

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA NEUMÁTICOS  
EN EMPRESAS DE TRANSPORTE TERRESTRE DE  
PASAJEROS**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO**

**CESAR RODOLFO, MARCELO QUIROZ**

**PROMOCIÓN 1984-I**

**LIMA-PERU**

**2013**

“Quiero agradecer a Dios, a mi familia, a mis profesores por su dedicación, a mis amigos y en especial a alma mater que me acogió durante mi formación académica para ser un profesional competente al servicio de nuestro país”

## **TABLA DE CONTENIDO**

### **PRÓLOGO**

### **CAPÍTULO 1**

#### **INTRODUCCIÓN**

1.1 Antecedentes	4
1.2 Objetivo	5
1.3 Justificación	5
1.4 Alcance	5
1.5 Limitaciones	5

### **CAPÍTULO 2**

#### **GENERALIDADES DE LOS NEUMÁTICOS EN EL TRANSPORTE TERRESTRE**

2.1 Definición del neumático	6
2.2 Antecedentes de los neumáticos	7
2.3 Partes de un neumático	8
2.4 Clasificación de los neumáticos	12
2.4.1 Neumáticos Convencionales	14
2.4.2 Neumáticos Radiales	14
2.5 Dimensiones de un neumático	15

2.6 Nomenclatura de neumáticos	19
2.6.1 Sistema numérico	19
2.6.2 Sistema alfanumérico	21
2.6.3 Sistema milimétrico	22
2.6.4 Sistema numérico al diámetro exterior	23
2.7 Lectura de un neumático	24
2.8 Beneficios de los neumáticos	26
2.8.1 Beneficios de los neumáticos convencionales	26
2.8.2 Beneficios de los neumáticos radiales	27
2.9 Reencauche de neumáticos	28

### **CAPÍTULO 3**

#### **TIPO DE FALLAS DE LOS NEUMÁTICOS**

3.1 Fallas frecuentes	30
3.1.1 El Alineamiento	30
3.1.1.1 Ventajas del buen alineamiento	31
3.1.1.2 Desalineamiento	31
3.1.2 Los principales ajustes de alineación delantera	33
3.1.2.1 Convergencia y Divergencia	33
3.1.2.2 Caster	34

3.1.2.3 Camber	35
3.2 Fallas originadas por su mal uso	37
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>FACTORES DE INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL DE</b>	
<b>UN NEUMÁTICO</b>	
4.1 Factores Incontrolables	47
4.1.1 Condiciones climáticas	47
4.1.2 Superficies del camino	48
4.1.3 Gradiente	49
4.1.4 Pendiente	49
4.2. Factores Controlables	49
4.2.1 Presión de Aire	49
4.2.2 Sobrecarga	53
4.2.3 Velocidad	56
4.2.4 Aros no especificados	56
4.2.5 Aros defectuosos	56
4.2.6 Falta de rotación	57
4.2.7 Combinación de duales	58

## **CAPÍTULO 5**

### **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

5.1 Situación actual	61
5.1.1 Taller de mantenimiento de neumáticos	61
5.1.2 Sistema de control de neumáticos	62
5.1.2.1 Esquema logístico	62
5.1.2.2 Esquema operativo	63
5.1.2.3 Esquema administrativo	64
5.2 Diagnóstico de la situación actual	65
5.3 Procedimiento de trabajo	67
5.3.1 Aspectos generales	67
5.3.2 Mantenimiento de la presión del neumático	67
5.3.3 Mantenimiento de los aros	67
5.3.4 Mantenimiento de los sistemas de dirección y suspensión	68
5.3.5 Control del mantenimiento del servicio	69
5.4 Capacitación del personal	69
5.5 Equipamiento del taller	69

5.6 Reparación y reencauche del neumático	70
5.6.1 Reparaciones	71
5.6.2 Control del rendimiento del neumático	71
5.7 Control del mantenimiento	71
5.8 Recursos humanos	72

## **CAPÍTULO 6**

### **ANÁLISIS DE COSTOS**

6.1 Costo de mantenimiento correctivo	73
6.1.1 Selección de criticidad	73
6.1.2 Descripción de los sistemas mecánicos del mantenimiento correctivo	74
6.2 Costo del mantenimiento preventivo	75
6.3 Análisis del mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo	77
6.4 Costos adicionales	77
6.5 Costo por neumáticos	77

### **CONCLUSIONES**

### **RECOMENDACIONES**

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **TABLAS**

### **APÉNDICE**

## **PRÓLOGO**

Debido al desarrollo económico del país, las empresas de transporte terrestre y de carga han crecido en volumen de flota, apareciendo muchas otras marcas de las ya conocidas trayendo consigo la gran diversidad en modelo y marcas de los neumáticos.

Los neumáticos para buses y camiones, representan una elevada inversión en una Empresa de Transportes, dentro de los costos totales operativos, por esta razón es importante en una flota de Transporte analizar, evaluar y controlar el mantenimiento de los neumáticos con el único objetivo de optimizar nuestros costos de neumáticos.

En lo que corresponde a neumáticos se ha encontrado una realidad alarmante, si bien las empresas de transporte han crecido en flota e infraestructura, no han considerado la importancia que tiene la buena selección y cuidado de sus neumáticos, para evitar los accidentes de tránsito y reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Es fácil olvidarse de que los neumáticos son el único punto de contacto entre el vehículo y la carretera. Por eso es tan importante mantener la calidad y las prestaciones de los mismos, tanto para garantizar la seguridad como la movilidad.

La parte del neumático que está en contacto con la carretera es aproximadamente del tamaño de tu mano. Tu seguridad, confort y el ahorro del



combustible dependen de esa pequeña superficie. De ahí la importancia de seleccionar los neumáticos adecuados y realizar su mantenimiento para que rindan al máximo. Ten en cuenta que los neumáticos:

- Son la única unión entre el vehículo y la carretera
- Soportan todo el peso del vehículo
- Responden a los distintos movimientos de la conducción como la dirección, la aceleración y la frenada del coche
- Absorben todos los obstáculos de la carretera

A través del presente del trabajo se mostrara las partes críticas en el mantenimiento de neumáticos, mostrándose los sistemas del bus que inciden en las fallas y desgaste prematuro de los mismos; y a través de las herramientas del mantenimiento preventivo se evaluara y presentara soluciones integrales para cualquier empresa de transporte. Para sacar el mayor provecho de tus llantas, el máximo de kilometraje, seguridad y desgaste, es necesario aplicar el mantenimiento adecuado, reflejándose el ahorro en los gastos operativos de las unidades.

## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

Uno de los principales componentes de los vehículos de transporte terrestres, con gran influencia en su comportamiento dinámico, son los neumáticos. Este componente ha evolucionado a la par de los vehículos mismos, asociado inherentemente a los procesos de desarrollo de la movilidad, “confort”, manejabilidad, estabilidad y capacidad de carga, entre otros. Además de actuar como elementos de interacción directa entre el camino y el vehículo y de soportar el peso del mismo, los neumáticos proporcionan amortiguamiento, control direccional y tracción para producir y controlar el desplazamiento.

A pesar de que el neumático se originó como consecuencia del mejoramiento del “confort” de un triciclo infantil en 1888 y su aplicación rudimentaria se extendió al automóvil en los años siguientes, ésta ha sufrido modificaciones importantes de forma, estructura, construcción y materiales de manera continúa hasta la época actual. La evolución del neumático se ha llevado a cabo a la par del desarrollo del vehículo, cuya participación en la mecánica de su desempeño ha sido tal, que la movilidad, el “confort”, la manejabilidad, el control direccional y la estabilidad de

éste dependen en gran medida de las propiedades geométricas y mecánicas del neumático.

## **1.1 ANTECEDENTES**

En Perú, como en muchos otros países, el transporte de carga y de pasajeros en los cuales son empleados vehículos terrestres, ha sido parte esencial para su desarrollo. La industria del transporte terrestre se ha ido desarrollando a través de los años, hasta llegar a ser el principal modo de transporte de carga y pasajeros.

Debido a esto, resulta de gran importancia conocer los factores y características que afectan el desempeño de los vehículos terrestres, ya sea por su diseño, su construcción, su operación o su comportamiento en general. De manera general, la respuesta que un vehículo pueda ofrecer durante su operación, depende de la combinación de las diversas propiedades individuales de los elementos que lo componen. Uno de los principales, con gran influencia en el comportamiento de los vehículos de carretera, son los neumáticos.

Para poder asegurar que el proceso de transporte cumpla la mejor de sus funciones, las empresas de transporte deberán de realiza óptimos servicios de mantenimiento en todo sus sistemas, y también deben establecer todas las actividades relacionadas con todos los vehículos para mantenerse en la mejora de las condiciones.

Una de las actividades del Transporte terrestre de pasajeros, que demanda uno de los mayores gastos operativos es el mantenimiento de neumáticos, por lo que, cualquier mejora que se pudiera hacer en esta actividad, será muy bien vista y su

impacto en los costos globales de operación del vehículo tendrá una significativa importancia.

## **1.2 OBJETIVO**

El objetivo del presente informe de suficiencia profesional es el de proponer un programa de mantenimiento preventivo que optimice, el funcionamiento apropiado de los neumáticos con la implicación directa en su rendimiento.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Debido al desgaste prematuro de sus neumáticos con la consiguiente elevación de costos en la renovación de los mismos, en las Empresas de Transportes en la actualidad ya es necesario el desarrollo de un programa de mantenimiento de neumáticos, para lo cual se ejecutara con el personal debidamente capacitado y con la infraestructura adecuada para el mismo.

## **1.4 ALCANCE**

El presente informe de suficiencia profesional, trata de la reducción de costo y la optimización del rendimiento del neumático a todo nivel, es parte importante en toda gestión de mantenimiento, por lo que cualquier esfuerzo orientado a mejorar el rendimiento del neumático, se verá aplicado a la reducción del costo que se espera.

## **1.5 LIMITACIONES**

Debido a la variedad de marcas y de procedencia de los neumáticos que se comercializan en el país, el programa de mantenimiento preventivo servirá a las empresas para realizar la mejor elección al comprarlos ya que tendrán una herramienta fundamental que redundara en un ahorro de sus costos de mantenimiento.

## **CAPITULO 2**

### **GENERALIDADES DE LOS NEUMÁTICOS EN EL TRANSPORTE**

#### **TERRESTRE**

#### **2.1. DEFINICIÓN DEL NEUMÁTICO**

Es el componente mecánico de la rueda de un vehículo, que otorga seguridad a las personas y a la carga, fabricado a base de caucho, productos químicos, hilos textiles y/o alambres y otras materias, que va montado sobre el aro, y que trabaja a presión de aire (u otros) para dar resistencia, capacidad de carga, confort y dirigibilidad. Sus partes principales son: banda de rodamiento, costado, carcasa y pestaña el componente mecánico de la rueda de un vehículo.

La función del neumático es mantener el contacto del vehículo con el suelo, y ejercer las siguientes funciones:

Soportan el peso del vehículo. De ahí que todos los vehículos no deben llevar el mismo tipo de neumático.

Mantener el vehículo en la trayectoria requerida por el conductor.

Participan en la sujeción del vehículo ante la tendencia del mismo a salirse en las curvas debido a la fuerza centrífuga.

Soporta el vehículo cuando está parado, pero también en movimiento, y tiene que resistir las transferencias de cargas en la aceleración y el frenado. Un neumático de coche soporta más de 50 veces su peso.

Amortigua las irregularidades de la carretera, garantizando la comodidad del conductor y de los pasajeros así como la longevidad del vehículo.

Conserva las prestaciones al mejor nivel durante millones de vueltas de rueda. El desgaste del neumático depende de sus condiciones de uso pero, sobre todo, de la calidad del contacto con el suelo. La presión juega por tanto un papel esencial.

Actúa sobre:

- El tamaño y la forma de la zona de contacto.
- La distribución de esfuerzos sobre los distintos puntos del neumático.

Por otro lado, en el mundo, un neumático debe rendir exigencias, dado los altos costos que significan como:

Alto índice de reencauchabilidad.

Carcasa resistente y segura.

Operación silenciosa al rodar.

Economía de combustible.

Capacidad para trabajar a altas velocidades y brindar seguridad y confort.

Buen rendimiento kilométrico

## **2.2. ANTECEDENTES DE LOS NEUMÁTICOS**

En 1988, Dunlop inventa la rueda neumática.

En 1946 BF Goodrich inventa el neumático sin cámara.

En 1947 se desarrolla la polimerización.

En 1956 se descubre el Poli butadieno.

En 1960 el consumo de caucho sintético supera al caucho natural.

En 1961 se desarrollan los cauchos Epon

En 1970 se desarrolla el bromobutilo.

### 2.3. PARTES DE UN NEUMÁTICO

Veamos Las Figuras 2.1 y 2.2. diferenciamos dos tipos de neumáticos (por su estructura).

1. Neumáticos convencionales (diagonales)
2. Neumáticos radiales:

En ambos casos se comprende las siguientes partes:

**Banda de Rodamiento:** Es la parte que está en contacto directo con el pavimento, es el que proporciona tracción y resistencia al desgaste. También se le conoce como Cima, además protege a la carcasa (Figura como parte 6 en la figura 2.2).

**Flanco:** Es la parte lateral del neumático, que resiste la flexión y los efectos de la intemperie y protege las cuerdas de la carcasa.

**Cinturón:** Compuesto por:

- La carcasa de acero (figura como 2).
- Fijador doble de acero (figura como 3)
- Los estabilizadores y absorbedores (figura el 4)
- Protector de acero contra las pinchaduras (figura el 5)

**Talón Aro de Cierre:** Es la parte que mantiene unida el neumático a la tanta, de manera que no resbale sobre ésta, aún durante el arranque o frenada brusca, y

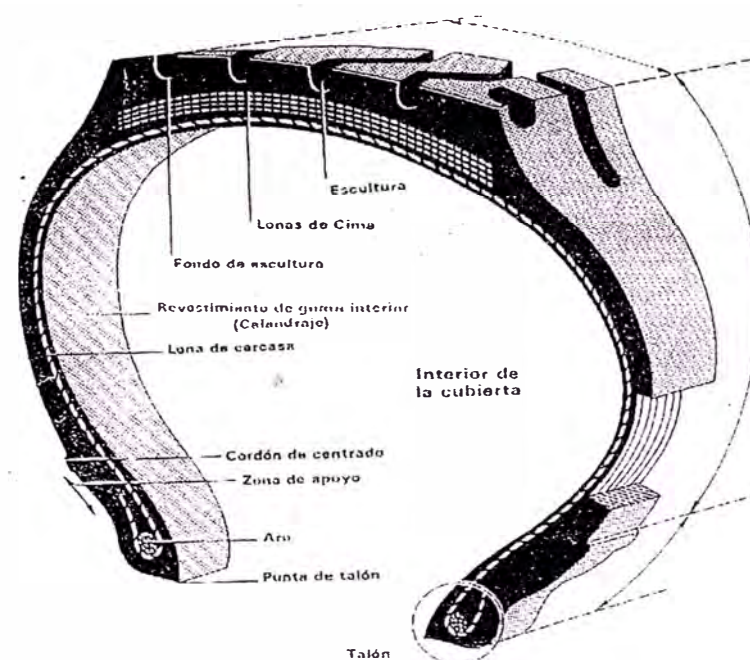
actúa como sello para evitar fugas de aire en neumáticos sin cámara (figura como 1 en la figura 2.2).

Independiente de las partes de una cubierta o llanta, existen otros dos elementos que comprende un neumático con cámara (Figura 2.3), estos son:

**Chafer:** o tira de rozamientos, tira hecha de caucho cortado y con extremos unidos para formar una cámara de aire independiente al neumático. Lleva una válvula para inflarse con aire, está hecha con compuesto resistente a la pérdida de aire y va colocada dentro del neumático con cámara.

**Protector:** Banda de caucho con refuerzo en el agujero de válvula, protege la cámara contra rozamientos o daños al montar. En los neumáticos sin cámara, no existen los elementos antes mencionados (el chafer y el protector); sin embargo, existe otro elemento que realiza las veces de una cámara:

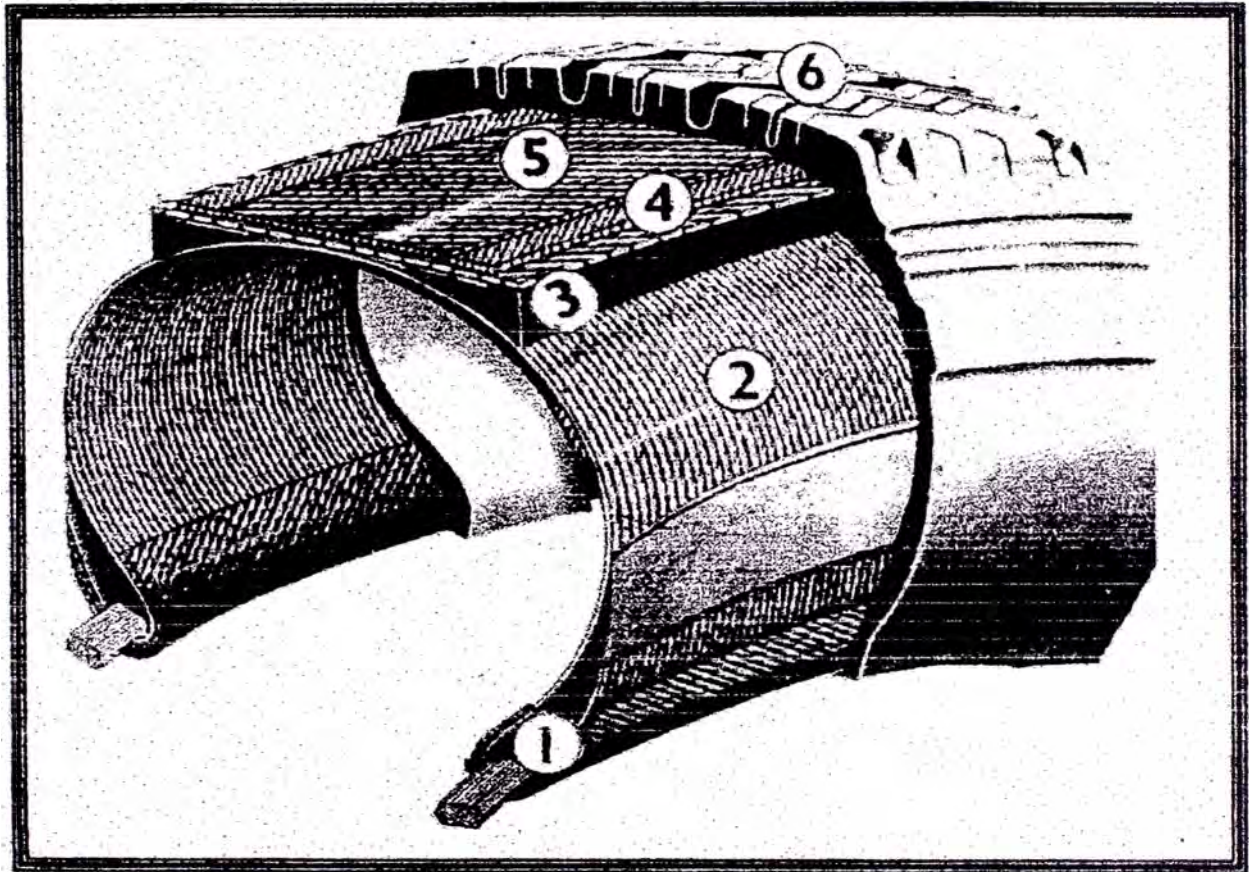
El revestimiento de goma interior (calandraja).



**Figura 2.1**

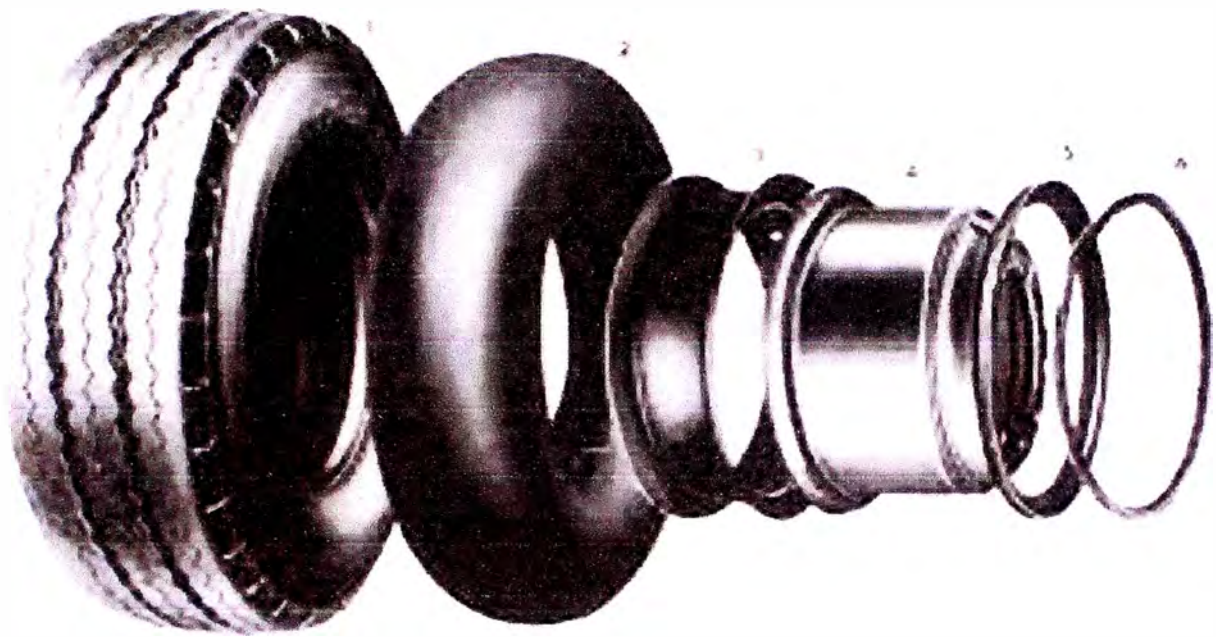


### Esquema de las principales partes de una cubierta



**Figura 2.2**

1. Pestaña de acero y estabilizador del costado
  2. Carcasa radial de acero.
  3. Fijador doble de acero.
  4. Estabilizadores y absorbedores de acero para el rodado.
  5. Protector de acero contra pinchaduras.
- Conjuntos del cinturón de acero



**Figura 2.3**

1. Neumático
2. Chafer o cámara
3. Protector
4. Aro
5. Pestaña del aro
6. Seguro de pestaña

## 2.4. CLASIFICACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS

Los neumáticos se clasifican de acuerdo a los siguientes criterios

**Tabla 2.1 Clasificación de neumáticos**

ESTRUCTURA	CONVENCIONAL
	RADIAL
TIPO DE ARO A UTILIZAR	SIN CÁMARA
	CON CÁMARA
DISEÑO DE BANDA DE RODAMIENTO	DIRECCIONAL
	TRACCION
	MIXTA
POR SU VELOCIDAD	SEGÚN TABLA 2.2
POR CONDICIONES CLIMATICAS	PARA INVIERNO
	PARA VERANO (SUPERFICIES SECAS)
	PARA CONDICIONES EXTREMAS FUERA DE CARRETERA
	PARA TODA ESTACION

Tabla 2.2

<b>TABLA DE SÍMBOLOS DE VELOCIDAD</b>			
<b>Símbolo de Velocidad</b>	<b>Velocidad (km/h)</b>	<b>Símbolo de Velocidad</b>	<b>Velocidad (km/h)</b>
<b>A2</b>	<b>10</b>	<b>K</b>	<b>110</b>
<b>A3</b>	<b>15</b>	<b>L</b>	<b>120</b>
<b>A4</b>	<b>20</b>	<b>M</b>	<b>130</b>
<b>A5</b>	<b>25</b>	<b>N</b>	<b>140</b>
<b>A6</b>	<b>30</b>	<b>P</b>	<b>150</b>
<b>A7</b>	<b>35</b>	<b>Q</b>	<b>160</b>
<b>A8</b>	<b>40</b>	<b>R</b>	<b>170</b>
<b>B</b>	<b>50</b>	<b>S</b>	<b>180</b>
<b>C</b>	<b>60</b>	<b>T</b>	<b>190</b>
<b>D</b>	<b>65</b>	<b>U</b>	<b>200</b>
<b>E</b>	<b>70</b>	<b>H</b>	<b>210</b>
<b>F</b>	<b>80</b>	<b>V</b>	<b>240</b>
<b>G</b>	<b>90</b>	<b>W(ZR)</b>	<b>270</b>
<b>J</b>	<b>100</b>	<b>Y(ZR)</b>	<b>300</b>

La identificación de velocidad indicada abajo corresponde a la capacidad del neumático para sostener velocidades hasta los 240 km/h y está incluida en la denominación de tamaño, ej. 195/65 R15 V, para este caso la capacidad de velocidad será de 240 km/h



### 2.4.1 NEUMÁTICOS CONVENCIONALES.

Este tipo de neumático se caracteriza por tener una construcción diagonal que consiste en colocar las capas de manera tal, que las cuerdas de cada capa queden inclinadas con respecto a línea del centro orientadas de ceja a ceja. Este tipo de estructura brinda al neumático dureza y estabilidad que le permiten soportar la carga del vehículo. La desventaja de este diseño es que proporciona al neumático una dureza que no le permite ajustarse adecuadamente a la superficie de rodamiento ocasionando un menor agarre, menor estabilidad en curvas y mayor consumo de combustible.



**Figura 2.4 Neumático convencional**

### 2.4.2 NEUMÁTICOS RADIALES.

En la construcción radial, las cuerdas de las capas del cuerpo van de ceja a ceja formando semiovalos. Son ellas las que ejercen la función de soportar la carga. Sobre las capas del cuerpo, en el área de la banda de rodamiento, son montadas las capas estabilizadoras. Sus cuerdas corren en sentido diagonal y son ellas las que soportan la carga y mantiene la estabilidad del neumático. Este tipo de construcción permite que el neumático sea más suave que el convencional lo que le permite tener

mayor confort, manejabilidad, adherencia a la superficie de rodamiento, tracción, agarre, y lo más importante contribuye a la reducción del consumo de combustible.



**Figura 2.5 Neumático Radial**

## **2.5 DIMENSIONES DE UN NEUMÁTICO**

Las cotas dimensionales de un neumático, son establecidos por las asociaciones mundiales de fabricantes de neumáticos en el mundo, tenemos la E.T.R.T.O. para Europa y la T & RMA para U.S.A. A continuación tenemos las siguientes dimensiones básicas, según Figuras 2.5, 2.6:

### **Diámetro total.**

La distancia medida desde un extremo de la banda rodante hasta el opuesto estando el neumático sin carga.

### **Ancho total**

Medida de la sección transversal del neumático estando éste sin carga. Esta medida incluye los costados de la llanta.

### **Ancho de sección.**

Medida de la sección transversal excluyendo rebordes del neumático.

**Ancho de la sección de rodadura.**

Distancia que existe entre los extremos de la banda rodante estando el neumático sin carga.

**Profundidad de la sección de rodadura.**

La mayor profundidad de la ranura existente entre la banda de rodamiento y su base.

**Altura de sección.**

Distancia entre el asiento de ceja hasta la banda de rodamiento, estando el neumático sin carga.

**Ancho del aro (rin)**

Distancia transversal entre los costados del asiento de la ceja del aro

**Diámetro nominal del aro**

Diámetro del aro medido desde el asiento de ceja hasta el extremo opuesto del mismo.

**Radio estático con carga**

Distancia entre el centro del eje del vehículo y la superficie de rodamiento estando el neumático soportando su máxima capacidad de carga

**Ancho de sección con carga**

Es el ancho de sección máximo que el neumático obtiene al estar soportando su máxima capacidad de carga.

**Espacio mínimo entre duales**

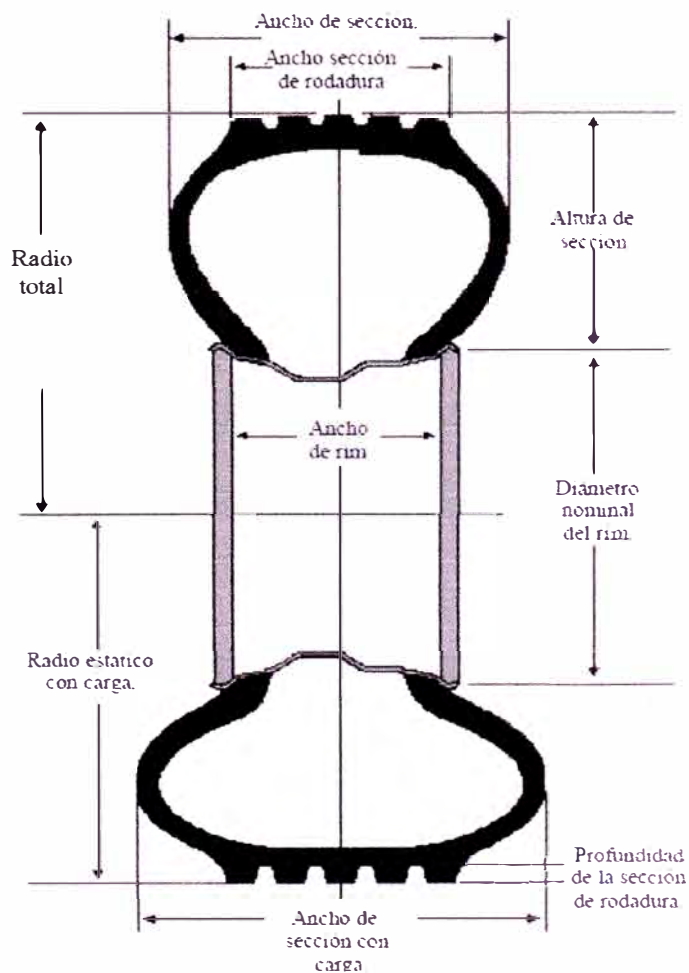
Es la distancia mínima recomendada entre los centros de las llantas en un montaje dual, para evitar roce entre los costados de los neumáticos; además, debe de ser lo necesario para que exista ventilación.

### **Diámetro entre talones**

Es la distancia entre los talones.

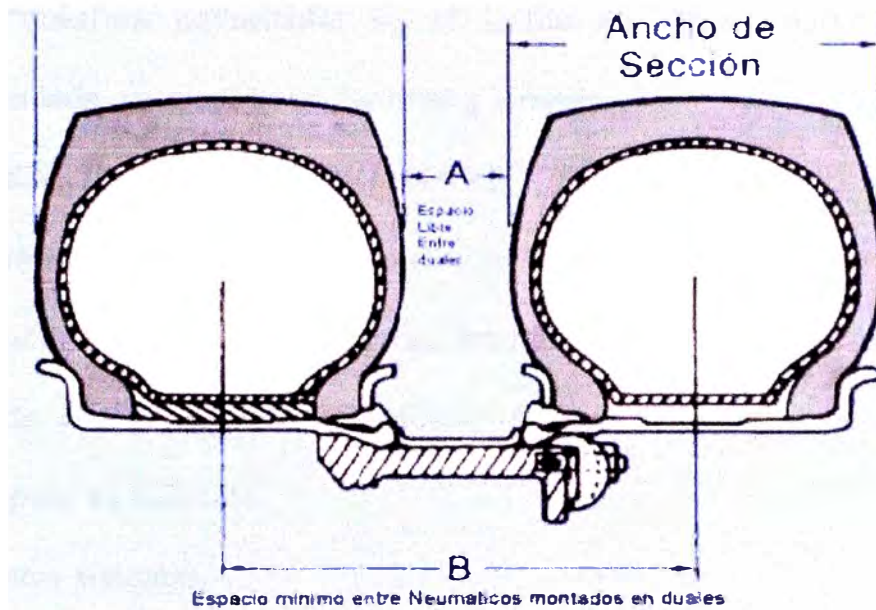
### **Perfil del Neumático (factor de forma)**

Es la distancia entre la altura y el ancho de la sección porcentaje



**Fig. 2.6 Dimensiones de un Neumático**





**Figura 2.7 Duales**

Definiciones referentes a otras características del neumático:

**Índice de Carga (LI):** Es un código numérico asociado a la carga máxima que un neumático puede soportar a la velocidad determinada por su símbolo de velocidad.

**Capacidad de carga (LR):** Término que con una letra del alfabeto español en la Identificación de un neumático, se usa para relacionar un tamaño de neumático con su presión y rango de carga.

**Capacidad de lonas (PR):** Número que representa la resistencia de la carcasa, bajo su máxima carga recomendada en un tipo específico de servicio. Se usa para Identificar un neumático y no representa el número de lonas reales de la carcasa.

**Presión recomendada:** Presión a la cual debe inflarse el neumático cuando está sometido a la carga normal establecida para cada tipo de neumático. Se mide a presión atmosférica y a temperatura ambiente. Todo aumento por variación de la carga normal requiere un ajuste de presión, de acuerdo con las tolerancias establecidas para cada tipo de neumático.

**Carga máxima permitida:** Es el límite de carga establecida a la presión recomendada, para carga en eje dual y simple.

## 2.6. NOMENCLATURA DE NEUMÁTICOS

La nomenclatura de los Neumáticos es la identificación numérica y dimensional del neumático. Es universal para todas las llantas sin considerar marcas ni modelos. A través de ella se puede seleccionar el neumático de dimensión y tipo más adecuados para su vehículo.

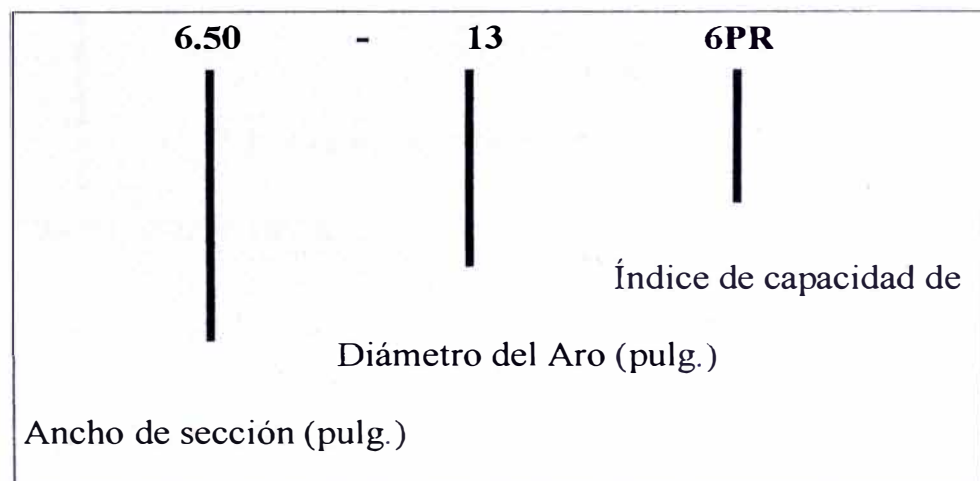
Se usan cuatro sistemas:

- Sistema numérico
- Sistema alfa numérico
- Sistema milimétrico
- Sistema numérico al diámetro exterior

### 2.6.1 SISTEMA NUMÉRICO:




#### A. Para neumáticos convencionales de auto (según tabla 2.3)

**Tabla 2.3**






**B. Para neumáticos convencionales de camioneta (según tabla 2.4)**

**Tabla 2.4**

<b>7.50</b>	-	<b>16</b>	<b>12PR</b>
			
			Índice de capacidad de
			Diámetro del Aro (pulg.)
Ancho de sección (pulg.)			

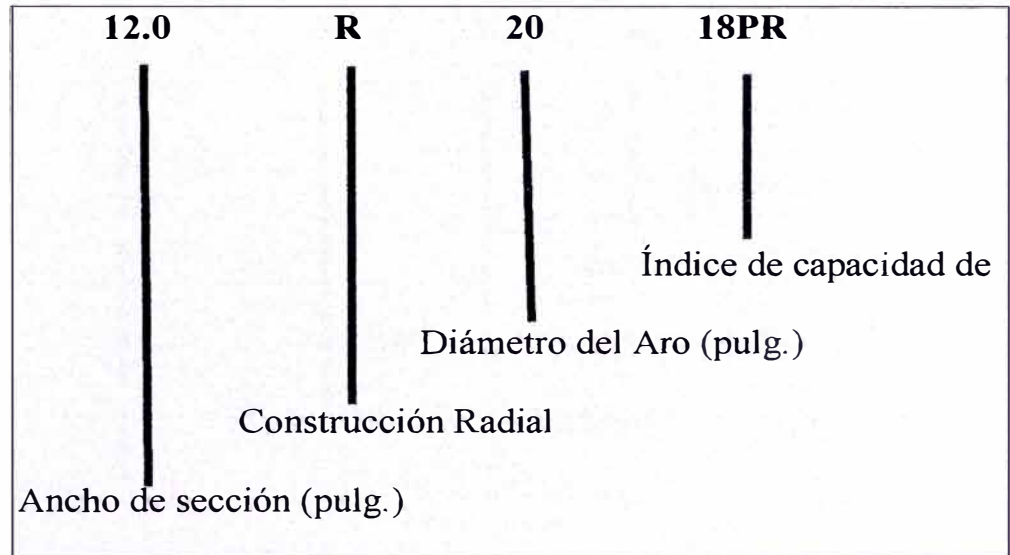
**C. Para neumáticos convencionales de camión (según tabla 2.5)**

**Tabla 2.5**

<b>12.0</b>	-	<b>20</b>	<b>18PR</b>
			
			Índice de capacidad de
			Diámetro del Aro (pulg.)
Ancho de sección (pulg.)			

**D. Para neumáticos radiales de camión (según tabla 2.6)**

**Tabla 2.6**



**2.6.2 SISTEMA ALFA NUMÉRICO**

Ejemplo: A 78 X 13 – 4

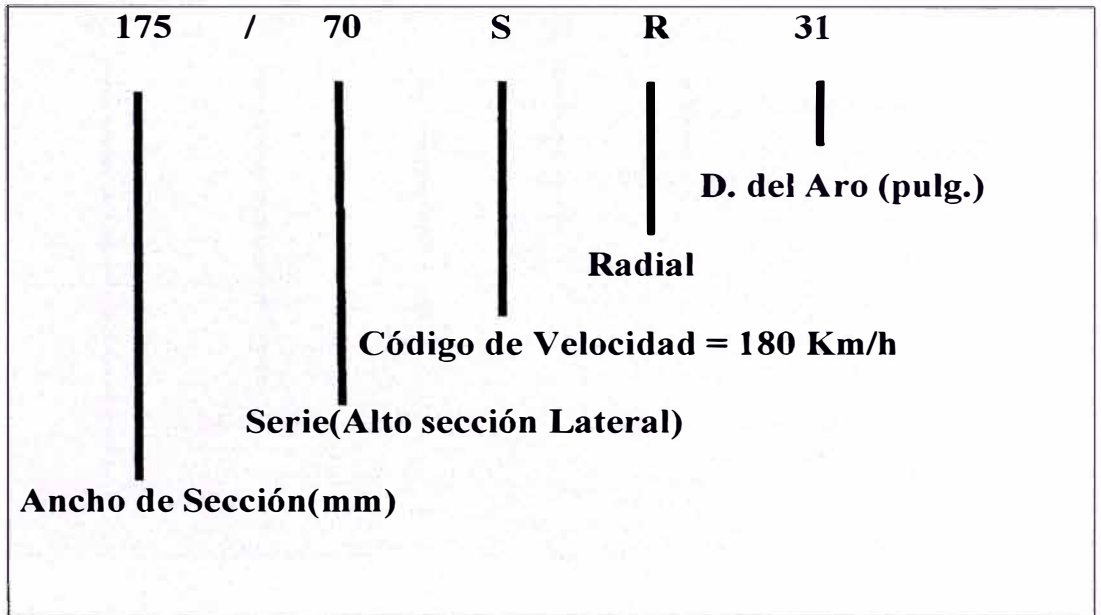
**Tabla 2.7**

A	6.41
B	6.73
F	7.9
G	8.05

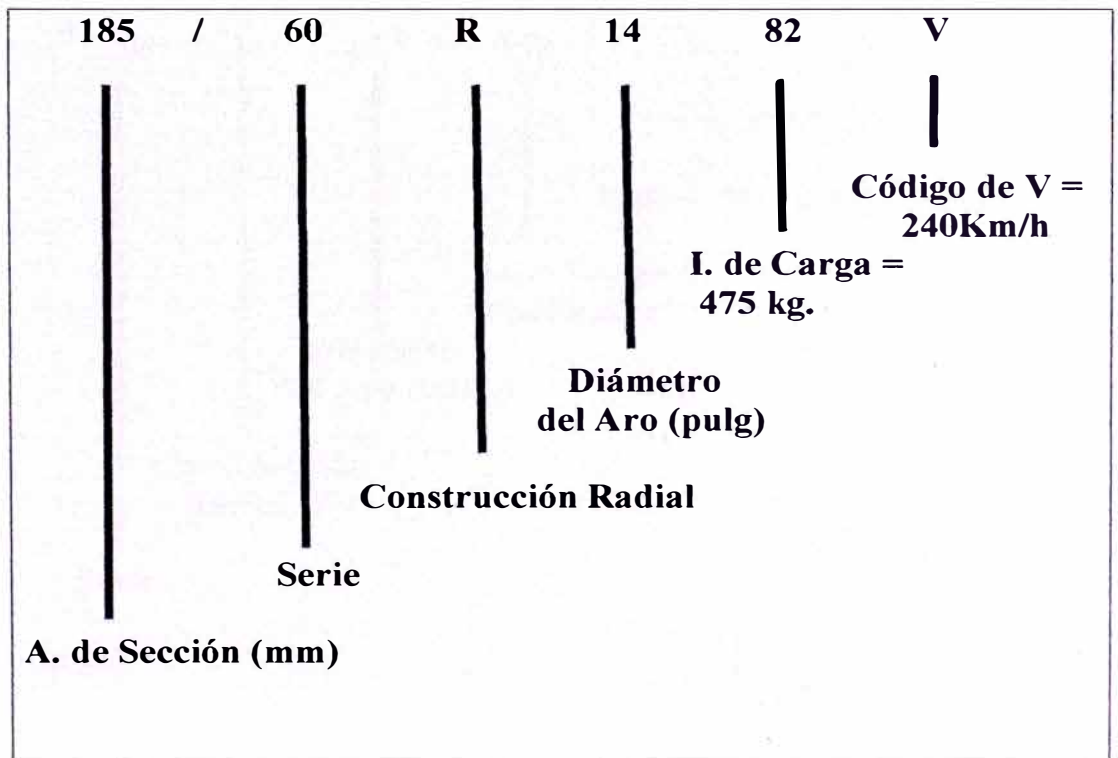
**2.6.3 SISTEMA MILIMÉTRICO**

**A. Para neumáticos radiales de auto (según tabla 2.8, 2.9)**

**Tabla 2.8**

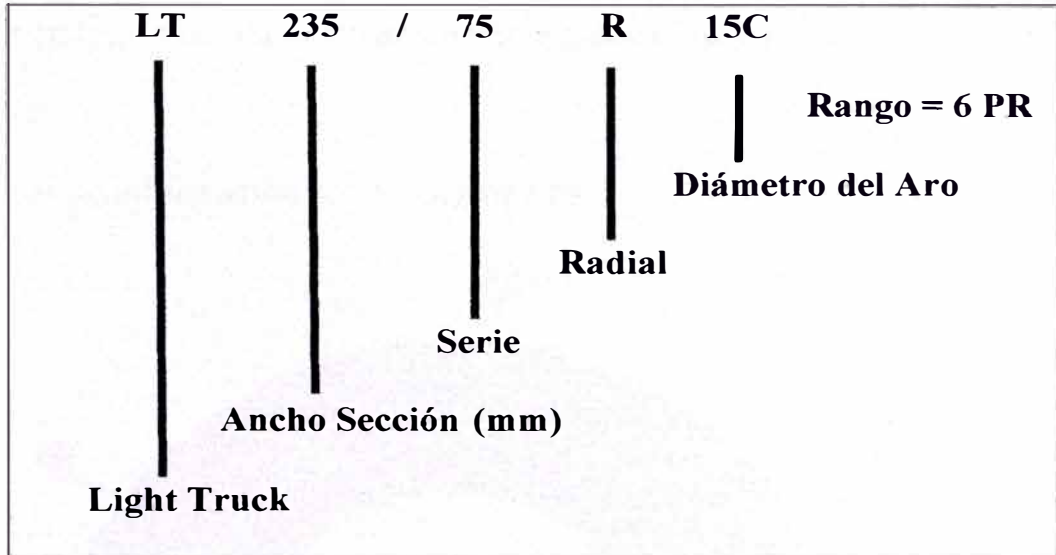


**Tabla 2.9**

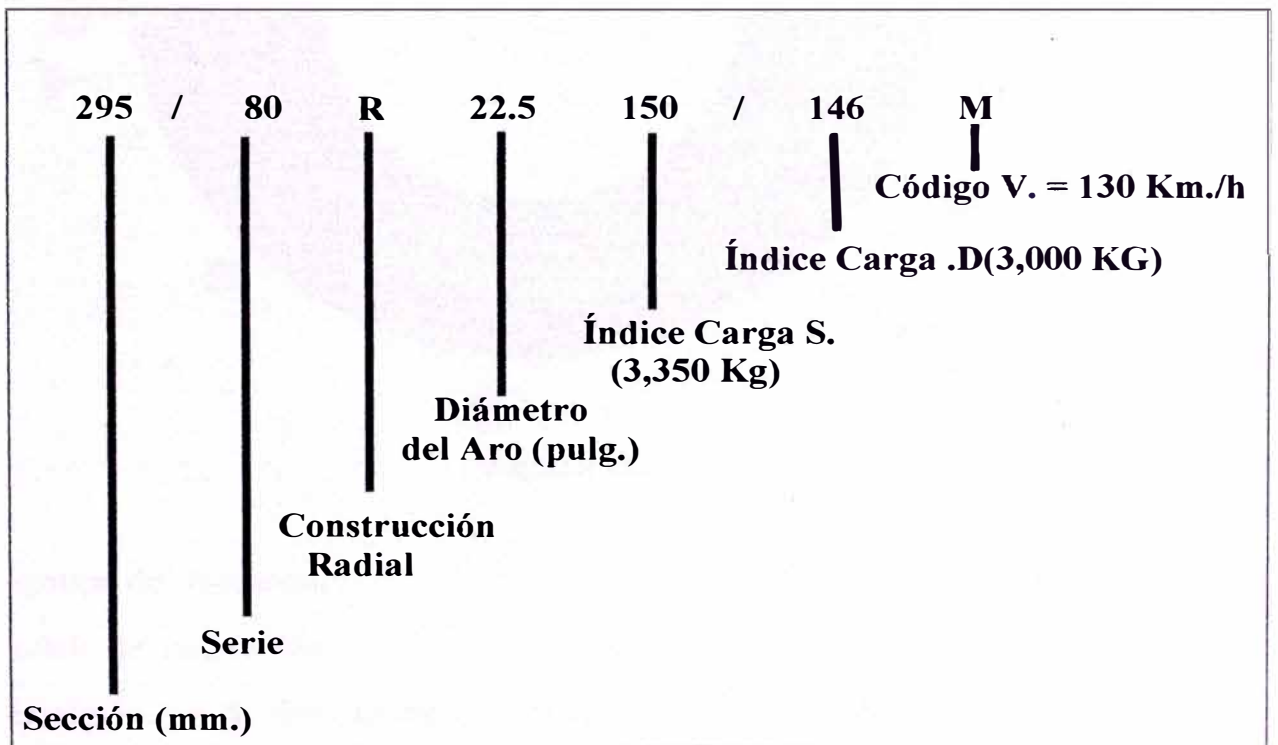


**2.6.4 SISTEMA NUMÉRICO AL DIÁMETRO EXTERIOR (según tablas 2.10, 2.11)**

**Tabla 2.10**



**Tabla 2.11**



## 2.7 LECTURA DE UN NEUMATICO

Cada neumático presenta en sus costados una gran cantidad de información: muchas son representadas por códigos debido al limitado espacio disponible y otras podrán estar en inglés debido a exigencias de exportación, para atender las normas de algunos países.

Los elementos de información son los siguientes:



Figura 2.8

1. Logotipo del fabricante.
2. Modelo del neumático.
3. Características de dimensiones, medidas y de construcción, como se observa en la tabla 2.12

Tabla 2.12

AUTO Y CAMIONETA	CAMIONES Y OMNIBUSES
<b>P 185 / 60 R 14 82 H</b> <b>P</b> - Neumático para automóvil (P=Pasajero) <b>185</b> - Ancho de Sección en milímetros <b>60</b> - Alto de sección lateral (serie) <b>R</b> - Construcción Radial <b>14</b> - Diámetro del aro en pulgadas <b>82</b> - Índice de Carga <b>H</b> - Símbolo de Velocidad	<b>10.00 R 20 16 (H)</b> <b>10.00</b> - Ancho de sección en pulgadas <b>R</b> - Construcción radial <b>20</b> - Diámetro del aro para neumático con cámara, en pulgadas <b>16</b> - Ply Rating <b>H</b> - Rango de carga
<b>LT 235 / 75 R 15</b> <b>LT</b> - Camioneta (Light Truck) <b>235</b> - Ancho de sección en milímetros <b>75</b> - Alto de sección lateral (serie) <b>R</b> - Construcción Radial <b>15</b> - Diámetro del aro en pulgadas	<b>11 R 22.5 16 (H)</b> <b>11</b> - Ancho de sección en pulgadas <b>R</b> - Construcción radial <b>22.5</b> - Diámetro del aro para neumático con cámara, en pulgadas <b>16</b> - Ply Rating <b>H</b> - Rango de carga
<b>31 X 10.50 R 15 LT</b> <b>31</b> - Diámetro total en pulgadas <b>10.50</b> - Ancho de Sección en pulgadas <b>R</b> - Construcción Radial <b>15</b> - Diámetro del aro en pulgadas <b>LT</b> - Camioneta (Light Truck)	<b>295/ 80 R 22.5 16 (H)</b> <b>295</b> - Ancho de sección en milímetros <b>80</b> - Altura de sección en porcentaje del ancho de sección (serie) <b>R</b> - Construcción radial <b>22.5</b> - Diámetro del aro para neumático tubular, en pulgadas <b>16</b> - Ply rating <b>H</b> - Rango de carga

4. Índice de carga / Código de velocidad: en ejemplo 85 = hasta 515 kg (ver tabla)/  
T = permite velocidades de hasta 190 Km/h (ver tabla).
5. Neumático tipo sin cámara (tubeless) o con cámara (tube type).
6. Posición de los indicadores de desgaste T.W.I. (Tread Wear Indicators): llegando a este punto indica que es el límite para el uso de neumático (1.6 mm).
7. Códigos internos para el control de fábrica.
8. País donde fue producido el neumático.
9. Matrícula DOT: Indica código de planta, tipo de neumático y período de fabricación.
10. Carga y presión máxima.
11. Clasificación del neumático según UTQG (Uniform Tyre Quality Grading).



12. M+S (apto para uso sobre superficies mojadas).

## **2.8. BENEFICIOS DE LOS NEUMÁTICOS:**

### **2.8.1. BENEFICIOS DE LOS NEUMÁTICOS CONVENCIONALES**

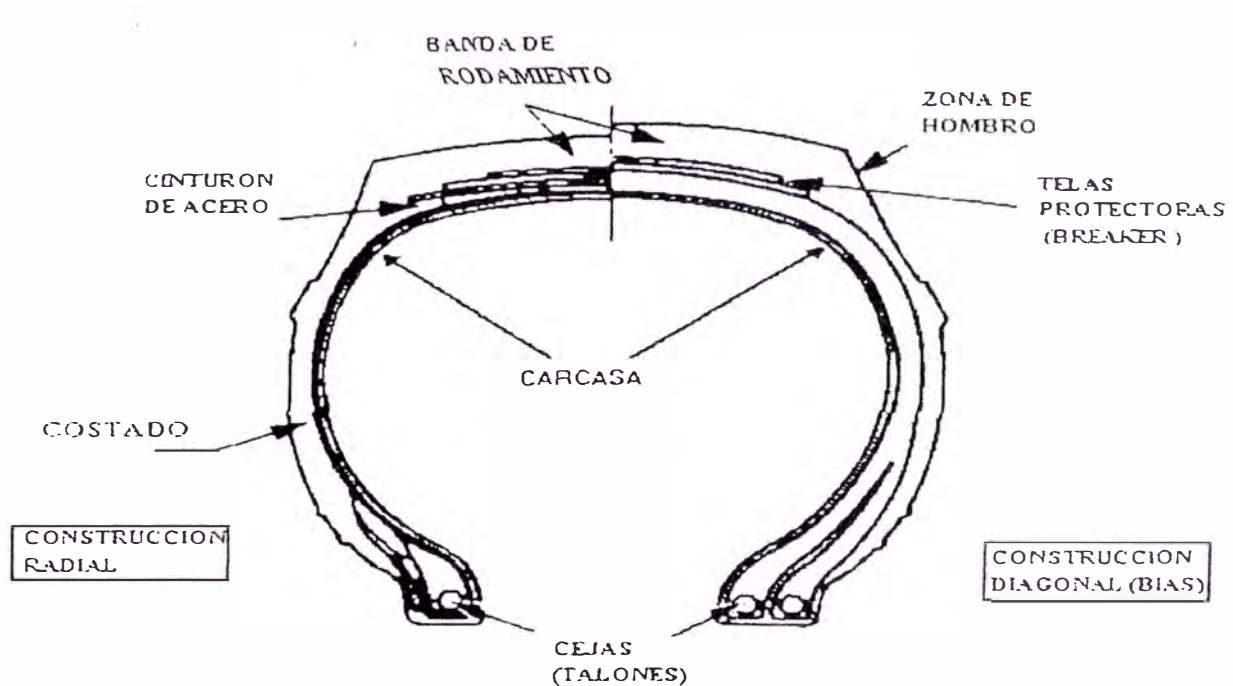
**Tabla 2.13**

<b>BENEFICIOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>Auto limpieza</b>	Efecto de abertura de las ranuras de la banda de rodamiento por la fase de expansión de las cuerdas de la carcasa durante el ciclo de Movimiento.
<b>Resistencia de los costados a los golpes e irregularidades el cambio</b>	Fortaleza en el área de los costados por su estructura de lonas cruzadas. Menor ablandamiento en los costados.
<b>Menor precio</b>	Tipo de construcción tradicional y materiales económicos.
<b>Mayor facilidad de reparación.</b>	Materiales versátiles y reencauchadoras más disponibles.

## 2.8.2. BENEFICIOS DE LOS NEUMÁTICOS RADIALES

Tabla 2.14

<b>BENEFICIOS</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
<b>Mayor kilometraje</b>	Por existir ausencia de contracción en la banda de rodamiento al contacto con el piso, eliminando a fricción y permitiendo que la llanta tenga un rodamiento más libre. Compuestos más fríos en la banda de rodamiento.
<b>Mejor control de curvas</b>	Los costados de las llantas radiales son más flexibles permitiendo absorber eficientemente las transferencias de peso y mantener una mayor área de contacto con el piso.
<b>Reducción de consumo de combustible</b>	Menor resistencia al rodamiento debido a la ausencia de contracción de la banda de rodamiento contra el piso.
<b>Mayor estabilidad en movimiento a alta velocidad y confort al manejar</b>	Por sus cinturones estabilizadores que le proporcionan mayor rigidez a la banda de rodamiento permitiendo un mayor contacto con el piso, unido a sus costados flexibles que absorben las irregularidades del camino.
<b>Agarre en pistas secas y mojadas y gran capacidad de frenado.</b>	En un neumático radial las ranuras de la banda de rodamiento siempre quedan abiertas y el área de contacto es mantenida integralmente.
<b>Mayor resistencia a impactos y pinchaduras</b>	Por sus cinturones estabilizadores, textiles o de acero, y los costados flexibles que le dan mayor poder de asimilación.
<b>Mejor disipación</b>	Por su carcasa con cuerdas radiales que dispersan uniformemente la generación interna de calor producida por la flexión.



**Fig. 2.9 Comparación Radial Vs. Convencional**

## 2.9. REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS

Es interesante saber la utilización y objetivos de reencauchar neumáticos en una flota, la utilización de un neumático reencauchado resultará óptima dependiendo de los siguientes factores:

- Buena elección del casco considerando estructura y marca del neumático.
- La ubicación original del neumático dentro del vehículo.
- La instalación del neumático reencauchado, ubicándole según tipo de estructura y condición del casco que se reencaucha y calificándole según los daños que hubiese presentado según los factores anteriormente descritos garantizará un óptimo rendimiento, comparándola casi igual o superior que un neumático nuevo, sabemos que el costo de un neumático nuevo se justificará por los reencauches que va a ser sometido, esto lo demostraremos con el siguiente ejemplo, tabla 2.15:

Tabla 2.15

<b>Neumático</b>	<b>Costo \$</b>	<b>Rendimiento en Km.</b>	<b>Costo \$/ 1000 Km</b>	<b>Reducción %</b>
Nuevo	400	100,000	4	x
1er reencauche	100	80,000	X	x
<b>Sub total</b>	<b>500</b>	<b>180,000</b>	<b>2.78</b>	<b>30%</b>
2do reencauche	100	60,000	X	x
<b>Sub total</b>	<b>600</b>	<b>240,000</b>	<b>2.5</b>	<b>37%</b>

En este caso hay una disminución al final del costo en un 37 %.

Por propia experiencia un neumático reencauchado respetando las normas anteriormente descritas presenta más ventajas en su utilización en ejes posteriores, inclusive su resistencia al rodamiento es mayor por la dureza del caucho entre otras cosas.

## **CAPITULO 3**

### **TIPO DE FALLAS DE LOS NEUMÁTICOS**

#### **3.1. FALLAS FRECUENTES**

##### **3.1.1 EL ALINEAMIENTO**

La alineación incorrecta de la suspensión delantera y la alineación incorrecta de los ejes de tracción y de los ejes libres ('locos'), es una de las causas principales de desgaste irregular y prematuro en la banda de rodamiento.

##### **¿Cuándo alinear las ruedas del vehículo?**

- Cuando se reemplazan las llantas con otras nuevas.
- Cuando las llantas tienen un desgaste irregular.
- Cuando se efectúa un mantenimiento en el sistema de dirección o suspensión.
- Cuando el vehículo no va en línea recta si larga el volante.
- Después de un choque con otro vehículo, con un cordón o bache.
- Cuando el vehículo muestra síntomas de mala alineación.
- Después de 20,000 km de haber efectuado la última alineación o 1 vez cada 6 meses.

### **3.1.1.1. VENTAJAS DEL BUEN ALINEAMIENTO**

La Alineación de los neumáticos, es un trabajo de mucha precisión, que debe ser realizado por personal especializado para obtener los resultados que le permitan:

- A. Fácil conducción del vehículo.
- B. Mejor adherencia de las llantas con el pavimento.
- C. Suavidad en la marcha.
- D. Mayor estabilidad del vehículo.
- E. Mayor duración de las llantas
- F. Mejores arranques y frenadas más seguras cuando se necesitan, para un mejor control del vehículo.

### **3.1.1.2. DESALINEAMIENTO**

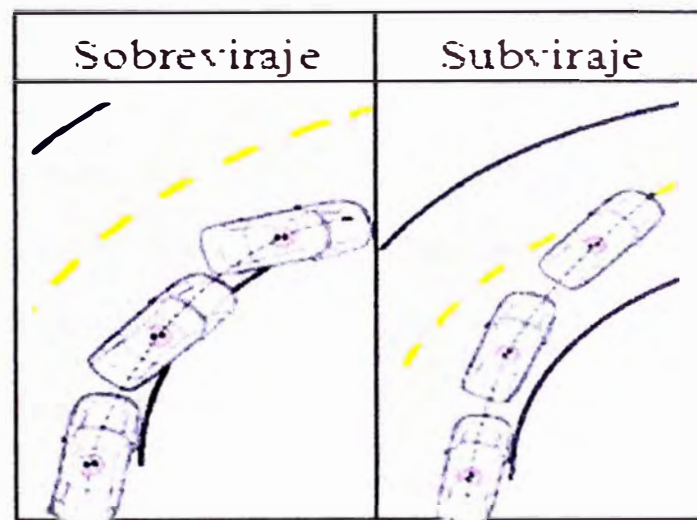
Los Neumáticos son desalineadas debido a:

- A- Impactos o golpes severos sufridos en la carretera.
- B- Fallas del sistema de suspensión y dirección del vehículo.

#### **Síntomas de mala alineación en el vehículo:**

- Desgaste irregular de los neumáticos, mostrando desgaste excesivo en una banda extrema.
- Sensación extraña en la dirección. El volante se siente más duro de lo normal o el vehículo gira más fácil hacia un lado que al otro.
- En línea recta el volante no se encuentra en posición correcta, es decir el vehículo va recto pero el volante está girado a un lado.
- El vehículo se carga hacia un lado mientras maneja.

- Aparece una vibración a cierta velocidad, pero se desaparece al ir más lento o más rápido.
- El vehículo está descuadrado, es decir, las llantas delanteras apuntan en una dirección y las traseras en otra.
- El vehículo demuestra sobreviraje o subviraje (FIG. 3.1)



**Figura 3.1**

### **¿Cómo se manifiesta el sobreviraje y el subviraje?**

El sobreviraje es un desvío del eje trasero superior con respecto al eje delantero. El vehículo parece girar más de lo que se le ha solicitado. Las llantas agarran fuertemente y su vehículo tiende a entrar mucho en la curva, derrapando las llantas traseras en un arco mayor.

El subviraje es un desvío del eje delantero superior con respecto al eje trasero. El vehículo quiere continuar recto mientras que usted ha girado las ruedas. Las llantas delanteras pierden tracción, saliendo en un arco mayor y su vehículo tiende a salir de la curva.

### **3.1.2 LOS PRINCIPALES AJUSTES DE ALINEACION DELANTERA:**

#### **3.1.2.1 CONVERGENCIA Y DIVERGENCIA**

Es el ángulo que se coloca para compensar fuerzas cuando el vehículo está en movimiento para evitar desgastes.

##### **CONVERGENCIA:**

Se denomina convergencia al cierre de las ruedas en su parte delantera. La especificación de los valores de la convergencia, lleva en consideración la resistencia a la rodadura de las ruedas.

La abertura, en la parte delantera, ocurre en función de la flexibilidad de las piezas, que reaccionan al esfuerzo de la rodadura de las ruedas.

##### **CONVERGENCIA (A < B)**

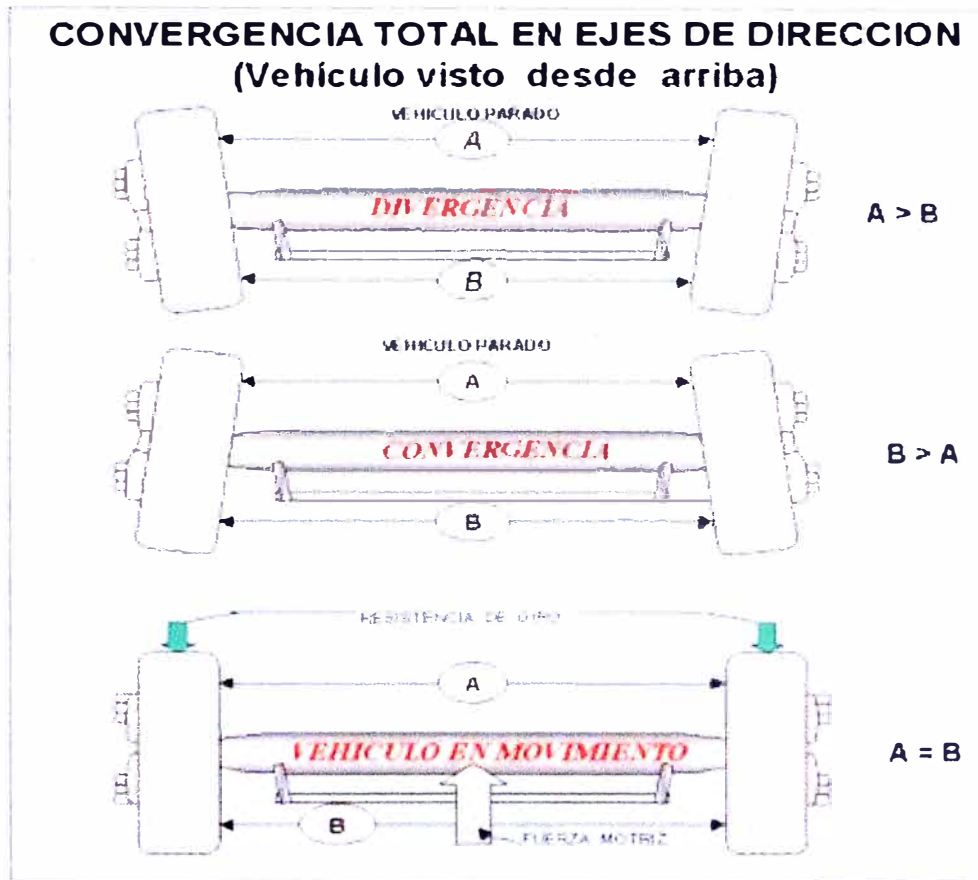
Es el ajuste de las ruedas del eje direccional para que queden un poco más cerradas en la parte delantera que en la trasera.

Ese ajuste se efectúa para que cuando el vehículo esté en marcha, las ruedas queden paralelas.

##### **DIVERGENCIA (A > B)**

Es la condición opuesta a la convergencia. En este caso, las ruedas están más abiertas en la parte delantera que en la trasera.





### 3.1.2.2. CASTER

Es la inclinación hacia delante o hacia atrás del eje de giro (direccional), respecto a la línea vertical, visto de costado o lado. Es la inclinación del dog-maestro hacia el frente (caster negativo), o para atrás (caster positivo), con respecto a la línea vertical, visto de costado o lado.

#### FINALIDAD

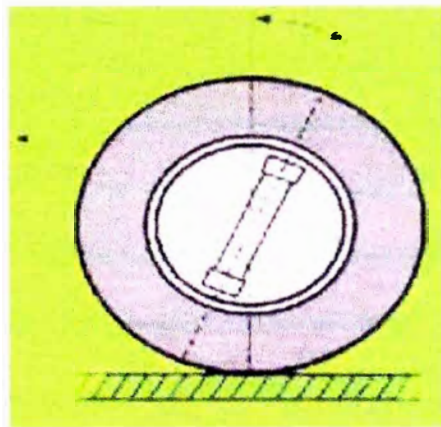
El caster tiene la finalidad de;

- A. La estabilidad del vehículo.
- B. Ayuda el retorno del timón (volante), después del viraje.

## DEFECTOS

Defectos por caster fuera de especificaciones:

- A. Dirección muy dura y el conductor siente las asperezas del camino.
- B. Vibración del volante.
- C. Desgaste irregular en la banda de rodadura, en forma "sinuosa".
- D. Dirección suave y el vehículo dan la sensación de navegación.
- E. Inestabilidad.
- F. Tira o jala hacia un lado. Al lado con menor valor de caster.



**Figura 3.3 Caster.**

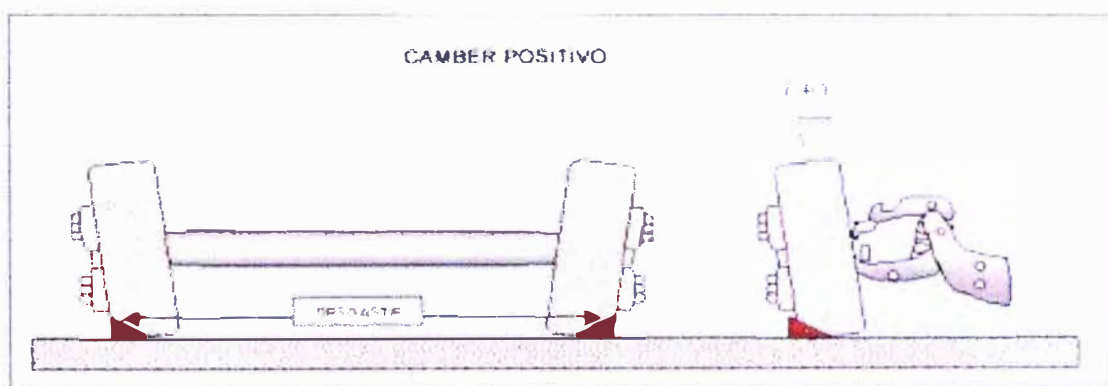
### 3.1.2.3 CAMBER

Es la inclinación del neumático respecto a la línea vertical vista desde el frente del vehículo. Si la parte superior del neumático está hacia fuera, el camber es positivo (+), Si la parte superior del Neumático está hacia dentro, el camber es negativo (-).

Es el ángulo de la rueda en relación al plano de apoyo del vehículo. También se denomina al ajuste que designa la inclinación del neumático en relación a un plano vertical.

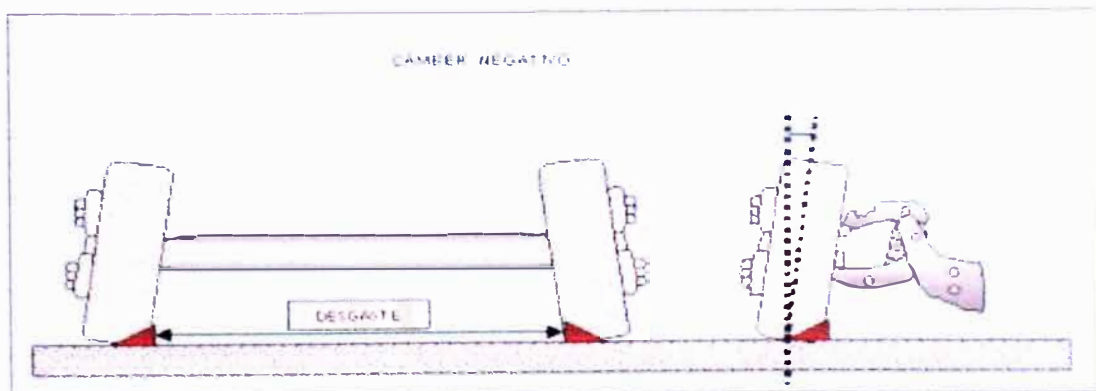
Dependiendo de las especificaciones del fabricante, los elementos que tienen consecuencias en el CAMBER son: La carga, El movimiento y La velocidad.

**CAMBER POSITIVO** es la situación en que los neumáticos están más cercanas a la parte inferior, es decir que las partes inferiores están más juntas. Esto ocasiona un desgaste en la parte externa del neumático.



**Figura 3.4 Camber Positivo**

**CAMBER NEGATIVO** es lo opuesto a CAMBER POSITIVO, esto es cuando Los neumáticos están más cerca de la parte superior. Este ajuste, de manera general, controla las características de rodaje de los neumáticos, es decir que las partes superiores están más juntas. Esto ocasiona un desgaste en la parte interna del neumático.



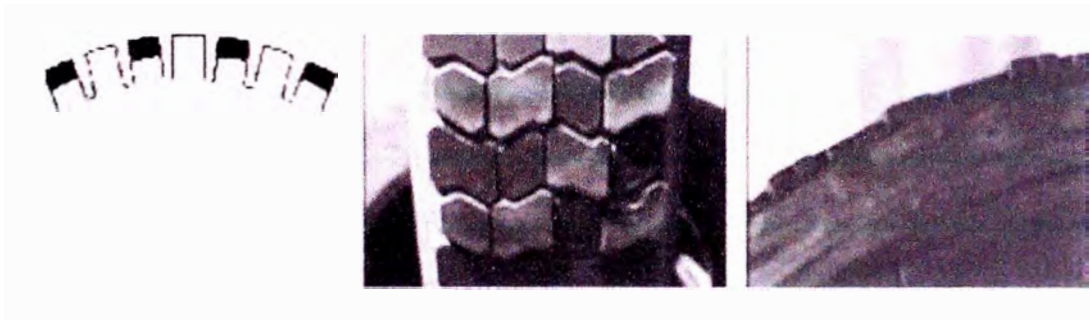
**Figura 3.5 Camber Negativo**

Siga correctamente las recomendaciones del fabricante del vehículo al efectuar cualquier ajuste de alineación en la suspensión.

### 3.2. FALLAS ORIGINADAS POR SU MAL USO.

Todos los neumáticos deben tener garantía y servicio de pos-venta, pero muchas veces se presentan con fallas que son originadas por su mal uso, se adjunta la clasificación de fallas frecuentes.

#### Desgaste alternado de la huella (según figura 3.6)



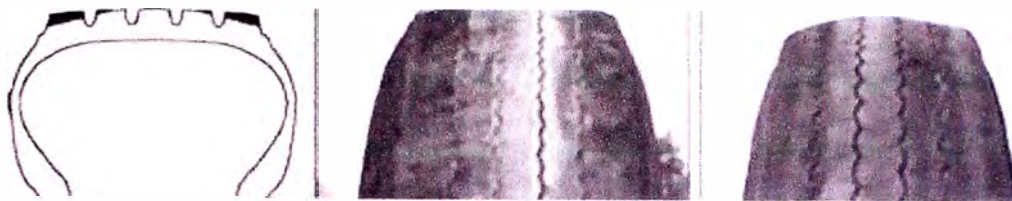
**Figura 3.6**

#### - ¿Qué está pasando?

- Las huellas no se están gastando de forma consistente porque no están haciendo contacto uniforme con la pista.
- Causas probables
  - Duales desiguales
  - Diferente inflado de duales (10 psi o más)
  - Diseño de la llanta
- Acción correctiva
  - Esto suele ocurrir en algunas huellas de llantas que no son iguales a las demás consistentes la única solución sería la selección al diseño con huellas iguales, e

inflar las llantas con la misma presión. Consiga llantas de la misma medida que no difieran más de  $\frac{1}{4}$ " de pulgada en el diámetro total cambie la llanta a otra posición.

### **Desgaste en ambos hombros (según figura 3.7)**



**Figura 3.7**

¿Qué está pasando?

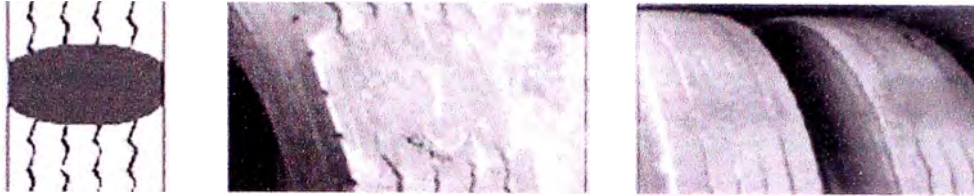
- La banda de rodamiento no está haciendo contacto con la autopista, solo las porciones más alejada de la llanta están llevando todo el peso porque la llanta esta con bajo estándares de inflado para el trabajo.
- Acción correctiva  
Tiene que mantener una presión para sus llantas adecuada.

¿Qué deben hacer?

Si su llanta esta inflada baja podría llegar a tener daños internos podría tener una condición peligrosa de ruptura.

Si su presión es menor a 80% de lo recomendado entonces se necesitará inspección para ver si es que no tiene daños internos.

### Desgaste en un área de rodado (según figura 3.8)

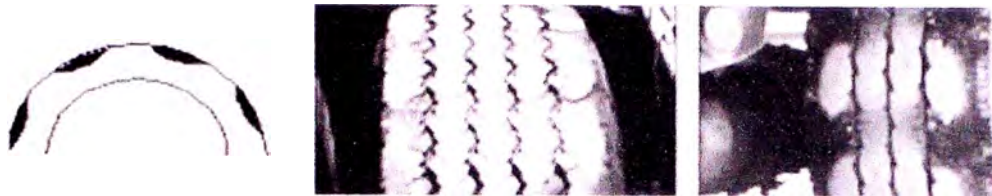


**Figura 3.8**

¿Qué está pasando?

- La llanta tiene un marcado en un área de la banda de rodamiento, esto pasa por el mal funcionamiento del freno del vehículo o por el mal frenado o por frenado de emergencia también puede ocurrir si es que las llantas estuvieron en aceite, gasolina u otros químicos.
- Causas probables
  - Mal funcionamiento de freno y sistema de frenos desregulados
  - Mal frenado de forma intempestiva y/o de emergencia.
  - Llanta en aceite, gasolina y/o químicos.
- Acción correctiva
  - Verifique los frenos del sistema si es que la llanta del otro extremo también lo presenta entonces verifique el sistema completo.
  - Si Ud. Tiene descoloramiento de la llanta o ablandamiento de la llanta en lugar del problema entonces habrá habido contacto con químico aceites y/o gasolina trate de eliminar contacto cercano con estos químicos.

### Desgaste en diagonal (según figuras 3.9, 3.10)



**Figura 3.9**



**Figura 3.10**

¿Qué está pasando?

- La llanta no está rodando en la pista de una manera uniforme o si no esta rebotando ligeramente a los costados. En los trailers la condición se agrava cuando va vacía.

Porque la carga liviana el tráiler empieza a rebotar creando un desgaste irregular la cual crea más rebote además que desgasta el sistema de suspensión.

- Causas probables
  - Rodaje suelto
  - Mal montaje de la llanta
  - Desbalance de la llanta
  - Diseño de la banda de rodamiento



- Rodajes, muelles o amortiguadores, otros componentes en la suspensión desgastados.
- Dual disparejas diferencia presión en los cuales (10psi o mas)
- Acción correctiva

Ajuste de rodajes, verifique el buen montaje de la llanta en el aro condiciones de eje si Ud. Tiene muchas llantas de la misma marca y diseño con este problema pruebe otros diseños o medidas. Mantenga los duales a la medida, marca, y serie (que las diferencias no sean más de  $\frac{1}{4}$  de pulgada del total del diámetro total). Mantenga igual presión para todas las llantas

### **Erosión y desgaste de surcos (según figura 3.11)**



**Figura 3.11**

¿Qué está pasando?

- Sucede en los neumáticos de posiciones de rodado libre y es típica de llantas con bajo índice de desgaste, mientras más la llanta opera en estas condiciones, lo más probable es que desarrolle condiciones como esta. No está sujeto a prácticas de mantenimiento.
- Causas Probables



Es que la banda de rodamiento tenga un elemento de movimiento lateral, pero no es un mayor problema desde que el desgaste en la banda de rodamiento es lento y puede continuar rodando.

- Acción correctiva

Continué rodando hasta desgaste total.

### **Desgaste en las puntas de las huellas (según figura 3.12)**



**Figura 3.12**

¿Qué está pasando?

- Las llantas no está rodando en la pista de forma total.
- Causas probables

Desalineado

- Acción correctiva

Si las puntas de las llantas direccionales están apuntadas al medio del vehículo la causa es dañada convergencia correctiva.

Si las puntas de las llantas direccionales están apuntando hacia fuera del vehículo la causa es divergencia correctiva.

Si las puntas de un huella están apuntando para adentro y la otra para afuera la razón es que el eje trasero esta desalineado, realice alineamiento correctivo.

Alinee los ejes perpendiculares al riel principal y paralelos a los otros ejes, tendrá que realizar alineamiento.

### Desgaste del taco (según figura 3.13)



**Figura 3.13**

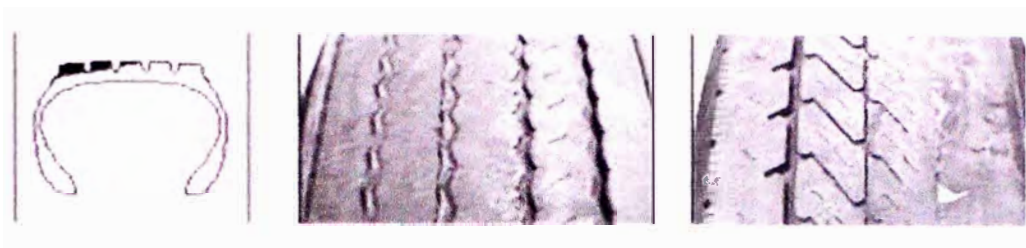
¿Qué está pasando?

- Desgaste en una porción de los tacos han sido trillados como en una porción si fuera un borrador, los tacos están distorsionados en la aceleración u operación por la que no hacen contacto directo con la pista.
- Causas probables
  - Duales disparejas
  - Presión de aire inconsistente (10 psi o más )
  - Fuerza del torque en mal estado.
  - Diseño de la banda de rodamiento
- Acción correctivo

Empareje duales por modelo, medida y series (diferencia no mayor a ¼” de pulgada en el diámetro total)

Inflado de llantas iguales, depende de las aplicaciones, este desgaste es inevitable, la solución sería un diseño con más largas huellas y elementos de estabilidad que proveen con sólidas nervaduras salientes para afuera.

### Desgaste en un lado (según figura 3.14)



**Figura 3.14**

¿Qué está pasando?

- El neumático se está gastando de un lado por falta de alineamiento camber inclinado o eje, no soporta el exceso de carga.
- Causa Probables
  - Vehículo desalineado
  - Ejes sobrecargados
- Acción correctiva

Si en un lado del eje el desgaste de la llanta direccional es para adentro y en el otro lado de eje de la llanta direccional es para afuera la causa es desalineamiento del eje trasero necesita alineamiento correctivo.

Si hay desgaste para afuera en las dos llantas direccionales la causa sería convergencia.

Camber o ejes con demasiado peso.

¿Qué hacer?

- Alinee el eje perpendicular para centrar el riel y poner paralelo a los otros ejes.
- Si los ejes están ablandándose especificaciones de peso por eje y mantenga la distribución de la carga correctamente.

### Desgaste en una nervadura (según figura 3.15)



**Figura 3.15**

¿Qué está pasando?

- Las áreas desgastadas
- Huella distorsionadas
- Causas probables

Falla en los amortiguadores en la suspensión, medidas desiguales y/o presiones desiguales desgaste en los rodajes ensamblaje impropio de la ceja y condición de desbalance, agravado por llevar vehículos sin carga a altas velocidades.

- Acción correctiva

Considere usar otro tipo de medida o diseño.

### Desgaste en los hombros (según figura 3.16)



**Figura 3.16**

¿Qué está pasando?

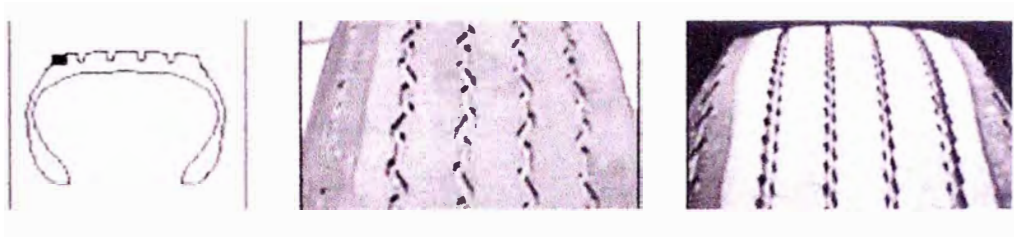
- El neumático está siendo arrastrado lateralmente esto es común cuando el vehículo está operando en ejes múltiples y en trailers expuestos a maniobras de curvas muy cerradas.

- Acción Correctiva

Tener un diseño de neumáticos que pueda equilibrar más las curvas.

Rote los neumáticos a otra posición para obtener un mejor kilometraje.

**Desgaste parcial en los hombros (según figura 3.17)**



**Figura 3.17**

¿Qué está pasando?

Estas condiciones no son asociadas con una falla de mantenimiento.

- Causas probables

No es considerado un mayor problema ya que el desgaste es de forma muy lenta.

- Acción Correctiva

Si son muchos neumáticos con esta falla entonces tendría que cambiar a decoupling o roves

## **CAPITULO 4**

### **FACTORES DE INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL DE UN NEUMÁTICO**

El rendimiento de un neumático es difícil de determinar, debido a las condiciones diversas del uso.

Los factores se dividen en dos grandes usos:

- Factores incontrolables
- Factores controlables

#### **4.1 FACTORES INCONTROLABLES**

##### **4.1.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS**

El rendimiento de los Neumáticos en las distintas regiones del país es variable, por ejemplo las que ruedan en las zonas tropicales del Perú (Piura, Tumbes, Tingo María, Pucallpa, etc.). Tienen un 20 a 30% de menor rendimiento que las que ruedan en zonas frías (Huancayo, La Oroya, Puno), siempre que tengan la misma topografía (asfalto y/o trocha). Por lo tanto las temperaturas altas reducen la vida de un neumático debido al aceleramiento del desgaste.

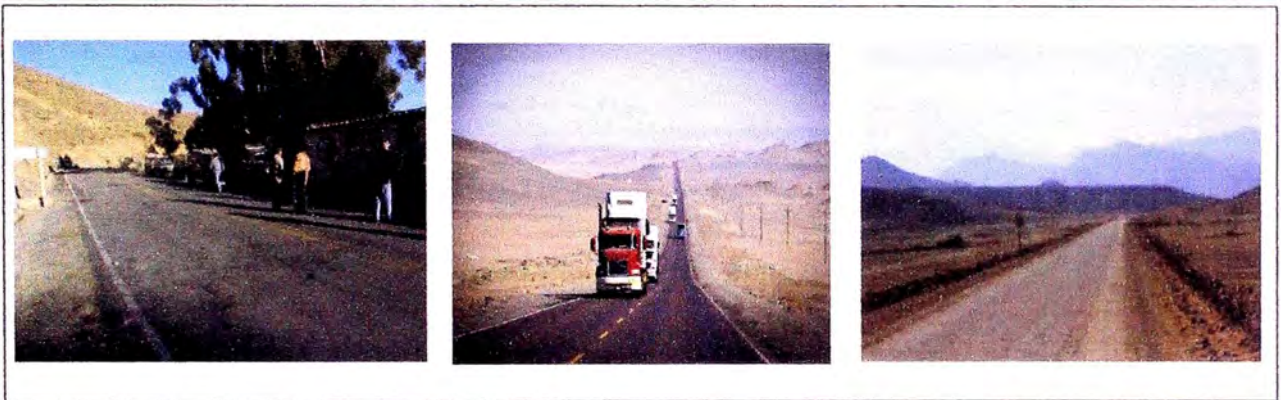
##### **4.1.2 SUPERFICIES DEL CAMINO**

En nuestro país tenemos caminos de diferentes características, como por ejemplo:

**Caminos Concretados:** Tienen buena tracción y un alto índice de desgaste.

**Suelos Asfaltados:** Menos abrasivos, pero peligrosos Cuando son lisos.

**Suelos Pedregosos:** Provocan cortes e impactos. La tracción de las llantas baja cuando estos suelos están húmedos.



**Figura 4.1 Superficie de camino, concretado, asfaltados, pedregosos**

Las superficies de los caminos no son rectos, pueden tener ondulaciones, gradientes, pendientes, lo cual origina los "derrapes ", las frenadas bruscas y además en el caso de neumáticos que están montadas en dual (pareja) las piedras de algunos caminos pueden introducirse entre ellas ocasionado cortes o desgastes en los costados de los neumáticos.



**Figura 4.2 Contorno en mal estado.**



### 4.1.3 GRADIENTE

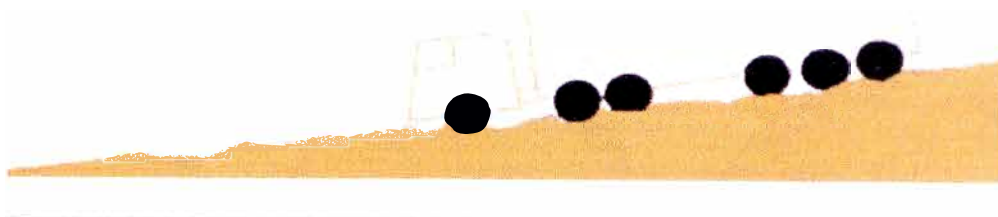


Figura 4.3 Gradiente

### 4.1.4 PENDIENTE



Figura 4.4 Pendiente

## 4.2 FACTORES CONTROLABLES

### 4.2.1. PRESIÓN DE AIRE

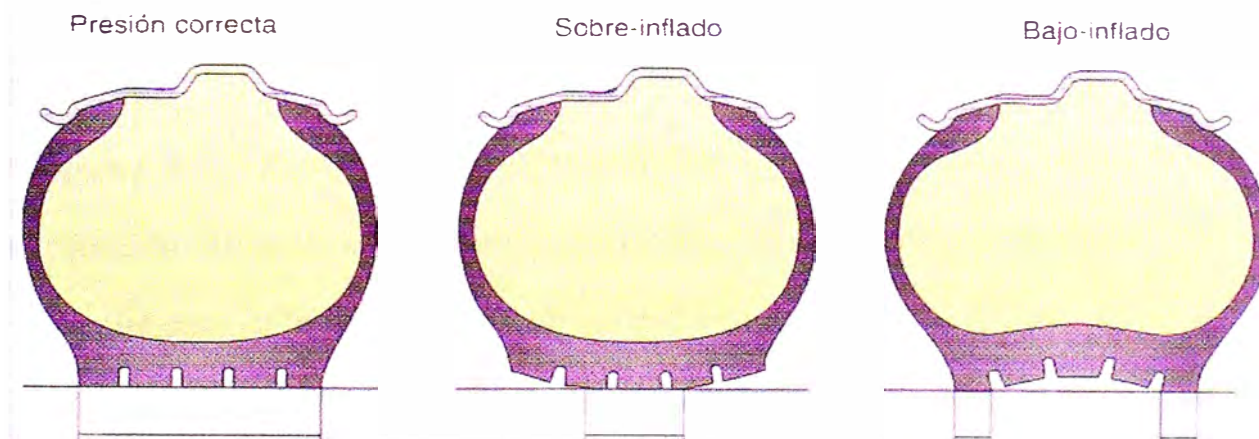
Es el principal factor de desgaste en los neumáticos, pese a este hecho y a la sencillez de su control son muy pocos los transportistas que mantienen sus neumáticos en la presión recomendada. Recuérdese que "Quien soportan la carga de un vehículo es el aire y no el neumático".

El chequeo de la presión de los neumáticos debe hacerse en frío, y periódicamente, es decir cada vez que va entrar en servicio el vehículo.

Se recomienda tener un medidor de presión en buenas condiciones, para lo cual



deberá tenerse un medidor "patrón" con el cual se pueda contrastar el buen funcionamiento.



**Figura 4.5 Anomalías que se presentan por error en la presión de inflado**

## **PRESIÓN BAJA**

En nuestro país algunos transportistas no controlan la presión de sus neumáticos, existen chóferes que suelen usar baja presión para tener mayor confort al manejar.

### **Reducción de la vida útil**

Conducir con una presión inferior a la solicitada por el fabricante causa mayor deterioro de la llanta y puede sobrecargar el sistema de dirección. Además, la presión incorrecta genera un desgaste prematuro de las llantas. Para tener una idea, una presión inferior a 20% representa una pérdida de vida útil de aproximadamente 22%.

### **Aumento del consumo de combustible**

La presión inferior a la recomendada aumenta significativamente la resistencia al rodaje de las llantas. Una presión de 20%, inferior a la recomendada aumenta el consumo en 1,7%

### **Presión equivocada es sinónimo de menor seguridad**

Además de afectar su bolsillo, la presión baja causa más fatiga a las llantas, lo que genera fallas prematuras, poniendo en peligro la seguridad de los bienes y de las personas.

La baja presión produce los siguientes defectos:

- Rápido Desgaste en los hombros por excesiva flexión que obliga al neumático a levantarse en la parte central de la banda de rodamiento.
- Desprendimiento de cuerdas internas, debido a la constante flexión e incremento de temperatura en los costados del neumático.
- Mayor aplastamiento.
- Degradación de los materiales a causa de excesiva generación de calor.
- Fatiga y posible agrietamiento en los flancos y contrafuerte.
- Rotura de telas entre un resalte externo y la pestaña de la llanta.
- Rotura de telas por excesiva deformación ante un impacto.
- Excesiva dureza de maniobra en el volante.
- Comportamiento anormal en la conducción en curvas.



**Figura 4.6 Baja Presión**

## **PRESION ALTA**

Es generada en algunos casos por falta de conocimiento de la presión de inflado recomendada por el fabricante.

En algunas empresas los medidores de presión se encuentran descalibrados y usan métodos inapropiados de medición.

### **Reducción de la vida útil**

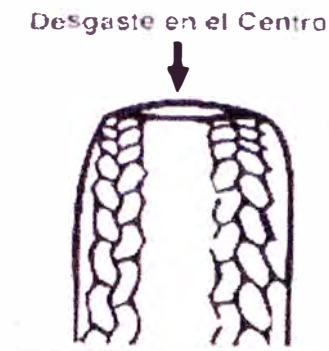
Conducir con una presión superior a la solicitada por el fabricante causa deterioros en la llanta y afecta el sistema de dirección. Además, 20% de exceso de presión representa una reducción de la vida útil de alrededor de 28%.

### **Presión equivocada es sinónimo de menor seguridad**

La presión alta causa menor adherencia. También en este caso, está en peligro la seguridad de los bienes y de las personas.

Esto ocasionaría los siguientes defectos:

- Desgaste más acentuado en la parte central de la banda de rodamiento.
- Reducción de la huella de pisada.
- Acentuada apertura de los canales de la banda de rodamiento con probabilidad de grietas.
- Excesiva tensión de los tejidos de la carcasa y aumento de la vulnerabilidad.
- Excesiva fatiga de los talones.
- Eventual dilatación permanente de la carcasa.
- Mayor rigidez de suspensión y pérdida de confort.
- Comportamiento anormal de conducción en curvas



**Figura 4.7 Sobrepresión de Inflado**



**Figura 4.8 Sobrepresión**

## 4.2.2 SOBRECARGA

### Carga

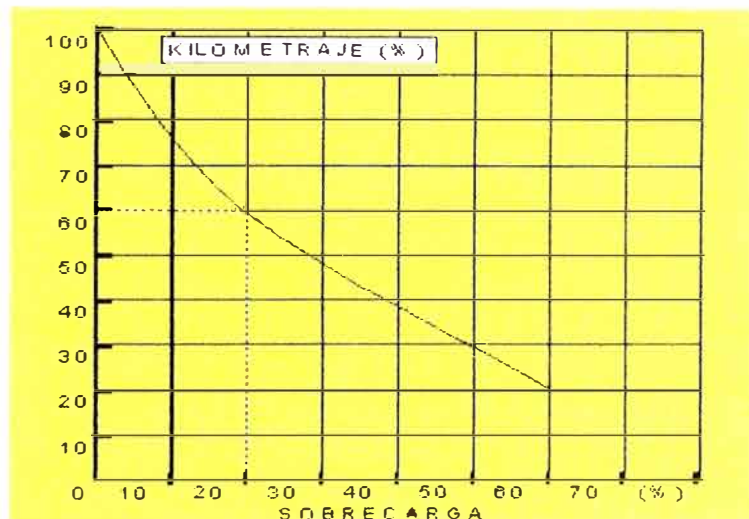
La Capacidad de Carga de un Neumático, es la capacidad de soportar un peso de acuerdo a sus características de fabricación y condiciones de uso, sin sufrir deformaciones.

Si se presenta o no la presión baja, la sobrecarga provoca los mismos efectos nocivos, pues ocasiona deflexión excesiva del neumático, y se presenta cuando la carga real recibida por el neumático, está por encima de la capacidad de carga máxima recomendada por el fabricante.

Además de ocasionar desgastes irregular en la banda de rodamiento, esa condición genera temperaturas elevadas (arriba de 100° C en el área de rodamiento) que puede resultar en la separación de la banda y de los pliegos.

La sobrecarga reduce drásticamente la vida útil de los neumáticos tal como es mostrado en la tabla siguiente.

**Tabla 4.1**



**Una sobrecarga de apenas 20% sobre la carga máxima recomendada producirá una pérdida de kilometraje equivalente al 30%.**

### Sobrecarga contra Kilometraje

Por otro lado, si la carga estuviera 20% debajo de la carga máxima recomendada, habría un aumento del 60% en el kilometraje del neumático como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 4.2**

CARGADO CON LA CAPACIDAD DE LA LLANTA	60.000 Km Kilometraje mínimo aproximado de la llanta con carga recomendada		
	Ud. Obtiene		Ud. Gana
10% DEBAJO DE LA CARGA	77 400 Km	17 400 Km	30%
20% DEBAJO DE LA CARGA	96 700 Km	17 400 Km	60%
30% DEBAJO DE LA CARGA	120 000 Km	17 400 Km	100%

## **Distribución de Carga en los ejes**

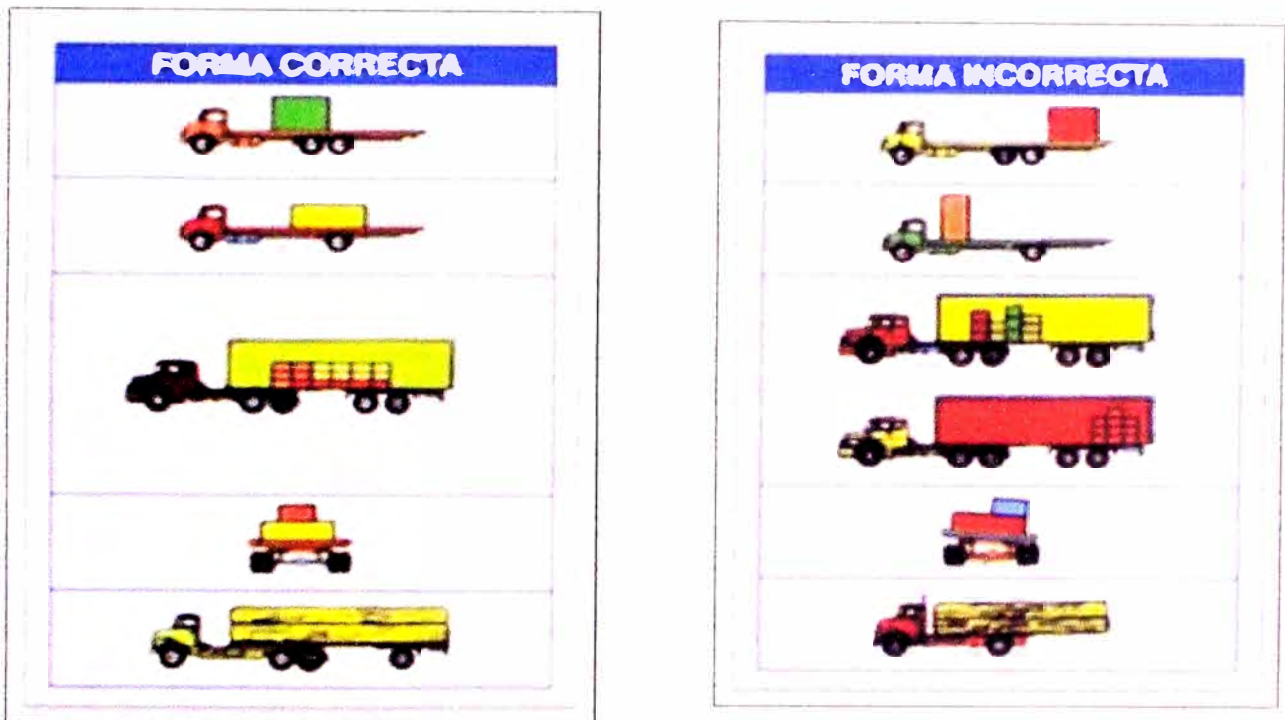
Para estar seguro que los neumáticos, tanto como otros componentes del vehículo, trabajan de forma satisfactoria, es importante realizar una distribución adecuada de la carga. Cuando incorrectamente distribuida, los neumáticos y otros componentes se desgastan prematuramente, la estabilidad y la propia maniobrabilidad del vehículo quedan comprometidas, aumentando los riesgos de accidentes.

La distribución de la carga en el vehículo es la parte del peso total que cada eje soporta. El peso total, además de la carga líquida o carga a ser remolcada, incluye el conjunto chasis-cabina, con combustible y tripulación.

Para determinar la carga por neumático en un camión, ómnibus o camioneta, se debe, antes que nada, pensar pesar el vehículo en los ejes delanteros y después en los ejes posteriores o viceversa. Esto permite determinar la carga por eje o por neumático. Si no se dispone de una báscula, el peso aproximado de la carga por eje puede ser calculado a través de simples fórmulas matemáticas.

Al cargar el vehículo, debe prevalecer siempre el buen criterio. Esto significa que la carga debe estar distribuida por igual, para evitar la sobrecarga en uno de los ejes o ruedas.





**Figura 4.9 Formas de Distribución de Carga**

### 4.2.3 VELOCIDAD

La velocidad es un gran generador de calor, y por lo tanto, uno de los principales enemigos del neumático, ya que al tener mayor fricción en la pista, se acelera el desgaste de la banda de rodadura.

### 4.2.4 AROS NO ESPECIFICADOS

Cada medida de neumático tiene un ancho de aro especificado, el cual va estampado en el aro del vehículo. Por ejemplo: El neumático 175/70SR13 debe utilizar un aro de 5 pulgadas de ancho. El neumático 12.00 18PR debe utilizar un aro de 8.5 pulgadas de ancho.

### 4.2.5 AROS DEFECTUOSOS

La utilización de aros impropios causa el aumento de la flexión en los costados del neumático, por lo que produce:

- Rajaduras circunferenciales en los costados.
- Rajaduras en las pestañas.
- Separación de los costados con la carcasa.
- Cortes en la pestaña que puede llegar hasta las lonas ocasionado por aro con filo o doblado.
- Degradación del caucho en la zona de pestaña ocasionado por aros oxidados, uso de selladores (cemento a base aceites o gasolina).

#### 4.2.6 FALTA DE ROTACIÓN

El desgaste de la banda de rotación de los neumáticos no es uniforme en todas las posiciones del vehículo, así tenemos que:

- En carreteras asfaltadas el mayor desgaste se produce en el eje direccional.
- En carreteras mixtas o afirmadas el mayor desgaste se produce en los ejes posteriores.
- En el conjunto de ejes posteriores el mayor desgaste se produce en el eje de tracción.

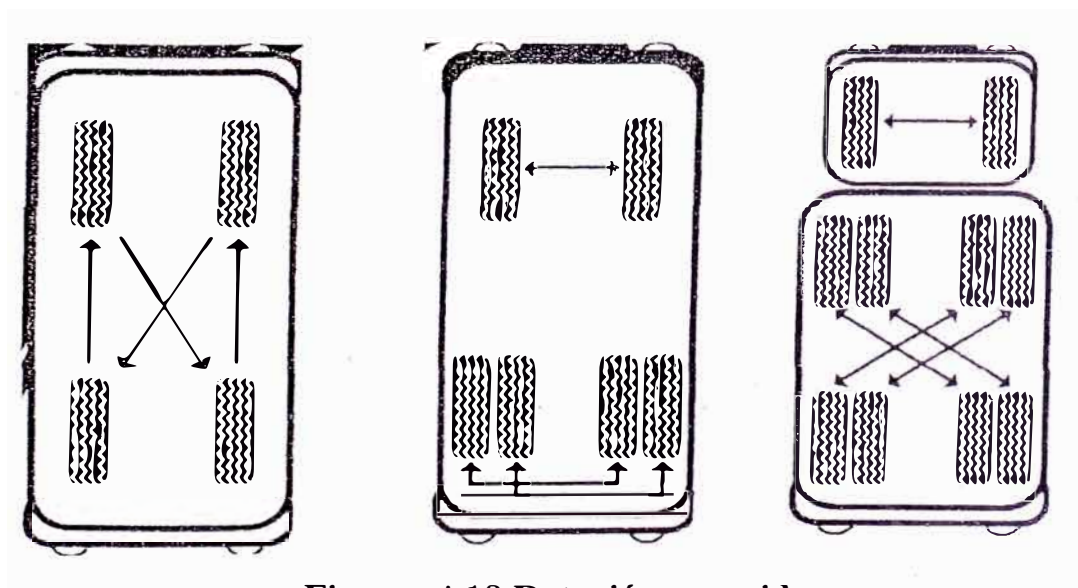


Figura 4.10 Rotación sugerida.



#### **4.2.7 COMBINACION DE DUALES**

La combinación y espacio de los neumáticos del vehículo en los duales tiene influencia directa en el kilometraje y capacidad de carga de los mismos. Cualquier condición que pueda ocasionar una distribución desigual de la carga o un enfriamiento insuficiente, puede resultar en serios daños a los neumáticos pues las mismas quedan sometidas a condiciones anormales que exceden a sus tolerancias.

##### **Combinación correcta de los duales**

Los neumáticos de un eje dual deben tener el mismo diámetro o circunferencia equitativa de la carga.

Si no se adopta esta norma, resulta en una condición de sobrecarga, El neumático con mayor diámetro es forzada a soportar mayor cantidad de carga, resultando en desgaste anormal de la banda de rodamiento y en muchos casos, daños irreparables en la carcasa del neumático y posiblemente la carrocería del vehículo sufran daños severos de descuadre o desviaciones.

Lo mismo sucede cuando los dos neumáticos están con presiones de aire diferente o cuando están forzadas por la corona exagerada de la carretera. Una vez que se origina la sobrecarga, se crea una fuente excesiva de calor (causada por la flexión anormal del costado) y un desgaste rápido de la banda, factores que reducirán la vida del neumático.

Existe una separación mínima entre neumáticos duales según sea la medida, la cual debe respetarse debido a que los neumáticos cuando están en servicio, el ancho de sección se expande lateralmente porque el calor que se genera por la fricción del

neumático con la superficie y la carga que soporta, produce un incremento de la presión de inflación.

En el montaje de duales además de combinar los diámetros y presiones, es muy importante que no se mezclen los neumáticos radiales con las convencionales en el mismo eje, debido a las diferentes características de deflexión de los dos tipos. Por esos mismos motivos **no se deben mezclar en el mismo eje neumáticos reencauchados con neumáticos nuevos**, así como neumáticos con diseño diferentes.

### **Espacio entre duales:**

El espacio correcto entre duales es importante. Muchas veces la vida útil de los duales es seriamente comprometida por causa del espacio insuficiente. El espacio insuficiente puede ser causado por:

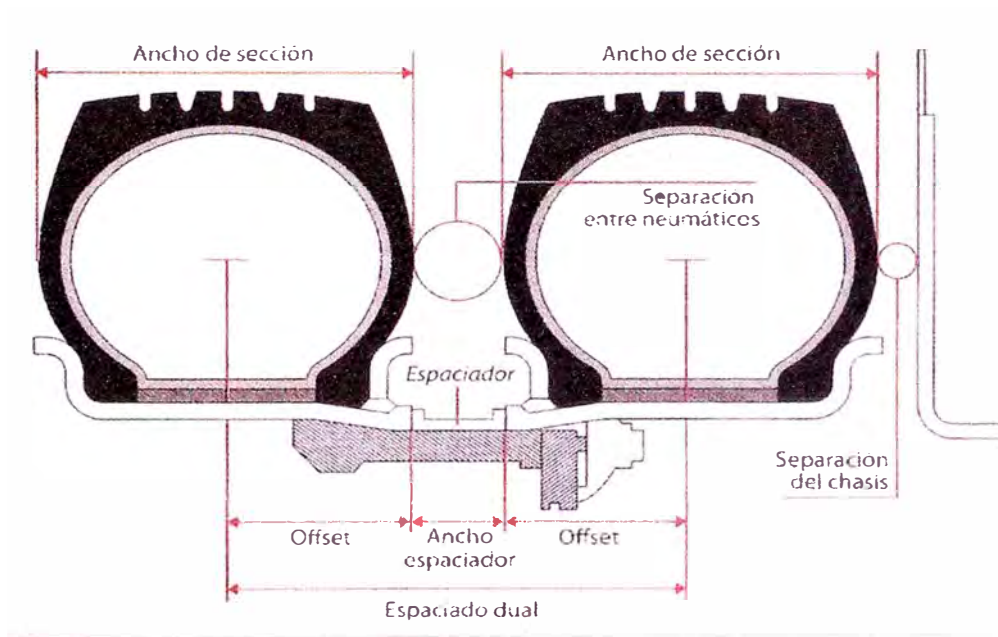
1. Neumático de mayor tamaño (que lo recomendado)
2. Neumáticos, aros y protectores incorrectos.
3. Sobrecarga y/o baja presión en condiciones extremas

Por otro lado si el espacio entre duales es demasiado grande, ocasionará arrastramiento de los neumáticos externas en las curvas. Se origina también una condición de sobrecarga, pues el neumático interna es forzada a soportar una porción mayor de la carga.

### **Verificando el espacio entre duales:**

La distancia de centro a centro de los duales debe estar de acuerdo con las especificaciones de espacio dado por los fabricantes. Esas informaciones están impresas en los folletos técnicos de cada tipo de neumático.

Su cálculo se basa en el uso de los aros correctos y presión máxima recomendada, que junto con las dimensiones del neumático inflada y cargada, dan las recomendaciones correctas del espacio entre duales.



**Figura 4.11 Separación entre duales**

## **CAPITULO 5**

### **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **5.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL TALLER**

La Empresa de Transportes de Pasajeros Vista Alegre, dentro del organigrama funcional del Taller de Mantenimiento cuenta con las siguientes divisiones:

Carrocería y Pintura, Neumáticos, Motores, Reparaciones urgentes, Electricidad, Limpieza y Lavado.

##### **5.1.1 TALLER DE MANTENIMIENTO DE NEUMÁTICOS**

El taller de mantenimiento de neumáticos en la mayoría de empresas de transporte con flotas considerables al igual que esta, contaba con lo siguiente:

- Una compresora Atlas Coppco de 200 Libras de presión.
- Una desenllantadora manual
- 04 palancas artesanales, para el armado y desarmado de llantas.
- 100 metros de manguera de aire de 250 libras y  $\phi$  318 con sus respectivos niples y acoples.
- 02 operarios llanteros

## 5.1.2 SISTEMA DE CONTROL DE NEUMÁTICOS

De acuerdo a una primera evaluación se observa un sistema informal de trabajo con muchas limitaciones, el control de neumáticos presenta las siguientes realidades: en los esquemas logísticos, operativos y administrativos.

### 5.1.2.1 ESQUEMA LOGÍSTICO

Se divide en dos secciones, compras y almacenes.

#### a) Sección Compras

La compra de neumáticos se realizaba directamente a través de distribuidores sin licitación, realizaban un cuadro comparativo entre marcas, como en la Tabla 5.1

**Tabla 5.1**

MARCA	TAMAÑO	PRECIO \$
BRIDGESTONE	11R22	430
GOOD YEAR	11R22	410
	295/80R22.5	405
MICHELIN	295/80R22.5	390
REENCAUCHE	11R22	110
	295/80R22.5	105

#### b) Sección de Abastecimiento (Almacenes)

- El ingreso y salida de neumáticos nuevos o reencauchados se registraban, mediante tarjetas manuales kardex.
- El marcado del neumático se efectuaba siguiendo una numeración correlativa, para ello se utiliza un marcador eléctrico, el cual se grababa en el flanco del neumático.

- El almacén controlaba el artículo neumático, más no el número correlativo para fines de inventario.
- El almacén controlaba únicamente neumáticos nuevos y reencauchados.
- No existía almacén de neumáticos desechados.
- No se cerraba un inventario mensual de neumáticos desechados.

#### **5.1.2.2 ESQUEMA OPERATIVO**

De acuerdo a la observación del desarrollo de las actividades en el taller se detectó:

- Los partes diarios de mantenimiento eran revisados por el supervisor, de presentarse cualquier pedido de cambio de neumáticos o reparaciones este comunicaba al llanero encargado y dejaba a su criterio el cambio de neumático.
- Los buses ingresaban al taller y los llaneros revisaban las llantas y según a su criterio personal definían el estado de operatividad de dicho bus.
- No se revisaba la presión de aire ni al ingreso ni a la salida; únicamente cuando algunos pilotos responsables lo solicitaban.
- Ingresaban buses al taller después de haber recorrido 5,000 a 6,000 km. y no se realizaban los relieves de los neumáticos, muchas veces llegaban con neumáticos cambiados, y salían nuevamente a servicio conforme habían llegado.
- El supervisor de mantenimiento no ejecutaba el seguimiento del neumático.
- Los llaneros informaban sobre la rotación de los neumáticos muy de vez en cuando.
- El empleado encargado no era informado sobre los cambios y rotaciones de neumáticos de bus a bus que se ejecutaban algunas veces en el taller.

- Se observó que llegaban muchos neumáticos destruidos (volados, impactados, cortaos, soplados y alambradas, etc.), los cuales se cambiaban sin la calificación técnica adecuada.
- Los neumáticos delanteros presentaban desgastes anormales en un gran porcentaje de buses.
- Se utilizan neumáticos, sin analizar las condiciones de carga, ni selección técnica.
- En el taller, únicamente se realizaban reparaciones menores por las limitaciones del taller.

### **5.1.2.3 ESQUEMA ADMINISTRATIVO**

El control de neumático estaba a cargo de un empleado sin los conocimientos técnicos adecuados, que tenía entre sus funciones:

- Coordinar con el supervisor para solicitar neumáticos para la flota.
- Informar sobre el consumo mensual de neumáticos.
- Tramitar algunos reclamos de neumáticos fallados.

Administrativamente el control de neumáticos se limitaba únicamente a lo siguiente.

- Llevar el ingreso y salida de neumáticos tanto nuevos como reencauchados en coordinación con el almacén mediante tarjetas kardex o en un cuaderno control.
- Registraba el ingreso de neumáticos nuevos a los buses en un cuaderno.
- Registraba la salida de neumáticos de desecho únicamente cuando eran retirados del taller.
- No se tenía control unitario por neumático ni se llevaba el control de kilometraje.
- No se registraba la rotación de neumáticos usados del taller al bus o viceversa.

## 5.2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Luego de visitar y encuestar a varios talleres de las empresas de transporte de pasajeros, respecto a las condiciones de operación, se dio resultado en las siguientes tablas:

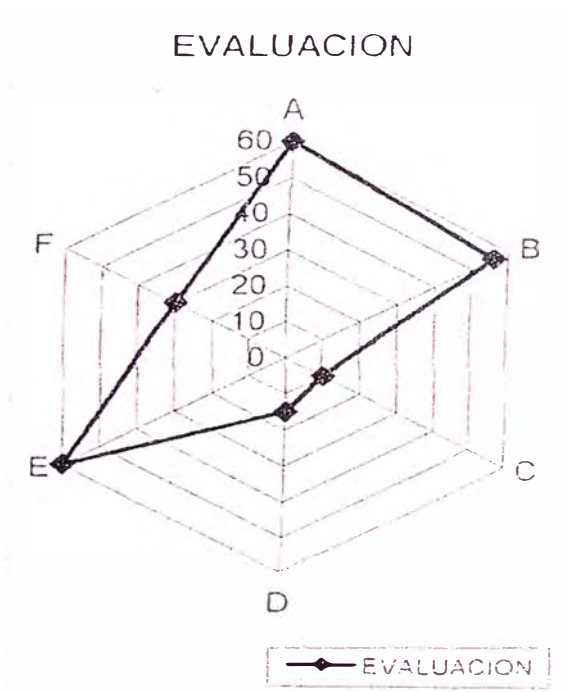
**Tabla 5.2**

ASPECTO	EVALUACIÓN (aceptación)	OBSERVACIONES
Niveles de Mano de Obra	60%	Mayoritariamente personal empírico (no calificado)
Tiempo ejecutado por tareas y la influencia en el equipo.	56%	Herramientas no adecuadas, pero realizado en tiempo aceptable.
Procedimiento de Trabajo.	10%	Mayoritariamente no tienen procedimiento escrito.
Entrenamiento del Personal	15%	Autodidactas, sin preparación y con poco entrenamiento.
Diseño y Esquema del Taller	60%	Amplios pero sin orden.
Equipamiento en el Taller	30%	No cuenta con maquinarias adecuadas para mejorar calidad.

**Tabla 5.3**

	ASPECTO	EVALUACIÓN
A	Niveles de Mano de Obra	60%
B	Tiempo ejecutado por tareas y la influencia en el equipo.	56%
C	Procedimiento de trabajo	10%
D	Entrenamiento del Personal	15%
E	Diseño y Esquema del Taller	60%
F	Equipamiento en el Taller	30%





**Figura 5.1 Diagrama de Comparación**

**Calificación: 100%: Perfecto; 60% Aceptable**

### **RESULTADOS DEL PRE-DIAGNÓSTICO DE LA MUESTRA**

Siendo uno de los principales problemas:

- Procedimiento de trabajo.
- Entrenamiento del personal
- Equipamiento del taller

Por lo que se llega a la conclusión de realizar las acciones siguientes en estos aspectos críticos

### **5.3 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

Es un procedimiento escrito y que es de fácil entendimiento para el personal del taller y que ayudará a mejorar los diferentes trabajos que se presenten.

#### **5.3.1 ASPECTOS GENERALES**

Todo miembro de la flota, registrará todos los neumáticos comprados y adquiridos en la oficina de flotas, con esto debe de registrarse y generar una data por unidad registrada, que indique los siguientes puntos: marca, modelo, medida, factor de carga, ubicación actual y posición, todo para un software de control.

Cargada la información, se podrá realizar partes diarios que reporta, número de neumáticos por máquina, inicio de operación, determina costo por kilómetro, vida útil, etc.

#### **5.3.2 MANTENIMIENTO DE LA PRESIÓN DEL NEUMATICO**

El neumático deben usarse con la presión correcta, inflarse a la presión recomendada por el fabricante del vehículo, en ausencia de esta información se deberá usar una tabla de presiones, dada por el proveedor de neumáticos. Se deberá revisar y mediar la presión del aire solo cuando el neumático esté frío.

Siempre usar tapa válvulas para evitar pérdidas de aire.

#### **5.3.3 MANTENIMIENTO DE LOS AROS**

Un buen servicio de mantenimiento del neumático incluye el aro, donde se tiene que tener en cuenta siempre una inspección visual que considere el estado, tomando en cuenta las formaciones, golpes, corrosiones, reparaciones, etc.

Se recomienda siempre verificar y eliminar los aros que están defectuosos.

### **5.3.4 MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE DIRECCIÓN Y SUSPENSIÓN**

#### **A. Alineamiento de la dirección**

Es importante que el neumático sea inspeccionado y registrado mensualmente, un mal alineamiento del vehículo, compromete el rendimiento del neumático, este problema genera un desgaste prematuro en la parte externa e interna del neumático y la velocidad de desgaste del neumático se incrementa.

#### **B. Suspensión**

Las fallas en la suspensión del vehículo es uno de los factores que aceleran el desgaste de un neumático, por lo que se tiene que verificar que esté en perfecto estado.

**Además el mantenimiento se completara con las siguientes actividades:**

#### **C. Rotación**

Se debe establecer una política de rotación de los neumáticos, cuya finalidad es tener un desgaste uniforme en los neumáticos.

#### **D. Control de distancia de los neumáticos duales**

Mantener la distancia recomendada entre neumático dual para evitar recalentamiento del neumático.

#### **E. Gemelados**

Se trata de emparejar lo más posible los diámetros de los neumáticos cuando son duales.

### **5.3.5 CONTROL DE MANTENIMIENTO EN SERVICIO**

La verificación por parte del chofer sobre los neumáticos, debe ser permanente, considerando los siguientes indicadores:

- Medición de la presión del aire a todos los neumáticos durante las mañanas, antes de empezar a operar, a la vez observar si hay cortes o golpe, tanto en los neumático como en los aros, cuando este en ruta.
- Mantener las velocidades adecuadas sin exceder los límites permisibles e índices de carga
- No sobrecargar los vehículos.
- El conductor deberá contar con un medidor de presiones en buen estado, para una verificación continua, cada 1,000 km en las estaciones de servicio de ruta.

### **5.4 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL**

Se tendrá capacitaciones permanentes a través de los mismos proveedores de neumático, que siempre están dispuestos a dictar charlas en forma gratuita, y éstas deben ser en forma trimestral.

### **5.5 EQUIPAMIENTO DEL TALLER**

Es muy importante que el taller cuente con todos los implementos, herramientas y maquinarias, de modo que permita realizar un mantenimiento básico, en todo lo que está involucrado alrededor de los neumáticos, y que comprenda operaciones de: Enllante, Balanceo, Alineamiento, Frenos, Amortiguadores, etc.

Se debe contar con todos los equipos necesarios para atender el mantenimiento y control de los neumáticos, un equipamiento deficiente trae como consecuencia serios problemas en el neumático.

1. Renovación adecuada de equipos.
2. Re-potenciamiento de equipos.
3. Mejoramiento de equipos.

Los equipos y herramientas, mínimo requeridos para la implementación del taller de neumáticos serán:

**Tabla 5.4**

<b>Cant.</b>	<b>Máquinas y Herramientas</b>	<b>Costo US \$</b>
01	Compresora 5hp	2000.00
02	Llaves de impacto, $\frac{1}{2}$ , $\frac{3}{4}$	800.00
02	Juego de palancas para enllantadora	400.00
01	Juego de herramientas varias, mangueras, medidor, etc.	1000.00
01	Computadora	600.00
	<b>Total</b>	<b>US\$ 4,800.00</b>

## **5.6 REPARACIÓN Y REENCAUCHE DEL NEUMÁTICO**

El principal objetivo de recuperar y/o salvar neumáticos averiados es incrementar el rendimiento, disminuir los costos operativos y lograr el mayor beneficio de la inversión del neumático, esto se logra con los siguientes servicios:

- Reparación de neumáticos.
- Reencauche de neumáticos.

### **5.6.1. REPARACIONES**

Este sistema de reparación permite recuperar neumáticos que en la operación del bus sufriera averías de diferentes tipos, como cortes, impactos con cortes profundos y daños por accidente.

Una carcasa dañada en su estructura, es un neumático disminuido en su capacidad de carga, y no podría trabajar en las condiciones que fue diseñado; si este neumático continúa recorriendo terminará dañándose por completo, empezando por sopladura, luego una separación por calor, y terminando en una desintegración total. Las consecuencias son pérdidas potenciales del rendimiento del neumático, mayor costo operativo.

### **5.6.2. CONTROL DEL RENDIMIENTO DEL NEUMÁTICO**

Es indispensable realizar un control de seguimiento de las condiciones de mantenimiento y operación.

Este control debe de realizarse mediante registro en formatos establecidos para dar cumplimiento estricto del trabajo realizado y/o la condición encontrada para la pronta solución.

## **5.7 CONTROL DEL MANTENIMIENTO**

Luego de establecer los procedimientos de trabajo en el taller y campo, se requiere de un medio de control y seguimiento de las condiciones de mantenimiento y operación que se está realizando en el neumático.

La manera más eficiente para conseguir este objetivo son las cartillas de mantenimiento y control; éstas cumplen una función muy importante en la vida del neumático, estos monitorean la condición y entregan datos importantes en el sistema

de información que puede ser computarizada, para luego realizar el análisis detallado de los cambios que están ocurriendo.

## 5.8 RECURSOS HUMANOS

Prioridad, siempre presente para un buen funcionamiento, se debe tener un programa forma y estructural.

**Tabla 5.5**

<b>Cantidad</b>	<b>Cargo</b>	<b>Sueldo en soles x mes</b>
01	Maestro	1800
02	Ayudantes	2000
01	Personal Administrativo	1200
	<b>Total</b>	<b>5,000</b>

**La inversión mensual en recursos humanos será de S/.5,000.00 para el pago de personal**

## **CAPITULO 6**

### **ANÁLISIS DE COSTOS**

#### **6.1 COSTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Se plantean los 3 sistemas importantes, que participan en el desgaste de los neumáticos, y poniendo como ejemplo a una unidad de una empresa de transporte, realizamos las siguientes descripciones.

##### **6.1.1 SELECCIÓN DE CRITICIDAD**

Primero se realiza la selección de criticidad a los sistemas mecánicos, establecidos como indica en el cuadro siguiente.

Sistemas mecánicos de los ómnibus relacionados con los neumáticos.

#### **DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

**(Tiempo promedios en años)**

**Tabla 6.1**

<b>1.0</b>	<b>SISTEMA DE SUSPENSIÓN</b>	<b>VIDA ÚTIL (Años)</b>	<b>TIEMPO DE USO (Años)</b>	<b>CRITICIDAD</b>
1.1	Muelles /Resorte /Bolsa de aire	5	10	1
1.2	Amortiguadores	5	10	1



Tabla 6.2

2.0	SISTEMA DE DIRECCIÓN	VIDA ÚTIL (Años)	TIEMPO DE USO (Años)	CRITICIDAD
2.1	Neumáticos	1	0.5	1
2.2	Caja de dirección/cremallera/hidráulica	12	10	2
2.3	Palanca o Brazos de dirección	5	5	1
2.4	Aros	10	10	1
2.5	Timón	12	10	3

Tabla 6.3

3.0	SISTEMA DE FRENOS	VIDA ÚTIL (Años)	TIEMPO DE USO (Años)	CRITICIDAD
3.1	Zapatillas de freno	2	1	1
3.2	Tambor de freno	5	5	1
3.3	Bomba de freno	12	10	1

Considerando para lo cual:

**-Críticidad 1:** La falla de estos sistemas afectaría considerablemente la productividad y las ganancias. Son los que su posible avería puede generar altos riesgos en la seguridad de los pasajeros y de la flota misma.

**-Críticidad 2:** Sistemas o equipos con altos costos de repuesto y problemas en su mantenimiento.

**-Críticidad 3:** Sistemas o equipos que requieren vigilancia para asegurar un rendimiento aceptable en su productividad.

### 6.1.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

- Sistema de suspensión
- Sistemas de dirección

- Sistemas de frenos.

### **Mantenimiento Correctivo:**

La empresa de Transporte trabaja sin un sistema organizado de mantenimiento, realizando solo actividades de reparaciones y atención de emergencias cuando ellas ocurren. Por lo tanto se realizan continuas paradas de la flota con pérdidas en horas dedicadas a realizar trabajos de reparaciones de mantenimiento.

En la tabla N° 1 se realiza el cálculo de costo total anual del mantenimiento correctivo, considerado la descripción de los sistemas y sub-sistemas mecánicos de mantenimiento correctivo.

### **Se aprecia en la Tabla N° 1**

**TOTAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ANUAL S/. 9,535.00 (por vehículo)**

## **6.2. COSTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

### **Mantenimiento Preventivo:**

Para este caso se va desarrollar el mantenimiento en inspecciones programadas para buscar evidencia de falla de equipos, para corregirlas en un lapso de tiempo que permita programar la reparación, sin que haya paro intempestivo.

Se realizarán actividades repetitivas (de inspección, lubricación, calibraciones, ajustes, limpieza) con base a frecuencias diarias, semanales, quincenales, mensuales, anuales, etc.

El cálculo del costo del mantenimiento preventivo, se calcula mediante el formato de operaciones indicando las actividades: frecuencia, tiempo, mano de obra, herramientas, material, repuestos, para cada equipo de cada sistema y sub-sistema.

Se adjuntan las siguientes tablas que controlan el costo del mantenimiento preventivo:

Resumen de costos de mantenimiento preventivo:

**Tabla 6.4**

<b>Referencia</b>	<b>SISTEMA DE SUSPENSION</b>	<b>S/. 560.10</b>
Tabla No 3	Muelles /Resorte /Bolsa de aire	S/. 163.40
Tabla No 4	Amortiguadores	S/. 396.70
<b>Referencia</b>	<b>SISTEMA DE DIRECCION</b>	<b>4,595..20</b>
Tabla No 5	Neumáticos	S/. 4,011.70
Tabla No 6	Caja de dirección/cremallera/ hidráulica	S/. 21.70
Tabla No 7	Palanca o Brazos de dirección	S/. 240.00
Tabla No 8	Aros	S/. 293.00
Tabla No 9	Timón	S/. 28.80
<b>Referencia</b>	<b>SISTEMA DE FRENOS</b>	<b>S/. 866.60</b>
Tabla No 10	Zapatas de freno	S/. 243.60
Tabla No 11	Tambor de freno	S/. 548.00
Tabla No 12	Bomba de freno	S/. 75.00

De estas tablas se desprende la tabla N° 13, que es el resumen de costos del mantenimiento preventivo anual.

#### **TOTAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL**

**S/. 6,021.90 (Por Vehículo)**

#### **6.3. ANÁLISIS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR VEHÍCULO**

EL COSTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO S/. 9,535.00

EL COSTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO S/. 6,021.90

EXISTE UNA DIFERENCIA DE S/. 3,513.10 ANUAL, por lo que si justifica hacer el cambio de sistema de correctivo a preventivo.

#### **6.4 COSTOS ADICIONALES**

Este programa se complementa con los siguientes costos:

- Mano de obra. 4,400 soles por mes, en 12 meses S/. 36,000.00
- Inversión inicial: US\$ 4,8000.00 equivalente a S/. 15,360.00
- Materiales e insumos 300 soles por mes y anual S/. 3,600.00

#### **6.5 COSTO POR NEUMÁTICOS**

Considerando que por cada vehículo se está ahorrando con el cambio de mantenimiento correctivo a mantenimiento preventivo, la cantidad de S/.3,513.10, y suponiendo que la flota que trabaja con el taller mecánico tiene 100 unidades, se estaría ahorrando en total, aproximadamente 351 mil soles, esto equivaldría a un ahorro aproximado de 313 neumático anuales, (considerando aproximadamente 1120 soles por neumático), aparte del ahorro por el incremento de duración de los neumáticos por la implementación del programa de mantenimiento preventivo.

## **CONCLUSIONES**

1. Concluimos luego del estudio y análisis del informe descrito, que es importante aplicar el programa de mantenimiento preventivo en una empresa de transportes, porque nos lleva a un ahorro considerable.
2. La aplicación del reencauche es clave para reducir significativamente los costos.
3. La utilización de neumáticos radiales ya es en forma masiva en nuestro transporte interprovincial de pasajeros debido a su durabilidad y ahorro de combustible.
4. La optimización del uso de neumáticos producto del mantenimiento preventivo nos implica un ahorro de combustible.
5. La implementación de este sistema de mantenimiento preventivo garantizará la seguridad de los pasajeros en los buses durante su traslado, ya que los neumáticos serán correctamente seleccionados respetando las normas técnicas de aplicación.
6. Las empresas de transporte con flota numerosa tendrán mayores beneficios en sus costos operacionales, al aplicar con efectividad este programa de mantenimiento.

## **RECOMENDACIONES**

1. El programa de mantenimiento preventivo que se ha implementado si bien es cierto se desarrolló para una flota de buses, es recomendable para ser usado en otros tipo de flotas.
2. El estado debe normar debe normar y reglamentar el ingreso de neumáticos que satisfagan condiciones de carga y utilización
3. La compra de neumáticos podrá ser programada ya que el control y mantenimiento integral de los mismos nos servirá para diseñar nuestra política de adquisición y reencauche, con los beneficios económicos que eso trae.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Manual de Herramientas y equipos para neumáticos MYERS - 1998
2. Manual del Ingeniero Mecánico MARKS – 1985
3. Norma Técnica Nacional de Neumáticos ITINTEC – 2000
4. Revistas mensuales sobre Transporte terrestre ANATEC – 2013
5. Información Técnica PTS S.A.- 2012
6. Neumáticos para camiones y buses michelin.com
7. Neumáticos para buses y camiones bfgoodrich.com
8. Capitulo Buses y Camiones- Volvo volvo.com
9. Reglamento Técnico para neumáticos Mint.Produc. – 2005
10. Curso Gestión de Mantenimiento Ing. Víctor Ortiz - 2012

## **TABLAS**

- Tabla 1: Descripción de sistemas en mantenimiento correctivo – Costo del mantenimiento correctivo
- Tabla 2: Programa de mantenimiento preventivo: operación, parada y renovación
- Tabla 3: Costo de mantenimiento preventivo muelles
- Tabla 4: Costo de mantenimiento preventivo amortiguadores.
- Tabla 5: Costo de mantenimiento preventivo neumáticos.
- Tabla 6: Costo de mantenimiento preventivo caja de timón /cremallera / hidráulica.
- Tabla 7: Costo de mantenimiento preventivo palanca o brazo de dirección
- Tabla 8: Costo de mantenimiento preventivo aros
- Tabla 9: Costo de mantenimiento preventivo timón
- Tabla 10: Costo de mantenimiento preventivo zapatas de freno.
- Tabla 11: Costo de mantenimiento preventivo tambor de freno.
- Tabla 12: Costo de mantenimiento preventivo bomba de freno.
- Tabla 13: Resumen de costo de mantenimiento preventivo anual.



**TABLA 1**

**COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

**DESCRIPCIÓN DEL LOS SISTEMAS (tiempos promedios)**

ítem	Sistema	Subsistema	falla eventual	Modo de Falla	Frec. (A)	T (H)	Costo Hh (B) (S/.)	Material (C) (S/.)	Costo de Parada (D) (S/.)	Pérdida total A*(B+C+D)
							CU Hh (S/.)	5	Costo de parada de Transporte (S/.)	50
1	SUSPENSIÓN	Muelles / Resortes / Bolsa de aire	mecánica	Rotura de muelle	1	4	20	500	200	S/. 720.00
2		Amortiguadores	mecánica	Vencido el amortiguador	2	5	25	300	250	S/. 1150.00
3	DIRECCIÓN	Neumáticos	mecánica	Voladura el neumático	3	4	20	1120	200	S/. 4020.00
4		Caja de timón	mecánica	Rotura de cremallera	2	8	40	180	400	S/. 1,240.00
5		Brazo de direcc.	mecánica	Rotura de brazo direcc.	1	3	15	80	150	S/. 245.00
6		Aros	mecánica	Rotura de aros	1	2	10	150	100	S/. 245.00
7		Timón	mecánica	Trabado de timón	2	4	20	50	200	S/. 540.00
8	FRENOS	Zapatas de freno	mecánica	No frena y resbala	3	3	15	80	150	S/. 735.00
9		Tambor de freno	mecánica	Rajadura de Tambor	1	5	25	150	250	S/. 425.00
10		Bomba de freno	mecánica	Fuga por la bomba	1	3	15	50	150	S/. 215.00
									<b>Costo Total Anual</b>	<b>S/. 9,535.00</b>



3.0	SISTEMA DE FRENOS	VIDA ÚTIL (años)	TIEMPO DE USO (años)	CRIT.	TAREAS PROGRAMADAS	Operación		Parada			Renovación		
						Diario	Semanal	Mensual	Bimensual	Semestral	Anual	Bianual	Quinquenal
3.1	Zapatillas de freno	2	1	1	Inspección visual y de ruido				X				
					Mantenimiento integral						X		
					Cambio de accesorios					X			
3.2	Tambor de freno	5	5	1	Inspección visual y de sonido				X				
					Mantenimiento integral, limpieza y regulación					X			
					Rectificación de tambor						X		
					Cambio de unidad								X
3.3	Bomba de freno	12	10		Inspección visual y de ruido					X			
					Prueba de fugas						X		

### TABLA 3

**COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

SISTEMA

SUSPENSIÓN

EQUIPO

Muelles /Resorte /Bolsa de Aire

CHH S/. 5.00

Tarea	Actividad	Frecuenc.	Tiempo (T) (Hrs.,)	M Obra (CHH) X (T) (A) (S/.)	Herram. (B) (S/.)	Material (C) (S/.)	Repuest. o. (D) (S/.)	Prod. (E) (S/.)	Sub. Total (A+B+C+D+E) (S/.)	# Veces	Total (S/.)
Inspección visual de Rajaduras y roturas	Operación	semanal	0.08	0.40					0.40	48	19.20
Inspección visual de llantas con cortes por deslizamientos	Operación	semanal	0.08	0.40					0.40	48	19,20
Verificación de pines de anclaje	Parada	bimensual	1	5.00	0.00				5.00	6	30.00
Limpieza general a la unidad	Parada	semestral	1	5.00	0.00	5.00			10.00	2	20.00
Engrase de partes móviles y de contacto	Parada	semestral	0.5	2.50	0.00	5.00			7.50	2	15.00
Medición de elongación	Parada	semestral	0.25	1.25	0.00	0.00			1.25	2	2.50
Cambio de la Unidad	Renovación	bianual	2	10.00	0.00	5.00	100.00		115.00	0.5	57.50
									Total General S/.		163.40

Frecuencia	Nº Veces
diaria	360
Semanal	48
Mensual	12
Bimensual	6
Semestral	2
Anual	1
Bianual	0.5

**TABLA 4**

**COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
**SISTEMA SUSPENSIÓN**  
**EQUIPO Amortiguadores**  
 CHH S/. 5.00

Tarea	Actividad	Frecuenc	Tiemp o (T) (Hrs.)	M. Obra (CHH) x (T) (A) (S/.)	Herra m. (B) (S/.)	Materia l (C) (S/..)	Repues to. (D) (S/.)	Prod.. (E) (S/.)	Sub. Total (A+B+C+D+ E) (S/.)	# Veces	Total (S/)} '
Inspección visual de rajaduras roturas	Parada	Quincenal	0.08	0.40					0.40	48	19,20
Engrase de partes móviles y de contacto	Parada	Semestral	1	5.00					5.00	48	240.00
Inspección de fugas de aceite	Parada	Bimensual	1	5.00	0.00				5.00	6	30.00
Cambio de equipo	Renovación	Bianual	3	15.00			200.00		215.00	0.5	107.50
<b>Total General</b>											<b>396.7</b>

Frecuencia	# Veces
Diaria	360
Semanal	48
Mensual	12
Bimensual	6
Semestral	2
Anual	1
Bianual	0.5

## TABLA 5

**COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
**SISTEMA DE DIRECCIÓN**  
**SISTEMA**  
**EQUIPO**  
**CHH S/. 5.00**  
**Neumáticos**

Tarea	Actividad	Frecuenc,	Tiempo (T) (Hrs.)	M. Obra (CHH) x (T) (A) (S/.)	Herram. (B) (S/.)	Material (C) (S/.)	Repuest. (D) (SI.)	Prod. (E) (S/.)	Sub. Total (A+B+C+D+E) (S/.)	# Veces	Total (S/.)
Verificación de presión de inflado	Operación	semanal	0.08	0.40	3.00				3.40	48	163.20
Inspección visual de posibles pinchaduras y roturas	Operación	semanal	0.08	0.40					0.40	48	19.20
Verificación de posibles fugas	Operación	semanal	0.17	0,85	0.00				0.85	48	40.80
Limpieza exterior	Operación	diario	0.17	0.85					0.85	360	306.00
Alineamiento	Parada	semestral	1	5.00	0.00	0.00			5,00	2	10.00
Rotación	Parada	semestral	2	10.00	0.00	0.00			10,00	2	20.00
Balanceo	Parada	bimensual	2	10.00	0.00	0.00			10,00	6	60.00
Camber	Parada	semestral	1	5.00	0.00	0.00			5,00	2	10.00
Caster	Parada	semestral	2	10.00	0.00	0.00			10,00	2	20.00
Cambio de unidad	Parada	Bianual	1	5.00	0.00	0.00	6720.00		6725.00	0.5	3,362.50
<b>Total General</b>										4,011.70	

Frecuencia	# Veces
Diaria	360
Semanal	48
Mensual	12
Bimensual	6
Semestral	2
Annual	1
Bianual	0.5

**TABLA 6**

**COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

SISTEMA

**SISTEMA DE DIRECCIÓN**

EQUIPO

**Caja de timón/cremallera/hidráulica**

CHH S/. 5.00

Tarea	Actividad	Frecuenc	Tiempo (T) (Hrs.)	M. Obra (CHH) x (T) (A) (S/..)	Herram. (B) (S/.)	Material (C) (S/.)	Repuest (D) (S/.)	Prod. (E) (S/.)	Sub. Total (A+B+C+D+E) (S/.)	# Veces	Total (S/.)
Inspección visual y de sonido	Parada	Semestr al	0.17	0.85					0.85	2	1.70
Engrase y lubricación general	Parada	Semestr al	2	10.00					10.00	2	20.00
<b>Total General</b>											<b>21.70</b>

Frecuencia	# Veces
diaria	360
Semanal	48
Mensual	12
Bimensual	6
Semestral	2
Anual	1
Bianual	0.5



### TABLA 7

**COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
**SISTEMA SISTEMA DE DIRECCIÓN**  
**EQUIPO Palanca o brazo de dirección**  
 CHH S/. 5.00

Tarea	Actividad	Frecuenc.	Tiempo (T) (Hrs.)	M. Obra (CHH) x (T) (A) (S/.)	Herram. (B) (S/-)	Mater. (C) (S/.)	Repue. (D) (S/.)	Prod. ( E) (S/.)	Sub. Total (A+B+C+ D+E) (S/.)	# Veces	Total (S/.)
Inspección visual y de sonido de la rueda	Parada	Semestral	1	5.00					5.00	2	10.00
Alineamiento	Parada	Semestral	3	15.00					15.00	2	30.00
Desmontaje y medición de juego	Parada	Semestral	3	15.00					15.00	2	30.00
y cambio total de elemento	Renovación	Anual	4	20.00		150.00			170.00	1	170.00
Total General									240.00		

Frecuencia	# Veces
Diaria	360
Semanal	48
Mensual	12
Bimensual	6
Semestral	2
Anual	1
Bianual	0.5



**TABLA 8**

**COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
 SISTEMA SISTEMA DE DIRECCIÓN  
 EQUIPO Aros  
 CHH S/. 5.00

Tarea	Actividad	Frecuenc.	Tiempo (T) (Hrs.)	M. Obra (CHH)x(T) (A) (S/.)	Herram (B) (S/.)	Material (C) (S/.)	Repuest. (D) (S/.)	Prod. (E) (S/.)	Sub. Total (A+B+C+D+E) (S/.)	# Veces	Total (S/.)
Inspección visual de posibles golpes y deformaciones	Parada	Semestral	1	5.00					5.00	2	10.00
Balanceo	Parada	Semestral	4	20.00					20.00	2	40.00
Cambio de unidad	Renovación	Quinquenal	3	15.00			1200		1215.00	0.2	243.00
<b>Total General</b>											293.00

Frecuencia	# Veces
Diaria	360
Semanal	48
Mensual	12
Bimensual	6
Semestral	2
Anual	1
Bianual	0.5

**TABLA 9**

**COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
**SISTEMA SISTEMA DE DIRECCIÓN**  
**EQUIPO Timón**  
 CHH S/. 5.00

Tarea	Actividad	Frecuenc.	Tiempo (T) (Hrs.)	M. Obra (CHH)x{T (A) (S/.)	Herram. (BJ (S/.)	Material (C) (S/.)	Repuest. (D) (s/.)	Prod. (E) (S/.)	Sub. Total (A+B+C+ D+E) (S/.)	# Veces	Total (S/.)
Inspección visual y de sonido	Operación	Semestral	0.12	0.60					0.60	48	28.80
<b>Total General</b>											28.80

Frecuencia	# Veces
Diaria	360
Semana	48
Mensual	12
Bimensual	6
Semestral	2
Anual	1
Bianual	0.5

**TABLA 10**

**COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
**SISTEMA SISTEMA DE FRENOS**  
**EQUIPO Zapatas de freno**  
 CHH S/. 5.00

Tarea	Actividad	Frecuenc.	Tiempo (T) (Hrs.)	M. Obra (CHH) x (T) (A) (S/.)	Herram. (B) (S/.)	Material (C) (S/.)	Repuest (D) (S/.)	Prod. (E) (S/.)	Sub. Total (A+B+C+D+E) (S/.)	# Veces	Total (S/.)
Inspección visual y de sonido	Parada	Bimensual	0.12	0.60					0.60	6	3.60
Mantenimiento integral	Renovación	Anual	4	20.00			200.00		220.00	1	220.00
Regulación de accesorios	Parada	Semestral	2	10.00					10.00	2	20.00
<b>Total General</b>											243.60

Frecuencia	# Veces
Diaria	360
Semanal	48
Mensual	12
Bimensual	6
Semestral	2
Anual	1
Bianual	0.5

**TABLA 11**

**COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
 SISTEMA SISTEMA DE FRENOS  
 EQUIPO Tambor de freno  
 CHH \$/ 5.00

Tarea	Actividad	Frecuenc.	Tiempo (T) (Hrs.)	M. Obra (CHH) x (T) (A) (S/.)	Herram. (B) (S/.)	Material (C) (S/.)	Rep. (D) (S/.)	Prod. (E) (S/.)	Sub. Total (A+B+C+D+E) (S/.)	# Veces	Total (S/.)
Inspección visual y de sonido	Parada	Bimensual	0.5	2.50					2.50	6	15.00
Mantenimiento integral	Parada	Semestral	3	15.00			200.00		215.00	1	220.00
Rectificación de tambor	Renovación	Anual	3	15,00	100.00				115.00	1	115.00
Cambio de unidad	Renovación	Quinquenal	3	15,00		1000.00			1015.00	0.2	203.00
<b>Total General</b>											<b>548.00</b>

Frecuencia	# Veces
Diaria	360
Semanal	48
Mensual	12
Bimensual	6
Semestral	2
Anual	1
Bianual	0.5

### TABLA 12

**COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
**SISTEMA SISTEMA DE FRENOS**  
**EQUIPO Bomba de freno**  
**CHH \$/ 5.00**

Tarea	Actividad	Frecuenc.	Tiempo (T) (Hrs.)	M. Obra (CHH) x (T) (A) (S/.)	Herram. (B) (S/.)	Materia! (C) (S/.)	Repuest. (D) (S/.)	Prod. (E) (S/.)	Sub, Tota! (A+B+C+ D+E) (S/.)	# Veces	Total (S/.)
Inspección visual y de sonido	Parada	Semestral	1	5.00					5.00	2	10.00
Prueba de fugas	Renovación	Anual	3	15.00		50.00			65.00	1	65.00
<b>Total General</b>										<b>75.00</b>	

Frecuencia	# Veces
Diaria	360
Semanal	48
Mensual	12
Bimensual	6
Semestral	2
Anual	1
Bianual	0.5

## TABLA 13

### RESUMEN DE COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

<b>SISTEMA DE SUSPENSIÓN</b>		<b>S/. 560.10</b>
Muelles / Reportes / Bolsas de aire	S/. 163.40	
Amortiguadores	S/. 396.70	
<b>SISTEMAS DE DIRECCIÓN</b>		<b>S/. 4,595.20</b>
Neumáticos	S/. 4,011.70	
Caja de timón/cremallera/hidráulica	S/. 21.70	
Palanca o brazo de dirección	S/. 240.00	
Aros	S/. 293.00	
Timón	S/. 28.80	
<b>SISTEMA DE FRENOS</b>		<b>S/. 866.60</b>
Zapatos de freno	S/. 243.60	
Tambor de freno	S/. 548.00	
Bomba de freno	S/. 75.00	

**TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL**

**S/. 6,021.90**

## **APÉNDICE**

- 1. Índice de Carga en los neumáticos.**
- 2. Índice de velocidad en los neumáticos**
- 3. Lectura de capacidad de carga y velocidad de un neumático**
- 4. Proceso de fabricación de neumáticos.**

# ÍNDICE DE CARGA

## Código de índices de carga

<b>Carga</b>	<b>lbs</b>	<b>kg</b>	<b>Carga</b>	<b>lbs</b>	<b>kg</b>	<b>Carga</b>	<b>lbs</b>	<b>kg</b>	<b>Carga</b>	<b>lbs</b>	<b>kg</b>
<b>74</b>	830	375	<b>98</b>	1650	750	<b>122</b>	3300	1500	<b>146</b>	6610	3000
<b>75</b>	850	387	<b>99</b>	1710	775	<b>123</b>	3410	1550	<b>147</b>	6780	3075
<b>76</b>	880	400	<b>100</b>	1760	800	<b>124</b>	3539	1600	<b>148</b>	6950	3150
<b>77</b>	910	402	<b>101</b>	1820	825	<b>125</b>	3640	1650	<b>149</b>	7170	3250
<b>78</b>	940	425	<b>102</b>	1870	850	<b>126</b>	3750	1700	<b>150</b>	7390	3350
<b>79</b>	960	437	<b>103</b>	1930	875	<b>127</b>	3860	1750	<b>151</b>	7610	3450
<b>80</b>	990	450	<b>104</b>	1980	900	<b>128</b>	3970	1800	<b>152</b>	7830	3550
<b>81</b>	1020	462	<b>105</b>	2040	925	<b>129</b>	4080	1850	<b>153</b>	8050	3650
<b>82</b>	1050	475	<b>106</b>	2090	950	<b>130</b>	4190	1900	<b>154</b>	8270	3750
<b>83</b>	1070	487	<b>107</b>	2150	975	<b>131</b>	4300	1950	<b>155</b>	8540	3875
<b>84</b>	1100	500	<b>108</b>	2200	1000	<b>132</b>	4410	2000	<b>156</b>	8820	4000
<b>85</b>	1130	515	<b>109</b>	2270	1030	<b>133</b>	4540	2060	<b>157</b>	9090	4125
<b>86</b>	1170	530	<b>110</b>	2340	1060	<b>134</b>	4670	2120	<b>158</b>	9370	4250
<b>87</b>	1200	545	<b>111</b>	2400	1090	<b>135</b>	4810	2180	<b>159</b>	9650	4375
<b>88</b>	1230	560	<b>112</b>	2470	1120	<b>136</b>	4940	2240	<b>160</b>	9920	4500
<b>89</b>	1280	580	<b>113</b>	2530	1150	<b>137</b>	5070	2300	<b>161</b>	10200	4625
<b>90</b>	1320	600	<b>114</b>	2600	1180	<b>138</b>	5200	2360	<b>162</b>	10470	4750
<b>91</b>	1360	615	<b>115</b>	2680	1215	<b>139</b>	5360	2430	<b>163</b>	10750	4875
<b>92</b>	1390	630	<b>116</b>	2760	1250	<b>140</b>	5510	2500	<b>164</b>	11020	5000
<b>93</b>	1430	650	<b>117</b>	2830	1285	<b>141</b>	5680	2575	<b>165</b>	11350	5150
<b>94</b>	1480	670	<b>118</b>	2910	1320	<b>142</b>	5840	2650	<b>166</b>	11690	5300
<b>95</b>	1520	690	<b>119</b>	3000	1360	<b>143</b>	6010	2725	<b>167</b>	12020	5450
<b>96</b>	1560	710	<b>120</b>	3090	1400	<b>144</b>	6170	2800	<b>168</b>	12350	5600
<b>97</b>	1610	730	<b>121</b>	3190	1450	<b>145</b>	6390	2900	<b>169</b>	12790	5800



## INDICE DE VELOCIDAD

**Tabla de índice de velocidad de neumáticos**

Simbolo de velocidad	Velocidad Kms/Hr	Simbolo de velocidad	Velocidad Kms/Hr
A1	5	K	110
A2	10	L	120
A3	15	M	130
A4	20	N	140
A5	25	P	150
A6	30	Q	160
A7	35	R	170
A8	40	S	180
B	50	T	190
C	60	U	200
D	65	H	210
E	70	V	240
F	80	W	270
G	90	Y	300
J	100		

# LECTURA DE CAPACIDAD DE CARGA Y VELOCIDAD MÁXIMA EN UN MEUMÁTICO



Load index 109 maximum load capacity 2271 lbs 1030 kg.

Índice de carga 109 máxima capacidad de carga 2271 lbs. 1030 kg.



# PROCESO DE FABRICACIÓN DE NEUMÁTICOS

