



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y CONTROL OPERACIONAL PARA NEUMÁTICOS DE CAMIONES MEZCLADORES DE HORMIGÓN”

TRABAJO FINAL DE GRADUACION
Examen Complexivo

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

PEDRO ROBERTO BARREZUETA OCHOA

Guayaquil – Ecuador

2016

AGRADECIMIENTO

A Dios por su eterna misericordia,
por abrirnos las puertas del triunfo
y enseñarnos el camino que
debemos seguir.

A mi madre, abuela, hermana y
familiares por su apoyo y
confianza.

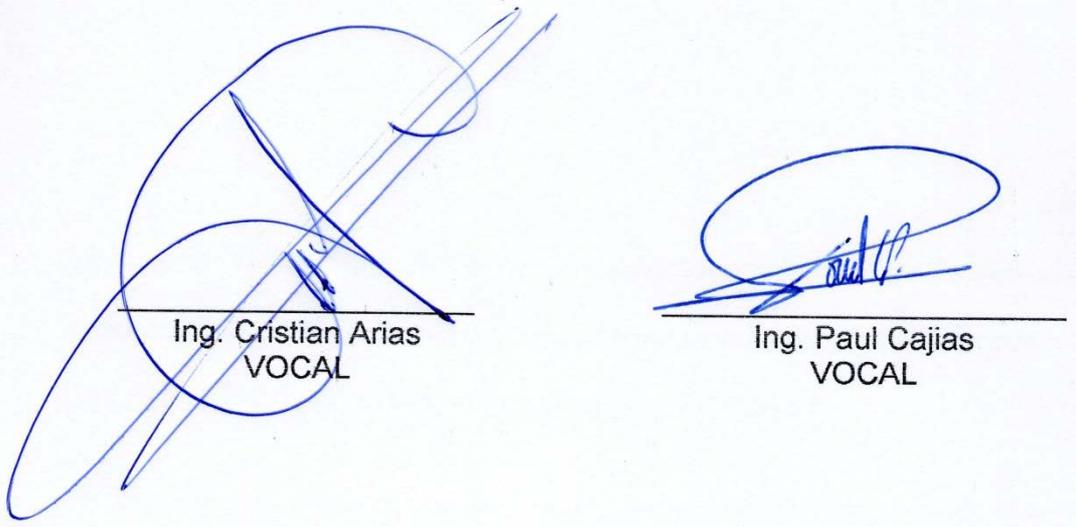
DEDICATORIA

A Dios, a mi madre, abuela,
hermana y familiares.

A mi esposa por su paciencia,
comprensión y apoyo
incondicional.

A mis hijos, por ser mi fuente de
inspiración y fortaleza para lograr
mis objetivos.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Informe de Trabajo Profesional, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.



Pedro Roberto Barrezueta Ochoa

RESUMEN

El presente informe de trabajo profesional está orientado a diseñar un programa de mantenimiento y control operacional para neumáticos de camiones mezcladores de hormigón para una Industria, la cual carece de un mantenimiento planificado, y por lo cual se evidencian problemas en la disponibilidad de equipos y frecuentes paradas de emergencia.

El objetivo del informe es el de determinar los problemas que inciden en el alto costo kilométrico en los neumáticos de los camiones mezcladores y diseñar un programa de mantenimiento y control operacional adecuado que permita lograr disminuir el costo kilométrico de los neumáticos de los mezcladores.

Para poder alcanzar los objetivos trazados, el informe describe cuales son las consideraciones para elegir el neumático adecuado, rendimiento kilométrico, resistencia a las agresiones en obra y a las perforaciones, adherencia dentro y fuera de carretera, las partes fundamentales de un neumático radial, cual debe ser el cuidado y el mantenimiento de los neumáticos.

Luego se hace un diagnóstico de los problemas detectados en los neumáticos de flota de camiones mezcladores de hormigón. En esta parte se nota que existen deficiencias en el mantenimiento de neumáticos de los camiones mezcladores, existen operadores con malos hábitos de manejo, se identifican problemas de presiones insuficientes y excesivas en los neumáticos, problemas de desalineación de ruedas, no se realizan reencauches y no existen alianzas estratégicas a nivel de proveedores de neumáticos y a nivel de la Industria Hormigonera, lo cual genera un impacto directo en la vida útil de los neumáticos y como consecuencia se tienen elevados costos en el rubro de neumáticos de los mezcladores.

Finalmente se plantea como solución el diseñar un programa de mantenimiento estandarizado y un control operacional sobre las presiones, alineación, balanceo, convergencia, divergencia, sistema de suspensión, sistema de dirección y reencauches de los neumáticos, para alcanzar una mayor vida útil de los neumáticos y como consecuencia un decremento en el costo kilométrico de aproximadamente un 30% de los mismos.

INDICE GENERAL

RESUMEN	I
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	IX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	2
1. El hormigón premezclado y su proceso de elaboración	2
1.1 Definición de hormigón premezclado	2
1.2 Descripción del proceso de elaboración del hormigón premezclado	3
CAPÍTULO 2	7
2. El mantenimiento y la tecnología de los neumáticos para camiones	7
2.1 Definición, objetivos y tipos de Mantenimiento.	7
2.2 Seguridad industrial	11
2.3 Indicadores de gestión:Key Performance Indicators (KPI)	13
2.4 Consideraciones para elegir el neumático adecuado	15
2.5 Tipos de construcción de neumáticos	19
2.6 Dimensiones de los neumáticos.	21
2.7 Tipos de neumáticos	24
2.8 Tabla de códigos, símbolos, clasificación y conversiones	25
CAPÍTULO 3	32
3. Problemas detectados en los neumáticos de los camiones	32

mezcladores de hormigón	
3.1	Análisis actual de las condiciones de los neumáticos, del sistema motriz y de suspensión. 32
3.2	Análisis y costos del actual sistema de mantenimiento 54
3.3	Costos actuales en el Mantenimiento de los neumáticos 56
CAPÍTULO 4	60
4.	Control operacional de los neumáticos de los camiones mezcladores de hormigón 60
4.1	Mantenimiento Autónomo 60
4.2	Procedimiento de operación de camiones para maximizar la vida útil del neumático 63
4.3	Inspección Operacional de los neumáticos 64
CAPÍTULO 5	66
5.	Diseño del programa de mantenimiento de los neumáticos 66
5.1	Mantenimiento de la presión de neumáticos 66
5.2	Inspección de la banda de rodamiento 67
5.3	Rotación de neumáticos 69
5.4	Mantenimiento en alineación y balanceo 71
5.5	Mantenimiento en convergencia y divergencia 73
5.6	Reencauche de neumáticos 75
5.7	Proyección de costos y Beneficios del programa de Mantenimiento de neumáticos 79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
ANEXOS	92
BIBLIOGRAFÍA	94

ABREVIATURAS

MPT	Mantenimiento Productivo Total
EPP	Elementos de Protección Personal
VAT	Vehículo de Asistencia Técnica

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PÁG.
Figura 1	Recepción del material agregado	3
Figura 2	Alimentación del Silo de Agregados	4
Figura 3	Dosificación de Agregados	4
Figura 4	Alimentación y Dosificación de Cemento	6
Figura 5	Partes fundamentales de un neumático radial	17
Figura 6	Estructura de un neumático convencional	19
Figura 7	Estructura de un neumático radial	20
Figura 8	Dimensiones de los neumáticos	23
Figura 9	Incidencia de la presión en el rendimiento kilométrico	34
Figura 10	Neumáticos con insuficiente presión de aire	34
Figura 11	Neumáticos con exceso de presión de aire	34
Figura 12	Desgaste regular rápido	35
Figura 13	Desgaste Maxi-Mini	36
Figura 14	Desgaste más rápido de un neumático gemelado	37
Figura 15	Desgaste Total o parcial del hombro	38
Figura 16	Múltiples cortes	39
Figura 17	Cortes o arrancamientos aislados	40
Figura 18	Separación de la cima	42
Figura 19	Infiltraciones entre neumáticos gemelados	43
Figura 20	Deterioro por objeto entre neumáticos gemelados	44
Figura 21	Rotura de la carcasa en el flanco	45
Figura 22	Cortes o perforaciones en la carcasa e interior	45
Figura 23	Rotura de la carcasa en la zona baja	46
Figura 24	Rotura por impacto	47
Figura 25	Rotura en el interior por impacto	48
Figura 26	Pliegues circunferenciales en el interior	49
Figura 27	Dislocación de la carcasa	49

Figura 28	a) y b) neumáticos con falta de paralelismo, c) desajuste en la dirección	50
Figura 29	Desgaste anormal rápido por problemas en suspensión o dirección	51
Figura 30	Desalineación negativa o positiva	51
Figura 31	Desgaste creciente de un borde a otro en la banda de rodamiento	52
Figura 32	Desgaste en dientes de sierra	53
Figura 33	Neumáticos montados de diferente tipo y diámetros	54
Figura 34	Tarjeta de control diaria de Equipos	67
Figura 35	Testigo de desgaste	68
Figura 36	Rotación de llantas traseras	69
Figura 37	Hoja de movimiento e inspección de neumáticos	70
Figura 38	Programa de control preventivo de Alineación y Balanceo	73
Figura 39	Convergencia de neumáticos	74
Figura 40	Divergencia de neumáticos	75
Figura 41	Proceso de verificación inicial	76
Figura 42	Proceso de raspado de la banda de rodamiento	76
Figura 43	Proceso de gratado o escoriación	77
Figura 44	Proceso de reparación	77
Figura 45	Proceso de embandado	78
Figura 46	Proceso de autoclave	78
Figura 47	Proceso de control y evaluación final	79
Figura 48	Costo mensual del mantenimiento mensual por año	83
Figura 49	Costo Total Anual del mantenimiento	86
Figura 50	Costo Total Anual y proyección para el 2016	86
Figura 51	Disponibilidad de Flota de camiones del 2012 al 2015	87
Figura 52	Confiableidad de Flota de camiones del 2012 al 2015	87

Figura 53	Costo de Mantenimiento por el valor de la reposición del 2012 al 2015	88
Figura 54	Costo de Mantenimiento por el valor de la reposición del 2012 al 2015	88

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	DESCRIPCIÓN	PÁG.
Tabla I	P-métrico	26
Tabla II	Métrico europeo	27
Tabla III	Alfa Métrico	27
Tabla IV	Numérico	28
Tabla V	Índice de Carga	28
Tabla VI	Símbolo de Velocidad	29
Tabla VII	Clasificación de Capas	29
Tabla VIII	Presión de Inflado	30
Tabla IX	Tabla de Conversiones	31
Tabla X	Costos en Dólares del Mantenimiento de neumáticos del la Planta Hormigonera 2012	58
Tabla XI	Costos en Dólares del Mantenimiento de neumáticos del la Planta Hormigonera 2013	59
Tabla XII	Costos en Dólares del Mantenimiento de neumáticos del la Planta Hormigonera 2014	81
Tabla XIII	Costos en Dólares del Mantenimiento de neumáticos del la Planta Hormigonera 2015	82

INTRODUCCIÓN

La construcción en nuestro país tiene mucha fuerza, por lo que la demanda de hormigón es grande y lo es también para las industrias productoras de hormigón premezclado.

Para atender este aumento de demanda se necesita una gran flota de camiones mezcladores en el cual se han detectado problemas en el diseño y grandes deficiencias en el mantenimiento de los neumáticos, lo que genera un impacto directo en la vida útil de los mismos y como consecuencia se tienen elevados costos en el rubro de neumáticos de los camiones mezcladores e indisponibilidad de equipos, provocando una merma de ingresos y originando el incremento de los costos de producción.

En este informe se analiza la falta de un programa de mantenimiento y control de neumáticos, la falta de mantenimiento autónomo por parte del operador de los camiones mezcladores y la falta de alianzas estratégicas con proveedores que cubran la necesidad presentada.

El objetivo general es implementar un programa de mantenimiento y control de neumáticos de camiones mezcladores de hormigón con el fin de aumentar la disponibilidad de camiones durante el proceso productivo y disminuir costos en el rubro de los neumáticos.

CAPÍTULO 1

El hormigón premezclado y su proceso de elaboración

1.1. Definición de hormigón premezclado.

El hormigón es un material compuesto, que consiste de manera esencial en una mezcla uniforme, entre cemento, agua, agregados de diversos tamaños y aditivos.

El cemento y el agua se combinan químicamente y cuando se seca forma un material parecido a la roca.

El porcentaje de los elementos que componen el hormigón es de 45% de agregado fino (arena), 34% de agregado grueso, 13% de cemento y 8% de agua.

El hormigón premezclado se dosifica y se mezcla en la planta hormigonera, fuera del sitio del proyecto, y se entrega por medio de camiones hormigoneros en el área de construcción en estado fresco.

1.2. Descripción del proceso de elaboración del hormigón premezclado.

Se puede describir el proceso de elaboración del hormigón premezclado de la siguiente manera:

El material agregado es transportado por camiones (bañeras y volquetes), desde la mina de agregados hasta la Planta Hormigonera y su peso es controlado al ingreso a la planta.

El material agregado es apilado en campos abiertos y según el tipo de material. Al material agregado se le da un tratamiento de hidratación (una corrección de humedad para el diseño).



Figura 1. Recepción del material agregado

Un Cargador Frontal alimenta de material agregado a una tolva receptora, y esta a su vez alimenta de material a una banda transportadora de rodillos (Banda Transportadora 1), que transporta el material hasta el Silo de agregados. En el interior del Silo existen varios compartimentos, en donde el material se distribuye mediante un canalón a cada compartimiento según su tipo.

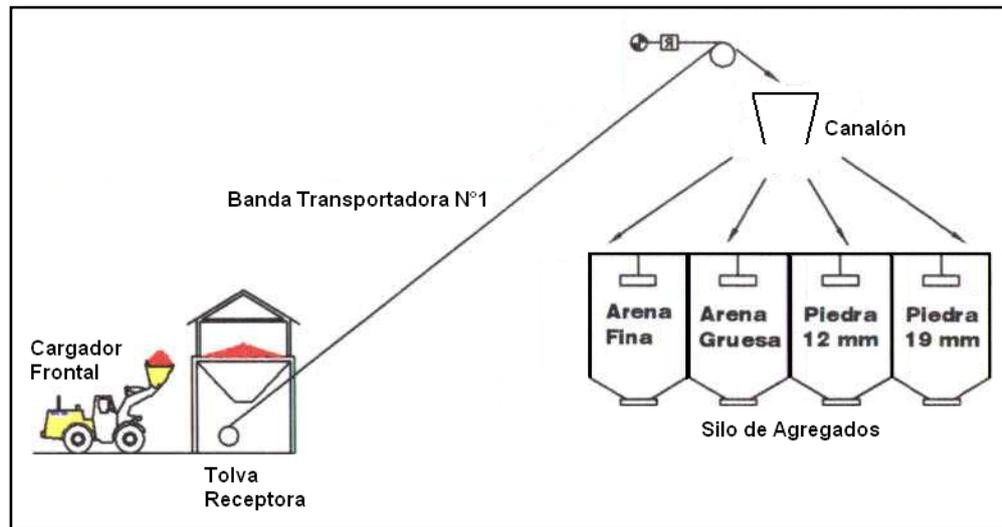


Figura 2. Alimentación del Silo de Agregados

El silo de agregados alimenta a una balanza (celdas de carga) y la cantidad de material lo determina el tipo de hormigón a producirse.

La balanza de dosificación de agregados alimenta de material a una banda transportadora de rodillos (**Banda Transportadora 2**), que descarga el material a la tolva de dosificación hacia los camiones Mixer, la descarga es directa y en seco.

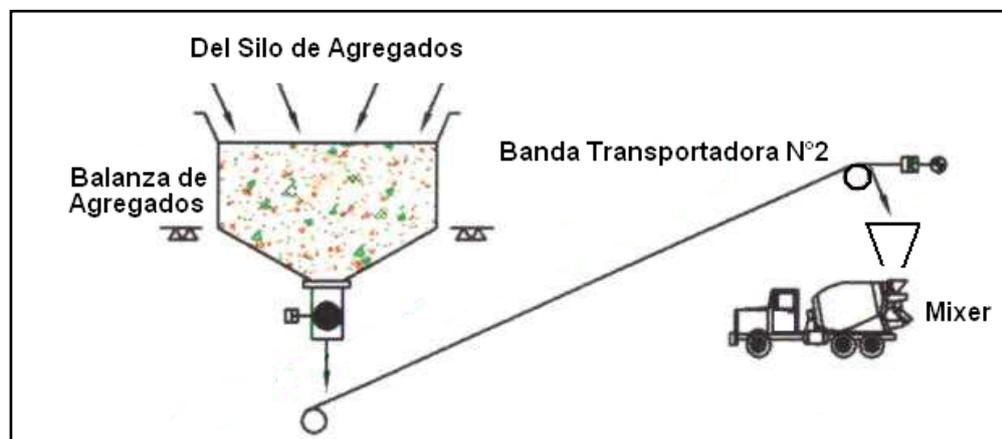


Figura 3. Dosificación de Agregados

El Cemento es trasladado desde las plantas de Cemento en camiones cisternas hasta la planta Hormigonera y su peso es controlado al ingreso a la planta. El Cemento es descargado a través de un compresor hacia los silos de reserva o stock (Silo 1 y Silo 2 de 350ton y 105ton respectivamente). Mediante un transportador Neumático (soplador y una válvula rotatoria), el cemento es transportado al silo de consumo; al sufrir una falla en el transporte neumático, existe un transporte por medio de un Tornillo sin fin que se encuentra en silo 2 y alimenta a otro transportador de Tornillo sin fin que alimenta a la balanza dosificadora de cemento y esta a su vez directamente a los camiones hormigoneros. Todos los silos tienen un sistema de aireador y vibradores eléctricos que cumplen la función de evitar que el cemento se pegue a las paredes de los silos.

El Silo de consumo de cemento alimenta a una balanza mediante una válvula tipo mariposa, en donde la cantidad de cemento lo determina el tipo de hormigón a producirse.

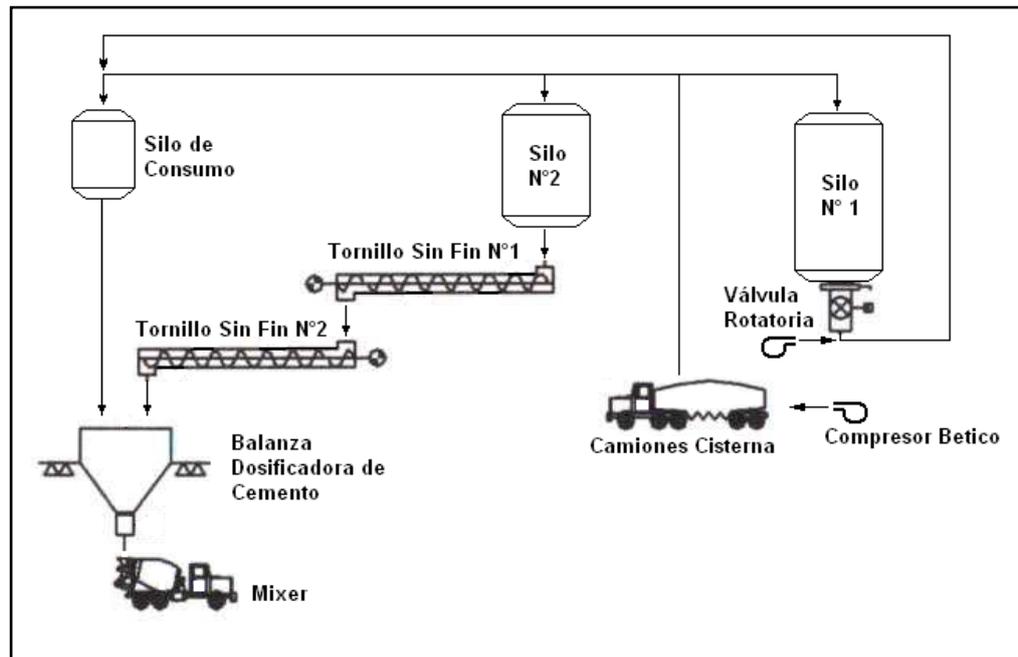


Figura 4. Alimentación y Dosificación de Cemento

La dosificación de agua se realiza mediante una bomba y un contador de agua.

La dosificación de aditivos se controla mediante sensores y una bomba. La mezcla entre cemento, agregados, agua y aditivo se produce en el tambor de transporte de los camiones Mixer.

El hormigón se traslada hacia los lugares de construcción en los camiones mezcladores de hormigón denominados Mixer.

CAPÍTULO 2

El mantenimiento y la tecnología de los neumáticos para camiones

2.1 Definición, objetivos y tipos de mantenimientos.

La definición general de mantenimiento, basada en el análisis de las definiciones dadas por algunos autores de textos y cursos relacionados con este tema, podría concretarse de la siguiente manera:

“Mantenimiento es el conjunto de medidas o acciones necesarias para asegurar el normal funcionamiento de una planta, maquinaria o equipo, a fin de conservar el servicio para el cual han sido diseñadas dentro de su vida útil estimada”.

Los principales objetivos del servicio de mantenimiento son:

- Reducir al mínimo los costos debido a las paradas por averías accidentales (de la maquinaria o equipos) que conlleven a

pérdidas de producción; teniendo también en cuenta lógicamente, los costos de mantenimiento correspondientes.

- Limitar la degradación de la maquinaria a fin de evitar una manufactura de productos defectuosos ó de rechazos.
- Asesorar en el desarrollo e implementación de mejoras en el diseño de maquinarias y equipo; con el propósito de disminuir la probabilidad de averías, y de idear métodos más fáciles de reparación y alargamiento del ciclo de vida de la maquinaria y equipo en cuestión.
- Planeación, desarrollo y ejecución de las políticas y los programas de mantenimiento para los equipos de la empresa.
- Asesoría en selección y compra de equipos para reposición.

El mantenimiento puede ser dividido en cinco grupos:

- a. *Mantenimiento Predictivo o Basado en la Condición*, consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según condición. Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial)
- b. *Mantenimiento Preventivo o Basado en el Tiempo*, consiste en reacondicionar o sustituir a intervalos de tiempo establecidos por

diseño en un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento.

- c. *Mantenimiento Detectivo o Búsqueda de Fallas*, consiste en la inspección de las funciones ocultas, a intervalos regulares, para ver si han fallado y eliminarlas en caso de falla (falla funcional).
- d. *Mantenimiento Correctivo o A la Rotura*, consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que han fallado, es la reparación de la falla (falla funcional), cuando esta ocurre de urgencia o emergencia. Se lo considera Reparación.
- e. *Mantenimiento Mejorativo o De Rediseños*, consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación.

Para ampliar aún más los conceptos, es importante mencionar al Mantenimiento Productivo Total (TPM) como una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

El TPM es un sistema orientado a lograr:

- Cero accidentes
- Cero defectos
- Cero averías

Las características del TPM más significativas son [1]:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

Los diferentes tipos de mantenimientos requieren múltiples actividades para su óptimo desarrollo como planeación, calidad, productividad, trabajo en equipo, todo eso para reducir costos y minimizar pérdidas.

2.2. Seguridad industrial

Es el conjunto de principios, leyes, criterios y normas formuladas cuyo objetivo es el de controlar el riesgo de accidentes y daños, tanto a las personas como a los equipos y materiales que intervienen en el desarrollo de toda actividad productiva.

Objetivos específicos de la seguridad.- El campo que abarca la seguridad en su influencia benéfica sobre el personal y los elementos físicos es amplio, en consecuencia también sobre los resultados humanos y rentables que produce su aplicación.

No obstante, sus objetivos básicos y elementales son los siguientes:

- a) Evitar la lesión y muerte por accidente. Cuando ocurren accidentes hay una pérdida de potencial humano y con ello una disminución de la productividad.
- b) Reducción de los costos operativos de producción. De esta manera se incide en la minimización de costos y la maximización de beneficios.

c) Mejorar la imagen de la empresa y por ende, la seguridad del trabajador que así da un mayor rendimiento en el trabajo.

d) Contar con sistema estadístico que permita detectar el avance o disminución de los accidentes y las causas de los mismos.

e) Contar con los medios necesarios para montar un plan de seguridad que permita a la empresa desarrollar las medidas básicas de seguridad e higiene, contar con sus propios índices de frecuencia y de gravedad, determinar los costos e inversiones que se derivan del trabajo.

Equipos de Protección personal o individual (EPI).- EPI se entiende a cualquier **equipo** destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que lo proteja de uno o más riesgos que puedan amenazar su seguridad y/o su salud, así como cualquier complemento destinado al mismo fin.

Lista de equipos de protección individual necesaria para el mantenimiento preventivo, correctivo y control de presión de neumáticos son:

- Casco
- Protectores auditivos tipo “tapones”.
- Gafas de montura “universal”.
- Equipos filtrantes de partículas (molestas, nocivas, tóxicas o radiactivas).

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Calzado de seguridad.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, proyecciones de metales en fusión).
- Ropa y accesorios (brazaletes, guantes) de señalización (retroreflectantes, fluorescentes).

2.3. Indicadores de gestión: Key Performance Indicators (KPI):

Un indicador de gestión es un número que se calcula periódicamente con los resultados numéricos de cierta actividad y que permite calificarla en determinado periodo de tiempo.

Es posible establecer los Indicadores de Gestión, no sólo para el caso particular del Mantenimiento Preventivo, sino para toda la labor de Mantenimiento. Estos indicadores calculados periódicamente dan una visión panorámica de la productividad de la gestión.

La administración moderna de Mantenimiento debe incluir necesariamente Indicadores de Gestión, que son una forma expedita de evaluar la eficacia de la actividad por parte de la Alta Gerencia.

El tema de indicadores de gestión adquiere día a día más importancia, por lo que es conveniente dedicarle atención especial.

1. Disponibilidad: Indicador de eficacia del mantenimiento, que expresa la relación entre el Tiempo Planeado de Producción (TPP) y el Tiempo de Paradas No Programadas (TPNP). Es uno de los indicadores más importantes de la gestión de mantenimiento.

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\text{TPP} - \text{TPNP}}{\text{TPP}} \times 100$$

2. Confiabilidad: Probabilidad de que un equipo no falle durante su operación. Se evalúa a través del tiempo promedio entre fallas (TPEF). En ingles (MTBF)

$$\text{TPEF} = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento [horas operación]}}{\text{Número de puestas en servicio [int revención]}}$$

3. Mantenibilidad.- Probabilidad de que un equipo pueda ser puesto en condiciones operacionales en un período de tiempo dado, cuando el mantenimiento es ejecutado de acuerdo con procedimientos pre-establecidos.

Se puede evaluar a través del Tiempo Promedio Para Reparar (*TPPR*) o a través del Tiempo de Falla Promedio (*TFP*).

$$\text{TPF} = \frac{\text{Tiempo Total de fallas [h]}}{\text{Número de fallas [falla]}}$$

4. Costo de Mantenimiento por el valor de reposición.- Relación entre el costo total de mantenimiento acumulado de un determinado equipo o elemento (representado por las siglas CTMN) y el valor de compra de un equipo nuevo (valor de reposición VLRP).

$$\text{CMPR} = \frac{\sum \text{CTMN}}{\text{VLRP}} \times 100$$

2.4. Consideraciones para elegir el neumático adecuado.

La elección de neumáticos no es trivial. En el mercado existen una gran cantidad de fabricantes que ofrecen neumáticos para toda clase de vehículos. Sin embargo, si se desconocen los factores básicos para elegir la llanta adecuada, a menudo se cometen errores que atentan contra la seguridad y la economía.

La mayoría de los automovilistas casi nunca prestan atención a sus neumáticos salvo cuando comienzan a dar problemas o se hace

necesario cambiarlos. Muchos consumidores acostumbran comprar sus neumáticos apresuradamente sin pensar en las características de su vehículo, así como también en las diferencias que existen entre los diferentes tipos de neumáticos. Las llantas forman parte de los sistemas de suspensión, frenos y dirección del automóvil e influyen de manera decisiva en la seguridad, maniobrabilidad, manejo general del vehículo e incluso en el consumo de combustible. Por ello resulta recomendable adquirir neumáticos de la misma medida y tipo que los originales, ya que el fabricante los ha seleccionado con base en parámetros de confort, resistencia de rodamiento, velocidad, “agarre”, entre otros, aunque también las llantas originales no siempre se adecuan a todos los casos, pues cada automovilista tienen necesidades y requerimientos distintos que vale la pena considerar.

Elegir neumáticos es una decisión que no debería hacerse sin tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipo de vehículo que conduce.
- La forma en que maneja.
- El tipo de camino que recorre cada día.
- Las condiciones del camino.
- Las condiciones climáticas.

Las partes fundamentales de un neumático radial son [2]:

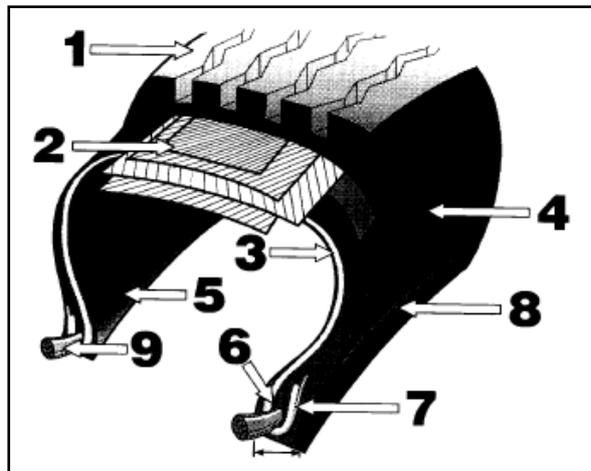


Figura 5. Partes fundamentales de un neumático radial.

1. Banda de rodamiento.- Esta parte, generalmente de hule, proporciona la interface entre la estructura de la llanta y el camino. Su propósito principal es proporcionar tracción y frenado.

2. Cinturón (Estabilizador).- Las capas del cinturón (estabilizador), especialmente de acero, proporcionan resistencia a al neumático, estabiliza la banda de rodamiento y protege a ésta de picaduras.

3. Capa radial.- La capa radial, junto con los cinturones, contienen la presión de aire. Dicha capa transmite todas las fuerzas originadas por la carga, el frenado, el cambio de dirección entre la rueda y la banda de rodamiento.

4. Costado (Pared).- El hule del costado (pared) está especialmente compuesto para resistir la flexión y la intemperie proporcionando al mismo tiempo protección a la capa radial.

5. Sellante.- Una o dos capas de hule especial (en neumáticos sin cámara) preparado para resistir la difusión del aire. El sellante en estos neumáticos reemplaza la función de las cámaras.

6. Relleno.- Piezas también de hule con características seleccionadas, se usan para llenar el área de la ceja (talón) y la parte inferior del costado (pared) para proporcionar una transición suave del área rígida de la ceja, al área flexible del costado.

7. Refuerzo de la ceja (talón).- Es otra capa colocada sobre el exterior del amarre de la capa radial, en el área de la ceja, que refuerza y estabiliza la zona de transición de la ceja al costado.

8. Ribete.- Elemento usado como referencia para el asentamiento adecuado del área de la ceja sobre el rin.

9. Talón.- Es un cuerpo de alambres de acero de alta resistencia utilizado para formar una unidad de gran robustez. El talón es el ancla

de cimentación de la carcasa, que mantiene el diámetro requerido de la llanta en el rin.

2.5. Tipos de construcción de neumáticos.

Existen dos tipos de construcción de neumáticos:

1. Neumáticos Convencionales

Este tipo de neumático se caracteriza por tener una construcción diagonal que consiste en colocar las capas de manera tal, que las cuerdas de cada capa queden inclinadas con respecto a línea del centro orientadas de ceja a ceja. Este tipo de estructura brinda al neumático dureza y estabilidad que le permiten soportar la carga del vehículo.

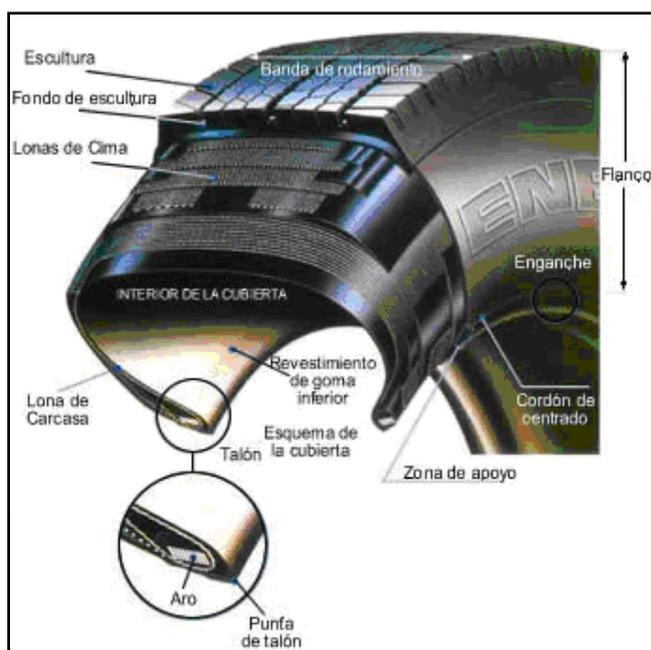


Figura 6. Estructura de un neumático convencional.

La desventaja de este diseño es que proporciona al neumático una dureza que no le permite ajustarse adecuadamente a la superficie de rodamiento ocasionando un menor agarre, menor estabilidad en curvas y mayor consumo de combustible.

2. Neumáticos Radiales

En la construcción radial, las cuerdas de las capas del cuerpo van de ceja a ceja formando semiovalos. Son ellas las que ejercen la función de soportar la carga.

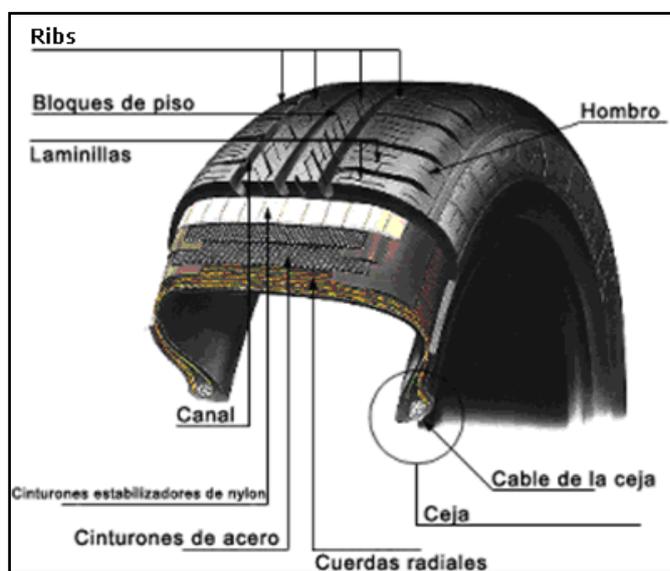


Figura 7. Estructura de un neumático radial.

Sobre las capas del cuerpo, en el área de la banda de rodamiento, son montadas las capas estabilizadoras. Sus cuerdas corren en sentido diagonal y son ellas las que soportan la carga y mantiene la estabilidad del neumático. Este tipo de construcción permite que el neumático sea

más suave que el convencional lo que le permite tener mayor confort, manejabilidad, adherencia a la superficie de rodamiento, tracción, agarre, y lo más importante contribuye a la reducción del consumo de combustible. La diferencia básica entre los neumáticos "convencionales" y los "radiales" es su estructura, casco o carcasa, que es la parte interior que conforma los cimientos del neumático. El casco está hecho de una serie de cables que combinados forma capas. En el neumático "convencional", también conocidas como "diagonales" o "bias-ply " estas capas están posicionadas de tal forma que los cables forman ángulos entre si a lo largo del neumático. En el neumático radial, los cables corren sin entrecruzarse, desde una ceja hasta la otra, semejando lo que serían radios de un círculo.

2.6. Dimensiones de los neumáticos

Las características de las dimensiones de los neumáticos son [3]:

- **Diámetro total.**

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

- **Ancho total**

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

- **Ancho de sección.**

Medida de la sección transversal excluyendo rebordes del neumático.

- **Ancho de la sección de rodadura.**

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

- **Profundidad de la sección de rodadura.**

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

- **Altura de sección.**

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

- **Ancho de rim**

Distancia transversal entre los costados del asiento de la ceja del rin.

- **Diámetro nominal de rin**

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

- **Radio estático con carga**

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

- **Ancho de sección con carga**

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

- **Espacio mínimo entre duales**

La distancia mínima aceptada entre los centros de las ruedas en un arreglo dual “yoyos”.

- **Revoluciones por milla**

El número de revoluciones que da el neumático en una milla (1 milla= 1609km) a una velocidad de 55mph (88km/hr) indicada en la pared lateral del neumático.

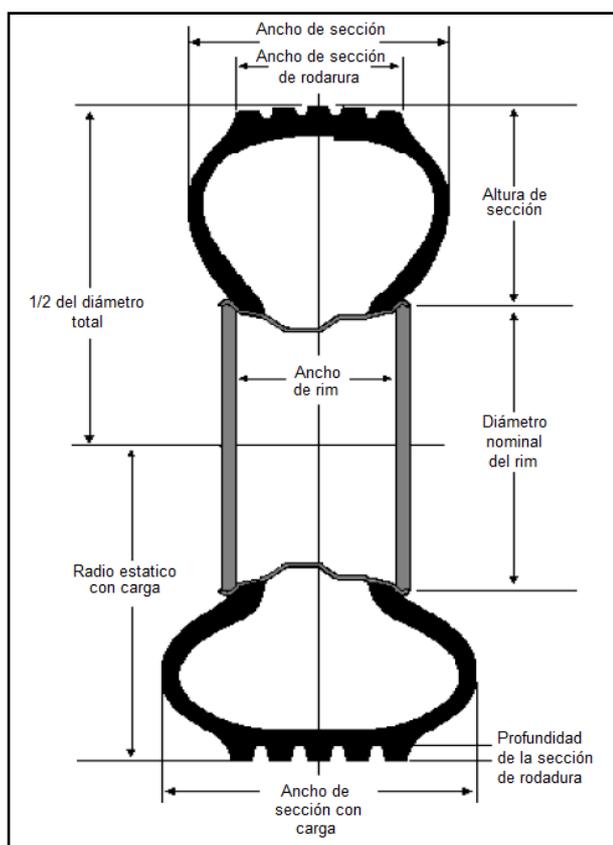


Figura 8. Dimensiones de los neumáticos.

2.7. Tipo de neumáticos

Existen varios tipos de neumáticos para cada estación del año. De igual manera, en el caso de neumáticos para camiones, estos presentan diseños de acuerdo a la posición que ocuparan en el vehículo.

A continuación se describen de manera general las características de dichos neumáticos:

- a. **Neumáticos para autopistas.-** También llamados “Neumáticos para verano”, están diseñadas para proporcionar la tracción adecuada al vehículo en caminos tanto lluviosos como secos.

- b. **Neumáticos para nieve.-** Proveen máxima tracción en condiciones donde el camino es cubierto por una capa de hielo. La banda rodante está diseñada para proporcionar el máximo agarre en estas condiciones, además está construida de un material especial que le permite trabajar en climas helados.

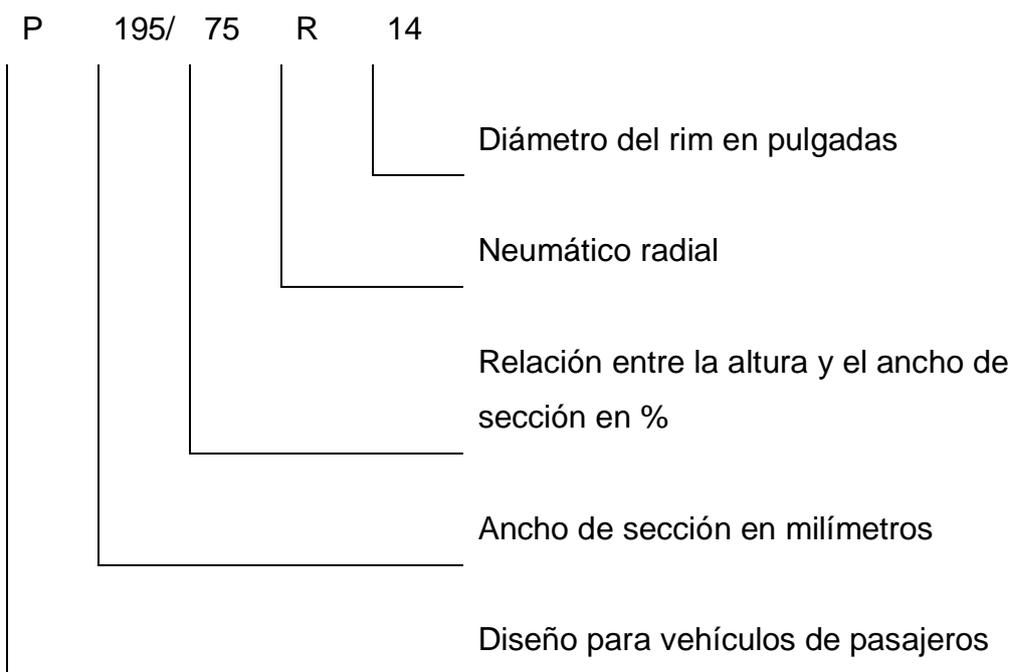
- c. **Neumáticos para toda temporada (conocido también en el sector comercial como all season).-** Están diseñados para ser operados tanto en condiciones lluviosas así como de nevadas. Proporcionan una buena manejabilidad y ofrecen los beneficios de los neumáticos para autopistas.

d. Neumáticos de alto desempeño.- Ofrecen un alto grado de manejabilidad, agarre y desempeño, además de soportar altas temperaturas y altas velocidades.

e. Neumáticos toda temporada/alto desempeño.- Ofrecen todas las características de los neumáticos anteriores tanto en caminos secos y lluviosos.

2.8. Tablas de códigos, símbolos, clasificación y conversiones

- **P-métrico**



P	195/	75	H	R	14	
						Diámetro del rim en pulgadas
						Neumático radial
						Código de velocidad
						Relación entre la altura y el ancho de sección en %
						Ancho de sección en milímetros
						Diseño para vehículos de pasajeros

Tabla I. P-métrico

- **Métrico Europeo**

165	R	15	
			Diámetro del rim en pulgadas
			Neumático radial
			Ancho de sección nominal en milímetros

185	70	R	14	
				Diámetro del rim en pulgadas
				Neumático radial
				Relación entre la altura y el ancho de sección en %
				Ancho de sección nominal en milímetros

Tabla II. Métrico europeo

- **Alfa Métrico**

G	R	78	15	
				Diámetro del rim en pulgadas
				Relación entre la altura y el ancho de sección en %
				Neumático radial
				Código de capacidad de carga

Tabla III. Alfa Métrico

- **Numérico**

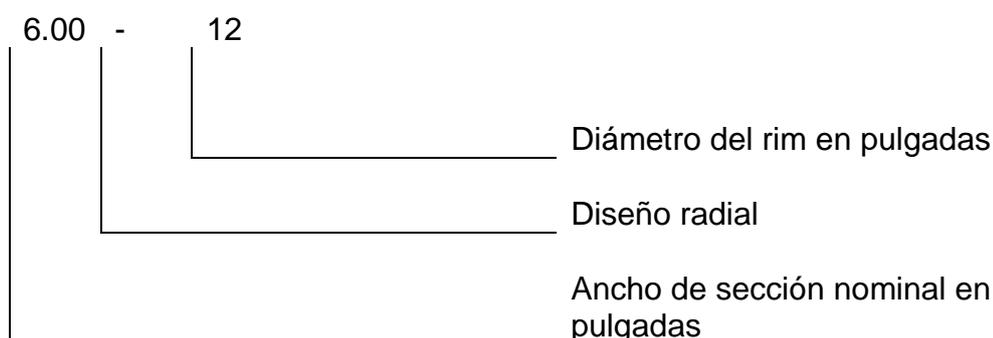


Tabla IV. Numérico

ÍNDICE DE CARGA						
El código numérico indica la máxima carga que el neumático puede soportar con la velocidad especificada por el símbolo de velocidad. Si llegará a excederse esta velocidad, la carga del neumático se verá reducida según las especificaciones del fabricante.						
Índice				Índice		
Carga	Lbs.	Kg.		Carga	Lbs.	Kg.
74	830	375		124	3539	1600
78	940	425		128	3970	1800
82	1050	475		132	4410	2000
86	1170	530		136	4940	2240
90	1320	600		140	5510	2500
94	1480	670		144	6170	2800
98	1650	750		148	6950	3150
102	1870	850		152	7830	3550
106	2090	950		156	8820	4000
110	2340	1060		160	9920	4500
114	2600	1180		164	11020	5000
118	2910	1320		168	12350	5600
122	3310	1500		172	13890	6300

Tabla V. Índice de Carga

SÍMBOLO DE VELOCIDAD		
El código de velocidad indica la velocidad que el neumático puede operar bajo las condiciones especificadas por el fabricante		
Símbolo	Velocidad	
Velocidad	MPH	Km/h
F	50	80
G	55	90
J	62	100
K	68	110
L	75	120
M	80	130
N	87	140
P	93	150
Q	99	160
R	105	170
S	112	180
T	118	190
U	124	200
H	130	210
V	150	240
Z	150	240 o más

Tabla VI. Símbolo de Velocidad

CLASIFICACIÓN DE CAPAS	
El código de capas representa el número de capas en el neumático	
4	B
6	C
8	D
10	E
12	F
14	G
16	H
18	J
20	K

Tabla VII. Clasificación de Capas

PRESIÓN DE INFLADO - TABLA DE CONVERSIÓN						
Para convertir libras/pulg2 a kilopascales multiplíquese las primeras por 6.89 (Ejemplo 26lb/pulg2 X 6.89 = 179 kPa)						
Para convertir las lbs/pulg2 a bares divida las primeras entre 14.5 (Ejemplo: 65lb/pulg2 /14.5 = 4.5 bares)						
I.p.c.	bar	KPa		I.p.c.	Bar	KPa
15	1.0	100		116	7.5	800
22	1.5	150		123	8.0	850
29	2.0	200		131	8.5	900
36	2.5	250		138	9.0	950
44	3.0	300		145	9.4	1000
51	3.5	350		152	9.9	1050
58	4.0	400		160	10.4	1100
65	4.5	450		167	10.8	1150
73	5.0	500		174	11.3	1200
80	5.5	550		181	11.8	1250
87	6.0	600		189	12.3	1300
94	6.5	650		196	12.7	1350
102	7.0	700		203	13.2	1400
109	7.5	750				

Tabla VIII. Presión de Inflado

TABLA DE CONVERSIONES		
Símbolo	Velocidad	
Si conoce	Multiplique por	Encontrará
Milímetros	0.04	Pulgadas
Centímetros	0.39	Pulgadas
Kilómetros	0.62	Millas
Pulgadas	25.4	Milímetros
Pulgadas	2.54	Centímetros
Pies	30.48	Centímetros
Litros	1.06	Cuarta
Litros	0.26	Galón
Cuarta	0.95	Litros
Galón	3.79	Litros
Kilogramos	2.21	Libras
Libras	0.45	Kilogramos
Millas/hora	1.61	Km / Hr.
Celsius	$X 1.8 + 32$	Fahrenheit
Fahrenheit	$-32 x 0.556$	Celsius

Tabla IX. Tabla de Conversiones

CAPÍTULO 3

Problemas detectados en los neumáticos de los camiones mezcladores de hormigón

3.1 Análisis actual de las condiciones de los neumáticos, del sistema motriz y de suspensión.

Durante los trabajos que se han realizado a los neumáticos de la flota de los mixers de la planta hormigonera por parte del departamento de mantenimiento, se ha realizado un análisis completo de los diferentes daños que se presentan en los neumáticos durante la jornada de trabajo, además de los diversos daños presentados en la suspensión y el sistema motriz, el cual se ha clasificado por apariencia del neumático y las causas del daño, los cuales se detallan a continuación:

a. Problemas de presiones en neumáticos.

En la inspección de los neumáticos en la flota de camiones se encontró deficiencia en el control de las presiones de aire, esto fue en neumáticos con exceso y con insuficiente presión causando desgastes irregulares, afectando directamente al rendimiento kilométrico de los neumáticos.

En el caso de una presión de inflado insuficiente en los neumáticos (figura 10) perjudicó en:

- Aumento de la resistencia de la carcasa, lo que limita las posibilidades del reencauche.
- Aumento de la resistencia al rodamiento y, en consecuencia, mayor consumo de combustible del camión.
- Repercusiones sobre el comportamiento y la seguridad del camión.

En el caso de una presión de inflado excesiva (figura 11) perjudicó en:

- Duración del neumático.
- Disminuye adherencia.
- Disminuye el confort en la conducción.

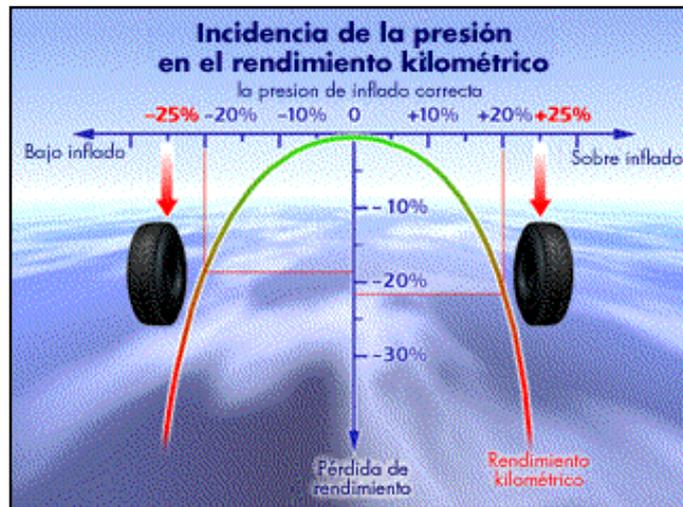


Figura 9. Incidencia de la presión en el rendimiento kilométrico.



Figura 10. Neumáticos con insuficiente presión de aire. [4]



Figura 11. Neumáticos con exceso de presión de aire. [4]

b. Daños en la banda de rodamiento de los neumáticos.**Desgaste regular rápido***Apariencia:*

Recibe la denominación de desgaste regular rápido cuando el rendimiento kilométrico resulta demasiado bajo. Otra forma de apreciar un desgaste rápido es cuando los panes de escultura presentan numerosas estrías longitudinales, o cuando las aristas de la escultura toman forma redondeada.

Causas:

- Estado, perfil y trazado de la ruta (en camino de montaña el desgaste puede ser dos veces más rápido).
- Velocidad y estilo de conducción.
- Temperatura ambiente y clima.
- Potencia y/o torque del mixer.
- Adaptación del tipo de cubierta a la utilización.

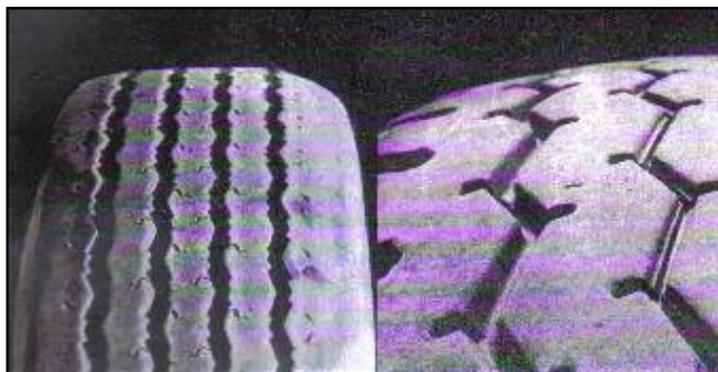


Figura 12. Desgaste regular rápido.

Desgaste Maxi-Mini

Apariencia:

El grado de desgaste de la banda de rodamiento varía en su contorno entre un máximo y un mínimo, generalmente localizados más o menos diametralmente opuestos.

Causas:

- Descentrado de la cubierta sobre la llanta o de la llanta sobre la masa.
- Desequilibrio importante del conjunto rodante.
- Irregularidad del sistema de frenos (ej. ovalización de la campana de frenos, etc.) en este caso, las zonas más desgastadas se ubican diametralmente opuestas.



Figura 13. Desgaste Maxi-Mini

Desgaste más rápido de un neumático gemelado

Apariencia:

- Desgaste más acentuado en una de las dos cubiertas gemeladas.
- El desgaste de los gemelos puede ser regular o irregular.

Causas:

- Variación del reparto de cargas entre las cuatro cubiertas de un eje gemelado como consecuencia del rodaje sobre una ruta ligeramente bombeada.
- Diferencia de presiones entre gemelados.

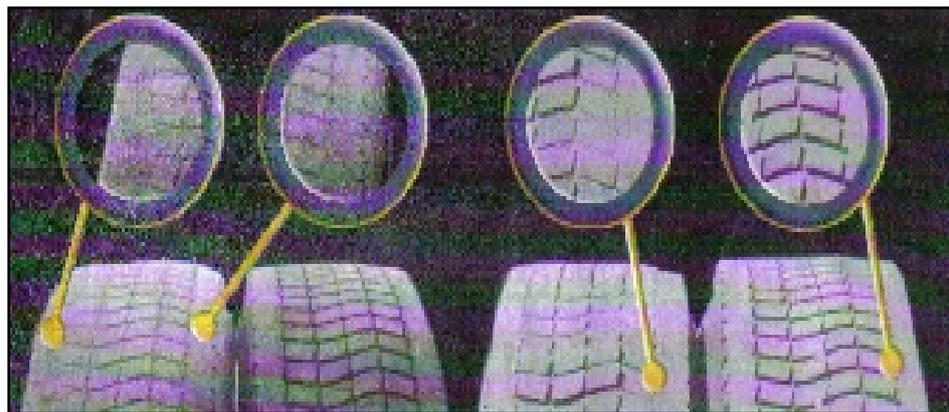


Figura 14. Desgaste más rápido de un neumático gemelado

Desgaste Total o parcial del hombro

Apariencia:

Este desgaste en forma de escalón se sitúa en uno o en los dos bordes de la banda de rodamiento.

Causa:

- Mixer con centro de gravedad elevado (gran movimiento oscilatorio).
- Características de utilización poco desgastadoras (rectas, alta velocidad).
- Dimensión o tipo de cubierta no adaptada a la utilización.

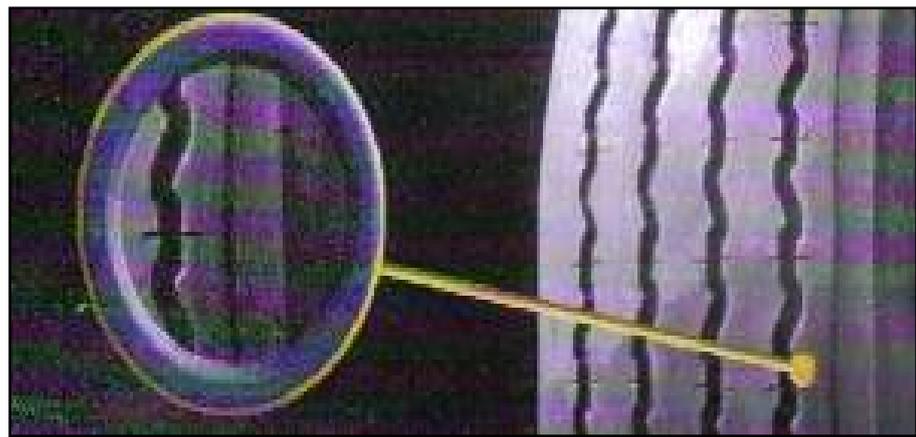


Figura 15. Desgaste Total o parcial del hombro.

Múltiples cortes

Apariencia:

Numerosos cortes y/o arrancamientos de goma en la totalidad de la circunferencia de la banda de rodamiento.

Causa:

- Patinazos sobre suelos agresivos.
- Rodajes sobre suelos agresivos.
- El sobreinflado y la humedad favorecen este daño. En el caso de sobreinflado, el nivel de agresividad se acentúa en el centro de la banda de rodamiento.



Figura 16. Múltiples cortes

Cortes o arrancamientos aislados

Apariencia:

Cortes o arrancamientos aislados de la goma que pueden llegar o no hasta las lonas metálicas.

Causa:

- Rodaje sobre suelos agresivos.
- Patinazos, frenados, choques contra obstáculos.
- El sobreinflado favorece este daño.
- Cubierta poco adecuada al tipo de utilización.

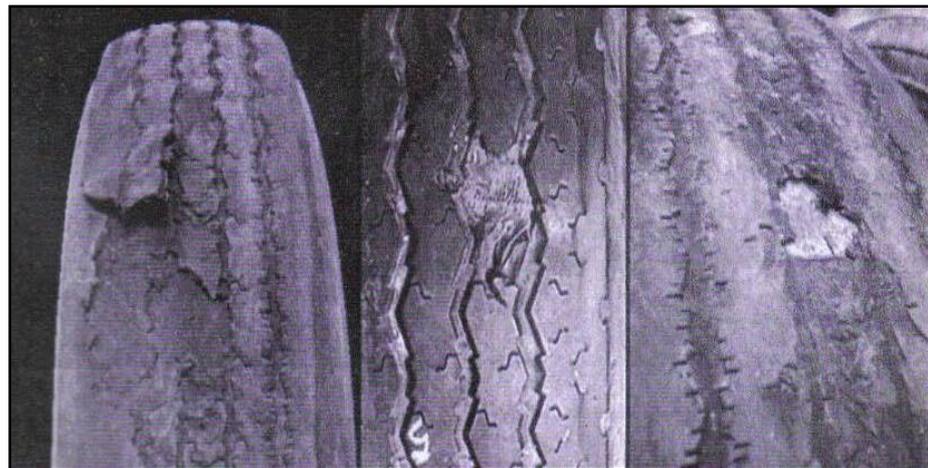


Figura 17. Cortes o arrancamientos aislados

Separación de la cima

Apariencia:

- Deformación en la zona de la banda de rodamiento con o sin abertura.
- Abertura y separación entre los componentes, con o sin salida de los cables metálicos.
- En caso de salida de cables de acero, estos se presentan limpios y brillantes.

Causas térmicas:

- Rodaje con baja presión o con sobrecarga, diferencia de presión entre gemelado.
- Rodaje a gran velocidad en un trayecto largo, en bajo inflado o con sobrecarga.
- Cubierta no adaptada a la utilización.

Causas mecánicas:

- Arrastre importante del neumático.
- Cortes o heridas o cualquier daño accidental que alcance las lonas.

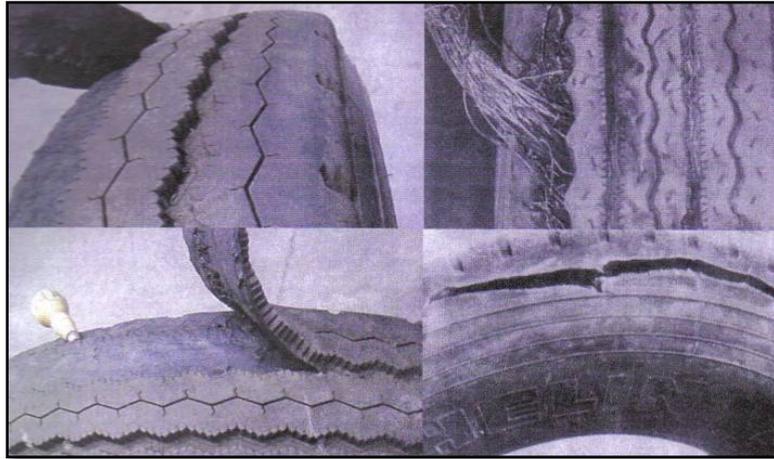


Figura 18. Separación de la cima

c. Daños en el flanco de los neumáticos.

Infiltraciones entre neumáticos gemelados

Apariencia:

- Separación entre el caucho del flanco/hombro y la lona de carcasa.
- Puede aparecer una bolsa de aire reventada o no en el flanco del neumático.

Causas:

- Deterioro del caucho interior de una cubierta sin cámara, durante el montaje o rodaje.
- Reparación en mal estado: choque contra obstáculos. Perforaciones en banda de rodamiento.

- Montaje sin cámara de una cubierta fabricada para ser montada obligatoriamente con cámara.

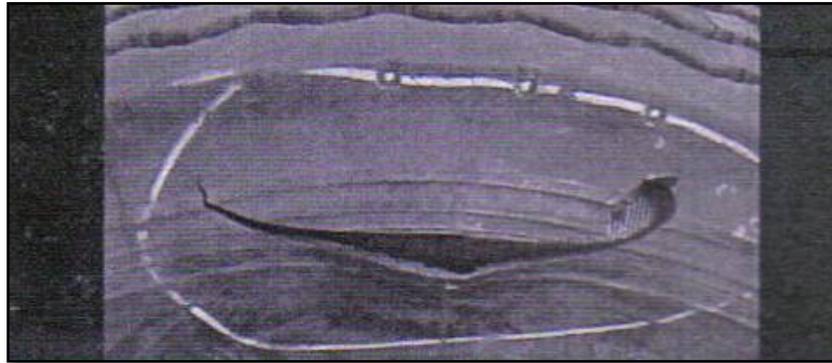


Figura 19. Infiltraciones entre neumáticos gemelados

Deterioro por objeto entre neumáticos gemelados.

Apariencia:

- Cortes o arañazos localizados, generalmente en forma circular.
- Deterioro externo que puede o no llegar hasta los cables de la lona carcasa.

Causas:

Alojamiento de piedras o cualquier objeto entre dos cubiertas gemeladas.

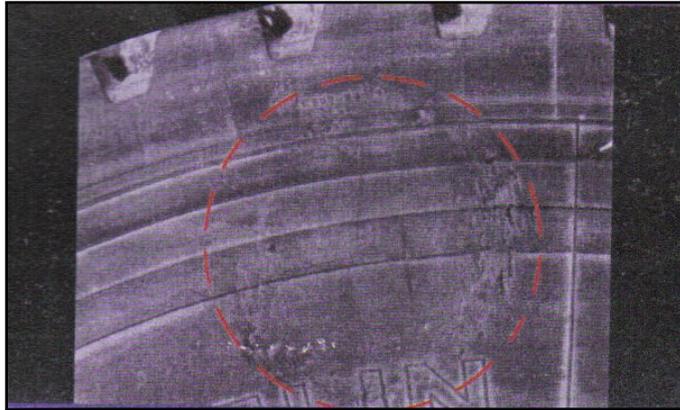


Figura 20. Deterioro por objeto entre neumáticos gemelados.

d. Daños en la carcasa e interior de los neumáticos.

Rotura de la carcasa en el flanco

Apariencia:

Rotura localizada o circular de la lona carcasa en el flanco, con cables visibles.

Causas:

- Rodaje sin aire o con presión insuficiente.
- Rodaje con sobre carga.
- Un pliegue ocasionado por una flexión exagerada del flanco.
- Humedad aprisionada entre la cubierta y la cámara.

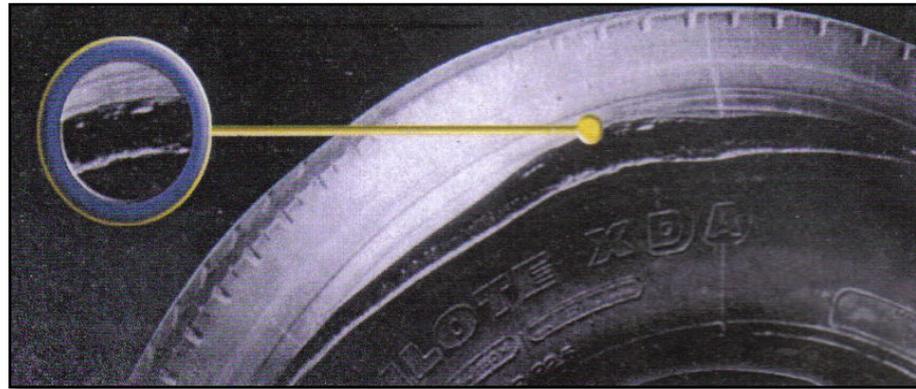


Figura 21. Rotura de la carcasa en el flanco.

Rotura de la carcasa por cortes o perforaciones.

Apariencia:

Corte accidental. Perforación que atraviesa de lado a lado del flanco.

Causas:

- Impacto contra objetos cortantes o punzantes.
- Perforaciones o cortes accidentales.

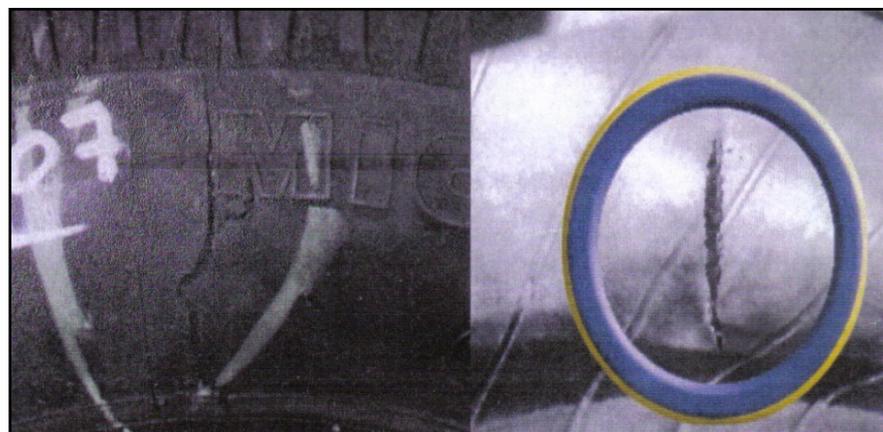


Figura 22. Cortes o perforaciones en la carcasa e interior.

Rotura de la carcasa en la zona baja.

Apariencia:

Roturas en la zona baja por encima del aro con cables visibles.

Causas:

- Sobrecarga o bajo inflado.
- Perforación en la cima que deteriora los cables en la zona baja.
- Deterioro de la goma del talón.
- Mal montaje.
- Anomalías en la reparación.
- Humedad entre la cámara y la cubierta.

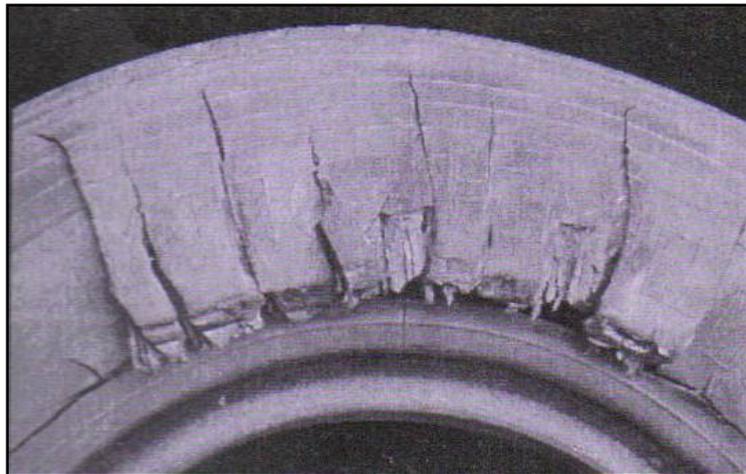


Figura 23. Rotura de la carcasa en la zona baja.

Rotura por impacto.

Apariencia:

- Rotura de la carcasa en la zona de la banda de rodamiento, de forma irregular.
- Cables aparentes y rotos sin forma predominante.

Causas:

- Impacto accidental contra obstáculos.
- Las tensiones excesivas facilitan este daño.
- Las consecuencias del impacto puede que no se manifiesten en forma inmediata.

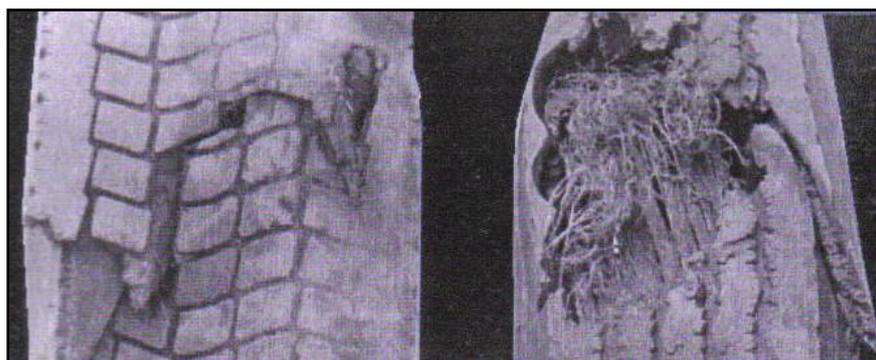


Figura 24. Rotura por impacto.

Rotura en el interior por impacto

Apariencia:

Rotura de la lona carcasa que solo se puede ver en el interior de la cubierta, suele ser en sentido circular.

Causas:

- Impacto contra obstáculos.
- Las consecuencias del impacto puede que se manifieste en forma inmediata o sean visibles exteriormente. Las repetidas flexiones de la carcasa agravan la avería.

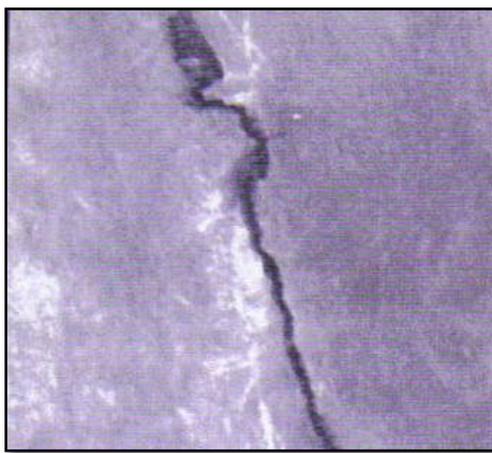


Figura 25. Rotura en el interior por impacto.

Pliegues circunferenciales en el interior

Apariencia:

Pliegues o agrietamientos circunferenciales en el interior de la cubierta, a la altura del flanco.

Causas:

Rodaje prolongado a presión insuficiente o con sobrecarga.

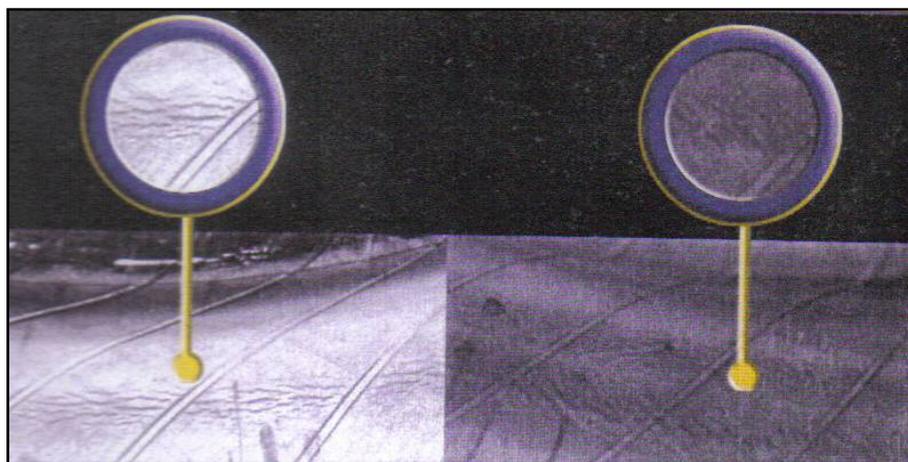


Figura 26. Pliegues circunferenciales en el interior.

Rotura o dislocación de la carcasa

Apariencia:

Rotura o deterioro circular de forma irregular de la carcasa en el flanco. Cables visibles. Deterioro de la goma.

Causas:

Rodaje sin aire o presión insuficiente.



Figura 27. Dislocación de la carcasa.

Desgaste anormal acelerado en la banda de rodamiento, y daños en ejes, suspensión y sistema motriz.

Apariencia:

- Estrías circunferenciales en la totalidad de la banda de rodamiento.
- Rebabas más o menos pronunciadas en uno de los lados de las aristas de la escultura, provocadas por el rodaje con arrastre de la cubierta sobre el suelo.
- Además, de existir un desgaste más rápido de las cubiertas, más acentuado en una de ellas.

Causas:

- Anomalía o desajuste de los órganos de suspensión, dirección o eje motriz.
- Paralelismo incorrecto entre ejes.
- Paralelismo incorrecto de los neumáticos, delanteros o traseros.
- Rodajes con fuerte derivada.

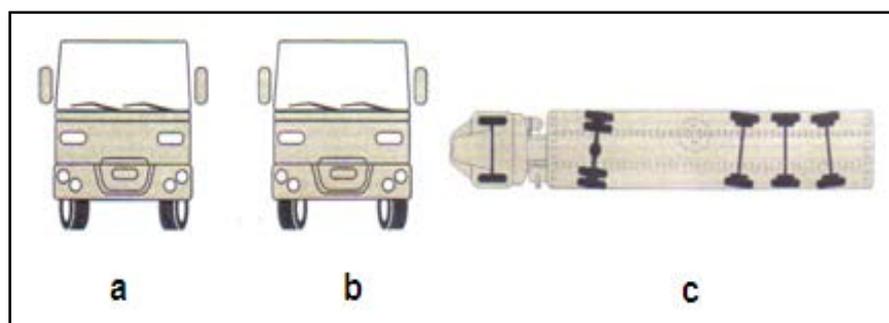


Figura 28. a) y b) neumáticos con falta de paralelismo, c) desajuste en la dirección. [5]

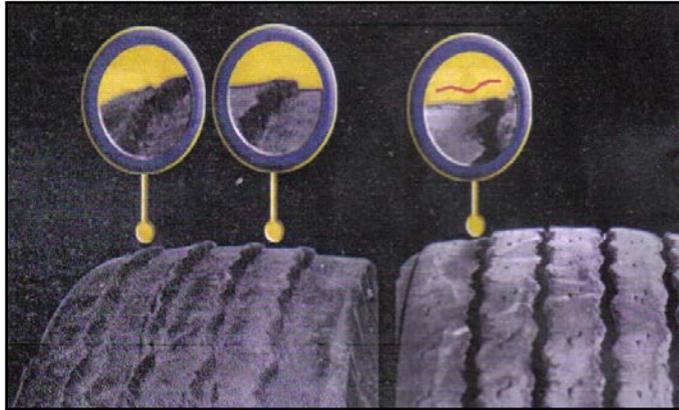


Figura 29. Desgaste anormal rápido por problemas en suspensión o dirección

Desgaste creciente de un borde a otro en la banda de rodamiento.

Apariencia:

Desgaste más acentuado de un borde de la banda de rodamiento, respecto del borde opuesto.

Causas:

- Anomalía mecánica, o sea una caída positiva o negativa excesiva.

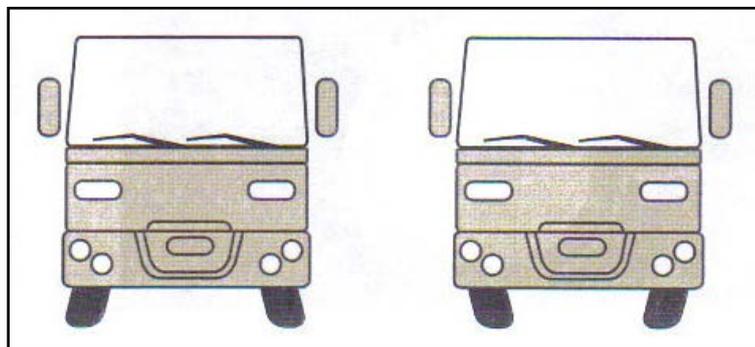


Figura 30. Desalineación negativa o positiva. [6]

- Una flexión del eje provocada por la sobrecarga.
- Este tipo de desgaste es característico del rodaje de la cubierta en el eje motriz.

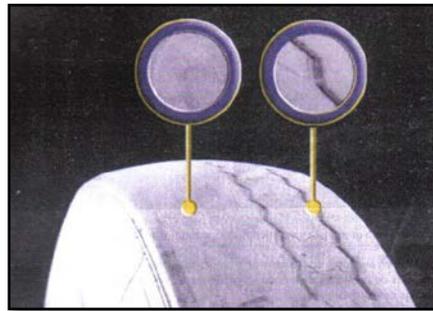


Figura 31. Desgaste creciente de un borde a otro en la banda de rodamiento.

Desgaste en dientes de sierra

Apariencia:

Cada taco presenta una arista viva (menos desgastada) y una más desgastada.

Causas:

- Anomalías en sistema de suspensión o amortiguadores.
- Diferencias de presiones de inflado entre neumáticos gemelados.
- Vehículo con alto torque.

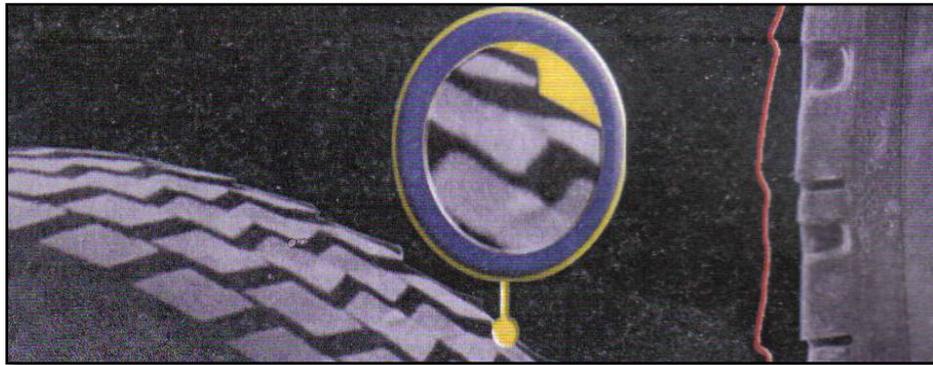


Figura 32. Desgaste en dientes de sierra

Daños en suspensión y eje motriz del mixer

Apariencia:

- Desgaste acelerado en pines, bocines y ejes.
- Daños en articulaciones de la dirección.

Causas:

- Neumáticos de diferentes tipos y diámetros.
- Neumáticos montados con sentidos de giro cambiados.
- Rodar con neumáticos a baja presión.



Figura 33. Neumáticos montados de diferente tipo y diámetros.

3.2 Análisis y costos del actual sistema de mantenimiento.

Una vez realizada una evaluación general y exhaustiva a los neumáticos, sistema motriz y de suspensión de los mixers, se pudieron evidenciar un gran número de debilidades de las cuales detallamos:

- Camiones hormigoneros con llantas de diferentes marcas, dimensiones y labrados, lo que ocasiona daños en el sistema motriz y suspensión del mixer.
- Los neumáticos no se han seleccionado considerando las condiciones de diseño del mismo, lo que ocasiona daños acelerados por terrenos agresivos para el neumático seleccionado o daños en el sistema de suspensión.

- Camiones hormigoneros con llantas que no mantenían las presiones adecuadas ya sean por encima del límite superior o del límite inferior, lo que ocasiona desgastes acelerados de la banda de rodamiento o desprendimiento de goma.
- Camiones hormigoneros que se encontraban desalineados y desbalanceados, ya sea que viene de fabrica o por no cumplir las fechas programadas del mantenimiento preventivo.
- Camiones hormigoneros con llantas que mantenían desgastes irregulares.
- Camiones hormigoneros con la válvula de los neumáticos defectuosas.
- Camiones hormigoneros con aros en mal estado.
- Malos hábitos en la Operación de los Camiones hormigoneros, que repercuten en daños graves en los neumáticos, por lo cual se deberá cambiar neumáticos fuera del año de uso programado.
- No existe ningún procedimiento en el chequeo y operación de los camiones hormigoneros y sus neumáticos.
- Los neumáticos se cambian, una vez que se dañan o cumplen su vida útil.
- No se controlan las profundidades del labrado de los neumáticos y su respectiva rotación.

3.3 Costos actuales en el Mantenimiento de los neumáticos.

Estas debilidades representan costos elevados para mantener operativa la flota de mixers en lo que tiene que ver con los neumáticos, costos que se deben principalmente por el gran número de neumáticos nuevos comprados dentro del año y sin que los anteriores cumplan su vida útil, otro alto valor mensual para el plan de mantenimiento es el pago de un Vulcanizador quien percibe un sueldo más beneficios de ley.

Los costos del personal de mantenimiento, y de movilización de neumáticos, sumados a los de herramientas y reparaciones de los neumáticos en lo que corresponde a parches, cambios de aros, cambio de válvulas hacen del costo del mantenimiento de los neumáticos los segundos más altos después del combustible en el año para uso de los mixers.

Los costos de un neumático nuevo de mixer delantero y posterior son de \$400,00 en cada mixer se utilizan 10 neumáticos, la suma por mixer está en \$4.000,00 , además cuando tenemos que cambiar neumáticos por una mala operación del chofer, por falta de presión apropiada, o por una falta de estudio del suelo de la obra a trabajar, los valores por unidad se incrementan por la necesidad de comprar varias unidades de manera urgente y en ocasiones si llega un nuevo mixer con un tipo de neumático

inapropiado se necesitará cambiar hasta un juego completo de neumáticos, aros, pernos lo que directamente se cargan al gasto, por lo cual eleva aun más el costos del mantenimiento.

Los valores mostrados en la tabla X, son los que se ingresaron mes a mes al sistema de mantenimiento, en estos se detallan compra de neumáticos nuevos, y reemplazo por daño en operación, adicionalmente el costo por el vulcanizador en los cuales se incluyen beneficios reglamentarios, sobretiempo, y el costo por las herramientas utilizadas y movilización.

El costo anual del mantenimiento de neumáticos de 30 mixers para el año 2012 es de \$166.000, con un costo al año promedio por mixer de \$5.533,33.

# camión	Fecha												Total 2012
	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12	jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	
Mixer 401	4.000				800			800					5.600
Mixer 402	4.000									800			4.800
Mixer 403		4.000			800			800					5.600
Mixer 404	4.000												4.000
Mixer 405		4.000							800				4.800
Mixer 406			4.000				800						4.800
Mixer 407			4.000						800				4.800
Mixer 408				4.000						1.600			5.600
Mixer 409			4.000						800				4.800
Mixer 410			4.000										4.000
Mixer 411					4.000						800		4.800
Mixer 412					4.000								4.000
Mixer 413	800					4.000						1.600	6.400
Mixer 414						4.000						800	4.800
Mixer 415		800				4.000							4.800
Mixer 416							4.000						4.000
Mixer 417	800						4.000						4.800
Mixer 418								4.000				800	4.800
Mixer 419		1.600					4.000						5.600
Mixer 420							4.000						4.000
Mixer 421				800					4.000				4.800
Mixer 422			800						4.000				4.800
Mixer 423				800						4.000			4.800
Mixer 424		800				800			4.000				5.600
Mixer 425					800					4.000			4.800
Mixer 426		800				800					4.000		5.600
Mixer 427					800					4.000			4.800
Mixer 428		800					800					4.000	5.600
Mixer 429				800						800		4.000	5.600
Mixer 430					800							4.000	4.800
Vulcanizador	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	24.000
Herramientas	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6.000
Costo Total	12.100	15.300	19.300	8.900	14.500	16.100	20.100	8.100	14.500	12.100	7.300	17.700	166.000

Tabla X. Costos en Dólares del Mantenimiento de neumáticos del la Planta Hormigonera 2012

El costo anual del mantenimiento de los neumáticos de 30 mixers para el año 2013 es de \$175.600, con un costo promedio por mixer de \$5.853,33.

Fecha # camión	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13	may-13	jun-13	jul-13	ago-13	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13	Total 2013
Mixer 401	4.000			800				800					5.600
Mixer 402	3.200												3.200
Mixer 403		4.000						1.600					5.600
Mixer 404		4.000							800				4.800
Mixer 405		4.000								800			4.800
Mixer 406			4.000					800					4.800
Mixer 407			4.000									800	4.800
Mixer 408				4.000			800					800	5.600
Mixer 409			4.000							800			4.800
Mixer 410			4.000								1.600		5.600
Mixer 411					4.000						800		4.800
Mixer 412					4.000							800	4.800
Mixer 413	800					4.000							4.800
Mixer 414					4.000								4.000
Mixer 415						4.000						800	4.800
Mixer 416							4.000						4.000
Mixer 417							4.000						4.000
Mixer 418		800			800			7.200					8.800
Mixer 419	1.600							4.000					5.600
Mixer 420		800					4.000						4.800
Mixer 421			800						4.000				4.800
Mixer 422									4.000				4.000
Mixer 423				800						4.000			4.800
Mixer 424					1.600				4.000				5.600
Mixer 425				800						4.000			4.800
Mixer 426					800						4.000		4.800
Mixer 427											4.000		4.000
Mixer 428												4.000	4.000
Mixer 429						800					4.000		4.800
Mixer 430									800			3.200	4.000
Vulcanizador	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	24.000
Herramientas	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6.000
Costo Total	12.100	16.100	19.300	8.900	17.700	11.300	15.300	16.900	16.100	12.100	16.900	12.900	175.600

Tabla XI. Costos en Dólares del Mantenimiento de neumáticos del la Planta Hormigonera 2013

CAPÍTULO 4

Control operacional de los neumáticos de los camiones mezcladores de hormigón

4.1. Mantenimiento Autónomo.

El Mantenimiento Autónomo es una parte fundamental en el Mantenimiento Productivo Total - MPT (Mantenimiento Productivo Total). Este apartado, junto con otros, como el Mantenimiento Preventivo, la Mejora Continua, la Capacitación-Formación del Personal, los Equipos e Instalaciones.

El personal más interesado en el Mantenimiento Autónomo, serán los Directores y Jefes de Producción y Mantenimiento, profesionales que tengan bajo su responsabilidad áreas de gestión humana, entrenamiento y capacitación-formación; pero queremos reseñar la imprescindible implicación de todos los estamentos de la Empresa en los Procesos de Implantación de un Sistema de Mantenimiento Productivo Total.

El Mantenimiento Autónomo es, básicamente prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. El mantenimiento llevado a cabo por los operadores y preparadores del equipo, puede y debe contribuir significativamente a la eficacia del equipo. Esta será participación del "apartado" producción o del operador dentro del TPM, en la cual mantienen las condiciones básicas de funcionamiento de sus equipos.

Este Mantenimiento Autónomo Incluye:

- Limpieza diaria, que se tomará como un Proceso de Inspección.
- Inspección de los puntos claves del equipo, en busca de fugas, etc.
- Inspección de neumáticos, bajas presiones, altas presiones, golpes, cortaduras, perforaciones, etc.
- Analizar la calidad del terreno para los neumáticos presentes en las obras.
- Lubricación básica periódica de los puntos claves del equipo.
- Pequeños ajustes.
- Formación - Capacitación técnica.
- Reportar todas las fallas que no puedan repararse en el momento de su detección y que requieren una programación para solucionarse.

Y es que cada día, se necesita que más personas puedan contribuir en gran manera a la perfecta realización del mantenimiento del equipo que operan. Las actividades de mantenimiento liviano o de cuidado básico deben asumirse como tareas de producción.

Para ello, por supuesto debemos pensar en que cuando el operario ha recibido entrenamiento-capacitación en los aspectos técnicos del mixer y conoce perfectamente el funcionamiento del su equipo, este podrá realizar algunas reparaciones menores y corregir pequeñas deficiencias de los equipos. Esta capacitación le permitirá desarrollar habilidades para identificar cualquier anomalía en su funcionamiento, evitando que después se transformen en averías importantes o repetitivas, si no se les da un tratamiento oportuno. Los trabajadores deben estar suficientemente formados para detectar de forma temprana esta clase de anomalías, y poder evitar así la presencia de fallos en su equipo y problemas de producción y/o calidad. El operario competente puede detectar las causas de la suciedad o desajustes y corregirlas oportunamente, con sus propias manos y herramienta, sin necesidad de actuar el Departamento de Mantenimiento.

4.2. Procedimiento de operación de camiones para maximizar la vida útil del neumático.

En el procedimiento de operación de camiones se ingresaron nuevos puntos sobre neumáticos, en el cual el operador identifique y registre los problemas encontrados en los neumáticos del mixer durante la jornada de trabajo. Esto se debe aplicar luego de capacitar a los Operadores sobre como verificar presiones de aire, cuanta presión de aire debe tener el neumático, desgastes irregulares y el buen estado de los neumáticos. Cuando la presión es correcta, los neumáticos tienen mejor agarre, soportan mejor los baches y el peso de la carga, trabajan a temperaturas más bajas lo que evita un desgaste prematuro y lo más importante, contribuyen al ahorro de combustible.

Por ello es importante que siempre cheque el nivel de presión de los neumáticos. Hágalo cuando estos estén fríos ya sea cuando el vehículo haya recorrido menos de 1 km., o bien 3 horas después de haber finalizado el recorrido. No olvide checar también el neumático de repuesto (de refacción).

Es recomendable que revise la presión al menos cada semana, cuando vaya a realizar un viaje con carga y/o antes de hacer un viaje largo.

La operación de inflar ha de ser necesariamente realizada en 2 etapas:

Primera etapa:

- Inflar el neumático hasta 1,5 bar
- Hacer un examen general del neumático, lo que implica visualizar en todos sus costados internos y externos.
- La presencia de cualquier bulto o deformación implica que el neumático sea desmontado y examinado por un especialista.

Segunda etapa:

- Inflar hasta la presión deseada.

Durante el inflado el neumático debe colocarse verticalmente en una zona habilitada o segura, utilizando los EPP (elementos de protección personal) requeridos, y las herramientas apropiadas, así respetando las normas de seguridad.

4.3. Inspección Operacional de los neumáticos.

La razón más importante por la que se debe inspeccionar el neumático es la seguridad, tanto para el operador como para otras personas que circulen por la carretera.

Si encuentra un defecto en el o los neumáticos durante la inspección, se ahorrará problemas posteriores. Un defecto puede ocasionarle una vería en la carretera, la cual le puede costar tiempo y dinero, o lo que es peor, un choque.

La inspección de los neumáticos se dividen en tres etapas: Antes del viaje, durante el viaje, y posterior al viaje.

A qué se debe estar atento en estas inspecciones:

- Presión de aire excesiva o insuficiente
- Desgaste desparejo: las llantas delanteras deben tener una profundidad de dibujo de al menos 4/32 de pulgada en cada surco principal y las demás, 2/32 de pulgada. No debe verse nada del material a través del dibujo ni en los lados de la llanta.
- Cortes u otras averías
- Desprendimiento del dibujo
- Llantas dobles que entran en contacto entre sí o con otras piezas del vehículo
- Medidas desiguales
- Uso combinado de llantas radiales y de capas al sesgo
- Vástago de la válvula cortado o agrietado
- Llantas renovadas, recauchutadas y vulcanizadas en las ruedas delanteras de un autobús (están prohibidas).

Todas las novedades que el operador del mixer encuentre durante la inspección deben ser comunicadas a su superior inmediato o al departamento de mantenimiento, para tomar medidas correctivas inmediatas.

CAPÍTULO 5

Diseño del programa de mantenimiento de los neumáticos

La duración de un neumático depende tanto de condiciones de uso como de las características propias del vehículo que la soporta. Usted puede hacer mucho para prolongar la vida de los neumáticos y garantizar su seguridad.

5.1 Mantenimiento de la presión de los neumáticos.

La presión correcta es un factor de seguridad y duración, hay que controlarla en frío. En caso de realizar el control en caliente, añada 0,3 bar a la presión aconsejada. El control de las presiones de los neumáticos debe efectuarse diariamente, antes de iniciar cada jornada el operado debe llenar su hoja de inspección e informar al departamento de mantenimiento en caso de encontrar una presión excesivamente baja o un daño en el neumático.

Dentro del diseño de programa de mantenimiento y control operacional de neumáticos, se utiliza una tarjeta de control diario de equipos (Anexo A),

Los neumáticos llevan unos testigos de desgaste (o llamados también Bibendum) situados en el hombro de los neumáticos indican el emplazamiento de los testigos de desgaste, situados a su vez en el medio de la banda de rodamiento.

Estos testigos son pequeñas protuberancias situadas en el fondo de los surcos o ranuras. Si la altura de la goma llega al nivel de dicha protuberancia (límite legal 1,6 mm) hay que cambiar los neumáticos, por uno nuevo o reencauchado, es recomendable hacer el reencauche antes de la desaparición del dibujo, cuando queden 2 ó 3 milímetros de profundidad. Esta precaución permite reproducir la escultura fácilmente, conservando el espesor de caucho de al menos 2 mm entre el fondo de la escultura y las lonas de cima de la llanta.



Figura 35. Testigo de desgaste

5.3 Rotación de neumáticos.

Pasar los neumáticos del eje de tracción a los ejes no tractivos contribuye a aumentar su durabilidad y alargar su vida hasta en un 20%, siempre y cuando todos los neumáticos sean del mismo tipo. En el caso de los camiones mezcladores se puede hacer rotación de neumáticos delanteros entre camiones, debido a que determinados equipos han recorrido más que otros. Se recomienda hacerlo entre los 5 mil y 10 mil kilómetros.

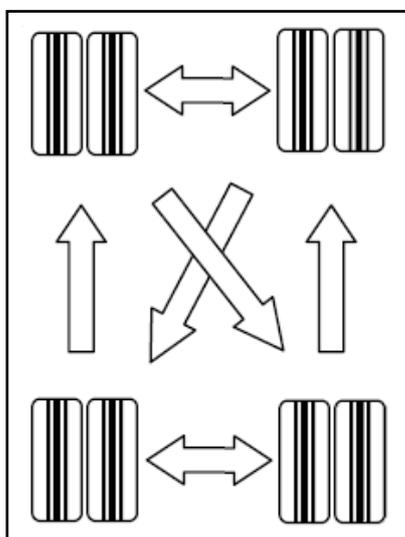


Figura 36. Rotación de llantas traseras.

En el diseño de programa de mantenimiento y control operacional de neumáticos, el técnico encargado del mantenimiento de los neumáticos utilizará una hoja de movimiento e inspección de neumáticos de equipos que es alimentado por la tarjeta de control de neumáticos, con lo cual en

la hoja de movimientos e inspección de neumáticos se detallan el estado de neumáticos por Mixer, en el que se especifica ubicación, presión, altura de labrado, marca de neumáticos, esto alimenta una gran matriz dinámica de control donde se especifica recorrido, número de reencauches, costo de neumático.

HOJA DE MOVIMIENTOS E INSPECCION DE NEUMÁTICOS				Regresar Lista de neumáticos	
Unidad	401	Modelo	GRANITE 2012		
Tipo	CAMION MIXER	Kms/Hrs Act.	36535		
Marca	MACK	Operador	ARTEAGA		
Observaciones					
401-021	MICHELIN	401-063	MICHELIN	401-104	CONTINENTAL
17	110	16	100	15	100
2		16		15	
		105		100	
		401-054		401-093	
		MICHELIN		CONTINENTAL	
		16		15	
		100		100	
		401-043		401-082	
		MICHELIN		MICHELIN	
17	110	16	105	16	100
401-013	MICHELIN	401-032	MICHELIN	401-072	MICHELIN

	Profundidad del labrado en milímetros		Marca del Neumático
	Código de neumáticos		Presión del neumático

Figura 37. Hoja de movimiento e inspección de neumáticos.

Con esta herramienta se planificará la rotación de neumáticos en equipo, entre equipos, así como compras de neumáticos que no estén en condiciones de ser reparados o ser reencauchados. ANEXO B

5.4 Mantenimiento en Alineación y Balanceo.

Alineación.

Se dice que un vehículo está alineado adecuadamente cuando todos los componentes de la suspensión y la dirección se encuentran en buenas condiciones y cuando los mecanismos de la llanta y la rueda funcionan derechos y sin desviación. Se requiere de una alineación apropiada para que el desgaste de los surcos de las llantas sea uniforme y los virajes precisos. Un desgaste desigual de las llantas delanteras o traseras, o cambios en el manejo de su vehículo o en la respuesta de viraje (p. ej. cargarse hacia un lado) puede ser indicación de desalineación.

Hoy en día muchos vehículos están equipados con suspensiones traseras que pueden ser ajustadas para alineación. Puede ser que su vehículo necesite una alineación de la "parte delantera" o de las "cuatro ruedas", dependiendo de los síntomas que usted esté experimentando. El costo moderado de tener su vehículo alineado puede más que pagar por sí mismo los kilómetros de las llantas, el desempeño y la comodidad.

Balanceo

Las llantas y los aros se descentran por la diferencia de pesos en los elementos que los componen. Este desequilibrio se arregla añadiendo pesas en las pestañas de la llanta, en las partes internas y externas del aro, equilibrando así la superficie de la llanta. La combinación exacta de dos equilibrios, uno estático y otro dinámico, dan como resultado una llanta bien balanceada.

El primer paso es determinar el grado de descentramiento radial y lateral de las llantas y aros. Se mide primero la llanta, cuyos descentramientos máximos permitidos están en 0.035" para el radial y 0.045" para el lateral. Estas mediciones se hacen en el punto donde se fija la pestaña de la llanta. Cuando la llanta no cumple con estas especificaciones debe cambiarse esta por una nueva. Cuando la llanta esta dentro de los límites el equilibrio dinámico y estático de la misma es posible.

PROGRAMA DE CONTROL PREVENTIVO DE ALINEACION Y BALANCEO

SEMANA 01 FECHA: viernes-02-enero-15

Item	Unidad	Horas	Kilometros	Ultima Alineación	Ultimo Balanceo	Próxima Alineación	Próxima Balanceo	Días proyectados	Fecha de Mtto Alineación/Balanceo
1	401	1245	49684	42500	42500	50000	50000	11	lunes-12-01-15
2	402	1318	40084	33200	33200	40700	40700	21	jueves-22-01-15
3	403	1332	80080	76900	76900	84400	84400	144	martes-26-05-15
4	404	1436	86475	83005	83005	90505	90505	134	sábado-16-05-15
5	405	1380	62141	55100	60100	62600	67600	15	sábado-17-01-15
6	406	1283	59713	55075	55075	62575	62575	95	martes-07-04-15
7	407	1697	72775	66580	66580	74080	74080	44	sábado-14-02-15
8	408	1291	49016	45025	45025	52525	52525	117	martes-28-04-15
9	409	1752	86433	83400	83400	90900	90900	149	sábado-30-05-15
10	410	1325	42068	35068	35068	42568	42568	17	domingo-18-01-15
11	411	1537	68614	64000	64000	71500	71500	96	miércoles-08-04-15
12	412	1839	65765	59500	59500	67000	67000	41	jueves-12-02-15
13	413	1717	87599	81000	81000	88500	88500	30	domingo-01-02-15
14	414	1296	53577	46180	46180	53680	53680	3	lunes-05-01-15
15	415	1525	70345	64505	64505	72005	72005	55	jueves-26-02-15
16	416	1522	45719	40720	40720	48220	48220	83	jueves-26-03-15
17	417	1482	70412	63000	63000	70500	70500	3	domingo-04-01-15
18	418	1142	57491	51500	51500	59000	59000	50	sábado-21-02-15
19	419	1265	89493	84300	84300	91800	91800	77	jueves-19-03-15
20	420	1313	42015	36000	36000	43500	43500	50	viernes-20-02-15
21	421	1304	55312	50000	50000	57500	57500	73	domingo-15-03-15
22	422	1417	74748	70005	70005	77505	77505	92	viernes-03-04-15
23	423	1588	74173	70010	70010	77510	77510	111	jueves-23-04-15
24	424	1600	60111	53500	53500	61000	61000	30	sábado-31-01-15
25	425	1386	70880	63500	63500	71000	71000	4	martes-06-01-15
26	426	1443	71779	67500	67500	75000	75000	107	domingo-19-04-15
27	427	1542	62345	60000	60000	67500	67500	172	lunes-22-06-15
28	428	1557	43297	40000	40000	47500	47500	140	viernes-22-05-15
29	429	1338	46389	40000	40000	47500	47500	37	domingo-08-02-15
30	430	1334	58165	53000	53000	60500	60500	78	viernes-20-03-15

Figura 38. Programa de control preventivo de Alineación y Balanceo.

5.5. Mantenimiento en Convergencia y Divergencia.

Convergencia.

Significa que los bordes delanteros de las llantas delanteras o traseras están más cercanos entre sí que los bordes traseros. La convergencia contrarresta la tendencia de las llantas delanteras a divergir cuando un automóvil alcanza velocidades altas.

Todos los vehículos de transporte vienen con una convergencia positiva para que al estar en movimiento, las ruedas tiendan a quedar paralelas. Esto ocurre porque el eje delantero, al ser empujado, permite una abertura de las ruedas, dentro de los límites de operación de los componentes de la dirección. Por lo tanto si las terminales estuvieren flojas más de lo normal tenderán a abrirse más, generando convergencia

negativa. Si el desgaste del neumático aparece a partir del hombro externo, indicará convergencia positiva en exceso.

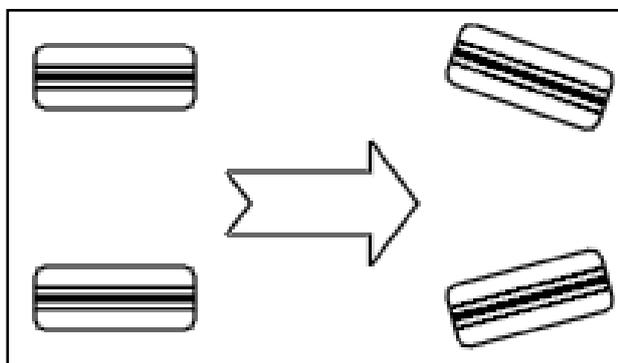


Figura 39. Convergencia de neumáticos. [7]

Divergencia

Significa que los bordes traseros de las llantas, ya sean del eje trasero o delantero, estarán más cerca entre sí que los bordes delanteros. La divergencia se usa comúnmente en autos de tracción delantera para contrarrestar la tendencia a converger mientras se conduce a velocidades altas. Alguna divergencia es necesaria para que los automóviles viren.

El ángulo de divergencia en curvas, resultante de la inclinación de los brazos auxiliares del sistema de dirección, permite que la rueda interna en la curva, vire más que la externa, si las dos entrasen a la curva en paralelo, la rueda interna sufriría un arrastre lateral, de afuera hacia adentro.

Esto es debido a que la externa comanda la curva, dada la transferencia de peso sobre la misma y la interna no tendría otra salida que arrastrarse para acompañarla en la curva. Si se tienen averías en los brazos auxiliares, estarán afectadas la convergencia y la divergencia en curvas, ambas produciendo el mismo síntoma de desgaste en los neumáticos (desgaste escamado a partir de los hombros internos, en dirección al centro de la banda de rodadura). Esto ocurrirá porque las ruedas se abrirán más del necesario.

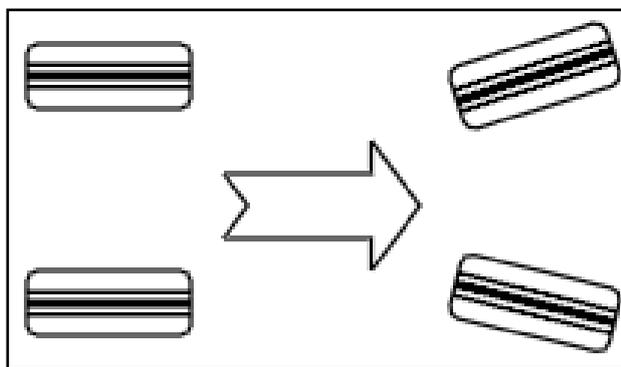


Figura 40. Divergencia de neumáticos. [7]

5.6. Reencauche de neumáticos.

El reencauche de los neumáticos representa economía para las empresas, protección al medio ambiente, garantía de rendimiento y un bajo costo kilométrico, en el reencauche la llanta "nace" nuevamente, recibiendo una nueva banda, adaptada a sus condiciones de utilización, en un proceso "en frío", limpio y rápido. El proceso del reencauche tiene los siguientes pasos:

- La carcasa del neumático es inspeccionada de forma minuciosa por parte del personal técnico, evaluándose sus condiciones para ser o no reencauchada. Es importante indicar para obtener un correcto reencauche, se necesita una llanta con por lo menos 3 mm de remanente en su banda de rodamiento.



Figura 41. Proceso de verificación inicial

- Luego de seleccionar los neumáticos que pueden ser reencauchados, pasan a la etapa del raspado. Con la presión láser se realiza el raspado de la banda de rodamiento usada para dar el perfil y la textura para el reencauche.



Figura 42. Proceso de raspado de la banda de rodamiento.

- Técnicos especializados tratan los daños de las llantas (si las cuerdas presentan roturas o corrosión por exposición al medio de trabajo durante el uso del neumático), permitiendo una recuperación integral de la estructura.



Figura 43. Proceso de gratado o escoriación

- En esta etapa son aplicados parches y es hecho el relleno de surcos y ranuras. El compuesto de caucho utilizado en el reencauche es el mismo utilizado en la fabricación de las llantas.



Figura 44. Proceso de reparación

- Luego de aplicar refuerzos, se rellenan los surcos, además se aplican pegamentos de alta adherencia para recibir la banda de

reencauche. Aplicando tensión repartida uniformemente sobre la carcasa se coloca la nueva banda de rodamiento con un centrado preciso



Figura 45. Proceso de embandado

- En la etapa del vulcanizado, se coloca cobertores e interiores de caucho en los neumáticos, se ingresan al horno o llamado también Auto-clave y se utiliza alta presión, temperatura controlada y tiempo para realizar la fusión de la nueva banda con la carcasa. Aquí renace una llanta reencauchada con la máxima calidad.



Figura 46. Proceso de autoclave

- Se retiran del neumático las coberturas e interiores de caucho y aditamentos que permiten controlar una altísima adherencia de la banda a la carcasa, con un perfecto acabado y se les realiza una rigurosa evaluación a fin de entregar al cliente una llanta de alta calidad.



Figura 47. Proceso de control y evaluación final

5.7. Proyección de costos y Beneficios del programa de Mantenimiento de neumáticos.

Con la implementación del Programa de mantenimiento de neumáticos se incluye el uso del vehículo de asistencia técnica (VAT) el que puede desplazarse hasta donde se necesite, equipado con los servicios de: inflado, calibración de neumáticos, montaje, desmontaje, rotaciones de neumáticos, alineación (paralelismo), despinche y reparaciones menores. Además de contar con el personal técnico capacitado que realiza el análisis de los check list de operadores de mixers para el control del estado de los neumáticos, del desgaste de neumáticos por

medio de una ficha técnica en las que registra cortes, las profundidades de los gemelos y así poder realizar la programación de mixers para reemplazos, rotaciones, o reencauches de neumáticos.

Como se mostró en el capítulo 3, el costo anual del mantenimiento de neumáticos es elevado tomando como referencia el año 2012 por \$166.000 y el año 2013 por \$175.600, al implementar el programa de mantenimiento y control operacional para neumáticos más un proceso de reencauche se observa una mejora considerable de ahorro en el costo del mantenimiento a través de cada año, en el año de implementación 2014 el costo es de \$127.860, en el cual representa un 29,83% menos al costo del año 2012 y un 37,34% menos al costo del año 2013. Para el año 2015 el costo fue de \$50.460, el cual representa un 53,39% un valor mayor al esperado durante la implementación de este programa.

Fecha # camión	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	Total
Mixer 401	4.000						360						4.800
Mixer 402	4.000								800				4.800
Mixer 403		2.680											4.000
Mixer 404		2.460											4.000
Mixer 405	4.000										360		4.800
Mixer 406			2.680										4.000
Mixer 407		4.000										800	4.800
Mixer 408				4.000									4.800
Mixer 409			4.000										4.800
Mixer 410				4.000									4.000
Mixer 411					2.680								4.800
Mixer 412					4.000							800	4.800
Mixer 413						2.240							4.000
Mixer 414					4.000								4.800
Mixer 415					4.000								4.000
Mixer 416		800					4.000						4.800
Mixer 417						4.000						800	4.800
Mixer 418								4.000					4.000
Mixer 419							4.000						4.000
Mixer 420								4.000					4.000
Mixer 421				800					2.240				4.800
Mixer 422									4.000				4.000
Mixer 423										2.240			4.000
Mixer 424						800			4.000				4.800
Mixer 425										4.000			4.000
Mixer 426					800						4.000		4.800
Mixer 427											2.240		4.000
Mixer 428												4.000	4.000
Mixer 429										2.240			4.000
Mixer 430										2.240			4.000
VAT	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	2.400
TERCEROS	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	14.400
Costo Total	13.400	11.340	8.080	10.200	16.880	8.440	9.760	9.400	12.440	12.120	8.000	7.800	127.860

Tabla XII. Costos en Dólares del Mantenimiento de neumáticos del la Planta Hormigonera 2014

Fecha # camión	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15	Total
Mixer 401							2.240						2.240
Mixer 402							2.460						2.460
Mixer 403								2.240					2.240
Mixer 404								2.460					2.460
Mixer 405								2.240					2.240
Mixer 406									2.240				2.240
Mixer 407									2.900				2.900
Mixer 408										2.240			2.240
Mixer 409	800									2.680			3.480
Mixer 410										2.240			2.240
Mixer 411	800										2.680		3.480
Mixer 412												2.240	2.240
Mixer 413													0
Mixer 414													0
Mixer 415		800											800
Mixer 416													0
Mixer 417													0
Mixer 418													0
Mixer 419													0
Mixer 420						800							800
Mixer 421													0
Mixer 422													0
Mixer 423						800							800
Mixer 424													0
Mixer 425													0
Mixer 426													0
Mixer 427							800						800
Mixer 428													0
Mixer 429													0
Mixer 430													0
VAT	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	2.400
TERCEROS	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	14.400
Costo Total	3.000	2.200	1.400	1.400	1.400	3.000	6.900	8.340	6.540	8.560	4.080	3.640	50.460

Tabla XIII. Costos en Dólares del Mantenimiento de neumáticos del la Planta Hormigonera 2015

En la Figura 46 se observa en detalle el costo del mantenimiento mensual por año, para los años 2012 y 2013 donde no se cuenta con un programa de mantenimiento y control de neumáticos así como la aplicación del reencauche en el programa de mantenimiento más la alianza estratégicas para el servicio, se observan costos elevados de mantenimiento para los años 2014 y 2015 donde se inicia programa de mantenimiento y control de neumáticos tiene una disminución del costo del mantenimiento es mucho menor.

En las figuras 46, 47 y 48, podemos observar en detalle el desarrollo del programa de mantenimiento las curvas indican como se ha mejorado el control de los equipos en función al gasto, en definitiva costos ahorrados por la empresa que representas mejora en la eficiencia y eficacia de la gestión del mantenimiento.

En función a los registros de control como tarjetas de equipos, hojas de movimiento e inspección de neumáticos, se pudo realizar el manejo de indicadores de gestión, con los siguientes resultados:

Las horas totales de Operación de la flota de treinta camiones en el año 2012 fue 62248 horas, en el 2013 fue de 62277 horas, en el 2014 fue de 63003 y el 2015 con 66030 horas. Con un reporte de horas de para por

reparación de neumáticos en el 2012 de 13767 horas, en el 2013 de 13450 horas, en el 2014 de 8489 horas y en el 2015 con 3294 horas.

Se detalla el número de paradas por daño en el 2012 con 6072 veces de para de equipo, en el 2013 con 5994 veces de para de equipo, en el 2014 con 4367 veces de para de equipo y en el 2015 con 2175 veces de para de equipo.

Lo que representa en disponibilidad de equipo se detalla que el 2012 el 77,88% de disponibilidad de camiones de la flota, en el 2013 el 78,39% de disponibilidad de camiones de la flota, en el 2014 el 86,53% de disponibilidad de camiones de la flota, y en el 2015 el 95,01% de disponibilidad.

En lo que representa a la confiabilidad de equipo se comprobó que el 2012 el valor calculado fue de 10 horas por falla presentada, en el 2013 el valor calculado fue de 10 horas por falla presentada, en el 2014 el valor calculado fue de 14 horas por falla presentada, y en el 2015 el valor calculado fue de 30 horas por falla presentada.

Para la Mantenibilidad se observó que en el 2012 el tiempo medio entre falla fue de 2,27 horas, para el 2013 el tiempo medio entre falla fue de

2,25 horas, para el 2014 el tiempo medio entre falla registró 1,94 horas y para el 2015 el tiempo medio entre falla fue de 1,51 horas.

Un indicador que es fundamental para valorar la gestión es el costo de mantenimiento por el valor de la reposición, en el caso del 2012 nuestro indicador fue de 138%, para el 2013 fue de 143%, en el 2014 fue de 103% y en el 2015 de 40%.

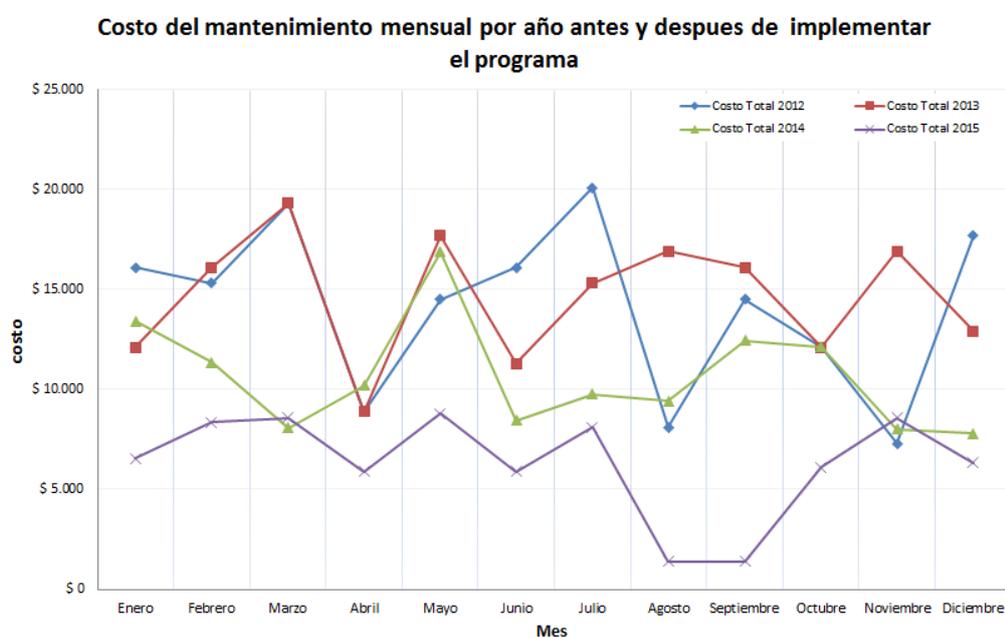


Figura 48. Costo mensual del mantenimiento mensual por año

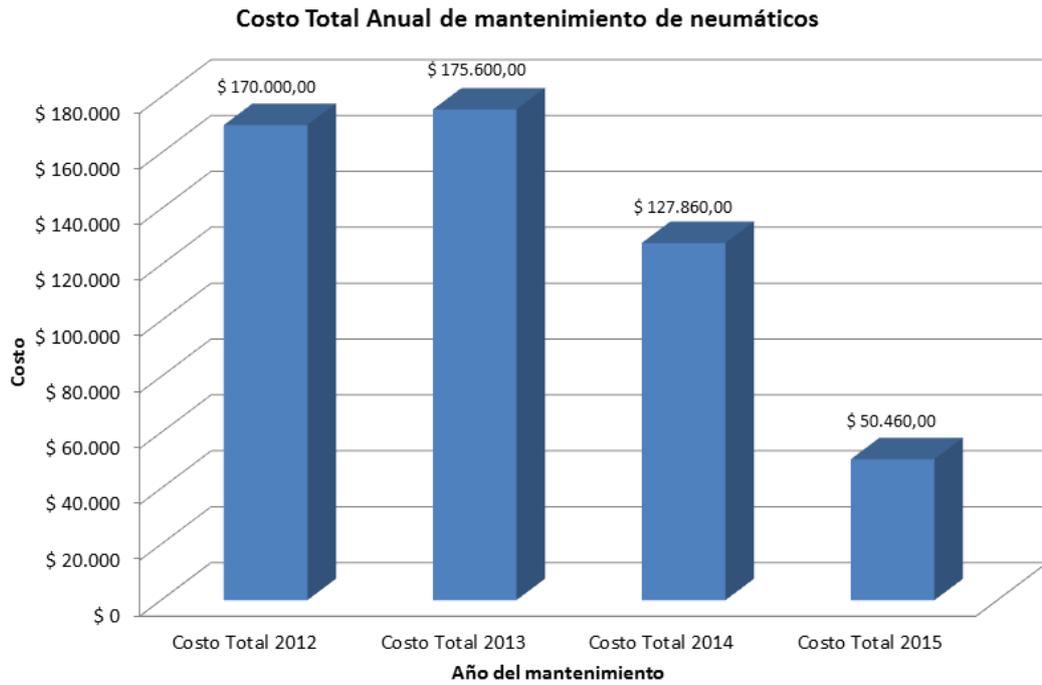


Figura 49. Costo Total Anual del mantenimiento

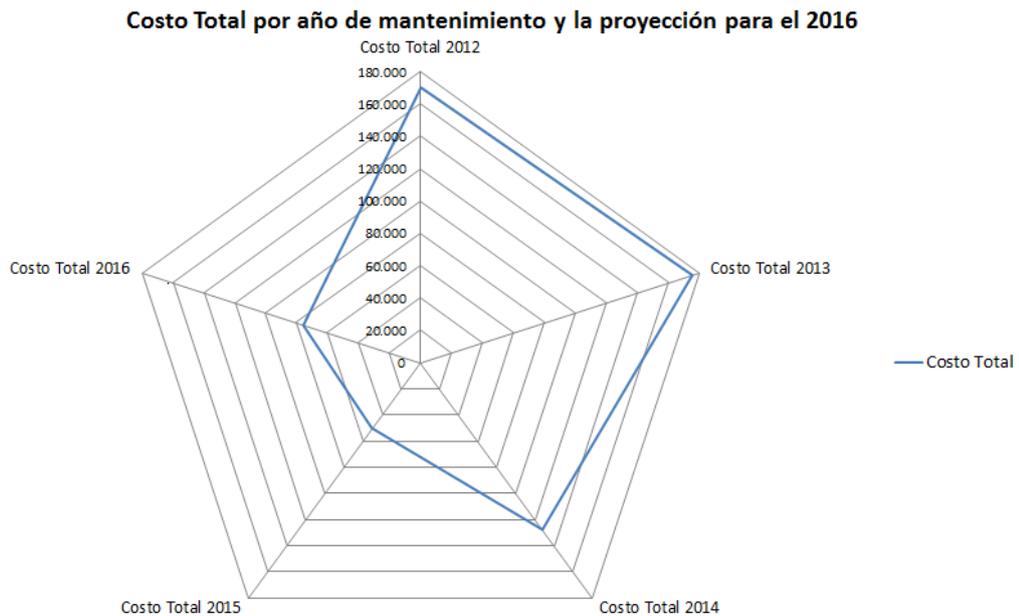


Figura 50. Costo Total Anual y proyección para el 2016

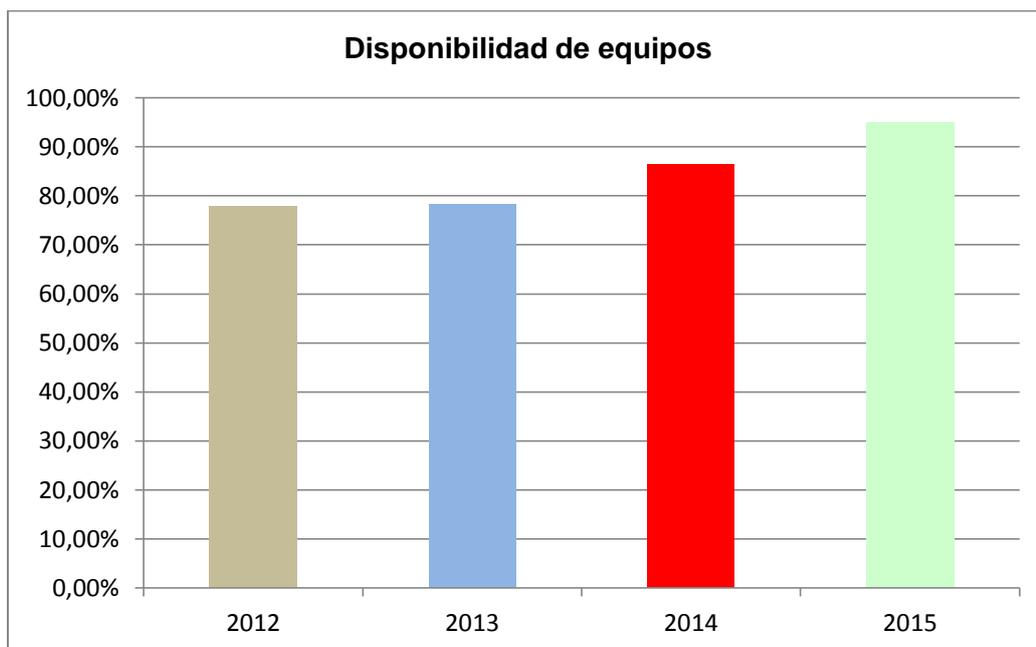


Figura 51. Disponibilidad de Flota de camiones del 2012 al 2015

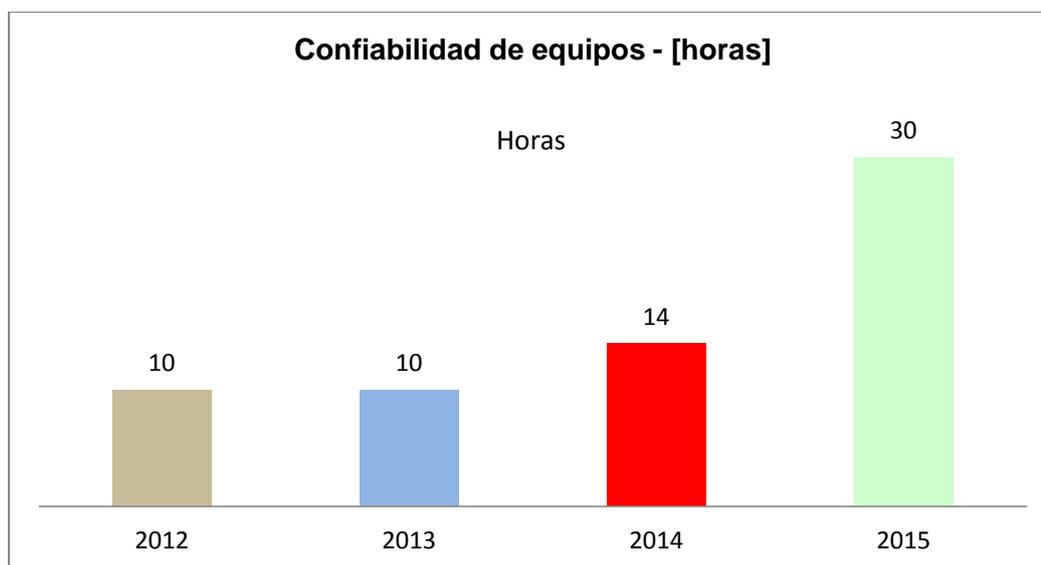


Figura 52. Confiabilidad de Flota de camiones del 2012 al 2015

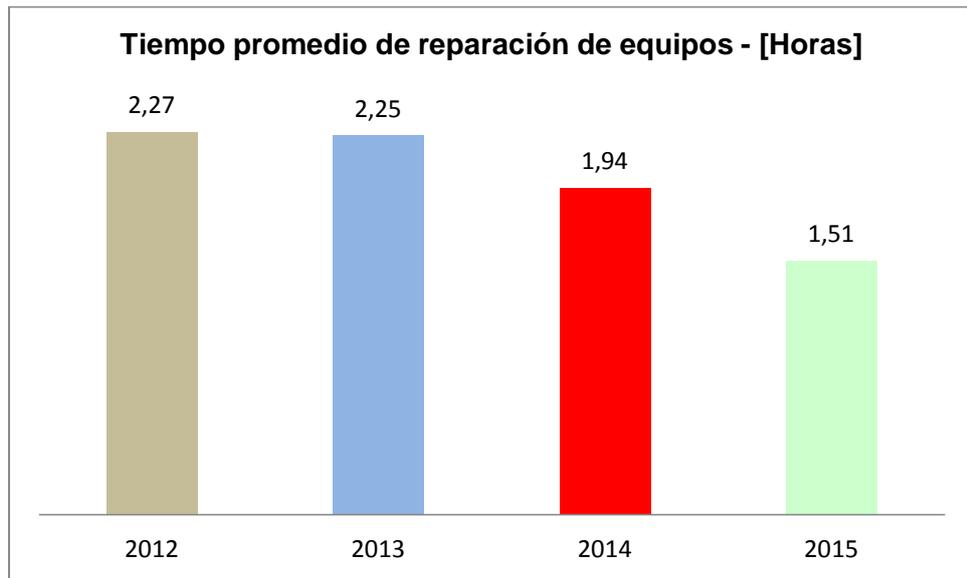


Figura 53. Costo de Mantenimiento por el valor de la reposición del 2012 al 2015

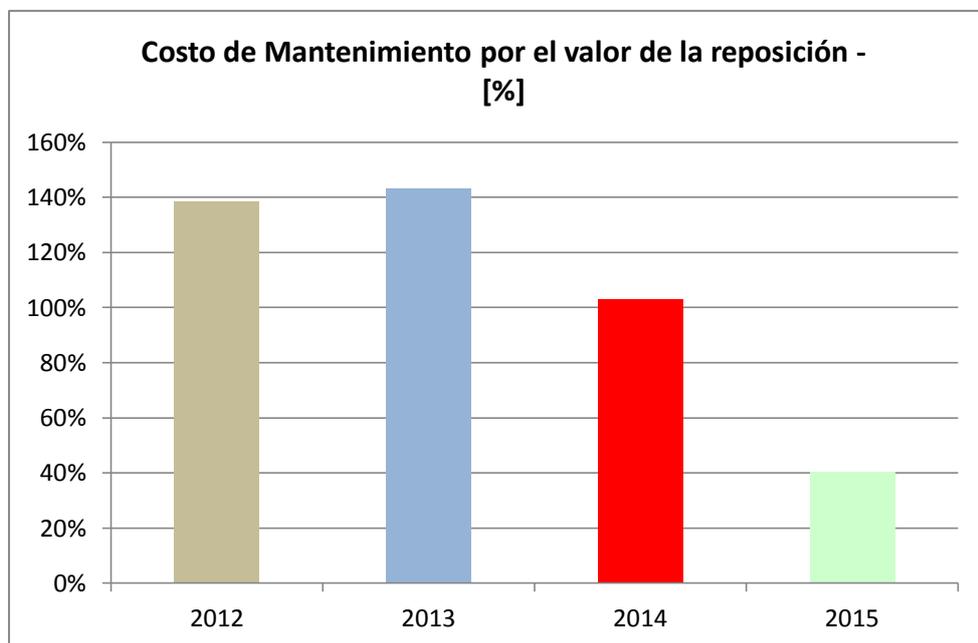


Figura 54. Costo de Mantenimiento por el valor de la reposición del 2012 al 2015

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al finalizar esta tesis se puede concluir lo siguiente:

1. En la citada planta productora de hormigón premezclado se ha implantado un diseño de un proceso de mantenimiento y control operacional de los neumáticos de los mixers, a fin de maximizar su eficiencia dentro del servicio para el cual han sido diseñados, más allá de su vida útil estimada.
2. La implantación del programa se lo dividió en tres aspectos: El Aspecto Funcional, dirigido a los equipos, el Aspecto Recursos Humanos, enfocado al personal de la industria y el Aspecto Técnico, que es la Gestión de mantenimiento propiamente dicha.
3. El Aspecto funcional de implantación del diseño del programa de mantenimiento de los neumáticos es importante porque permite conocer los equipos y de esta forma se logra definir e identificar los equipos críticos, que permiten a su vez tomar una mayor atención en el mantenimiento de los mismos y dar prioridad a dichos equipos.
4. En el Aspecto relacionado al Recurso Humano, se desarrolló control operacional de los neumáticos de mixers, que nos permitió identificar las diferencias y necesidades de capacitación para el grupo humano del taller mecánico, y así lograr optimizar el recurso humano mediante la flexibilidad de las habilidades.

5. En el Aspecto Técnico, se dio un importante paso al implantar la Inspección Operacional de los neumáticos, pues se dio paso a una inspección dirigida a puntos específicos como son los neumáticos, así poder direccionar un mantenimiento dirigido y controlado alineación, balanceo, convergencia, divergencia, revisión y ajuste de sistema de suspensión, revisión y ajuste de sistema de dirección, planificación de reencauche de neumáticos, además del control de los daños, reparación, rotación.
6. Con el programa de Mantenimiento de los neumáticos se logró obtener un mantenimiento organizado y planificado, puesto que aquí se considera la disponibilidad de mixers y los trabajos de mantenimiento prioritarios. Con el programa de mantenimiento nos permite identificar las necesidades de recursos y optimizar los esfuerzos de mantenimiento.
7. Con el programa de mantenimiento de neumáticos, las paradas emergentes y los trabajos de mantenimiento correctivo se han minimizado de manera considerable y esto lo podemos sustentar por medio de los indicadores claves de mantenimiento.
8. Con el desarrollo del programa de mantenimiento se incrementó la disponibilidad de los equipos a un 95%, y por ende incrementó la seguridad de funcionamiento de los equipos.

9. Se logró estandarizar actividades de mantenimiento, es decir, especificar el tiempo que se requiere para realizar dichas actividades, los recursos que se necesitan y frecuencia para realizarlas. Esto permite tener un mantenimiento planificado, organizado, dirigido y controlado.

Finalmente, como recomendación para alguna persona que quiera investigar acerca de este tema o alguna empresa que se decida a implantar algún programa de mantenimiento preventivo, se plantea lo siguiente:

1. La alta administración de la empresa debe establecer adecuados canales de comunicación.
2. Es necesario pensar en un sistema de control automático para mantener un completo control de información, de toda la vida de neumáticos, con el fin de poder consultar vía Internet la situación actual de sus neumáticos, aumentando en un 100% su control, efectividad y rapidez en la toma de decisiones. Usando la información que se levanta diariamente con el control que hemos recomendado en los neumáticos.
3. Para poder tener éxito es recomendable el apoyo total del personal de planta, de las jefaturas respectivas y además el profundo compromiso por parte de la alta Gerencia para poder llevar a cabo este programa.

ANEXOS

ANEXO A.- Tarjeta de control de presión y labrado de equipos

Tarjeta de Equipo			Unidad: _____										
			Marca: _____										
			Modelo: _____										
			Tipo: _____										
INSP.	POSICION EN MIXER			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	CODIGO DE LLANTA#												
FECHA													
D M A													
1	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												
2	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												
3	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												
4	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												
5	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												
6	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												
7	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												
8	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												
9	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												
10	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												
11	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												
12	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												
13	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												
14	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												
15	Presión PSI												
	Labrado mm												
	Kilometraje												

Observaciones: _____

ANEXO B. Catálogo de control de neumáticos en flota de Mixer de planta hormigonera.

Item	Código Llanta	Unidad	Kms. Recorridos	Profundidad	Presión PSI	Kms. De ingreso	Fecha Ingreso	Reencauche	Fecha Reencauche	Nº. Reencauche	Marca	Modelo	Costo
1	401-013	401	534	17	110	36001	29 sep 2011	NO	-	-	MICHELIN	0	\$ 474.99
2	401-021	401	534	17	110	36001	29 sep 2011	NO	-	-	MICHELIN	0	\$ 474.99
3	401-032	401	823	16	105	35712	15 sep 2011	SI	10 sep 2011	1	MICHELIN	0	\$ 180.00
4	401-043	401	823	16	100	35712	15 sep 2011	SI	10 sep 2011	1	MICHELIN	0	\$ 180.00
5	401-054	401	555	16	105	35980	29 sep 2011	NO	-	-	MICHELIN	0	\$ 474.99
6	401-063	401	555	16	100	35980	29 sep 2011	NO	-	-	MICHELIN	0	\$ 474.99
7	401-072	401	555	16	100	35980	29 sep 2011	NO	-	-	MICHELIN	0	\$ 474.99
8	401-082	401	555	15	100	35980	29 sep 2011	NO	-	-	MICHELIN	0	\$ 474.99
9	401-093	401	770	15	100	35765	20 ago 2011	SI	11 ago 2011	1	CONTINENTAL	0	\$ 180.00
10	401-104	401	770	15	100	35765	20 ago 2011	SI	11 ago 2011	1	CONTINENTAL	0	\$ 180.00
11	402-012	402	211	17	108	31994	15 oct 2011	NO	-	-	MICHELIN	0	\$ 474.99
12	402-021	402	211	16	110	31994	15 oct 2011	NO	-	-	MICHELIN	0	\$ 474.99
13	402-030	402	809	16	105	31396	29 jul 2011	NO	-	-	MICHELIN	0	\$ 474.99
14	402-041	402	809	16	100	31396	29 jul 2011	NO	-	-	MICHELIN	0	\$ 474.99
15	402-050	402	999	16	105	31206	29 jul 2011	NO	-	-	MICHELIN	0	\$ 474.99
16	402-060	402	999	16	100	31206	29 jul 2011	NO	-	-	MICHELIN	0	\$ 474.99
17	402-070	402	1101	16	100	31104	18 jul 2011	SI	12 jul 2011	1	MICHELIN	0	\$ 180.00
18	402-081	402	1101	15	100	31104	18 jul 2011	SI	12 jul 2011	1	MICHELIN	0	\$ 180.00
19	402-090	402	1335	15	100	30870	18 jul 2011	SI	12 jul 2011	1	CONTINENTAL	0	\$ 180.00
20	402-100	402	1335	15	105	30870	18 jul 2011	SI	12 jul 2011	1	CONTINENTAL	0	\$ 180.00
21	403-011	403	1795	14	108	34555	12 jun 2011	NO	-	-	CONTINENTAL	0	\$ 415.20
22	403-020	403	1795	13	110	34555	12 jun 2011	NO	-	-	CONTINENTAL	0	\$ 415.20
23	403-031	403	2770	14	105	33580	20 jun 2011	SI	10 jun 2011	2	MICHELIN	0	\$ 180.00
24	403-041	403	2770	14	100	33580	20 jun 2011	SI	10 jun 2011	2	CONTINENTAL	0	\$ 180.00
25	403-050	403	2770	13	105	33580	20 jun 2011	SI	10 jun 2011	2	CONTINENTAL	0	\$ 180.00

BIBLIOGRAFIA

- [1]. **TPM, Digital**. Mantenimiento Productivo Total. [En línea] 8 de abril de 2008. <http://digitaltpm.blogspot.com/2008/04/las-caractersticas-del-tpm-ms.html>.
- [2]. **Scribd**. [En línea] <http://es.scribd.com/doc/64315598/Las-partes-fundamentales-de-un-neumatico-radial-son>.
- [3]. **Escuela de LLantas**. : Compañía Hulera Goodyear Oxo S.A. de C.V.
- [4]. **Firestone**. *Manual de información técnica para llantas de camión*. México D.F. : s.n., 1989.
- [5]. **Michelin**. *Guía básica de llantas*.
- [6]. **Council, The Maintenance**. *Guía de análisis de condiciones para llanta*. USA : s.n., 1995.
- [7]. **S.A., Nacional llantera**. *Apuntes de neumáticos*.