

## NEUMÁTICOS AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL

GESTIÓN DE RESIDUOS  
Master en Ingeniería y Gestión  
Medioambiental

Curso 2015/2016

PROFESOR/A  
IVAN BOTAMINO GARCÍA



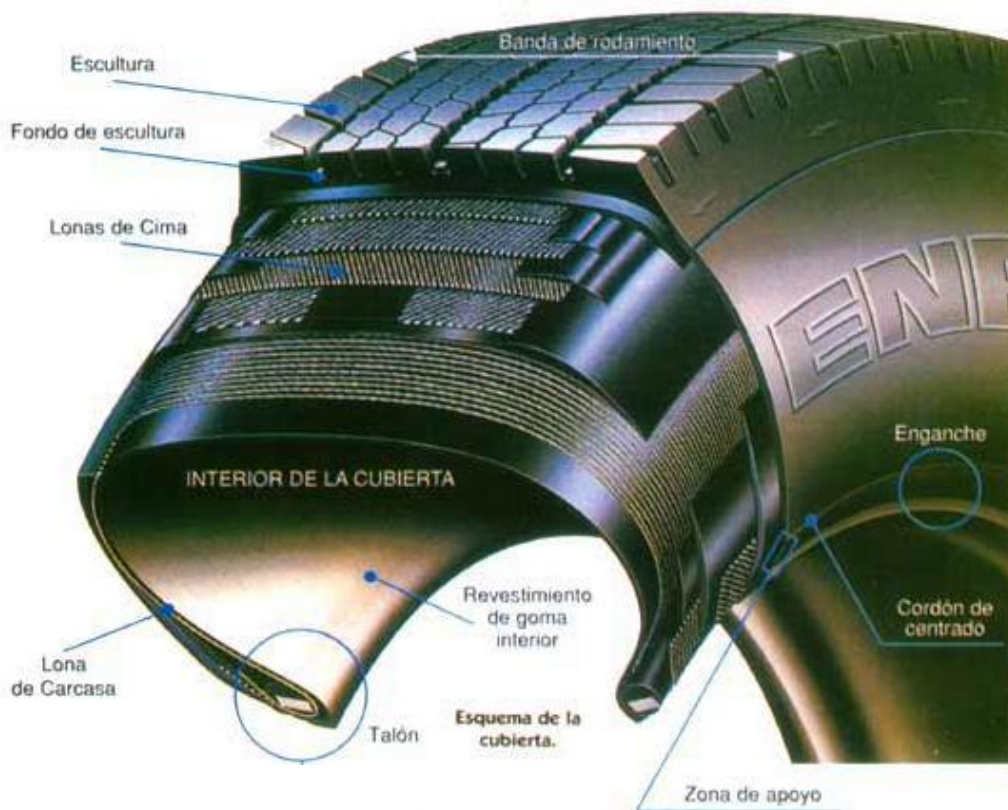
Esta publicación está bajo licencia Creative Commons Reconocimiento, No comercial, Compartir igual, (by-nc-sa). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte del mismo siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia. Más información:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

## 1. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

Los neumáticos son estructuras complejas, de forma tubular, compuestas por los siguientes elementos: caucho natural y sintético, negro de humo (carga de refuerzo, formado de partículas muy pequeñas de carbono), agentes químicos (azufre, óxido de zinc, aditivos), aceites minerales y fibras reforzantes (hilos de acero y textiles).

La estructura básica del neumático, que le proporciona la capacidad necesaria para soportar la carga y transmitir o absorber los esfuerzos de aceleración, frenado y guiado, está compuesta por aros metálicos y textiles de acero, rayón o polímeros sintéticos (lonas de carcasa y cima).



En la tabla siguiente se recoge la composición media de los neumáticos usados en la Unión Europea.

MATERIALES	TURISMOS	VEHICULOS PESADOS
<b>Caucho y elastómeros</b>	48%	43%
<b>Negro de carbono</b>	22%	21%
<b>Metal</b>	15%	27%
<b>Textil</b>	5%	0%
<b>Oxido de Zinc</b>	1%	2%
<b>Azufre</b>	1%	1%
<b>Aditivos</b>	8%	6%

*Tabla: Composición media de los neumáticos usados en la UE (%).  
Fuente: Pirelli Neumáticos S.A.*

Los **neumáticos fuera de uso** son aquellos neumáticos que se han convertido en residuos conforme a lo establecido en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998 de residuos (\*). Un Neumático Fuera de Uso se considera **residuo no peligroso** cuyo código LER es 16 01 03.

La Decisión de la Comisión 2014/955/UE, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE, ha cambiado la denominación del código LER 16 01 03, utilizando el término **neumáticos al final de su vida útil** en lugar de neumáticos fuera de uso.

Desde el punto de vista ambiental presenta el problema asociado a su complejidad y composición química, lo que le convierte en una fuente potencial de contaminación si no es correctamente gestionado. Además, posee un elevado poder calorífico, debido a que está compuesto fundamentalmente por carbono. Por ello, su acopio excesivo supone un riesgo importante de incendio.

*(\*) Conforme a la definición del Real Decreto 1619/2005, de 30 de diciembre, sobre la gestión de neumáticos fuera de uso.*

## 2. MARCO LEGAL

El Real Decreto 1619/2005, de 30 de diciembre, sobre la gestión de neumáticos fuera de uso, establece el régimen jurídico de la producción y gestión de los neumáticos fuera de uso, promoviendo su reciclaje e incorporando el principio de responsabilidad del productor. Quedan incluidos en la aplicación de esta norma todos los neumáticos puestos en el mercado nacional, con excepción de los neumáticos de bicicleta y aquellos cuyo diámetro sea superior a 1.400 mm.

Se definen los conceptos de **productor de neumáticos** como la persona física o jurídica que fabrique, importe o adquiera en otros estados miembros de la Unión Europea, neumáticos que sean puestos en el mercado nacional; y **generador de NFU** como la persona física o jurídica que, como consecuencia de su actividad empresarial o de cualquier otra actividad genere neumáticos fuera de uso, quedando excluido de esta condición el usuario o propietario del vehículo que los utiliza.

Los productores de neumáticos están obligados a gestionar correctamente los NFU nuevos puestos por ellos en el mercado, de manera individual o participando junto a otros agentes económicos en sistemas integrados de gestión, asegurando el cumplimiento de los objetivos ecológicos definidos en el Plan Nacional Integrado de residuos. Además, deben desarrollar planes de prevención en los que se identifiquen las mejores tecnologías utilizadas en la fabricación de los neumáticos para prolongar la vida útil de los neumáticos, así como para facilitar su reutilización y reciclado.

El período de almacenamiento, en el caso de poseedores y generadores, no podrá exceder un período de tiempo de un año ni una cantidad superior a 30 toneladas. En las instalaciones de los gestores, el almacenamiento no superará el plazo de los seis meses ni una cantidad de 30 toneladas cuando el destino final sea la eliminación; y un plazo de un año y una cantidad almacenada equivalente a la mitad de la capacidad anual autorizada de tratamiento cuando su destino final sea la valorización. En el Anejo del Real Decreto se establecen las condiciones técnicas para su almacenamiento.

Los agentes económicos que intervienen en la producción o gestión deben informar a las Administraciones Públicas, de los neumáticos puestos en el mercado y de los que hayan sido gestionados en el año anterior.

### 3. SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN

Durante años en España los últimos poseedores de los Neumáticos Fuera de Uso (NFU), normalmente los talleres, debían hacerse cargo de los mismos debiendo soportar los costes de su correcta gestión, bien por sus propios medios o pagando a un gestor autorizado. El residuo generado suscitaba poco interés debido al poco desarrollo de los mercados de valorización y al alto coste de su procesamiento. Por todo ello, las infraestructuras de gestión eran casi inexistentes y solo se gestionaban correctamente los que generaban un margen de beneficio (recauchutado, venta de ocasión, etc.). El resto, en el mejor de los casos, terminaban en vertederos legales, ya que muchos otros se tiraban, enterraban o acumulaban de manera ilegal.

De acuerdo con el artículo 2.k) del Real Decreto 1619/2005, los Sistemas Integrados de Gestión de NFU son *“ El conjunto de relaciones, procedimientos, mecanismos y actuaciones que, previa autorización por las comunidades autónomas en cuyo ámbito territorial se implanten, y sujeto a supervisión por éstas, ponen en práctica los productores de neumáticos junto a otros agentes económicos interesados, mediante acuerdos voluntarios u otros instrumentos de responsabilidad compartida, con la finalidad de garantizar la correcta gestión de los neumáticos fuera de uso”*.

Actualmente existen en España dos Sistemas Integrados de Gestión (SIG), uno de ellos denominado **“SIGNUS ECOVALOR”**, constituido legalmente el 19 de mayo de 2005, al que están adheridos la mayor parte de los productores de neumáticos del mercado nacional, y el otro **“Tratamiento de Neumáticos Usados - TNU”** del que su entidad gestora es ASINME, constituido legalmente el 13 de julio de 2006, en el que participan gran parte de los importadores de neumáticos. Las entidades gestoras de ambos Sistemas son empresas sin ánimo de lucro que tienen como finalidad cumplir las obligaciones derivadas del Real Decreto sobre Neumáticos Fuera de Uso en nombre de sus clientes.

El funcionamiento del sistema es el siguiente (*se describe el sistema SIGNUS ECOVALOR, aunque el sistema es el mismo para TNU*):

- 1) El cambio de neumáticos en un taller autorizado SIGNUS genera neumáticos, que son acumulados en el taller.
- 2) El taller solicita la recogida de neumáticos a un gestor autorizado SIGNUS, siendo retirados de forma gratuita y conducidos a un Centro de Recogida y Clasificación (CRC).

- 3) En este CRC se clasifican los neumáticos en dos grupos: aquellos que pueden ser reutilizados y aquellos cuyo destino es la valorización en un Centro de Transformación (CAP).
- 4) El proceso de recauchutado consiste en sustituir la banda de rodadura por una nueva, prolongando la vida del neumático.
- 5) En los CAP, los neumáticos son sometidos a un proceso de triturado o granulado, según especificaciones técnicas precisas, para su posterior valorización.

De acuerdo con los datos recogidos en el Plan Estatal Marco de gestión de residuos (PEMAR) 2016-2022, los datos más significativos para ambas entidades durante el año 2013 son los siguientes:

	SIGNUS ECOVALOR	%	TNU	%
RECOGIDA (t)	162.599		48.672	
REUTILIZADO Y RECAUCHUTADO (t)	17.972	11	5.609	2,6
RECICLADO DE MATERIAL (t)	75.559	47	18.165	36
VALORIZACIÓN ENERGÉTICA (t)	68.990	42	27.330	53
TOTAL TRATAMIENTO (t)	162.521	100	51.104	100

La cantidad total recogida entre ambos SIGs en al año 2013 fue de 211.271 toneladas. En el año 2014, esta cantidad ha aumentado hasta un total de 230.016 toneladas, o que supone un incremento del 8,9% respecto al año anterior.

## 4. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RECICLAJE Y TRATAMIENTO

En el presente apartado se describen, conforme al principio de jerarquía, las diferentes alternativas de gestión de los neumáticos fuera de uso.

### 4.1. Prevención

La prevención irá encaminada a reducir la producción del residuo, mediante diferentes actuaciones:

- Realización de campañas dirigidas a los usuarios apoyados con campañas de sensibilización para contribuir a alargar la vida del neumático mejorando la calidad de la conducción y el mantenimiento del neumático, en particular controlando su presión.
- Fabricación de neumáticos con una mayor duración.
- Empleo de materiales reciclados para la fabricación del neumático.
- Diseño de neumáticos más fácilmente reciclables.

El objetivo de prevención previsto en el PNIR era alcanzar una reducción del 8% en la producción de NFU para el año 2015.

### 4.2. Reutilización

Existen una serie de aplicaciones directas que no requieren ninguna transformación del neumático:

- Mercado secundario en países en desarrollo.
- Utilización directa en pantallas acústicas, muros de contención, relleno de terraplenes, zanjas drenantes, etc.

El **recauchutado** consiste, básicamente, en la sustitución de la banda de rodadura gastada por una nueva. Por tanto, el recauchutado es una forma de alargar la vida en servicio del neumático mediante su reutilización.

El proceso incluye las siguientes etapas:

- 1) Inspección de carcasas: El objetivo de esta inspección es el de seleccionar carcasas para renovar que estén libres de defectos y daños irreparables que no puedan soportar otro ciclo de vida como neumático.
- 2) Raspado: Se elimina el suficiente caucho de la superficie de la carcasa, dejando una textura adecuada para el agarre y dando la forma correcta para la banda de rodadura que se va a colocar.
- 3) Saneado y reparación: Este proceso de saneado se realiza con una máquina manual en el punto exacto donde se aprecia un desperfecto.
- 4) Colocación de la banda de rodadura: Se adhiere la banda de rodadura ya vulcanizada con la carcasa que también está vulcanizada mediante la goma de unión, que es una capa de unos 2 mm de grosor de alta adherencia.
- 5) Vulcanización en caliente: Su elaboración es similar al de un neumático nuevo. Es un proceso de curación en molde de círculo cerrado.
- 6) Inspección final: Se eliminan las rebabas, vientos y sobrantes de goma del proceso de vulcanizado.

En el PEMAR 2016-2022 se establece alcanzar un objetivo final de recauchutado del 15% para el año 2020.

### 4.3. Valorización material

Los procesos de valorización material consisten en recuperar los componentes del neumático (caucho, metal y fibra) tras someterlo a un proceso de trituración o granulación:

- Trituración gruesa: tamaños entre 100 y 200 mm.
- Molienda fina: procesos de trituración en cadena, incluyendo procesos de criogenización.





*Triturizado*



*Micronizado*

Las diferentes aplicaciones aprovechan las propiedades específicas del caucho (capacidad de absorción de vibraciones, peso reducido, flexibilidad) para su valorización material:

- Superficies para campos de juego y césped artificial.
- Losetas de seguridad en parques de juegos y piscinas.
- Aislante acústico en viviendas.
- Pastillas de freno para camión.
- Usos ornamentales.
- Fabricación de asfalto con base goma de neumático, que permite aumentar la adherencia y disminuir la sonoridad. Existen dos métodos de incorporación del polvo de caucho en las mezclas asfálticas: VÍA SECA, se incorpora el polvo de caucho a los áridos, antes de mezclarlo con el betún, modificando las propiedades de la mezcla; VÍA HÚMEDA, mezcla de polvo de caucho con un betún de penetración, para obtener un ligante modificado o mejorado con caucho.

En el PEMAR 2016-2022 se establece alcanzar un objetivo mínimo final de reciclaje del 45% para el año 2020. El acero contenido deberá ser reciclado al 100%

#### 4.4. Valorización energética

Consiste en aprovechar el elevado poder calorífico, próximo a las 7.500 Kcal. /Kg., empleándolo como combustible de sustitución, en las siguientes aplicaciones:

- Generación de energía.
- Valorización en hornos de cemento.

Algunas técnicas de tratamiento en desarrollo son:

- **PIRÓLISIS**, en la que el neumático es sometido a tratamiento térmico en condiciones reductoras, lo que permite la recuperación del metal a la vez que la fracción orgánica se traduce en aceites pirolíticos (38-55%), gas pirolítico (10-30%) y residuo sólido (33-38%). Estos componentes son utilizables como combustible, pero su alto contenido en azufre y las temperaturas de tratamiento hacen que esta sea una opción de riesgo por la calidad de las emisiones gaseosas.
- **GASIFICACIÓN**, en la que el NFU es sometido a tratamiento térmico en las condiciones de oxidación necesarias para recuperar el metal fundido a la vez que la fracción orgánica se transforma en gas de síntesis (H<sub>2</sub>, CO y CO<sub>2</sub>), susceptible de ser empleado como materia prima o como combustible para producción eléctrica. El azufre es recuperado.

El PEMAR 2016-2022 establece un objetivo decreciente para este modelo de gestión, hasta alcanzar un porcentaje final de valorización energética del 40% para el año 2020.

## 4.5. Eliminación

Tradicionalmente, la eliminación de NFU en vertedero ha sido la alternativa de gestión más empleada.

Con la publicación del Real Decreto 1481/2001, que regula la eliminación mediante depósito en vertedero, se prohíbe el vertido de neumáticos, conforme a las siguientes condiciones:

- A partir del 16 de julio de 2003, neumáticos usados enteros, con exclusión de los neumáticos utilizados como elementos de protección en el vertedero.
- A partir del 16 de julio de 2006, neumáticos usados troceados.
- No obstante, se admiten los neumáticos de bicicleta y los neumáticos cuyo diámetro exterior sea superior a 1.400 milímetros.

## 4.6. Datos de la gestión

Para finalizar, en las tablas siguientes se recogen algunos ejemplos de los modelos de gestión desarrollados en los distintos países. Si bien son datos antiguos, permiten apreciar las notables diferencias existentes entre los estados miembro de la UE.

País	Generación (kt)	Reutilización/Exportación (%)	Recauchutado (%)	Reciclaje material (%)	Valorización energética (%)	Vertido (%)	Valorización total (%)
Austria	55	0	0	46	54	0	100
Bélgica	75	5	4	23	31	37	63
Dinamarca	43,5	0	9	76	15	0	100
Finlandia	37	0	3	97	0	0	100
Francia	390	10	14	33	19	24	76
Alemania	578	12	10	18	52	8	92
Grecia	50	6	3	14	3	74	26
Hungría	43	8	0	4	23	65	35
Italia	360	7	14	14	33	32	68
Holanda	35	85	0	15	0	0	100
Polonia	101	0	15	8	27	50	50
Portugal	50	0	30	40	16	14	86
España	263	4	14	8	10	64	36
Suecia	76	16	4	35	45	0	100
Suiza	53	40	2	30	28	0	100
Reino Unido (estimación)	485	18	10	32	10	30	70
Media UE	2695	12	11	24	27	27	73

GESTIÓN DE LOS NFU EN LOS PAÍSES DE LA UE (2002)  
Fuente: *European Association of the Rubber Industry*

Año 2004	Cantidad (t)	%
Generación	305.718	100
Recauchutado	37.173	12,2
Reciclado de material	42.500	13,9
Valorización energética	52.500	17,2
Vertido	153.787	50,3
Exportación y reutilización	19.758	6,4

ACTIVIDADES DE GESTIÓN DE NFU EN ESPAÑA (2004)

## 5. REFERENCIAS

<a href="http://www.epa.gov/">http://www.epa.gov/</a>	U.S. Environmental Protection Agency
<a href="http://www.signus.es/">http://www.signus.es/</a>	SIGNUS
<a href="http://www.tnu.es/">http://www.tnu.es/</a>	Tratamiento de Neumáticos Usados
<a href="http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/neumaticos/">http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/neumaticos/</a>	Ministerio de Medio Ambiente
<a href="http://www.etrma.org/">http://www.etrma.org/</a>	EUROPEAN TYRE & RUBBER MANUFACTURERS' ASSOCIATION

## Índice

<b>1. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS .....</b>	<b>2</b>
<b>2. MARCO LEGAL .....</b>	<b>4</b>
<b>3. SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RECICLAJE Y TRATAMIENTO.....</b>	<b>7</b>
4.1. Prevención.....	7
4.2. Reutilización .....	7
4.3. Valorización material .....	8
4.4. Valorización energética .....	9
4.5. Eliminación .....	10
4.6. Datos de la gestión .....	10
<b>5. REFERENCIAS .....</b>	<b>12</b>