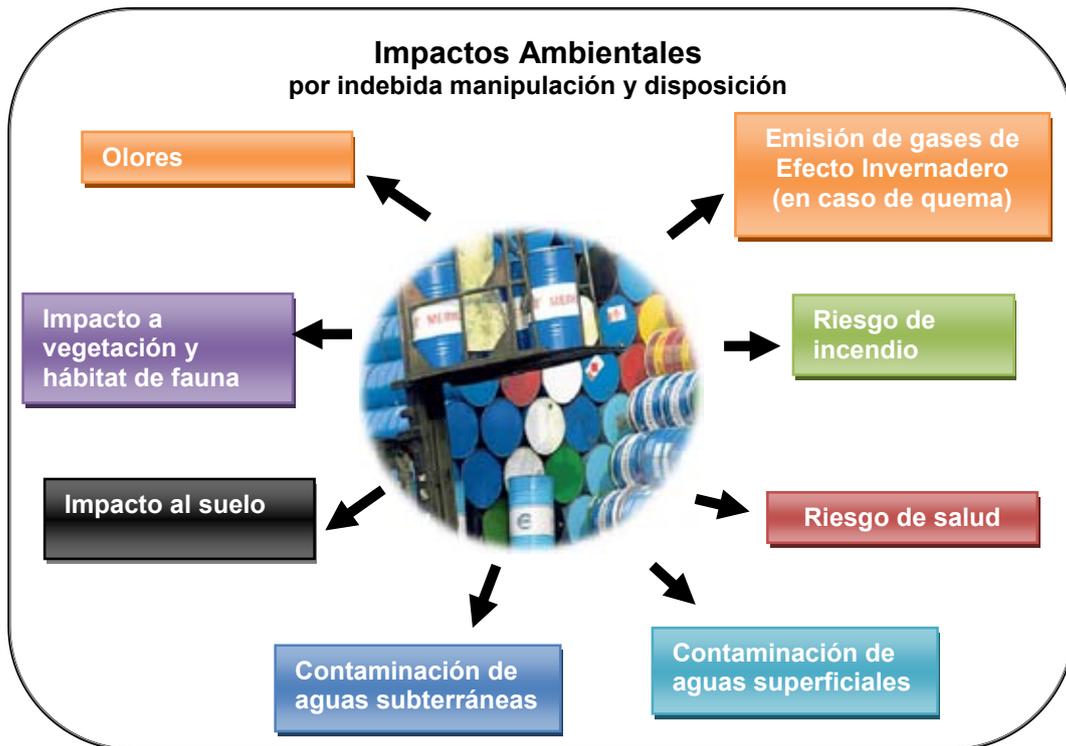
La recuperación del aceite mediante **re-refinación** reduce las emisiones indirectas al año 2020 en casi 63.000 ton CO₂ en el escenario 1 y 70.700 ton CO₂ en el escenario 2. En el caso de la valorización energética, la reducción de emisión de CO₂ es prácticamente cero, ya que se trata de un cambio de un combustible por otro.

6.2.2.5 Otros impactos ambientales

La implementación de la REP disminuye además los siguientes impactos ambientales:

⁴³ EPA R831521- 2006 LCA of biolubricants for aluminum rolling

Figura 16: Reducción de impactos ambientales por implementación de la REP



6.2.3 Impactos sociales

En la siguiente figura se identifica los principales impactos sociales relacionados con la implementación de la REP para ALU.

Figura 17: Resumen de los impactos sociales



En el **Área cultural**, los principales impactos asociados a la implementación de la REP son:

- Cambio de **mentalidad y hábitos en los consumidores**: Elección de productos eco-etiquetados; disciplinamiento y compromiso con la REP (entrega y cambio de aceites en talleres o puntos de acopio especializados y certificados).
- Instalar el tema en la **agenda pública** y en los **medios de comunicación masivos**.
- Cambio de **mentalidad de grupos empresariales**: Compromiso con la sustentabilidad a haciéndose responsable de un adecuado manejo de los residuos asociados a sus productos; fomento de la comercialización de productos de mejor calidad y duración basado en un criterios ambientales creación de una estrategia sustentable común; incorporación de su rol como educador y responsabilidad social-empresarial. A este respecto, se observa una clara voluntad de mejorar la imagen ambiental de las empresas como una estrategia de marketing “verde”.

En el **Área socio-económica** y con la implementación de la REP se generan los siguientes impactos:

- **Beneficios socioeconómicos directos**: Los destinatarios, especialmente las **empresas de re-refinación y valorización de ALU**, verán asegurado su mercado, y se creará una nueva cadena de valor, incluido un nuevo sistema de recogida, acopio y transporte acorde con las exigencias de una adecuada gestión de residuos peligrosos, generando nuevas fuentes de trabajo. Los **talleres automotrices y servitecas** se verán beneficiados en cuanto a la regularización de las actividades de almacenamiento y retiro de los ALU, además de la posibilidad de certificación de calidad del aceite. Los **importadores o productores** podrán contar con un mercado regularizado, aumento de la renta empresarial, oportunidades de ampliar sus cadenas de distribución y transporte generando empleos calificados y una buena imagen corporativa.
- **Beneficios socioeconómicos indirectos**: Disminución de los riesgos a la salud de las personas, minimización de los impactos ambientales y liberación de recursos económicos, debido a la implementación de un adecuado servicio de manejo de residuos acorde al D.S.148/03 (por ejemplo se evita limpieza de sitios contaminados). Para los **grandes consumidores y servitecas/talleres**, se evitan costos asociados a una inadecuada manipulación y disposición de los ALU que implican riesgos a la salud de sus propios trabajadores y el eventual saneamiento de sitios contaminados. Cabe considerar como beneficio indirecto, la regularización de situaciones de **uso ilícitos de los ALU**, lo que implica el tender a eliminar destinos no controlados, tales como hornos de panaderías, calderas y un eventual mercado irregular de recuperación de aceites como fuel-oil para faenas marinas.
- **Costos socioeconómicos**: Costos por requerimiento de superficies e instalaciones para el almacenamiento de ALU en talleres automotrices o servitecas; aunque se estima que la gran mayoría ya las tiene incorporadas.

El **Área desarrollo humano y local** plantea como principal impacto y beneficio general a nivel país una elevación de la calidad de vida, de forma directa e indirecta:

- Reducción de **impactos ambientales y a la salud** de las personas, descritos previamente.
- Mejora en la **calidad de vida y desarrollo local**, dada la creación de una nueva cadena de valor de los ALU: Generación de empleo, subida de ingresos, satisfacción de necesidades básicas, mejora de condiciones de trabajo, mejora de índices de desarrollo humano y bienestar general.
- Respecto al cumplimiento de las **condiciones de trabajo de acuerdo a los estándares internacionales**, -criterios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)-, cabe destacar que éstas, por lo general, se cumplen en Chile. Es decir, en el país no existirían problemas relacionados con el trabajo infantil o discriminación de minorías, como lo señalan expresamente los dirigentes de recicladores primarios.

6.2.4 Impactos económicos

6.2.4.1 Supuestos de la evaluación

Para la evaluación de los impactos económicos se supone:

- Al generador de residuos no se le cobra ni se le paga por retirar sus ALU.
- La evaluación se realiza a partir de las condiciones nuevas que impone la aplicación de la REP. Aparte de una extensión del sistema de recogida, acopio y transporte, sólo se consideran los impactos asociados a la valoración energética y a la re-refinación, que tienen suficiente capacidad instalada para procesar la totalidad de los ALU.
- Dado que las plantas existentes tienen suficiente capacidad, no se ha contemplado inversiones adicionales necesarias para el cumplimiento de las metas más exigentes al 2020.
- Al entregar los ALU en su destino, las empresas pagan un valor medio de \$160.000/ton⁴⁴ en caso de la re-refinación y de \$87.500/ton⁴⁵ en caso de la valoración energética, considerando los precios de energéticos competitivos como el carbón sub-bituminoso y el pet coke.
- El costo unitario de transporte para un radio de hasta 500 km es de \$40.000/ton. Si el radio se amplía a más de 500 km, el costo unitario es de \$70.000/ton.
- Disposición Residuos: \$36.100/ton procesada de ALU.

6.2.4.2 Empleos brutos asociados a la REP

Para determinar el personal asociado a la implementación de la REP, se supone para ambos escenarios:

- El empleo indirecto se vincula a servicios de **transporte** local e interregional involucrados, con logística actualmente en operación, la que sería utilizada de manera más intensa.
- Además, se ha considerado instalar 6 **bases de operaciones** adicionales para poder lograr las metas.
- Los empleos directos están vinculados a la re-refinación, actualmente operando, y como tal con capacidad suficiente para no requerir de inversiones adicionales según las metas establecidas. Por ende, estos empleos no se consideran como un beneficio de la REP.

Tabla 44: Empleos brutos adicionales asociados a la REP

Ítem	Escenario 1		Escenario 2	
	2015	2020	2015	2020
Transporte local	4	5	5	6
Transporte interurbano	6	7	7	8
Centros de acopio del Productor	24	24	24	24
Total empleo	34	36	36	38

6.2.4.3 Costos Económicos

El margen neto de operación resultante en la **re-refinación** asciende a \$11.000/ton, con lo cual se obtiene una rentabilidad económica de 17% anual promedio sobre el margen bruto vinculado a la adquisición de los ALU. Basado en lo anterior, se genera un valor neto anual por casi 250 millones de pesos al 2020.

Mientras, la **valoración energética** genera una pérdida estimativa de \$50.000/ton, de acuerdo a cifras aportados por Vía Limpia. El resultado depende del precio internacional del carbón sub bituminoso y del pet coke, ambos determinantes del precio interno para el destino de valoración

⁴⁴ Fuente: Estimación basada en información aportada por Vía Limpia y otros proveedores.

⁴⁵ Fuente: Estimación basada en información aportada por proveedores del sector.

energética. Es decir, la valoración energética provoca una **pérdida que se acercaría a los 3.500 millones** en el mismo horizonte temporal.

6.2.4.4 Resultados de la evaluación económica

De acuerdo a lo anterior, el impacto neto en el escenario 1 es de una pérdida neta anual de 2.300 millones al 2015 y de 3.000 millones al 2020. En el escenario 2 se obtiene una pérdida neta anual de 2.450 millones al 2015, y de 3.300 millones al 2020.

Es decir, el costo de la REP en términos consolidados es equivalente a un recargo de menos de 20 pesos por litro de aceite nuevo comercializado. Sin embargo, hay que tener presente que ello puede cambiar, toda vez que lo haga el precio de fuentes de energía primarias.

Tabla 45: Síntesis Comparativa - Impactos económicos

Ítem	Escenario 1		Escenario 2	
	2015	2020	2015	2020
Empleo asociado, N°	34	36	36	38
Aporte al PIB, Millones de \$	-2.300	-3.000	-2.450	-3.300
Impacto aumento del precio del producto, \$/litro	15	17	16	19

6.2.4.5 Impactos en precios de los productos

Si los productores no financian los costos de operación de la recolección de los ALU, se traspasa su costo de financiamiento a los usuarios de aceites nuevos. En este caso, los precios unitarios por litro comercializado en el mercado tendrían que subir 15 pesos al 2015 y 17 pesos al 2020 en el escenario 1, y 16 pesos al 2015 y 19 pesos al 2020 en el escenario 2.

Absorber estos mayores costos unitarios en el margen por litro vendido no desequilibra los resultados de mediano plazo de los productores. El impacto además está supeditado a los precios de los productos energéticos que compiten con los ALU, y en la medida que su precio relativo se incrementa, entonces los niveles de pérdida se mitigan.

6.2.5 Resumen de los impactos

En términos generales se puede concluir que la implementación de la REP bajo los escenarios evaluados es **factible de realizar** y que los **impactos resultantes se evalúan como positivos**.

Tabla 46: Resumen de Impactos por escenario al año 2020

Impactos	Unidad / Año	Escenario 1 Año 2020	Escenario 2 Año 2020
Datos base			
Meta de recuperación	%	80	90
Meta de recuperación	ton	75.094	84.481
Capacidad neta requerida de plantas de valorización / re-refinación	ton	Plantas existentes	Plantas existentes
Impactos ambientales			
Recuperación de materia prima	ton	20.951	23.570
Ahorro directo de energía	GJ	2.072.597	2.331.672
Ahorro indirecto de energía (producción desde material reciclado)	GJ	29.610	33.312
Reducción indirecta de Gases de Efecto Invernadero (producción desde material reciclado)	ton CO2 eq	62.854	70.710
Impactos positivos (no cuantificables)		Reducción de: Impacto a suelo, aguas, paisaje, vegetación y fauna, olores, riesgos a la salud	
Impactos negativos (no cuantificables)		No se detecta	
Impactos sociales			
Empleos brutos generados	Nº	36	38
Impactos positivos (no cuantificables)		Mejoramiento del mercado, Creación de empleo, Mejoras laborales, Adecuado manejo de residuos garantizado, Imagen país	
Impactos negativos / Costos socioeconómicos (no cuantificables)		Compromiso de entrega del consumidor (cambio de hábito), Acopio autorizados para ResPel requeridos, Esfuerzo de educación ambiental y de capacitación / calificación de personal, Dependencia del comercio informal de aceite alternativo, Riesgos financieros, Eventual aumento del costo del aceite virgen	
Impactos económicos			
Inversión requerida en plantas	MM\$	Existe capacidad	Existe capacidad
Aporte al PIB (MM\$)	MM\$	0 (pérdida)	0 (pérdida)
Aumento en precio del producto (aceite nuevo)	\$	17	19

Traduciendo las cifras de la evaluación de impactos en elementos más concretos, se puede decir que la aplicación de la REP respecto a los ALU en condiciones del Escenario 1 al año 2020, implicaría anualmente:

- Reducir en más de 47.000 m³ la cantidad de ALUs acumulados y manejados inadecuadamente, lo que equivale a la cancha de fútbol del Estadio Nacional⁴⁶ llena a una altura de 6,6 metros.
- Lo anterior disminuye considerablemente los impactos por riesgo de contaminación de aguas y suelos, riesgo de incendios, riesgo a la salud, olores y emisiones GEI incontroladas.
- Dejar de importar más de 26 millones de litros de aceite con todos los costos asociados que tiene su refinación, producción y transporte.
- Reducir el consumo de energía convencional en más de 2 millones de GJ hasta el año 2020, equivalente al consumo de cerca de 50 millones de litros de combustible o a lo que consumen más de 20.000 automóviles en un año.
- Reducir la emisión de CO₂ en 62.000 toneladas hasta el año 2020, equivalente a lo que consumen casi 200.000 árboles adultos.
- Minimizar el potencial de contaminar una superficie superior a de 9 mil millones de m² de agua, suponiendo que los ALUs recuperados serían descargados en su totalidad.
- Generar 36 fuentes de trabajo, de las cuales al menos el 50% es trabajo calificado.
- Aumentar en 17 pesos el valor de venta del aceite nuevo, para poder financiar el déficit operacional consolidado de 3.000 millones pesos.

6.3 Recomendaciones para la implementación de la REP

Para la dictación del marco legal y la implementación de la REP para los ALU, se **recomienda**:

- Establecer un marco legal que compatibiliza la gestión y las responsabilidades mencionadas en el Decreto 148/03 sobre residuos peligrosos.
- Especificar quién y cómo responder a los “residuos históricos”, anteriores a la implementación de la REP, y los “residuos huérfanos”, cuyo productor no es identificable.
- Considerar que en la medida que se consolida un sistema REP, la tendencia a la integración vertical se incrementa derivado de las importantes economías de escala asociadas a una misma red de comercialización de productos nuevos y retiro de ALU.
- Considerar, basado en los principios de la jerarquía ambiental, primero el reuso de los ALU como aceite alternativo (re-refinación) y después como combustible alternativo. Si lo anterior no es factible, fomentar/normar el reemplazo de combustibles tradicionales, como carbón o petcoke, por ALUs.
- Establecer medidas para fomentar la recuperación y valorización de ALU en destinos autorizados, evitando su manejo ilegal y reuso directo como reemplazo de fuel oil u otros combustibles.
- Certificar ambientalmente talleres y servicios de recambio de ALU
- Normar la información a usuarios respecto a los componentes del producto, su manejo y entrega adecuados. Considerar en este contexto el etiquetado de los aceites y lubricantes.

⁴⁶ Superficie: 105 m x 68 m



7 RESIDUOS ELECTRÓNICOS (RE)

7.1 Diagnóstico – Caracterización del producto y gestión de residuos

7.1.1 Descripción del producto y su mercado

7.1.1.1 Caracterización del producto

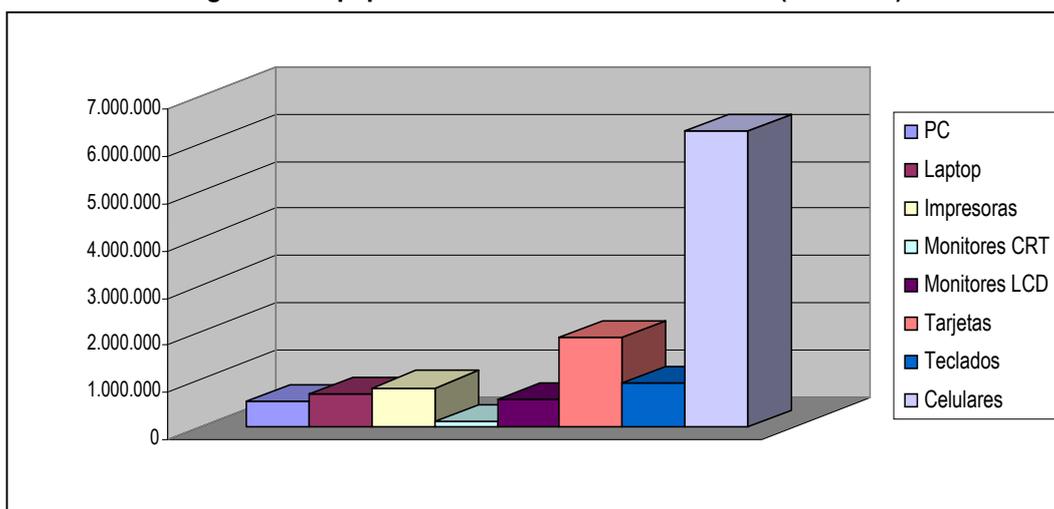
El presente diagnóstico se restringe a equipos electrónicos de dos tipos:

- a) Equipos de Informática
- b) Celulares

Los equipos de informática evaluados corresponden a computadores de escritorio, denominados generalmente PC⁴⁷, y computadores portátiles como son los notebooks o laptops, incluyendo monitores (CRT⁴⁸ y LCD⁴⁹), impresoras y accesorios como tarjetas y teclados.

Durante el año 2008 se comercializaron aproximadamente 7,45 millones de unidades de estos equipos; según la distribución indicada en la Figura 19.

Figura 18: Equipos electrónicos comercializados (año 2008)



La vida útil de los equipos electrónicos depende principalmente de la calidad del producto y del avance de la tecnología. En términos promedio se han determinado los siguientes factores de recambio, que consideran un segundo uso del equipo electrónico por parte de otro usuario:

- PC: 8 años (6 años primer uso, 2 años segundo uso).
- Laptop: 6 años (4 años primer uso, 2 años segundo uso).
- Monitor CRT: 8 años (6 años primer uso, 2 años segundo uso)
- Monitor LCD: 8 años (6 años primer uso, 2 años segundo uso)
- Impresoras: 8 años (6 años primer uso, 2 años segundo uso)
- Celulares: 2 años

⁴⁷ PC: "Personal Computer".

⁴⁸ CRT: "Cathode Ray Tube" o pantalla de tubos de rayos catódicos.

⁴⁹ LCD: "Liquid Crystal Display" o pantalla de cristal líquido.

7.1.1.2 Organización del mercado

Los equipos electrónicos en su mayoría son importados. Existe cerca de un 40% de computadores que se ensambla en el país, pero todos con partes y piezas importadas.

Para los equipos de informática se identificó un total de 640 locales de venta, relacionados con 125 empresas importadoras y 88 ensambladoras. Los locales de venta en tiendas especializadas en computación son 442 y en tiendas de retail 198. La mayoría de los locales de venta son multimarcas. Para celulares existen 384 puntos de venta relacionados a 66 empresas importadoras.

Las marcas que lideran las importaciones de computadores son: Olidata, HP Packard Bell, Dell, Lenovo, Hacer, Toshiba, Sony, Apple, Samsung y Panasonic. En el caso de celulares, las principales marcas son Nokia, Samsung, Motorola, Sony Ericsson, Alcatel, LG, Sagem y Vodafone.

La comercialización de estos equipos se relaciona con la distribución de la población, predominando las Metropolitana,, Valparaíso y Bío Bío, donde se concentra el 80% del mercado de los equipos de informática. Para celulares, el grado de participación de las regiones es casi idéntico a la de la población⁵⁰.

La tasa de penetración de computadores en Chile a diciembre de 2008 era de 316 equipos por cada mil habitantes⁵¹. El destino de estos equipos era un 58% para hogares y un 42% para industria e instituciones de gobierno. En el caso de los celulares, según estimaciones del INE y SUBTEL estaban activos más de 15 millones de celulares, lo que corresponde a aproximadamente un equipo por cada persona.

7.1.1.3 Segundo uso

Existe una comercialización de equipos electrónicos usados por parte de los consumidores o propietarios, que los revenden para un segundo uso mediante avisos económicos en internet o diarios. Este mercado provoca una prolongación de la vida útil de los productos entre 25% a 50%, reduciendo así la generación de residuos. Este aspecto fue considerado en los factores de recambio de los productos del presente estudio.

Por otra parte, existe un **mercado informal** de equipos electrónicos nuevos armados (de piezas de diferentes procedencias), reacondicionados (reparados con partes o piezas usadas) y modificados (por ejemplo con marca falsa colocada como logotipo), que se venden en la calle, ferias libres, mercados persas, tiendas de artículos de segunda mano y vía internet. Lo anterior aplica principalmente a los equipos de informática y menos a celulares. No era factible cuantificar este mercado informal, pero se estima que no es relevante en comparación a la venta formal y en vista a la implementación de la REP.

7.1.1.4 Proyección del mercado

El Plan de Acción Digital 2008-2010 del Gobierno planteó entre sus ejes de acción, la disminución de la brecha digital a nivel país, lo que conlleva, aparte de otras razones, a un aumento de la comercialización de los equipos de informática.

Tabla 47: Proyecciones de ventas de equipos de informática (unidades)

Año	Computadores		Impresoras		Monitores		Tarjetas	Teclados
	PC	Laptop	Totales	Láser	CRT	LCD		
2008	600.688	752.312	912.791	88.057	60.069	540.619	2.073.500	1.019.537
2015	1.064.155	1.332.767	1.617.065	155.999	0	1.064.155	3.673.331	1.806.173
2020	1.713.833	2.146.434	2.604.299	251.237	0	1.713.833	5.915.937	2.908.859

Fuente: C y V Medioambiente 2009

⁵⁰ C y V Medioambiente 2009

⁵¹ Sociedad de la Información (ISI)

Por otra parte, teniendo en cuenta las políticas actuales de recambio de celulares, se proyecta que las ventas de equipos nuevos se mantendrán en torno a las 6,5 millones de unidades anuales hasta en el año 2020.

7.1.2 Gestión actual de los residuos electrónicos (RE)

7.1.2.1 Cantidades y características de los residuos

Las cantidades y destinos de los productos electrónicos fuera de uso (RE) se determinaron en base a información de los productores, considerando los factores de recambio indicados precedentemente.

Tabla 48: Residuos generados por tipo de equipo electrónico (año 2008)

Tipología de RE	Miles de Unidades	Toneladas	Porcentaje (en peso)
Computadores	316	1.775	23,1%
Monitores	386	4.514	58,8%
Impresoras	213	640	8,4%
Celulares	5.650	565	7,4%
Tarjetas y teclados	963	180	2,3%
Total	7.528	7.674	100%

Fuente: C y V Medioambiente 2009

7.1.2.2 Manejo actual de residuos

Gran parte de los equipos electrónicos fuera de uso es almacenado temporalmente en los hogares de sus propietarios, así como en servicios técnicos. Desde allí, pueden seguir varios caminos, como la reventa a terceros, la entrega a recicladores informales, siendo luego dispuestos junto a residuos domiciliarios en rellenos sanitarios o vertederos, o bien en sitios no autorizados. Como se puede observar en la tabla a continuación, la gran mayoría de los RE desaparece en destinos desconocidos. En consecuencia, los hogares y los servicios técnicos son un punto crítico del ciclo de vida de los productos fuera de uso.

Las pocas actividades relacionadas con la **recuperación** de los equipos electrónicos fuera de uso son:

- Recuperación social de equipos electrónicos fuera de uso (principalmente computadores y monitores) y reinserción para un segundo uso en escuelas y otras organizaciones sociales.
- Reacondicionamiento por parte de empresas privadas para un segundo uso (generalmente vía remate o donación).
- Reciclaje basado en desmantelamiento manual para la recuperación de metales y piezas para equipos de informática, y la posterior exportación de las últimas a empresas de valorización y refinerías de metales en Europa o Estados Unidos.
- Recuperación y acopio de celulares fuera de uso desde empresas y campañas, para su posterior exportación a empresas de valorización y refinerías de metales en Europa o Estados Unidos.
- Disposición de la fracción peligrosa en rellenos de seguridad.

Tabla 49: Cantidades y destinos de los residuos electrónicos en Chile (año 2008)

Tipo de RE	Cantidades totales		Recuperación social y reacondicionamiento		Reciclaje (desmantelamiento y exportación)		Relleno de seguridad (*)	Destinos desconocidos	
	Ton	unidades	ton	unidades	ton	unidades	ton	ton	% en peso
Computadores	1.775	316.000	150	25.000	282	47.000	56	1.287	72,51%
Monitores	4.514	386.000	250	25.000	497	49.654	97	3.670	81,30%
Impresoras	640	213.000	0	0	38	12.800	9	593	92,66%
Tarjetas y teclados	180	963.000	0	0	6	32.000	1	173	96,11%
Total equipos de informática	7.109	1.878.000	400	50.000	823	141.454	163	5.723	81%
Total Celulares	565	5.650.000	15,5	155.000	14	140.000	1,5	534	94,51%
Total	7.674	7.528.000	415,5	205.000	837	281.454	164,5	6.257	81,54%

(*) Datos de SIDREP, incluida una aproximación basado en declaraciones de papel de la autoridad sanitaria; Fuente: C y V Medioambiente 2009

7.1.2.3 Rol del sector informal en la gestión de residuos

A parte de la comercialización de equipos electrónicos usados entre los consumidores, existe un **mercado informal** asociado a los equipos rotos o dados de baja por parte del propietario. Muchos de estos residuos hoy ya no tienen un valor comercial, por lo que en ocasiones son entregados a terceros (en algunos casos contra un pago) para deshacerse de ellos.

El recolector o **reciclador primario** juega un rol importante en la gestión de los RE, dado que funciona como un intermediario. Cuando es posible, el equipo electrónico fuera de uso es comercializado para su reparación o rearmado, o también para su reventa como equipo en reparación o como repuesto en ferias libres, mercados persas (por ejemplo Bío Bío) y también en tiendas (como en calle San Diego).

7.1.2.4 Costos actuales de la gestión de residuos

Los principales costos asociados a la actual gestión de residuos corresponden a los precios que cobran las empresas recicladoras, los que oscilan entre 200.000 a 300.000 mil pesos (10 a 15 UF) por tonelada de residuos electrónicos recibidos. Estas operan básicamente según un modelo empresa a empresa (*business to business model*), en razón de que la industria paga por un reciclaje adecuado.

7.1.2.5 Iniciativas de gestión integral de residuos

Existe una iniciativa público-privada entre la CONAMA, hoy Ministerio del Medio Ambiente, importadores, distribuidores, instituciones de recuperación, recicladores y ONGs, con el objetivo de mejorar la gestión de los residuos electrónicos. Los principales **productores** asociados a esta iniciativa ya han comenzado a implantar planes voluntarios de recepción de equipos de informática y celulares fuera de uso en puntos de venta y otros lugares, financiados por ellos mismos, principalmente para su posterior envío a reciclaje.

Respecto a las **empresas de manejo de RE**, cabe mencionar las siguientes iniciativas al año 2009:

- Tres empresas de reciclaje (desmantelamiento), con resolución de calificación ambiental aprobada para algunos o todos los tipos de residuos electrónicos, todas ellas en la RM.
- Cuatro empresas de reciclaje en proceso de obtención de permisos, tres en la RM y una en la VIII región.
- Dos empresas de recolección de celulares para exportación, con puntos de recepción en todo el país.
- Tres rellenos de seguridad para la recepción de la fracción de residuos peligrosos; uno en la RM y dos en la VIII región.

- Algunas empresas de reciclaje o recolección de celulares han iniciado campañas de recolección junto a organizaciones de beneficencia.

Referente al **sector público**, se puede indicar los siguientes antecedentes:

- Los equipos de informática fuera de uso provenientes de algunos organismos del estado se destinan a donaciones, por ejemplo a Chilenter.
- Algunos Municipios han realizado actividades parciales de recolección. La Municipalidad de Vitacura cuenta con un centro de acopio de residuos donde se reciben residuos electrónicos, segregando monitores, computadores y electrodomésticos. Otros municipios han debido hacerse cargo de la disposición de los RE que quedan abandonados (por ejemplo en la Zona Franca de Iquique).
- Algunos organismos del Estado como **Ejército, Armada y Carabineros** están participando activamente en campañas de recolección de celulares a nivel nacional.

7.1.2.6 Proyección de la generación de RE

De acuerdo a los supuestos de vida útil, pesos promedio por unidad y proyecciones de ventas, se proyecta la siguiente generación de residuos electrónicos:

Tabla 50: Proyección de la generación de residuos electrónicos

Año	Computadores	Monitores	Impresoras	Tarjetas y teclados	Total
Unidades					
2008	316.000	386.000	213.000	963.000	1.878.000
2015	1.051.000	680.000	777.000	2.525.200	5.033.200
2020	1.738.000	840.000	1.180.000	3.654.050	7.412.050
Toneladas					
2008	1.775	4.514	640	180	7.109
2015	4.805	4.715	2.332	472	12.324
2020	6.969	4.858	3.540	683	16.050

En el caso de los **celulares**, se estima que se da una saturación del mercado a partir del año 2010, por lo que se genera cada año una cantidad semejante de residuos de aproximadamente 6,2 millones de unidades o 620 toneladas (valor considerado para los años 2015 y 2020).

7.1.3 Aspectos Ambientales

7.1.3.1 Análisis del Ciclo de Vida

De acuerdo al análisis del ciclo de vida efectuado para los equipos electrónicos, la etapa más crítica corresponde al uso del producto, etapa que involucra los mayores consumos de energía, insumos y generación de CO₂. Considerando sólo el último segmento del ciclo, a partir de la generación de los RE (residuos), la etapa más crítica corresponde a su disposición en "destino desconocido", dado el muy alto porcentaje que sigue esa vía.

7.1.3.2 Impactos ambientales de los RE

Los equipos electrónicos fuera de uso son clasificados como residuos peligrosos por su potencial contenido de tóxicos, como plomo, mercurio, cadmio y bifenilos polibromados (PBB), entre otros. Existen potenciales riesgos y daños por su gestión inadecuada, entre los que se cuentan:

- Los recicladores primarios se ven expuestos a riesgos de salud, al manejar inadecuadamente los residuos, como pantallas y partes de computadores.
- Los compuestos tóxicos de los RE pueden lixiviar en el suelo y contaminar aguas superficiales y subterráneas, en caso de una disposición final no adecuada.

- Se producen emisiones atmosféricas tóxicas (por ejemplo, hollín, SO₂, cloruros, dioxinas, etc.) al quemar los RE (por ejemplo tarjetas), con el fin de obtener materiales reciclables (por ejemplo metales preciosos).

7.1.3.3 Potencial de recuperación de materias secundarias

Basado en la composición de los equipos evaluados y especialmente respecto a su contenido de metales (33% en equipos de informática y 37% en celulares)⁵² y en función de los destinos actuales de recuperación, teóricamente se podrían recuperar sobre 2.300 toneladas de metales desde los equipos de informática y cerca de 200 toneladas de metales desde celulares, los que actualmente terminan en destinos desconocidos. Además, se podrían recuperar sobre 200 toneladas de tarjetas de circuitos impresos desde los equipos de informática (3% del peso total de los equipos que actualmente van a destino desconocido).

7.1.4 Aspectos sociales - Percepción de actores ante la implementación de la REP

De acuerdo a entrevistas efectuadas a los **productores** y un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), su motivación para emprender la recuperación de los residuos electrónicos se basa expresamente en procesos de imagen y políticas o normativas de las casas matrices. Ven el principio REP como una oportunidad de crear un nuevo mercado y fortalecer lo que ya están haciendo algunos actores. Pero también plantean dificultades como el hecho de que los usuarios no entregan fácilmente los equipos de informática y celulares, y respecto a los elevados costos del manejo de los residuos, por su clasificación como peligrosos⁵³.

De acuerdo a las encuestas de percepción aplicadas a los **consumidores**, un 96% estaría dispuesto a devolver los celulares para que este sistema funcione y un 100% en el caso de los equipos de informática. Más de un 80% preferiría adquirir productos acogidos a la REP.

7.1.5 Conclusiones del diagnóstico

- El mayor porcentaje de los residuos electrónicos corresponde a computadores y monitores (88,5%, en peso).
- En promedio, el 82% de los residuos electrónicos termina en un “destino desconocido”, en el caso de los celulares corresponde a un 95%.
- Los principales impactos ambientales, en cuanto a generación de emisiones atmosféricas, CO₂ y uso de energía se generan en la etapa de uso de los equipos electrónicos, aún cuando existen impactos negativos hacia el medio ambiente en la etapa de eliminación, si no se realiza de manera adecuada.
- El sector informal juega un rol importante en la gestión de los residuos, ya que transfiere una gran cantidad de equipos electrónicos en desuso a los mercados de reciclaje, reacondicionamiento y fabricación de computadores “armados” o simplemente a la reventa, sean estos equipos completos o partes y piezas.
- Hay una percepción y actitud positiva de parte de los productores, importadores y consumidores acerca de la implementación de la REP. Existen iniciativas de los principales productores y algunos otros actores que potenciarían la implementación de la REP.
- Se observan obstáculos relacionados con el reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos (D.S.148/03), dado los requisitos del manejo de los productos fuera de uso, especialmente asociados al transporte y acopio. De acuerdo a ese reglamento, un equipo electrónico fuera de uso es considerado en su integridad como un residuo peligroso, antes de recoger y transportarlo a una planta recicladora. Después, al desensamblarlo en una

⁵² Fuentes: OECD 2003, UNEP 2006

⁵³ De acuerdo al Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos (D.S.148/03).

planta, se lo divide en partes peligrosas (por ejemplo: monitores CRT, baterías, condensadores) y no peligrosas (por ejemplo, tarjetas de circuitos impresos, metales).

7.2 Evaluación de los impactos

A continuación, se evalúan los impactos ambientales, sociales y económicos asociados a la implementación de la REP para Residuos Electrónicos (RE) en Chile.

7.2.1 Definición del sistema de recuperación de RE

Considerando que las actuales cuotas de recuperación de equipos de informática (20%) y celulares (5%) son incipientes, se requiere implementar un nuevo sistema de recogida, acopio, transporte y valorización en Chile.

7.2.1.1 Sistema supuesto de recogida, acopio y transporte

Para la evaluación de los impactos se supone⁵⁴:

- Una modificación del reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos (D.S.148/03), para que no aplique a los equipos electrónicos fuera de uso antes de su desensamblaje en plantas de reciclaje.
- Las principales opciones de recogida o entrega corresponden a:
 - Entrega en **contenedores en lugares centrales** (malls, plazas, etc.).
 - Recambio en **establecimientos comerciales y supermercados**.
 - **Disposición y retiro en la calle**, mediante campañas municipales ("día municipal del reciclaje").
 - Entrega en los 70 **centros de acopio municipales** previstos para las ciudades con más de 100.000 habitantes.
- Para el caso de los **celulares**, se considera aumentar los puntos de recogida en los locales de venta de los operadores y una expansión del sistema de recogida en cajas en el metro, universidades, supermercados, malls, y otros puntos a nivel país.
- Para el caso de los **equipos de informática** se prevé además un **retiro a empresas y grandes instituciones** a solicitud telefónica, en caso de grandes cantidades, y, como medida complementaria para el cumplimiento de las metas más exigentes, un **retiro domiciliario**.

⁵⁴ Ver también supuestos en capítulo 2 "Esquema de evaluación".

Tabla 51: Sistemas de recolección, acopio y transporte supuestos para RE

Nº	Sistema	Equipos de Informática	Celulares usados
1	Retiro a casa (solicitud telefónica)	Camioneta, furgón o camión < 5 ton, sólo con chofer. Transporte a centro de acopio del productor.	No
2	Retiro a empresas e instituciones grandes (Solicitud telefónica)	Camión cerrado mayor a 10 ton, con chofer y 2 peonetas. Se supone retiro de equipos de informática sueltos o embalados y transporte hacia el centro de acopio del productor.	Camioneta o furgón, con chofer (se supone retiro en cajas pequeñas) hacia el centro de acopio del productor.
3	Disposición y retiro en la calle ("Día municipal del reciclaje")	Camión abierto < 10 ton, con chofer y 2 peonetas. Se supone recolección junto a otros residuos y transporte hacia el centro de acopio municipal.	Sin requerimiento de camiones y personal adicionales, dado el insignificante tamaño del celular. Se supone recolección junto a otros residuos y transporte hacia el centro de acopio municipal.
4	Entrega en contenedores en lugares estratégicos (plazas, malls, metro, etc.)	Lugar confinado y controlado con contenedor open top, con vigilante. Retiro mensual en camión pluma o ampliroll, sólo con chofer, y transporte hacia el centro de acopio del productor.	Cajas / contenedores pequeños, sin personal. Retiro mensual en camioneta o furgón con chofer y ayudante, y transporte hacia el centro de acopio del productor.
5	Recambio en supermercados y establecimientos comerciales	Espacios de acopio requerido. Se supone acopio en pallets o contenedores y un retiro mensual en camión de diferentes tamaños, con chofer y 1 ayudante. Transporte a centro de acopio del productor.	Cajas / contenedores pequeños, sin personal.
6	Entrega en centros de acopio municipales	Centros de acopio (junto a otros residuos), con sector de acopio a granel o contenedor y una persona compartida. Transporte como en ítem Nº 2.	Centros de acopio (junto a otros residuos), con contenedores pequeños, sin personal. Retiro mensual en camioneta o furgón con chofer y ayudante, y transporte hacia el centro de acopio del productor.
7	Entrega en centros de acopio del productor	Galpón de acopio en cada región, con 4 personas para el embalaje y disposición en pallets. Transporte en camión cerrado > 20 ton a destino final.	Bodega de acopio en cada región en contenedores pequeños dentro del galpón de acopio de equipos de informática, con 1 persona. Transporte en camión < 5 ton a destino final, eventualmente junto a los equipos de informática.

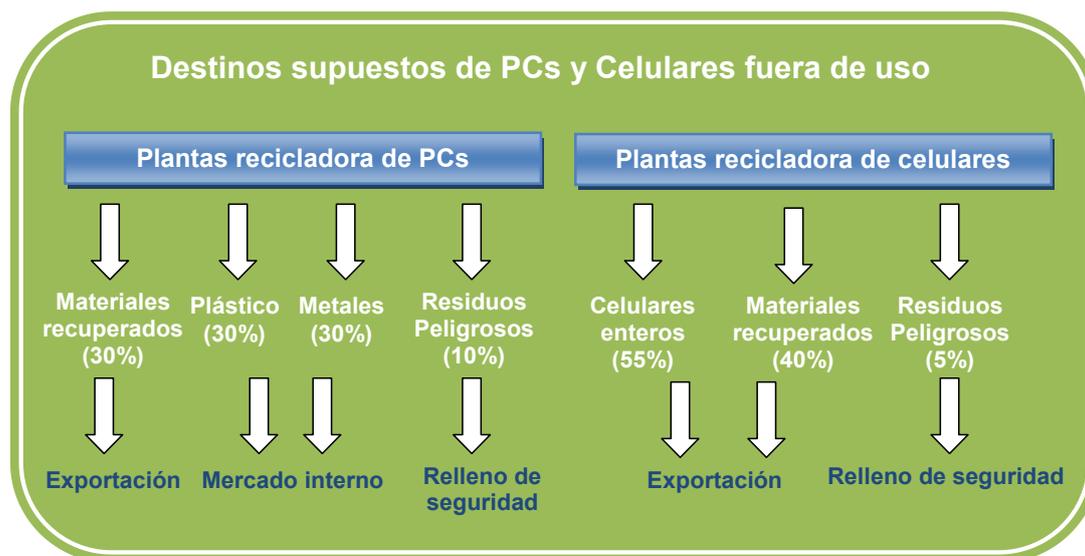
7.2.1.2 Destinos supuestos de los residuos recogidos

Para la evaluación de los impactos se supone los siguientes destinos⁵⁵:

- Los residuos electrónicos serán procesados en plantas recicladoras existentes (desensamblaje), a las que se agregan plantas nuevas en la medida que aumentan las exigencias de las metas. Se considera que estas plantas se ubican en Santiago y Concepción exclusivamente.
- Los metales (como Fe, Al) y plásticos recuperados, provenientes principalmente de las carcasas de los equipos de informática se comercializan en el mercado nacional, mientras otras partes/piezas con metales preciosos (como tarjetas de circuito impreso con Au, Pd, Ag) se exportan.
- En el caso de los celulares, se supone que la mayoría de ellos es exportado íntegramente.

⁵⁵ Ver también supuestos en capítulo 2 "Esquema de evaluación".

Figura 19: Destinos supuestos para los equipos electrónicos recogidos



Fuente: Elaboración propia, ECOING⁵⁶

7.2.1.3 Escenarios y metas de recuperación de RE

Tomando en cuenta las consideraciones y supuestos anteriores, y lo expuesto en el capítulo 2 “Esquema de evaluación”, se determinaron los siguientes escenarios y metas de recuperación para la evaluación de los impactos⁵⁷:

Tabla 52: Metas de recuperación y destinos de RE por escenario

Ítem	Recuperación actual	Escenario 1		Escenario 2	
	2008	Meta 2015	Meta 2020	Meta 2015	Meta 2020
Equipos de informática fuera de uso	20% 1.386 ton 192.000 unidades	50% 5.930 ton 1.250.000 unidades	70% 10.760 ton 2.600.000 unidades	70% 8.300 ton 1.750.000 unidades	90% 13.830 ton 3.380.000 unidades
Celulares fuera de uso	5% 31 ton 310.000 unidades	30% 200 ton 2.000.000 unidades	50% 335 ton 3.350.000 unidades	50% 335 ton 3.350.000 unidades	80% 540 ton 5.400.000 unidades
Destinos proyectados (*)	Plantas recicladoras existentes (Capacidad total bruta: 2.880 ton)	Plantas recicladoras existentes y 3 adicionales (Capacidad total bruta: 11.520 ton)	Plantas recicladoras existentes y 4 adicionales (Capacidad total bruta: 14.400 ton)	Plantas recicladoras existentes y 4 adicionales (Capacidad total bruta: 14.400 ton)	Plantas recicladoras existentes y 5 adicionales (Capacidad total bruta: 17.280 ton)

Nota: Las capacidades brutas de las plantas contemplan diferentes grados de eficiencia (ver también sección 6.2.4.1 Supuestos de la evaluación).

⁵⁶ Porcentajes de recuperación basados en entrevistas con empresas recicladoras.

⁵⁷ Los escenarios y metas de recuperación se consensuaron con productores, empresas gestores de residuos, CONAMA y otros actores.

Tabla 53: Balance de masa por escenario y destino de equip. de informática fuera de uso

RE	Valor base	Escenario 1		Escenario 2	
	2008	2015	2020	2015	2020
Datos base					
Total (ton)	7.109	11.852	15.367	11.852	15.367
Meta de recuperación (%)	20	50	70	70	90
Equipos de informática recogidos (ton)	1.386	5.930	10.760	8.300	13.830
Destino desconocido (ton)	5.723	5.922	4.607	3.552	1.537
Destinos supuestos					
Reciclaje en el país (ton)	823	3.558	6.456	4.980	8.298
Reciclaje fuera de país / exportación (ton)	S/I	1.779	3.228	2.490	4.149
Relleno de seguridad (ton)	163	593	1.076	830	1.383
Recuperación de principales materias primas secundarias					
Plástico (ton)	S/I	1.779	3.228	2.490	4.149
Metal (ton)	S/I	1.779	3.228	2.490	4.149
Exportación a refinería (ton)	S/I	1.779	3.228	2.490	4.149

S/I: Sin Información

Tabla 54: Balance de masa por escenario y destino de celulares fuera de uso

RE	Valor base	Escenario 1		Escenario 2	
	2008	2015	2020	2015	2020
Datos base					
Total (ton)	565	620	620	620	620
Meta de recuperación (%)	5	30	50	50	80
Celulares recogidos (ton)	31	200	335	335	540
Destino desconocido (ton)	534	420	285	285	80
Destinos supuestos					
Reciclaje en el país (ton)	15,5	80	134	134	216
Reciclaje fuera de país / exportación (ton)	14	110	184	184	297
Relleno de seguridad (ton)	1,5	10	17	17	27
Recuperación de principales materias primas secundarias					
Metales y otros (ton)	15,5	80	134	134	216
Exportación a refinería (ton)	14	110	184	184	297

7.2.2 Impactos ambientales

7.2.2.1 Análisis del ciclo de vida

Aplicando los datos del balance de masa en el análisis del ciclo de vida de los RE, se obtienen los siguientes resultados para energía (GJ), emisión de dióxido de carbono (ton CO₂) y la generación de productos y residuos (ton) por tonelada de RE recuperado:

Figura 20: Análisis de ciclo de vida de equipos de informática fuera de uso

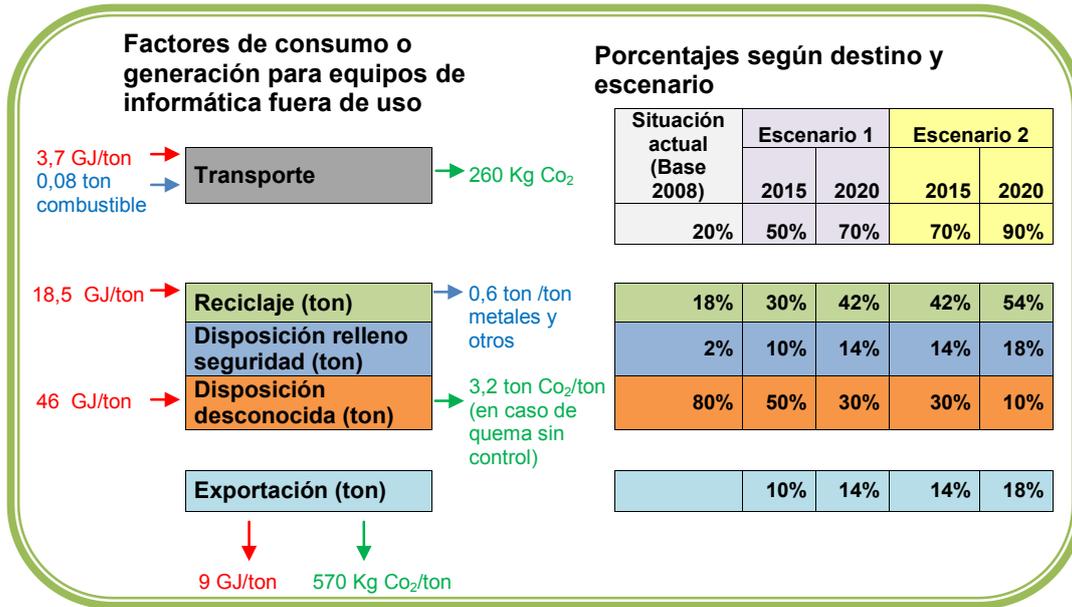
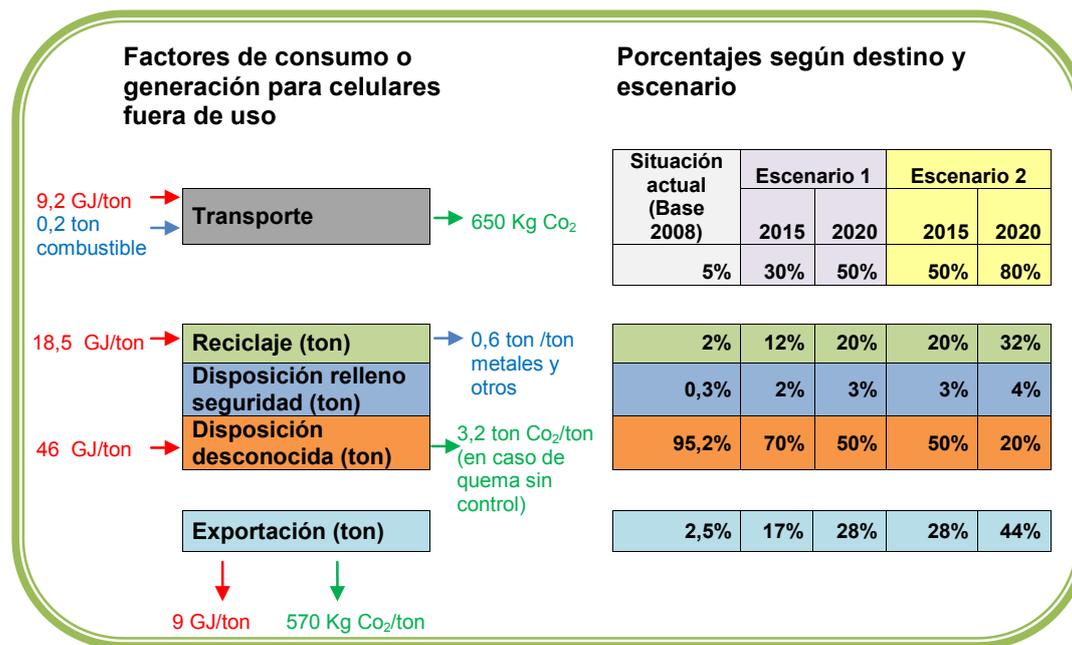


Figura 21: Análisis de ciclo de vida de celulares fuera de uso



Respecto a la emisión de dióxido de carbono relacionado con la disposición desconocida de los RE, se supone su quema sin control para la obtención de materiales valiosos, requiriéndose el uso de algún combustible.

7.2.2.2 Recuperación de materia prima secundaria

De acuerdo al análisis anterior y considerando el año 2020, se proyecta un cambio importante en el sistema de valorización y eliminación actual, rebajándose el "destino desconocido" para

equipos de informática desde 80% a no más de un 30% en el escenario 1 y a 10% en el escenario 2, y para **celulares** desde 95% a no más de 50% en el escenario 1 y a 20% en el escenario 2. Además, se reintegra una cantidad importante de metales al mercado de materias primas, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 55: Recuperación de materia prima secundaria por valorización de RE (ton)

RE	Situación actual (2008)	Escenario 1		Escenario 2	
		2015	2020	2015	2020
Equipos de informática					
Metal recuperado	S/I	1.779	3.228	2.490	4.149
Plástico recuperado	S/I	1.779	3.228	2.490	4.149
Material exportado	S/I	1.779	3.228	2.490	4.149
Celulares					
Material reciclado	15,5	80	134	134	216
Material exportado	14	110	184	184	297

S/I: Sin Información

7.2.2.3 Variación en el uso de energía

Tabla 56: Ahorro de energía por valorización de RE (GJ)

RE	Situación actual (2008)	Escenario 1		Escenario 2	
		2015	2020	2015	2020
Equipos de informática					
Ahorro indirecto de energía por recuperación de metales (GJ)	S/I	39.138	71.016	54.780	91.278
Ahorro indirecto de energía por refinación fuera del país(GJ)	S/I	26.092	47.344	36.520	60.852
Celulares					
Ahorro indirecto de energía por recuperación de metales (GJ)	341	1.760	2.948	2.948	4.752
Ahorro indirecto de energía por refinación fuera del país(GJ)	308	2.420	4.054	4.054	6.534

S/I: Sin Información

Con el proceso de recuperación y reciclaje de metales desde **equipos de informática** se pueden ahorrar 22 GJ⁵⁸ por cada tonelada reciclada, llegando al año 2020 a 71.000 GJ en el escenario 1 y a más de 90.000 GJ en el escenario 2. La exportación hacia refinerías también genera un importante ahorro energético, aún cuando ello ocurre fuera del país. Se estima un ahorro al año 2020 de 47.000 GJ para el escenario 1 y más de 60.800 GJ en el escenario 2.

Para los **celulares**, considerando el reciclaje a nivel nacional, al 2020 se puede ahorrar casi 3.000 GJ en el escenario 1 y más de 4.700 GJ en el escenario 2. La exportación hacia refinerías al 2020 permitiría ahorrar 4.000 GJ en el Escenario 1 y más de 6.500 GJ en el escenario 2.

⁵⁸ Fuente: BIRD 2008, considerando una relación aluminio : cobre : hierro de 2 : 2 : 1

7.2.2.4 Variación en la generación de dióxido de carbono

Comparando la quema sin control de los RE para recuperar elementos valiosos con la recuperación de los mismos mediante reciclaje, se obtendría reducciones muy importantes de CO₂.

Tabla 57: Reducción de Emisiones de CO₂ por valorización de RE

RE	Situación actual (2008)	Escenario 1		Escenario 2	
		2015	2020	2015	2020
Equipos de informática					
Reducción de emisiones directas por recuperación para reciclaje (ton)	4.435	18.976	34.432	26.560	44.256
Reducción de emisiones indirectas por recuperación de metales como materia prima en el país (ton)	S/I	3.380	6.133	4.731	7.883
Reducción de emisiones indirectas por refinación y recuperación de metales fuera del país (ton)	S/I	2.253	4.089	3.154	5.255
Celulares					
Reducción de emisiones directas por la recuperación para reciclaje (ton)	94	608	1.018	1.018	1.642
Reducción de emisiones indirectas por recuperación de metales como materia prima en el país (ton)	29	152	255	255	410
Reducción de emisiones indirectas por refinación y recuperación de metales fuera del país (ton)	27	209	350	350	564

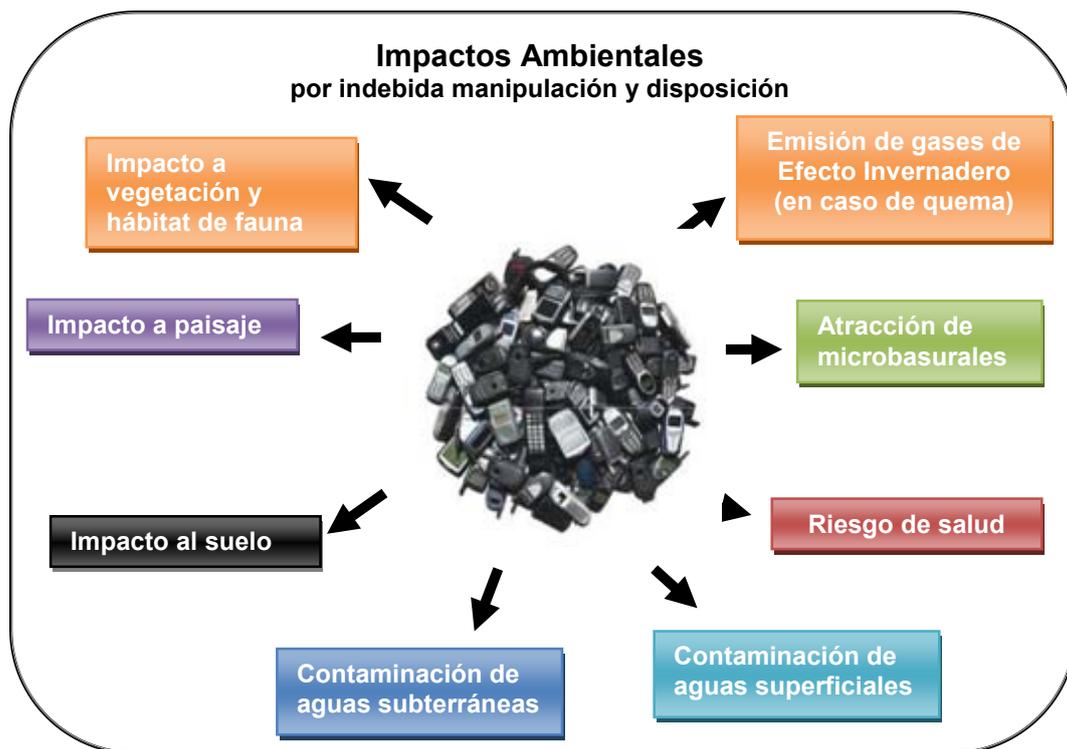
El reciclaje reduce las emisiones directas de CO₂ al 2020 en 34.000 toneladas para el escenario 1, y en 44.000 toneladas en el escenario 2 en el caso de los equipos de informática. Para los celulares, la reducción sería de 1.000 toneladas en el escenario 1 y 1.600 toneladas para el escenario 2.

La recuperación de metales reduce las emisiones indirectas en 1,9 ton de CO₂/ton. Para los equipos de informática, al año 2020 esto equivale a 6.100 ton de CO₂ en el escenario 1 y a 7.800 ton de CO₂ en el escenario 2. En el caso de celulares, los valores oscilan entre 250 ton en el escenario 1 y 420 ton en el escenario 2.

7.2.2.5 Otros impactos ambientales

La implementación de la REP disminuye además los siguientes impactos ambientales:

Figura 22: Reducción de impactos ambientales por implementación de la REP



7.2.3 Impactos sociales

En la siguiente figura se identifican los principales impactos sociales relacionados con la implementación de la REP para RE.

Figura 23: Resumen de los impactos sociales



En el **Área cultural**, los principales impactos asociados a la implementación de la REP son:

- Cambio de **mentalidad y hábitos en los consumidores**: Elección de productos eco-etiquetados; disciplinamiento y compromiso con la REP (entrega de celulares y equipos de informática en puntos de acopio o al recolector especializado, siempre y cuando cuenten con autorización).
- Instalar el tema en la **agenda pública** y en los **medios de comunicación masivos**.
- Cambio de **mentalidad de grupos empresariales**: Compromiso con la sustentabilidad a través del ecodiseño (fomento a la importación y comercialización de productos de mejor calidad y duración); interés en el nuevo mercado e inversión asociada (por ejemplo, recuperación y rearmado de equipos electrónicos a nivel nacional, plantas de reciclaje de celulares); establecimiento de redes formales con municipios; creación de una estrategia sustentable común; incorporación de su rol como educador y responsabilidad social-empresarial.

En el **Área socio-económica** y con la implementación de la REP se generan los siguientes impactos:

- **Beneficios socioeconómicos directos**: Se espera la creación de nuevas **empresas recicladoras** y el fortalecimiento y normalización de las existentes. También se fortalecen los **talleres de reacondicionamiento** e **instituciones benéficas** asociados al reuso de equipos electrónicos.

Se crea un nuevo sistema de recogida, acopio y transporte, con nuevas fuentes de trabajo, que requieren de procesos de capacitación certificada para garantizar una adecuada gestión. Se espera la incorporación y formalización del **reciclador primario** y de **pequeños transportistas** asociados a los residuos electrónicos.

Se consideran campañas específicas de los **productores**, con la instalación de **contenedores en lugares centrales**, el recambio en **establecimientos comerciales y supermercados**, la incorporación de puntos de recogida de celulares en lugares de venta y en lugares públicos.

Participan también los **Municipios** con campañas específicas como el "día municipal del reciclaje" y la recepción en los centros de acopio municipales.

- **Beneficios económicos indirectos**: Disminución de los riesgos a la salud de las personas, minimización de los impactos ambientales y liberación de recursos económicos, debido a la implementación de un adecuado servicio de manejo de residuos (por ejemplo se evita limpieza de microbasurales) y por la comercialización de productos de mejor calidad y mayor vida útil (se supone que la REP implica ecodiseño).
- **Costos socioeconómicos**: Costos por traslado del consumidor y por requerimiento de superficies e instalaciones para el almacenamiento de residuos en centros de acopio privados o municipales, supermercados y establecimientos comerciales.

El **Área desarrollo humano y local** plantea como principal impacto y beneficio general a nivel país una elevación de la calidad de vida, de forma directa e indirecta:

- Reducción de **impactos ambientales y a la salud** de las personas, descritos previamente.
- Mejora el **desarrollo local** y la **calidad de vida**, dada la creación de una nueva cadena de valor de los residuos electrónicos: Generación de empleo, subida de ingresos, satisfacción de necesidades básicas, mejora de condiciones de trabajo, acceso a la sociedad de la información, mejora de índices de desarrollo humano y bienestar general.
- Respecto al cumplimiento de las **condiciones de trabajo de acuerdo a los estándares internacionales**, -criterios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)-, cabe destacar que éstas, por lo general, se cumplen en Chile. Es decir, en el país no existirían problemas relacionados con el trabajo infantil o discriminación de minorías, como lo señalan expresamente los dirigentes de recicladores primarios.

- Contribuir a la **superación de la brecha digital**, otorgando oportunidades de uso y acceso a los sectores alejados de la tecnología, mediante herramientas de apoyo tecnológico a la educación y el emprendimiento social.

7.2.4 Impactos económicos

7.2.4.1 Supuestos de la evaluación

Para la evaluación de los impactos económicos se supone:

- Al momento de recibir los RE del generador de residuos, no se le cobra ni se le paga.
- La capacidad instalada en operación de una planta recicladora tipo asciende a 2.880 ton/año. En el escenario 1 se requiere tres plantas para el año 2015 y una adicional a estas para el año 2020, para completar cuatro en total. En cambio en el escenario 2, las plantas son cuatro para el año 2015 y una adicional para el año 2020, completando cinco en total.
- Por lo general se considera una eficiencia del 75% de las plantas. No obstante, para las plantas nuevas se ha considerado un incremento en la productividad del trabajo ligada a procesos de automatización y a efectos de aprendizaje. Esto permitiría duplicar la producción, aumentando la fuerza de trabajo en un tercio sobre la situación base. El rendimiento inicial del trabajo se ha estimado en 60ton/mes para una dotación de 10 trabajadores.
- La rentabilidad de las plantas se ha definido en 20% anual, la vida útil de sus equipos en 15 años y la capacidad ociosa en 5%, en el escenario más exigente.
- Costos de transporte: \$10.000/ton dentro de Santiago (radio de 71 km); \$20.000/ton en un radio de 150 km; \$40.000 entre 150 a 500 km; \$70.000/ton si es mayor a 500 km; \$5.000/ton para el transporte de las materias primas secundarias.
- Disposición de residuos peligrosos: 10 UF/ton.
- Los otros costos consideran múltiples ítems tales como: gastos generales, arriendo o leasing operativo de equipos, royalties, servicios profesionales, gastos de mantenimiento, de publicidad, de servicios financieros, seguros, mermas, transferencias y otros.
- Los precios unitarios por los productos secundarios que se generan en las plantas de reciclaje se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 58: Precios unitarios por productos secundarios

Material	Mercado Externo \$ por ton	Mercado Doméstico \$ por ton
Plásticos	\$ 6.900	\$ 4.140
Cobre (Cu)	\$ 144.900	\$ 86.940
Plomo (Pb)	\$ 26.565	\$ 15.939
Aluminio (Al)	\$ 83.384	\$ 50.030
Acero, metal ferroso (Fe)	\$ 28.000	\$ 16.800

Fuente: Basado en datos de C y V Medioambiente

7.2.4.2 Empleos brutos asociados a la REP

Tabla 59: Empleos brutos adicionales asociados a la REP

Ítem	Escenario 1		Escenario 2	
	2015	2020	2015	2020
Acopio	48	96	48	96
Transporte	9	18	9	18
Planta (desensamblaje y recuperación)	44	60	60	77
Sistema remoto (solicitudes de servicio)	0	0	0	50
Total empleo	101	174	117	241

Para cumplir la meta del escenario 2 al año 2020, se supone el uso de sistemas remotos de retiro, mediante solicitud de servicio de parte de los hogares a través de call centers, disponiendo de un vehículo de transporte por cada 200.000 habitantes, en los principales centros urbanos del país.

7.2.4.3 Costos Económicos

Basado en lo anterior, se ha determinado los siguientes costos:

- Escenario 1: La **inversión** requerida al 2015 es de \$1.058 millones de pesos, incluido el terreno asociado e instalaciones para 3 plantas. La inversión al 2020 supone mayores requerimientos en terreno y una planta adicional, incrementándose la inversión a un total de \$1.411 millones.
- Escenario 2: La **inversión** requerida al 2015 es de \$1.411 millones de pesos para 4 plantas, y se incrementa al 2020 a un total de \$1.764 millones, con una planta adicional.
- Los **costos totales por tonelada de RE y celulares** procesada y vendida, que incluyen la depreciación de los activos fijos, mano de obra, transporte, disposición final de residuos, y otros gastos y pagos para el escenario 1 y el año 2015 serían de \$506.427 (\$432.133 en escenario 2), mientras para el año 2020 se establecerían en \$495.385 (\$431.577 en escenario 2).

7.2.4.4 Resultados de la evaluación económica

Mientras los teléfonos celulares logran rentabilidad positiva en base a la capacidad instalada ociosa, los equipos de informática fuera de uso requieren financiamiento adicional para cubrir los costos de recolección y procesamiento de los mismos. Es decir, los productores de equipos de informática deberán pagar a las empresas recuperadoras para garantizar un adecuado manejo de los residuos.

Tabla 60: Síntesis Comparativa - Impactos económicos de equipos de informática y celulares

Ítem	Escenario 1		Escenario 2	
	2015	2020	2015	2020
Inversión, millones de \$	1.058	1.411	1.411	1.764
Rentabilidad, % anual	-20%	-20%	-20%	-20%
Empleo asociado, N°	101	174	117	241
Aporte al PIB, millones de \$	0	0	0	0
Impacto aumento del precio del producto, \$	1.736	2.286	1.920	2.395

7.2.4.5 Impactos en precios de los productos

La mantención del nivel de rentabilidad en 20% de una planta recicladora generará, en el escenario 1, un incremento medio de \$1.736 en los precios de los **computadores nuevos** (sean estacionario o portátiles) para el año 2015, mientras que para el año 2020 será de \$2.286. En el escenario 2 se ven incrementados en \$1.920 el año 2015 y \$2.395 el 2020, en

ambos casos respecto de la situación base. Considerando que el precio de mercado para los equipos de informática más vendidos se encuentra en un rango de \$300.000 a \$600.000 pesos, estas cifras no son muy elevadas (menores al 1% del precio comercial).

En el mercado de **celulares**, el efecto potencial sobre los precios en ambos escenarios es nulo. Esto sería un incentivo para las empresas recuperadoras, pues podrían incrementar sus utilidades en base a la recolección y procesamiento de teléfonos celulares. Si se considerara factible la subvención cruzada, el incremento de precios para el año 2015 en el escenario 1 sería sólo de \$1.451 por computador, en vez de \$1.920.

7.2.5 Resumen de los impactos

En términos generales se puede concluir que la implementación de la REP bajo los escenarios evaluados es **factible de realizar** y que los **impactos resultantes se evalúan como positivos**, a pesar del costo asociado a la gestión de los computadores fuera de uso, que finalmente es menor al 1% de su precio comercial.

Tabla 61: Resumen de impactos de equipos informática fuera de uso por escenario al año 2020

Impactos	Unidad/ Año	Escenario 1 Año 2020	Escenario 2 Año 2020
Datos base			
Meta de recuperación	%	70	90
Meta de recuperación	ton	10.760	13.830
Capacidad neta requerida de plantas de reciclaje	ton	4.400	6.600
Impactos ambientales			
Recuperación de materia prima: metales	ton	3.228	4.149
Recuperación de materia prima: plástico	ton	3.228	4.149
Ahorro indirecto de energía (producción desde material reciclado en el país)	GJ	71.016	91.278
Reducción directa de Gases de Efecto Invernadero (por disminución de quema incontrolada)	ton CO2 eq	34.432	44.256
Reducción indirecta de Gases de Efecto Invernadero (producción desde material reciclado)	ton CO2 eq	6.133	7.883
Impactos positivos (no cuantificables)		Reducción de: Microbasurales, Impactos a suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje, Riesgos a la salud	
Impactos negativos (no cuantificables)		No se detecta	
Impactos sociales			
Empleos brutos generados	Nº	174	241
Impactos positivos (no cuantificables)		Nuevas cadenas de valor, Renta empresarial, Creación de empleo, Mejoras laborales, Incorporación y formalización del reciclador primario, Adecuado manejo de residuos garantizado, Imagen país	
Impactos negativos / Costos socioeconómicos (no cuantificables)		Compromiso de entrega del consumidor (cambio de hábito), Superficies de acopio requeridas, Costos operacionales de municipios, Esfuerzo de educación ambiental, Dependencia del mercado de materiales recuperados, Riesgos financieros, Eventual aumento del costo producto nuevo	
Impactos económicos			
Inversión requerida en plantas	MM\$	1.411	1.764
Aporte al PIB (MM\$)	MM\$	0 (pérdidas)	0 (pérdidas)
Aumento en precio del producto	\$ / c/u	2.286	2.395

Tabla 62: Resumen de impactos residuos celulares por escenario al año 2020

Impactos	Unidad/ Año	Escenario 1 Año 2020	Escenario 2 Año 2020
Datos base			
Meta de recuperación	%	50	80
Meta de recuperación	ton	335	540
Capacidad neta requerida de plantas	ton	Incorporada en plantas para equipos de informática	Incorporada en plantas para equipos de informática
Impactos ambientales			
Recuperación de materia prima: metales	ton	134	216
Ahorro indirecto de energía (producción desde material reciclado en el país)	GJ	2.948	4.752
Reducción directa de Gases de Efecto Invernadero (por disminución de quema incontrolada)	ton CO2 eq	1.018	1.642
Reducción indirecta de Gases de Efecto Invernadero (producción desde material reciclado)	ton CO2 eq	255	410
Impactos positivos (no cuantificables)		Reducción de: Microbasurales, Impactos a suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje, Riesgos a la salud	
Impactos negativos (no cuantificables)		No se detecta	
Impactos sociales			
Empleos brutos generados	Nº	7	11
Impactos positivos (no cuantificables)		Nuevas cadenas de valor, Renta empresarial, Creación de empleo, Mejoras laborales, Incorporación y formalización del reciclador primario, Aporte al PIB, Adecuado manejo de residuos garantizado, Imagen país	
Impactos negativos / Costos socioeconómicos (no cuantificables)		Compromiso de entrega del consumidor (cambio de hábito), Superficies de acopio requeridas, Costos operacionales de municipios, Esfuerzo de educación ambiental, Dependencia del mercado de materiales recuperados, Riesgos financieros	
Impactos económicos			
Inversión requerida en plantas	MM\$	Incorporada en plantas para equipos de informática	Incorporada en plantas para equipos de informática
Aporte al PIB (MM\$)	MM\$	619	1.000
Aumento en precio del producto	\$	0	0

Traduciendo las cifras de la evaluación de impactos en elementos más concretos, se puede decir que la aplicación de la REP respecto a los RE en condiciones del Escenario 1 al año 2020, implicaría anualmente:

EQUIPOS DE INFORMÁTICA

- Reducir en más de 70.000 m³ los equipos acumulados y manejados inadecuadamente, lo que equivale a la cancha de fútbol del Estadio Nacional⁵⁹ llena con residuos electrónicos a una altura de casi 10 metros.

Lo anterior disminuye considerablemente los impactos por riesgo de contaminación de aguas y suelos, riesgo a la salud, entre otros.

- Dejar de producir casi 3.300 toneladas de metales (cobre, aluminio, hierro), con todos los costos asociados que tiene la extracción minera, su refinación, producción y transporte.
- Reducir en el país el consumo de energía convencional en 55.000 GJ, equivalente al consumo de cerca de 1,8 millones de litros de combustible o a lo que consumen casi 770 automóviles en un año.
- Reducir la emisión de CO₂ en casi 45.000 toneladas, equivalente a lo que consumen estimativamente 150.000 árboles adultos.
- Invertir MM\$ 1.411 en plantas de reciclaje de RE.
- Generar 174 nuevas fuentes de trabajo, de las cuales al menos el 50% es trabajo calificado.
- Recargar el precio de venta en alrededor de 2.400 pesos, que corresponde a menos del 1% del precio comercial de un equipo de informática nuevo.

CELULARES

- Reducir en más de 125 m³ los equipos acumulados y manejados inadecuadamente.

Lo anterior disminuye considerablemente los impactos por riesgo de contaminación de aguas y suelos, riesgo a la salud, emisiones GEI incontroladas, entre otros.

- Dejar de producir casi 135 toneladas de metales (cobre, aluminio, hierro), con todos los costos asociados que tiene la extracción minera, su refinación, producción y transporte.
- Reducir en el país el consumo de energía convencional en casi 3.000 GJ, equivalente al consumo de más de 75 mil litros de combustible o a lo que consumen casi 33 automóviles en un año.
- Reducir la emisión de CO₂ en 1.300 toneladas, equivalente a lo que consumen estimativamente 4.300 árboles adultos.
- Generar 7 nuevas fuentes de trabajo, de las cuales al menos el 50% es trabajo calificado.
- Aportar \$ 620 millones de pesos por año al PIB de Chile.

⁵⁹ Superficie: 105 m x 68 m

7.3 Recomendaciones para la implementación de la REP

Para la dictación del marco legal y la implementación de la REP para los RE, se **recomienda**:

- Modificar el reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos (D.S.148/03), para que no aplique a los equipos electrónicos fuera de uso antes de su desensamblaje en plantas de reciclaje.
- Especificar quién y cómo responder a los “residuos históricos”, anteriores a la implementación de la REP, y los “residuos huérfanos”, cuyo productor no es identificable.
- Fomentar la incorporación y formalización de recicladores primarios y pequeños transportistas para optimizar el sistema de recogida y transporte de los RE.
- Fomentar el reacondicionamiento de los equipos de informática, considerándolos como un factor importante de socialización y para superar la “brecha digital”. Es aconsejable pre-definir las funciones en la cadena de la REP, para que las instituciones benéficas que ya recogen equipos para reacondicionamiento no sean competencia al mercado de reciclaje que se genere.
- Normar la calidad de los equipos de informática y celulares que ingresen al mercado nacional, dado que traerá aparejado un aumento en su vida útil y, por ende, un menor flujo de residuos. Los productos elaborados con ecodiseño tendrán menos componentes peligrosos y más partes reciclables.
- Normar la información a usuarios respecto a los componentes y partes de los equipos electrónicos, su manejo y entrega adecuada. Considerar en este contexto su etiquetado.

8 CONCLUSIONES

8.1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

En términos generales se concluye que la implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en Chile, para los productos considerados en este estudio y bajo el esquema de evaluación supuesto, **es factible de realizar** y que los **impactos** económicos, ambientales y sociales resultantes **se evalúan como favorables**, para ambos escenarios.

Los **impactos ambientales** son positivos para todos los productos evaluados:

- Se recuperan materias primas secundarias que hoy desaparecen en destinos desconocidos, las cuales pueden ser incorporadas a nuevos procesos productivos o valorizadas energéticamente.
- Se ahorra energía en forma directa por valorización de los materiales e indirecta debido a la producción de nuevos productos con materiales reciclados.
- Se reducen los gases de efecto invernadero en forma directa por disminución de quema incontrolada del producto fuera de uso (residuo) e indirecta por la producción de nuevos productos con materiales reciclados.
- Se reduce una serie de otros impactos ambientales, como los asociados a microbasurales, proliferación de vectores, riesgo de incendios, impacto a suelo, aguas, paisaje, vegetación y fauna, olores, humos tóxicos asociado a la quema indebida y riesgos a la salud de las personas.

Los **impactos sociales** son positivos para todos los productos evaluados:

- Se crean y/o estabilizan mercados y empresas de valorización de residuos, incluidos nuevos sistemas de recogida, acopio y transporte en las regiones, potenciando redes logísticas, generando cadenas de valor y rentas empresariales.
- Se genera una cantidad apreciable de nuevos empleos asociados a cada tipo de producto fuera de uso. Aparte de los productores, en algunos casos participan los **municipios** en el acopio (NFU, BFU, RE) y en otros, potencialmente, el **reciclador primario** en la recogida de los productos fuera de uso (BFU y RE).
- Culturalmente, se crean **cambios de mentalidad y de hábitos** en los consumidores hacia un consumo más consciente y en los grupos empresariales hacia un compromiso con la sustentabilidad y una responsabilidad de la cuna a la tumba con sus productos.
- En el **área de desarrollo humano y local** se genera como beneficio una elevación de la calidad de vida a nivel país, mediante la reducción de los impactos ambientales y a la salud de las personas, la creación de empleos, mejora de condiciones de trabajo, aumento de ingresos, satisfacción de necesidades básicas, mejora de índices de desarrollo humano y bienestar general.
- Finalmente, se instaura un adecuado manejo de los residuos y una mejor **imagen país**.
- No obstante, se revelan algunos **obstáculos y riesgos** asociados a la puesta en marcha de la REP, como el compromiso de entrega del consumidor (cambio de hábito), requerimiento de superficies de acopio, costos operacionales de municipios, esfuerzo de educación ambiental, dependencia del mercado de materiales recuperados y riesgos financieros.
- Se considera que estas barreras pueden ser superadas con una adecuada planificación entre el sector público y privado previa a la puesta en marcha del sistema para cada producto.

Los **impactos económicos** son positivos para todos los productos, especialmente para NFU, BFU y Celulares:

- Se activa un nuevo mercado y una cadena de valor que implica importantes inversiones y actividades laborales, para todos los productos.
- Los sistemas de recuperación de los productos fuera de uso son económicamente rentables y se autofinancian para los NFU, BFU y Celulares.
- Se generan aportes relevantes al PIB, en caso de NFU, BFU y Celulares.
- En caso de los ALU y equipos de informática fuera de uso se requiere un financiamiento inicial para cubrir los costos de recuperación de los mismos. Es decir, los respectivos productores deben pagar a los gestores de residuos para garantizar un adecuado manejo de los residuos. Estos costos adicionales pueden ser asumidos por los productores o traspasados a los consumidores mediante el aumento del precio del producto. Para ambos escenarios evaluados, este incremento sería cercano al 1% del precio comercial promedio de ambos productos (máximo \$2.400 para computadores y máximo \$20 por litro de aceite nuevo).

Al respecto se estima que al absorber estos costos unitarios adicionales (por litro de aceite nuevo o unidad de equipo de informática), no desequilibra los resultados de mediano plazo de los productores. Ambos productos dependen de los precios del mercado internacional y del cambio de las divisas, cuyas fluctuaciones durante un año son múltiples en comparación con el potencial incremento del 1% asociado a ambos productos. En el caso de los ALU, el impacto económico, además, está supeditado a los precios de los productos energéticos que compiten con ellos (carbón y petcoke), y en la medida que su precio relativo se incrementa, los niveles de pérdida se mitigan.

8.2 CONSIDERACIONES FINALES

Independiente de los resultados favorables del presente estudio, es importante recordar que la evaluación está basada en una serie de **supuestos**, que pueden no corresponder a la realidad o que simplemente podrían cambiar en el tiempo. En consecuencia, existen **riesgos** asociados a la implementación de la REP, especialmente en el ámbito económico, dado que las condiciones del comercio podrían cambiar.

Respecto a los **dos escenarios**, cabe concluir que ambos teóricamente serían factibles de implementar y que el escenario 2 (el más exigente) tendría más ventajas ambientales, sociales y económicas que el escenario 1. Sin embargo, existe un **punto de quiebre** (“breakpoint”) práctico del sistema de recogida o recolección, que es difícil de determinar. La experiencia demuestra que los sistemas llegan a un punto donde no es factible recoger más residuos, a pesar de un mayor esfuerzo. Es decir, en la práctica no será posible cumplir una meta de recogida del 100%, dado que siempre hay una fracción no recuperable.

8.3 RECOMENDACIONES

Aparte de las recomendaciones dadas para cada producto, para la dictación del marco legal y la implementación de la REP, se derivan algunos aspectos adicionales a considerar como los siguientes:

- Con el fin de establecer un sistema REP con metas factibles de cumplir en Chile, se aconseja considerar como base las metas del escenario 1.
- Definir el rol y las responsabilidades de cada uno de los actores, con énfasis en el productor, consumidor y el rol articulador del Estado y Municipio. Respecto al Estado, éste debe, por ejemplo, asegurar equidad, crear un sistema de control de ingreso de los productos importados, controlar el cumplimiento de las metas y aplicar sanciones.
- Fomentar la creación de una “Organización de Responsabilidad de los Productores” (ORP) por rubro, que se haga cargo en nombre de todo el sector y de todas las marcas.

- Especificar quién y cómo responder a los “residuos históricos”, anteriores a la implementación de la REP, y los “residuos huérfanos”, cuyo productor no es identificable.
- Tomar en cuenta el conjunto del territorio nacional, de modo que ninguna zona queda excluida de los beneficios de la REP. Establecer los mecanismos de otorgamiento de permisos sanitarios para trasladar los productos fuera de uso desde zonas insulares (Juan Fernández, Isla de Pascua, etc.).
- Considerar las responsabilidades, facilidades y restricciones para los procesos de sensibilización y educación desde todos los actores.
- Fortalecer y facilitar los procesos de educación ambiental del Estado a través de sus instituciones y organizaciones, considerando la REP en la Política Nacional de Educación Ambiental y en los contenidos mínimos obligatorios y objetivos fundamentales transversales de la Ley de educación.
- Fomentar estrategias comunicativas coherentes con la REP.
- Normar la información a usuarios respecto a los componentes y partes de los productos fuera de uso, su manejo y entrega adecuados. Considerar en este contexto eventualmente un etiquetado.
- Considerar la importancia de normar la calidad de los productos importados, dado que ello traerá aparejado un aumento en su vida útil y, por ende, un menor flujo de residuos.
- Diseñar un sistema de información para el seguimiento y monitoreo, además del cumplimiento de las metas específicas asociadas a la REP.
- Finalmente, es importante potenciar las iniciativas voluntarias asociadas a la REP de algunos productores, incorporándolas en la dictación del marco legal, la definición de las metas de recuperación y la implementación de la REP.

9 BIBLIOGRAFIA

La presente publicación corresponde a un resumen del estudio:

ECOING, 2010. "Estudio de Evaluación de Impactos Económicos, Ambientales y Sociales de la Implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor en Chile".

A continuación, se presentan las fuentes bibliográficas citadas en este documento:

BIRD, 2008. Report on the Environmental Benefits of Recycling. Imperial College, London.

CONAMA/GTZ. 2008. Guía Técnica para Generadores de Aceites Industriales Usados. Proyecto gestión de residuos peligrosos en Chile. Santiago, Chile – Proyecto ResPel

C Y V MEDIOAMBIENTE, 2008. Diagnostico de la Fabricación, Importación y Distribución de Neumáticos y Manejo de Neumáticos Fuera de Uso (NFU).

C Y V MEDIOAMBIENTE, 2008. Diagnóstico de la Fabricación, Importación y Distribución de Aparatos Electrónicos y Manejo de los Equipos Fuera de Uso.

INE (Instituto Nacional de Estadística), 2009. Anuarios parque vehicular 2000- 2007.

IFEU, 2008. Recopilación y análisis de experiencias internacionales en aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor. Instituto para la Investigación de Energía y Medio Ambiente de Heidelberg, Alemania.

INGENIEROS RYA CONSULTORES, 2009. Diagnostico de la Fabricación, Importación y Distribución de Baterías y Manejo de Baterías Fuera de Uso (BFU).

ISI, 2009. Indicador de la Sociedad de Información. [Http://www.everis.cl](http://www.everis.cl).

LINDHQVIST, 2000. "Extended Producer Responsibility in Cleaner Production: Policy Principles to Promote Environmental Improvements of Product Systems", IEEE Lund University.

OECD, 2003. Technical Guidance For The Environmentally Sound Management Of Specific Waste Streams: Used And Scrap Personal Computers (ENV/EPOC/WGWPR(2001)3/FINAL).

REAL DECRETO 1619/2005, de 30 de diciembre, sobre la Gestión de Neumáticos Fuera de Uso. España. BOE num.2, 3 de Enero 2006.

SECRETARÍA DEL CONVENIO DE BASILEA. 2003. Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de plomo de desecho. [http:// www.basel.int](http://www.basel.int).

SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS, 2009. Información Estadística de Comercio Exterior, Gobierno de Chile. <http://200.72.160.89/estacomex/asp/index.asp>

SUBTEL, 2008. Informe Anual De Actividad Del Sector Telecomunicaciones, Año 2007.

UNEP/CHW 9/18, 2008. Revised Technical Guidelines on the Environmentally Sound Management of Used Tyres.

UNEP, 2006. Guideline on Material Recovery and Recycling of End-of-Life Mobile Phones.

VIA LIMPIA COPEC, 2009. Presentación Avances Manejo Residuos Aceites Lubricantes.

10 ACRÓNIMOS

ACV	Análisis de Ciclo de Vida
ALU	Aceites Lubricantes Usados
APL	Acuerdo de Producción Limpia
ASOLUB	Asociación de Productores y Representantes de Productos Lubricantes
BFU	Baterías Fuera de Uso
CINC	Cámara de la Industria del Neumático de Chile
CIF	Cost, Insurance and Freight
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente
CPU	Central Processing Unit (Unidad de Procesamiento Central)
CRT	Cathode Ray Tube (Tubo de Rayos Catódicos)
ECV	Evaluación de Ciclo de Vida
GJ	Giga Joule
GIZ (ex-GTZ)	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
IFEU	Instituto de Investigación Ecológica de Alemania
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
LCD	Liquid Crystal Display (Pantalla de Cristal Líquido)
LED	Light Emitting Diode (Diodos Emisores de Luz)
MINSAL	Ministerio de Salud
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
MOP	Ministerio de Obras Públicas
NFU	Neumático Fuera de Uso
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OIT	Organización Internacional del Trabajo
ONG	Organización No Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ORP	Organización de Responsabilidad de los Productores
PC	Personal computer
PIB	Producto Interno Bruto
PYME	Pequeña Y Mediana Empresa
RE	Residuos Electrónicos
REP	Responsabilidad Extendida del Productor
RESPEL	Residuo Peligroso
RM	Región Metropolitana
SUBTEL	Subsecretaría de Telecomunicaciones
TCI	Tarjeta de Circuito Impreso
UE	Unión Europea
VIRS	Vertedero Ilegal Residuos Sólidos

Evaluación económica, ambiental y social de la implementación de la REP en Chile

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Federico Froebel 1776/1778
Providencia
Casilla 50430, Correo Central
Santiago, Chile
T 56 2 719 39 00
F 56 2 719 39 34
E giz-chile@giz.de
I www.giz.de/chile

