

# AUTOMOVILISTA EFICIENTE

## FABRICACIÓN DEL NEUMÁTICO Dirección de Transporte CONAE

### INTRODUCCIÓN

La fabricación de los neumáticos es un tema del que se debe de tener alguna noción o conocimiento, ya que existe una gran variedad de diseños de neumáticos con diferentes características, debido a la gran gama de automóviles existentes. El siguiente texto, da una idea acerca de las etapas de fabricación por las que tiene que pasar un neumático antes de ponerse a la venta.

La industria automotriz es quien realiza el control de calidad más alto sobre los neumáticos, independientemente de las pruebas realizadas con anterioridad por los fabricantes. De la misma manera, es la que se encarga de proporcionar a estos mismos, los datos técnicos sobre el nuevo modelo; por ejemplo: la carga sobre las ruedas, la geometría de la suspensión, relaciones de cambio y velocidad máxima, al igual que las normas y reglamentos como: DIN (Norma industrial alemana), Wdk (Federación de la industria alemana del caucho), DOT (Department of Transportation (EUA), ETRTO (European Tyre and Rim Technical Organization) y T.R.A (Tyre and Rim Association (EUA)).



Por medio de presurización de aire, se abomban las capas de la carcasa hasta llegar al alma interna del cinturón. Carcasa y banda de rodamiento son unidas rápidamente, obteniendo un neumático en bruto (green tyre), que después será transferido a la máquina de pintura.

#### INFORMES:

Comisión Nacional para el Ahorro de Energía

Insurgentes Sur 1582, 2do. Piso. Col Crédito Constructor.

C.P. 03940, México D.F.

Tels.: 5322-1000 Ext. 1211 Fax: 5322-1003

**CONAE**  
COMISION NACIONAL  
PARA EL AHORRO  
DE ENERGIA México

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Los españoles durante sus viajes a América Central y del Sur, conocieron la goma gracias a los indígenas. Estos acostumbraban cosechar el látex líquido, lo secaban y hervían en agua, formando una masa blanda y gomosa con la que hacían pelotas, mismas que llamaron la atención de los conquistadores.

La goma no tenía un uso en específico; pero poco a poco se fueron encontrando sus propiedades. Esta era dura, elástica y podía cortarse, mientras estuviera seca; pero no podía ser extendida sobre objetos.

Poco después para el francés Francois Fresneau (1703 –1770), el tema fue de gran interés, ya que encontró que era mejor usar el látex como brotaba del árbol, pues el látex se podía extender con facilidad y al secarse dejaba una capa de goma pura, fuerte, flexible e impermeable. Está comenzó a tener varios usos, por ejemplo, se podía utilizar para evitar que se humedecieran ciertos objetos, e incluso lo utilizaban las personas sobre la tela en temporada de lluvias.

Pronto se descubrió que un compuesto de hidrocarburos disolvía la goma solidificada y al mismo tiempo al regresar a su estado sólido, podía ser amasada y machacada hasta constituir una masa más suave y más fácil de manipular que la original.

En 1820, el inglés Thomas Hancock (1786 –1865), inventó el triturador con el cual comenzó la moderna industria gomera.

Pero continuaba el problema de impedir que la goma se ablandase y se hiciera pegajosa en los días calurosos. Y fue entonces donde Charles Goodyear (1800 –1860) y Nathaniel Hayward (1808 –1865) descubrieron que, mezclada con azufre y calentada, la goma endurecía y tomaba la calidad del cuero y no se disolvía con tanta facilidad en petróleo y otras soluciones. Y en verano no se volvía pegajosa. A este proceso se le llamó vulcanización, que proviene de Vulcano, dios romano del fuego.

Puesto que era muy resistente, no tardó en tener gran demanda. Una de ellas para cubiertas de neumáticos.

## FABRICACIÓN DEL NEUMÁTICO

La fabricación del neumático se divide en tres etapas:

### PRIMER ETAPA: Elaboración del Modelo

Los cálculos que requiere la elaboración de un neumático se realizan por medio de sistemas informáticos. Comienzan por el esqueleto del neumático, formado por el talón, el cinturón y la carcasa. A continuación se enumeran las diferentes partes del neumático.



Figura 1.1 Partes del neumático radial



Figura 1.2 Partes del neumático diagonal

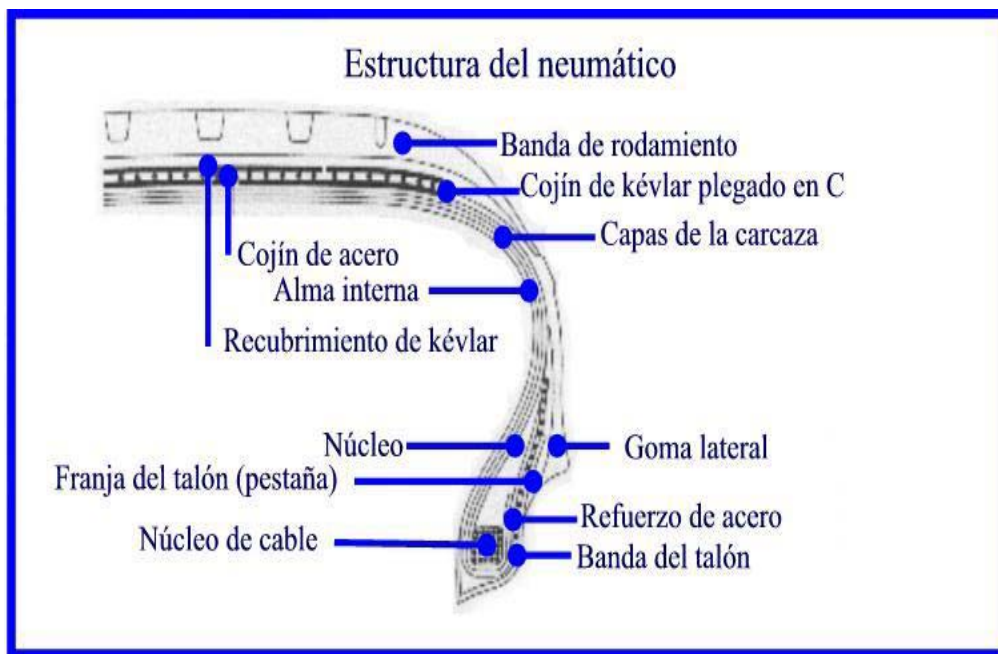


Figura 1.3 Estructura del neumático

Los resultados obtenidos de estos cálculos determinan el proceso de fabricación del neumático, los materiales y la combinación de estos. Así, es posible que se puedan realizar modelos de simulación que reducen el tiempo de desarrollo en pruebas, observando las reacciones del mismo. El método más utilizado es el de Elementos Finitos (FEM), que divide la estructura en partes y permite calcular, revisar y tomar en cuenta cada pequeño detalle, inclusive en movimiento.

Por ejemplo se pueden introducir muestras de la banda de rodadura y comprobar su estado ideal en la pantalla. Por lo tanto es el procedimiento más apto para analizar las deformaciones de la superficie de contacto.

## SEGUNDA ETAPA: Exámenes

Consiste en la elección de mezclas que compondrán la banda de rodadura; y paralela a esta prueba transcurrirá el desarrollo del dibujo y de la banda de rodadura. En el momento en que se ha llegado a la solución adecuada, se pueden comenzar a fabricar a mano los primeros neumáticos, en los cuales el dibujo se cortará a mano.

Los neumáticos son sometidos a intensivos exámenes en diversos laboratorios, así como ensayos sobre terrenos de prueba y carretera. De esta manera se pueden optimizar las propiedades que se desean obtener.

A continuación se nombran algunas empresas en Europa que cuentan con circuitos de pruebas propios, que se utilizan constantemente para someter a prueba los nuevos modelos, así como desarrollar ensayos a puerta cerrada «indoor»: Conti (Jeversen), Dunlop (Wittlich/Eifel), Goodyear (Colmar Berg/Luxemburgo, Mireval/Francia para Europa), Kléber (Fontange/Francia), Michelin (Ladoux/Francia y Almería España), Pirelli (Vizzola/Italia), Semperit (Traiskirchen/Austria) y Uniroyal (Rocroi/Francia).

En estos circuitos se somete a los neumáticos a exámenes de resistencia, dando más importancia a los siguientes puntos:

- Fatiga mecánica del material
- Reconocimientos térmicos (temperaturas de 50 °C hasta – 40°C)
- Reacciones químicas

Este último proceso da su aprobación al producto y es entonces cuando puede ser incorporado al nuevo modelo. Al elegir el precio, el fabricante da la autorización de la fabricación del nuevo modelo de neumático en el equipamiento de serie del nuevo vehículo.

Los fabricantes de automóviles llevan a cabo exámenes igual de estrictos y sin concesiones. Si el neumático no aprueba los exámenes, entonces es devuelto, para hacerle los cambios necesarios, puesto que se exige un alto grado de seguridad, resistencia y estabilidad a altas velocidades. En estas pruebas también se vigila que haya un buen control en las reacciones de virado; pues deben de ser precisas, es decir, contar con una tracción lateral óptima y propiedades de rodadura ideales como:

- a) Retorno inmediato de la dirección a su posición inicial tras un cambio de orientación de las ruedas
- b) Alta estabilidad en curvas
- c) Comportamiento agradable de carga al dejar de accionar el acelerador y alta potencia de frenado
- d) Alta seguridad en el *aquaplaning* longitudinal y transversal ( en curvas)

Estas propiedades se toman en cuenta en especial para neumáticos anchos de alto rendimiento. Las empresas automovilísticas exigen que cualquier neumático cumpla un total de 50 propiedades de producto especificadas anteriormente.

Al finalizar las pruebas, el fabricante puede empezar la producción en serie. Se encargan los moldes de vulcanización y se puntualizan los procesos de producción.

### **TERCERA ETAPA: Fabricación en Serie**

La fabricación en serie es la etapa más larga de las tres, ya que es en donde se lleva a cabo la fabricación en sí. Y a su vez está compuesta por cuatro partes que son: mezcla de gomas, uso de acero y fibras sintéticas, vulcanización y control de calidad. A continuación se explicará cada una de ellas.

#### **3.1 Mezcla de Gomas**

Los diferentes tipos de cauchos se clasifican por su color y su grado de pureza en:

- **RSS** (*Ribbed-Smoked-Sheets*) (caucho en forma de bloques acanalados y ahumados)
- **ADS** (*Air-Dried-Sheets*) (Caucho secado con aire con leves impurezas)
- **Crepe** (Caucho natural lavado y laminado en piel)
- **TSR** (*Technical Specified Rubber*) (Clasificación técnica de diferentes productos de caucho asiáticos)

Un certificado de análisis provee al fabricante de neumáticos, información sobre las propiedades y cualidades del producto, como: impurezas, plasticidad y componentes volátiles.

Los materiales de caucho se mezclan con emulgentes y se someten a una batería de polimerización.

Por medio del negro de humo se le da su color característico.

El negro de humo es fabricado a partir de aceite y gas quemado por un proceso de escasez de aire. El aceite ayuda en la adherencia y hace que la mezcla sea blanda, lo cual ayuda a la precisión de virado.

Otro componente es el azufre ya que procura, que en la fase posterior de vulcanización las cadenas de moléculas de caucho formen redes, para después obtener goma elástica. Este proceso se denomina en química: formación de puentes sulfurosos.

Para cada neumático se utilizan diferentes mezclas de gomas (más de diez), y cada una se mezcla por separado. El proceso de mezclado se desarrolla automáticamente.

En la siguiente gráfica se muestra un ejemplo del porcentaje de sustancias en la mezcla de gomas:

### Banda de Rodadura del Uniroyal Rally 440

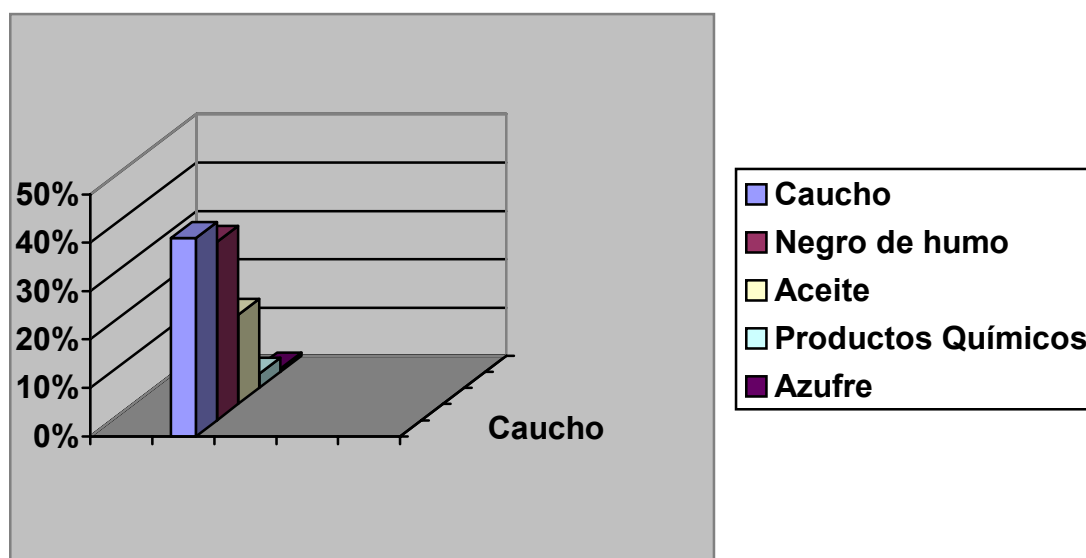


Figura 3.1.1 Porcentaje de mezcla de sustancias

Las fases del proceso de mezclado son las siguientes:

**Fase1:** En la sala de mezclas se añaden los ingredientes de la mezcla de gomas y se transportan mediante una cinta transportadora a la cámara de mezclas.

**Fase2:** La mezcla de cauchos debe amasarse constantemente hasta obtener una masa homogénea para proceder a los siguientes pasos de tratamiento.

**Fase3:** La mezcla de caucho sale de la calandria (- rodillos calentados - por las que emerge finalmente el material en forma de lámina o película) mediante un sistema de transporte.

Pero antes de que la mezcla preparada obtenga el visto bueno para su procesamiento, posterior se vulcanizan pruebas específicas para los ensayos de laboratorio.



Figura 3.1.2 La mezcla de caucho sale de la calandria en forma de lámina o película

Durante estas pruebas las propiedades físicas de las muestras informan sobre el correcto funcionamiento del proceso de mezclado y amasamiento.

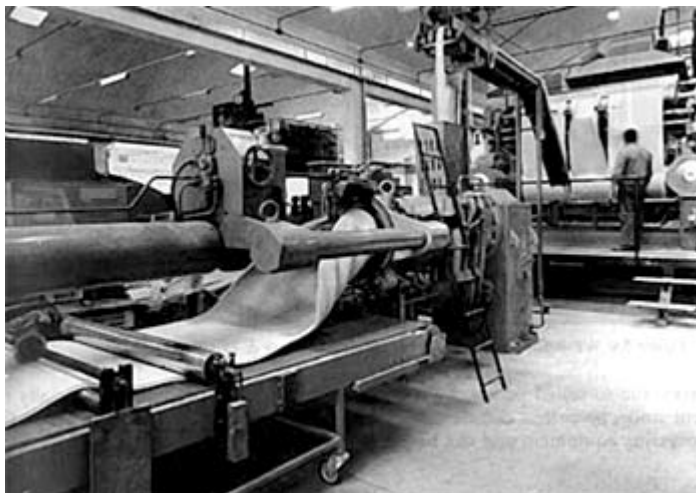


Figura 3.1.3 La mezcla entra al extrusor después de haberle dado el visto bueno

**Fase 4:** En forma de una enorme tira y con la forma del perfil necesario, la mezcla comprimida abandona la extrusora.



Figura 3.1.4 La mezcla sale del extrusor en forma de una tira

### 3.2 USO DE ACERO Y FIBRAS SINTÉTICAS

Al mismo tiempo que se realizan las mezclas; durante otras etapas diferentes, se obtiene la carcasa, los núcleos del talón y las capas del cinturón radial. En el caso de la carcasa de una llanta diagonal, se cablean las fibras textiles (fibras artificiales, normalmente de rayón) y se transforman en un cordón, que está unido por hilos transversales que después son cubiertos por capas finas de caucho en ambos lados. Las cuerdas están colocadas en ángulos de 35° a 40 grados entre capas, con respecto a la circunferencia de la llanta.

A diferencia de una llanta radial, donde la carcasa se conforma con una capa de acero en un ángulo de 90° respecto a la circunferencia. Entonces, vista la llanta por un costado, las cuerdas parecen irradiar desde el centro de la llanta. El ángulo del hilo en una llanta radial es muy importante ya que influye en las propiedades de rodadura. El recubrimiento por caucho de los hilos de acero en una llanta radial, es una etapa que requiere de gran precisión, puesto que es una condición obligatoria para la obtención de un neumático resistente a altas velocidades.

Con el hilo de acero transformado en cables y ya recubierto por el caucho, es cortado por una guillotina, para alcanzar franjas con la anchura del cinturón deseada, y más tarde ser adicionada a una banda continua. Esta banda del cinturón se añade al cinturón de acero real, que llega a tener dos o más capas colocadas en diversas direcciones.

Los neumáticos sin cámara tienen una parte llamada “alma interna”, que es una capa de goma impermeable al aire que se aplica sobre el material de la carcasa en una etapa posterior de la fabricación en la calandria de tipo caperuza.

El núcleo del talón, cables de acero especial retorcidos y con forma de anillo, idéntico al anterior diámetro del neumático, recibe un recubrimiento de caucho. Por último, los anillos son completados por un método de elaboración que se realiza a máquina. Es en el tambor donde el neumático cobra forma. El tambor es como un fuelle de goma con forma de cilindro inflable, en el que se introduce el material a mano anticipadamente confeccionado y exactamente ajustado. Los dos talones se empujan por ambos lados encima de la carcasa, que todavía se encuentra en forma cilíndrica, y se fijan doblando los extremos de la capa de recubrimiento. Se aplican las partes laterales y el cinturón de acero se transporta por encima de la carcasa. En ese momento se produce el abombamiento, es decir dar la forma redondeada a la carcasa. La presión del aire es quien abomba a cada una de las capas hasta llegar a el alma interior del cinturón. Posteriormente se adicionan las capas de recubrimiento y el perímetro correspondiente de rodadura cortado, según la longitud. El resultado es el

neumático en bruto, llamado “neumático verde” (*green tyre*). Todavía no tiene dibujo, no es elástico ni resistente.

### 3.3 VULCANIZACIÓN

Es la última etapa, en donde el neumático obtiene su aspecto definitivo. Es decir se le añade el dibujo.

Dependiendo del modelo del neumático, se designa la temperatura a unos 150 o 170°C y a una alta presión. Así es como se desarrolla este proceso químico de transformación, en el que las cadenas de moléculas de caucho son reticuladas.

El neumático en bruto es prensado en los moldes, aplicando una presión de vapor o gas inerte (nitrógeno) de 12 hasta 24 atmósferas, para poder grabar el dibujo del neumático.



Figura 3.3.1 Tipo de molde separado en ocho partes, en el cual cada segmento trabaja a presión

El tiempo de calentamiento que requiere un neumático de automóvil es de 10 a 12 minutos, en función del tipo de neumático y del volumen de goma que se tenga. Por ejemplo, en el caso de los neumáticos demasiado anchos se pueden necesitar varias horas. De todas formas el tiempo de calentamiento determina las futuras propiedades del neumático. En cuanto más tiempo esté el neumático en el molde, con más fuerza será reticulado y la goma se endurecerá más. Es muy importante que el tiempo sea muy preciso.

Después de este proceso el neumático puede ser montado en la llanta y ser utilizado.

#### 4. CONTROL DE CALIDAD

Por lo complicado del proceso de fabricación y por las consecuencias notorias que tienen las oscilaciones mínimas o la elección de materiales, es indispensable la comprobación de cada neumático. Con el control visual son revisados con mucha sensibilidad cada uno de los neumáticos para detectar posibles defectos en la superficie, ya que los desperfectos de la subestructura no se pueden detectar en el análisis radiográfico. Todos los factores son englobados en la «uniformidad del neumático», que indica la regularidad con la que se puede fabricar una serie.

En algunas de las etapas de control, como las dinámicas y estáticas, todos los neumáticos son sometidos a un control de descentramiento de altura y lateral, de posibles desequilibrios, de oscilaciones de fuerzas radiales, laterales, y tangenciales, así como defectos de ángulos y de formas.

Un procedimiento holográfico especial con láser permite penetrar en el interior de la estructura. En los bancos de prueba de alta velocidad, se controla la resistencia que ofrece la estructura, a pesar de que el neumático es destruído completamente durante las pruebas, permite obtener conclusiones para el resto de la producción.



Figura 3.4.1 Pruebas de Uniformidad

Solamente de esa forma, por medio de mediciones selectivas, se pueden detectar y subsanar malformaciones, oscilaciones de masa y repercusiones sobre la seguridad vial. En los neumáticos no se permite error alguno.

Si usted desea obtener más información visite:

<http://www.firestone.com>  
<http://www.tut.fi/plastics/tyreschool/index.html>

**INFORMES:**  
**Comisión Nacional para el Ahorro de Energía**  
Insurgentes Sur 1582, 2do. Piso. Col Crédito Constructor.  
C.P. 03940, México D.F.  
Tels.: 5322-1000 Ext. 1211 Fax: 5322-1003

