

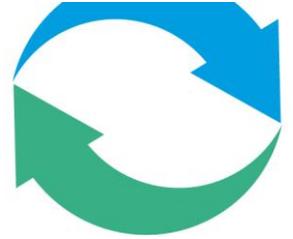


## ANTECEDENTES TECNICOS



## Índice

1. Introducción.....	3
2. Objetivos .....	3
3. Metodología. ....	3
3.1 Determinación de neumáticos mineros dados de baja .....	3
3.2 Determinación de rendimientos de la tecnología y calidad de los productos.....	4
3.3 Determinación de factores ambientales relacionados a los neumáticos mineros dados de baja y la tecnología Ecotr para su valorización.....	5
4. Resultados .....	5
4.1 Generación e inventarios de neumáticos dados de baja por la gran minería. ....	5
4.1.1 Características y estado de los neumáticos.....	5
4.1.2 Cuantificación de neumáticos fuera de uso.....	8
4.2 Rendimientos y calidad de los productos .....	10
4.2.1 Rendimientos esperados antes de la prueba. ....	10
4.2.2 Rendimientos Obtenidos .....	10
4.2.3 Caracterización de productos.....	11
4.3 Factores ambientales relacionados al pasivo ambiental y su valoración.....	17
4.3.1 Marco regulatorio actual relacionados a los neumáticos de minería dados de baja. ....	17
4.3.2 Ley REP 20.920, situación actual y Ecotr. ....	18
4.3.3 Factores ambientales relacionados a la tecnología Ecotr .....	20
5. Conclusiones.....	23
6. Bibliografía. ....	25



## **1. Introducción**

Ecotr es una empresa chilena, cofinanciada con aportes de capital de la industria Minera y Corfo, especializada en la valorización de Neumáticos dados de baja de la gran minería (NFU-M), cuyo propósito es la producción de negro de humo pirolítico, combustible y acero recuperado.

En este contexto Ecotr ha generado información técnica para verificar la factibilidad de instalar su tecnología para procesar NFU-M.

## **2. Objetivos**

- Determinar generación e inventario de neumáticos mineros dados de baja (NFU-M).
- Determinar rendimientos de la tecnología Ecotr y calidad de los productos obtenidos.
- Determinar factores ambientales relacionados al pasivo ambiental y su valoración a través de la tecnología Ecotr.

## **3. Metodología.**

### **3.1 Determinación de neumáticos mineros dados de baja**

Para determinar los neumáticos dados de baja por la gran minería se consideró:

- Experiencia del Sr Jorge Delaveau, con vasta experiencia en el negocio del recauchaje del neumático minero (ex Bailac).
- Identificar las compañías mineras a nivel nacional.
- Para efectos de la estimación del inventario se consideró una cifra equivalente a 10 años de la generación al 2015
- Los neumáticos dados de baja se estimaron en función de la producción relacionados a la flota de camiones.
- Tasa promedio de renovación de neumáticos mineros cada 3.200 horas.
- Desgaste promedio 20%, es decir de un neumático nuevo solo el 80% llega a los patios de acopio en peso (masa).
- Peso promedio de los Neumáticos fuera de uso 3.5 ton.
- Validación de datos con estudio con al menos 3 compañías mineras, estadísticas del CINC y con informe "Estudio de Vigilancia Tecnológica de



Tratamiento y Eliminación de Neumáticos Mineros Fuera De Uso” Spintech,  
2017

### 3.2 Determinación de rendimientos de la tecnología y calidad de los productos.

Para determinar los rendimientos se realizó una prueba industrial considerando la siguiente información:

- **Fecha:** 10 al 15 de Julio de 2016.
- **Ubicación:** Planta GRS2, Alcázar de San Juan, España.
- **Material que procesar:** Caucho triturado de NFU OTR de Chuquicamata, Chile.
- **Tamaño del material:** Trozos de 20x20 mm y de 5x5 mm en promedio.
- **Proceso:** Pirólisis Modificada Continua de Baja Temperatura.
- **Empresa Consultora/Auditora:** Eurocontrol (<http://www.eurocontrol.es>).
- **Condición Inicial de Planta:** Vacía. La planta se detuvo para limpieza 2 semanas antes.
- **Condición Inicial de los Depósitos de Almacenamiento:** Vacíos.
- **Puesta en Marcha:** Domingo 10 de Julio, 10 PM.
- **Primera Carga de Material:** Lunes 11 de Julio, 9:30 AM.
- **Inicio Proceso Autónomo:** Lunes 11 de Julio, 12:30 PM.
- **Medición de Emisiones:** Continua.
- **Ultima de Material:** Viernes 14 de Julio, 4:00 AM.
- **Régimen de Operación del Proceso:** 4 días continuos a régimen estacionario.
- **Total de Material Procesado:** 24,4 MT.

A los productos obtenidos de la prueba se le realizaron análisis en laboratorios certificados para su caracterización y así determinar su calidad.

### **3.3 Determinación de factores ambientales relacionados a los neumáticos mineros dados de baja y la tecnología Ecotr para su valorización.**

Se analizó la situación actual de los neumáticos dados de baja por la gran minería, con respecto a la ley 20.920, ley de responsabilidad extendida del productor. Por otro lado, para analizar los factores ambientales a considerar para la instalación de la tecnología Ecotr, se revisó el balance de masa y emisiones.

## **4. Resultados**

### **4.1 Generación e inventarios de neumáticos dados de baja por la gran minería.**

#### **4.1.1 Características y estado de los neumáticos**

La generación de neumáticos fuera de uso de la gran minería hoy representa el segundo pasivo ambiental más importante de esta industria, así lo demuestra la exploración satelital a través de Google Earth en la cual se verifica el apilamiento de neumáticos en la mayoría de las faenas mineras del país. Ejemplo de lo anterior se muestra en las figuras 1, 2, 3 y 4.



Figura 1: Minera Zaldivar 2013. Fuente: Google Earth



Figura 2: Minera los Pelambres 2015. Fuente:Google Earth



Figura 3: Minera Escondida 2015. Fuente:Google Earth



Figura 4: Codelco 2015. Fuente: Google Earth

Como se observa en las figuras, actualmente en la mayoría de las faenas mineras existen zonas de acopio, las cuales en su mayoría cumplen procedimientos ISO y estándares de seguridad. Estos procedimientos se enfocan en los siguientes aspectos:

- N° de neumáticos en los patios de acopio (inventario).
- Identificación de los neumáticos:
  - Marca
  - Tamaño
  - Código del fabricante
  - Horas de uso y motivos para darlos de baja.
- Procedimiento para el apilamiento de neumático: Se apilan en columnas conformadas por 3 a 5 neumáticos dependiendo de su tamaño (ver Figura 5). Las columnas se encuentran contiguas una al lado de otra. El apilamiento se hace de manera tal de tener fácil acceso a los neumáticos.



Figura 5: Apilamiento de 3 neumáticos por columna. Fuente: Patio de acopio de Chuquicamata.

Los neumáticos dados de baja en promedio poseen un desgaste de un 20% con respecto a un neumático nuevo (masa), sin embargo, también es posible encontrar neumáticos casi nuevos con pocas horas de usos con daño grave, que quedan inutilizados.

#### 4.1.2 Cuantificación de neumáticos fuera de uso.

En base a los antecedentes y supuestos expuestos en el capítulo de metodología se tienen los siguientes resultados en la Tabla 1:

Tabla 1: Estimación de inventario (2017) y generación anual

	Stock [Ton]	Generación [Ton/año]
Codelco Norte	60.000	6.000
Resto gran minería II Región	100.000	12.000
Gran minería Resto País	100.000	12.000
Total	260.000	30.000

Fuente: Elaboración propia (Sr. Jorge Delaveau)



Estimamos que al año 2017 hay un stock de 260.000 Ton de neumáticos fuera de uso OTR generados por la gran minería.

Estos datos fueron corroborados por contacto directos con algunas faenas mineras, revisión del sistema de evaluación ambiental y comparación de datos con estudio. “Estudio de Vigilancia Tecnológica de Tratamiento y Eliminación de Neumáticos Mineros Fuera De Uso” Spintech, 2017.

Específicamente con del estudio mencionado anteriormente, el número de NFU-M se acerca a nuestra estimación como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Comparación de estimaciones de generación y stock de NFU/OTR (2015)

	Estimación Spintech	Estimación Ecotr
Stock Ton	207.000	200.000
Generación Ton/año	34.000	30.000

*Fuente: Elaboración propia*

El dato anterior de generación anual, en relación a la generación anual total de neumáticos en Chile, representaría alrededor del 25% (CINC, 2016), siendo el único país en el mundo que tiene esta alta proporción másica de OTR en relación a los neumáticos NFU carreteros.

Otro dato importante del análisis es que más del 80% de los neumáticos dados de baja por la gran minería están representados por aro mayor o igual a 57 pulgadas, cuyo peso sobrepasa las 3 toneladas y puede llegar hasta 5 toneladas.

Finalmente, en base a la generación, el stock estimado y su ubicación geográfica, Ecotr proyecta la instalación de 3 plantas con una capacidad de procesamiento de 12.400 ton/año durante los próximo 3 años.

## 4.2 Rendimientos y calidad de los productos

### 4.2.1 Rendimientos esperados antes de la prueba.

Mediante la combinación de los dos procesos secuenciales (La reducción y triturado del OTR + el proceso de Pirólisis Ecotr), se esperaba un rendimiento similar a los que típicamente se obtiene con los neumáticos NFU carreteros (Figura 6).

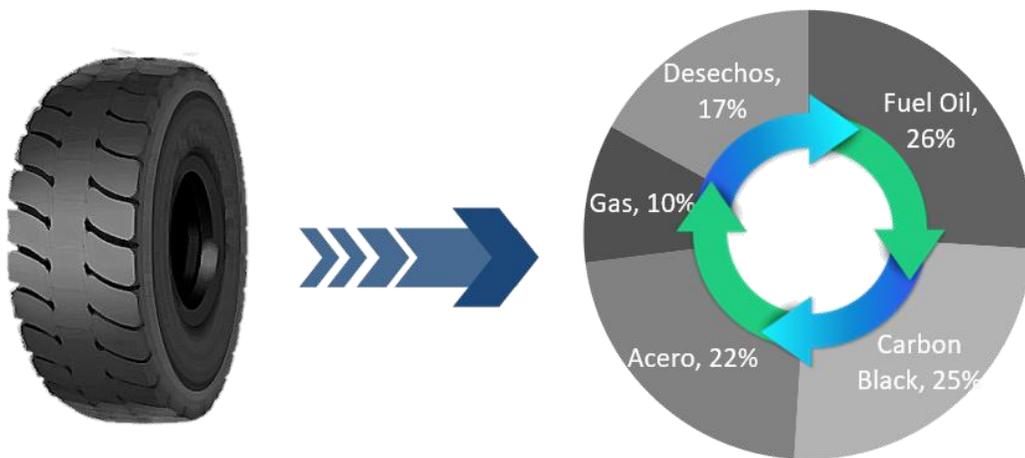


Figura 6: Rendimientos esperados antes de la Prueba. *Fuente: Elaboración propia*

### 4.2.2 Rendimientos Obtenidos

Los resultados de la tecnología Ecotr después de la prueba entregaron los siguientes rendimientos, que se pueden ver en la Figura 7.

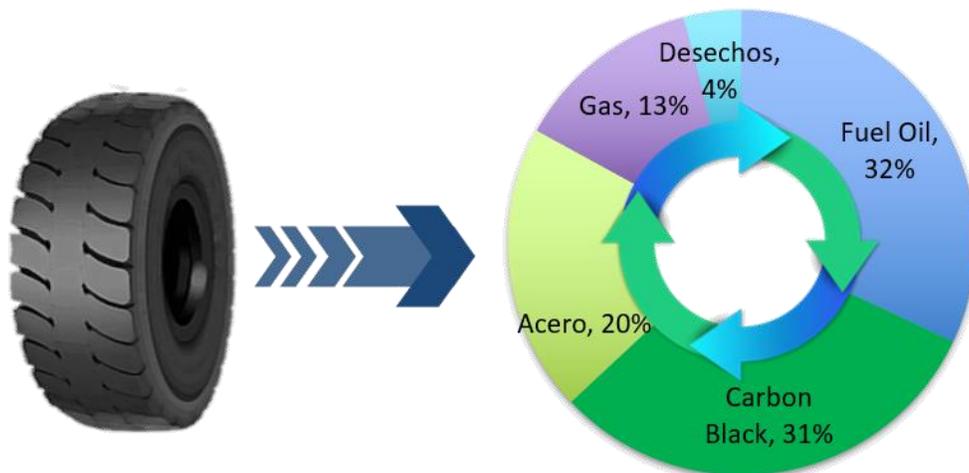


Figura 7 : Rendimientos esperados antes de la Prueba. *Fuente: Elaboración propia*



Al comparar los resultados de procesar neumáticos OTR Mineros se obtiene un rendimiento en productos reutilizables cercano al 96% y solo 4% de residuos, mientras que el proceso para los neumáticos NFU carreteros normalmente valoriza alrededor del 83% del total de neumáticos procesados obteniendo un 17% de residuos. En otras palabras, con la tecnología Ecotr, considerando un NFU-M que en promedio pesa 3.500 kg, se espera obtener 700 kg de acero, 1.085 kg de negro de humo recuperado (carbon black), 1.120 kg de combustible líquido, 455 kg de gas (energía para el proceso) y 140 kg de residuos.

### 4.2.3 Caracterización de productos

#### 4.2.3.1 Acero

Por las características del neumático para la minería se necesita un acero de muy buena calidad y resistencia, por lo que al recuperar el acero del proceso no varía su composición ni propiedades, obteniendo un producto de alta calidad para ser reutilizado.

Tabla 3: Caracterización del acero de neumático minero

Elemento	Composición %
Carbono	1
Zinc	2
Manganeso	0,5
Fierro	96
Otros	1
Total	100

*Estimación en función de un acero alto en carbono*

#### 4.2.3.2 Combustible (EcoFuel)

Como en todos los procesos de pirolisis de neumáticos se obtiene un combustible líquido, el cual tiene características para uso en equipos industriales:

- Motores estacionarios
- Generadores eléctricos
- Calderas de vapor
- Uso como aditivo para combustibles pesados



- Materia prima para fabricación de otros productos

Las principales características del combustible EcoFuel se adjuntan en la Tabla 4.

Tabla 4: Caracterización del EcoFuel

Parámetros		Ensayo	Valores *
Variable	Unidades		EcoFuel
Punto de inflamación		ASTM D93-16a	<40
Punto de Vertido	°C	ASTM D97-16	-48
Aguas y sedimentos %	% v/v, máximo	ASTM D4176-14	<0.05
Residuo carbonoso sobre el 10% residuo destilación	% m/m, máximo	ASTM D4530-15	no Det
Contenido en cenizas	% m/m,	ASTM D482-13	<0.001
Viscosidad cinemática, 40°C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445-15	2.197
Contenido de azufre	ppm, máximo	IP 336/04 (2014)	0.74
Corrosión a la lámina de cobre	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D130-12	3a
Índice de cetano		ASTM D4737-16	..
Densidad a 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	ASTM D4052-15	880.4
Densidad a 35 °C	kg/m <sup>3</sup>	ASTM D4052-15	865.3
Aromáticos policíclicos % m/m, máximo	% m/m, máximo	UNE EN 12916-07	9.9
POFF	°C	UNE EN 116-15	-2
Aromáticos	% v/v, máximo	ASTM D1319-15	93.2
Olefinas	% v/v, máximo	ASTM D1319-15	6.8
Saturados	% v/v, máximo	ASTM D1319-15	<1
Poder calorífico superior	kcal/kg	ASTM D240-14	10521

SGS España- 03/2017

Es necesario mencionar que el combustible obtenido a partir del proceso de Ecotr tiene las siguientes ventajas:

- Beneficios medioambientales: El combustible generado proviene de un neumático cuya composición posee un alto contenido de biomasa (caucho



natural), por lo que, al usar este combustible, una parte de las emisiones poseen un balance neutro de CO<sub>2</sub>.

- Beneficios competitivos: Las empresas que utilicen EcoFuel podrán obtener una certificación medioambiental acreditando su contribución en la reducción de la huella de carbono.
- Precio competitivo: El combustible obtenido no se encuentra indexado al precio del petróleo crudo.

#### 4.2.3.3 Negro de Humo recuperado (EcoCB)

En general la industria de valorización de neumáticos por medio de pirólisis se enfoca en la generación de combustible líquido y/o energía obteniendo un producto sólido que resulta un residuo y en el mejor de los casos, un carbón para generar energía. Nuestro proceso también genera combustible líquido, sin embargo, no es la prioridad, ya que el proceso apunta a generar un producto sólido llamado negro de humo recuperado, para ser utilizado como materia prima en la industria del caucho, plástico o tintas. Sus principales usos son:

- Productos de cauchos extruidos, prensados e inyectados.
- Membranas impermeables
- Calzado
- Recubrimientos para pisos y techos
- Mangueras de baja presión
- Partes, piezas y accesorios de automóviles
- Correas transportadoras
- Pigmento para plásticos, pinturas y tintas gráficas.

Nuestro negro de humo EcoCB, ha sido testeado por el laboratorio Artis del Reino Unido, entidad especializada en compuestos de caucho y negro de humo recuperado. La Tabla 5 muestra las propiedades coloidales del EcoCB.

Tabla 5: Propiedades coloidales del EcoCB.

Item	Variable	EcoCB
Área Superficial [m <sup>2</sup> /g]	NSA	69,5
	STSA	68,9
Contenido de Humedad [%]	-	0,8
Decoloración por solvente [%T]	-	96,9
Cenizas ASTM D1506 [%]	-	15,7
Composición por TGA, [wt%]	Otros	1,3
	Carbono	83,7
	Inorgánicos	15,0
*Número de absorción de aceite (OAN)	Test en revisión por comité ASTM D36 para este producto (2017)	

*Laboratorio Artis, Reino Unido, 11/2016*

En el año 2017 ASTM creó el comité D36 que sesionó por primera vez en la XXIV convención de ETRA (European Tyre Recycling Association) en Bruselas, comité que fijará los estándares para caracterizar esta materia prima. Esto demuestra el interés de los países más desarrollados por el uso del negro de humo recuperado y su aplicación en compuestos de caucho (EcoTR pertenece a este comité).

Nuestros ensayos contemplan, además, pruebas en matrices de caucho en donde hemos obtenido las propiedades de curado y mecánicas que se muestran en la Tabla 6, se comparan con dos grados de negro de humo convencionales.

Tabla 6: Propiedades de cura y mecánicas en una matriz de caucho con EcoCB.

Propiedad	Unidad	EcoCB	N660	N772
Min	[d Nm]	1,63	1,45	1,23
Max	[D Nm]	14,36	15,02	13,66
Ts2	[mm:ss]	5,18	4,86	4,33
T90	[mm:ss]	12,11	10,08	9,19
Dureza Shore A	-	64,00	65,00	57,00
M100%	[MPa]	2,29	2,94	1,63
M300%	[Mpa]	8,52	13,60	9,30
TS	[MPa]	21,40	20,30	20,40
Elongación	[%]	599,00	482,00	586,00

*Laboratorio Artis, Reino Unido, 11/2016*

De la Tabla, se puede concluir que EcoCB posee una dureza casi igual a la de un N660, su M100% es mayor que el de un N772, su tensión última y elongación son superiores a las de un N660 y N772. La Figura 8 a) y b) muestran una comparación entre las propiedades del EcoCB y un N660 y N772, respectivamente.

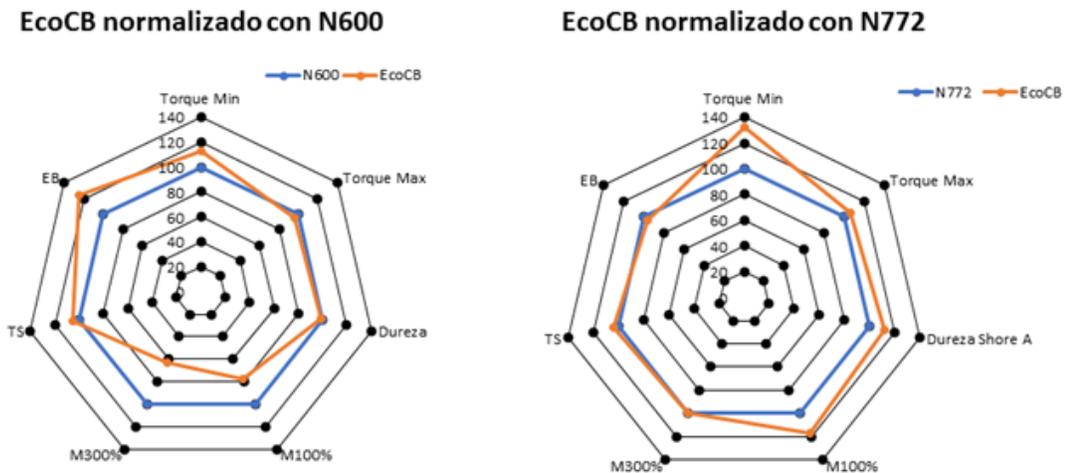


Figura 8: a) Comparación de EcoCB y N660. b) Comparación de EcoCB y N772. Laboratorio Artis, Reino Unido, 11/2016

La Tabla 7 muestra una comparación de las propiedades mecánicas de EcoCB y un negro de humo convencional de semi reforzamiento en mezclas de caucho en reemplazo 1 a 1. En la tabla se puede apreciar que EcoCB al tener una menor elongación y un M100% mayor, posee un carácter más reforzante. Junto con lo anterior, EcoCB también posee un Tan Delta mayor, lo que lo hace muy apropiado para aplicaciones que requieren de una buena disipación de calor.

Tabla 7: Reemplazo 1 a 1 con negro de humo SRF.

Propiedad	A	B	C	D	E	F	G	H
Caucho natural SMR20 [phr]	100	100	100	100	100	100	100	100
Negro de humo SRF [phr]	10	0	25	0	50	0	80	0
EcoCB [phr]	0	10	0	25	0	50	0	80
Otros [phr]	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2
Vulcanización 22 min a 150°C								
Dureza, ° Shore a	37	39	47	50	56	58	68	67



Propiedad	A	B	C	D	E	F	G	H
Tensión Ruptura, MPa	22	24	26	29	21	19	19	17
Elongación, %	650	610	605	580	505	485	420	405
Resiliencia, %	72	69	66	65	54	51	41	37
Módulo al 100%, MPa	0,52	0,61	0,95	1,12	1,5	1,72	2,4	2,67
Deformación por compresión, %	13	11	14	18	16	20	21	27
Tan delta	0,094	0,127	1,27	1,44	1,91	2,26	2,53	2,89

*Laboratorio en compañía de caucho Nacional, 07/2017.*

Del análisis anterior es posible visualizar, que nuestro negro de humo recuperado es un producto capaz de remplazar total o parcialmente el negro de humo convencional, considerando también que posee las siguientes ventajas:

- Precio competitivo: El negro de humo recuperado no se encuentra indexado al precio del crudo.
- Beneficios medioambientales: Generar una tonelada de negro de humo convencional mediante el proceso “furnace”, comúnmente utilizado, produce en promedio 2,5 Ton de CO<sub>2</sub>. Producir una tonelada de negro de humo Ecoctr solo genera 130 kg de CO<sub>2</sub>, que equivale a una reducción de la huella de carbono en un 95%.
- Beneficios competitivos: Las empresas que utilicen EcoCB podrán obtener una certificación medioambiental acreditando su contribución a una Economía Circular al utilizar materias primas recuperadas.



### 4.3 Factores ambientales relacionados al pasivo ambiental y su valoración

#### 4.3.1 Marco regulatorio actual relacionados a los neumáticos de minería dados de baja.

En general la gestión del pasivo ambiental, neumáticos dados de baja por la minería, en Chile ha estado regulada bajo las siguientes normativas:

- Ley 19.300 Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, 1994
- Ley 20.551 Regula el cierre de Faenas e instalaciones Mineras, 2011
- Decreto 40 Aprueba Reglamento del Sistema de Evaluación de impacto ambiental.

En otras palabras, en base a la normativa expuesta, el pasivo ambiental ha sido regulado por la evaluación del impacto ambiental de cada proyecto en cuestión, asumiendo compromisos para la gestión de sus residuos que en la mayoría de los casos, corresponde a su tratamiento y/o disposición en función de la tecnología disponible. A continuación, se presentan extractos de las RCAs de algunos proyectos mineros en que se ejemplifica lo expuesto.

- *“...Los residuos no reutilizables serán enviados a disposición final en el relleno controlado para RISES NP, que se construirá para dicho fin. Los residuos que tengan valor comercial (como chatarra), podrán ser retirados del área del proyecto para su comercialización o **entregados a empresas de reciclaje de materiales...**”- RCA 0212/2008, Proyecto Esperanza (2008).*
- *“...Respecto a los neumáticos usados de camiones mineros, éstos tendrán la alternativa de ser reutilizados en la misma faena para otros fines (estabilización de taludes, por ejemplo), o **en su defecto serán entregados a una empresa especializada en el reciclaje de neumáticos**, o bien, serán dispuestos en un relleno autorizado...”- Proyecto Sierra Gorda, descripción del proyecto (2011).*
- *“...Los neumáticos serán acumulados en el Depósito de Neumáticos. Para el cierre de esta instalación, se procederá a la cobertura con material*



*estéril, manteniendo una altura que asegure una condición estable de largo plazo...”- Actualización Proyecto Minero Quebrada Blanca, descripción del proyecto relacionado a RCA 0072/2016 (2016).*

En la mayoría de los casos se permite el apilamiento para luego tratarlos o disponerlos en compañías gestoras de residuos, sin embargo, en algunos casos se ha aprobado enterrarlos.

Complementando estas normativas durante el año 2016 se promulgó la ley 20.920 de responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje, que establecerá metas de valorización y reciclaje de los neumáticos fuera de uso. Mas aún en diciembre de 2017, se dictó la resolución exenta N° 1.491/2017 que da inicio al proceso de elaboración del decreto supremo que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas para el producto prioritario neumáticos, diferenciándolos por el tamaño de su aro en 2 categorías, a) Neumáticos de aro menor a 57 pulgadas, b) Neumáticos de aro igual o mayor a 57 pulgadas.

#### **4.3.2 Ley REP 20.920, situación actual y Ecotr.**

Del análisis en el capítulo 4.1.1, es posible establecer que la mayoría de los neumáticos dados de baja en la gran minería están cuantificados, caracterizados y apilados en lugares conocidos con acceso habilitado. Desde este punto de vista en el contexto de la ley de responsabilidad extendida del productor (ley 20.920), gran parte de la cadena de gestión de residuos está identificada y resuelta como se observa en la siguiente Figura.



Figura 9: Esquema ley Rep: Fuente: Adaptado de Presentación Proyecto ley MMA, 2015.

Del esquema general se observa que los actores y procesos de la ley REP, para el caso de los NFU-M, están plenamente identificados:

- Los productores son principalmente Michelin y Bridgestone (App 90% del mercado de la gran minería en Chile).
- Los consumidores son las compañías mineras que operan en el país.
- Los recolectores y almacenadores son en este caso las propias faenas mineras.

Del análisis anterior se verifica que solo falta el eslabón final de la cadena de gestión que es el valorizador de los residuos. La tecnología Ecotr se presenta como una opción eficiente como valorizador, generando productos comercializables.

Puntualmente desde el punto de vista de la logística, la recolección del NFU-M ya está realizada, lo que significa una gran diferencia con los neumáticos fuera de uso de carretera, lo que en primera instancia hace prever que se podría alcanzar metas más elevadas y realistas desde el punto de vista de la ley REP para los NFU-M.



### **4.3.3 Factores ambientales relacionados a la tecnología Ecotr**

Para estudiar la tecnología, procesos y externalidades, desde el punto de vista de factores ambientales, es necesario verificar primero la normativa ambiental aplicable

#### **4.3.3.1 Ley N° 19.300 y D.S N° 40/2012**

La Ley N° 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA) modificada por la Ley N° 20.417 que crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente, ha establecido el listado de proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, que deben someterse al SEIA (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental). En ese sentido, en su Artículo 8° establece que "Los proyectos o actividades señaladas en el Artículo 10° sólo podrán ejecutarse o modificarse previa Evaluación de su Impacto Ambiental, de acuerdo a lo establecido en la presente ley".

Complementariamente, el Artículo 3 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA) del Ministerio del Medio Ambiente (D.S. N°40/2012) establece el listado de: "Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental". Todo lo anterior, obedece al hecho que tales proyectos o actividades, o sus modificaciones, son susceptibles de causar impacto ambiental.

En este contexto, considerando las características de la tecnología y procesos asociados a una planta Ecotr, se han identificado las diversas tipologías por las cuales pudiese calificar como alguno de los señalados en el Artículo 10 de la Ley o en el Artículo 3 del RSEIA:

- Literal o) de la Ley y del RSEIA

Considerando antecedentes descritos relacionados a una capacidad de planta Ecotr de 12.400 ton/año (37,5 ton/día), la primera tipología a revisar corresponde al literal o) del artículo 10 de la Ley 19.300, esto es: "Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de



tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos”.

De esta forma, el Proyecto, debe ser presentado a evaluación ambiental bajo la tipología del literal o) y en particular, a la **tipología o.8)** del Artículo 3° del Reglamento del SEIA, si coincide con: **“Sistemas de tratamiento, disposición y/o eliminación de residuos industriales sólidos con una capacidad igual o mayor a treinta toneladas día (30 t/día) de tratamiento o igual o superior a cincuenta toneladas (50 t) de disposición”**.

La tipología antes mencionada es considera la tipología primaria en relación al proyecto, sin embargo, podrían existir otras de carácter secundario que se mencionan a continuación:

- Tipología, corresponden diente al literal h) del artículo 10 de la Ley 19.300, esto es: **“Proyectos industriales o inmobiliarios que se ejecuten en zonas declaradas latentes o saturadas”**. Estará sujeta a si el proyecto está en zona saturada o en latencia y relación del inventario de emisiones de la zona con las emisiones del proyecto que no deben ser superiores al 5% del inventario.
- Tipología k.1) del Artículo 3° del Reglamento del SEIA cuando se trate de: **“Instalaciones fabriles cuya potencia instalada sea igual o superior a dos mil kilovoltios-ampere (2.000 KVA), determinada por la suma de las capacidades de los transformadores de un establecimiento industrial. Se estima que para la capacidad de 37.5 ton/día de tratamiento las instalaciones requerirán más de 2000 kVA instalados.**

#### 4.3.3.2 Instrumentos de Planificación Territorial.

En función de la localización de la Planta Ecotr esta tendrá que verificar los lineamientos y disposiciones establecidas en los instrumentos de ordenamiento y planificación territorial que correspondan.



#### 4.3.3.3 Principales residuos y emisiones del proyecto.

La planta Ecotr en operación generará un 4% de residuos de los cuales un 2% es material que se recircula al proceso y un 2% es agua hidrocarburada. En función de lo anterior, para el tratamiento de estos residuos se contempla su disposición en lugares autorizados.

Por otro lado, desde el punto de vista de las emisiones, en base a prueba realizadas en España se estimaron los factores de emisiones a partir de mediciones por laboratorios certificados de una planta Ecotr. Estas emisiones provienen de la cámara de combustión que utiliza el combustible gaseoso generado para calentar de manera indirecta al proceso de pirolisis, (procesos autosustentables energéticamente). En base a lo anterior, las emisiones estimadas para 1 año de operación se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8: Principales emisiones anuales de una planta Ecotr de 12400 ton/año.

Parametro	Ton/año
Material Particulado	0.013
Dioxido de azufre	0.994
Nox	4.146

*Fuente Elaboración propia en base a medición de emisiones en prueba del 2016. Laboratorio Eurocontrol ,2016*

Enfocándonos principalmente en los contaminantes normados en los planes de descontaminación y utilizando como referencia el más estricto a nivel nacional, el de Santiago, D.S 60/2009, se establece que si una planta Ecotr se instalara en Santiago no superaría el límite de compensación, es decir las emisiones son bajas desde el punto de vista de esta normativa.

Tabla 9: Comparación de las emisiones anuales con el plan de descontaminación de Santiago

Parametro	Emisión planta Ecotr [Ton/año]	Plan de compensación de Santiago Limite [ton /año]
Material Particulado	0.01	2.5
Dioxido de azufre	0.99	50
NOx	4.2	8

*Fuente: Elaboración propia*

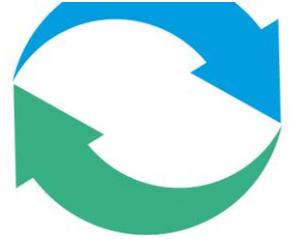


## 5. Conclusiones

- Las estimaciones de neumáticos dados de baja por la industria minera al año 2017 están en el orden de los 260.000 ton de inventario a una tasa media de generación anual de 30.000 ton/año, lo que implica 3 instalaciones Ecotr de 12.400 ton/año para tratar la generación más el inventario en un periodo de 15 años.
- La tecnología Ecotr permite valorizar el neumático con un rendimiento del 96% recuperando combustible líquido, acero, gas (energía para el proceso) y negro de humo, todos productos comercializables, y con un enfoque distintos a los otros procesos de pirolisis ya que se orienta a la producción de negro de humo.
- Actualmente los NFU-M se encuentran plenamente identificados, inventariados y apilados, por lo que la cadena de gestión relacionada a la ley REP se encuentra resuelta, faltando solo el valorizador, donde Ecotr se presenta como una tecnología con altos rendimientos para valorizar NFU-M.
- Desde el punto de vista ambiental para una planta Ecotr con capacidad de **12.400 ton/año**, deberá ingresar al sistema de evaluación ambiental por el literal O.8) del artículo 3, del reglamento de evaluación ambiental (D.S 40/2012).
- La generación de residuos es mínima y se tiene establecido la disposición y/o tratamientos de estos en lugares autorizados. Desde el punto de vista de emisiones atmosféricas en primeras instancias se visualizan como mínimas y no importantes al comparar los límites con el plan de descontaminación de Santiago, sin embargo, estas deben ser modeladas para verificar los alcances del proyecto desde el punto de vista de calidad del aire.
- Economía Circular: la materia prima, EcoCB, obtenida a partir del procesamiento de NFU-M, se puede usar para la formulación de algunos



elementos de caucho utilizados por la industria minera, sustituyendo parcialmente la importación de esta materia prima (negro de humo), ya que Chile importa el 100% de su consumo.



## 6. Bibliografía.

- Analytical Report N° BC17-01349.01, Análisis de combustible Ecotr, SGS 2017
- Decreto supremo N° 40: Aprueba reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental, 2012.
- Decreto supremo N° 66: revisa, reformula y actualiza plan de prevención y descontaminación atmosférica para la región metropolitana, 2009.
- Descripción del proyecto, relacionado a RCA 126/2011, Proyecto Sierra Gorda,SEIA ,2011.
- Descripción del proyecto, relacionado a RCA 0072/2016. Actualización Proyecto Minero Quebrada Blanca, SEIA, 2016.
- “Estudio de Vigilancia Tecnológica de Tratamiento y Eliminación de Neumáticos Mineros Fuera De Uso” Spintech, 2017.
- Ley N° 20.920: Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje, 2016
- RCA 0212/2008, Proyecto Esperanza,SEIA, 2008
- Technical Report, Benchmarking of RGS2 recovered Carbon Black, Artis,2016.
- Ecotr, nueva tecnología para obtener un mejor negro de humo recuperado, revista sltcaucho, Ignacio Quizacara, volumen 21, 2017
- [www.cinc.com](http://www.cinc.com)