



# NEUMÁTICOS



Serrano Congost, DAVID  
Bernabeu Pascual, DANIEL  
2º Electromecánica de Vehículos  
San José Artesano "Salesianos" Elche

# ÍNDICE

## **1. Introducción**

## **2. Funciones del neumático**

## **3. Composición**

## **4. Características Técnicas**

4.1 Rendimiento kilométrico

4.2 Rendimiento específico

4.3 Previsión útil de vida

4.4 Evolución del desgaste

4.5 Factores que influyen en la vida útil

4.6 Adherencia

4.7 Nomenclatura

4.7.1 Marcas de fábrica y comerciales

4.7.2 Características dimensionales y de construcción

4.7.3 Características de servicio

## **5. Constitución y Estructura del Neumático Radial**

5.1 Constitución de la cubierta

5.2 Estructura

## **6. Tipos de cubierta según su aplicación**

6.1 Cubiertas para carretera

6.2 Cubiertas para fuera de carretera

6.3 Cubiertas para todo terreno

6.4 Cubiertas para aplicaciones agrícolas

## **7. Mantenimiento**

7.1 Presión

7.2 Profundidad de perfil

7.3 Rotación de los neumáticos

7.4 Anomalías de los neumáticos

7.4.1 Frenos

7.4.2 Alineación

7.4.3 Envejecimiento

7.4.4 Suspensión

7.4.5 Daños en los neumáticos

## **8. Reciclaje del Neumático**

8.1 Introducción

8.2 Tratamiento hasta el decreto

8.3 Decreto

8.4 Sistemas de Tratamiento

8.5 Usos tras el reciclado

## **9. Bibliografía**

## **10. Anexos**

10.1 Presentación del trabajo

10.2 Sustitución y equilibrado del neumático

10.3 Reparación de un pinchazo

10.4 Cálculo de equivalencia

10.5 Solicitud descontaminación de neumáticos

## **1. Introducción**

En 1888, un irlandés, John Boyd Dunlop, materializó los primeros intentos de Robert Thompson (1845) con la construcción del primer neumático, consistente en un tubo hinchado, protegido por una tela cubierta de caucho. Su aplicación a los incipientes vehículos de transporte no fue efectiva hasta la adopción por éstos de motores de gasolina tipo Otto y posteriormente los de gasoil de Karl Benz.

Los neumáticos son unos de los elementos más influyentes en los accidentes, por el hecho de que son los que unen el vehículo con el pavimento. Por este motivo, y dado que los vehículos actuales tienen la posibilidad de adquirir grandes velocidades, son los elementos que más han evolucionado en los últimos años.

En la primera parte del trabajo presentaremos los tipos de neumáticos existentes hoy en el mercado, así como sus características y mantenimiento, tratando de incluir los más comunes en el uso de automóviles turismos.

En la segunda parte del trabajo analizaremos la situación de los neumáticos fuera de uso. Estudiaremos su situación, así como de las formas que hay de destruirlos sin contaminar el medio ambiente.

## **2. Funciones del Neumático**

- Contribuir al confort, para ello participan en cierta medida en la amortiguación, absorbiendo las pequeñas irregularidades del terreno.
- Soportar el peso del vehículo.

- Transmitir los esfuerzos de propulsión del vehículo, así como los esfuerzos de deceleración o frenado, transformando en rozamiento dicha energía frenante.
- Dirigir el vehículo y mantenerlo en la trayectoria requerida por el conductor.
- Participar en la sujeción del vehículo ante la tendencia del mismo a salirse en las curvas debido a la fuerza centrífuga.

### 3. Composición

Uno de los principales materiales usados en la composición de neumático es el caucho, tanto natural como sintético.

El caucho natural se extrae del árbol "Hevea Brasiliensis", que crece en las zonas tropicales. Tras sangrar el árbol se recoge el líquido lechoso, el látex, que en parte está compuesto por partículas de goma.

A este material, después de ser desecado se le aplican unas proporciones variables de azufre (vulcanización) y otros productos obteniendo caucho vulcanizado en diversos grados de dureza, desde el blando usado para las cámaras, hasta la ebonita, que es el compuesto rígido, utilizado para aisladores.



Fig. 1 Sección del neumático

De esta forma el caucho obtenido es resistente al agua y a los ácidos, pero lo atacan el aceite mineral y la gasolina; y bajo la acción de la luz y en el transcurso del tiempo se oxida, haciéndose quebradizo.

El caucho sintético (artificial), se obtiene en su mayoría del petróleo bruto. Hasta ahora el más empleado es el SBR o "Bruna S" a partir de estireno y butadieno. El SBR es el que más se ha vendido empleándose para la banda de rodadura de los neumáticos, con un 30 % más de duración que el caucho natural. La mitad aproximadamente del consumo actual de caucho procede de variedades sintéticas.

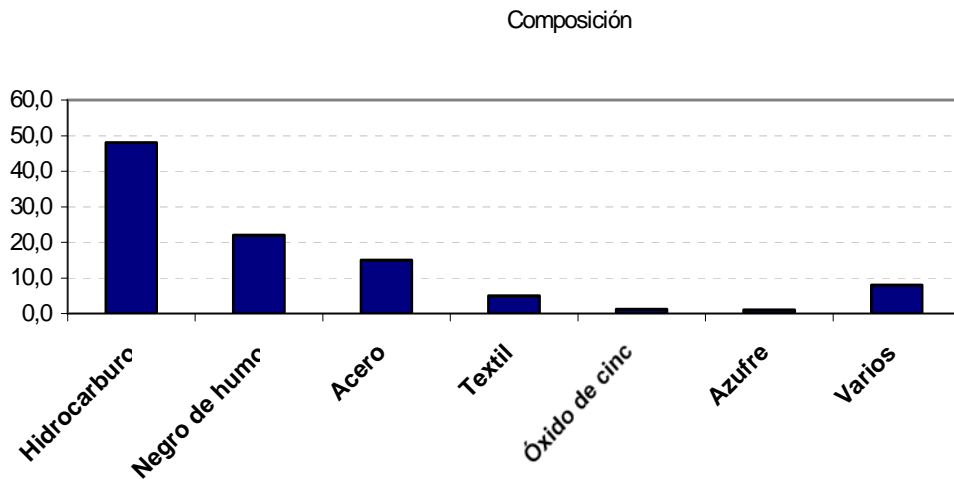


Fig. 2 Composición del neumático (%)

<b>Componentes de la cubierta</b>	<b>Materiales</b>
<u>CARCASA</u>	Tejido de rayón, nailon o poliéster
<u>BANDA DE RODADURA</u>	Caucho natural Caucho sintético Negro de humo Sustancias de vulcanizado Protección contra envejecimiento
<u>FLANCO</u>	Caucho natural Caucho sintético Negro de humo Sustancias de vulcanizado Protección contra envejecimiento
<u>TALONES</u>	Goma dura, hilos de acero
<u>REVESTIMIENTO INTERIOR</u>	Mezcla de goma a base de butilo (caucho sintético)
<u>CINTURA</u>	Acero, nailon, rayón, kevlar

Fig. 3 Componentes del neumático

## 4. Características Técnicas

### 4.1 Rendimiento kilométrico

Son los kilómetros recorridos por el neumático hasta que se considera necesaria su sustitución por haber llegado al límite del desgaste. Desde el punto de vista legal, se considera que una cubierta con desgaste normal de funcionamiento es inútil para la circulación cuando uno de los surcos de la banda de rodadura alcanza el valor mínimo de 1,6 mm. Sin embargo, si se va a utilizar sobre terreno mojado, el valor mínimo aconsejable será de 3 Mm.

### 4.2 Rendimiento específico

Es el cociente entre el kilometraje recorrido, hasta un cierto punto de desgaste, y los milímetros de banda de rodadura consumidos, se expresan en Km /Mm.

### 4.3 Previsión útil de vida (PVF)

Son los kilómetros que le restan a una cubierta calculados sobre la base de:

N: Kilómetros recorridos

h: Altura de los surcos de la banda de rodadura con esos kilómetros.

H: Altura que tenían los surcos con la cubierta nueva.

R: Altura del surco cuando es necesario sustituirlo.

$$PVF = N \cdot \frac{(H - R)}{(H - b)}$$

#### 4.4 Evolución del desgaste

La previsión final de vida considera un desgaste proporcional durante todos los kilómetros de rendimiento del neumático.

En la práctica, sucede que el desgaste es más rápido al principio, ya que la escultura de la banda de rodadura tiene mayor movilidad por ser también de mayor longitud, pasando a ser más rígida a medida que se va desgastando.

#### 4.5 Factores que influyen en la vida útil del neumático.

4.5.1 Presión de inflado.

4.5.2 Condiciones de carga.

4.5.3 Velocidad.

4.5.4 Hábitos de conducción.

4.5.5 Tipo y estado del pavimento.

4.5.6 Condiciones climatológicas y de ambiente.

4.5.7 Condiciones mecánicas del vehículo

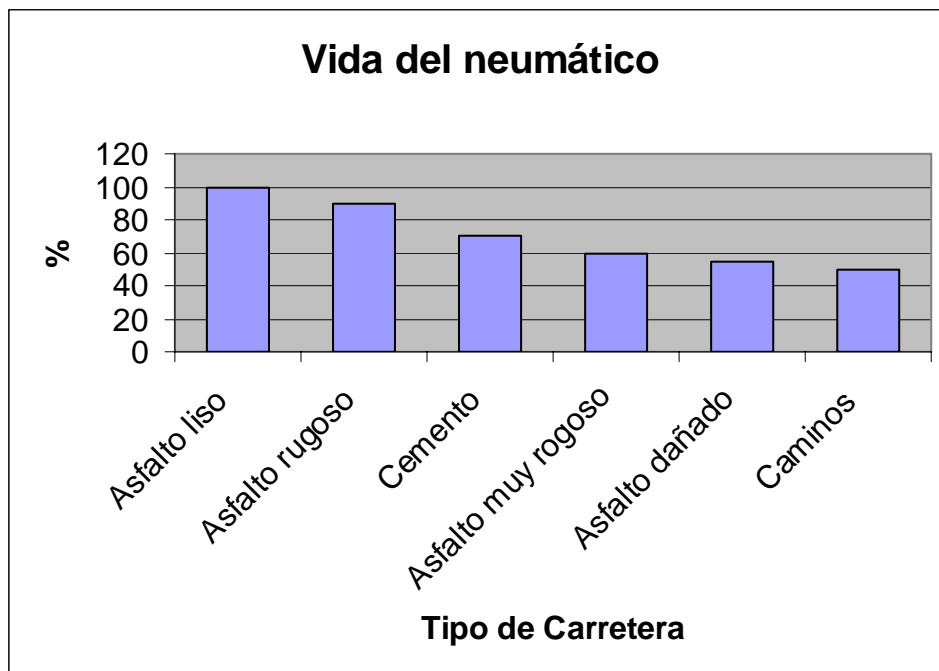


Fig. 4



## 4.6 Adherencia

El neumático debe conseguir en todo momento la mejor adherencia.

Esta depende del neumático, el tipo de firme y el estado en que se halle.

Para representar gráficamente como ejerce el neumático su fuerza de adherencia contra el suelo, se recurre al concepto de “Círculo de tracción”. Así se pueden representar la fuerza que ejerce un neumático con un vector. La combinación de los vectores representando esas fuerzas no podrán en ningún momento superar los límites del círculo.

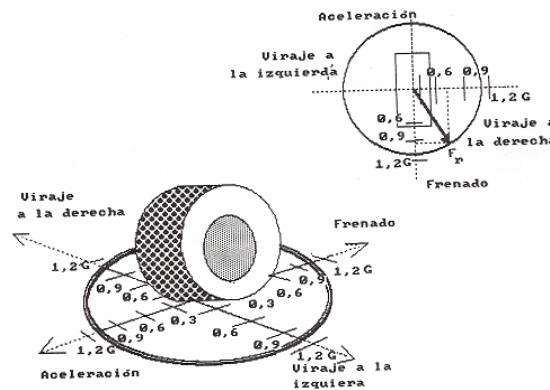


Fig. 5 Círculo de fricción

Otros factores que influyen en la adherencia del neumático es la presión, la temperatura, la carga vertical y la velocidad del vehículo.

Velocidad de marcha (Km./h)	Estado de los neumáticos	Estado de la carretera				
		Seca	Mojada (0,2 mm de agua)	Lluvia fuerte (1mm de agua)	Encharcada (2 mm de agua)	Helada
		Coeficiente de adherencia $\mu$				
50	Nuevos	0,85	0,65	0,55	0,5	Igual o inferior a 0,1
	Gastados	1	0,5	0,4	0,25	
90	Nuevos	0,8	0,6	0,3	0,05	
	Gastados	0,85	0,2	0,1	0,05	
130	Nuevos	0,75	0,55	0,2	0	
	Gastados	0,9	0,2	0,1	0	

Fig. 6 Coeficiente de Adherencia de los neumáticos en diversas condiciones de uso

Presión: El coeficiente de fricción se incrementa con la presión. Sin embargo, a partir de cierto valor de presión, el área de contacto del neumático con el pavimento se deforma. Si la presión es excesiva la parte central del neumático sobresale y no apoyan los costados. Si la presión es demasiado baja, son los bordes los que entran en contacto con el suelo y no la parte central.

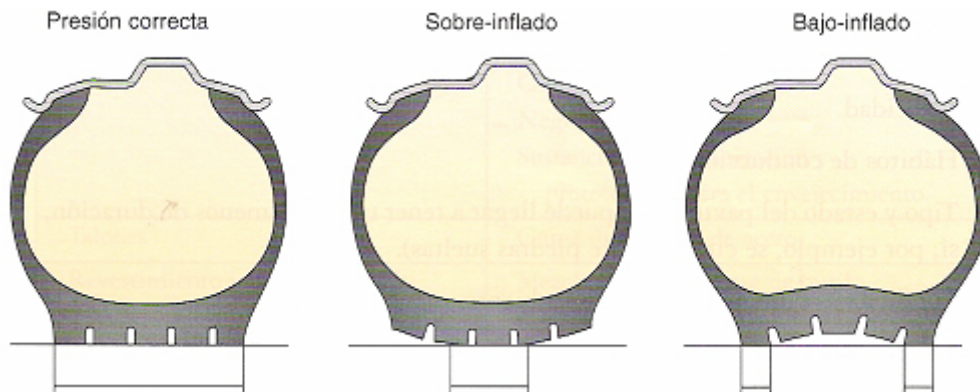


Fig. 7 Presión de inflado del neumático

Temperatura: La viscosidad de la goma del neumático cambia en función de la temperatura. La temperatura que alcanzará un neumático depende de múltiples factores: temperatura ambiente, flujo del aire que lo refrigera, peso incidente, fuerza de viraje ejercida, presión de hinchado, calor que llega de los frenos, espesor de la banda de rodadura y la construcción de su carcasa.

Carga vertical: La carga vertical también influye sobre el coeficiente de fricción. A medida que esta aumenta, el coeficiente de fricción se reduce, aunque se curva de disminución es muy suave, como podemos observar en la siguiente gráfica.

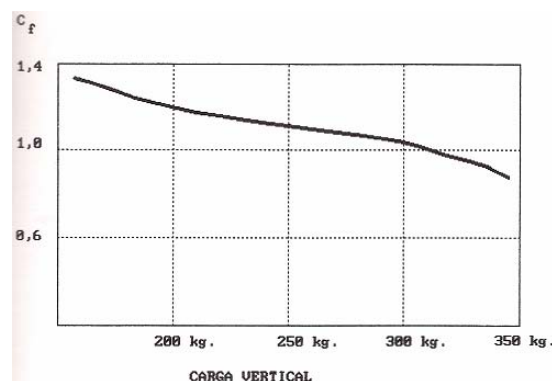


Fig. 8 Variación del Cf en función de la carga vertical.

## 4.7 Nomenclatura

### 4.7.1 Marcas de fábrica y comerciales.

- Marcas registrada del fabricante:  
Michelin, Pirelli, Good Year, etc.

### 4.7.2 Características dimensionales y de construcción

Para explicar las citadas características, nos fijaremos en el siguiente neumático. 175 / 70 R 13 82T TUBELESS

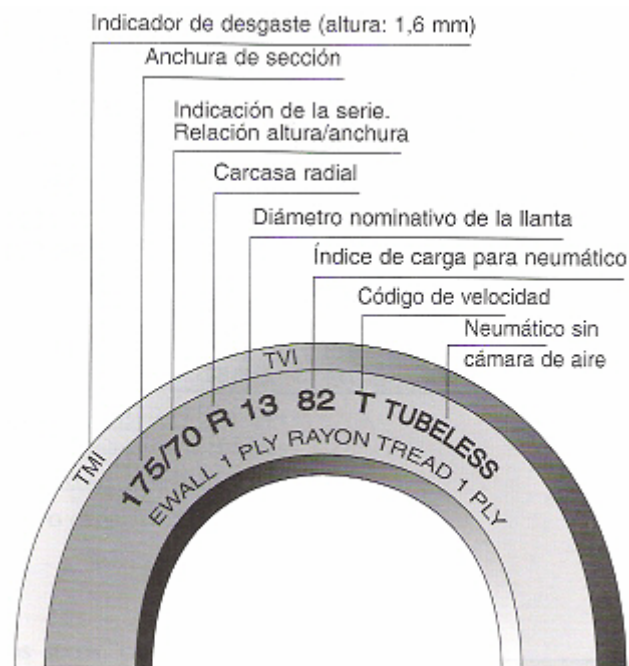


Fig. 9 Nomenclatura

- Anchura nominal de la sección del neumático (175 mm.)
- Sección. (70) Indicación de la serie. Relación porcentual entre la altura y la anchura de la sección.
- Estructura radial ®.
- Diámetro nominal (13); de la llanta, medida entre los asientos de talones en pulgadas.

### 4.7.3 Características de servicio

Define los límites de prestaciones de un vehículo.

Ejemplo 82T

- Índice de carga (82). Máxima carga que soporta el neumático.

En la siguiente tabla se relaciona el índice de carga con la carga que soporta cada neumático:

Índice de carga	Carga por neumático (Kg.)	Índice de carga	Carga por neumático (Kg.)
62	265	93	860
63	272	94	870
64	280	95	890
65	290	96	710
66	300	97	730
67	307	98	750
68	315	99	775
69	325	101	825
70	335	102	850
71	345	103	875
72	355	104	900
73	365	105	925
74	375	106	950
75	387	107	975
76	400	108	1300
77	412	109	1330
78	425	110	1560
79	437	111	1890
80	450	114	1185
81	462	115	1215
82	475	116	1250
83	482	117	1285
84	500	118	1320
85	515	119	1360
86	530	120	1400
87	545	121	1450
88	560	122	1500
89	580	123	1560
90	800	124	1600
91	815	125	1650
92	830		

Fig. 10

- Código de velocidad (T). Límite de la velocidad máxima de homologación. En este caso, como observaremos en la tabla posterior, será de 190 Km. /h. En una sola letra (H, U, V, etc.) y se coloca después del índice de carga.

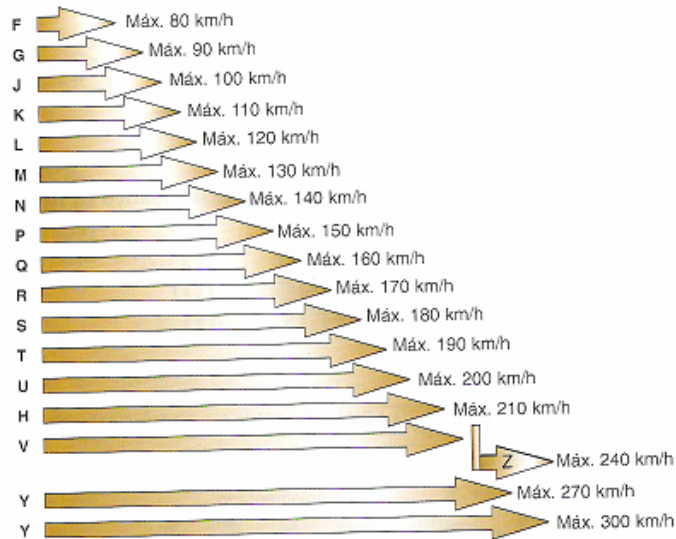


Fig. 11 Código de velocidad

## 5. Constitución y Estructura del neumático radial

### 5.1 Constitución de la cubierta. Misión de sus componentes

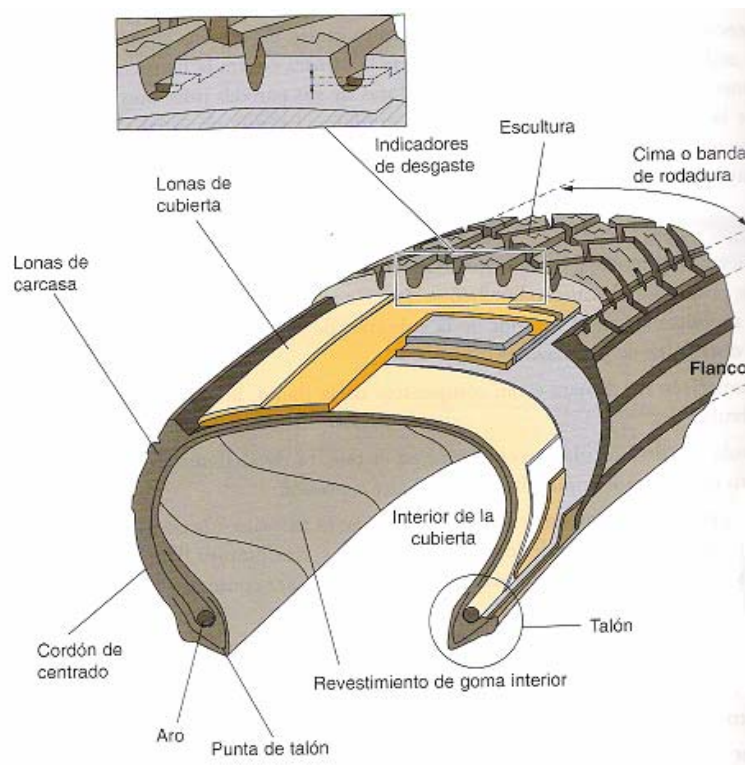


Fig. 12 Constitución de una cubierta

## BANDA DE RODADURA

Formada por:

- Banda de rodadura. Es la parte de contacto de la cubierta con el suelo. Situada sobre las capas de rodamiento, está formada por una gruesa capa de goma, aplicada al perímetro de la cubierta.
- Escultura o dibujo. Son los surcos realizados sobre la banda de rodadura.
- La banda de rodadura y la escultura cumplen con las misiones de:
  - Adherencia o agarre del neumático al suelo. Tanto longitudinal como transversalmente.
  - Resistencia a los choques, los cortes, el calor, al desgaste y, en general, a todos los agentes externos.
  - Buena evacuación del agua.
  - Confort acústico.
- Indicadores de desgaste. Son bandas transversales en la banda de rodadura, con una altura de 1,6mm que se sitúan en el fondo del dibujo. Su función es la de indicar el momento del cambio de cubiertas.

## TALÓN

Es la parte de la cubierta que hace contacto con la llanta, asegurando:

- Un perfecto anclaje de la cubierta a la llanta.
- La estanqueidad de la cámara de aire.
- La transmisión de los esfuerzos en aceleración y frenada.

- Aros de talones. Son hilos de acero cableado de elevada resistencia a la tracción, recubiertos de goma y tejido; su función principal es asegurar la inextensibilidad de los talones.

### HOMBROS

Son la unión entre la banda de rodadura y los flancos. Su función es evitar a la carcasa los roces y choques laterales sufridos por el neumático.

### COSTADOS Ó FLANCOS

Son gomas situadas en el lateral de la cubierta, desde la banda de rodadura a los talones, contiene los marcajes de identificación de la cubierta. Deben poseer una elevada resistencia para soportar la carga y el constante esfuerzo de flexión a que está sometido el neumático, además de poseer una elevada flexibilidad para completar la suspensión del vehículo.

### CORDÓN DE CENTRADO

Es un resalte situado en la parte superior del talón que facilita el centrado de la cubierta respecto de la llanta.

### REVESTIMIENTO DE GOMA INTERIOR

Es una capa de goma impermeable al aire que se encuentra vulcanizada en el interior de la cubierta; cumple la función de asegurar la estanqueidad del aire en el interior de la cubierta.

### CARCASA Ó ARMAZÓN

Es la parte de la cubierta que confiere resistencia. Esta formada por capas superpuestas de tejidos de cuerdas engomadas. La función que

cumple es la de transmitir los esfuerzos verticales, longitudinales y laterales de la banda de rodadura a la llanta.

- Cintura. Esta formada por lonas dispuestas bajo el perímetro de la banda de rodadura, en varias capas, con forma de cinturón.

Sus funciones son:

- Evitar la deformación de la banda de rodadura por la acción de la fuerza centrífuga.
- Atenuar la acción de los choques.
- Impedir la separación de los hilos de la carcasa.

## 5.2 Estructura

Los cables de cada tejido van de talón a talón, formando ángulo recto con la banda circunferencial del neumático, es decir, en el plano de rodadura. En la carcasa y la banda de rodadura se dispone de un cinturón reforzado o faja, cuyas cuerdas presentan un ángulo de  $18^\circ$  a  $22^\circ$  con el plano de rodadura.

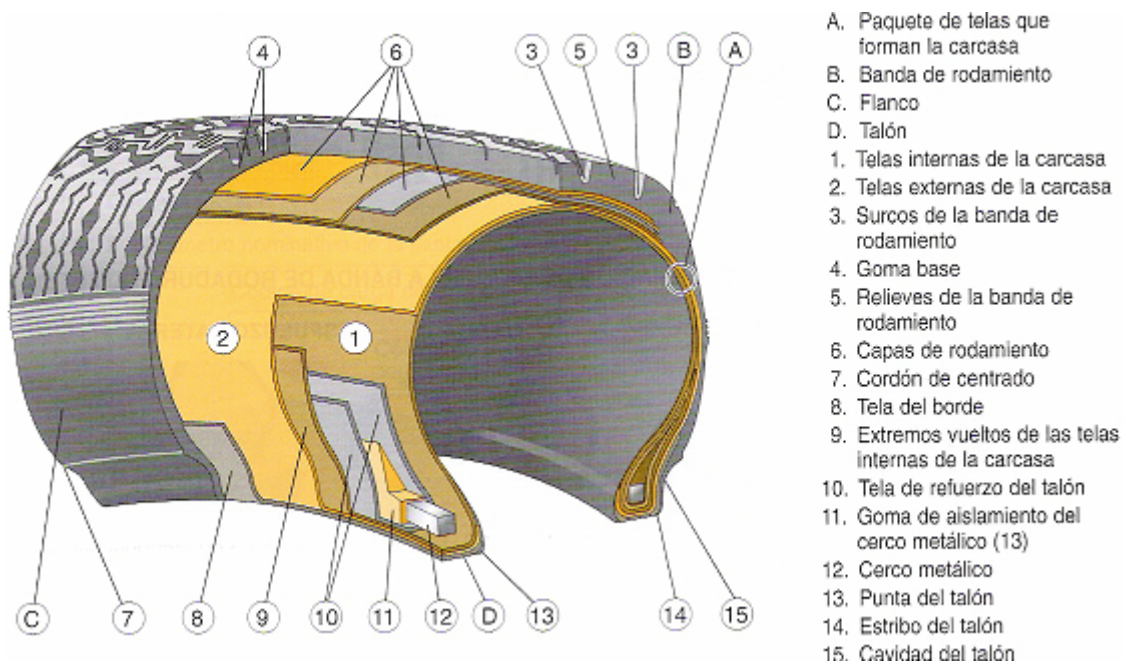


Fig. 13 Constitución de la cubierta



- Características de la disposición radial

Las flexiones no se transmiten a la banda de rodadura, lo que supone:

- Independencia de trabajo entre flancos y banda de rodadura.
- Menor deformación de la superficie de contacto con el suelo o huella.
- Reducción de la fricción con el suelo.
- Gran flexibilidad vertical.

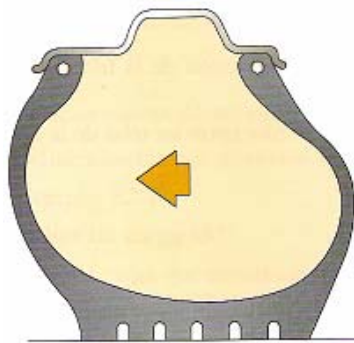


Fig. 14 Deformación del neumático debido a su flexibilidad

## 6. Tipos de cubierta según su aplicación

### 6.1 Cubiertas para carretera

Deben estar constituidas de forma que sean capaces de resistir esfuerzos de tracción constante, así como el calor generado en recorridos largos y a gran velocidad, y presentar una buena adherencia para evitar deslizamientos.



Fig.15 Cubierta para carretera

## 6.2 Cubiertas fuera de carretera

Deben poseer un gran poder de tracción con una carcasa muy resistente a los impactos, así como una banda de rodamiento capaz de soportar el trabajo duro sin que se produzcan cortes o desgarros importantes.



Fig.16 Cubierta fuera de carretera

## 6.3 Cubiertas para todo terreno

Son las que emplean los vehículos destinados a trabajos mixtos, dentro y fuera de la carretera. Deben reunir las cualidades de tracción, resistencia a cortes e impactos y poseer también una adecuada adherencia y capacidad de amortiguación. Para algunos vehículos, es necesario contar también con una buena capacidad de carga. Estas cubiertas son las más apropiadas para camiones, 4x4, etc.



Fig.17 Cubierta para todo terreno

#### 6.4 Cubiertas para aplicaciones agrícolas

Para estas aplicaciones es necesario distinguir si las cubiertas son para las ruedas motrices o bien para las restantes ruedas del vehículo. Para el primer caso, deben presentar una gran capacidad de tracción y cierta portabilidad, mientras que, para las restantes ruedas, las cubiertas precisan de propiedades direccionales.



Fig.18 Cubierta par aplicaciones agrícolas

### **7. Mantenimiento**

#### 7.1 Presión

Una presión inadecuada en los neumáticos puede afectar directamente al desgaste e, incluso, a factores de seguridad tan importantes como la adherencia y la estabilidad.

Con presiones inadecuadas, la cubierta se deforma, la banda de rodadura no se apoya correctamente y, en consecuencia, aparecen desgastes. El deterioro se producirá en ambos bordes, si es debido al bajo inflado, o en la parte central, si proviene de un sobre inflado.

Verifique regularmente la presión cada 3 a 4 semanas. La presión se verifica siempre en frío, después de una conducción larga con altas velocidades, la lectura sería errónea.

Apriete bien los capuchones de las válvulas. Reemplázalas en el caso de pérdida rápidamente, para prevenir daños en la válvula, controle visualmente las juntas de goma.

No olvide la rueda de repuesto, aquí también es necesario verificar la presión de vez en cuando, para prevenir sorpresas en el caso de necesidad. Por razones de seguridad es aconsejable aumentar la presión en la rueda de repuesto en 0,5 bar.

## 7.2 Profundidad del perfil

Los neumáticos con los perfiles desgastados pierden agarre en superficies deslizantes como en el suelo mojado o barro. Los indicadores de desgaste avisan al conductor sobre el grado del desgaste del neumático apareciendo cuando el perfil restante se queda a 1,6mm. Sin embargo se recomienda no esperar a que los testigos le avisan, por su seguridad cambie los neumáticos antes.

Los neumáticos de verano se deberían de cambiar cuando el perfil baje a 2mm. En los neumáticos anchos se puede considerar el perfil de 3mm como limite.

Los neumáticos de invierno pierden su capacidad de agarre en el suelo nevado ya con 4mm de perfil restante se recomienda un cambio a no mas tardar con esta profundidad de perfil.

## 7.3 Rotación de los neumáticos

Como muestra la siguiente figura, es recomendable rotar los neumáticos cada 20.000 Km.

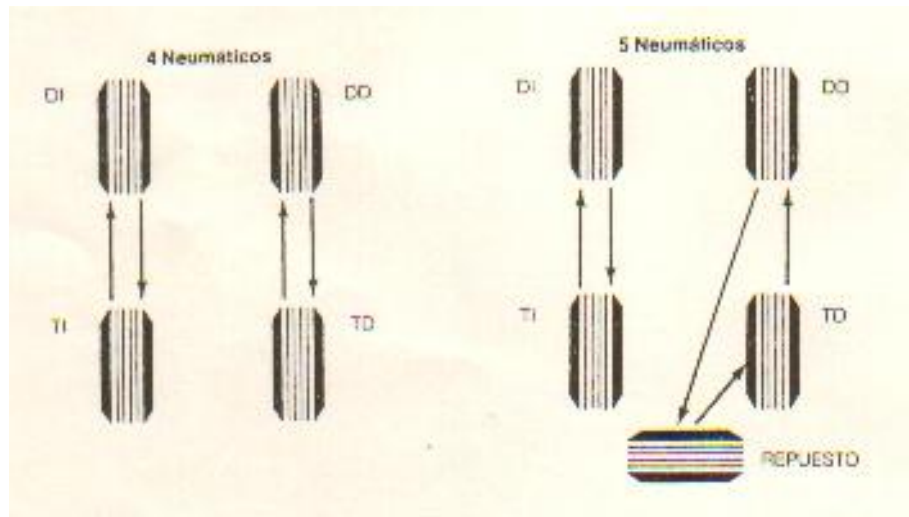


Fig. 19 Rotación

## 7.4 Anomalía de los neumáticos

### 7.4.1 Frenos

Cuando unas ruedas sufren más que otras, suele deberse a que el vehículo tiene los frenos mal regulados. La rueda que soporta más esfuerzo del debido presenta un desgaste irregular. Este desgaste también se produce cuando los discos presentan alabeo o los tambores están ovalados, mal ajustados o excéntricos, teniendo lugar una mayor concentración de esfuerzo en ciertas zonas, que es absorbida por la cubierta.

Estos desgastes se manifiestan por presentar aspecto liso, arrancamiento de goma, un ligero plano con señales de arañazos en el sentido de rodaje, o llegar a presentar una dureza (cristalización) por sobrecalentamiento del neumático en el pavimento.

### 7.4.2 Alineación

La desalineación de las ruedas puede deberse a importantes desgastes prematuros e irregularidades. Una mala convergencia

reduce la vida de las cubiertas en un 25%, al modificar la forma de rodaje de la rueda, haciendo que el neumático pise incorrectamente.

Una forma sencilla de averiguar si la causa de un desgaste anómalo es la divergencia o convergencia consiste en pasar la mano sobre la banda de rodadura. Si tiene rebabas de fuera hacia dentro, hay un exceso de divergencia; por el contrario, si las rebabas se aprecian desde dentro hacia fuera, puede existir un exceso de convergencia.

En caso de que el desgaste se deba a un ángulo de caída incorrecto, se produce un deterioro progresivo de la banda de rodadura, que va de un hombro a otro de la cubierta, siendo el desgaste más acusado en un extremo que en el otro. Al pasar la mano, se observa que el desgaste es muy liso y sin rebabas.

#### 7.4.3 Envejecimiento

El envejecimiento de la goma suele provocar como consecuencias grietas en ésta, principalmente en el flanco de la cubierta. La exposición prolongada a la luz o la permanencia junto a emanaciones de ozono son causas frecuentes de estas grietas. También el calor influye negativamente en las cubiertas, por lo que suelen deteriorarse en verano.

Asimismo, un almacenamiento inadecuado o una insuficiente presión de inflado, también provoca grietas en la cubierta.

Revisar la fecha de fabricación a la hora de montar un neumático nuevo, ya que no es aconsejable montar neumáticos con más de tres años.

#### 7.4.4 Suspensión

Los desgastes producidos por problemas en la suspensión se manifiestan como irregularidades en determinadas zonas de la banda de rodadura, observándose que otras zonas de esta banda de encuentran perfectamente, tanto lo que representa a su dibujo como a su forma.

#### 7.4.5 Daños en los neumáticos

- *Separación de la cima.*

Producida por calentamiento excesivo, rodaje a presión insuficiente, cubierta no adaptada a las condiciones de utilización, aceleraciones bruscas y repetidas, cortes o cualquier otro daño que alcance a las lonas.

- *Bolsas de aire*

Producida por deterioro de talones durante el montaje.

- *Rotura de la carcasa*

Se debe a rodaje sin aire, sobrecarga, pliegue por flexión exagerada o choque con o sin señal flexible.

- *Rotura de la banda de rodadura*

Se produce por corte alcanzado a las lonas, roce con la carrocería o rodaje sobre objetos cortantes.

- *Rotura por choque*

Producida por la colisión contra un obstáculo o por un bache en la calzada.

## **8. Reciclaje del neumático.**

### **8.1 Introducción**

La masiva fabricación de neumáticos y las dificultades para hacerlos desaparecer una vez usados, constituye uno de los más graves problemas medioambientales de los últimos años en todo el mundo.

Un neumático necesita grandes cantidades de energía para ser fabricado y también provoca, contaminación ambiental al formar parte, generalmente, de vertederos incontrolados.

En España se generan unas 250.000 toneladas al año de neumáticos fuera de uso que se gestiona de la siguiente manera: el 11,1% se destina a recauchutado; el 1,5% a reciclaje; el 4,6% a valorización energética en cinco plantas cementeras autorizadas y la mayor parte, el 82,8%, a vertido, abandono o depósito en vertedero, como ocurre en la mayoría de los países europeos.

### **8.2 Tratamiento hasta el decreto**

Encontrar soluciones útiles para los neumáticos desechados ha sido una continua preocupación para los grupos que luchan por la preservación del medio ambiente.

Hubo un tiempo en el que floreció el mercado de los neumáticos recauchutados en países industrializados. En cambio, esta práctica se ha perdido desde que los fabricantes elaboran neumáticos de larga duración, no adecuados para ser recauchutados. Sin embargo, sigue siendo la mejor solución respecto al medio ambiente, se ahorra materia prima (petróleo, acero y fibras sintéticas), y se reduce el número de neumáticos que acaban en el vertedero.



En los vertederos, muchos de los trabajadores rechazan transportar neumáticos. Las ruedas absorben los gases emitidos por la descomposición de los residuos lo que origina un ambiente inestable y potencialmente dañino. Existen compañías de recogida de residuos que almacenan los neumáticos dentro de presas llenas de agua, lo que constituye una solución menos perjudicial para el medio ambiente.

### 8.3 Real Decreto 2/2003, 7 de enero

El Real Decreto garantiza la prevención y la correcta gestión ambiental de un residuo de enorme significación social; en España, los últimos datos disponibles indican que en 2003 se generaron 297.000 y en 2004, 305.000 toneladas al año. Este tipo de residuos requiere un tratamiento jurídico-técnico específico que, aplicando los principios teóricos básicos de la gestión de residuos, permita reducir su generación y reciclar sus componentes.

### *LA DIRECTIVA EUROPEA*

En 1999, la Unión Europea adoptó la Directiva 1999/31/CE, en la que prohibía la eliminación por depósito en vertedero de los neumáticos enteros a partir de 2003 y de los neumáticos troceados a partir de 2006. Esta Directiva se transpuso al derecho interno español a través del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre. Como consecuencia práctica directa de tales prohibiciones, se hace necesaria la búsqueda de nuevas posibilidades de reciclaje del material contenido en los NFU.

En el año 2001 y en aplicación de la Ley 10/1998, de Residuos, se aprobó el Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso 2001-2006, en el que se preveía la elaboración y aprobación de un esquema económico para asegurar la correcta gestión ambiental de los NFU.

**Los contenidos básicos de este Real Decreto son los siguientes:**

- *Garantizar la recogida y correcta gestión ambiental en el territorio español de los neumáticos puestos en el mercado nacional, con excepción de los neumáticos de bicicleta y aquellos cuyo diámetro exterior sea superior a 1.400 milímetros.*
- *Atribuir la responsabilidad básica de la correcta gestión de los NFU a los responsables de la puesta en el mercado de los neumáticos nuevos, ya sean fabricantes, importadores o adquirientes en otro Estado de la UE.*
- *Fomentar la política preventiva mediante la obligación de que los productores elaboren planes empresariales de prevención que identifiquen los mecanismos de fabricación que prolonguen la vida útil de los neumáticos y faciliten la reutilización y el reciclado de los neumáticos al final de su vida útil.*
- *Establecer obligaciones para los productores de neumáticos tales como garantizar que se alcanzan, como mínimo, los objetivos ecológicos que se establecen en el Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso 2001-2006 y en sus sucesivas revisiones.*
- *Identificar la figura del "Generador del residuo" (por ejemplo los talleres de coches) estableciendo sus responsabilidades, entre las que destaca la de hacerse de los residuos de neumáticos que generen como consecuencia de la prestación de un servicio dentro del marco de sus actividades. En este sentido estarán obligados a entregar los NFU al productor de neumáticos, a un centro autorizado o gestor o gestionarlos por sí mismos.*
- *Cuantificar unos objetivos ecológicos mínimos de recuperación, reciclaje y otras formas de valorización de los NFU. Para ello el productor de neumáticos estará obligado a garantizar que se alcanzan, como mínimo, los objetivos ecológicos que se establecen en el Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso 2001-2006 y en sus sucesivas revisiones.*

**Los objetivos ecológicos hoy en vigor son:**

- *Recuperación y valorización del 100 por ciento de los NFU troceados generados antes de 2007, incluidos los ya almacenados en los vertederos o depósitos existentes.*
- *Prohibición de la eliminación (vertido o incineración sin recuperación energética) de los NFU enteros y de los troceados a partir del 1 de enero de 2006.*
- *Reducción en un 5 por 100 en peso de los NFU generados mediante el alargamiento de la vida útil de los neumáticos, la mejora del uso del neumático y de la conducción de los vehículos, entre el 2001 y el 2006.*
- *Recauchutado de, al menos, un 20 por 100 en peso de los NFUs de vehículos generados, antes del 1 de enero de 2007.*
- *Reciclado del 25 por 100 en peso de los NFU procedentes de vehículos de turismo, antes del 1 de enero de 2007.*
- *Antes del 1 de enero de 2007, reciclado de, al menos, el 25 por 100 en peso de los NFU procedentes de camiones.*

#### 8.4 Sistemas de tratamiento

##### **TERMÓLISIS**

Se trata de un sistema en el que se somete a los materiales de residuos de neumáticos a un calentamiento en un medio en el que no existe oxígeno. Las altas temperaturas y la ausencia de oxígeno tienen el efecto de destruir los enlaces químicos. Aparecen entonces cadenas de hidrocarburos. Es la forma de obtener, de nuevo, los compuestos originales del neumático, por lo que es el método que consigue la recuperación total de los componentes del neumático. Se obtienen metales, carbones e hidrocarburos gaseosos, que pueden volver a las cadenas industriales, ya sea de producción de neumáticos u a otras actividades.

## *PIRÓLISIS*

Se encuentra aun en fase de investigación y presenta problemas técnicos de separación de la gran cantidad de compuestos carbonados que se producen en el proceso, además de ser muy costoso.

## *INCINERACIÓN*

Proceso por el que se produce la combustión de los materiales orgánicos del neumático a altas temperaturas en hornos con materiales refractarios de alta calidad. Es un proceso costoso y además presenta el inconveniente de la diferente velocidad de combustión de los diferentes componentes y la necesidad de depuración de los residuos por lo que no resulta fácil de controlar y además es contaminante. Genera calor que puede ser usado como energía, ya que se trata de un proceso exotérmico. Con este método, los productos contaminantes que se producen en la combustión son muy perjudiciales para la salud humana, entre ellos el Monóxido de carbono - Xileno Hollín -Óxidos de nitrógeno, Dióxido de carbono-Óxidos de zinc Benceno-Fenoles, Dióxido de azufre-Óxidos de plomo, Tolueno. Además el hollín contiene cantidades importantes de hidrocarburos aromáticos policíclicos, altamente cancerígenos. El zinc, en concreto, es particularmente tóxico para la fauna acuática. También tiene el peligro de que muchos de estos compuestos sean solubles en el agua, por lo que pasan a la cadena trófica y de ahí a los seres humanos.

## *TRITURACIÓN MECÁNICA.*

Es un proceso puramente mecánico y por tanto los productos resultantes son de alta calidad limpios de todo tipo de impurezas, lo que facilita la utilización de estos materiales en nuevos procesos y aplicaciones. La trituración con sistemas mecánicos es, casi siempre, el paso previo en los diferentes métodos de recuperación y rentabilización de los residuos de neumáticos.

### 8.5 Usos tras el reciclado

Los residuos de neumáticos una vez preparados, puede convertirse en energía eléctrica utilizable en la propia planta de reciclaje o conducirse a otras instalaciones distribuidoras. Los materiales que se obtienen tras el tratamiento de los residuos de neumáticos, una vez separados los restos aprovechables en la industria, el material resultante puede ser usado como parte de los componentes de las capas asfálticas que se usan en la construcción de carreteras, con lo que se consigue disminuir la extracción de áridos en canteras. Pueden usarse también en alfombras, aislantes de vehículos o losetas de goma. Se han usado para materiales de fabricación de tejados, pasos a nivel, cubiertas, masillas, aislantes de vibración. Otros usos son los deportivos, en campos de juego, suelos de atletismo o pistas de paseo y bicicleta. Las utilidades son infinitas y crecen cada día, como en cables de freno, compuestos de goma, suelas de zapato, bandas de retención de tráfico, compuestos para navegación o modificaciones del betún.

## 9. Bibliografía

- Centro de Experimentación y Seguridad Vial MAPFRE (Cesvimap),  
*Fichas técnicas de reparación de vehículos*
- J. Ferrer, E.J. Domínguez, *Sistemas de Transmisión y Frenado*, Editorial Editex
- *Circuitos de Fluido y Suspensión*, Editorial Editex
- Recursos en Internet:
  - [www.michelin.es/es/home/home.jsp](http://www.michelin.es/es/home/home.jsp)
  - [www.km77.com/glosario/glosa.asp](http://www.km77.com/glosario/glosa.asp)
  - [www.gratiszona.com/motor/tipos\\_neumaticos.htm](http://www.gratiszona.com/motor/tipos_neumaticos.htm)
  - <http://revista.consumer.es/web/>
  - <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=1300ww>
  - [w2.dipc.as/proyectos/ambiente.asp](http://w2.dipc.as/proyectos/ambiente.asp)
  - [www.solomantenimiento.com/articulos](http://www.solomantenimiento.com/articulos)