

# Introducción al Producto

CAPITULO 1



## 1.1 Presentación del producto

El presente trabajo trata sobre caucho sintético a partir de estireno y butadieno, frecuentemente abreviado SBR (del inglés Styrene-Butadiene Rubber). Es un elastómero obtenido mediante la copolimerización de estos monómeros. Dentro de los cauchos sintéticos más utilizados, se encuentran aquellos conformados por estireno y butadieno, siendo el SBR el más ampliamente utilizado (8 millones de toneladas por año que equivale a un porcentaje de 43%).



*Pellet SBR 1500*



*Bloque compacto de SBR 1500*



*Lámina de SBR 1500*

*Figura 1.1-1: Formatos de venta de SBR*

El copolímero de estireno/butadieno (SBR) suele tener una composición de 75% de butadieno y 25% de estireno (porcentajes masicos). Su uso principal es en la fabricación de neumáticos, mezclado con caucho natural. Los neumáticos de vehículos para pasajeros (como las camionetas y los automóviles) poseen un porcentaje masico de SBR igual a un 27% (14% de caucho natural). Mientras que los neumáticos para camiones o colectivos tienen un menor porcentaje de SBR y uno mayor de caucho natural (27% caucho natural y 14% de SBR).

Entre otros usos se encuentran la fabricación de cinturones de musculación, mangueras para maquinarias y motores, juntas, y pedales de freno, embrague, cubiertas de neumáticos, sector calzado, correas transportadoras y de transmisión, artículos moldeados, perfiles, etc.

En el hogar se encuentra en juguetes, masillas, esponjas, y baldosas.



*Figura 1.1-2: Productos que utilizan SBR en su formulación*

## 1.2 Propiedades físicas y químicas

El caucho SBR 1500 (categoría de SBR producido en emulsión, coagulado, junto con antioxidante) es un sólido amorfo inoloro (con leve olor durante el proceso a compuestos orgánicos) que ofrece buenas propiedades frente al caucho natural. Por sus propiedades mecánicas, es habitual en la industria minera o entornos industriales sometidos a altos grados de abrasión que necesitan materiales que garanticen una larga vida útil y máximo rendimiento.

La siguiente tabla muestra algunas propiedades químicas del caucho:

Propiedad	Valor	Comentario
Punto de fusión normal	Mayor a 120°C	
Rango de temperatura de trabajo	-25 a 100°C	

Color	Amarillo- Ámbar	
Temperatura de ignición	285°C	
Densidad a 20°C	0,92 – 0,97 g/cm <sup>3</sup>	Mientras que la del agua es 1g/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de componentes volátiles	Máximo 0,8%	
Porcentaje de cenizas	Máximo 0,8%	
Explosividad	No explosivo ya que ninguno de los componentes está clasificado como explosivo u oxidante	
Reactividad	Estable en condiciones normales	
Condiciones a evitar	Mantener alejado del calor, chispas, superficies calientes y cualquier fuente de ignición	
Productos tras la descomposición térmica	Gases tóxicos: cianuro de hidrogeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono	
Masa molar promedio	220000-260000 g/mol	
Solubilidad / Miscibilidad con agua	Insoluble	
Soluble en	Solventes aromáticos y alifáticos (benceno, tolueno, heptano, hexano, gasolina) en condiciones normales	
Viscosidad Mooney (100°C)	46-58 MU	
Viscosidad Mooney máxima (100°C)	85 MU	

*Tabla 1.2-1: Propiedades químicas del SBR*

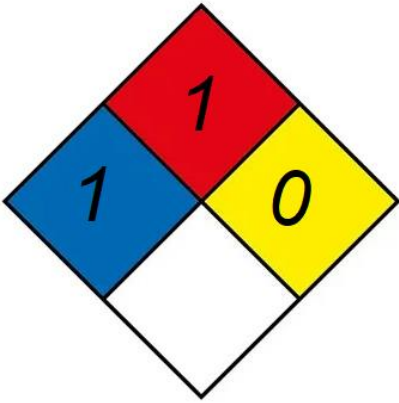
Las propiedades físicas y mecánicas son:

Propiedad	Valor	Comentario
Resistencia de tracción	Mínimo 22,5 MPa	La del cabello humano es de 10 MPa
Elongación para la ruptura	Mínimo 420 %	
Deformación residual luego de ruptura	20%	
Resistencia a la abrasión	Buena	
Resistencia a la tracción (a una elongación de 300%)	11-16,4 MPa	
Torque mínimo	1,8-3 dNm	

Torque máximo	15-21 dNm	
Resistencia al desgarro	Buena	
Elasticidad	Buena	

*Tabla 1.2-2: Propiedades mecánicas y físicas del SBR*

Desde el punto de vista de almacenamiento, manipulación y seguridad, se destacarán los siguientes ítems:

Ítem	Descripción
Condiciones seguras de almacenamiento	Seco, frío, bien ventilado, con protección frente a la radiación solar, temperatura menor a 35°C, contenedor orgánico y por un tiempo máximo de 2 años
Precauciones de manipulación	Evitar el contacto con la piel, ojos y ropa
Rombo NFPA	

*Tabla 1.2-3: Puntos a tener en cuenta desde el punto de vista de seguridad*

Los aceites suelen añadirse al caucho SBR 1500 para transformarlo en SBR 1700 y facilitar su preparación y fabricación durante la operación de extrusión, así como para mejorar la dispersión de cargas. Además, el uso de estos aceites modifica las propiedades finales del producto vulcanizado en los siguientes aspectos: disminuye la rigidez y rotura, aumenta la carga de rotura y mejora las propiedades a baja temperatura.

Los cauchos SBR necesitan la presencia de cargas reforzantes (para aumentar la dureza, tracción, abrasión y desgarro del producto) para alcanzar un nivel satisfactorio de resistencia mecánica. Es por ello, que al SBR 1500 se le agrega negro de humo para transformarlo en SBR 1600/1800 y mejorar la resistencia al desgarro, el módulo y la resistencia al desgaste del SBR 1500.

Presenta una moderada resistencia al ozono e intemperie debido a la presencia de cadenas moleculares insaturadas. Para poder evaluar estas propiedades, se somete una serie de probetas a distintas condiciones. Generalmente, estos ensayos consisten en mantener la goma durante un cierto tiempo en aire a temperatura superior a la temperatura ambiente, extremando las condiciones del ensayo para disminuir la duración del mismo. Para evaluar el efecto del envejecimiento se determina la variación de diferentes propiedades físicas (módulos, alargamiento a la rotura, dureza, etc.) con respecto al valor de la propiedad en la muestra sin envejecer

La resistencia a los productos químicos inorgánicos es bastante buena, pero no presenta un buen comportamiento frente a ácidos oxidantes. Además, no es adecuado para aplicaciones que impliquen el contacto con líquidos orgánicos.

El SBR es un copolímero de estireno y butadieno polimerizado cuya reacción química es:

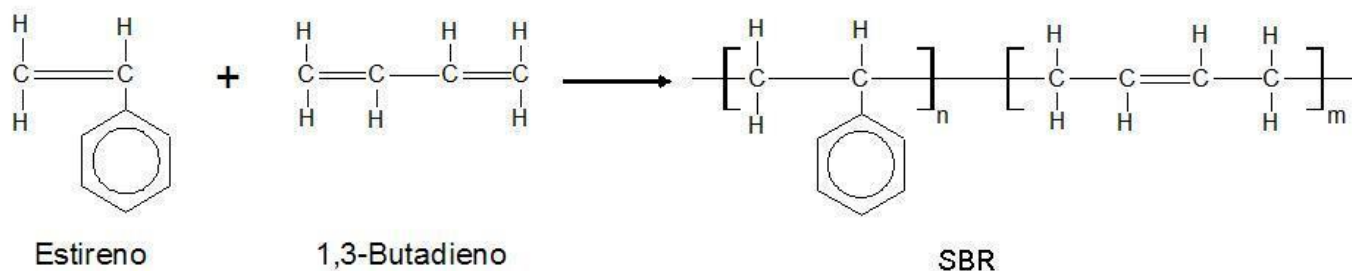


Figura 1.2-1: Fórmula química

### 1.3 Categorías

De acuerdo con el código del International Institute of Synthetic Rubber Producers (Instituto Internacional de Productores de Goma Sintética, IISRP), los copolímeros de SBR se clasifican en diferentes categorías (por los compuestos que usan y las propiedades del producto final):

- *SBR serie 1000*: Copolímeros obtenidos por copolimerización en caliente.
- *SBR serie 1500*: Copolímeros obtenidos por copolimerización en frío. Sus propiedades dependen de la temperatura de reacción y del contenido de estireno y emulsificante. La variación de estos parámetros afecta el peso molecular y por lo tanto las propiedades de la mezcla vulcanizada.

- *SBR serie 1700*: SBR 1500 extendida con aceite.
- *SBR series 1600 y 1800*: Se mezcla negro de carbón con goma SBR 1500 durante la producción mediante la incorporación de una dispersión acuosa de negro de carbón con el látex de SBR previamente extendido con aceite. Se obtiene una mezcla cercana al producto final luego de la coagulación y secado.

## 1.4 Reseña Histórica

El origen de la tecnología del caucho sintético se puede situar en 1860, cuando el químico británico Charles Hanson Greville Williams descubrió que el caucho natural era un polímero del monómero isopreno, cuya fórmula química es  $\text{CH}_2\text{-C}(\text{CH}_3)\text{CH-CH}_2$ . Durante los siguientes setenta años siguientes se trabajó en el laboratorio para sintetizar caucho utilizando isopreno como monómero.

El SBR fue desarrollado en los años 1930, preparado por I.G. Farbenindustrie en Alemania, y utilizaba un procedimiento de emulsión que usaba la polimerización como medio de creación del material, el cual poseía poca viscosidad, pero conservaba todas las propiedades importantes del caucho natural. Los Estados Unidos incrementaron la producción de este material durante la segunda Guerra Mundial, como medio de aumentar sus reservas de caucho para el consumo que implicaba la guerra. También fue durante este periodo que se creó una mezcla polimerizada de estireno-butadieno en frío, de calidad superior a la que se venía fabricando hasta entonces en caliente. Esta sigue siendo la técnica más usada, y representa el 90% de la capacidad de producción mundial por ser un proceso continuo y altamente automatizado.

## 1.5 Sustituto

El caucho SBR funciona como un excelente sustituto al caucho natural. Este último se produce a partir del látex obtenido del árbol *Hevea brasiliensis*, nativo de Brasil, aunque también se puede encontrar en el sudeste asiático y en África. Se obtiene por un tratamiento sistemático de "sangrado", que consiste en hacer un corte en forma de ángulo a través de la corteza profundizando hasta el cambium (capa entre la corteza y la madera de los árboles). El látex contiene 30 a 36% del hidrocarburo del caucho, 0,30-0,7% de cenizas, 1-2% de proteínas, 2% de resina y 0,5% de quebrachitol. Su calidad varía ampliamente y depende del área geográfica, el clima, el tipo de suelo, entre otros factores.

El caucho natural se caracteriza por ser viscoso y pegajoso, y cuando se enfría se vuelve quebradizo. Su elasticidad es satisfactoria solamente dentro de un rango de



temperatura limitado; es demasiado rígido y frágil cuando se enfría y demasiado viscoso cuando se calienta.

En comparación con el caucho natural, el SBR tiene una resistencia inferior a la tracción después de ser mezclado con negro de humo y vulcanizado, aunque ambos son similares en elongación (entre 400% y 800%). Igualmente, en abrasión y resistencia superficial es superior al caucho natural. Tiene mejor resistencia a la intemperie, como también a la temperatura, al desgaste y al envejecimiento. La ventaja más notable del SBR es la capacidad de obtener un producto con una calidad extremadamente constante. Estos beneficios permiten que el SBR tenga mayor aplicación práctica y que constituya un sustituto adecuado cuando se busca mejorar las propiedades de los materiales.

Comparando los precios, el caucho SBR tiene una ventaja competitiva con el caucho natural ya que la tonelada de SBR cuesta U\$S 1800. Mientras que el caucho natural cuesta US\$ 2057/ ton.

## 1.6 Materias primas

Las materias primas necesarias para producir SBR son:

- Butadieno
- Estireno

Mientras que las necesarias para llevar a cabo la producción (brindar el medio y el catalizador de la reacción, así como la coagulación y terminación del producto) son:

- Agua desmineralizada
- Emulsificador
- Iniciador
- Activador
- Modificador
- Inhibidor
- Antioxidante
- Solución de cloruro de sodio
- Solución de ácido sulfúrico

A continuación, esbozaremos una breve descripción de las principales materias primas que intervienen en la producción de este producto: estireno y butadieno.

### *Estireno*

Es un hidrocarburo aromático de fórmula  $C_8H_8$ . Es inflamable, capaz de formar mezclas explosivas con el aire a muy bajas concentraciones. Debido a su estructura química es muy reactivo y puede polimerizar violentamente.



Es un líquido incoloro de aroma dulce que se evapora fácilmente. A menudo contiene otros productos químicos que le dan un aroma penetrante y desagradable.

El estireno es apolar, y por lo tanto se disuelve en algunos líquidos orgánicos, pero no se disuelve muy fácilmente en agua.

Es la materia prima de numerosos homopolímeros (polímeros formados de un solo monómero) y copolímeros (polímeros formados con dos o más monómeros). Estos últimos pueden ser termoplásticos (poliestireno, extruido y expandido, ABS y SAN) o elastómeros (cauchos estireno-butadieno). La mayoría de estos productos contienen estireno en forma de una cadena larga, además de estireno sin formar cadenas.

### *Butadieno*

Es un alqueno importante de la industria petroquímica que se obtiene en la fracción de C4 (hidrocarburos con 4 carbonos) obtenida en el craqueo de nafta. Su estructura química simple combinada con su bajo peso molecular y alta reactividad lo hace un producto adecuado para la síntesis de otros materiales. Es un gas incoloro de olor levemente parecido a la gasolina.

El Butadieno se utiliza principalmente como monómero en la producción de una amplia gama de polímeros y de copolímeros. También se utiliza como intermedio en la producción de varios productos químicos.

El butadieno es una de las materias primas clave en la producción del terpolímero ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), cauchos sintéticos (SBR) cuya principal aplicación está en la producción de neumáticos y caucho nitrilo NBR.

## 1.7 Elección del producto

Este producto fue elegido porque, además de ser un buen sustituto del caucho natural, es rentable su producción en nuestro país. Por otro lado, es empleado en muchos mercados de diferentes productos