

ETAPA 4: EVALUACIÓN DE IMPACTOS Envases y Embalajes de Papel y Cartón

ÍNDICE

	Página
1 INTRODUCCION	3
1.1 Resumen de principales datos del diagnóstico	3
2 CANTIDADES Y DESTINOS DE RESIDUOS DE EYE RECUPERADOS	5
2.1 Destinos supuestos para los residuos recogidos	6
2.2 Escenarios y logros de recuperación	6
2.3 Balance de masa por escenario	7
3 IMPACTOS AMBIENTALES	8
3.1 Aspectos ambientales generales	8
3.2 Análisis del ciclo de vida	8
3.3 Variación en el uso de materias primas primarias y secundarias	10
3.4 Variación en el sistema de eliminación de los residuos	10
3.5 Variación en el uso de energía	11
3.6 Variación en la generación de dióxido de carbono	13
3.7 Otros impactos ambientales	15
4 IMPACTOS SOCIALES	16
5 IMPACTOS ECONÓMICOS	16
5.1 Papel y Cartón	16
5.2 Multicomponentes	19
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	22
6.1 Conclusiones	22
6.2 Recomendaciones para la implementación de la REP	25
7 BIBLIOGRAFÍA	26

Índice de Tablas

Tabla 2-1 Resumen de cantidades y tasas de recuperación (Año 2010)	5
Tabla 2-2 Proyección del consumo de EyE de PyC.....	5
Tabla 2-3 Proyección de las tasas de recuperación de residuos de EyE de Papel y Cartón desde RSM según Escenario.....	6
Tabla 2-4 Proyección de las tasas de recuperación de residuos de EyE de Multicomponentes desde RSM según Escenario	7
Tabla 2-5 Balance de masa por escenario y destino Residuos de PyC	7
Tabla 2-6 Balance de masa por escenario y destino Residuos de Multicomponentes	8
Tabla 3-1 Resumen del análisis de ciclo de vida envases de PyC.....	9
Tabla 3-2 Recuperación de materias primas, ton/año.....	10
Tabla 3-3 Reducción de volumen en relleno sanitario por recuperación ..	11
Tabla 3-4 Energía ahorrada por valorización de PyC	11
Tabla 3-5 Consumo unitario de energía por transporte residuos de PyC (radio 500 km).....	12
Tabla 3-6 Consumo ponderado de energía por transporte de PyC según distancia	12
Tabla 3-7 Resumen de energía consumida por transporte de residuos a nivel país y ahorrada por valorización.....	13
Tabla 3-8 Reducción de CO₂ por valorización de PyC.....	14
Tabla 3-9 Emisiones generadas por transporte residuos de PyC.....	14
Tabla 3-10 Emisiones generadas por transporte de PyC según distancia .	14
Tabla 3-11 Resumen de generación de emisiones del CO₂ por transporte de residuos de PyC a nivel país (t CO₂)	15
Tabla 5-1 Distribución Regional de Residuos de PyC.....	16
Tabla 5-2 Escenario 1 y 2 al 2016	17
Tabla 5-3 Escenario 1 y 2 al 2021	17
Tabla 5-4 Síntesis Papel y Cartón.....	18
Tabla 5-5 Distribución Regional de Residuos de Multicomponentes.....	19
Tabla 5-6 Escenario 1 al 2016	20
Tabla 5-7 Escenario 1 al 2021	21
Tabla 5-8 Síntesis EyE Multicomponentes	22
Tabla 6-1 Resumen de Impactos por Escenario al Año 2021	23

1 INTRODUCCION

El presente capítulo corresponde a la evaluación de los impactos ambientales, sociales y económicos de la implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en Chile, respecto al sector de envases y embalajes (EyE), y específicamente a los de **papel y cartón**, incluidos los de **multicomponentes**.

Es importante de aclarar que se ha convenido **enfocar la evaluación** en la recuperación de los EyE generados en los **domicilios y pequeños comercios**, que hoy en día terminan en los **residuos sólidos municipales** (RSM).

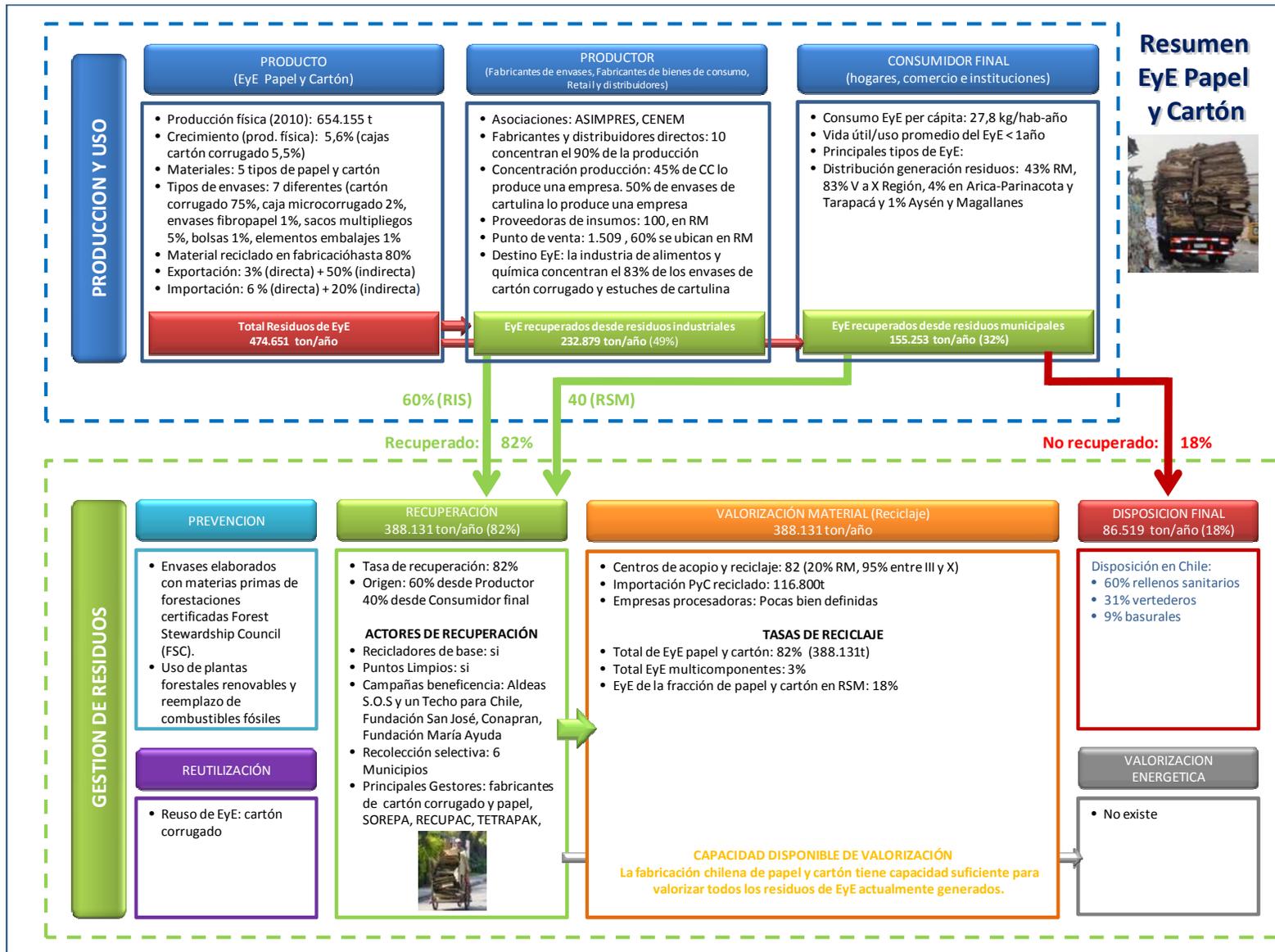
Cabe acordar que los Escenarios de evaluación (Etapa 3) **definen probables sistemas de recolección selectiva** para la recuperación de estos EyE. El Escenario 1 considera sólo sistemas de "entrega", donde el consumidor lleva sus residuos segregados a puntos limpios y puntos verdes. Mientras el Escenario 2 agrega sistemas de "retiro" mediante recolección puerta a puerta. Esta forma de retiro aplica para los EyE de multicomponentes (tratados en este capítulo), aunque no para los de papel y cartón, siendo ambos Escenarios iguales para este último tipo de material.

Basado en estos Escenarios se determina en esta Etapa 4 lo siguiente:

- **Cantidades y destinos de residuos de EyE recuperados.** Incluye la determinación de los **logros de recuperación de residuos de EyE** alcanzables para el país, expresados en porcentajes desde los RSM. Estos porcentajes podrían aplicarse como posibles **metas de recuperación** en el eventual marco regulatorio asociado a la REP.
- Los **impactos ambientales, sociales y económicos** resultantes.
- **Conclusiones** de la evaluación y **recomendaciones** para la dictación del marco legal y la implementación de la REP.

1.1 Resumen de principales datos del diagnóstico

Un resumen de los principales datos del diagnóstico de los EyE de papel y cartón (Etapa 1) se muestra a continuación.



2 CANTIDADES Y DESTINOS DE RESIDUOS DE EYE RECUPERADOS

Como se puede observar en el recuadro anterior, la generación de residuos de EyE de papel y cartón al año 2010 era de 474.651 toneladas. De estos EyE consumidos, se recuperaron 388.131 toneladas, equivalentes a una tasa de recuperación de 82%. Esta tasa se fundamenta principalmente en los residuos recuperados a nivel industrial y comercial (60% de dicho total).

Si bien se estimó que un total de 86.520 toneladas de estos residuos se envían a disposición final, la fracción efectiva de EyE de papel y cartón que se consume a nivel domiciliario y pequeño comercio (y que termina en los RSM) no se conoce claramente. La cantidad total de residuos de PyC que se dispuso en rellenos sanitarios y vertederos al 2010 fue de 824.328 toneladas, pero incluye tanto EyE como otros residuos con componentes de papel. Sin embargo, se puede realizar una aproximación en base al consumo aparente de EyE determinado en el diagnóstico (474.651 t), de lo cual resulta un porcentaje cercano al 58%¹ de la fracción total de PyC en RSM.

Al comparar la cantidad recuperada desde los RSM en el 2010 (388.131 toneladas) con la fracción total de PyC, se obtiene una tasa de recuperación de sólo 18,8%. Si la cantidad recuperada se compara con la fracción estimada de EyE de PyC en los RSM la tasa de recuperación es del 32,7%.

Tabla 2-1 Resumen de cantidades y tasas de recuperación (Año 2010)

Ítem	ton/año	%
Consumo de EyE de PyC en Chile	474.651	100%
Recuperación de EyE de PyC desde total de residuos	388.131	82 %
Residuos de PyC en RSM (EyE y otros residuos)	824.328	100%
Recuperación de EyE de PyC desde fracción total en RSM	155.253	18,8%
Recuperación de EyE de PyC desde fracción de EyE supuesta en RSM	155.253	32,7%

Fuente: Elaboración propia, ECOING

En la tabla a continuación, se presentan las proyecciones del crecimiento del consumo aparente de los EyE de PyC en Chile (ver detalles en Anexos de Etapa 1), requeridas para la evaluación de los escenarios. Se incluye también en este grupo a los envases multicomponentes.

Tabla 2-2 Proyección del consumo de EyE de PyC

Tipo de EyE	Tasa de crecimiento, %	2010 ton/año	2016 ton/año	2021 ton/año
EyE de PyC en general	5,6%	474.651	660.218	869.351
Multicomponentes	7,0%	17.705	26.570	37.266

Nota: Tabla incluye consumo completo, a nivel industrial, comercial y domiciliario

¹ Para simplificar los cálculos, se utiliza este valor para estimar un % de recuperación desde la fracción de EyE en los RSM en ambos escenarios = 474.651/824.328

2.1 Destinos supuestos para los residuos recogidos

Para la evaluación de los impactos se supone el siguiente destino:

- **compactación y venta de material a empresas del sector:** A nivel país, particularmente en la zona central, existen 4 empresas que recuperan EyE de papel y cartón para su reciclaje en nuevos productos de PyC, como se detalló en el diagnóstico del sector (Etapa 1). Se supone que el material recuperado será comercializado como materia prima secundaria a menor costo que la materia prima virgen, tomando como referencia conservadora el precio de mercado de las empresas del sector. El material recuperado cubre parte de la demanda de estos envases en Chile, es decir, no se considera la implementación de nuevas plantas de valorización en el país, dado que hay suficiente mercado y capacidad instalada² (ver Etapa 3).
- En el caso particular de **multicomponentes** existe una empresa que los recicla para la fabricación de paneles a usar en la construcción y además está por comenzar a operar otra planta en el país.

2.2 Escenarios y logros de recuperación

Basado en los sistemas de recuperación de residuos supuestos por escenario (Etapa 3), se determinan las siguientes cantidades y respectivos logros de recuperación.

Tabla 2-3 Proyección de las tasas de recuperación de residuos de EyE de Papel y Cartón desde RSM según Escenario

Ítem	Situación base	Escenario 1		Escenario 2	
	2010	2016	2021	2016	2021
Total fracción de PyC en RSM	830.810	1.152.087	1.512.881	1.152.087	1.512.881
Total de EyE de PyC disponible	474.651	633.648	832.085	633.648	832.085
EyE de PyC recuperados desde RSM	155.253	199.497	292.539	199.497	292.539
Tasa de recuperación desde fracción total de RSM	18,80%	20,9%	27,0%	20,9%	27,0%
Tasa de recuperación desde fracción de EyE de RSM	32,7%	37,9%	49,2%	37,9%	49,2%
Destinos proyectados	Valorización en fabricas de PyC nacionales				

Fuente: Elaboración propia, ECOING

² La producción nacional de envases de papel y cartón al 2010 alcanzó a 654.155 t, la cantidad recuperada al 2021 cubriría solo el 44,7% de dicha capacidad.

Tabla 2-4 Proyección de las tasas de recuperación de residuos de EyE de Multicomponentes desde RSM según Escenario

Ítem	Situación base	Escenario 1		Escenario 2	
	2010	2016	2021	2016	2021
Total de EyE multicomponentes en EyE disponible	17.705 t	26.570 t	37.266 t	26.570 t	37.266
Cantidades de EyE multicomponentes recuperados desde RSM	575 t	2.572 t	7.224 t	3,588 t	15.049 t
Logro de recuperación desde RSM	2,2%	8,3%	20,7%	11,6%	43,1%
Logros de recuperación desde fracción de EyE de RSM	3,2%	12,4%	30,9%	17,4%	64,4%
Destinos proyectados	Valorización en plantas de reciclaje nacionales				

Fuente: Elaboración propia, ECOING

2.3 Balance de masa por escenario

Se ha supuesto que del total de EyE recuperado un 95% se destinará como materias primas secundarias en plantas de fabricación de PyC, generándose un 5% de pérdidas que se destinará a relleno sanitario. Cabe mencionar que la recuperación para reuso en productos similares, corresponde al proceso ambientalmente más deseado, de acuerdo a la estratégica jerarquizada de la política de gestión integral de residuos sólidos. De acuerdo a lo anterior, el balance de masa para cada escenario se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 2-5 Balance de masa por escenario y destino Residuos de PyC

EyE papel y cartón	Valor base	Escenario 1		Escenario 2	
	2010	2016	2021	2016	2021
Datos base					
Total Residuos de EyE de PyC (ton)	474.651	633.648	832.085	633.648	832.085
EyE de PyC recuperados desde RSM (ton)	155.253	199.497	292.539	199.497	292.539
EyE de PyC restante en RSM (ton)	301.693	434.151	539.546	434.151	539.546
Tasa de recuperación desde fracción total de RSM (%)	18,80%	20,9%	27,0%	20,9%	27,0%
Tasa de recuperación desde fracción de EyE en RSM (%)	32,7%	37,9%	49,2%	37,9%	49,2%
Destinos supuestos de PyC recogido					
Valorización (ton)	147.490	189.522	277.912	189.522	277.912
Pérdidas proceso 5% (ton)	7.763	9.975	14.627	9.975	14.627

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Tabla 2-6 Balance de masa por escenario y destino Residuos de Multicomponentes

EyE multicomponentes	Valor base	Escenario 1		Escenario 2	
	2010	2016	2021	2016	2021
Datos base					
Total Residuos de EyE de multicomponentes (ton)	17.705	26.570	37.266	26.570	37.266
EyE de multicomponentes recuperados desde RSM (ton)	575	2.572	7.224	3.588	15.049
EyE de multicomponentes restante en RSM (ton)	17.130	23.998	30.042	22.982	22.217
Tasa de recuperación desde fracción total de RSM (%)	2,2%	8,3%	20,7%	11,6%	43,1%
Tasa de recuperación desde fracción de EyE en RSM (%)	3,2%	12,4%	30,9%	17,4%	64,4%
Destinos supuestos de PyC recogido					
Valorización (ton)	546	2.443	6.863	3.409	14.297
Pérdidas proceso 5% (ton)	29	129	361	179	752

Fuente: Elaboración propia, ECOING

3 IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de los impactos ambientales se concentra en las cantidades de materias primas secundarias recuperadas, las emisiones de gases de efecto invernadero expresado como CO₂ y la demanda de energía. Adicionalmente, se toma en cuenta la reducción esperada de los impactos a las diferentes componentes ambientales, como son los suelos, aguas, aire, vegetación, etc.

3.1 Aspectos ambientales generales

Los Residuos de envases de PyC se clasifican como un residuo no peligroso, y en general presentan un bajo impacto, si se les maneja en forma adecuada.

A nivel nacional, la valorización se orienta a un nuevo uso del PyC recuperado en la industria del mismo material. Teóricamente, una tonelada de papel recuperado reemplaza a 1 toneladas de material virgen. Sin embargo, la tasa de reciclaje siempre tiene una pérdida que bordea en promedio el 5%, debido a la presencia de contaminación en el material recuperado, tales como restos de otros materiales mezclados, entre otros.

3.2 Análisis del ciclo de vida

Para evaluar el impacto de la recuperación de residuos de EyE de PyC se presenta un análisis del uso de materiales, energía y emisiones de CO₂ por tonelada de envase fabricado en sus diferentes etapas de su ciclo de vida (de acuerdo a datos disponibles), considerando ciclos sin material reciclado y con un 60% de material reciclado, cuyos resultados se resumen en la tabla a continuación³.

³ Fuente: BIR 2008 y estimación de datos a nivel nacional.

Tabla 3-1 Resumen del análisis de ciclo de vida envases de PyC

Etapa del ciclo de vida		Sin material reciclado			Con material reciclado (ej. 60%)		
		Energía	Insumos (1)	Emisión CO ₂ equiv.	Energía	Insumos (1)	Emisión CO ₂ equiv.
		GJ	ton	kg	GJ	ton	kg
Fabricación, distribución y consumo (1 ton)	Fabricación envase	-35,2	-	1700	-18,8	-	1.400
	Transporte y distribución (radio 2500 km)	-11,2	0,24	763	-11,2	0,24	763
	Uso	-	-	-	-	-	-
Gestión de residuos (1 ton)	Transporte enfardado a plantas reciclaje (radio 2.500 km)	-	-	-	-4,8	0,10	325,8
	Transporte a disposición final (60 km)	-0,67	0,01	46	-0,268	0,01	18,4
Total		-47,1	0,26	2.509,0	-35,1	0,35	2.507,2

(1) Insumos: combustibles utilizados (transporte en camión, consumo promedio diesel 2 Km/L con carga)

De acuerdo a los resultados del análisis presentado en la tabla anterior, la etapa más crítica del ciclo de vida de los EyE de PyC corresponde a la etapa de fabricación del envase y su transporte, los que presentan los mayores consumos de energía, insumos y generación de CO₂.

El impacto global de las etapas consideradas del ciclo de vida⁴ sobre el componente emisiones de CO₂ resulta en la generación de cerca de 2.509 ton de CO₂/tonelada en un proceso que no considera ningún tipo de reciclaje. En tanto, el impacto global del ciclo de vida del material sin reciclaje, sobre la componente energía, resulta en un consumo neto de 47,1 GJ/tonelada respectivamente.

En forma comparativa, la combustión de una tonelada de petróleo diesel genera 46 GJ/ton y genera 3.220 kg CO₂/ton, por lo que el impacto del ciclo de vida de 1 ton de estos envases en un proceso sin reciclaje sería equivalente a quemar 1 ton de diesel en función de la energía consumida y el CO₂ generado.

Al considerar la incorporación de un 60% de material reciclado en los procesos⁵, el consumo de energía global del ciclo de vida se reduce en un 25% y la emisión de CO₂ en menos de un 1%, aun considerando un radio de transporte de 2.500 km, equivalente a casi todo el territorio nacional, considerando material enfardado.

⁴ Producción, transporte y distribución del producto y uso

⁵ El porcentaje de material reciclado puede llegar al 80%.

Analizando el ciclo de vida del PyC en sus etapas de transporte, recuperación y destino, y basándose en los datos del balance de masa anterior, se obtiene los inputs y outputs de energía (GJ), emisión de dióxido de carbono (ton CO₂) y la generación de productos y residuos (ton) por tonelada de material recuperado. Los valores respectivos se presentan en la sección siguiente.

3.3 Variación en el uso de materias primas primarias y secundarias

Dado que un 95% del PyC recogido se procesará en plantas de fabricación de envases, se reintegrará una cantidad importante de material al mercado de materias primas, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 3-2 Recuperación de materias primas, ton/año

Ítem	Situación al 2010	Escenario 1		Escenario 2	
		2016	2021	2016	2021
Material recuperado (ton)	155.253	199.497	292.539	199.497	292.539
Material valorizado como materia prima secundaria (ton)	147.490	189.522	277.912	189.522	277.912

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Considerando el escenario 1 y 2, se logra valorizar desde los RSM casi 190.000 toneladas de **PyC** al año 2016 y más de 292.000 toneladas al año 2021, lo cual implica un ahorro equivalente en toneladas de materia prima virgen usadas para la fabricación de materiales de envases.

Para el caso específico de los **multicomponentes**, se logra valorizar desde los RSM entre 2.400 y 6.800 toneladas en el escenario 1 aumentando desde 3.400 a 14.000 en el escenario 2, lo cual implica un ahorro equivalente en toneladas de materia prima utilizables en productos de construcción.

3.4 Variación en el sistema de eliminación de los residuos

La recuperación y valorización de los residuos disminuye la fracción de PyC que va actualmente a disposición final, desde un 67,7 % a un 66,6 % en el escenario 1 y 2, en términos de cantidad. En términos de volumen, se logra un importante ahorro de espacio en los rellenos sanitarios⁶, tal como se indica en la tabla siguiente.

⁶ En el cálculo de volumen de relleno sanitario se considera la densidad de material enfardado, debido a los procesos de compactación de la basura.

Tabla 3-3 Reducción de volumen en relleno sanitario por recuperación

Ítem	Valor base	Escenario 1		Escenario 2	
	2010	2016	2021	2016	2021
PyC					
Ton a disposición	309.455	444.126	554.173	444.126	554.173
% a disposición	67,72%	67,09%	66,60%	67,09%	66,60%
Ton valorizadas (95% del material recuperado)	147.490	189.522	277.912	189.522	277.912
Reducción de volumen en relleno sanitario (m ³)	503.380	646.833	948.505	646.833	948.505
Multicomponentes					
Ton a disposición	17.159	24.127	30.404	23.162	22.970
% a disposición	96,91%	90,80%	81,58%	87,17%	61,64%
Ton valorizadas (95% del material recuperado)	546	2.443	6.863	3.409	14.297
Reducción de volumen en relleno sanitario (m ³)	3.767	16.851	47.330	23.508	98.597

Fuente: Elaboración propia, ECOING

3.5 Variación en el uso de energía

El proceso de **recuperación y reciclaje del PyC** supone un ahorro importante en el uso de energía. La producción primaria de papel y cartón requiere alrededor de 35,2 GJ/ton, en tanto la producción en base a material recuperado sólo consume 18,8 GJ/ton, lo que implica un **ahorro de 16,4 GJ⁷** por cada tonelada que es retornada al ciclo de uso que es retornada al ciclo de uso. Para ambos escenarios esto implica un ahorro de 3.108.000 a 4.557.000 GJ anual para los años 2016 y 2021 respectivamente.

Tabla 3-4 Energía ahorrada por valorización de PyC

Papel y cartón	Situación al 2010	Escenario 1		Escenario 2	
		2016	2021	2016	2021
Ahorro de energía por recuperación de PyC (GJ)	2.418.842	3.108.163	4.557.758	3.108.163	4.557.758

Fuente: Elaboración propia, ECOING

⁷ Fuente: BIR 2008

En contraposición al ahorro de energía generado por el reciclaje, también se debe mencionar el gasto de energía generado por el transporte de los residuos hacia las instalaciones de valorización, las cuales actualmente se encuentran concentradas en la zona central del país.

De acuerdo a estimaciones realizadas, por cada 500 km de distancia recorrida en el transporte de PyC se generan los siguientes niveles de gasto de energía (viajes de ida y retorno).

Tabla 3-5 Consumo unitario de energía por transporte residuos de PyC (radio 500 km)

PyC	Densidad kg/m ³ (1)	GJ/ton (2)
Granel	66	24,7
Fardos	293	5,6

- (1) Datos entregados por empresas de valorización del sector
 (2) Considerando el transporte en camión sobre 45 m³ de capacidad

Tabla 3-6 Consumo ponderado de energía por transporte de PyC según distancia

Distancia (radio en km)	Distribución Ey E a nivel nacional	Granel GJ/ton	Fardos GJ/ton
500	74,6%	18,4	4,1
1000	16,1%	7,9	1,8
1500	3,70%	2,7	0,6
2000	2,90%	2,9	0,6
2500	2,70%	3,3	0,8
Total	100%	35,3	8,0

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Realizando un balance entre la energía ahorrada en el proceso y el consumo por transporte se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 3-7 Resumen de energía consumida por transporte de residuos a nivel país y ahorrada por valorización

PyC	Situación al 2010	Escenario 1		Escenario 2	
		2016	2021	2016	2021
Ahorro de energía por recuperación de PyC (GJ)	2.418.842	3.108.163	4.557.758	3.108.163	4.557.758
Consumo de energía por transporte de PyC a granel (GJ)	-3.643.012	-4.681.197	-6.864.428	-4.681.197	-6.864.428
Resultado neto	-1.224.170	-1.573.034	-2.306.670	-1.573.034	-2.306.670
Consumo de energía por transporte de PyC en fardos (GJ)	-825.946	-1.061.324	-1.556.307	-1.061.324	-1.556.307
Resultado neto	1.592.896	2.046.839	3.001.451	2.046.839	3.001.451

Fuente: Elaboración propia, ECOING

De acuerdo a los resultados anteriores, el consumo de energía por tonelada transportada de residuo en fardos es comparativamente menor que el ahorro logrado por su reciclado (16,4 GJ/t), teniendo un impacto positivo al considerar prácticamente todo el territorio nacional. Para el transporte del residuo a granel, el consumo en transporte es bastante más alto, si se considera todo el país, siendo positivo para una distancia menor a 500 km, por lo cual se plantean como alternativas el pretratamiento previo del residuo para su transporte (en el caso de residuo a granel), el transporte marítimo (donde el consumo de energía/ton transportada se estima a lo menos un 50% menor) o bien orientar la valorización a otros usos.

En el caso de **multicomponentes** transportados a granel el consumo ponderado de energía por transporte es similar al del PyC a granel, pero en el caso del transporte en fardos el consumo es casi el doble (17 GJ/ton), debido a la diferencia de densidad entre estos.

3.6 Variación en la generación de dióxido de carbono

La variación en la tasa de generación de dióxido de carbono es un elemento de alta relevancia en la evaluación de los escenarios propuestos, ya que corresponde a un indicador para la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

El proceso de reciclaje considera un ahorro importante en la generación de CO₂, comparado con el procesamiento primario desde celulosa: la fabricación primaria genera cerca de 1.700 kg de CO₂/ton, en tanto el proceso de recuperación sólo genera 1.500 kg de CO₂/ton⁸, lo que implica la **reducción de 200 kg de CO₂ por cada tonelada** retornada al ciclo de uso. Para el escenario 1 y 2 esto implica dejar de emitir entre 37.900 a más de 55.500 toneladas anuales de CO₂ entre los años 2016 y 2021 respectivamente.

⁸ Fuente: ACRR 2004.

Tabla 3-8 Reducción de CO₂ por valorización de PyC

PyC	Situación al 2010	Escenario 1		Escenario 2	
		2016	2021	2016	2021
Reducción de emisiones de CO ₂ por reemplazo de materia prima por material reciclado (ton)	29.498	37.904	55.582	37.904	55.582

Fuente: Elaboración propia, ECOING

En contraposición a la reducción de emisiones de CO₂ generada por el reciclaje, se debe mencionar el gasto de energía generado por el transporte de los residuos hacia las instalaciones de valorización, concentradas en la zona central del país.

De acuerdo a estimaciones realizadas, por cada 500 km de distancia recorrida en el transporte de PyC se generan los siguientes niveles de emisiones (viajes de ida y retorno).

Tabla 3-9 Emisiones generadas por transporte residuos de PyC (radio 500 km)

PyC	Densidad kg/m ³ (1)	kg CO ₂ /ton (2)
granel	66	1.685
fardos	293	283

- (1) Datos entregados por empresas de valorización del sector
 (2) Considerando el transporte en camión sobre 45 m³ de capacidad

Tabla 3-10 Emisiones generadas por transporte de PyC según distancia

Distancia (radio en km)	Distribución E y E a nivel nacional	Granel kg CO ₂ /ton	Fardos kg CO ₂ /ton
500	74,6%	1.257,46	283,25
1000	16,1%	542,77	122,26
1500	3,70%	187,10	42,15
2000	2,90%	195,53	44,04
2500	2,70%	227,56	51,26
Total	100%	2.410,4	543,0

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Realizando un balance entre la reducción de emisiones en el proceso de reciclaje y la generación por transporte se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 3-11 Resumen de generación de emisiones del CO₂ por transporte de residuos de PyC a nivel país (t CO₂)

PyC	Situación al 2010	Escenario 1		Escenario 2	
		2016	2021	2016	2021
Reducción de emisiones por recuperación de PyC (t)	29.498	37.904	55.582	37.904	55.582
Emisiones por transporte de residuos <u>a granel</u> (t)	-261.601	-336.152	-492.928	-336.152	-492.928
Resultado neto	-232.103	-298.248	-437.346	-298.248	-437.346
Emisiones por transporte de residuos <u>en fardos</u> (t)	-43.937	-56.458	-82.789	-56.458	-82.789
Resultado neto	-14.439	-18.554	-27.207	-18.554	-27.207

Fuente: Elaboración propia, ECOING

De acuerdo a los resultados anteriores, la generación de emisiones de CO₂ por tonelada transportada de residuo a granel o en fardos es mayor que el ahorro logrado por su reciclado (200 kg/t), considerando prácticamente todo el territorio nacional, por lo que se genera un impacto negativo.

Las emisiones por transporte superan la reducción lograda por el reciclaje si se considera todo el país. El impacto es positivo sólo para distancias menores a los 500 km, por lo cual se plantean como alternativas el transporte marítimo (donde el consumo de energía/ton transportada se estima a lo menos un 50% menor) o bien orientar la valorización a otros usos en las zonas más extremas del país.

En el caso de **multicomponentes** transportados a granel la tasa de generación de CO₂ es similar al del PyC a granel, pero en el caso del transporte en fardos el consumo es casi el doble (17 GJ/ton), debido a la diferencia de densidad entre estos.

3.7 Otros impactos ambientales

A continuación, se presentan los potenciales impactos ambientales a las componentes ambientales "clásicas", que actualmente se producen debido a la inadecuada gestión de los residuos de envases de PyC.

La implementación de la REP disminuye considerablemente la disposición incontrolada de los EyE de PyC y así también su impacto visual o al **paisaje**, y el impacto directo por emplazamiento sobre el **suelo**.

Además, los residuos de EyE de PyC dispuestos en forma incontrolada, atraen la disposición indebida de otros residuos, lo que conlleva a la formación de **microbasurales** en las zonas suburbanas, rurales o sitios eriazos.

La disposición incontrolada provoca además un **riesgo de incendios**, por su valor calorífico. Es decir, la implementación de la REP no sólo reduce la emisión de **gases de efecto invernadero** sino también otras emisiones al aire, como monóxido de carbono (CO).

4 IMPACTOS SOCIALES

Los impactos sociales se presentan en un informe transversal para todos los tipos y materiales de EyE.

5 IMPACTOS ECONÓMICOS

La estimación del valor económico de recolección está vinculada a los costos de la inversión y de operación de la red de Puntos Verdes (PV), Puntos Limpios (PL) Centros de Acopio (CA) y de Plantas de Clasificación (PdC) y a los costos de transporte en los respectivos arcos establecidos para cada Escenario en la proyección al año 2016 y 2021.

5.1 Papel y Cartón

En el caso del papel y cartón, los escenarios 1 y 2 son coincidentes, porque la recuperación sólo se realizará mediante la aplicación del Sistema 1, y no se aplicará recolección selectiva puerta a puerta.

Tabla 5-1 Distribución Regional de Residuos de PyC

REGION	Tramo Ingreso					Total
	1	2	3	4	5	
1	0,01%	0,33%	0,07%	1,25%	0,00%	1,65%
2	0,00%	0,06%	0,04%	1,10%	5,59%	6,79%
3	0,00%	0,05%	0,33%	0,08%	2,37%	2,83%
4	0,28%	0,76%	0,00%	1,44%	0,00%	2,48%
5	0,37%	1,23%	3,57%	0,00%	1,00%	6,17%
6	0,45%	0,30%	0,34%	1,76%	0,00%	2,85%
7	0,61%	0,19%	0,99%	0,94%	0,00%	2,73%
8	0,84%	1,38%	1,41%	2,36%	1,41%	7,40%
9	0,57%	0,37%	0,12%	2,07%	0,00%	3,13%
10	0,13%	0,94%	0,27%	2,26%	0,00%	3,60%
11	0,00%	0,00%	0,36%	0,00%	0,08%	0,43%
12	0,00%	0,06%	0,00%	0,84%	0,13%	1,03%
13	0,40%	3,85%	4,53%	8,83%	39,71%	57,32%
14	0,21%	0,08%	0,61%	0,00%	0,00%	0,91%
15	0,00%	0,00%	0,68%	0,00%	0,00%	0,68%
Total País	3,89%	9,61%	13,31%	22,91%	50,29%	100,00%

Se aprecia una fuerte concentración en las regiones más pobladas y en las comunas de mayor ingreso (Tramo 5), lo cual se verifica luego en los escenarios al 2021 especialmente.

En la tabla siguiente se resumen los parámetros de evaluación por región, los que consisten en las toneladas recuperadas, los costos unitarios (\$/ton) de la red de PV

y PL, del transporte al CA, de la operación y capital en el CA, y luego del transporte hacia el destino.

Tabla 5-2 Escenario 1 y 2 al 2016

Región	Ton/Año	Costo Red PV y PL \$/ton	Transporte a CA \$/ton	Costo CA \$/ton	Transporte a Destino \$/ton	Costo Unitario Total \$/ton	Costo Total MM\$
1	3.278,34	7.769	40.000	24.620	120.000	192.389	630,72
2	13.524,34	7.769	40.000	24.620	120.000	192.389	2.601,93
3	5.644,89	7.769	40.000	24.620	120.000	192.389	1.086,01
4	4.937,63	7.769	40.000	24.620	80.000	152.389	752,44
5	12.291,82	7.769	40.000	24.620	60.000	132.389	1.627,30
6	5.673,84	7.769	40.000	24.620	60.000	132.389	751,15
7	5.448,24	7.769	40.000	24.620	60.000	132.389	721,28
8	14.752,36	7.769	40.000	24.620	80.000	152.389	2.248,09
9	6.238,59	7.769	40.000	24.620	80.000	152.389	950,69
10	7.164,68	7.769	40.000	24.620	120.000	192.389	1.378,40
11	866,68	7.769	40.000	24.620	120.000	192.389	166,74
12	2.059,73	7.769	40.000	24.620	120.000	192.389	396,27
13	114.202,86	7.769	40.000	24.620	60.000	132.389	15.119,15
14	1.807,06	7.769	40.000	24.620	120.000	192.389	347,66
15	1.356,98	7.769	40.000	24.620	120.000	192.389	261,07
País							29.038,90

El costo unitario oscila entre los \$132.000 y los \$192.000 por tonelada, porque el transporte en el arco de tramo largo eleva los costos para las regiones alejadas.

Tabla 5-3 Escenario 1 y 2 al 2021

Región	Ton/Año	Costo Red PV + PL \$/ton	Transporte a CA \$/ton	Costo CA \$/ton	Transporte a Destino \$/ton	Costo Unitario Total \$/ton	Costo Total MM\$
1	4.814,12	10.491	40.000	24.620	120.000	195.111	939,29
2	19.860,14	10.491	40.000	24.620	120.000	195.111	3.874,93
3	8.290,63	10.491	40.000	24.620	120.000	195.111	1.617,59
4	7.250,70	10.491	40.000	24.620	80.000	155.111	1.124,67
5	18.049,17	10.491	40.000	24.620	60.000	135.111	2.438,64
6	8.333,09	10.491	40.000	24.620	60.000	135.111	1.125,89
7	8.000,76	10.491	40.000	24.620	60.000	135.111	1.080,99
8	21.661,34	10.491	40.000	24.620	80.000	155.111	3.359,92
9	9.161,22	10.491	40.000	24.620	80.000	155.111	1.421,01
10	10.520,30	10.491	40.000	24.620	120.000	195.111	2.052,63
11	1.272,70	10.491	40.000	24.620	120.000	195.111	248,32
12	3.023,16	10.491	40.000	24.620	120.000	195.111	589,85
13	167.697,30	10.491	40.000	24.620	60.000	135.111	22.657,78
14	2.652,28	10.491	40.000	24.620	120.000	195.111	517,49
15	1.992,50	10.491	40.000	24.620	120.000	195.111	388,76
País							43.437,76

El costo unitario se eleva en el margen a un rango de \$135.111 a \$195.111 por tonelada, debido al incremento en el costo unitario de la red de PV y PL, ya que el impacto en la recuperación deja un cierto grado de capacidad ociosa. En cuanto a los ingresos estimados vinculados a la venta de las toneladas recuperadas, el valor de referencia es de \$50.000 por tonelada. A ese monto hay que agregarle el ahorro en términos del costo de entrega en relleno sanitario, que asciende en promedio a \$30.000 aproximadamente.

En consecuencia, **resulta un sistema de recuperación y valorización que no se autofinancia** y el diferencial a financiar por tonelada recuperada es de \$55.000 a \$110.000 en el contexto de las regiones, aunque el costo medio nacional se situaría más cerca de los **\$65.000/ton**, dado que la mayor parte de la recuperación se realiza en la zona central aledaña a las plantas de reciclaje.

En la tabla a continuación se presenta una síntesis de los principales resultados económicos, que incluye el Valor Agregado Estimado, que corresponde a la estimación de los pagos brutos, tanto al factor capital como al trabajo, que se realizan en las distintas fases de la REP.

Tabla 5-4 Síntesis Papel y Cartón

Ítem	Escenario 1		Escenario 2	
	2016	2021	2016	2021
Toneladas Recuperadas (ton)	199.248	292.579	199.248	292.579
Empleos netos generados	66	98	66	98
Valor Agregado Estimado (MM\$)	4.852	7.124	4.852	7.124

En el impacto en empleo y en el valor agregado estimado se considera sólo lo que está vinculado a la instalación de nueva infraestructura y su empleo asociado. En el caso del transporte es muy probable que la economía absorba estas demandas adicionales por una reorganización industrial, utilizando el grado de capacidad ociosa existente en este sector de la economía. Además, no está incorporado el empleo para administrar el SIG del conjunto de los EyE ni tampoco para el control y monitoreo del Estado.

A este Valor Agregado Estimado debe agregarse además los costos para la administración asociado al SIG, para la difusión y sensibilización de la población y para el control y monitoreo por parte del Estado. Este costo adicional se ha estimado en un 7,5% sobre el costo económico global de los sistemas de recuperación y valorización propuestos para el conjunto de los EyE.

Los resultados en forma global se presentan en el Resumen Ejecutivo.

5.2 Multicomponentes

La recuperación de multicomponentes (Tetra) se considera de manera diferenciada en los escenarios 1 y 2, ya que en este último se implementa una recolección selectiva puerta a puerta en las 87 comunas más pobladas del país hasta el 2021. En este caso se estima un modelo en el que coexistirá la red de PV en las comunas menos pobladas, a parte de los PL.

Tabla 5-5 Distribución Regional de Residuos de Multicomponentes

REGION	Tramo Ingreso					Total
	1	2	3	4	5	
1	0,01%	0,39%	0,08%	1,28%	0,00%	1,76%
2	0,00%	0,07%	0,04%	1,12%	4,54%	5,77%
3	0,00%	0,06%	0,41%	0,08%	1,92%	2,47%
4	0,57%	0,91%	0,00%	1,47%	0,00%	2,95%
5	0,76%	1,47%	4,40%	0,00%	0,81%	7,44%
6	0,92%	0,35%	0,42%	1,80%	0,00%	3,49%
7	1,24%	0,23%	1,22%	0,96%	0,00%	3,65%
8	1,68%	1,66%	1,74%	2,42%	1,14%	8,64%
9	1,15%	0,44%	0,15%	2,12%	0,00%	3,86%
10	0,26%	1,13%	0,33%	2,30%	0,00%	4,03%
11	0,00%	0,00%	0,44%	0,00%	0,06%	0,51%
12	0,00%	0,07%	0,00%	0,86%	0,11%	1,04%
13	0,80%	4,63%	5,59%	9,02%	32,21%	52,25%
14	0,42%	0,10%	0,75%	0,00%	0,00%	1,28%
15	0,01%	0,00%	0,83%	0,00%	0,00%	0,85%
Total país	7,84%	11,52%	16,43%	23,42%	40,79%	100,00%

Al igual que en el caso del papel se observa una fuerte concentración en las regiones más pobladas y en las comunas de mayor poder adquisitivo en cada una de ellas.

El método de cálculo para los multicomponentes es un tanto diferente, ya que se considera un costo vinculado al procesamiento en la planta de clasificación, y luego se remite a destino. El costo de transporte desde la red domiciliaria no se consigna, ya que es sólo una desviación de parte de los costos actuales de retiro y entrega a los rellenos sanitarios.

En la tabla siguiente se resumen los parámetros de evaluación por región, los que consisten en las toneladas recuperadas, los costos unitarios (\$/ton) de la red de PV y PL, del transporte al CA, de la operación y capital en el CA, y luego del transporte hacia el destino.

Tabla 5-6 Escenario 1 al 2016

Región	Ton/Año	Costo Red PV y PL \$/ton	Transporte a CA \$/ton	Costo CA \$/ton	Transporte a Destino \$/ton	Costo Unitario Total \$/ton	Costo Total MM\$
1	45,25	144.703	40.000	24.620	120.000	329.323	14,90
2	148,25	144.703	40.000	24.620	120.000	329.323	48,82
3	63,50	144.703	40.000	24.620	120.000	329.323	20,91
4	75,75	144.703	40.000	24.620	80.000	289.323	21,92
5	191,00	144.703	40.000	24.620	60.000	269.323	51,44
6	89,50	144.703	40.000	24.620	60.000	269.323	24,10
7	93,75	144.703	40.000	24.620	60.000	269.323	25,25
8	221,88	144.703	40.000	24.620	80.000	289.323	64,19
9	99,13	144.703	40.000	24.620	80.000	289.323	28,68
10	103,38	144.703	40.000	24.620	120.000	329.323	34,04
11	13,13	144.703	40.000	24.620	120.000	329.323	4,32
12	26,75	144.703	40.000	24.620	120.000	329.323	8,81
13	1.341,38	144.703	40.000	24.620	60.000	269.323	361,26
14	32,88	144.703	40.000	24.620	120.000	329.323	10,83
15	21,75	144.703	40.000	24.620	120.000	329.323	7,16
País							726,65

El costo unitario por tonelada recuperada oscila entre \$269.323 y \$329.323, con lo cual el costo medio en el país se aproxima a los \$275.000 por tonelada recuperada. Este costo unitario resulta tan alto, dado el elevado costo de la red de PV y PL que asciende a \$372 millones de pesos, y las bajas cantidades recuperadas que no superan las 3.000 toneladas por año, con lo cual el costo fijo resultante se eleva hasta los \$145.000 pesos por tonelada recuperada.

No obstante, en la medida que se densifican los puntos de captura es más probable que se genere un incremento en el grado de utilización efectiva de la capacidad de las campanas, en el entendido que la difusión y educación logran un incremento sostenido de las toneladas recuperadas.

Tabla 5-7 Escenario 1 al 2021

Región	Ton/Año	Costo Red PV y PL \$/ton	Transporte a CA \$/ton	Costo CA \$/ton	Transporte a Destino \$/ton	Costo Unitario Total \$/ton	Costo Total MM\$
1	127,51	101.943	40.000	24.620	120.000	286.563	36,54
2	417,36	101.943	40.000	24.620	120.000	286.563	119,60
3	178,83	101.943	40.000	24.620	120.000	286.563	51,24
4	212,72	101.943	40.000	24.620	80.000	246.563	52,45
5	537,41	101.943	40.000	24.620	60.000	226.563	121,76
6	251,91	101.943	40.000	24.620	60.000	226.563	57,07
7	263,42	101.943	40.000	24.620	60.000	226.563	59,68
8	626,35	101.943	40.000	24.620	80.000	246.563	154,44
9	279,28	101.943	40.000	24.620	80.000	246.563	68,86
10	291,41	101.943	40.000	24.620	120.000	286.563	83,51
11	36,39	101.943	40.000	24.620	120.000	286.563	10,43
12	75,26	101.943	40.000	24.620	120.000	286.563	21,57
13	3.774,61	101.943	40.000	24.620	60.000	226.563	855,19
14	92,68	101.943	40.000	24.620	120.000	286.563	26,56
15	61,27	101.943	40.000	24.620	120.000	286.563	17,56
País							1.736,44

El costo de la tonelada recuperada se reduce a \$240.000 y el valor oscila entre los \$226.563 y los \$286.563 en las regiones más alejadas. Aunque se duplicó el costo económico de la red producto de su densificación, las toneladas recuperadas estimadas superan las 7.000, y así el costo fijo unitario se reduce en \$42.000 por tonelada, quedando en \$102.000.

En el marco del **escenario 2**, se instala un circuito de recuperación puerta a puerta y se requiere de la concurrencia de plantas de clasificación, que permitan remitir a las plantas de reciclaje de cada material. El costo unitario de las plantas de clasificación asciende a \$155.800/ton. En contrapartida, se deja de lado el costo de la red de PV y del costo de transporte al Centro de Acopio en los Municipios con recolección puerta a puerta. No obstante, el costo de transporte de tramo largo sigue aplicando.

Las 87 comunas en las que se aplicaría este sistema hasta el 2021, **representan el 90% del consumo y de la recuperación a nivel del país**. Así el costo global del 90% con recolección selectiva puerta a puerta obtendría sumando el gasto de traslado hacia las plantas de reciclaje, con lo cual el valor mínimo se incrementaría a \$215.800 y el máximo a \$275.800 por tonelada. El valor promedio del 90% ascendería a un valor cercano a los \$225.000, y el costo global en el país ascendería a no más de \$230.000 por tonelada recuperada.

En cuanto a los ingresos del multicomponente, estos se sitúan en un valor de \$50.000 por tonelada recuperada, a lo cual se le agrega el costo evitado del relleno

sanitario y se completa así un ingreso global de \$80.000 por tonelada recuperada. En este caso **resulta un sistema de recuperación y valorización que no se autofinancia, requiriendo de un financiamiento de \$150.000 por tonelada.**

En la tabla a continuación se presenta una síntesis de los principales resultados económicos, que incluye el Valor Agregado Estimado, que corresponde a la estimación de los pagos brutos, tanto al factor capital como al trabajo, que se realizan en las distintas fases de la REP.

Tabla 5-8 Síntesis EyE Multicomponentes

Ítem	Escenario 1		Escenario 2	
	2016	2021	2016	2021
Toneladas Recuperadas (ton)	2.567	7.226	3.588	15.049
Empleos generados	1	2	18	75
Valor Agregado Estimado (MM\$)	63	176	516	2.163

En el impacto en empleo y en el valor agregado estimado se considera sólo lo que está vinculado a la instalación de nueva infraestructura y su empleo asociado. En el caso del transporte es muy probable que la economía absorba estas demandas adicionales por una reorganización industrial, utilizando el grado de capacidad ociosa existente en este sector de la economía. Además, no está incorporado el empleo para administrar el SIG del conjunto de los EyE ni tampoco para el control y monitoreo del Estado.

A este Valor Agregado Estimado debe agregarse además los costos para la administración asociado al SIG, para la difusión y sensibilización de la población y para el control y monitoreo por parte del Estado. Este costo adicional se ha estimado en un 7,5% sobre el costo económico global de los sistemas de recuperación y valorización propuestos para el conjunto de los EyE.

Los resultados en forma global se presentan en el Resumen Ejecutivo.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los principales **impactos ambientales, sociales y económicos** asociados a la implementación de la REP bajo los escenarios evaluados, corresponden para el año 2021 a los presentados en la siguiente tabla.

Tabla 6-1 Resumen de Impactos por Escenario al Año 2021

Impactos	Unidad/ Año	Escenario 1 Año 2021	Escenario 2 Año 2021
Datos base			
Logro de recuperación de EyE desde EyE de RSM	ton	292.539	292.539
	%	48,8%	48,8%
Impactos ambientales			
Reducción de materia prima virgen	ton	277.912	277.912
Ahorro de volumen en relleno sanitario	m ³	948.505	948.505
Ahorro de energía por producción desde material reciclado	GJ	4.557.758	4.557.758
Consumo de energía por transporte de material reciclado a granel (Alternativa: fardos)	GJ	-6.864.428 (-1.556.307)	-6.864.428 (-1.556.307)
Reducción de CO ₂ por producción desde material reciclado	ton CO ₂	55.582	55.582
Generación de CO ₂ por transporte de material reciclado a granel (Alternativa fardos)	ton CO ₂	-492.928 (-82.789)	-492.928 (-82.789)
Impactos positivos (no cuantificables)	global	Reducción de: Microbasurales, Impactos a Suelo y Paisaje, Riesgo de Incendios	
Impactos negativos (no cuantificables)	global	No se detectan	
Impactos sociales			
Empleos netos generados	Nº	100	173
Impactos positivos (no cuantificables)	global	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)	global	Riesgo de crear un sistema de competencia al sistema de recuperación del sector informal existente. 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			
Valor Agregado Estimado para infraestructura de recuperación de <u>Papel y Cartón</u>	MM\$	7.124	7.124
Valor Agregado Estimado para infraestructura de recuperación de <u>Multicomponentes</u>	MM\$	176	2.163
Costo unitario para financiar sistema de recuperación y valorización de EyE de <u>Papel y Cartón</u>	\$/ton	65.000	65.000
Costo unitario para financiar sistema de recuperación y valorización de EyE de <u>Multicomponentes</u>	\$/ton	102.000	150.000

Nota: En caso del Papel y Cartón, ambos escenarios son iguales, dado que no está considerado recogerlo con recolección puerta a puerta (sistema que corresponde al escenario 2).

EVALUACIÓN DE IMPACTOS ECONÓMICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR EN CHILE
Sector Envases y Embalajes

De estos datos se puede concluir lo siguiente:

- En el **ámbito social**, existe el riesgo de que la implementación de la REP cree un sistema de competencia a los sistemas de recuperación ya existentes, principalmente basados en el sector informal a través de recicladores de base y también los pequeños intermediarios. El papel y cartón, aparte del metal, históricamente ha sido el material más apreciado por este sector vulnerables, que cuenta con bajo nivel de escolaridad y que difícilmente pueda insertarse en otra actividad económica. En consecuencia, es altamente recomendado buscar un **modelo REP económicamente rentable que considere la inclusión del reciclador de base** en la recuperación de los EyE de papel y cartón, siempre y cuando esté presente (en algunas regiones no está) y organizado de alguna forma. Si bien se ha detectado algunos otros impactos o costos socioeconómicos negativos (ver resumen en la tabla precedente), éstos se consideran de relevancia baja, evaluando el **impacto social global resultante como positivo, siempre y cuando se implemente un modelo REP socialmente amigable**.
- Los **impactos ambientales** respecto al consumo de energía y la emisión de CO₂ **resultan negativos** al hacer un balance para ambas componentes entre la disminución por producción desde material reciclado y el aumento por transporte terrestre a lo largo del país, cuando los residuos de EyE son transportados a granel. En caso de transportarlos enfardados (lo que es lo más común para tramos largos), el impacto ambiental resulta **positivo para la componente energía**, pero permanece **negativo respecto a la emisión de CO₂**. En consecuencia, para que resulte un balance ambiental positivo, se recomienda usar transporte marítimo a partir de distancias de 500 km y transportarlos siempre enfardados. Todos los demás impactos ambientales evaluados resultan favorables.
- Respecto al **ámbito económico**, se ha determinado que la REP para la recuperación y valorización de EyE de **papel y cartón** no se autofinancia y que los productores deben financiar \$65.000 por tonelada. Desde la perspectiva de los consumidores, se recargarían los productos para obtener los fondos necesarios para lo anterior; una caja de cartón de 100 gramos por ejemplo, costaría unos \$6,5 adicionales. En el caso de los envases de **multicomponentes** (TetraPak), el financiamiento requerido para su recuperación y valorización se eleva a los \$150.000 por tonelada en el Escenario 2, con lo cual los consumidores debieran pagar \$4,5 adicionales por el envase.
- Respecto a los **dos escenarios**, para el Papel y Cartón no hay diferencia, dado que se trata del mismo sistema de recuperación supuesto en ambos casos. Respecto a los envases de multicomponentes, en el Escenario 2 (recolección puerta a puerta) se duplica la tasa de recuperación en comparación al Escenario 1, aunque también se eleva el costo unitario en un cincuenta por ciento, de \$102.000 a \$150.000 por tonelada.

6.2 Recomendaciones para la implementación de la REP

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

- Iniciar la REP con una **Ley** y reglamentos respectivos, que estipulan claramente las responsabilidades y obligaciones de los diferentes actores. Aparte de las responsabilidades del productor, el marco legal debe **obligar a los consumidores** de separar y entregar los residuos para su recuperación y reciclaje. También debe aclararse el rol y límite de responsabilidad de las Municipalidades.
- Asignar una parte del costo total anual de la REP a **la difusión y educación** para crear conciencia y cambiar los hábitos de los ciudadanos hacia una sociedad del reciclaje.⁹ Esto es fundamental para poder lograr una participación activa en la recuperación de los EyE.
- 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 (CMO) y objetivos fundamentales transversales (OFT) de la Ley de educación.
- Crear **incentivos para la participación activa de los consumidores** en la recuperación de los EyE, mediante pagos diferenciados u otros beneficios para estimular su participación.
- Basar la recuperación de los EyE en lo posible en **métodos y actores existentes**, para no crear sistemas de competencia y para no agregar tecnología sofisticada innecesaria. Esto implica considerar especialmente a los Municipios, a los recicladores de base, gestores e intermediarios existentes.
- Establecer **programas para la incorporación del sector informal** (recicladores de base e intermediarios) en la REP y considerar el mejoramiento de sus condiciones laborales.
- Crear un **sistema de información, seguimiento y monitoreo** del cumplimiento de las metas de recuperación y del funcionamiento de la REP.
- **Modificar el marco legal respecto a las Municipalidades**, especialmente el D.L. sobre Rentas Municipales, para que puedan financiar sus servicios básicos de recolección y disposición final (actualmente alrededor del 70% de los habitantes de Chile no pagan por estos servicios). Otra complicación de fondo de las Municipalidades es que los municipios no deben lucrar o emprender actividades empresariales, por lo que en principio no pueden cobrar o vender residuos reciclables.
- **Definir metas de recuperación y/o valorización para todos los residuos reciclables** (como en la UE) y no sólo para los EyE. En este contexto debe aclararse por ejemplo el rol de las Editoriales (revistas, diarios, libros) y si éstas

9 Como valor de referencia, en Alemania se gastó durante más de diez años aproximadamente 100 millones de marcos por año, equivalente a 1 Euro por persona y año, o un 5% del costo anual de la REP.

serían consideradas como productores, dado que los nuevos sistemas asociados a la REP recuperan el total del papel y cartón y no sólo envases.

- Considerar la incorporación de **enfardadoras** y un **transporte marítimo** a partir de distancias mayores a 500 km hacia los destinos de valorización, para disminuir así las emisiones de CO₂ y ahorrar energía, y reducir así el impacto al cambio climático.
- Investigar y fomentar **otros usos** del residuo de PyC o la **instalación de plantas de valorización** en zonas extremas.
- **Normar la información** a usuarios respecto a los materiales de los EyE y su reciclabilidad, manejo y entrega adecuados.

Finalmente, es importante recordar que la presente evaluación está basada en una serie de **supuestos**, que pueden no corresponder totalmente a la realidad o que simplemente podrían cambiar en el transcurso del tiempo. En consecuencia, existen **riesgos** asociados a la implementación de la REP, especialmente en el ámbito económico, dado que podrían cambiar las condiciones del comercio exterior e interior. Por ejemplo, debe observarse en este contexto la **reforma tributaria** de Chile y la eventual aplicación de **impuestos verdes que podría distorsionar el mercado**.

7 BIBLIOGRAFÍA

BIRD. 2008. Report on the environmental benefits of recycling. Imperial College. London

Censo Población 2002, INE y Proyecciones de Población INE-CELADE

CONAMA - UDT. 2010. Levantamiento, Análisis, Generación y Publicación de Información Nacional sobre Residuos Sólidos de Chile.

Encuesta CASEN 2009, MIDEPLAN

Encuesta de Presupuestos Familiares 2007, INE