

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



MANUAL PARA EL CONTROL ADMINISTRATIVO DE NEUMÁTICOS
QUE SE UTILIZAN EN LAS FLOTAS DE VEHÍCULOS.

INFORME DE TESIS PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

HAROLDO RENÉ SALGUERO MORALES

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 1997

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

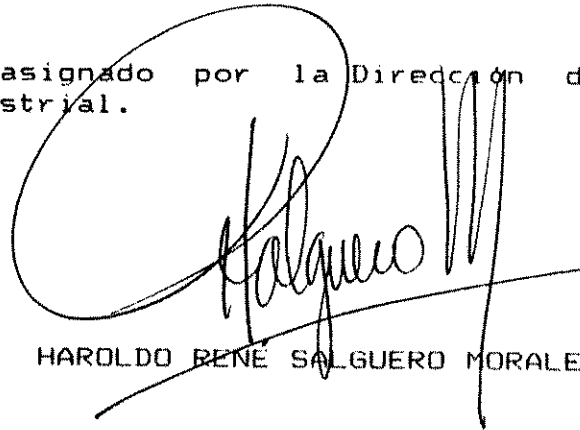
08
T(4009)
C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

MANUAL PARA EL CONTROL ADMINISTRATIVO DE LOS NEUMÁTICOS
QUE SE UTILIZAN EN LAS FLOTAS DE VEHÍCULOS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Industrial.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Haroldo René Salguero Morales". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

HAROLDO RENÉ SALGUERO MORALES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1º	Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra
VOCAL 2º	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL 3º	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL 4º	Ing. Víctor Rafael Lobos Aldana
VOCAL 5º	Br. Wagner Gustavo López Cáceres
SECRETARIA	Licda. Hilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Harold Wladimir Pérez Morataya
EXAMINADOR	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADOR	Ing. Jorge Peláez Castellanos
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

Guatemala, octubre 31 de 1,996

Ingeniero
Francisco Gómez
Coordinador del Area Administrativa
Escuela de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad

Ingeniero Gómez:

Atentamente me dirijo a usted para someter a su consideración el trabajo de tesis del estudiante **HAROLDO RENE SALGUERO MORALES** con carnet No. 8311030, previo a obtener el título de Ingeniero Industrial.

El trabajo en mención se titula **"MANUAL PARA EL CONTROL ADMINISTRATIVO DE NEUMATICOS UTILIZADOS EN LAS FLOTAS DE VEHICULOS"**. He asesorado y revisado el trabajo y considero que llena satisfactoriamente los requisitos para su aprobación.

Es importante señalar que este trabajo inicialmente se tituló **"DESARROLLO DE UN SISTEMA ADMINISTRATIVO PARA OBTENER EL MENOR COSTO POR KILOMETRO DE LOS NEUMATICOS UTILIZADOS EN LAS FLOTAS DE VEHICULOS"**, el cual, fue sustituido por: **"MANUAL PARA EL CONTROL ADMINISTRATIVO DE NEUMATICOS UTILIZADOS EN LAS FLOTAS DE VEHICULOS"**, al mismo tiempo que fue agregado un nuevo capítulo con los conocimientos básicos sobre los mismos.

Agradeciendo su atención a lo anteriormente descrito me reitero de usted.

Atentamente,



Ing. Gustavo Godoy
Asesor



FACULTAD DE INGENIERIA

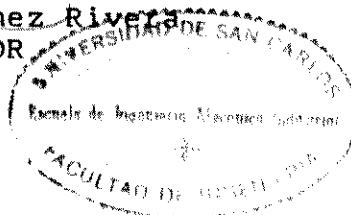
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador del Area Administrativa de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, al contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado **MANUAL PARA EL CONTROL ADMINISTRATIVO DE NEUMATICOS UTILIZADOS EN LAS FLOTAS DE VEHICULOS**, presentado por el estudiante universitario Haroldo René Salguero Morales, recomienda la aprobación del presente trabajo.

Y ENSEÑAR A TODOS


Ing. Francisco Gómez Rivera
COORDINADOR



Guatemala, noviembre de 1,996.

/emds



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

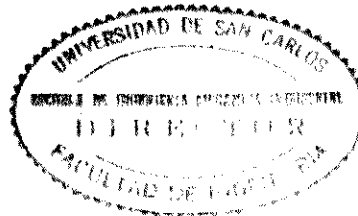
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Coordinador de Area, del Coordinador General de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **MANUAL PARA EL CONTROL ADMINISTRATIVO DE NEUMATICOS QUE SE UTILIZAN EN LAS FLOTAS DE VEHICULOS**, presentado por el estudiante universitario **Haroldo René Salguero Morales**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL

Guatemala, mayo de 1,997.



emds

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



FACULTAD DE INGENIERIA

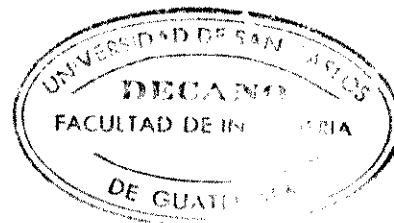
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado **MANUAL PARA EL CONTROL ADMINISTRATIVO DE NEUMATICOS QUE SE UTILIZAN EN LAS FLOTAS DE VEHICULOS**, presentado por el estudiante universitario **Haroldo René Salguero Morales**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, mayo de 1,997.-

emds

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

 Mi creador y guía.

MI FAMILIA

 Base fundamental de mi formación.

MIS PADRES

 Arnoldo Salguero Gudiel
 Elisa Morales Baley de Salguero,
 por su esfuerzo y apoyo.

MI ESPOSA

 Licda. Gloria Esperanza Maza de Salguero,
 por su apoyo y confianza.

MI HIJO

 Andrés José Salguero Maza,
 con mucho amor.

MI HERMANA

 Licda. Mirna Judith Salguero de Solís,
 con cariño.

MIS SOBRINOS

 Pablo Estuardo Solís Salguero
 Miguel Estuardo Solís Salguero,
 con cariño.

MIS ABUELOS

 Pablo Salguero Padilla
 Concepción Gudiel de Salguero
 Antonio Morales Arroyo
 Isabel Baley de Morales
 (Q.E.P.D.)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

 Por el conocimiento recibido.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A LOS INGENIEROS:

 Gustavo Godoy y Jorge Tabarini,
 Como un reconocimiento por el
 profesionalismo con el cual apoyaron la
 realización del presente trabajo de tesis.

INDICE

	Página
Introducción	1
Objetivos	2
1: CONCEPTOS GENERALES SOBRE NEUMÁTICOS	3
1.1 Historia de los neumáticos y reencauche ...	3
1.2 Definición de un neumático	4
1.3 Tipos de construcción	5
1.4 Dimensiones del conjunto neumático-aro	6
1.5 Serie (relación aspecto)	8
1.6 Nomenclatura de neumáticos	8
1.7 Selección y aplicación adecuada	9
1.8 Diseños de neumáticos	10
1.9 Neumático con tubo vrs. neumático sin tubo.	12
1.10 Mantenimiento de neumáticos	14
1.10.1 Presión de inflado	14
1.10.2 Distribución de la carga	17
1.10.2.1 Carga contra kilometraje ..	18
1.10.2.2 Sobrecarga	18
1.10.2.3 Combinación de duales	19
1.10.2.4 Espacio entre duales	20
1.10.3 Alineación	21
1.10.3.1 Eje delantero	21
1.10.3.2 Eje trasero	25
1.10.4 Rotación de los neumáticos	26
1.10.5 Marcado del número y/o iniciales en los neumáticos	27
1.10.6 Almacenaje	28

1.10.7 Reparaciones	28
1.10.7.1 Reparaciones de tubos	28
1.10.7.2 Reparaciones de neumáticos.	33
1.10.8 Reencauche	44
2: IMPLEMENTACION DE UN CONTROL ADMINISTRATIVO PARA NEUMÁTICOS	46
2.1 Control de los neumáticos almacenados o instalados en los vehículos	47
2.1.1) Almacenado nuevo y reencauchado	47
2.1.2) Instalado nuevo y reencauchado	48
2.1.3) Control de número de reencauches por casco	50
2.2 Control de rendimiento	50
2.2.1 Neumático nuevo	50
2.2.2 Neumático reencauchado	52
2.3 Control de presiones	52
2.4 Control de profundidad de labor	53
2.4.1 Neumáticos listos para reencauche ...	54
2.4.2 Neumáticos próximos para reencauche .	54
2.4.3 Neumáticos a eliminar de servicio ...	54
2.5 Control de desgaste irregular	54
2.5.1 Eje delantero	55
2.5.2 Eje trasero	55
2.6 Control de pérdida de neumáticos	56
2.6.1 Causa de daños	56
2.6.2 Medida y cantidad de neumáticos	56
2.6.3 Tipos de neumáticos	56

3: COSTOS A IMPLEMENTARSE EN UN CONTROL ADMINISTRATIVO PARA NEUMÁTICOS	57
3.1 Costo de rendimiento	57
3.1.1 Neumático nuevo	57
3.1.2 Neumático reencauchado	59
3.1.3 Costo por kilómetro	62
3.2 Costo de presiones incorrectas	67
3.3 Costo de profundidad de labor	68
3.4 Costo de desgaste irregular	69
3.5 Costo de neumáticos perdidos	70
4: BENEFICIOS (REDUCCION DE COSTOS) DE LA IMPLEMENTACION DE UN CONTROL ADMINISTRATIVO PARA NEUMÁTICOS	71
4.1 Optimización en la selección del neumático nuevo con el menor costo por kilómetro	71
4.2 Optimización en la selección de la banda de reencauche con el menor costo por kilómetro	74
4.3 Optimización del rendimiento del neumático	77
4.3.1 Tipo de terreno	78
4.3.2 Aros adecuados	78
4.3.3 Selección del neumático	78
4.3.4 Combinación de duales	78
4.3.5 Defectos mecánicos	78
4.3.6 Alineación	79
4.3.7 Presión de inflado	79
4.3.8 Distribución de carga	79
4.3.9 Rotación de neumáticos	79
4.3.10 Técnicas de manejo	80
4.3.11 Reparación de neumáticos	80
4.3.12 Reencauche de neumáticos	80
4.3.13 Pruebas de rendimiento	80
4.4 Optimización del consumo de combustible ...	80

	Página
4.5 Eliminación ó minimización de los problemas que ocasionan que los neumáticos se pierdan	82
4.6 Reducción de la compra de neumáticos nuevos	82
Conclusiones	83
Recomendaciones	84
Glosario	85
Anexo	86
Bibliografía	88

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INTRODUCCION

El presente trabajo de tesis, cuyo título es: MANUAL PARA EL CONTROL ADMINISTRATIVO DE NEUMÁTICOS UTILIZADOS EN LAS FLOTAS DE VEHÍCULOS, fue elaborado con el propósito que el gerente de operaciones, jefe de Tránsito o cualquier persona, que dentro de sus atribuciones laborales tenga bajo su control el rubro de los mismos, pueda reducir los costos en el consumo de neumáticos a través de la implementación de un Control Administrativo.

Al mismo tiempo que este trabajo de tesis pretende contribuir en la actividad laboral del Departamento de Operaciones en la reducción de sus costos de operación, es importante mencionar que el lector, además de encontrar la teoría necesaria para introducirlo en el uso, cuidado y mantenimiento de los neumáticos, aprenderá a calcular el costo por kilómetro tanto del neumático nuevo como del reencauchado, y lo más importante, cómo optimizar sus neumáticos para la reducción de sus costos de operación.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Proporcionar a las empresas, en general, un manual de control administrativo que optimice el uso de neumáticos, con el propósito de reducir los costos de operación en este rubro y a la vez aumentar sus utilidades.

Objetivos específicos:

- Reducción de los costos en el uso de neumáticos.
- Contribuir a facilitar la toma de decisión, basándonos en los controles administrativos que este trabajo contiene.
- Facilitar los conocimientos básicos en cuanto a los controles administrativos, necesarios en el uso y control del rendimiento de los neumáticos.
- Facilitar a las personas, en general, los conocimientos básicos sobre el uso, cuidado y mantenimiento de los neumáticos.

1) CONCEPTOS GENERALES SOBRE NEUMÁTICOS

Si tomamos en cuenta que para la mayoría de las personas los neumáticos son negros, redondos y simples y que se preguntan por qué un neumático de una misma medida y marca cuesta más que otro similar, es en esta primera parte de este trabajo de tesis donde el lector, adquirirá los conocimientos básicos sobre neumáticos.

En este trabajo de tesis el lector encontrará las diferencias entre un neumático radial y uno convencional, las dimensiones más importantes, la forma correcta de leer las inscripciones en los laterales de los neumáticos, la distribución de la carga, los ángulos de alineación, la importancia de las reparaciones de neumáticos y todo lo relacionado con el uso, cuidado y mantenimiento de los mismos.

1.1) HISTORIA DE LOS NEUMÁTICOS Y REENCAUCHES

El 20 de diciembre de 1800, en la pequeña ciudad de New Haven, en el estado norteamericano de Connecticut, nació Charles Goodyear, descubridor del proceso de vulcanización e iniciador de una nueva era en la industria mundial.

Eran los fecundos primeros años del primer país independiente de América; toda la vida Charles Goodyear asumiría el carácter de símbolo del esfuerzo por el progreso.

Tenía poco más de treinta años cuando se despertó el interés por el hule, esa curiosa materia natural segregada por un árbol de los trópicos, la *Hevea Brasiliensis*, y se propuso lograr con él una sustancia que conserva la primitiva elasticidad, sin endurecerse en el invierno ni derretirse en el verano.

Muchas pruebas sucedieron hasta aquel 23 de febrero de 1839, cuando Charles Goodyear colocó en su estufa un trozo de hule mezclado con azufre. El hule se transformó. El calor y el azufre habían cambiado sus características, dando respuesta al problema de cómo hacer de él un producto elástico y a la vez consistente. Había nacido la vulcanización.

Las primeras ruedas de camión eran de caucho sólido y tenían la desventaja de una superficie desigual que gastaba el equipo y fatigaba a los pasajeros. Una velocidad de más de

15 kilómetros por hora, causaba que la espesa masa de caucho acumulara calor y fallara.

En 1845 se desarrolló el neumático (contenedor de aire). Este nuevo neumático no se comercializó hasta que John Dunlop los utilizó en bicicletas en 1888. Aunque se usaron en los primeros automóviles, los neumáticos recién inventados no podían cumplir con los requerimientos de carga de un camión pesado.

Finalmente, en el principio de los años 20, la invención de los neumáticos de alta presión, permitió que los camiones pesados cambiaran a neumáticos de alta velocidad y suave recorrido.

Los neumáticos dieron una fuerza motivadora en la evolución del camión. La capacidad de una velocidad más alta requirió camiones más grandes y de más capacidad. A su vez, el desarrollo de los neumáticos y los camiones impulsaron el fomento rápido de la industria de transporte.

La evolución de los reencauches comenzó en 1915, cuando la Gates Rubber Company sujetó con una cinta metálica pedazos de cuero a unos neumáticos desgastados, así se inventó el reencauche. Estas nuevas "bandas" dieron a los camiones un neumático con una vida útil más larga. El mismo concepto (la economía) es un principio básico del reencauche de hoy.

Unos años después, se inventaron los moldes para vulcanizar la unidad del caucho crudo y el neumático liso. Primero se raspó manualmente el neumático liso, a la superficie raspada se le aplicó una capa de cemento (pegamento) y se aplicó el caucho crudo a la superficie encementada. La unidad fue colocada en un molde metálico (para elaborar el diseño de rodamiento) y vulcanizada sobre fuego de carbón de leña. Fue un proceso lento e ineficiente, sólo una tercera parte del casco podía ser vulcanizada a la vez. Se inventó la vulcanización en molde circular en 1925.

En 1957, un hombre de negocios del estado de Iowa, Roy Carver, descubrió una técnica nueva para el reencauche practicada por una planta pequeña en Alemania. Vulcanizaban la banda por separado en un molde, simultáneamente formando el diseño, la banda precurada (vulcanizada) podía ser aplicada y unida a los neumáticos más tarde.
(Referencias No. 8 y 15)

1.2) DEFINICIÓN DE UN NEUMÁTICO:

El neumático es un objeto mecánico hecho de hule, sustancias químicas, textiles, acero y otros materiales, la cual cuando es montada en el rim (aro), da movimiento y

contiene un fluido compresible (aire) que soporta la carga.

FUNCIONES DE UN NEUMÁTICO:

- Retiene el volumen de aire.
 - Soporta el peso del vehículo.
 - Contribuye a la suspensión o flotación del vehículo.
 - Proporciona aislamiento o amortiguación a los choques debidos a las irregularidades del camino y carreteras.
 - Ayuda en la dirección o control del vehículo.
 - Facilita el movimiento del vehículo al transmitir la potencia del motor a su superficie.
 - Proporciona tracción para el frenaje.
 - Da la necesaria maniobrabilidad del vehículo.
- (Referencia No. 10)

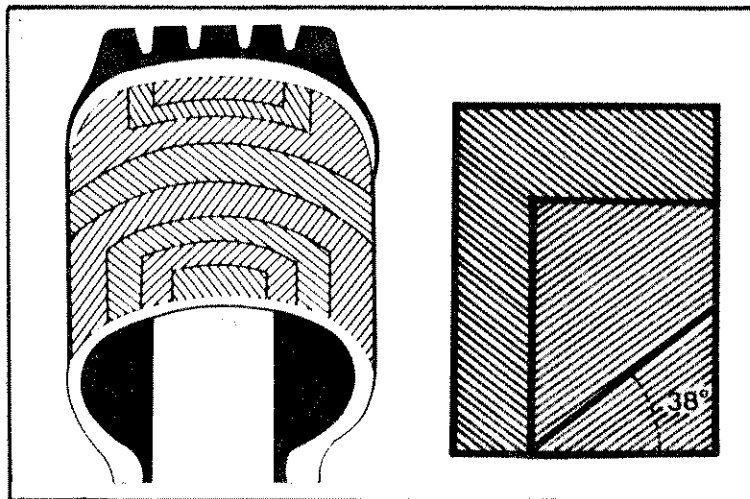
1.3) TIPOS DE CONSTRUCCIÓN:

Existen dos tipos de construcción de neumáticos:

- . Construcción diagonal o convencional
- . Construcción radial

1.3.1) CONSTRUCCIÓN DIAGONAL:

En la construcción diagonal (convencional) las cuerdas de las lonas se extienden de pestaña(*) a pestaña diagonalmente, formando un ángulo aproximadamente de 38º grados en relación a la línea central de la banda de rodamiento. Las capas de nylon se sobreponen y los angulos de las cuerdas quedan en sentidos opuestos. (Referencias No. 7, 10 y 13).



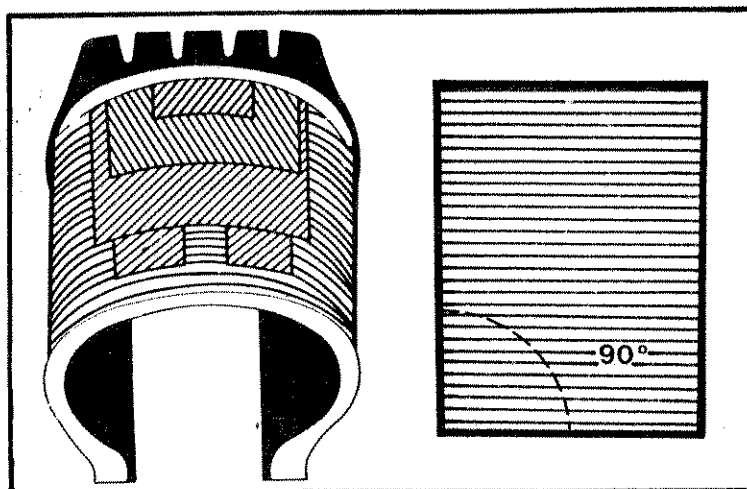
(*) Véase Glosario.

1.3.2) CONSTRUCCIÓN RADIAL:

En la construcción radial se destacan dos características:

- Las cuerdas de la capa de acero del armazón se extienden transversalmente de ceja a ceja, formando un ángulo recto en relación con la línea central de la banda de rodamiento.
- El conjunto de cinturones de acero que circundan al armazón.

(Referencias No. 7, 10 y 13)



1.4) DIMENSIONES DEL CONJUNTO NEUMÁTICO-ARO (RIM):

- 1) **Ancho de sección:** es la distancia que existe de la parte exterior de un costado a la parte exterior del otro costado (ancho) de un neumático nuevo, montado en el aro especificado, inflado a la presión recomendada, sin carga y sin incluir las rayas de protección, decorativas o inscripciones.
- 2) **Ancho de sección con carga:** es el ancho de un neumático nuevo montado en su aro, inflado a la presión recomendada, con carga.
- 3) **Ancho total de la sección:** es el ancho de un neumático nuevo montado en su aro e inflado a la presión recomendada, sin carga e incluyendo las rayas de protección, decorativas o inscripciones.
- 4) **Diámetro externo del neumático:** es el diámetro de un neumático nuevo montado en su aro, inflado a la presión recomendada y sin carga. En la ilustración se tomó dos veces el radio.

- 5) **Diámetro interno:** es la distancia de un lado al otro de la pestaña, en el área de asiento. Esta distancia es similar al diámetro del aro para el cual está diseñado el neumático.
- 6) **Altura de sección de un neumático:** es la distancia entre la base del aro y la altura máxima del neumático.
- 7) **Radio estático de un neumático con carga:** es la distancia entre la superficie del suelo y el centro del eje bajo condiciones de carga.
- 8) **Espacio mínimo entre duales:** es la distancia mínima recomendada entre neumático y neumático, medida entre las líneas centrales de los aros en los duales.
(Referencias No. 1, 3 y 7).

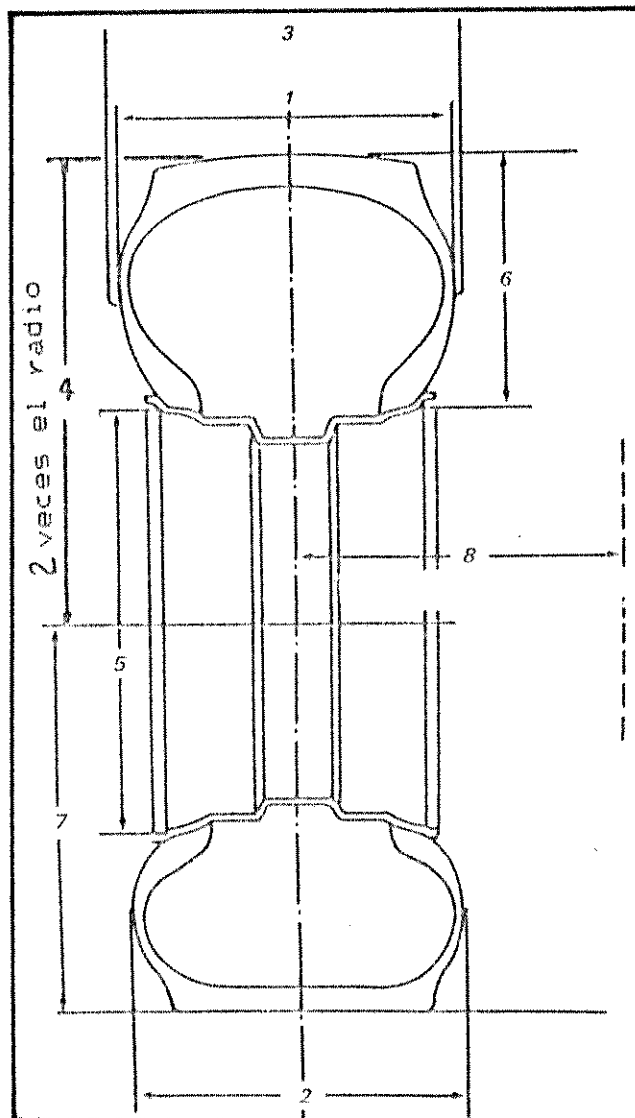
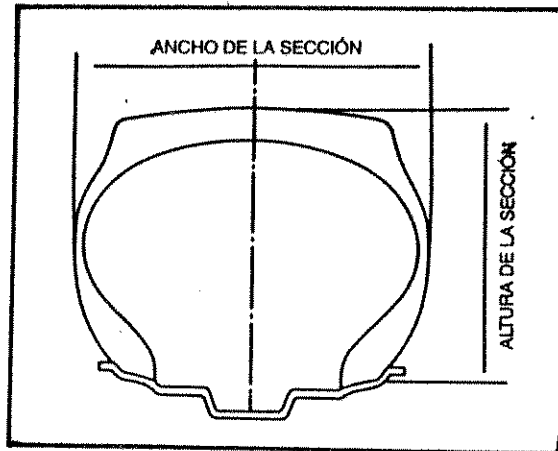


FIGURA DEL CONJUNTO NEUMÁTICO-ARO

1.5) SERIE (RELACIÓN ASPECTO):

La serie o relación aspecto, es la relación que existe entre la altura de sección, con respecto al ancho de sección de un neumático montado en su aro e inflado a la presión recomendada. Por ejemplo, un neumático con 75 de relación aspecto, nos indica que la altura de sección representa el 75% del ancho de sección. (Referencias No. 11, 13)



1.6) NOMENCLATURA DE NEUMÁTICOS:

La nomenclatura debe considerarse como una definición de las dimensiones básicas de un neumático y no como dimensiones exactas de la misma.

Ejemplos: 1) 1000R20

1000 = Ancho de sección en pulgadas. (10 Pulg.)
 R = Indica que la construcción es radial.
 20 = Diámetro del aro en pulgadas.

2) 11R24.5

11 = Ancho de sección en pulgadas.
 R = Indica que la construcción es radial.
 24.5 = Diámetro del aro en pulgadas.

3) 295/80R22.5

295 = Ancho de sección en milímetros.
 80 = Serie (Relación Aspecto).
 R = Indica que la construcción es radial.
 22.5 = Diámetro del aro en pulgadas.

4) 900-20

900 = Ancho de sección en pulgadas. (9 Pulg.)

- = La ausencia de la letra "R" entre la designación del ancho y el diámetro del aro indica que la llanta es de construcción diagonal (convencional).

20 = Diámetro del aro en pulgadas.

(Referencias No. 7, 10, 13 y 14)

1.7) SELECCIÓN Y APLICACIÓN ADECUADA:

Los vehículos son utilizados para transportar diferentes productos sobre distintas superficies y con recorridos variables. Por eso, la selección y aplicación correcta de los neumáticos es uno de los factores económicos más importantes del transporte.

La productividad y el costo unitario de carga útil puede depender más del desempeño del neumático que de cualquier otro aspecto.

Para la selección correcta de un neumático se debe considerar lo siguiente:

- Tipo de servicio y recorrido.
- Medida del rim.
- Capacidad correcta de carga.
- Diseño adecuado de la banda de rodamiento.

Los fabricantes de neumáticos designan los límites de capacidad máxima de carga para cada medida de neumático, a una cierta presión de aire y en una determinada posición en el vehículo; factores que pueden afectar su desempeño en un tipo específico de servicio.

Los factores tales como: distancia, recorrido y condiciones de terreno de trabajo, sólo en la práctica se pueden evaluar; sin embargo, simplemente por medio de la lectura de los folletos y otros materiales impresos ofrecidos por los fabricantes de neumáticos, el usuario puede sacar conclusiones referentes a medidas, diseño, desempeño y tipos de neumáticos que mejor satisfagan sus necesidades.

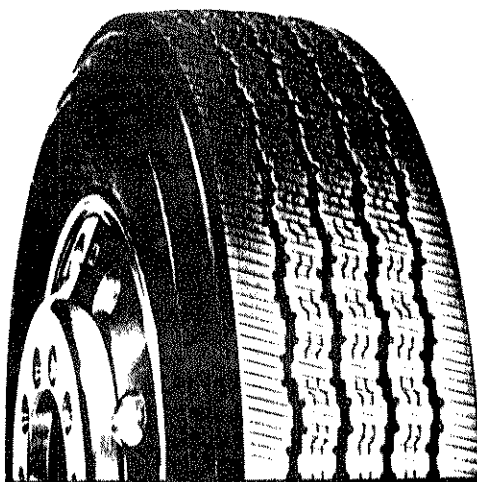
1.8) DISEÑOS DE NEUMÁTICOS:

Existen tres diferentes diseños básicos de bandas de rodamiento los cuales se describen a continuación:

1.8.1) Direccional:

Los neumáticos direccionales pueden montarse en todas las posiciones. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que los neumáticos de este tipo, alcanzan su mejor rendimiento cuando se montan en ejes direccionales o libres. El diseño de la banda de rodamiento en los neumáticos direccionales ofrece principalmente, excelente maniobrabilidad y baja resistencia al rodamiento.

La aplicación de este diseño es 100% sobre carretera asfaltada.



Direccional

1.8.2) Tracción:

Los neumáticos de tracción se desarrollaron para equipar los ejes de tracción. La banda de rodamiento es más gruesa y más plana que el de los neumáticos direccionales, debido a que los ejes de tracción generan un desgaste más acelerado en los neumáticos que en los ejes libres.

Este diseño es utilizado en ejes de tracción (carretera asfaltada y/o terracería)

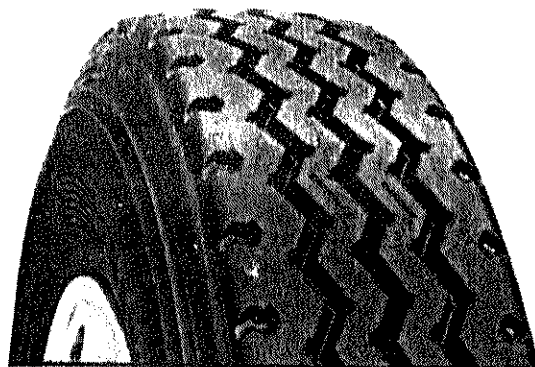


Tracción

1.8.3) Doble Servicio:




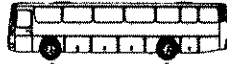
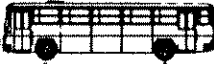
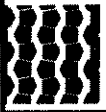
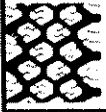


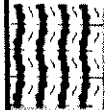
Los neumáticos de este tipo son fabricados para usarse en situaciones específicas donde el desgaste acelerado y el riesgo de daños es constante. Terrenos y superficies ásperas, accidentadas y otros tipos de condiciones severas de trabajo se superan con mayor eficiencia con estas llantas.

Este diseño debe utilizarse un 80% en carretera asfaltada y un 20% sobre camino no pavimentado. (Referencia No. 8 y 9)



Doble Servicio

RECOMENDACIONES PARA APLICACIÓN DE DISEÑOS

	RECORRIDO CORTO	RECORRIDO LARGO	SERVICIO MIXTO	INTER-URBANO	URBANO
					
	●	●	●	●	●
	●	●	●	●	●
	●	▲	▲	▲	▲
	●	●	●	●	●
	●	●	●	●	●

Neumático Opcional= ▲

Neumático Recomendado= ●

1.9) NEUMÁTICO CON TUBO VRS. NEUMÁTICO SIN TUBO

1.9.1) Neumático con Tubo:

Si se opta por neumáticos de tipo con tubo, es importante seleccionar el tubo(*) y el protector(*) adecuados, debido a que estos varían con las diferentes medidas de neumáticos.

TABLA DE CORRESPONDENCIA

Neumático	Protector	Tubo
900-20	16N900	900-20
1000-20	20-8.0	1000-20
1100-20	20-8.0	1100R20
1100-22	22-8.0	1100R22
1000R20	20RB.0	1000R20
1100R20	20RB.0	1100R20
1100R22	22RB.0	1100R22

(*) Véase Glosario.

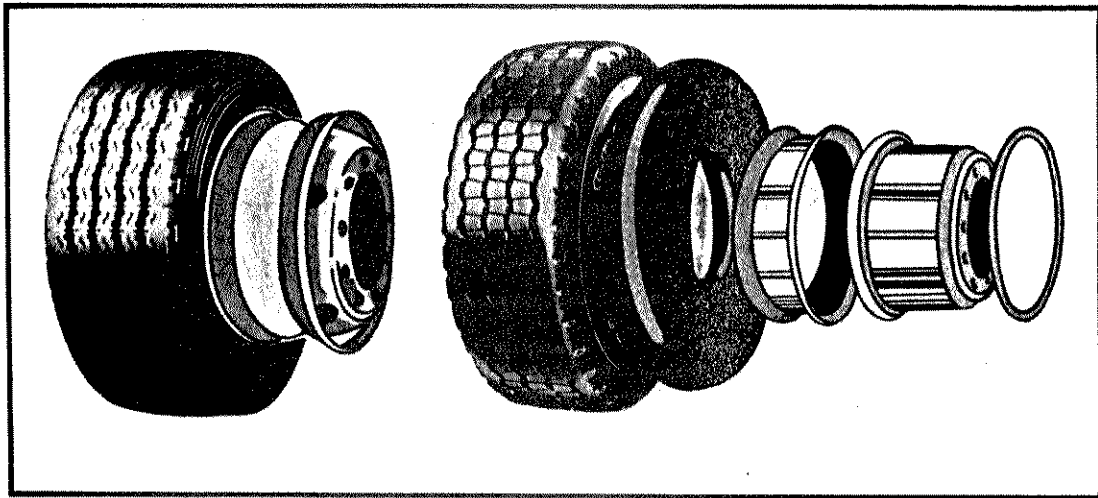
1.9.2) Neumático sin Tubo:

Los neumáticos sin tubo para vehículos tienen las siguientes ventajas:

Seguridad y simplificación en el montaje:

El neumático sin tubo simplifica el montaje ya que se elimina la colocación del tubo y protector. Además, el uso de los aros para neumáticos sin tubo elimina el uso de los arillos de seguridad.

El tiempo para montar un neumático sin tubo es aproximadamente un 50% menor que el neumático con tubo.



1.9.2.1) Reducción de las unidades de inventario:

Con la eliminación del tubo, protector y arillo(*), la posibilidad de piezas defectuosas o dañadas es mucho menor. Esto naturalmente se refleja también en la reducción de piezas que se necesita tener en existencia.

1.9.2.2) Reducción de atrasos en la carretera:

Cuando un neumático sin tubo sufre un pinchazo por un material punzocortante generalmente la pérdida de la presión de aire no es tan rápida como la del tipo con tubo. El forro interior del neumático sin tubo tiende a fijarse alrededor del objeto penetrante impidiendo la fuga rápida de aire. (Referencias No. 5, 10 y 13)

(*). Véase Glosario.

TABLA DE CORRESPONDENCIA PARA NEUMÁTICOS Y AROS

Neumáticos con Tubo:

Neumáticos	Aros especificados (Ancho en pulgadas)
9.00R20	7.0, 7.00T, 7.0T5°
10.00R20	7.5, 7.50V, 7.5V5°
11.00R20	8.0, 8.00V, 8.0V5°
11.00R22	8.0, 8.00V, 8.0V5°

Neumáticos sin Tubo:

Neumáticos	Aros especificados (Ancho en pulgadas)
10R22.5	6.75, 7.50
11R22.5	7.50, 8.25
12R22.5	8.25, 9.00
12R24.5	8.25, 9.00
11R24.5	8.25

(Referencia No. 7)

1.10) MANTENIMIENTO:

1.10.1) PRESIÓN DE INFLADO:

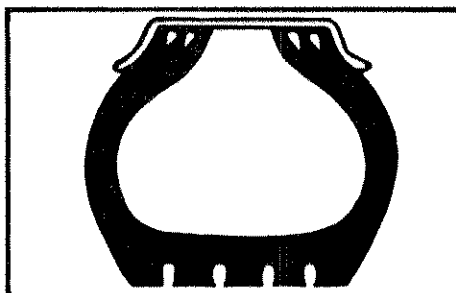
En el mantenimiento preventivo de los neumáticos de vehículos, la parte más importante y de menor costo operacional, es el mantenimiento de la presión correcta de aire. Por lo tanto, se debe verificar la presión de aire periódicamente, considerando los siguientes aspectos:

- Verifique la presión de inflado semanalmente o como máximo cada 15 días con los neumáticos fríos; es decir, antes de iniciar el recorrido del vehículo.
- Verifique la precisión de los calibradores(*) con un calibrador maestro(*) por lo menos una vez cada dos meses.
- Cuando la presión de aire de un neumático se encuentre un 15% abajo de la recomendada, se debe investigar la causa y corregirla antes de colocar el neumático nuevamente en servicio.
- Use siempre tapones metálicos en las válvulas debidamente apretados.
- Nunca "le quite aire" a los neumáticos cuando estén calientes para aliviar la presión de aire. Los neumáticos son construidos para soportar el aumento de temperatura en servicio, así como el aumento de la presión resultante que es aproximadamente de un 10% a 15%.

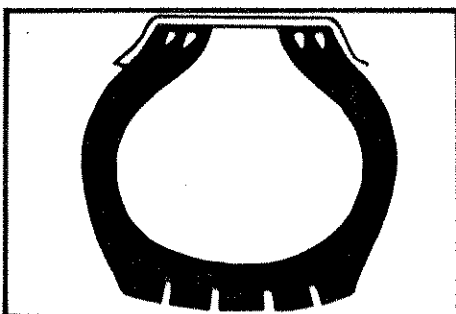
(*) Véase Glosario.

- Las combinaciones de duales(*) deben tener la misma presión de inflado y para facilitar la medición coloque una extensión en la válvula del neumático interno.
- Purgar periódicamente el compresor de aire para evitar humedad en la línea de aire del mismo.

1.10.1.1) PRESIÓN CORRECTA



1.10.1.2) ALTA PRESIÓN:



Es equivocado pensar que la alta presión compensará la sobrecarga para tener más fuerza en el neumático. En realidad un neumático con presión alta está debilitado, debido a que la presión es superior para lo que fue diseñado, ocasionando una tensión anormal de las cuerdas.

Las cuerdas de un neumático con exceso de presión, quedan demasiado tensas perdiendo totalmente sus características de flexión para absorber los impactos; es decir, son más vulnerables.

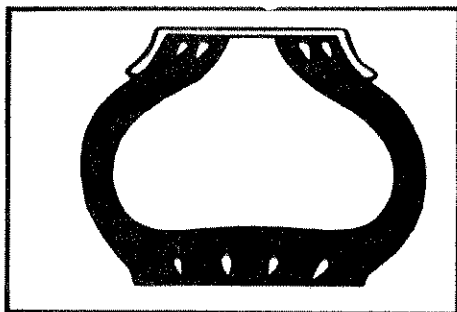
Con el propósito de evitar los peligros de presión alta, se deben adoptar las siguientes recomendaciones:

- Los neumáticos deben calibrarse a la presión adecuada cuando estén fríos.

(*) Véase Glosario.

- Use la presión recomendada para la carga que será transportada.
- Seleccione el neumático adecuado para el servicio usando el siguiente criterio: Medida, diseño y número de pliegos (capas) para soportar la carga con la presión correcta.

1.10.1.3) BAJA PRESIÓN:



"LO IMPORTANTE NO ES LA CANTIDAD DE AIRE DENTRO DEL NEUMÁTICO, SINO LA CANTIDAD QUE SE CONSERVE DENTRO DE EL". Esta es la frase utilizada por los técnicos para describir el principio fundamental de un neumático. Un neumático es un contenedor de aire.

La eficiencia de los neumáticos para mantener su presión de aire muchas veces es perjudicada por negligencia o por desconocimiento total sobre el tema. Los resultados negativos no son solamente fallas prematuras, sino principalmente pérdida de kilómetros.

En la mayoría de veces, las causas de baja presión en los neumáticos, son fallas en los componentes responsables de retener la salida del aire.

Los principales problemas que causan la fuga de aire son:

- Falta de tapón metálico: es la principal causa de pérdida de aire. Se debe recordar que la válvula es una pieza para entrada y salida de aire y como tal debe sellarse con un tapón de preferencia de metal, ya que los de plástico se derriten a altas temperaturas y se quiebran con mayor facilidad.
- Válvula de vástago corto: es de difícil acceso, lo que puede repercutir en una mala calibración de la presión de aire.

- Válvulas mal colocadas: ocasionan daños en la base de la válvula provocando grietas en el tubo. Si son neumáticos tubulares ocasionan fugas de aire.
- Protectores: si están resecos, con grietas o descentrados pueden ocasionar daños en el tubo provocando la pérdida total de aire.
- Tubos: no deben utilizarse tubos viejos, resecos o con muchos parches.
- Aros y componentes: las pestañas de aros corroidos y oxidados, causan daños en las cejas de los neumáticos por la fricción que producen y en los neumáticos tubulares provoca la pérdida de aire.

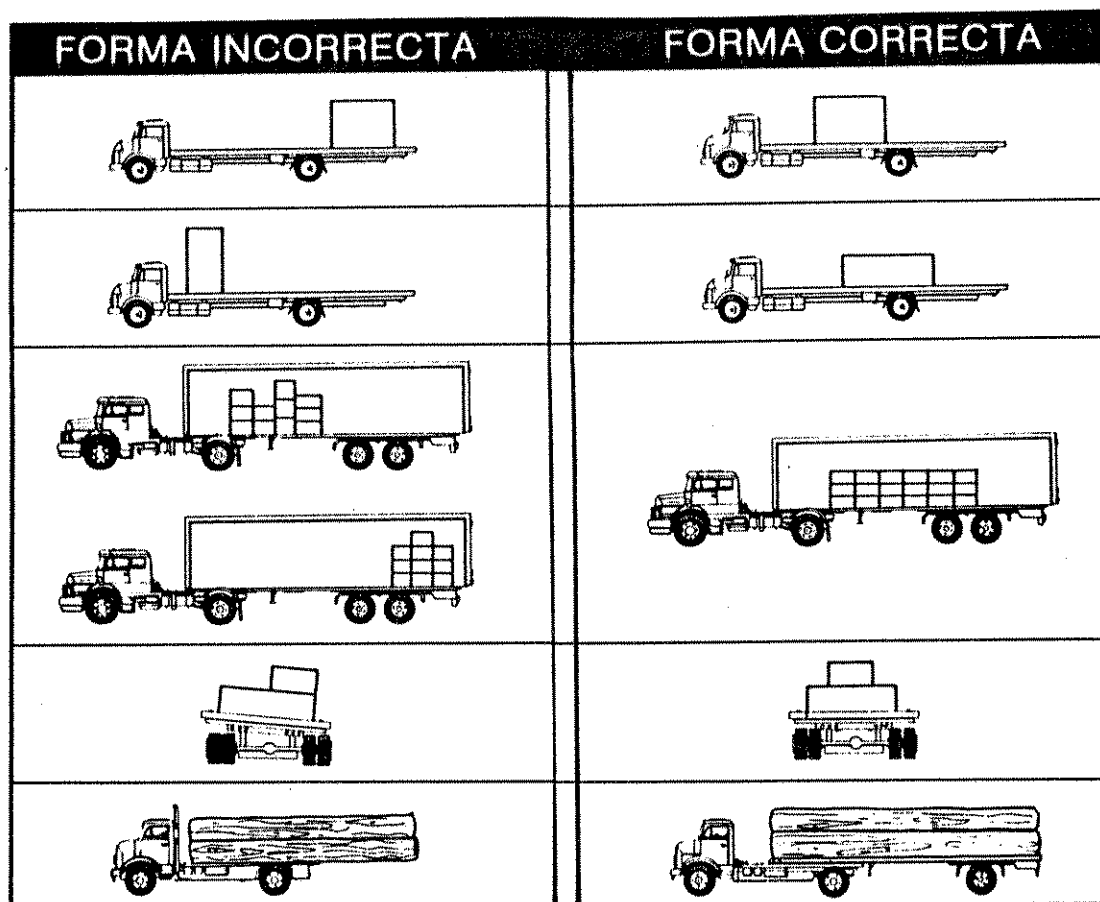
(Referencias No. 4, 7 y 10)

1.10.2) DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA:

Para estar seguro que tanto los neumáticos como cualquier otro componente del vehículo están trabajando satisfactoriamente, es importante realizar una distribución adecuada de la carga.

Cuando esta distribución de carga es irregular, el neumático y los otros componentes se desgastan prematuramente; la estabilidad y la propia maniobrabilidad del vehículo quedan expuestos a un mayor índice de accidentes. La distribución adecuada de la carga en el vehículo es proporcional al peso total que cada eje soporta. Siempre se debe tomar en cuenta el peso bruto del vehículo.

Al cargar el vehículo, debe usarse siempre el mejor criterio. Esto significa que la carga debe distribuirse uniformemente, para evitar la sobrecarga en uno de los ejes.



1.10.2.1) CARGA CONTRA KILOMETRAJE:

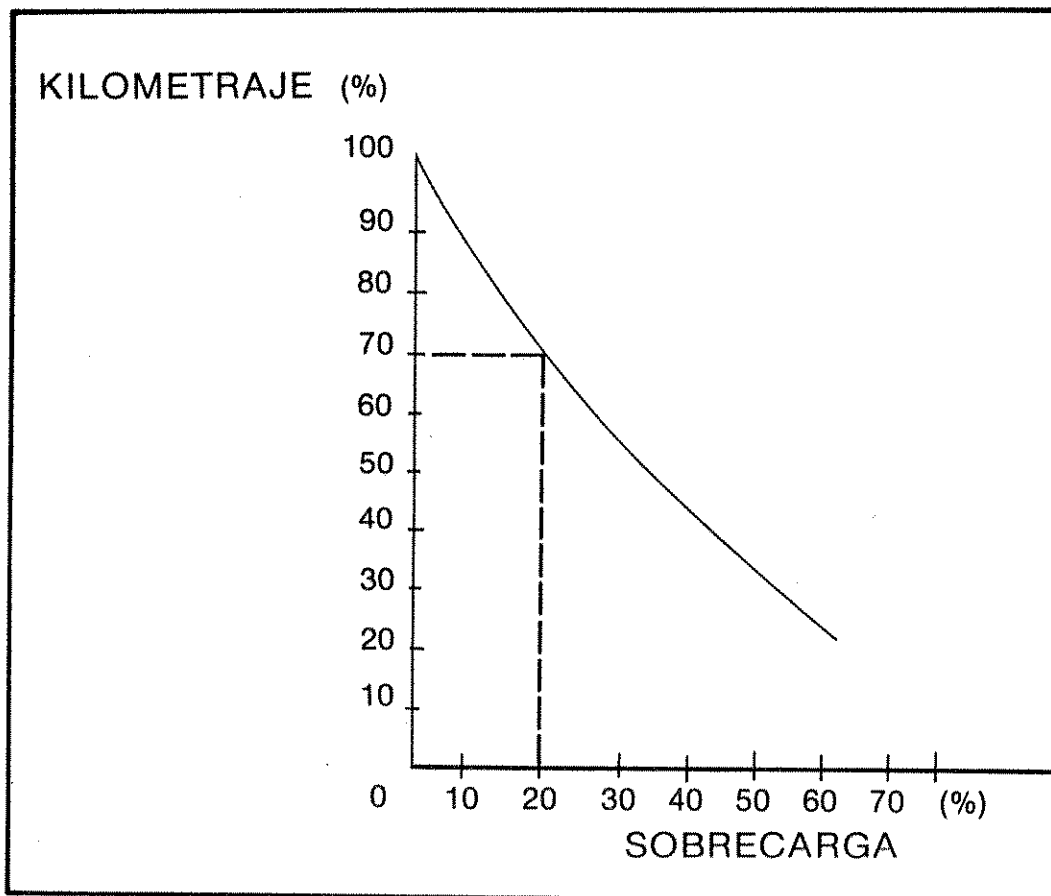
Si la carga del neumático estuviera 20% abajo de la carga máxima recomendada, habría un aumento del 60% en el kilometraje del neumático.

% DE CARGA NOMINAL	% KM. PROYECTADO	EJEMPLO
80%	$100\% + 60\% = 160\%$	96,000 Km.
90%	125%	75,000 Km.
100%	100%	60,000 Km.
110% (10% sobrecarga)	$100\% - 20\% = 80\%$	48,000 Km.
120% (20% sobrecarga)	70%	42,000 Km.
130% (30% sobrecarga)	55%	33,000 Km.

1.10.2.2) SOBRECARGA:

La sobrecarga provoca los mismos efectos nocivos que se presentan si el neumático es utilizado con baja presión, ya que en ambos casos se ocasiona una deflexión excesiva en el neumático. Esta condición genera temperaturas elevadas (arriba de 100 °C en el área de rodamiento) que pueden resultar en la separación de la banda y de las capas (lonas).

La sobrecarga reduce drásticamente la vida útil de los neumáticos tal como es mostrado en la siguiente gráfica. Una sobrecarga de apenas 20% sobre la carga máxima recomendada producirá una pérdida de kilometraje equivalente a 30%.



(Referencias No. 1, 2, 3, 7, 11 y 14)

1.10.2.3) COMBINACION DE DUALES:

La combinación y espacio entre los neumáticos de camión en los duales tiene un impacto directo en el kilometraje y en la capacidad de carga de los mismos.

Cualquier condición que pueda ocasionar una distribución desigual de carga o un entriamiento insuficiente puede ocasionar serios daños en los neumáticos, ya que estos quedan sometidos a condiciones anormales que exceden sus tolerancias.

Los neumáticos de un dual deben tener el mismo diámetro o circunferencia a fin de proporcionar una distribución equitativa de la carga (igual altura/medida).

De no adoptarse esta norma, se generará una sobrecarga. El neumático de mayor diámetro se expone a soportar mayor cantidad de carga desgastando rápidamente la banda de rodamiento y en muchos casos, daños irreparables en el armazón del neumático.

Lo mismo sucede cuando los dos neumáticos están a diferentes presiones de aire o cuando quedan expuestos a un peralte exagerado en la carretera. Una vez que se origina la sobrecarga, se crea una fuente excesiva de calor (causada por la flexión anormal) y un desgaste rápido de la banda, factores que reducirán la vida del neumático.

En el montaje de duales, además de combinar los diámetros y presiones, es muy importante que no se mezclen los neumáticos radiales con los convencionales en el mismo dual, debido a las diferentes características de flexión de los dos tipos. Por esta misma razón no se deben mezclar en el mismo dual neumáticos reencauchados con neumáticos nuevos, así como neumáticos con diseños diferentes.

1.10.2.4) ESPACIO ENTRE DUALES:

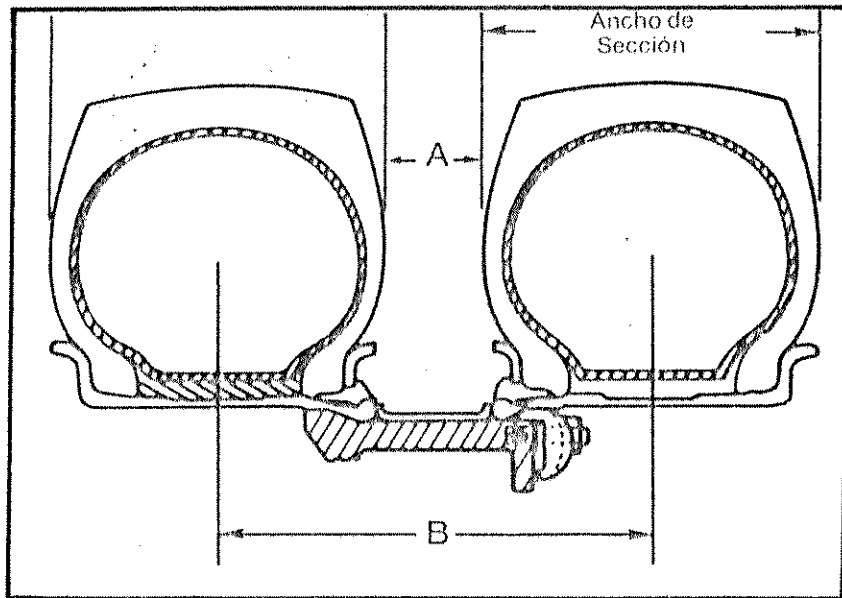
El espacio adecuado entre los neumáticos montados en un dual es muy importante, ya que evitará que se genere exceso de calor entre ellos. El espacio insuficiente puede ser causado por:

- Neumáticos de mayor medida (que lo recomendado)
- Espaciadores y aros incorrectos
- Sobrecarga y/o baja presión en condiciones extremas

Por otro lado, si el espacio entre duales es demasiado grande ocasionará arrastramiento de los neumáticos externos en las curvas. Esto origina también una condición de sobrecarga debido a que el neumático interno tendrá que soportar un peso mayor.

Las distancias de centro a centro de los duales deben estar de acuerdo con las especificaciones de espacio dado por los fabricantes de vehículos.

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



A = Espacio libre entre neumáticos

B = Espacio mínimo entre neumáticos montados en dual

(Referencias No. 4, 5 y 12)

1.10.3) ALINEACION:

Para conseguir el mejor desempeño de los neumáticos montados en eje direccional (eje delantero), es necesario seleccionar no solamente el tamaño y la presión correcta para las condiciones de carga máxima previstas, sino también asegurarse que la geometría mecánica de la suspensión delantera del vehículo esté correctamente alineada.

La alineación incorrecta de la suspensión delantera es una de las causas principales del desgaste irregular de los neumáticos en ejes direccionales.

La alineación incorrecta de los ejes de tracción y de los ejes libres causa problemas de desgaste irregular y prematuro.

1.10.3.1) EJE DELANTERO:

Los ángulos que se revisan en el eje delantero son los siguientes:

1.10.3.1.1) CONVERGENCIA (A<B):

Es el ajuste en los neumáticos del eje direccional para que queden un poco más cerrados en la parte delantera que en

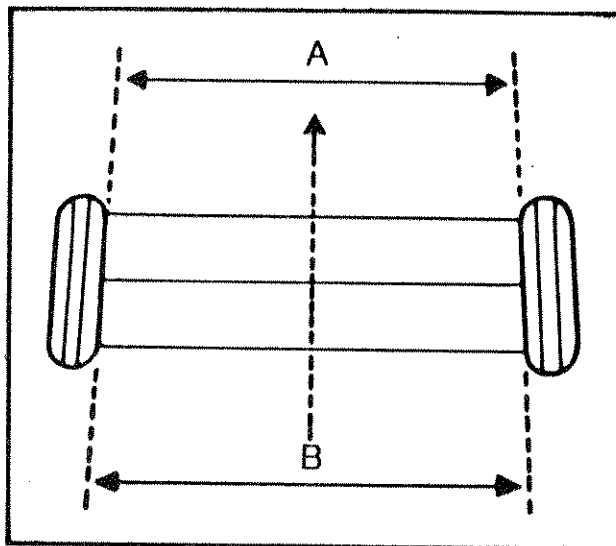
la parte trasera. Este ajuste se efectúa para que los neumáticos queden paralelos cuando el vehículo esté en marcha. (Todo vehículo tiene que estar en convergencia)

1.10.3.1.1.1) FUNCIONES DE ESTE ÁNGULO:

- Mantener paralelismo dinámico.
- Obtener perfecto asiento del neumático con el suelo.

1.10.3.1.1.2) DESGASTE IRREGULAR QUE ESTE ÁNGULO PRODUCE:

Cuando este ángulo no se encuentra en la medida correcta provoca un desgaste en diente de sierra (gradeado) de hombro a hombro en la banda de rodadura del neumático.



1.10.3.1.2) CASTER:

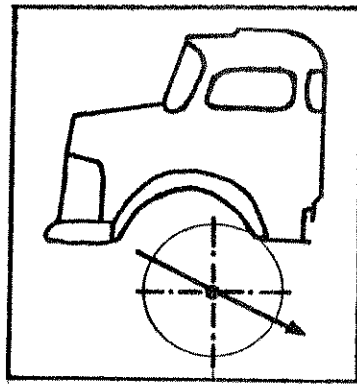
El Ángulo de Caster es la inclinación del King Pin hacia atrás (positiva) o hacia adelante (negativa). Este ángulo está formado por una línea vertical imaginaria que pasa por el centro del King Pin.

1.10.3.1.2.1) FUNCIONES DE ESTE ÁNGULO:

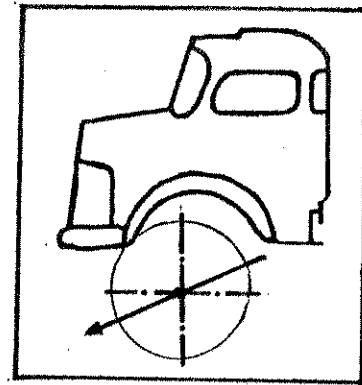
- Proporciona estabilidad direccional al vehículo.
- Realinea los neumáticos después de las curvas, manteniendo la línea recta.
- Evita la vibración de los neumáticos.

1.10.3.1.2.2) DESGASTE IRREGULAR QUE ESTE ÁNGULO PRODUCE:

Desgaste oblicuo (inclinado), simétrico, de hombro a hombro en la banda de rodadura del neumático.



Caster Positivo



Caster Negativo

1.10.3.1.3) CAMBER:

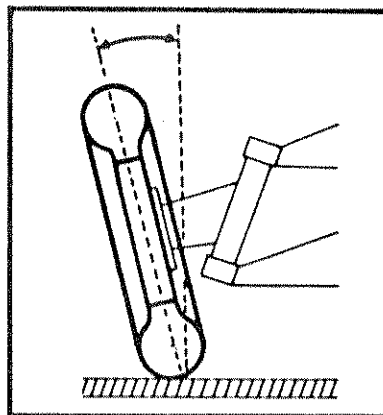
Es la medida angular que representa una inclinación de la parte superior de los neumáticos hacia afuera (positivo) y hacia adentro (negativo) a partir del plano vertical que tiene como base el centro del área de contacto del neumático. Dependiendo de las características del vehículo, el Camber puede ser positivo, nulo o negativo.

1.10.3.1.3.1) FUNCIONES DE ESTE ÁNGULO:

- Mejora el sistema direccional en las curvas
- Disminuir el alejamiento del King Pin
- Evitar la libertad de movimiento de los cojinetes del conjunto aro y neumático.
- Mejorar la distribución del peso del vehículo sobre los neumáticos.
- Generalmente, el objetivo es obtener "CAMBER CERO" en un vehículo cargado.
- Compensa la flexibilidad del eje cuando el vehículo está cargado.

1.10.3.1.3.2) DESGASTE IRREGULAR QUE ESTE ÁNGULO PROVOCA:

Desgaste liso del hombro del neumático al centro del mismo.

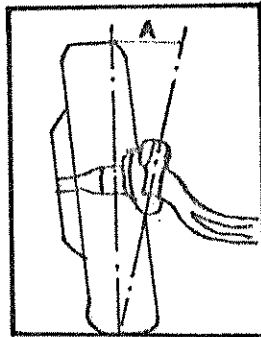


1.10.3.1.4) INCLINACION DEL KING PIN:

La inclinación del King Pin, es el ángulo formado por la línea que pasa a través de la cavidad del King Pin, con relación a su vertical natural visto de frente del vehículo.

1.10.3.1.4.1) FUNCIONES DE LA INCLINACION DEL KING PIN:

- Auxilia en la retomada de la línea recta después de las curvas, resistiendo a cualquier presión o fuerza con la tendencia de girar las ruedas antes del movimiento del volante.



A = Inclinación del King Pin

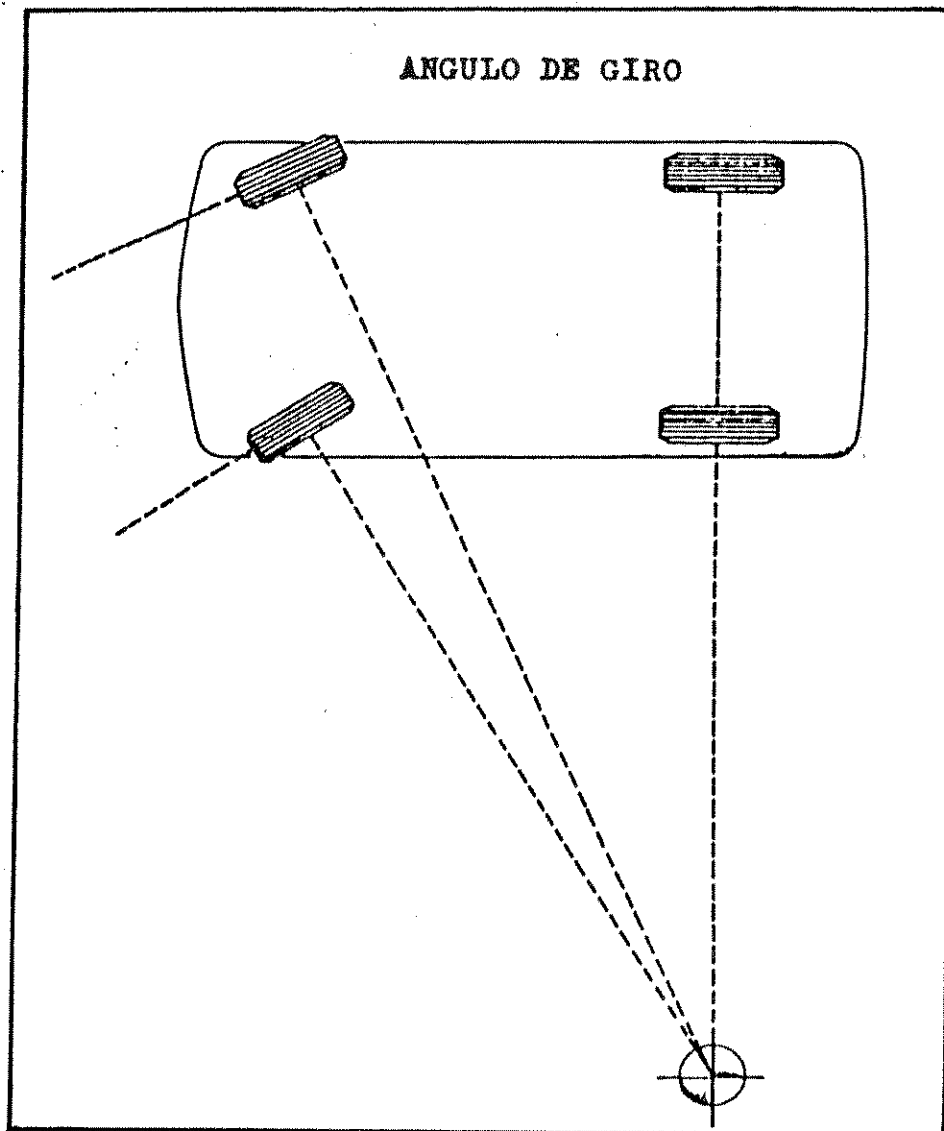
1.10.3.1.5) RADIO DE GIRO:

Cuando un vehículo hace una curva, el neumático interno recorre una circunferencia (trayectoria) de radio menor, en relación al neumático externo.

De esa forma, el neumático externo tiene que girar más que el neumático interno para que no haya arrastre en uno de los neumáticos.

1.10.3.1.5.1) FUNCIONES DEL RADIO DE GIRO:

- Previene el arrastre de neumáticos.
- Previene el desgaste excesivo de los neumáticos en las curvas.
- Previene los rechillidos en los giros.



1.10.3.2) ALINEACION EJE TRASERO:

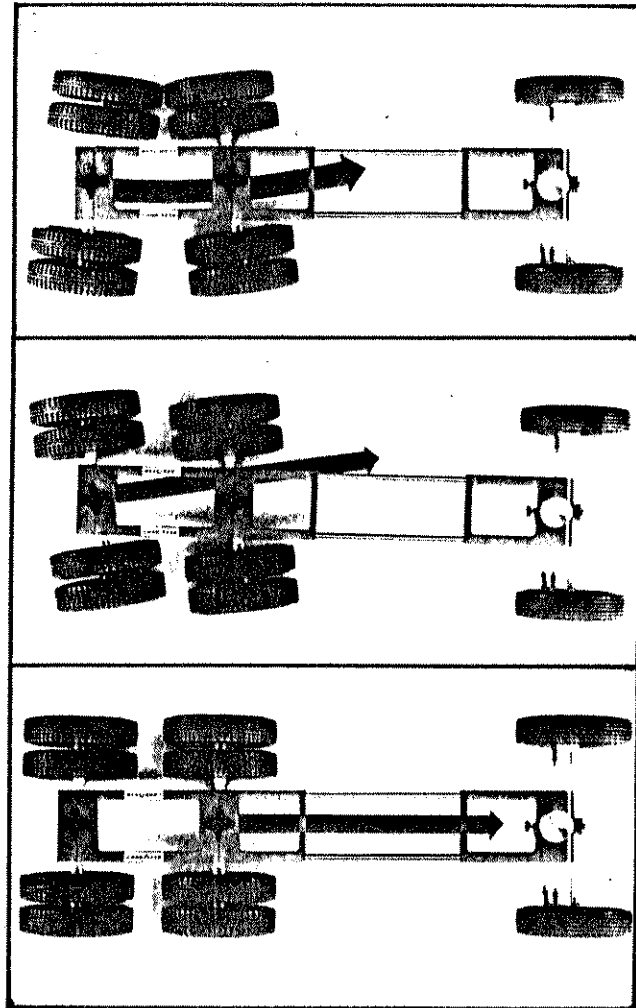
Los ángulos que se revisan en el eje trasero son los siguientes:

1.10.3.2.1) CONVERGENCIA/DIVERGENCIA

1.10.3.2.2) CAMBER

1.10.3.2.3) DISTANCIA ENTRE EJES

El paralelismo de los ejes con el chasis del vehículo y la distancia entre ejes es importante para el ahorro de combustible, para una mejor tracción y para evitar un arrastre o empuje de los neumáticos delanteros.



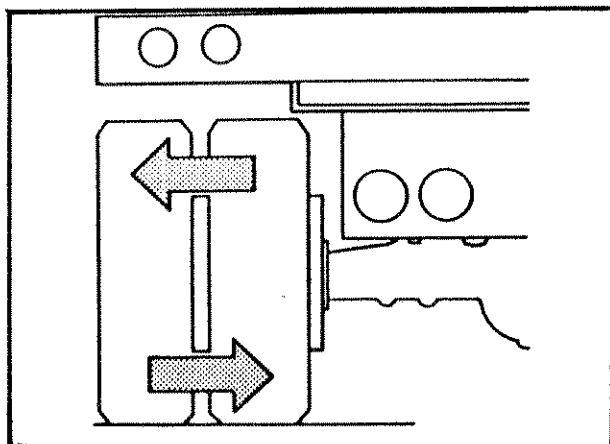
(Referencias No. 1, 2, 3, 5, 12 y 13)

1.10.4) ROTACION DE LOS NEUMÁTICOS:

La rotación de los neumáticos es importante pues este hábito prolonga la vida de la banda de rodadura del neumático.

Los neumáticos delanteros que presenten desgaste irregular, pueden colocarse en los ejes de tracción para emparejar sus desgastes. Si uno de los neumáticos de un conjunto dual se desgasta con mayor rapidez, se deberán invertir las posiciones. Esta debe ser una medida temporal o de emergencia, debido a que no se está corrigiendo el problema.

Para corregir el problema de desgaste irregular deben revisarse las piezas mecánicas y/o alinear el vehículo.



1.10.5) MARCADO DEL NUMERO Y/O INICIALES EN LOS NEUMÁTICOS:

El número y las iniciales de la empresa permite el adecuado control de cada neumático. Para que el marcado no perjudique el desempeño de los neumáticos deben observarse las siguientes normas:

- Use un marcador para neumáticos.
- La profundidad del marcado no debe excederse de 1.5 mm.
- El marcado debe realizarse en el panel existente en el costado del neumático.
- De no existir panel se grabará en el costado, arriba de la pestaña (cejilla) del neumático.
- Nunca marque en el área de flexión del neumático.

El marcado excesivamente profundo en el lugar incorrecto, causará el principio de una grieta que puede agrandarse posteriormente. Estas grietas pueden extenderse hasta alcanzar las cuerdas de la capa y finalmente causar la falla del neumático y su retiro definitivo de servicio.



1.10.6) ALMACENAJE:

Los compuestos de hule utilizados en los neumáticos, tubos y protectores están sujetos al deterioro bajo condiciones adversas de almacenaje. Por lo tanto, es esencial que tales productos se almacenen adecuadamente, con el propósito de evitar dichas condiciones y en esta forma disminuir o eliminar el proceso de deterioro.

Los principales factores que pueden causar deterioro a los compuestos de hule son: Derivados de petróleo (aceites, grasas, solventes, etc.) ozono, calor, luz solar y humedad.

Los neumáticos, tubos y protectores no pueden bajo ninguna circunstancia, almacenarse a la intemperie. El local tendrá que estar cubierto y con las siguientes características: Seco, a temperatura ambiente, oscuro, pavimentado, libre de solventes (gasolina, lubricantes, grasas, aceites, ácidos) y distante de fuentes productoras de ozono como aparatos electricos, equipos para soldar, generadores y transformadores.

Los neumáticos pueden colocarse en estanterias o una encima de otra (en pilas) y no sobrepasar el siguiente número:

Característica	No. de neumáticos por pila
----------------	----------------------------

Neumático Radial:

Todas las medidas	7 unidades
-------------------	------------

Neumático Convencional:

6.50, 7.00	12 unidades
7.50, 9.00	10 unidades
10.00, 11.00	8 unidades

(Referencias No. 4, 5, 7 y 12)

1.10.7) REPARACIONES:

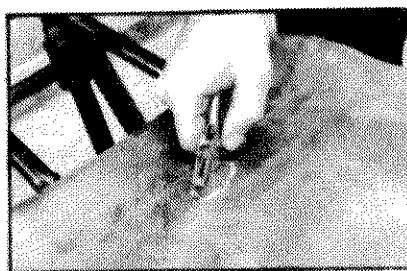
Las heridas o cortes de pequeñas dimensiones (hasta 10 mm. en diámetro) podrán repararse fácilmente, utilizando parches (refuerzos) aplicados en frio (proceso de vulcanización química). Las reparaciones mayores deberán realizarse en un Centro de Reencauche debido a la complejidad del trabajo a realizar y del equipo a utilizar.

1.10.7.1) REPARACIONES DE TUBOS:

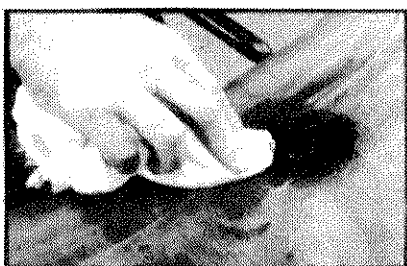
El trabajo que se realiza para reparar un tubo es muy fácil pero a la vez se necesita de mucho cuidado para garantizar una buena reparación.

Procedimiento para la reparación de tubos:

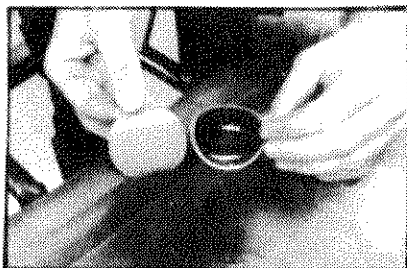
1.10.7.1.1) Luego de localizar la herida en el tubo, se debe marcar con un crayón para neumáticos.



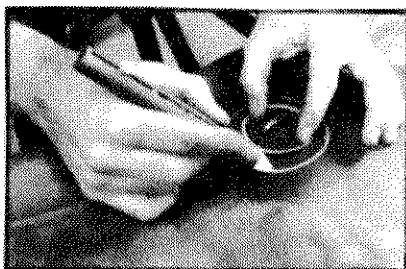
1.10.7.1.2) Si la herida es alargada, es necesario hacerle una perforación circular en cada esquina para evitar que ésta aumente de tamaño.



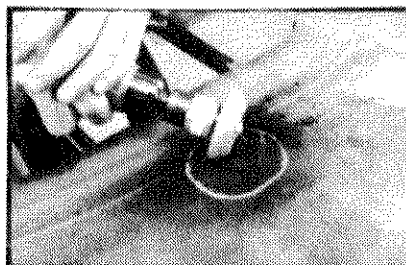
1.10.7.1.3) Limpie el área marcada con un líquido especial (no use gasolina, etc.) y un trapo limpio libre de pelusa. Si el tubo está contaminado con algún químico, lávelo con agua y jabón antes de comenzar este paso.



- 1.10.7.1.4) Seleccione el parche adecuado al tamaño de la herida. El parche debe extenderse un mínimo de 12mm más que la herida.

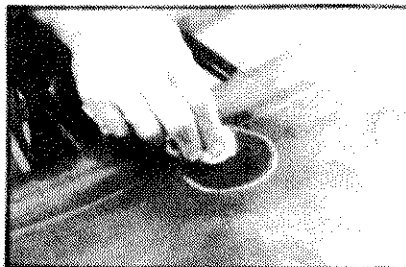


- 1.10.7.1.5) Centralice el parche a utilizarse sobre la herida. Marque un perímetro de 15 mm alrededor de éste como guía para el raspado mecánico.



- 1.10.7.1.6) El raspado mecánico ayuda a nivelar las deformidades en la superficie del tubo (utilice una bufadora(*) que no exceda de 5,000 revoluciones por minuto). La piedra para raspar que se utiliza debe ser exclusivamente para tubo.

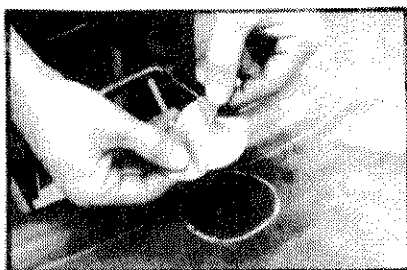
(*) Véase Glosario.



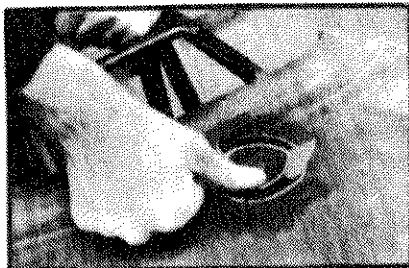
- 1.10.7.1.7) Al finalizar el raspado mecánico limpie el área con un líquido especial para reparaciones, iniciando del centro hacia afuera. Repita este proceso hasta eliminar todos los contaminantes. Dé un tiempo de tres a cuatro minutos para que los solventes se sequen.



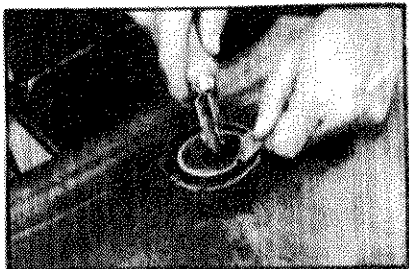
- 1.10.7.1.8) Aplique una fina capa de solución vulcanizante siempre desde adentro hacia afuera. No aplique más solución vulcanizante de la necesaria y permita a ésta de tres a cinco minutos para secarse.



- 1.10.7.1.9) Separe el plástico hacia los bordes de la unidad de reparación, esto ayudará a que la goma de cojin no se contamine.



1.10.7.1.10) Centralice el parche sobre la herida y llevelo a su sitio con su dedo pulgar.



1.10.7.1.11) Aplique el rodillo a la unidad de reparación desde el centro hacia afuera.



1.10.7.1.12) Quite el plástico transparente y aplique al parche talco. Esto previene que la goma de cojín se vulcanice con el neumático. Revise el tubo en agua antes de instalarlo.

1.10.7.2) REPARACIONES DE NEUMÁTICOS:

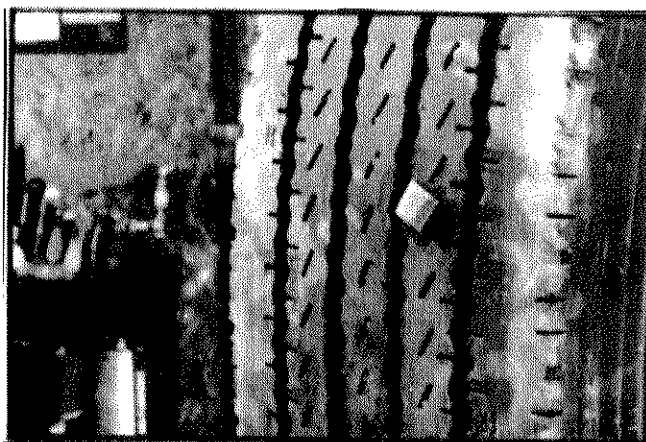
Las reparaciones de los neumáticos son importantes debido a que si éstos no se reparan adecuadamente, puede ocasionar que se rechacen por no estar en condiciones óptimas para reencaucharse.

En los neumáticos que usan tubo, generalmente la reparación se hace al tubo, y al neumático sólo se le extrae el objeto que ocasionó la herida. Esto contribuye a la contaminación de la herida que se dejó abierta en el neumático provocando bolsas de aire o separaciones de lonas, y lo más importante, que el neumático no se pueda reencauchar, aumentando así el costo en operación.

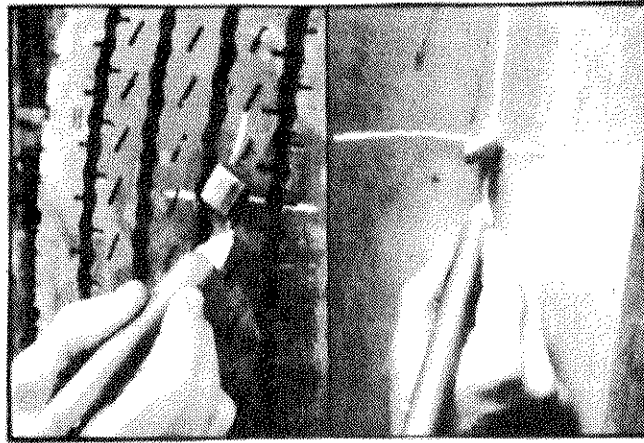
En los neumáticos tubulares las reparaciones se hacen en los neumáticos (ya que éstos no usan tubo) pero al igual que toda reparación es sencilla, se necesita de mucho cuidado para garantizar una buena reparación.

Procedimiento para la reparación de neumáticos:

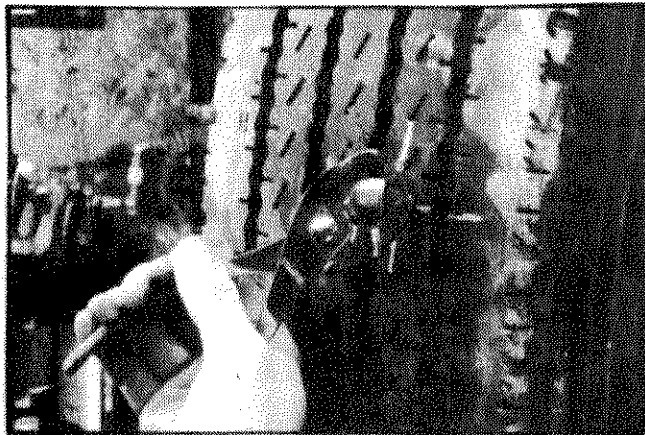
Es importante mencionar que existen parches radiales para neumáticos radiales y parches convencionales para neumáticos convencionales.



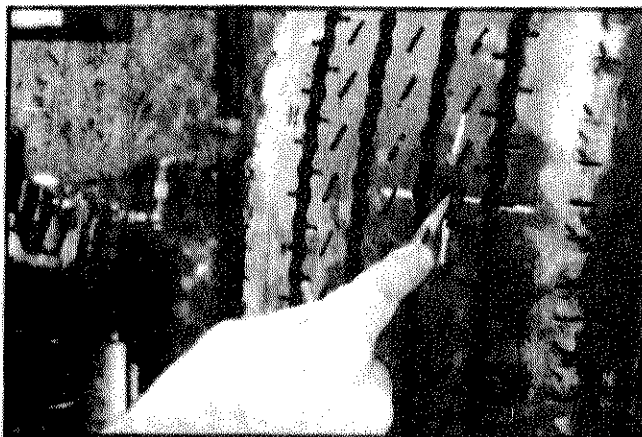
1.10.7.2.1) Inspeccione el neumático minuciosamente para determinar si éste se puede reparar.



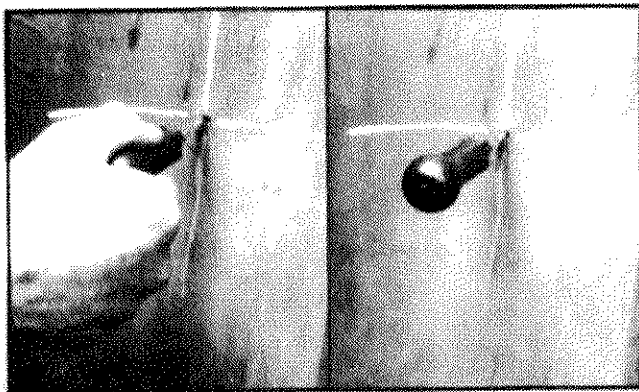
1.10.7.2.2) Cuando localice la herida marque el area fuera y dentro del neumático.



1.10.7.2.3) Remueva el objeto que ocasionó la herida



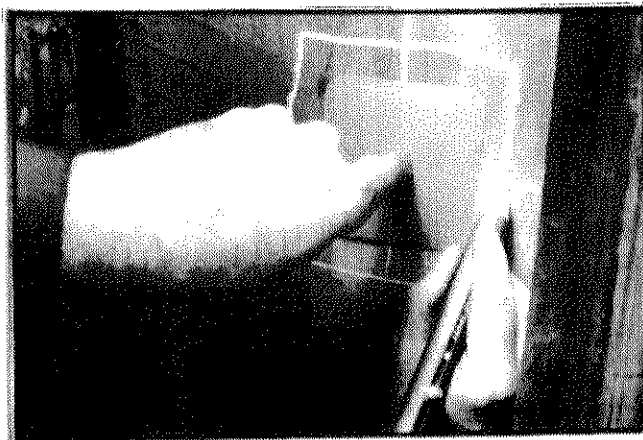
1.10.7.2.4) Revise la herida dentro y fuera del neumático para determinar la extensión del daño sufrido.



- 1.10.7.2.5) Utilice el **escariador(*)** en **espiral** para determinar el **ángulo de la rotura**.

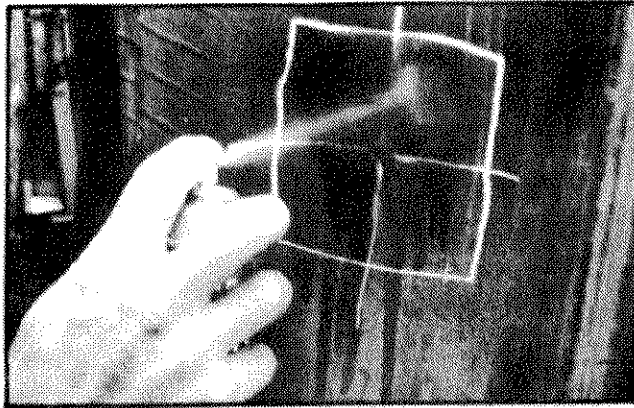


- 1.10.7.2.6) Si el **ángulo de la herida se excede 25 grados**, se debe utilizar el **sistema de parche/tapón por separado**.

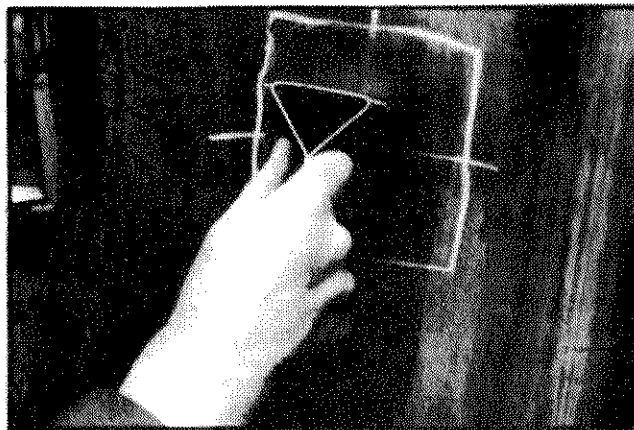


- 1.10.7.2.7) Centralice el **parche** (radial o convencional dependiendo de la construcción del neumático) sobre la **herida** y marque un **perímetro de aproximadamente 25mm**, alrededor de ésta, lo cual servirá de **guía para el raspado mecánico**.

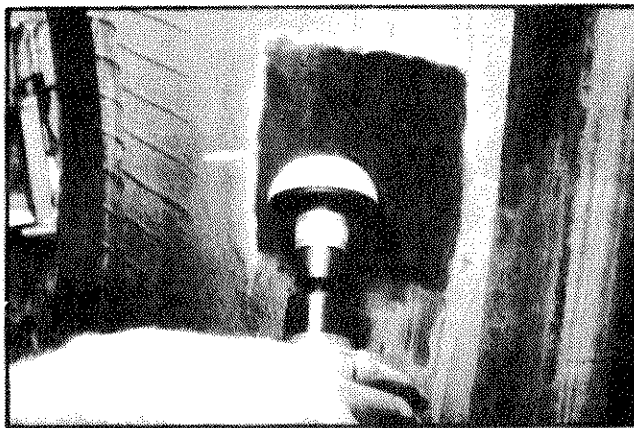
(*) Véase Glosario.



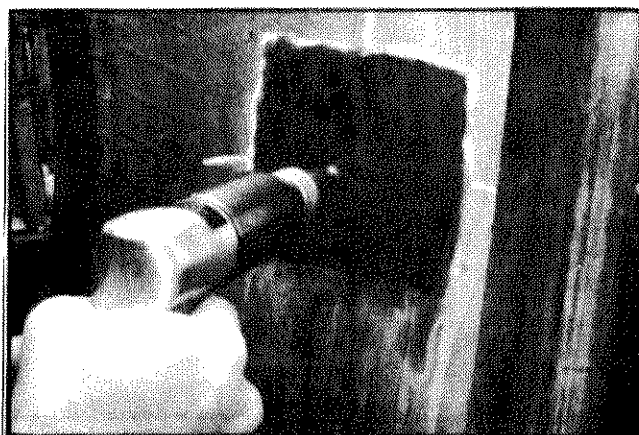
1.10.7.2.8) Aplique solución líquida (especial para reparaciones) en el área previamente marcada.



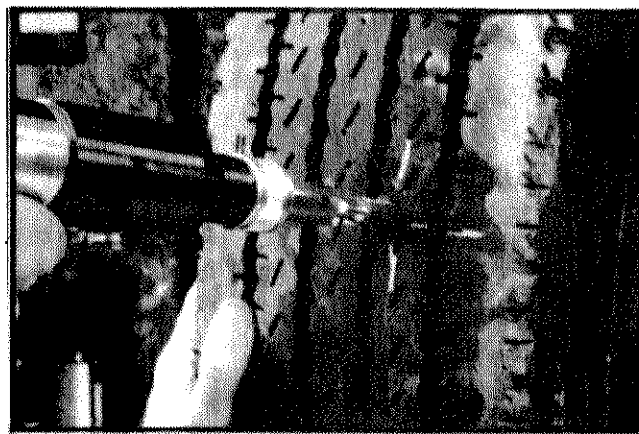
1.10.7.2.9) Con el área aún húmeda utilice el rascador de caucho para eliminar cualquier partícula contaminante.



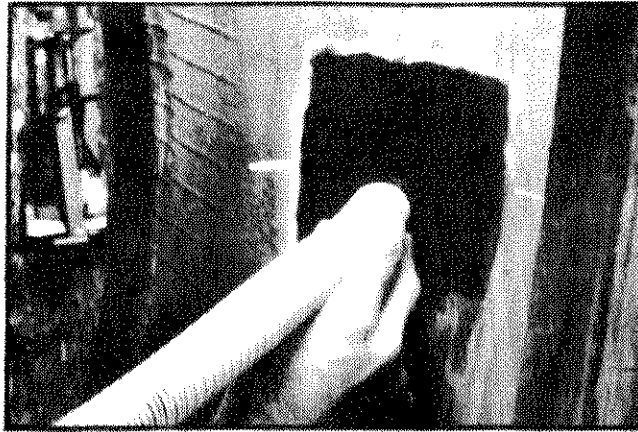
1.10.7.2.10) Raspe el área previamente marcada con una piedra para neumático (no para tubo) montada en una raspadora (bufadora) neumática de baja velocidad (máximo 5,000 rev. p.m.)



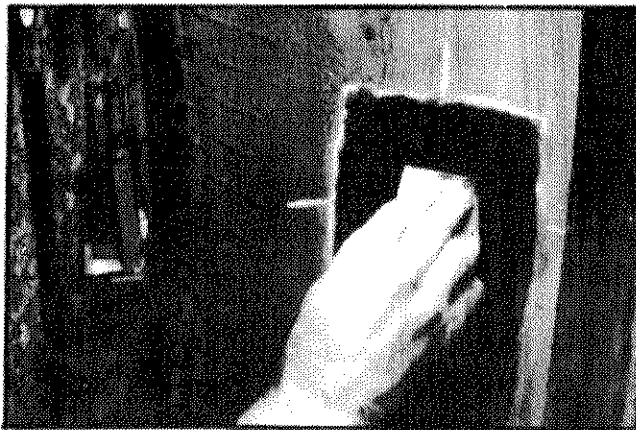
- 1.10.7.2.11) Comience a preparar la herida cortando del interior al exterior del neumático. Para este proceso utilice el cortador (para radial o convencional dependiendo del tipo de construcción del neumático) montado en un taladro lento (máximo 1200 rev. por m.). Repita este proceso como mínimo tres veces.



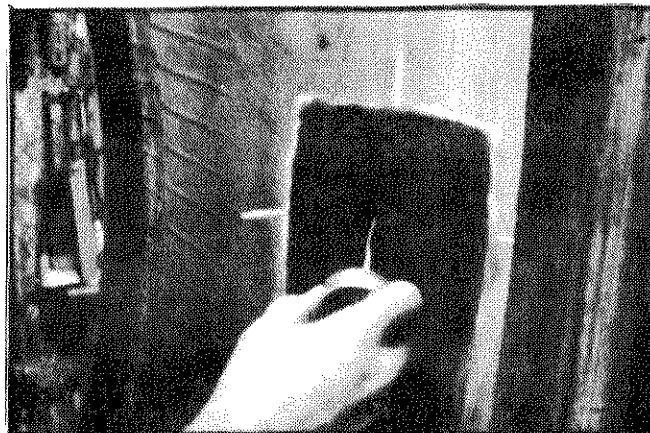
- 1.10.7.2.12) Este proceso debe repetirse en igual forma desde el exterior del neumático, para garantizar la apropiada preparación.



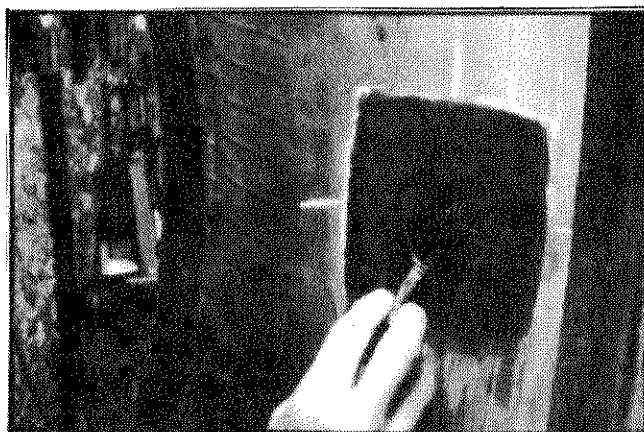
1.10.7.2.13) Con una aspiradora, despeje del neumático todas las partículas de acero y hule. No utilice la tubería de su compresor (manguera) para sopletear el área ya que ésta generalmente tiene agua y podría contaminar el área de reparación.



1.10.7.2.14) Proceda a limpiar el área preparada (con líquido especial para reparaciones) y un trapo limpio libre de pelusa, siempre desde el centro hacia afuera. Permita que los solventes se sequen de tres a cuatro minutos.



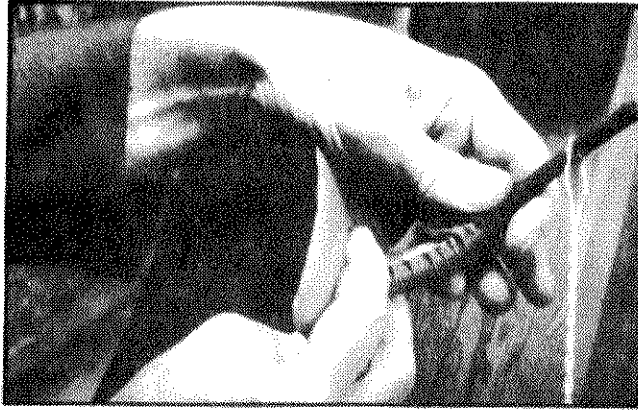
1.10.7.2.15) Aplique solución vulcanizante a la ranura de la herida.



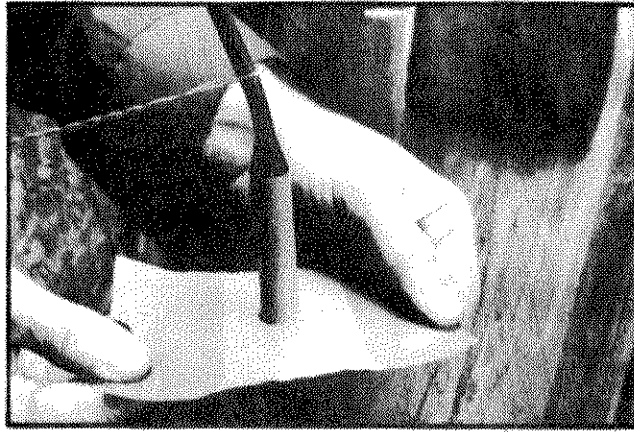
1.10.7.2.16) Desde el centro hacia afuera continúe aplicando solución vulcanizante al área preparada. Permita de tres a cinco minutos para que la solución seque.



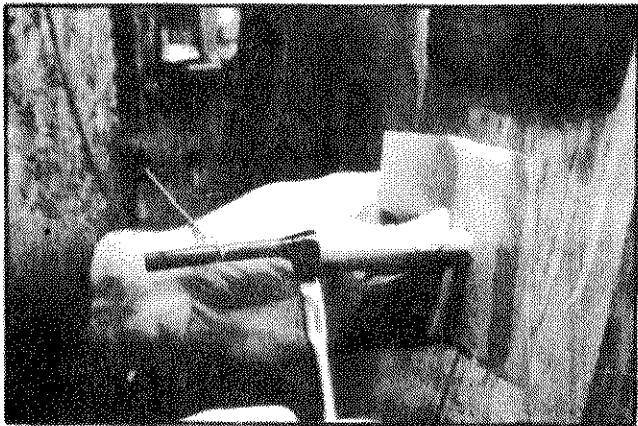
1.10.7.2.17) Instale el tirador de metal en el medio de la parte negra del tapón.



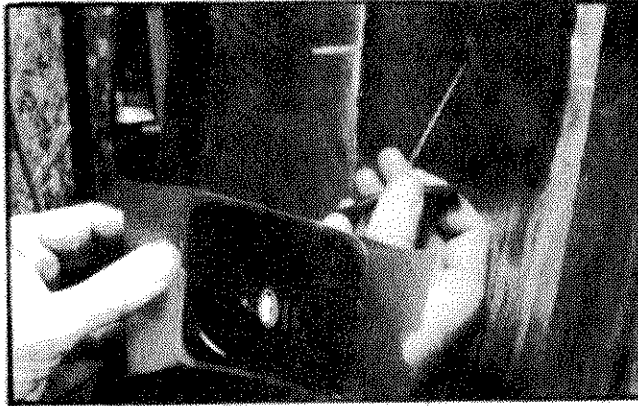
1.10.7.2.18) Remueva el plástico del tapón.



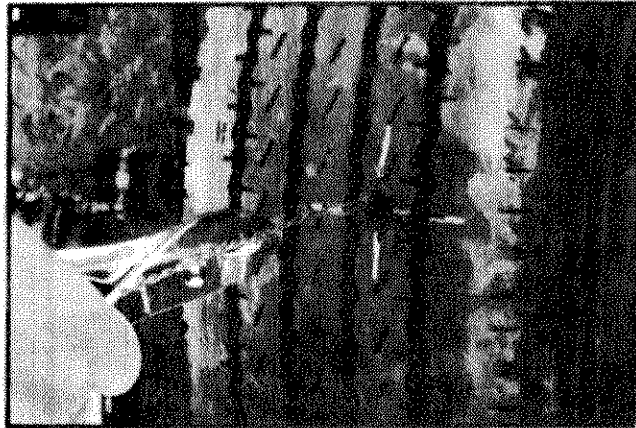
1.10.7.2.19) Remueva el plástico del parche y proceda a ponerlo nuevamente en la forma que se indica. De esta forma se previene que la unidad de reparación se contamine o se dañe al trabajar con ella.



1.10.7.2.20) Mantenga la unidad de reparación en forma horizontal para que cuando aplique solución vulcanizante al area negra del tapón no se corra a la goma de cojin.



1.10.7.2.21) Hale el tirador de metal hacia el exterior del neumático. Asegúrese que la flecha del parche esté dirigida hacia el talón del neumático.



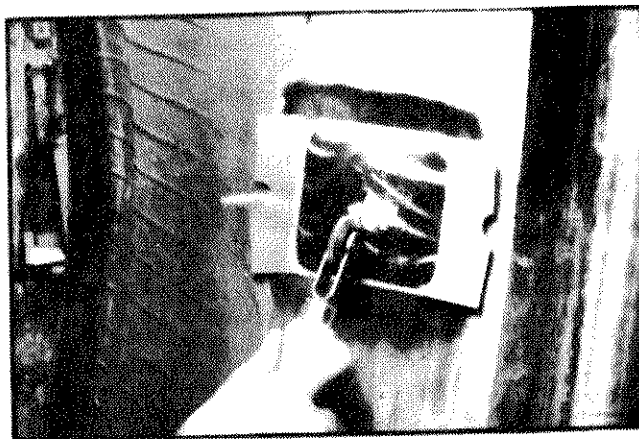
1.10.7.2.22) Tome el tirador de metal desde el exterior del neumático y lleve el parche a su sitio.



1.10.7.2.23) Cuando el tapón salga completamente, revise nuevamente que la flecha del parche esté bien dirigida hacia el talón (ceja o pestaña) del neumático.



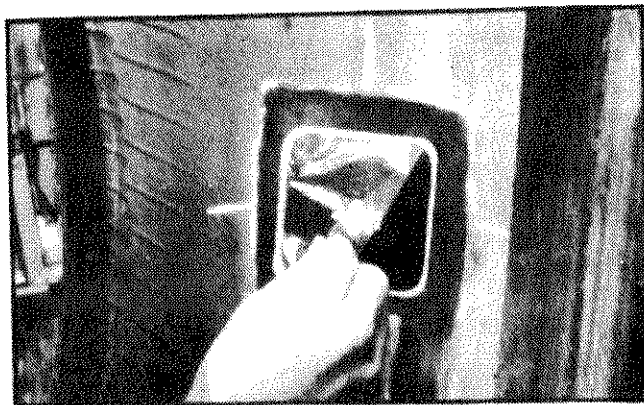
1.10.7.2.24) Acomode el parche en su sitio con su dedo pulgar.



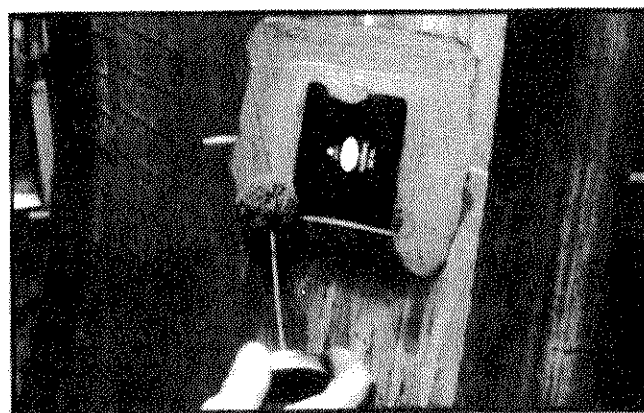
1.10.7.2.25) Aplique el rodillo sobre la unidad de reparacion desde el centro hacia afuera.



1.10.7.2.26) Termine de remover el plástico y finalice utilizando el rodillo.



1.10.7.2.27) Remueva el plástico transparente.



1.10.7.2.28) Si la reparación es en un neumático sin tubo, aplique al área trabajada un sellador, con lo cual se asegura una buena retención de aire. Si la reparación se realiza en un neumático con tubo debe aplicársele talco para prevenir que el parche se vulcanice con el tubo.



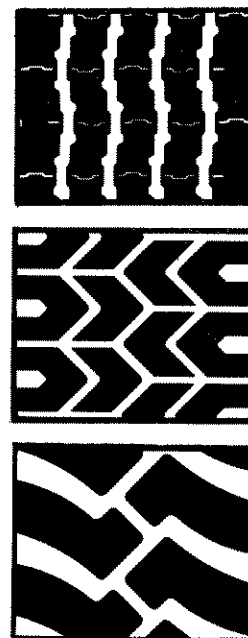
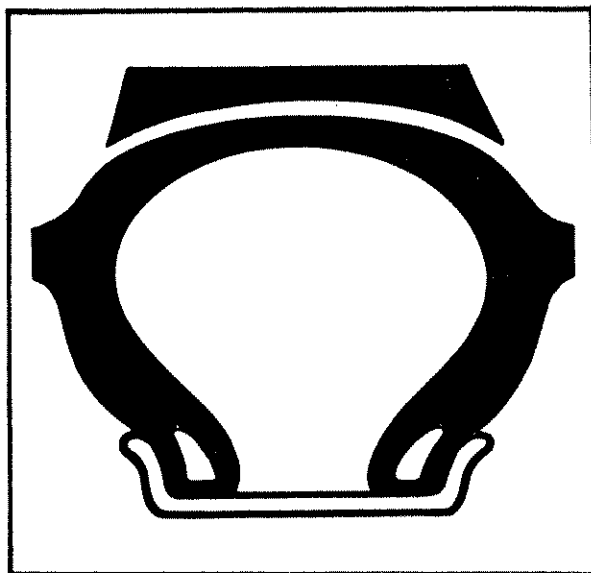
1.10.7.2.29) Corte el tapón a nivel de la banda de rodamiento del neumático. Si el tapón queda en medio de la ranura del diseño proceda a delinear nuevamente el diseño de la banda de rodamiento.



1.10.7.2.30) La reparación se ha completado, el neumático está listo para brindar servicio nuevamente.

(Referencias No. 1, 2, 5 y 6)

1.10.8) REENCAUCHE:



Se puede alargar la vida útil de un neumático mediante la aplicación de una nueva banda de rodamiento, siempre y cuando el casco esté en buenas condiciones. La selección del diseño depende del tipo de terreno por el cual transita el vehículo.

Un neumático deberá retirarse para reencauche cuando la profundidad de la banda de rodamiento se encuentre entre el rango de 2/32 a 4/32 (de pulgada) en cualquier punto de la banda de rodamiento.

El reencauche de los neumáticos es de vital importancia para la reducción de costos en el rubro de neumáticos, ya que representa la mitad del costo de uno nuevo.

Las causas por las cuales se rechaza un casco para el reencauche son las siguientes:

- Casco deteriorado por hule ozono(*).
- Separación entre lonas, piso, cinturón o ceja.
- Ceja dañada.
- Múltiples reparaciones (parches, vulcanizaciones, etc.)
- Daños fuera de los límites de reparación especificados en tablas técnicas.
- Cuando no se garantice que el casco soporte otro trabajo de reencauche.

Recomendaciones para garantizar el reencauche de la mayor cantidad de neumáticos nuevos que se instalan en los vehículos:

- Determine y seleccione el neumático adecuado al tipo de terreno y carga (número de pliegos).
- No sobrecargue el vehículo.
- Mantenga la presión correcta en el neumático.
- Realice las reparaciones adecuadamente (si el neumático usa tubo, también repare el neumático).
- Use los aros recomendados para la medida de los neumáticos.
- La manera cómo los pilotos manejen los vehículos es muy importante, ya que los primeros en sufrir las consecuencias son los neumáticos (golpes, cortes, etc.)
- Planifique el mantenimiento del vehículo (alineación, frenos, suspensión, etc.)

(Referencias No. 3, 7, 8 y 9)

(*) Véase Glosario.

2) IMPLEMENTACION DE UN CONTROL ADMINISTRATIVO PARA NEUMÁTICOS.

Todo el mundo sabe que una compañía tiene que controlar los costos para ser rentable. Sin embargo, todos los días, algunas compañías quiebran simplemente porque no pueden continuar su operación.

Es obvio que en el mercado competitivo de hoy, el control eficaz de costos no es solamente una buena práctica comercial; es crítico para sobrevivir.

Por lo tanto, el lector, como propietario o gerente de flota, debe saber más acerca de los neumáticos nuevos y del reencauche.

En este capítulo, el lector encontrará la forma de cómo llevar el control de sus neumáticos con la ayuda de algunos formatos propuestos para este control.

FORMATOS:

2.1) Control de los neumáticos almacenados o instalados en los vehículos:

2.1.1) ALMACENADO NUEVO/REENCAUCHADO:

Al igual que cualquier producto, los neumáticos necesitan de un control para su almacenaje. A continuación se detallan dos formatos, los cuales tienen la información necesaria para dicho control.

NUEVO:

NEUMÁTICOS NUEVOS ALMACENADOS:											
MEDIDA	No.		PROF		No. SERIE	No. QUEMADO	COSTO	FECHA		No.VEHIC.	
	PLIEGOS	DISEÑO	32AVO	MARCA				INGRESO	EGRESO	INSTALADO	OBSERVACIONES

La descripción de la forma en cómo llenar cada casilla es la siguiente:

Medida: en esta casilla se describe la medida del neumático así como el tipo de construcción; por ejemplo: 11R22.5 (radial), 1000-20 (convencional), etc.

No. pliegos: se describe el número de pliegos o lonas que tiene el neumático; por ejemplo: 14, 16, etc.

Diseño: el diseño del neumático (direccional, doble servicio o de tracción).

Prof. 32avo.: es la profundidad de labor del neumático en 32avos. de pulgada.

Marca: la marca del neumático.

No. de Serie: el número de serie del neumático colocado por el fabricante.

No. Quemado: es el número de registro (para control interno), colocado por la empresa donde se utilizará el neumático.

Costo: precio al que se compró el neumático.

Fecha ingreso: fecha en la cual el neumático ingresó a la bodega.

Fecha egreso: fecha en la cual el neumático salió de la bodega.

Reg. vehiculo: número de registro del vehículo en el que se instaló el neumático.

Observaciones: espacio para comentarios en general que se necesiten sobre la instalación, etc.

REENCAUCHADO:

NEUMÁTICOS REENCAUCHADOS ALMACENADOS:													
No.	DISEÑO	PROF		No.	No. DE	FECHA	FECHA	No. VEHIC.					
MEDIDA	PLIEGOS	BANDA	32AV	MARCA	No. SERIE	QUEMADO	VITALIZADORA	COSTO	REENC	INGRESO	EGRESO	INSTALADO	OBSERVACIONES

La información de cómo llenar cada casilla es la siguiente:

Vitalizadora: nombre de la empresa que reencauchó el neumático.

Costo: precio cobrado por el reencauche del neumático.

No. de reencauche: número de reencauches realizados en el neumático.

2.1.2) INSTALADO NUEVO/REENCAUCHADO:

Cuando un neumático se instala en un vehículo, es de suma importancia su seguimiento y control, ya que de esto dependerá la reducción de los costos de operación como se verá en el Capítulo III.

Como todo control, se necesita de un formato, el cual podría ser el siguiente:

NEUMÁTICOS INSTALADOS (Nuevos/Reencauchados):

No. QUEMADO	REG. VEHÍCULO	POSICION NEUMÁTICO	KILOMETRAJE INICIAL	KILOMETRAJE FINAL	CAUSA DEL RETIRO	OBSERVACIONES

La información de cómo llenar cada casilla es la siguiente:

Reg. vehículo: número de registro del vehículo en donde está instalado el neumático.

Posición neumático: ubicación del neumático en el vehículo, el cual puede ser:

EJE TRASERO		EJE DELANTERO
2do.Eje	1er.Eje	
2IE	1IE	DI
2II	1II	
2DI	1DI	DD
2DE	1DE	

DI: Neumático delantero izquierdo.
 1IE: Neumático 1er.eje izquierdo externo.
 1II: Neumático 1er.eje izquierdo interno.
 2IE: Neumático 2do.eje izquierdo externo.
 2II: Neumático 2do.eje izquierdo interno.
 DD: Neumático delantero derecho.
 1DE: Neumático 1er.eje derecho externo.
 1DI: Neumático 1er.eje derecho interno.
 2IE: Neumático 2do.eje derecho externo.
 2II: Neumático 2do.eje derecho interno.

Kilometraje inicial: kilometraje del vehículo en el momento de instalar el neumático.

Kilometraje final: kilometraje del vehículo en el momento de retirar el neumático.

Causa del retiro: motivo por el cual el neumático se retiró del vehículo; por ejemplo: Golpe, reencauche, etc.

2.1.3) Control de número de reencauche por casco:

El número de reencauches por casco es muy importante, el promedio de reencauches por casco en Guatemala es de dos veces y es debido a varios factores como: El estado de las carreteras, el poco control que existe sobre el exceso de carga de los vehículos, etc.

El control del número de reencauches por neumático podría basarse en el formato siguiente:

NEUMÁTICOS ENVIADOS A REENCAUCHE:								
No. QUEMAD	MEDIDA	MARCA	No. SERIE	VITALIZADOR	No. DE REENC.	DOCUMENTO REENCAUCH	FECHA DE ENTREGA	OBSERVACIONE

Las nuevas casillas a llenarse son las siguientes:

No. de reencauche: es el número de reencauche que tiene el neumático.

Documento de reencauche: es el número del documento que dejó el proveedor (número de la papeleta de reencauche).

Fecha entrega: fecha en la cual el proveedor entregó el neumático reencauchado.

2.2) Control de rendimiento:

El control de rendimiento en los neumáticos es muy importante, debido a que con este control se inicia la reducción de los costos.

2.2.1) Neumático nuevo:

El rendimiento de los neumáticos nuevos depende de varios factores tales como: diseño de la banda, tipo de construcción del neumático, compuesto del hule, etc. El

control de rendimiento del neumático nuevo sirve para diferenciar los neumáticos de diferentes marcas y diseños para lo cual se podrá escoger para una futura compra, aquel que más le convenga.

Un formato que podría utilizarse para este control, es el siguiente:

CONTROL DEL RENDIMIENTO DE UN NEUMÁTICO NUEVO:				
Marca: _____	Medida: _____	Diseño: _____	No.Serie: _____	Costo: _____
No. Quemado: _____	Reg. Vehículo: _____	Posición Neumático: _____	Fecha de Instalación: _____	Kilometraje Inicial: _____
PRESIÓN RECOMENDADA: _____				
FECHA REVISION	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD RODAMIENTO	PRESIÓN INFLADO	OBSERVACIONES

La descripción de las nuevas casillas son las siguientes:

Fecha de instalación: es la fecha en la cual se colocaron los neumáticos en el vehículo.

Presión recomendada: es la presión recomendada para obtener el rendimiento óptimo en los neumáticos.

Fecha de revisión: fecha en la cual se revisó el estado de los neumáticos.

Kilometraje: kilometraje del vehículo en el momento de realizar la revisión de los neumáticos.

Profundidad: profundidad de la banda de rodamiento del neumático.

Presión de Inflado: presión del neumático en el momento de revisarla.

2.2.2) NEUMÁTICO REENCAUCHADO:

El control de rendimiento del neumático reencauchado sirve para diferenciar no sólo los diferentes diseños en banda de reencauche sino que también a los diferentes proveedores en reencauche, y lo más importante, cuál es la marca del casco que más reencauche se le ha realizado, ya que el reencauche es muy importante en la reducción de los costos de operación.

El formato propuesto para este control es el siguiente:

CONTROL DEL RENDIMIENTO DE UN NEUMÁTICO REENCAUCHADO:					
		Diseño			
Marca: _____	Medida: _____	Banda: _____	No.Serie: _____	Costo: _____	No.Reeno.: _____
No. Quemado: _____	Reg. Vehículo: _____	Posición Neumático: _____	Fecha Instalación: _____	Kilometraje Inicial: _____	Vitalidad: _____
PRESIÓN RECOMENDADA: _____					
FECHA REVISION	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD RODAMIENTO	PRESIÓN INFLADO	OBSERVACIONES	

2.3) Control de presiones:

El control de presiones es sumamente importante en el mantenimiento de los neumáticos, ya que de este control dependerá en gran parte que éste se pueda reencauchar.

Las presiones dependen directamente de la capacidad de carga de los neumáticos así como del peso que éstos tendrán durante el recorrido del vehículo.

En el país el control de presiones es muy deficiente, se deja a criterio y experiencia del piloto del vehículo y lo más crítico es que se deja que calibre los neumáticos cuando él crea conveniente o mejor dicho cuando él se recuerda.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
Biblioteca Central

El control de presiones es un seguimiento periódico de la presión de aire en los neumáticos de un vehículo, el cual incluye la colocación de tapones metálicos en las válvulas, lo que garantiza que si al neumático le hace falta presión de aire, ésta no es causada por el centro de la válvula debido a que el tapón metálico es un sellador del aire.

El control de presiones, es un trabajo del equipo conformado por el personal que tiene a su cargo el mantenimiento de los vehículos, como de los pilotos de los mismos.

A continuación se propone un formato para el control de presiones:

CONTROL DE LA PRESION DE INFLADO EN LOS NEUMÁTICOS:															
REG. VEHÍCULO	FECHA REVISION	MEDIDA NEUMÁTICO	PRESIÓN RECOMEND.	EJE DELANTERO		PRIMER EJE TRASERO				SEGUNDO EJE TRASERO				NEUMÁTICO REPUESTO	OBSERVACIONES
				D	I	ID	ED	II	EI	ID	ED	II	EI		

La descripción de las nuevas casillas, es la siguiente:

D: Presión neumático derecho
 I: Presión neumático izquierdo
 ID: Presión neumático interno lado derecho
 ED: Presión neumático externo lado derecho
 II: Presión neumático interno lado izquierdo
 EI: Presión neumático externo lado izquierdo
 Neumático repuesto: presión del neumático de repuesto.

2.4) Control de profundidad:

El control de profundidad de la banda de rodamiento de un neumático nuevo o reencauchado es muy importante, ya que de esto dependen las marcas y tipos de bandas (diseños) a utilizar. Además de cuantificar aquellos neumáticos que están listos para reencaucharse, los que están próximos y dependiendo del estado en que se encuentren, los que habra que retirarse del servicio.

2.4.1) Neumáticos listos para reencaucharse:

Estos neumáticos son aquellos que tienen una profundidad de labor igual o menor a 4/32avos. de pulgada, lo cual depende del tipo de terreno por el cual recorren los vehículos; es decir: Si un vehículo recorre terracería, la profundidad ideal para retirarlo para reencauche podría ser 5/32 avos. de pulgada, mientras que uno que recorre sólo asfalto no tiene exceso de carga, etc., se podría retirar con 2/32avos. de profundidad.

2.4.2) Neumáticos próximos para reencaucharse:

Estos neumáticos son aquellos que tienen una profundidad de labor que oscila de 9/32avos. a 5/32avos. de pulgada. Este control es muy importante ya que permite cuantificar el número de neumáticos que se necesitarán para sustituir a los que se reencauchen.

2.4.3) Neumáticos a eliminar de servicio:

Son aquellos neumáticos que ya no se pueden utilizar; por ejemplo: Los que tienen un golpe o herida NO reparable, los dañados por hule ozono, los que tengan separaciones de lonas o cinturones ocasionados por reparaciones mal realizadas, etc.

El formato propuesto para llevar este control, es el siguiente:

CONTROL DE PROFUNDIDAD DE RODAMIENTO EN LOS NEUMÁTICOS:

No. QUEMADO	REG. VEHÍCULO	FECHA REVISION	EJE		PRIMER EJE				SEGUNDO EJE				NEUMÁTICO REPUESTO	OBSERVACIONES
			DELANTERO		TRASERO				TRASERO					
			D	I	ID	ED	II	EI	ID	ED	II	EI		

2.5) Control de desgaste irregular:

La decisión común que se toma cuando un vehículo desgasta los neumáticos irregularmente, es darle vuelta al neumático para que se empareje el desgaste, pero esto NO es la solución al problema, ya que éste continuará. Es importante llevar un control de todo aquel vehículo que presenta desgaste irregular y como todo plan de mantenimiento preventivo es indispensable revisar periódicamente las piezas

del tren delantero, del eje trasero y revisar los ángulos de alineación.

Los desgastes irregulares en los vehículos son ocasionados por desgaste en piezas mecánicas, golpes sufridos tanto en el eje delantero como trasero o bien cuando se cambian piezas mecánicas y no se revisan los ángulos de alineación del vehículo.

En Guatemala se cuenta con varios centros de servicio de alineación para vehículos, por lo que se recomienda utilizar aquel que satisfaga las necesidades de su flota.

El formato que se propone para realizar el control de desgaste irregular, consiste en realizar inspecciones visuales periódicas a cada vehículo, anotando con una "X" aquellos que presenten desgastes irregulares en sus neumáticos y anotando las fechas en las que se revisarán piezas mecánicas y trabajo de alineación para corregir el desgaste. El formato es el siguiente:

CONTROL DE DESGASTES IRREGULARES EN LOS NEUMÁTICOS:						
REG. VEHÍCULO	EJES:			FECHA	FECHA	OBSERVACIONES
	DELANTERO	TRASERO		REVISION	TRABAJO	
		1	2	3	MECANIC	

La descripción de las casillas es la siguiente:

Delantero: se marca con una "X" para especificar que es el eje delantero del vehículo.

Trasero 1: se marca con una "X" para especificar que es el primer eje trasero del vehículo.

Trasero 2: se marca con una "X" para especificar que es el segundo eje trasero del vehículo.

Trasero 3: se marca con una "X" para especificar que es el tercer eje trasero del vehículo.

Fecha revisión mecánica: fecha en la cual se realizará la revisión de la piezas mecánicas a los ejes del vehículo.

Fecha alineación: fecha en la cual se realizará el trabajo de alineación al vehículo.

2.6) Control de causa de pérdida de neumáticos:

En toda flota de vehículos existe un lugar o área dentro del predio, en el cual se tiran los neumáticos, que por varias razones ya no se pueden seguir utilizando. Esto representa para el transportista una pérdida de dinero.

Es importante realizar un análisis de la pérdida de neumáticos, ya que esto permite obtener cierto tipo de información con la cual se pueden elaborar procedimientos o tomar decisiones para la reducción de los costos de operación.

El siguiente formato contiene la información básica que se puede recopilar de las pérdidas de neumáticos:

CUANTIFICACION DE LA PERDIDA DE NEUMÁTICOS:											
FECHA: ____/____/____											
CAUSA DEL DAÑO	MARCA	MEDIDA	No. SERIE	No. QUEMADO	REG. VEHÍCULO	POSICIÓN NEUMÁTICO	NEUMÁTICO NUEVO/REENC.	PROFUNDIDAD RODAMIENTO	PERDIDA APROX.	OBSERVACIONES	

La descripción de cada casilla del formato anterior es la siguiente:

Fecha: fecha en la cual se realizó la inspección de las pérdidas de neumáticos.

Reg. vehículo: número de registro del último vehículo que utilizó el neumático.

Posición neumático: última posición en la que se colocó el neumático.

Nueva/reenc.: se especifica con una "N" si es un neumático que no ha sido reencauchada y con una "R" cuando el neumático tiene uno o más reencauches.

Profundidad: es la profundidad de labor que tiene el neumático.

Pérdida aproximada: se anota la pérdida económica en base a la profundidad de labor.

3) COSTOS A IMPLEMENTARSE EN UN CONTROL ADMINISTRATIVO PARA NEUMÁTICOS.

3.1) COSTO DE RENDIMIENTO:

El cálculo del costo del rendimiento de un neumático nuevo o reencauchado se realiza de igual manera.

Lo importante aquí es saber en un corto tiempo cuanto representa en dinero un tipo de marca de neumático, un tipo de diseño de labor, una marca de banda de reencauche, etc., ya que de esta información depende la elección que más convenga a la empresa de transporte; es decir, se escogerá el de menor costo (proyectado) por kilómetro.

Para el cálculo del costo proyectado del neumático nuevo se puede basar en el ejemplo del formato de CONTROL DE RENDIMIENTO DEL NEUMÁTICO NUEVO el cual se presenta a continuación:

3.1.1) Neumático Nuevo:

CONTROL DEL RENDIMIENTO DE UN NEUMÁTICO NUEVO:				
Marca: XXXX Medida: 7.50-16		Diseño:Doble Servicio		No.Serie: ZPET058 Costo: Q 579.12
No.	Reg.	Posición	Fecha	Kilometraje
Quemado: 0305	Vehículo: TM-3	Neumático: DI	Instalación: 070394	Inicial: 123,880 kms.
PRESION RECOMENDADA: 70 Lbs.				
FECHA REVISION	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD RODAMIENTO	PRESION INFLADO	OBSERVACIONES
07/Marzo/94	123,680 kms.	19/32 de Pulgada	70 (P.S.I.)	Se colocó tapón/metal
07/Abril/94	125,187 kms.	18/32	70	
02/Mayo/94	126,817 kms.	17/32	60	Falta el tapón de metal
31/Mayo/94	128,297 kms.	16/32	70	
30/Junio/94	129,802 kms.	15/32	65	

Es importante mencionar que cuando se está llevando una prueba de rendimiento a un nuevo diseño de banda de reencauche o neumático, deben realizarse inspecciones semanales del rendimiento. Si por el contrario son bandas de reencauche o neumáticos nuevos de los cuales ya se tiene un historial de rendimiento en las rutas de trabajo de sus vehículos, las inspecciones se pueden realizar mensualmente, esto con el fin de garantizar los rendimientos obtenidos anteriormente.

Con la información recopilada en el cuadro anterior se ejemplificará el procedimiento para realizar las proyecciones de los neumáticos. Para este cálculo se necesitan de cuatro a cinco lecturas para poder tener un dato aproximado, siendo la información a utilizar la siguiente:

El 7 de marzo de 1994, fue colocado en el vehículo con número de registro TM-3, el neumático nuevo, en la medida 7.50-16, el cual es de un diseño Doble Servicio, con una profundidad de labor de 19/32 de pulgada.

Cuando se revisó el vehículo el 7 de abril de 1994, el kilometraje anotado fue de 125,187 kms. con una profundidad de la banda de rodamiento de 18/32 de pulgada. Lo que indica que el neumático recorrió 1,507 kms. (125,187 - 123,680) y se gastó 1/32 de profundidad.

Para la tercera lectura, efectuada el 2 de mayo de 1994, el kilometraje del vehículo fue de 126,817 y la profundidad de la banda de rodamiento de 17/32 de pulgada. Lo que da un recorrido del vehículo de 1,630 kms. (126,817 - 125,187) por 1/32 de profundidad.

En la cuarta lectura (31/5/94) el kilometraje del vehículo fue de 128,297 kms. y un desgaste de 1/32 de pulgada para la profundidad de labor (recorrido de 1,480 kms.).

Con base en la quinta lectura, indica que el vehículo recorrió 1,505 kms. para un desgaste de 1/32 de profundidad.

Con la información recopilada de estas cuatro lecturas se realiza un promedio de rendimiento el cual se describe a continuación:

Recorrido:	Desgaste de Profundidad:
1,507 kms.	1/32 de pulgada.
1,680 kms.	1/32 de pulgada.
1,480 kms.	1/32 de pulgada.
1,505 kms.	1/32 de pulgada.
<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>
6,172 kms.	4/32 de pulgada.

Promedio de Recorrido:

$$\frac{6,172}{4} = 1,543 \text{ kms./lectura}$$

Promedio de Profundidad Gastada:

$$\frac{4/32 \text{ de pulg.}}{4} = 1/32 \text{ de pulg./lectura}$$

Del cálculo anterior se ve que por cada 1/32 de pulg. se recorren 1,543 kms. Con esta información se procede a realizar la operación para obtener el rendimiento aproximado de este neumático, el cual no es más que la multiplicación de la profundidad que tiene el neumático nuevo (19/32 de pulg.) con el rendimiento promedio:

$$19 \times 1,543 = 29,317 \text{ kilómetros}$$

Este es el rendimiento aproximado que tendrá el neumático si se retira cuando éste tenga 0/32avos. (pulg.) de profundidad; es decir, cuando se encuentre completamente liso.

En la práctica esto no es recomendable, debido a que si el neumático no se retira con una profundidad prudencial (de 3/32 a 4/32 de pulg.) pueden aumentar las probabilidades que éste, no se pueda reencauchar, aumentando así el costo por kilómetro.

Retomando el cálculo anterior; es decir, en lugar de calcularlo con 19/32 de pulg. se calculará con una profundidad de 15/32 de pulg.:

$$(19 - 4) \times 1,543 = 23,145 \text{ kilómetros}$$

Siendo el rendimiento real aproximado de 23,145 kms., hay que tomar en cuenta que el neumático será retirado de servicio cuando tenga 4/32 de pulg. para realizarle el trabajo de reencauche.

Es importante mencionar que NO todos los neumáticos tienen un rendimiento igual por cada 32avos. de profundidad, ya que esto varía de acuerdo a los compuestos de cada marca de neumático y diseño de rodamiento.

3.1.2) Neumático Reencauchado:

Al igual que en el neumático nuevo, se utilizará para el cálculo, el ejemplo del formato de CONTROL DE RENDIMIENTO DEL NEUMÁTICO REENCAUCHADO, el cual se presenta a continuación:

CONTROL DEL RENDIMIENTO DE UN NEUMÁTICO REENCAUCHADO:**Diseño**

Marca: XXXX Medida: 11R24.5 Banda: Doble Servicio No.Serie: NMR305 Costo: Q 835.33 No.Reeno.: 1

No. Reg. Posición Fecha Kilometraje Vitali-
 Quemado: 4523 Vehículo: C-4567 Neumático: TII Instalación: 050394 Inicial: 41,231 zadora: XXXX

PRESION RECOMENDADA: 105 Lbs.

FECHA REVISION	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD RODAMIENTO	PRESION INFLADO	OBSERVACIONES
05/Marzo/94	41,231 kms.	22/32 de Pulg.	105 (P.S.I.)	Se colocó tapón/metal
06/Abril/94	43,249	20/32	105	Herida lateral
04/Mayo/94	45,289	18/32	98	Reparacion h. lateral
05/Junio/94	47,309	17/32	100	
07/Julio/94	49,324	16/32	105	

En el cuadro anterior se observa que los neumáticos reencauchados en la medida 11R24.5 diseño Doble Servicio y número quemado 4523, fueron colocados en el vehículo con número de reg. C-4567 con un kilometraje inicial de 41,231 kms., el 5 de marzo de 1994, con una profundidad de la banda de reencauche de 22/32 de pulgada.

Quando en esta prueba se tomó la segunda lectura el 6 de abril de 1994, el vehículo había recorrido 2,018 kms. (43,249 - 41231) y gastado 2/32 de profundidad, lo que reflejó un rendimiento aproximado de 1,009 kms. por 1/32 de pulgada.

El 4 de mayo cuando se revisó, el vehículo había recorrido 2,040 kms. (47,309 - 45,289) por 1/32 de pulgada.

En la quinta lectura realizada el 7 de Julio de 1994, se obtuvo un recorrido de 2,015 kms. por 1/32 de profundidad.

Para obtener el rendimiento aproximado por 1/32 de pulg. se realiza un cálculo igual al que se elaboró en el neumático nuevo. Es decir, se toma el promedio de las cuatro lecturas anteriores:

Recorrido:	Desgaste de Profundidad:
1,009 kms.	1/32 de pulgada.
1,020 kms.	1/32 de pulgada.
2,020 kms.	1/32 de pulgada.
2,015 kms.	1/32 de pulgada.
<hr/> <hr/> 6,064 kms.	<hr/> <hr/> 4/32 de pulgada.

Promedio de Recorrido:

$$\frac{6,064}{4} = 1,516 \text{ kms./lectura}$$

Promedio de Profundidad Gastada:

$$\frac{4/32 \text{ de pulg.}}{4} = 1/32 \text{ de pulg./lectura}$$

Del cálculo anterior se ve que por cada 1/32 de pulg. se recorren 1,543 kms. Con esta información se procede a realizar el cálculo para obtener el rendimiento aproximado de este neumático reencauchado. Al igual que el neumático nuevo, esta operación no es más que la multiplicación de la profundidad que tiene la banda de reencauche (22/32 de pulg.) con el rendimiento promedio:

$$(22-4) \times 1,516 = 27,288 \text{ kilómetros}$$

Como se puede observar en el cálculo anterior se ha restado 4/32 a los 22/32 que tiene la banda de reencauche, esto se hace debido a que el neumático será retirado para ser reencauchado una vez más, cuando éste tenga 4/32 de profundidad, por lo que el rendimiento aproximado de la banda de reencauche será de 27,288 kilómetros.

3.1.3) Costo por kilómetro:

El costo por kilómetro muestra cuantitativamente la cantidad de dinero que se gasta en un neumático (nuevo o reencauchado) por kilómetro recorrido y éste se calcula después de conocer el rendimiento de un neumático; es decir, cuando se retira para que sea reencauchado.

Para ejemplificar este cálculo se utilizará el formato de Control de Rendimiento de Neumático Nuevo, el cual es el siguiente:

CONTROL DEL RENDIMIENTO DE UN NEUMÁTICO NUEVO:

Marca: XXXX Medida: 7.50-16 Diseño: Doble Servicio No. Serie: ZPET058 Costo: Q 570.12

No. Reg. Posición Fecha Kilometraje
 Quemado: 0305 Vehículo: TM-3 Neumático: DI Instalación: 070394 Inicial: 123,680 kms.

PRESIÓN RECOMENDADA: 70Lbs.

FECHA REVISION	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD RODAMIENTO	PRESIÓN INFLADO	OBSERVACIONES
07/Marzo/94	123,680 kms.	19/32 de Pulgada	70 (P.S.I.)	Se colocó tapón/metal
07/Abril/94	125,187 kms.	18/32	70	
02/Mayo/94	126,817 kms.	17/32	60	Falta el tapón de metal
31/Mayo/94	128,297 kms.	16/32	70	
30/Junio/94	129,802 kms.	15/32	65	
29/Julio/94	131,357 kms.	14/32	70	
30/Agosto/94	132,817 kms.	13/32	20	Neumático pinchado
30/Sept./94	134,328 kms.	12/32	71	
28/Oct./94	135,830 kms.	11/32	70	
29/Nov./94	137,329 kms.	10/32	68	
30/Dic./94	138,850 kms.	09/32	71	
29/Enero/95	140,330 kms.	08/32	69	
28/Febrero/95	141,843 kms.	07/32	70	Próxima a reencauche
30/Marzo/95	143,324 kms.	06/32	74	Próxima a reencauche
27/Abril/95	144,810 kms.	05/32	69	Próxima a reencauche
29/Mayo/95	146,311 kms.	04/32	75	Se retiró para reenc.

Como se puede observar en el formato anterior, se tiene quince lecturas realizadas antes de retirar el neumático para reencaucharlo, por lo que se necesita conocer el rendimiento de este neumático, el cual se calcula realizando un promedio de rendimiento por cada lectura realizada, la cual va directamente relacionada con el desgaste de la banda de rodamiento. El cálculo del promedio es el siguiente:

No. Lectura:	Kilometraje recorrido:	Cálculo:
1.	1,507 kms.	$(125,187 - 123,680) / (19-18)$
2.	1,630 kms.	$(126,817 - 125,187) / (18-17)$
3.	1,480 kms.	$(128,297 - 126,817) / (17-16)$
4.	1,505 kms.	
5.	1,555 kms.	
6.	1,460 kms.	
7.	1,511 kms.	
8.	1,502 kms.	
9.	1,499 kms.	
10.	1,521 kms.	
11.	1,480 kms.	
12.	1,513 kms.	
13.	1,481 kms.	
14.	1,486 kms.	$(144,810 - 143,324) / (6-5)$
15.	1,501 kms.	$(146,311 - 144,810) / (5-4)$
<hr/>		
Sumatoria del recorrido:	22,631 kilómetros	

Promedio del recorrido:

$$\frac{22,631 \text{ kms. (Sumatoria Recorrido)}}{15 \text{ (No. de Lecturas)}} = 1,508.73 \text{ kms./lectura}$$

Lo que indica que por el desgaste de 1/32avo. de profundidad de labor, el neumático NUEVO recorre aproximadamente 1,508.73 kilómetros.

Cuando se calcula el rendimiento del neumático, es importante tomar en cuenta dos aspectos:

- La profundidad de la banda de rodamiento del neumático nuevo (19/32avos.)
- El neumático debe retirarse para realizarle el trabajo de reencauche cuando tiene 4/32avo. de profundidad de rodamiento.

El rendimiento del neumático nuevo es el siguiente:

$$1,508.73 * (19 - 4) = 22,630.95 \text{ kilómetros}$$

Donde:

Rendimiento promedio por 1/32avo.:	1,508.73 kms.
Profundidad neumático nuevo:	19/32avos.
Profundidad para reencauche:	4/32avos.

Se puede suponer que el neumático nuevo fue comprado a un precio de Q 579.12. El costo por kilómetro no es más que la división entre el precio de compra sobre el rendimiento del neumático; es decir:

$$\text{Costo por kilómetro} = \frac{Q 579.12}{22,630.95 \text{ kms.}} = 0.03 \text{ Q/kms.}$$

El costo por kilómetro indica que por cada kilómetro que se recorre con este neumático, se gasta 0.03 de quetzal.

Utilizando el formato de control de rendimiento del neumático reencauchado, podrá observar que el cálculo del costo por kilómetro del neumático reencauchado es igual al del neumático nuevo como se puede apreciar a continuación:

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA Q.
Biblioteca Central

CONTROL DEL RENDIMIENTO DE UN NEUMÁTICO REENCAUCHADO:**Diseño**

Marca: XXXX Medida: 11R24.5 Banda: Doble Servicio No.Serie: NMR305 Costo: Q 835.33 No.Reeno.: 1

No. Reg. Posición Fecha Kilometraje Vitoli-
 Quemado: 4523 Vehículo: C-4587 Neumático: TII Instalación: 050394 Inicial: 41,231 zadora: XXXX

PRESION RECOMENDAD: 105 Lbs.

FECHA REVISION	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD RODAMIENTO	PRESION INFLADO	OBSERVACIONES
05/Marzo/94	41,231 kms.	22/32 de Pulg.	105 (P.S.I.)	Se colocó tapón/metal
06/Abril/94	43,249	20/32	105	Herrida lateral
04/Mayo/94	45,289	18/32	98	Reparación h. lateral
05/Junio/94	47,309	17/32	100	
07/Julio/94	49,324	16/32	105	
04/Agosto/94	51,344	15/32	103	Corrección de apareo
05/Sept./94	53,355	14/32	98	Falta tapón/metal
05/Oct./94	55,368	13/32	105	Desgaste irregular
04/Nov./94	57,376	12/32	100	Corrección desgaste i.
05/Dic./94	59,392	11/32	104	
04/Enero/95	61,416	10/32	105	
05/Febrero/95	63,441	08/32	103	
08/Marzo/95	65,471	08/32	100	Próxima a reencauche
05/Abril/95	67,488	07/32	105	Corrección de apareo
06/Mayo/95	69,513	06/32	50	Neumático pinchado
06/Junio/95	71,533	05/32	105	Próxima a reencauche
04/Julio/95	73,5388	04/32	104	Se retiró para reenc.

No. lectura: Kilometraje recorrido: Cálculo:

1.	1,009 kms.	$(43,249 - 41,231) / (22-20)$
2.	1,020 kms.	$(45,289 - 43,249) / (20-18)$
3.	2,020 kms.	$(47,309 - 45,289) / (18-17)$
4.	2,015 kms.	$(49,324 - 47,309) / (17-16)$
5.	2,000 kms.	
6.	2,011 kms.	
7.	2,013 kms.	
8.	2,008 kms.	
9.	2,016 kms.	
10.	2,024 kms.	
11.	2,025 kms.	
12.	2,030 kms.	
13.	2,015 kms.	

No. lectura:	Kilometraje recorrido:	Cálculo:
14.	2,027 kms.	
15.	2,020 kms.	(71,533 - 69,513)/(6-5)
16.	2,005 kms.	(73,538 - 71,533)/(5-4)

Sumatoria del recorrido: 30,258 kilómetros.

Promedio del recorrido:

$$\frac{30,258 \text{ kms. (Sumatoria del recorrido)}}{16 \text{ (No. de lecturas)}} = 1,891.13 \text{ kms./lect.}$$

Lo que indica que por el desgaste de 1/32avo. de profundidad de labor, el neumático REENCAUCHADO recorre aproximadamente 1,891.13 kms.

El cálculo del rendimiento del neumático reencauchado es el siguiente:

$$1,891.13 * (22 - 4) = 34,040.34 \text{ kilómetros}$$

Donde:

Rendimiento promedio por 1/32avo.: 1,891.13 kms.
 Profundidad neumático reencauchado: 22/32avos.
 Profundidad para reencauche: 4/32avos.

Se puede suponer que por el trabajo de reencauche del neumático se pago Q 835.33. El costo por kilómetro del neumático reencauchado no es más que la división del precio del reencauche entre el rendimiento.

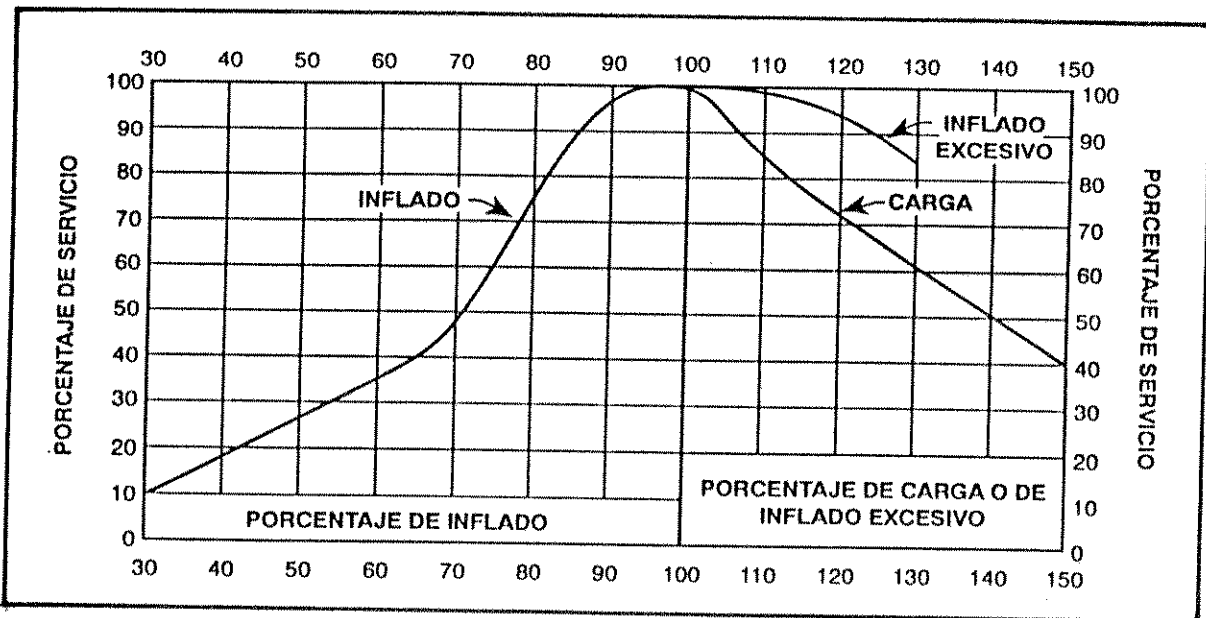
$$\text{Costo por kilómetro} = \frac{Q 835.33}{34,040.34 \text{ kms.}} = 0.02 \text{ Q/kms.}$$

Lo que indica que por cada kilómetro recorrido con este neumático reencauchado se gasta 0.02 de quetzal.

3.2) COSTO DE PRESIONES INCORRECTAS:

El mantenimiento de una correcta presión de inflado en los neumáticos es necesario para obtener un 100% de rendimiento.

El gráfico que se presenta a continuación muestra cómo el descuido de la presión y la sobrecarga afecta el rendimiento de un neumático.



Como se puede observar en la parte superior de la columna figura el porcentaje de inflado o porcentaje de carga. Donde las líneas de porcentajes verticales cortan a la curva de inflado o carga, las líneas horizontales darán el porcentaje de rendimiento (servicio) a esperar del neumático, a la derecha o izquierda de la gráfica.

El cálculo del costo aproximado de pérdida por baja presión se realiza en base a la gráfica anterior. Como se puede apreciar, si se tiene un 80% de la presión recomendada el neumático tendrá un 75% de rendimiento; es decir, se está perdiendo un 25% del rendimiento del neumático. Si en lugar del 80%, el neumático mantiene un 70% de la presión recomendada, éste rendirá un 48%.

Con estos porcentajes, con el costo por kilómetro y con el rendimiento del neumático, se calcula el costo de pérdida por bajas presiones. Se puede ver el siguiente ejemplo:

Se tiene un vehículo con seis neumáticos, el rendimiento de éstos ha sido de 38,500 kms. y el costo por kilómetro de 0.08 de quetzal. Se ha descuidado el control de presiones y resulta que cuando se calibraron los neumáticos se confirmó que se han estado usando en promedio con un 78% de la presión recomendada (ver gráfica anterior), lo que indica que se ha estado perdiendo el 30% del rendimiento de los neumáticos, lo que equivale a 11,550 (38,500 * 30%) en kilómetros y Q 924.00 (11,550 * 0.08) por neumático; es decir, Q 5,544.00 (924 * 6) por vehículo en pérdida por bajas presiones.

Es importante indicar que los Q 5,544.00 corresponden a un solo vehículo, pero cuando son flotas de 10, 20 o más vehículos la pérdida por concepto de presiones es alta si no se toman las medidas correspondientes, y si a esto se agrega que los neumáticos sometidos a bajas presiones o excesos de carga sufren de un agotamiento con el cual aumenta la posibilidad que no se puedan reencauchar, incrementan el costo por kilómetro y a la vez modifican el presupuesto asignado a la compra de neumáticos, debido al cambio prematuro de los mismos.

3.3) COSTO DE PROFUNDIDAD DE LABOR:

El costo de profundidad de labor es importante poder cuantificarlo ya que éste indica cuanto cuesta 1/32 pulg. de profundidad de labor.

Este cálculo es muy sencillo: Se puede suponer que una empresa de transporte compra en Q 1,351.71 un neumático nuevo, el cual tiene una profundidad de 17/32avos. de pulgada, el costo por profundidad de rodamiento es el siguiente:

$$\begin{array}{l} \text{Costo del neumático:} \quad \quad \quad \text{Q 1,351.71} \\ \text{Profundidad de rodamiento:} \quad \quad \quad \frac{\quad}{17} \quad = 79.51 \text{ Q/32avos.} \end{array}$$

El costo de profundidad de labor es de Q 79.51 por 1/32 pulg. En el caso que fuera un neumático reencauchado el cálculo es el mismo. El costo de profundidad de labor varía de acuerdo al precio del neumático, ya que éste depende de la marca, número de pliegos, diseño de la banda, profundidad de la banda de rodamiento, etc.

3.4) COSTO DE DESGASTE IRREGULAR:

En la mayoría de las empresas de transporte no le dan importancia a la eliminación o reducción de los desgastes irregulares. Esto se debe a que no están enterados de la cantidad de dinero que están perdiendo.

Los desgastes irregulares son ocasionados por dos causas: Fallas mecánicas y alineación del vehículo. Las fallas mecánicas son aquellas piezas que debido al tiempo de servicio se han fatigado y es necesario reemplazarlas. La alineación del vehículo es necesario realizarla cada vez que se cambian neumáticos, y periódicamente deben revisarse los ángulos de alineación como parte de un programa de mantenimiento preventivo, ya que los desajustes tanto en eje delantero como en ejes traseros son ocasionados por golpes (baches, banquetazos, accidentes, etc.)

Sólo cuando un desgaste irregular es muy severo, es cuando se le toma la importancia debida, ya que este reduce considerablemente el rendimiento de los neumáticos.

El costo de un desgaste irregular se realiza en base al costo de profundidad de labor. Este cálculo es aproximado ya que depende del recorrido de cada vehículo, lo mínimo o severo del desgaste, pero da a conocer la cantidad aproximada de dinero que se está perdiendo. El cálculo es el siguiente:

- Se calcula el costo de profundidad de labor del neumático (Se puede asumir Q 75.91 por 1/32 de pulg.).
- Se realiza una inspección a cada neumático de un vehículo determinado. (Se puede asumir que este vehículo utiliza seis neumáticos).
- Si de los seis neumáticos tres presentan desgaste irregular se multiplica $Q\ 75.91 * 3 = Q\ 227.73$, lo cual indica la pérdida que tiene el vehículo por desgastes irregulares, la cual puede ser semanal o mensual, dependiendo del recorrido del vehículo, (viajes largos o cortos).

Lo importante es hacer notar que entre más grande sea la flota de vehículos, mayor cantidad de dinero representa la pérdida por desgaste irregular. Por ejemplo, si la flota fuera de ocho vehículos (un total de cuarenta y ocho neumáticos) de los cuales cinco vehículos presentan desgastes irregulares en sus neumáticos (se puede asumir diez neumáticos), da una pérdida por desgastes irregulares de Q 2,277.30 ($10 * 227.73$), la cual puede ser semanal o mensual, dependiendo del recorrido que estos tengan.

3.5) COSTO DE NEUMÁTICOS PERDIDOS:

Los neumáticos perdidos son todos aquellos neumáticos que por el daño que tienen ya no pueden ser utilizados, éstos representan un costo y son de suma importancia para detectar las causas por las cuales se han arruinado, con el fin de minimizarlas o corregirlas para evitar que más neumáticos se sigan perdiendo. El cálculo es el siguiente:

- Se calcula el costo de profundidad de labor (se asumirá Q 75.91)
- Se mide la profundidad de labor del neumático perdido (10/32 de pulg.), se multiplica por la profundidad de labor (Q 75.91) lo cual da una pérdida de Q 750.91. Al mismo tiempo se anota cuál fue la razón por la que el neumático no puede utilizarse.
- La pérdida total es la sumatoria de la pérdida de cada uno de los neumáticos perdidos. Por ejemplo:

Costo por Profundidad:	Profundidad:	Cantidad Perdida:	
Q 75.91	11		835.01
Q 75.91	8		607.28
Q 90.45	13		1,175.85
Q 60.05	10		600.50
Total Pérdida:			Q 3,218.64

El total de pérdida es la cantidad de dinero perdido en los neumáticos la cual ya no se puede recuperar, de donde es importante conocer la razón por la cual un neumático no se puede utilizar, para crear o modificar procedimientos de operación, con el fin de reducir los daños en los neumáticos.

4) BENEFICIOS (REDUCCION DE COSTOS) DE LA IMPLEMENTACION DE UN CONTROL ADMINISTRATIVO PARA NEUMÁTICOS.

4.1) OPTIMIZACION EN LA SELECCION DEL NEUMÁTICO NUEVO CON MENOR COSTO POR KILÓMETRO:

En el mercado existen varias marcas de neumáticos a diferentes precios, por lo que en la mayoría de los casos, el transportista tiende a inclinarse por la selección del neumático con el menor precio de compra. Este criterio de la selección del neumático orientada por el precio de compra no es el recomendable, ya que se puede comprar un neumático barato que con el rendimiento, el costo por kilómetro sea alto. Lo recomendable para comprar un neumático, es que debe orientarse al que tenga el menor costo (real) por kilómetro para su flota.

Para esta selección se deben realizar varias pruebas de rendimiento a neumáticos nuevos, los cuales se pueden controlar con los formatos de CONTROL DEL RENDIMIENTO DE UN NEUMÁTICO NUEVO propuesto en el CAPITULO 2.

Para ejemplificar esta decisión se tienen dos marcas de neumáticos " X " y " Y " con las cuales se analizará individualmente el rendimiento real y su costo real por kilómetro; es decir, se realizarán con pruebas completas, hasta que el neumático se retire con una profundidad de 4/32 de pulgada.

NEUMATICO " X " :

CONTROL DEL RENDIMIENTO DE UN NEUMÁTICO NUEVO:

Marca: " X " Medida: 7.50-18 Diseño:Doble S. "A" No.Serie: MORS13 Costo: Q 831.55

No. Reg. Posición Fecha Kilometraje
 Quemado: 7821 Vehículo: TM-4 Neumático: DI Instalación: 070394 Inicial: 161,401 kms.

PRESIÓN RECOMENDADA: 70 Lbs.

FECHA REVISION	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD RODAMIENTO	PRESIÓN INFLADO	OBSERVACIONES
07/Marzo/94	161,401 kms.	19/32 de Pulgada	70 (P.S.I.)	Se colocó tapón/metal
07/Abril/94	162,709 kms.	17/32	70	
02/Mayo/94	164,022 kms.	16/32	70	
31/Mayo/94	165,327 kms.	15/32	71	
30/Junio/94	166,636 kms.	14/32	70	
29/Julio/94	167,951 kms.	13/32	70	
30/Agosto/9	169,256 kms.	12/32	69	
30/Sept./94	170,557 kms.	11/32	72	
28/Oct./94	171,867 kms.	10/32	70	
29/Nov./94	173,175 kms.	09/32	65	Golpe lateral (reparada)
30/Dic./94	174,490 kms.	08/32	73	
29/Enero/95	175,796 kms.	07/32	65	Próxima a reencauche
28/Febrero/9	177,105 kms.	06/32	75	Próxima a reencauche
30/Marzo/95	178,418 kms.	05/32	70	Próxima a reencauche
27/Abril/95	179,723 kms.	04/32	60	Se retiró para reenc.

Cálculo de rendimiento por 1/32 de pulg.:

654 kms.	(162,709 - 161,401) / (19-17)
1,313 kms.	(164,022 - 162,709) / (17-16)
1,305 kms.	(165,327 - 164,022) / (16-15)
1,309 kms.	
1,315 kms.	
1,305 kms.	
1,301 kms.	
1,310 kms.	
1,308 kms.	
1,315 kms.	
1,306 kms.	
1,309 kms.	(177,105 - 175,796) / (7-6)

1,313 kms. (178,418 - 177,105)/(6-5)
 1,305 kms. (179,723 - 178,418)/(5-4)

Recorrido: 17,668 kilómetros

Costo por kilómetro: $\frac{Q\ 631.55}{17,668\ kms.} = 0.04\ Q/kms.$

Lo que indica que se gastó 0.04 centavos de quetzal por kilómetro recorrido.

NEUMÁTICO " Y ":

CONTROL RENDIMIENTO NEUMÁTICO NUEVO:

Marca: " Y " Medida: 7.50-18 Diseño:Doble Servicio No.Serie: ZPET058 Costo: Q 579.12

No. Reg. Posición Fecha Kilometraje
 Quemado: 0305 Vehículo: TM-3 Neumático: DI Instalación: 070394 Inicial: 123,680 kms.

PRESIÓN RECOMENDADA: 70 Lbs.

FECHA REVISION	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD RODAMIENTO	PRESIÓN INFLADO	OBSERVACIONES
07/Marzo/94	123,680 kms.	19/32 de Pulgada	70 (P.S.I.)	Se colocó tapón/metal
07/Abril/94	125,187 kms.	18/32	70	
02/Mayo/94	126,817 kms.	17/32	60	Falta el tapón de metal
31/Mayo/94	128,297 kms.	16/32	70	
30/Junio/94	129,802 kms.	15/32	65	
29/Julio/94	131,357 kms.	14/32	70	
30/Agosto/9	132,817 kms.	13/32	20	Neumático pinchado
30/Sept./94	134,328 kms.	12/32	71	
28/Oct./94	135,830 kms.	11/32	70	
29/Nov./94	137,329 kms.	10/32	68	
30/Dic./94	138,850 kms.	09/32	71	
29/Enero/95	140,330 kms.	08/32	69	
28/Febrero/9	141,843 kms.	07/32	70	Próxima a reencauche
30/Marzo/95	143,324 kms.	06/32	74	Próxima a reencauche
27/Abril/95	144,810 kms.	05/32	69	Próxima a reencauche
29/Mayo/95	146,311 kms.	04/32	75	Se retiró para reenc.

Cálculo del rendimiento por 1/32 de pulg.:

1,507 kms.	(125,187 - 123,680)/(19-18)
1,630 kms.	(126,817 - 125,187)/(18-17)
1,480 kms.	
1,505 kms.	
1,555 kms.	
1,460 kms.	
1,511 kms.	
1,502 kms.	
1,409 kms.	
1,521 kms.	
1,480 kms.	
1,513 kms.	
1,481 kms.	
1,486 kms.	(144,810 - 143,324)/(6-5)
1,501 kms.	(146,311 - 144,810)/(5-4)

Recorrido: 22,631 kilómetros

$$\text{Costo por kilómetro} = \frac{Q 579.12}{22,631 \text{ kms.}} = 0.03 \text{ Q/kms.}$$

Lo que indica que se gastó 0.03 centavos de quetzal por kilómetro recorrido.

Como se puede observar, el rendimiento del neumático marca "X" fue de 17,668.00 kilómetros con un costo por kilómetro de 0.04 de quetzal, mientras que el neumático marca "Y" fue de 22,631.00 kilómetro con un costo por kilómetro de 0.03 de quetzal. De donde el neumático nuevo a utilizar en esta flota es el de marca "Y" debido a que su costo por kilómetro es más económico.

4.2) OPTIMIZACIÓN EN LA SELECCIÓN DE LA BANDA DE REENCAUCHE CON MENOR COSTO POR KILÓMETRO:

Al igual que en el neumático nuevo, en el trabajo de reencauche existe una gran variedad de bandas con diferentes diseños, compuestos, profundidad, etc., y es necesario realizar pruebas de rendimiento para optar por la banda con menor costo por kilómetro. A continuación se presentan dos pruebas de rendimiento de bandas para reencauche, una con un diseño " M " y la otra con un diseño " N ".

BANDA CON DISEÑO "M":

CONTROL DEL RENDIMIENTO DE UN NEUMÁTICO REENCAUCHADO:

Marca: XXXX Medida: 11R24.5 Diseño: " M " No.Serie: NMR305 Costo: Q 835.33 No.Reeno.: 1

No. Quemado: 345 Reg. Vehículo: C-4587 Posición Neumático: TII Fecha Instalación: 050394 Kilometraje Inicial: 41,231 Vitalizadora: XXXX

PRESIÓN RECOMENDADA: 105 Lbs.

FECHA REVISION	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD RODAMIENTO	PRESIÓN INFLADO	OBSERVACIONES
05/Marzo/94	41,231 kms.	22/32 de Pulg.	105 (P.S.I.)	Se colocó tapón/metal
08/Abril/94	43,249	20/32	105	Herida lateral
04/Mayo/94	45,289	18/32	98	Reparación h. lateral
05/Junio/94	47,309	17/32	100	
07/Julio/94	49,324	16/32	105	
04/Agosto/94	51,344	15/32	103	Corrección de apareo
05/Sept./94	53,355	14/32	98	Falta tapón/metal
05/Oct./94	55,368	13/32	105	Desgaste irregular
04/Nov./94	57,376	12/32	100	Corrección desgaste l.
05/Dic./94	59,392	11/32	104	
04/Enero/95	61,416	10/32	105	
05/Febrero/95	63,441	09/32	103	
08/Marzo/95	65,471	08/32	100	Próxima a reencauche
05/Abril/95	67,466	07/32	105	Corrección de apareo
06/Mayo/95	69,513	06/32	50	Neumático pinchado
06/Junio/95	71,533	05/32	105	Próxima a reencauche
04/Julio/95	73,538	04/32	104	Se retiró para reenc.

Cálculo del rendimiento por 1/32 de pulg.:

1,009 kms. (43,249 - 41,231) / (22-20)
 1,020 kms. (45,289 - 43,249) / (20-18)
 2,020 kms.
 2,015 kms.
 2,020 kms.
 2,011 kms.
 2,013 kms.
 2,008 kms.
 2,016 kms.
 2,024 kms.
 2,025 kms.
 2,030 kms. (65,471 - 63,441) / (9-8)

2,015 kms. (67,486 - 65,471)/(8-7)
 2,027 kms. (69,513 - 67,486)/(7-6)
 2,020 kms. (71,533 - 69,513)/(6-5)
 2,005 kms. (73,538 - 71,533)/(5-4)

Recorrido: 30,278 kilómetros

Costo por kilómetro: $\frac{Q 835.33}{30,278 \text{ kms.}} = 0.03 \text{ Q/kms.}$

Lo que indica que se gastó 0.03 centavos de quetzal por kilómetro recorrido.

BANDA CON DISEÑO "N":

CONTROL DEL RENDIMIENTO DE UN NEUMÁTICO REENCAUCHADO:				
Marca: XXXX Medida: 11R24.5		Diseño Banda: " N "	No.Serie: NMR304	Costo: Q 890.30 No.Reeno.: 1
No. Quemado: 4523	Reg. Vehículo: C-587	Posición Neumático: TII	Fecha Instalación: 050394	Kilometraje Vitali- Inicial: 123,321 zadora: XXXX
PRESION RECOMENDADA: 105 Lbs.				
FECHA REVISION	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD RODAMIENTO	PRESION INFLADO	OBSERVACIONES
05/Marzo/94	123,321 kms.	22/32 de Pulg.	105 (P.S.I.)	Se colocó tapón/metal
08/Abril/94	126,502	20/32	105	
04/Mayo/94	128,100	19/32	100	
05/Junio/94	129,703	18/32	80	Neumático pinchado
07/Julio/94	131,298	17/32	101	
04/Agosto/94	132,908	16/32	105	
05/Sept./94	134,505	15/32	90	Falta tapón metal
05/Oct./94	136,096	14/32	100	
04/Nov./94	137,696	13/32	101	
05/Dic./94	139,294	12/32	100	
04/Enero/95	140,887	11/32	105	
05/Febrero/95	142,482	10/32	105	
08/Marzo/95	144,082	09/32	70	Neumático pinchado
05/Abril/95	145,685	08/32	105	Próxima a reenc.
08/Mayo/95	148,830	08/32	110	Próxima a reenc.
08/Junio/95	151,981	04/32	105	Se retiró para reenc

Cálculo del rendimiento por 1/32 de pulg.:

1,590.5	kms.	(126,502 - 123,321) / (22-20)
1,598.0	kms.	(128,100 - 126,502) / (20-19)
1,603.0	kms.	
1,595.0	kms.	
1,610.0	kms.	
1,597.0	kms.	
1,591.0	kms.	
1,600.0	kms.	
1,598.0	kms.	
1,593.0	kms.	
1,595.0	kms.	
1,600.0	kms.	
1,603.0	kms.	
1,572.5	kms.	(148,830 - 145,685) / (8-6)
1,580.5	kms.	(151,991 - 148,830) / (6-4)

Rendimiento: 23,926.5 kilómetros

Costo por kilómetro: $\frac{Q 890.30}{23,926.5 \text{ kms.}} = 0.04 \text{ Q/kms.}$

Lo que indica que se gastó 0.04 centavos de quetzal por kilómetro recorrido.

Al observar los dos cálculos anteriores se escogerá la banda para reencauche en diseño "M" ya que tiene el menor costo por kilómetro.

Lo importante al realizar una prueba de rendimiento en un neumático es que ambos deben ser del mismo tipo (radial o convencional), deben tener la misma profundidad de labor, igual diseño (direccional, tracción o doble servicio), realizarlas en vehículos con iguales características de fabricación, pero en iguales condiciones de servicio.

4.3) OPTIMIZACION DEL RENDIMIENTO DEL NEUMÁTICO:

Hay muchos factores relacionados con el vehículo, los cuales tienen un efecto mayor en la vida del neumático.

incluyendo la condición del sistema de frenos y el sistema de suspensión. El factor relacionado con el vehículo que tiene el mayor efecto directo en el desgaste de la banda es el de alineación.

Para que usted logre optimizar el rendimiento de sus neumáticos tanto nuevo como reencauchado, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

4.3.1) Tipo de terreno:

Es importante conocer el tipo de terreno por el cual circulan los vehículos con el objeto de evaluar no sólo características de neumáticos, sino también características de los vehículos para cierto tipo de terreno.

4.3.2) Aros adecuados:

Antes de armar los neumáticos es necesario limpiar el aro de todo material extraño, óxido, etc., y lo más importante, verificar que las partes de éste sean de la misma medida (aros de dos o tres piezas) y que el aro sea de la medida recomendada para el neumático.

4.3.3) Selección del neumático:

Luego de conocer el tipo de terreno se debe seleccionar el neumático de acuerdo al tipo (radial o convencional), calidad del mismo (marca, garantía, asesoría, servicio, etc.), tamaño, número de capas (lonas) de acuerdo a la carga, diseño (tracción, direccional, doble servicio).

4.3.4) Combinación de duales:

Los neumáticos deben aparearse en los ejes verificando que éstos sean de igual tipo (radial o convencional), que la medida sea la misma, así como la profundidad de labor y diseño de la banda de rodamiento.

4.3.5) Defectos mecánicos:

Periódicamente deben revisarse los neumáticos para verificar que no presenten desgastes irregulares ocasionados generalmente por ejes doblados, ejes desalineados, cojinetes gastados (vibraciones), amortiguadores fatigados o vencidos, frenos mal graduados, etc.

4.3.6) Alineación:

La alineación es una necesidad, si se desea que los neumáticos se desgasten de manera uniforme, que la dirección del vehículo sea precisa y que el consumo de combustible sea el más bajo posible.

El síntoma más común de la desalineación es un tiro o desplazamiento hacia un lado. Otros síntomas son lo flojo que está el volante de dirección, un volante de dirección que se descentra cuando las ruedas delanteras están en línea recta hacia adelante, una sensación que el vehículo "zigzaguea" por el camino, y un volante cuya manipulación requiere un gran esfuerzo. No es raro notar la desalineación en el volante antes de notar un desgaste anormal de los neumáticos, por lo que no debe ignorarse este problema y es necesario atenderlo cuando se presente.

Es importante crear un programa de mantenimiento preventivo en los vehículos relacionado con la alineación de los ejes tanto trasero como delantero, para garantizar un desempeño óptimo del neumático.

4.3.7) Presión de inflado:

La presión de inflado de cada neumático debe revisarse periódicamente y realizarse cuando el neumático esté frío; es decir, antes que el vehículo empiece su ruta de trabajo (generalmente por las mañanas mientras se enciende el motor y se espera que éste caliente). Además, es recomendable colocar tapones metálicos a cada válvula.

La presión de cada neumático va directamente relacionado con el peso de la carga y el número de capas (pliegos) del neumático.

4.3.8) Distribución de carga:

La distribución de la carga debe realizarse de una manera uniforme en los ejes del vehículo para evitar la sobrecarga en algunos neumáticos.

4.3.9) Rotación de neumáticos:

Los fabricantes de neumáticos recomiendan realizar una rotación en los neumáticos cada 5,000 a 7,000 kilómetros para aumentar el rendimiento de éstos, ya que el peralte de las carreteras, los ejes de tracción, etc., ocasionan que algunos neumáticos se desgasten más que otros.

4.3.10) Tecnicas de manejo:

Es importante realizar periódicamente capacitaciones a los pilotos de los vehículos con el objeto que tengan los conocimientos básicos sobre el cuidado, uso y mantenimiento de los neumáticos, para que colaboren en la reducción de los costos de éstos.

4.3.11) Reparaciones de neumáticos:

Si se tiene en el predio un área para reparación de neumáticos, es indispensable que éste tenga la herramienta y equipo básico, los insumos necesarios para realizar una reparación garantizada, así como la capacitación periódica de la persona encargada de realizarlas.

4.3.12) Reencauche de neumáticos:

Lo importante para el trabajo de reencauche es el casco, por lo que éste debe estar en buenas condiciones, de lo contrario, se rechaza debido a que el rendimiento del mismo no estaría garantizado.

Al reencauchar los neumáticos se está contribuyendo a la reducción del costo por kilómetro.

4.3.13) Pruebas de rendimiento:

Periódicamente, deben realizarse pruebas de rendimiento con neumáticos nuevos o bandas de reencauche, debido a que siempre habrán nuevos compuestos, nuevos diseños, etc., y esto servirá para optimizar periódicamente el costo por kilómetro, basado en el neumático o banda de reencauche que tenga el mejor beneficio económico para su flota.

4.4) Optimización del consumo de combustible:

La resistencia al rodamiento existe en función del peso bruto del vehículo, de la aerodinámica, del tipo de pavimento (surco), coeficiente de fricción y de la resistencia al rodamiento de los neumáticos.

La influencia de los neumáticos en la economía de combustible depende de:

- . Deflexión del neumático
- . Carga del vehículo
- . Presión de inflado
- . Relación aspecto del neumático
- . Tipo de construcción (radial o convencional)
- . Diseño de la banda de rodamiento
- . Velocidad de trabajo del vehículo

Los beneficios de la baja resistencia al rodamiento de los neumáticos radiales son demostrados en varias fases del rendimiento del vehículo; es decir:

- . Aumento de la economía de combustible
- . Menor cambio de velocidades en las cuestas
- . Mayor velocidad en las pendientes
- . Aceleración más rápida
- . Menor resistencia mecánica solicitada para mantener una velocidad
- . Menor desgaste mecánico

Los estudios realizados y la información recopilada de varios países por una empresa de reconocido prestigio a nivel mundial como fabricante de neumáticos, indica que el porcentaje de economía de combustible con neumático radial, en diferentes tipos de servicio es:

SERVICIO	ECONOMIA EN COMBUSTIBLE
Urbano	3% al 5%
Trayecto Corto	4% al 8%
Trayecto Largo	5% al 9%

Es importante mencionar que la diferencia significativa en la construcción de un neumático radial en comparación con el neumático convencional es la baja fricción interna de los componentes, lo que minimiza las temperaturas de operación y la resistencia al rodamiento, las cuales representan mayores causas de desgaste y consumo del neumático.

4.5) ELIMINACION O MINIMIZACION DE LOS PROBLEMAS QUE OCASIONAN QUE LOS NEUMÁTICOS SE PIERDAN:

Con la información recopilada en el cuadro: CUANTIFICACION DE LA PERDIDA DE NEUMATICOS, es importante analizar las causas por las cuales los neumáticos se perdieron, con el fin de modificar o crear nuevos procedimientos, dar capacitación, etc. para reducir o eliminar los problemas encontrados.

4.6) REDUCCION DE LA COMPRA DE NEUMÁTICOS NUEVOS:

Con la implementación de un control de neumáticos en el cual se tome en cuenta la administración de éstos, el uso, cuidado y mantenimiento, se puede garantizar un rendimiento óptimo del neumático, un casco con probabilidades altas de poder realizarle el trabajo de reencauche, lo que implica una reducción en la compra de neumáticos nuevos.

CONCLUSIONES

- 1) En algunas de las empresas que poseen una flota de vehículos, llevan controles de neumáticos, sin embargo es donde llevan un control administrativo de éstos.
- 2) El desgaste irregular en los neumáticos es muy frecuente debido a que no se le da la importancia necesaria al trabajo de alineación y al mantenimiento preventivo del vehículo.
- 3) La información sobre el uso y control de neumáticos que poseen las personas que conforman un departamento de operación o transporte ha sido adquirida a través del trabajo de campo (experiencia).
- 4) La mayor parte de las compras de neumáticos, por parte de las empresas que no tienen un control de neumáticos, se hace de acuerdo a la inversión inicial (precio de compra) y no en base al costo por kilómetro.
- 5) No existen formatos específicos para el control de neumáticos.
- 6) El seguimiento de los neumáticos a través de un control administrativo de éstos, implica tener parámetros para tomas de decisión sobre aquel neumático que tenga el menor costo por kilómetro, lo que garantiza la selección del neumático que tenga el mejor rendimiento para el tipo de trabajo de su flota de vehículos.

RECOMENDACIONES

- 1) Cada día los costos de insumos necesarios para la operación de los vehículos van en aumento (repuestos, neumáticos, etc.) por lo que se recomienda implementar un control administrativo para la optimización de los neumáticos y contribuir de esta manera a la reducción de los costos de operación.
- 2) En las industrias que tienen vehículos para la distribución de su producto, es indispensable tener un control administrativo sobre el uso, cuidado y mantenimiento de los neumáticos, ya que de esta manera se contribuye a la reducción del costo de operación, lo cual implica un aumento en la utilidad del producto que se distribuye.
- 3) Los desgastes irregulares no deben descuidarse bajo ningún punto de vista. Es necesario tener un programa de mantenimiento preventivo en el cual se revisen piezas mecánicas, tanto del eje delantero como trasero, ángulos de alineación, etc., para evitar que los neumáticos se desgasten prematuramente y aumente así el costo por kilómetro.
- 4) Es importante crear programas de capacitación sobre neumáticos para las personas que laboran en puestos operativos y administrativos con el fin de crear un equipo de trabajo que contribuya a modificar o crear procedimientos, controles, etc., con el fin de reducir los costos de operación.
- 5) La compra de neumáticos nuevos o para reencauche, debe estar orientada al que tenga el menor costo por kilómetro, lo que garantiza la optimización del rendimiento, por lo que deben realizarse pruebas periódicas con nuevos diseños, con el fin de garantizar el uso del neumático o banda de reencauche con el menor costo por kilómetro.
- 6) Los formatos para el control de neumáticos deben diseñarse de acuerdo a las necesidades de cada empresa de transporte. Lo importante es que tenga la información necesaria para el control de éstos.

GLOSARIO

Pestaña: se le llama también ceja o talón, y es la parte del neumático que se adhiere al aro.

Tubo: es un contenedor de aire, el cual es utilizado internamente en los neumáticos convencionales y está fabricado de hule natural o sintético.

Protector: es una banda fabricada de hule. Se denomina así ya que protege al tubo de la superficie interna del aro del vehículo. Es utilizado por los neumáticos convencionales.

Ariño: es una pieza de los aros para neumáticos convencionales.

Calibrador: es un medidor de la presión interna de aire contenido en un neumático.

Calibrador maestro: es un medidor de la presión de aire de los neumáticos, su función básica es comparar su lectura de presión con la lectura de un calibrador en uso, para garantizar su buen funcionamiento.

Dual: apareamiento de dos neumáticos a la izquierda o derecha de un eje.

Bufadora: herramienta básica utilizada en la reparación de neumáticos. Su función es raspar el hule dejando una superficie áspera en él.

Escariador: herramienta básica utilizada en la reparación de neumáticos.

Hule ozono: se le denomina al hule deteriorado por el medio ambiente.

**MEDIDAS DE RIM APROBADAS PARA CAMIONES, BUSES Y TRAILERS
USADOS EN CARRETERA**

TUBE TYPE		TUBELESS	
TIRE SIZE DESIGNATION	APPROVED RIM CONTOURS	TIRE SIZE DESIGNATION	APPROVED RIM CONTOURS
8.25R15	7.0	8R17.5	6.00HC,* 6.75HC
	6.5,* 6.0	8.5R17.5	6.00HC,* 6.75HC
8.25R20	7.0	8R19.5	5.25, 6.00,* 6.00RW
	6.5,* 6.0		6.75, 6.75RW
9.00R15 TR	7.5, 7.50VM	8R22.5	5.25, 6.00,* 6.75
	7.0,* 6.5	9R17.5HC	6.75HC*
9.00R20	7.5, 7.50VM	9R22.5	6.00, 6.75,* 7.50
	7.0,* 6.5	10R17.5	7.50HC,* 6.75HC
10.00R15 TR	8.0	10R22.5	6.75, 7.50*
	7.5,* 7.50VM, 7.0	11R17.5HC	8.25HC*
10.00R20	8.0	11R22.5	7.50, 8.25*
	7.5,* 7.50M, 7.0	11R24.5	7.50, 8.25*
10.00R22	8.0	12R22.5	8.25, 9.00*
	7.5,* 7.50VM, 7.0	12R24.5	8.25, 9.00*
11.00R15 TR	8.5, 8.50VM	13R22.5	9.00, 9.75*
	8.0,* 7.5	385/65R22.5	11.75,* 12.25
11.00R20	8.5, 8.50VM	425/65R22.5	11.75, 12.25,* 13.00
	8.0,* 7.5	445/65R22.5	13.00,* 14.00
11.00R22	8.5, 8.50VM	215/75R17.5	6.00HC,* 6.75HC
	8.0,* 7.5	245/75R22.5	6.75, 7.50*
11.00R24	8.5, 8.50VM	255/70R22.5	7.50,* 8.25
	8.0,* 7.5	265/75R22.5	7.50,* 8.25
12.00R20	9.0	285/75R24.5	8.25*
	8.5,* 8.50VM, 8.0	295/75R22.5	8.25,* 9.00
12.00R24	9.0	295/80R22.5	8.25,* 9.00*
	8.5,* 8.50VM, 8.0	315/75R22.5	9.00,* 9.75
14/80R20	10.0*	315/80R22.5#	9.00,* 9.75
	10.00W	225/70R19.5	6.00, 6.00RW
14.00R20	10.0,* 10.00W		6.75, 6.75RW*
365/80R20	10.0,* 10.00W	245/70R19.5	6.75, 6.75RW
			7.50,* 7.50RW*
		265/70R19.5	6.75, 6.75RW, 7.50,* 7.50RW,* 8.25, 8.25RW

BIBLIOGRAFIA

1. BANDAG, INCORPORATED
Guia para propietarios y agentes de compras de flota
Costa Rica, 1993.
2. BANDAG, INCORPORATED
Las bandas del mundo bandag
Costa Rica, 1993.
3. BRIDGESTONE-FIRESTONE/HULERA EL CENTENARIO, S.A.
Manual de información técnica para llantas de camión
Mexico, D.F. 1989.
4. BRIDGESTONE-FIRESTONE/HULERA EL CENTENARIO, S.A.
Manual de ventas técnicas de llantas para camión a
flotillas
México, D.F. 1989.
5. BRIDGESTONE-FIRESTONE/HULERA EL CENTENARIO, S.A.
Manual de control de llantas para camión a flotillas
México, D.F. 1989.
6. BRIDGESTONE-FIRESTONE/HULERA EL CENTENARIO, S.A.
Manual de información técnica de llantas para automovil
y camioneta
Mexico, D.F. 1989.
7. BRIDGESTONE-FIRESTONE/HULERA EL CENTENARIO, S.A.
Manual de ventas y servicios de llantas para automovil y
camioneta
México, D.F. 1989.
8. CIA. HULERA GOOD YEAR OXO, S.A.
Manual de analisis de flotilla
Mexico, D.F. 1990.
9. CIA. HULERA GOOD YEAR OXO, S.A.
Factores que afectan la duración de las llantas de
camión
Mexico, D.F. 1994.
10. CIA. HULERA GOOD YEAR OXO, S.A.
Guia del consumidor
México, D.F. 1990.
11. CORPORACION VES
Construcción de un neumático
Guatemala, 1995

12. GRAN INDUSTRIA DE NEUMATICOS, S.A. (GINSA)
Folleto "Truck tire specialist"
Guatemala, 1993.
13. TECHNICAL RUBBER CO. INC.
Manual de reparación (tech)
U.S.A. 1989.
14. THE GOOD YEAR TIRE & RUBBER COMPANY
Radial truck tire service manual
U.S.A. 1988.
15. THE GOOD YEAR TIRE & RUBBER COMPANY
Truck tire retreading service manual
U.S.A. 1992.