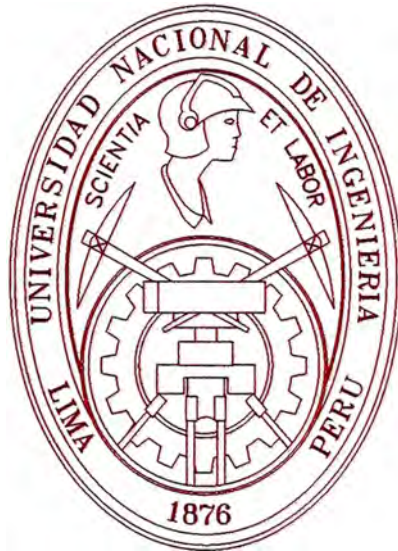


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“ESTUDIO DEL RENDIMIENTO DE NEUMATICOS EN
CAMIONES DE ACARREO DE MINERAL CON CAPACIDAD
DE 240 TONELADAS”**

INFORME DE INGENIERIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO**

ABEL ELIAS VELIZ GALARZA

PROMOCION 1988-I

LIMA-PERU

- 2005

Dedicatoria:

A Dios
Sobre todo

A mis padres
Por su amor y esfuerzo

A mi esposa
Por su amor y apoyo

A mis hijas
Por su amor y alegría

CONTENIDO	Páginas.
PROLOGO	1
CAPITULO I	3
INTRODUCCION	3
1.1 Objetivos	5
1.2 Alcances	5
1.3 Limitaciones	6
1.4 Justificación	6
CAPITULO II	8
CONSIDERACIONES SOBRE NEUMATICOS EN EL MOVIMIENTO DE TIERRA, SU APLICACION EN CAMIONES MINEROS.	8
2.1 Definiciones básicas en un neumático.	9
2.1.1 Función de un neumático	9
2.1.2 Características de un neumático	10
2.1.3 Clasificación de los neumáticos	10
2.1.4 Estructura y funciones de los componentes del neumático	10
2.1.4.1 Cintas protectoras	11
2.1.4.2 Banda de rodamiento	12

2.1.4.3 Costados o banda lateral	12
2.1.4.4 Forro interior	12
2.1.4.5 Capa o lona de carcaza	13
2.1.4.6 Talones	13
2.2 Neumático radial de acero	17
CAPITULO III	20
ADMINISTRACION DEL TALLER Y LA IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO EN EL RENDIMIENTO NEUMATICO	20
3.1 Servicio integral del taller de neumáticos.	21
3.1.1 Manejo del taller por terceros (outsourcing)	21
3.1.2 Manejo del taller con recurso propio	22
3.1.3 Manejo del taller en SPCC	22
3.1.4 Descripción del servicio Integral, manutención y control de neumáticos	23
3.1.4.1 Manejo y operación de neumáticos	23
3.1.4.2 Mantenciones preventivas	25
3.2 El taller de neumáticos	27
3.2.1 Niveles de mano obra	27
3.2.2 Tiempos ejecutados por tarea y la influencia en el equipo	29
3.2.3 Procedimientos de trabajo	30
3.2.4 Entrenamiento del personal	30
3.2.5 Diseño y esquema del taller	31
3.2.6 Equipamiento en el taller.	32
3.3 Mantenimiento de la presión del neumático.	33
3.3.1 Análisis de la presión	34
3.3.2 Problemas asociados con el control de presiones	35
3.3.3 Determinación de la presión base para los neumáticos	36

3.3.4 Sellado y hermeticidad de los neumáticos	36
3.4 Otros mantenimientos de neumáticos.	38
3.4.1 Rotación de neumáticos	38
3.4.2 Giros y Gemelado de neumáticos	38
3.4.3 Alineamientos de neumáticos	40
3.4.4 Mantenimiento de aros	40
3.4.5 Control del neumático diario en campo	41
3.5 Sistema de información de neumáticos	41
3.5.1 Requerimientos de un buen sistema de registro de información	41
3.5.2 Beneficios de un buen sistema de información	42
3.5.3 Reportes en la administración del neumático	42
3.6 Mejoras en el mantenimiento del neumático	43
3.6.1 Inflado de neumáticos con nitrógeno	43
3.6.2 Evaluación y pruebas del tipo de compuesto (caucho)	44
3.7 Reparación y reencauche de neumáticos	45
3.7.1 Reparación de neumáticos	45
3.7.1.1 Procesos de reparación de neumáticos	46
3.7.1.2 Tipos de avería en la reparación de neumáticos	47
3.7.2 Reencauche de neumáticos	48
3.8 La seguridad en el manejo de neumáticos	51
3.8.1 Cambios de neumáticos en taller	52
3.8.2 Explosión de neumáticos	53

CAPITULO IV 55

LA CONDICION DE LA MINA, LA OPERACIÓN DEL CAMION INFLUENCIAN EN EL RENDIMIENTO NEUMATICO 55

4.1 Condición de la mina	55
--------------------------	----

4.1.1	Diseño y mantenimiento de caminos	58
4.1.1.1	Problemas típicos en el diseño de caminos	58
4.1.1.2	Problemas en la operación	58
4.1.2	Objetivos del Diseño y mantenimiento de caminos	62
4.2	Operación del camión de acarreo	64
4.2.1	Conocimiento del neumático por el operador del camión	64
4.2.2	Informes a la supervisión y operadores de camión	65
4.3	Selección del neumático	66
4.3.1	Uso apropiado de los neumáticos	68
4.3.1.1	Toneladas-kilómetro-por-hora	69
4.3.2	Evaluación periódica y selección del neumático	70
4.3.3	Política de responsabilidad del neumático	74
4.4	Suministro y garantía del neumático	79
4.4.1	Suministro de neumáticos	80
4.4.2	Garantía de neumáticos	80
4.4.3	Opciones de garantía	81
4.4.3.1	Garantías de rendimiento relativo	81
4.4.3.2	Garantías de menor demanda	82
4.5	El futuro del neumático	82
	CAPITULO V	84
	CONTROL DEL RENDIMIENTO NEUMATICO	84
5.1	Control del Mantenimiento y Operación neumático.	84
5.1.1	Cartilla de inspección pre-operativo	85
5.1.2	Cartilla de inspección de carreteras, botaderos y stock	85
5.1.3	Cartilla de inspección y control de presiones en camiones y cargador	86
5.1.4	Cartilla de inspección y control de remanente	86

5.1.5 Cartilla de inspección y control de cortes en campo / grifo	87
5.1.6 Cartilla de inspección y control de torques	88
5.2 Procedimiento de registro y control en movimiento de neumáticos	88
5.3 Recomendación de carga y presión por el fabricante	88
5.4 Recomendación de rotación por el fabricante	89
5.5 Control sobre los responsables del neumático.	89
5.5.1 Control del diseño y mantenimiento de caminos.	90
5.5.2 Control del neumático por el operador del camión.	90
5.5.3 Control con Informes dirigidos a la supervisión y operadores de camión.	91
5.6 Calculo Teórico Del Presupuesto Anual En Función Del Rendimiento	91
5.7 Consumo de Neumáticos por Año	92
5.8 Rendimientos de Neumáticos por Año	94
CAPITULO VI	97
ESTRUCTURA DEL COSTO	97
6.1 Costos presupuestados por año	98
6.1.1 Costo de un neumático para camiones de acarreo de 240 Toneladas	98
6.1.2 Calculo teórico del presupuesto anual en función del rendimiento	98
6.2 Consumo de neumáticos por año	98
6.3 Costos neumáticos históricos por año	99
6.4 Rendimientos de neumáticos por año	101
6.5 Costos de neumáticos por hora por año	103
6.6 Ahorros en costos respecto año 2004	105
CONCLUSIONES	106
RECOMENDACIONES	108
BIBLIOGRAFIA	110
ANEXOS	112

PROLOGO

En esta parte del presente trabajo se muestra el resumen del contenido de todos los capítulos que integran este volumen.

En el capítulo 1, esta referido a la introducción Como parte importante de toda gestión de mantenimiento, la reducción de costos y la optimización del rendimiento de los componentes es una función a todo nivel, esta debe realizarse sin comprometer la condición y operación del equipo en el cual se indica los objetivos, los alcances, limitaciones y la justificación.

En el capítulo 2, se tiene en cuenta las consideraciones sobre neumáticos en el movimiento de tierra su aplicación en camiones mineros; las Gerencias en la industria minera, ahora más que antes, están prestando atención al costo de neumáticos en la operación de los equipos de acarreo, esto básicamente por el alto costo que representa los neumáticos en la operación de los camiones, en este punto se tiene en cuenta las definiciones básicas en un neumático, la función del neumático y su clasificación entre otros.

El capítulo 3, tiene que ver con la administración del taller y la importancia del mantenimiento en el rendimiento neumático, el primer paso que asegura un rendimiento efectivo de los neumáticos para uso en camiones para acarreo de material, es el

mantenimiento apropiado de las mismas, esto es un esencial ingrediente para el éxito, el nivel del mantenimiento que tiene cada mina impactara en el rendimiento de los neumáticos y directamente se vera reflejado en los costos de operación; esto está en función del manejo del taller por terceros (outsourcing), manejo del taller con recurso propio, manejo y operación de neumáticos, tiempos ejecutados por tarea y la influencia en el equipo y los cambios de neumáticos en taller.

En el capítulo 4, se tiene en cuenta las condiciones de la mina, la operación del camión influyen en el rendimiento neumático, diseño y mantenimiento de caminos conocimiento del neumático por el operador del camión, uso apropiado de los neumáticos, toneladas-kilómetro-por-hora, así como el suministro y garantía del neumático.

El capítulo 5, está referido al control del rendimiento neumático alcanzados a la fecha, para la flota de veinte (20) camiones marca Komatsu, modelo 830E, de 240 Toneladas de capacidad de carga, y ocho (8) camiones marca Caterpillar, modelo 793C, de 240 Toneladas de capacidad de carga, aquí se hace el cálculo teórico del presupuesto anual en función del rendimiento y el consumo de neumáticos por año.

Por último el capítulo 6, esta referido a la estructura del costo, donde se determinan los costos presupuestados por año, el consumo de neumáticos por año, se interpreta los costos históricos por año y se determina los ahorros en costos respecto año 2004.

Vaya mi agradecimiento a mis profesores de la U.N.I. por su orientación y guía en mi formación profesional; así como, mi agradecimiento especial a la institución donde laboro, por haberme dado la oportunidad de realizarme profesionalmente.

CAPITULO I

INTRODUCCION

En toda explotación minera la utilización de equipos mineros para el movimiento de material es la base principal del proceso productivo, iniciando por la etapa de extracción, luego pasando por concentración, fundición y terminando en la refinería, la diversidad de equipos es el mayor activo que tiene una empresa.

En el proceso de extracción de mineral en minas grandes, de tajo abierto, el movimiento de material es una actividad importante que involucra equipos de grandes dimensiones y de alto costo, este proceso de extracción tiene 3 actividades:

- Perforación, uso de equipos de perforación, para preparar el material a transportar.
- Carguío, uso de equipos de carga, como palas de gran tamaño para el carguío de material a los volquetes.
- Transporte o acarreo de material, uso de equipos de gran tamaño y capacidad para el transporte del material a Concentradora.

Para asegurar el proceso continuo de las operaciones, la función que desempeña el departamento de mantenimiento es de vital importancia, la mayor parte de los costos

operativos de los equipos son administrados por el área de mantenimiento, son quienes establecen todas las actividades relacionadas para mantener en las mejores condiciones a todos los equipos; el presupuesto de los gastos de mantenimiento es también una de las tareas que requiere de mucha planificación y control, es esta la que definitivamente será observado por la dirección de las empresas.

Una de las actividades en el proceso de extracción que demanda los mayores gastos operativos es el acarreo de material, la operación de camiones fuera de carretera es uno de los costos mas altos en la estructura de los presupuestos, cualquier mejora que puede ser hecho en esta actividad será muy bien visto y su impacto en los costos globales de operación de la mina tendrán un significado importante. Para tener una idea sobre los costos que involucra los camiones de acarreo de material es importante considerar la figura 1.1 Costos de mantenimiento de camiones de 240 toneladas de capacidad.

Como parte importante de toda gestión de mantenimiento, la reducción de costos y la optimización del rendimiento de los componentes es una función a todo nivel, esta debe realizarse sin comprometer la condición y operación del equipo; dentro de los camiones de acarreo de material se encuentra el neumático como un componente importante que tiene mucha influencia e impacto en los costos operativos del camión, entonces cualquier esfuerzo orientado a mejorar el rendimiento del neumático tendrá un resultado en la reducción de costos.

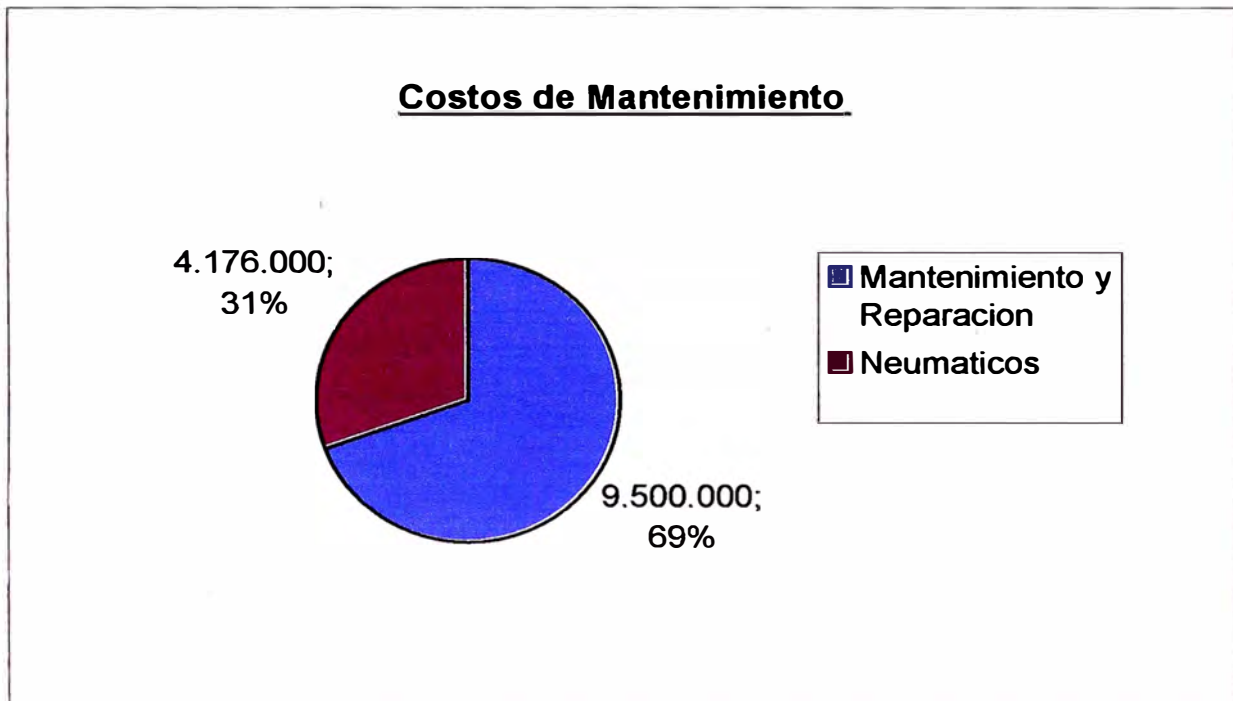


Figura 1.1: Costos de mantenimiento de camiones de 240 toneladas de capacidad (dólares y porcentaje)

1.1 OBJETIVO

Estudiar el rendimiento de neumáticos en los camiones de acarreo de mineral con capacidad de 240 toneladas para su optimización en función de herramientas de mantenimiento y control; estableciendo las bases de la administración y las implicancias en el rendimiento del neumático.

1.2 ALCANCES

1. El presente informe sirve como un **marco teórico y práctico, o como herramienta** para una eficiente administración del neumático;. puede utilizarse, tanto en:
 - El departamento de mantenimiento,
 - El departamento de operaciones.

2. Uno de los alcances de este trabajo es que permite determinar el “rendimiento de neumáticos” como parte fundamental de una buena administración de neumáticos, todas los cambios propuestos, las mejoras, las sugerencias y recomendaciones se orientan a ese fin. sus logros se traducen en un menor costo por hora del neumático y menores costos de operación del camión.

1.3 LIMITACIONES

- 1) El estudio es limitado a neumáticos para camiones de acarreo de material de 240 toneladas de capacidad; hay que hacer notar que, queda una brecha para un estudio mas general que involucre todos los equipos comprometidos con el acarreo de los minerales y que debe se motivo de otro trabajo.
2. El informe considera y muestra costos importantes en la administración del neumático; sin embargo, hay costos asociados que no se representan ni se cuantifican, su estudio también es importante. Tales como: costos de parada por cambios y fallas de neumáticos, costos del camión por estar fuera de servicio, costos de un buen programa de inspección y control, costos relacionados a una buena operación del camión y otros.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Todo proyecto o estudio requiere de una justificación valida; el proyecto de mejora en la gestión de neumáticos en SPCC se implanta en el año 1,999 tomando como herramientas de desarrollo y estudio:

- La información de empresas internacionales con mucha experiencia en el tema de neumáticos.

- La auditoria interna de la situación del taller de neumáticos en el año 1999.
- La experiencia del personal SPCC con muchos años en el tema del neumático.

Estas herramientas permiten establecer la justificación del estudio del rendimiento de neumático en los camiones de acarreo de mineral. En la actualidad la realidad de la gestión de neumáticos en la empresa SPCC se perfila un proyecto a mediano plazo, proyecto que a la fecha esta dando muy buenos resultados.

El presente informe de ingeniería muestra todas las variables que hicieron posible un mejoramiento en la gestión, pero también muestra otras áreas, que a la fecha no han sido trabajadas y que forman parte del mejoramiento de la gestión, básicamente para lograr reducciones en el costo de operación del neumático.

CAPITULO II

CONSIDERACIONES SOBRE NEUMATICOS EN EL MOVIMIENTO DE TIERRA SU APLICACION EN CAMIONES MINEROS.

En minas grandes de tajo abierto, el acarreo de material generalmente se hace con camiones fuera de carretera. La tendencia siempre ha sido de usar cada vez camiones más grandes para mantener el costo de acarreo al mínimo valor posible; dentro del costo de acarreo uno de los rubros más importantes en la operación de estos camiones son los neumáticos.

Las Gerencias en la industria minera, ahora más que antes, están prestando atención al costo de neumáticos en la operación de los equipos de acarreo, esto básicamente por el alto costo que representa los neumáticos en la operación de los camiones. Después de los costos de combustibles y lubricantes, en segundo lugar esta los costos de neumáticos y esta representa entre el 25 y 30 % de los costos operativos de los camiones, en muchas minas a tajo abierto llegan hasta el 40%.

Por otro lado tenemos actualmente una creciente demanda de neumáticos acompañado de un déficit en la fabricación de las mismas. A diciembre del 2,004 una llanta para el equipo en estudio costaba en promedio 18,000.00 dólares USA, se estima que el costo unitario puede llegar a 25,000.00 dólares USA, también se presenta en el mercado una escasez de neumáticos por muchos factores, entre las principales tenemos:

- Facilitar la conducción a velocidades indicadas.
- Capacidad para absorber torsión y tracción.

2.1.2 Características de un Neumático

Hay muchas, pero para la aplicación en equipos de acarreo de material es importante considerar los siguientes:

- Poca resistencia al rodado.
- Resistencia al corte.
- Resistente al calor.
- Resistente al desgaste.
- Resistente al estallido por impacto.

2.1.3 Clasificación de los Neumáticos

Esta depende de la función que deben cumplir y el tipo de vehículo en que sean montados. Estas diferencias se establecen en la tabla 2.1, para nuestro caso nos interesa el tipo movedor de tierras cuya función es el transporte de material. Ver Tabla 2.1.

En la Tabla 2.2, se tiene los diversos códigos que designa una característica de la estructura del neumático, esto es importante en la clasificación de neumáticos para la operación correspondiente.

2.1.4 Estructura y funciones de los componentes del neumático

Un neumático consta de 4 componentes principales:

- Capas de la carcasa.

- Talones.
- Cinturones.
- Banda de rodamiento.

Estos componentes son los principales responsables de las características fundamentales del neumático, en este punto vamos a describir sus funciones junto con una reseña de la construcción especial que tienen estos neumáticos fuera de carretera, especialmente para los camiones de acarreo de material. Ver figura 2.1 y Figura 2.2.

Sin embargo cada fabricantes de neumáticos designa a veces un nombre particular a cada componente del neumático, esto depende de las condiciones de fabricación del neumático, los cambios efectuados en el diseño, pruebas de algún componente y otras condiciones que el fabricante crea que es conveniente. Pero hay definiciones generales en las cuales concuerdan.

2.1.4.1 Cintas Protectoras

Son capas adicionales de cordones de acero revestido con caucho que se colocan entre las capas de la carcaza y la banda de rodamiento, con el fin de protegerlos, impidiendo que los cortes alcancen los cordones de la carcaza, también su trabajo es absorber los impactos que se producen con el contacto al piso.

2.1.4.2 Banda de rodamiento.-

Es la que esta expuesta al piso, los compuestos utilizados en los neumáticos son altamente resistentes a la abrasión y a los cortes. Se emplean diferentes diseños de banda de rodamiento de acuerdo al uso particular del neumático. Los diseños para los equipos de acarreo de material se distinguen por su excelente tracción, larga duración y alta resistencia a los cortes.

2.1.4.3 Banda lateral.

Es una parte importante del neumático, consisten en cubiertas hechas de un compuesto de caucho flexible para proteger los lados. Están diseñados para amortiguar impactos y cortes, así como para doblarse y flexionarse sin agrietarse, bajo condiciones normales de uso.

2.1.4.4 Forro interior

Es una lamina de caucho que recubre el interior del neumático para ser usado sin cámara, de talón a talón mantiene constante la presión de inflado, a la vez que reduce el peso y simplifica el mantenimiento por la eliminación de la cámara.

2.1.4.5 Capa o Lona de carcaza

Es la estructura en si del neumático, se le adicionan todos los demás componentes que le darán las características importantes como resistencia al calor, resistencia al impacto, resistencia a los cortes y contribuyendo a la duración del neumático.

2.1.4.6 Talones

Son las partes que encajan el neumático perfectamente en el aro, impidiendo que aquel se desprenda del contorno del aro mientras el camión esta en marcha. Todas las capas con las que se fabrican son atadas a haces de alambres de acero.

<u>TIPO</u>	<u>FUNCION</u>	<u>VEHICULOS</u>
MOVEDOR DE TIERRAS	TRANSPORTE	 <p>Camiones, Mototrallas</p>
NIVELADORA	EXPLANACION, NIVELACION	 <p>Motoniveladoras</p>
CARGADOR Y TOPADORA	CARGA Y EMPUJE	 <p>Palas mecánicas, Cargadores, Topadoras</p>
COMPACTADOR	COMPACTACION	 <p>Compactadores sobre neumáticos</p>
ARRASTRADOR DE TRONCOS	TRANSPORTE DE TRONCOS	 <p>Arrastradores de troncos</p>

Tabla 2.1 Clasificación de los neumáticos según su aplicación.

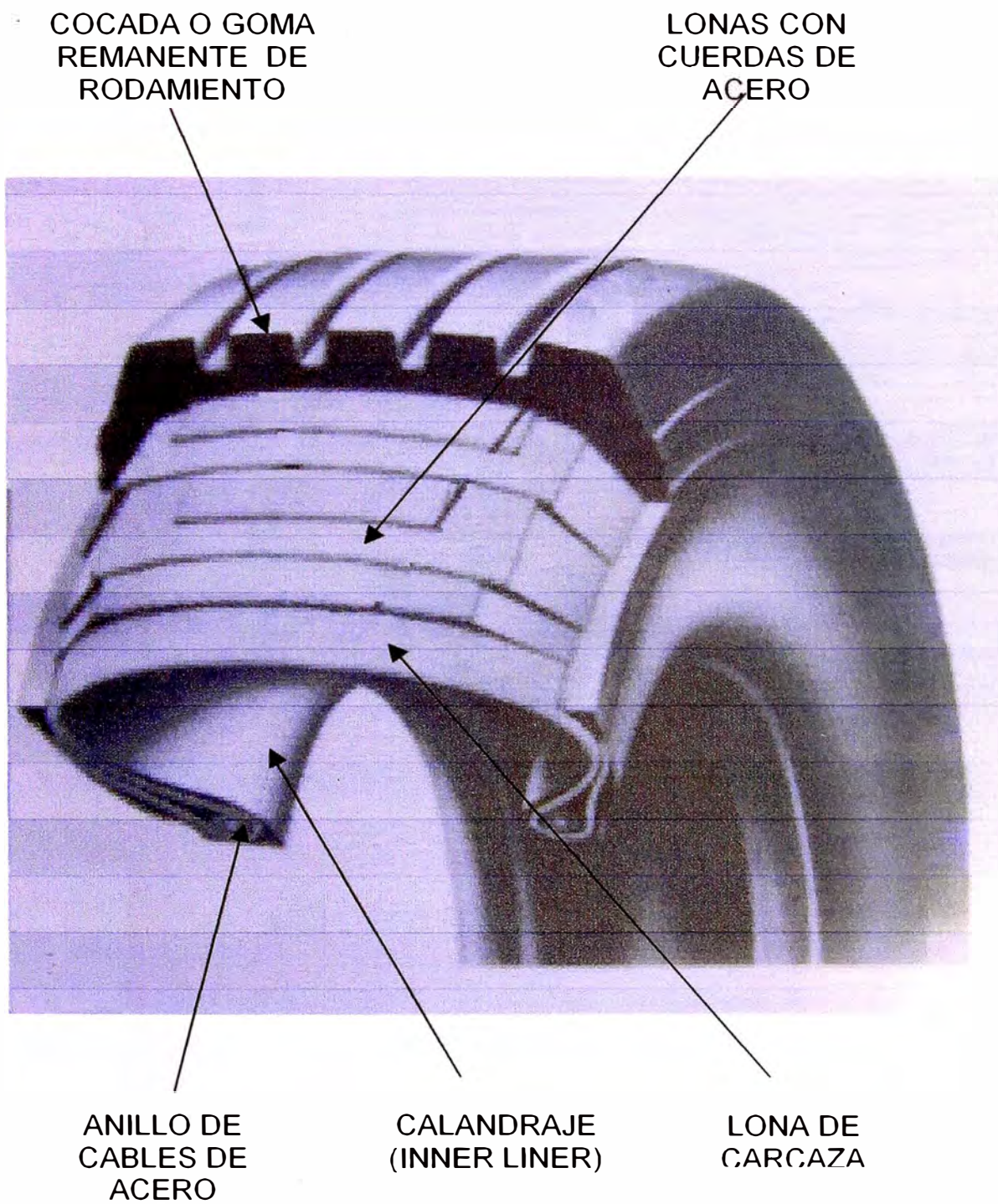


Figura 2.1 Vista de la estructura de un neumático y nomenclatura de las partes principales.

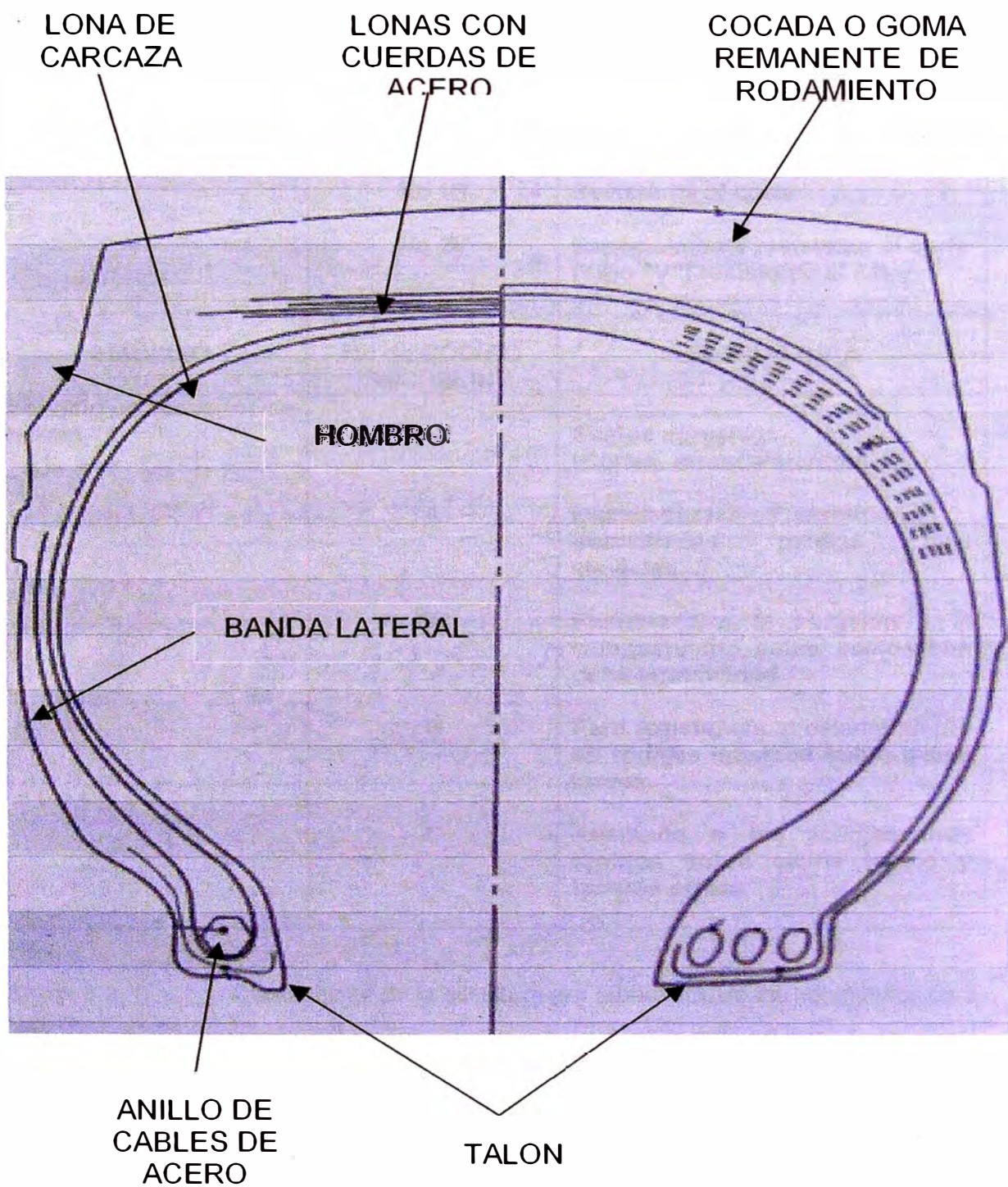


Figura 2.2 Vista de corte del neumático identificando sus partes.

SERVICIO	No de CODIGO BRIDGESTONE	ESTRUCTURA
Servicio en movedor de tierras	No 1A	Normal
	No 1B	Resistente al corte
	No 2V	Especialmente resistente al corte (Tipo "V") resistente al calor.
SERVICIO	No de CODIGO MICHELIN	ESTRUCTURA
Servicio en movedor de tierras	A4	Suelos agresivos (Cortes, arrancamientos).
	A	Suelos agresivos, permitiendo Velocidades medias más elevadas.
	B4	Resistente a la abrasión y al calentamiento sobre suelos con débil agresividad.
	B	Para resistencia al calentamiento en rodajes intensos sobre ciclos largos.
	C	Adaptado a los rodajes muy rápidos sobre ciclos largos y buenos pistas.

Tabla 2.2 Clasificación de la estructura por fabricante, de los neumáticos para servicio de movedores de tierra.

2.2 NEUMÁTICO RADIAL DE ACERO.

Este tipo de neumáticos son los que se utilizan en la aplicación de equipos de acarreo de material, especialmente en los camiones de 240 toneladas de capacidad. Este neumático consta de dos partes:

- Capas de cordones de acero dispuestas paralelamente a la sección transversal.
- Cinturones de acero que circundan la carcaza en la sección transversal de la banda de rodamiento.

Las secciones de los talones, que son haces de alambre de acero, son cubiertas con telas encauchadas especialmente fuertes. Los resistentes cordones de acero de la carcaza soportan las fuerzas exteriores de la carga y la presión de inflado, mientras que los apretados cinturones de acero soportan las fuerzas circunferenciales.

Cada parte del neumático, flancos y banda de rodamiento, trabaja independientemente; las flexiones del flanco no se transmiten a la banda, por lo que con este diseño se logran las ventajas siguientes:

- Se reducen las deformaciones de la superficie de contacto con el suelo.
- Se reducen las fricciones con el suelo.
- No existe desplazamiento entre lonas de carcaza.
- Aumento del rendimiento (Hs, Km).
- Mejora la adherencia con lo cual se logra mayor motricidad, facilidad de evolución sobre todo tipo de suelo.
- Disminución del consumo de combustible debido a la menor resistencia al rodaje.
- Confort.
- Resistencia a las perforaciones por impactos.

El funcionamiento integral de los neumáticos radiales de acero para servicio de acarreo de material fuera de carretera puede resumirse así:

- Menor generación de calor, lo cual asegura durabilidad a mas altas velocidades.
- Mayor tracción, flotación y estabilidad.
- Mayor resistencia a los cortes.
- Mayor valor nominal tonelada-milla por hora.

CAPITULO III

ADMINISTRACION DEL TALLER Y LA IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO EN EL RENDIMIENTO NEUMATICO

El primer paso que asegura un rendimiento efectivo de los neumáticos para uso en camiones para acarreo de material, es el mantenimiento apropiado de las mismas, esto es un esencial ingrediente para el éxito, el nivel del mantenimiento que tiene cada mina impactara en el rendimiento de los neumáticos y directamente se vera reflejado en los costos de operación.

El mayor nivel de mantenimiento (Clase Mundial) redundara en la prolongación del rendimiento de los neumáticos, sin embargo para que esto funcione debe haber un compromiso con todas las áreas involucradas con el manejo del neumático.

El presente capitulo presenta varios tópicos que son importantes en la administración del taller y el mantenimiento de los neumáticos, estos están directamente orientados a obtener un mejor rendimiento del neumático, muchos de estos tópicos actualmente se están trabajando en Southem Perú Cooper Corporation, pero también hay algunos que están en proceso, la tendencia y el compromiso es orientar los esfuerzos a mejorar la gestión del neumático y el parámetro que mide la gestión es el mejoramiento continuo en el rendimiento del neumático.

3.1 SERVICIO INTEGRAL DEL TALLER DE NEUMÁTICOS.

El servicio de un taller de neumáticos tiene como objetivo el asegurar el máximo rendimiento de los neumáticos, tomando como herramientas el mantenimiento y control. Para cumplir este objetivo, actualmente las empresas mineras tienen dos opciones para el servicio de neumáticos:

- Manejo del taller por terceros (OUTSOURCING).
- Manejo del taller con recurso propio.

Sin embargo se preguntaran. ¿Cuál de ellas presenta mejores resultados?; muchas empresas mineras tienen problemas para decidir con cual de las alternativas trabajar; la recomendación recogida por la experiencia nos muestra que independiente del tipo de manejo que busquemos, debemos estar seguros que la selección hecha debe cumplir los objetivos a corto plazo.

3.1.1 Manejo del Taller por Terceros (Outsourcing)

Muchas mineras optan por trabajar con terceros, en el mundo minero tenemos empresas de primer nivel que prestan estos servicios, una de las mas importante es la empresa australiana OTRACO, tenemos una empresa chilena BAILAC que tiene experiencia en el mercado chileno. En el Perú para el manejo de neumáticos de la capacidad en estudio solo tenemos dos empresas con bastante experiencia en lo que se refiere al diseño y comportamiento y ventas del neumático, pero ambas con poca experiencia en campo como para llegar a un nivel de administración de mantenimiento que requiere el neumático; estas empresas son NEUMA PERU y RENOVA .

Estas dos alternativas en el mercado peruano son buenas para poder lograr ahorros por servicios integrales, pero actualmente se requiere la participación de las empresas mineras en las decisiones de la administración del taller; se espera que estas empresas se consoliden en el mercado con la experiencia de los próximos años, si bien es cierto que en estos momentos los costos por servicio son bajos, cada vez con la exigencia que requiere el mantenimiento de neumáticos y el manejo eficiente de los gastos, el costo por servicio se incrementara para poder competir al mismo nivel con las empresas internacionales, tener siempre presente que las mejoras que se logran por una buena gestión del taller van de la mano con el mejor rendimiento del neumático y una reducción de costos que hace posible no considerar la inversión adicional por un mejor servicio.

3.1.2 Manejo del Taller con Recurso Propio

Muchas empresas mineras manejan la administración del neumático con recurso propio, la decisión obedece a políticas y procedimientos que establecen las empresas; esta puede llegar a ser competitiva dependiendo del nivel de administración y recursos que se le quiera dar; actualmente dado la coyuntura es recomendable no invertir en recurso propio y pasar todos los costos que esto implica a un tercero.

3.1.3 Manejo del Taller en SPCC

Hace tres años SPCC tomó la decisión de contratar el servicio integral del taller de neumáticos; por muchas razones, la principal fue el crecimiento de la mina y la llegada de muchos equipos nuevos a la operación, esto trajo como consecuencia un déficit de personal para atender en los niveles de

mantenimiento que estábamos acostumbrados, la atención de los neumáticos se descuidó llegando a realizar un mantenimiento reactivo.

Este contrato del servicio integral ha llevado al taller a los niveles con la cual se manejaba antes, sin embargo en la actualidad hay mucho por hacer, no olvidar que esto fue una experiencia tanto para la minera como para el contratista.

3.1.4 Descripción del Servicio Integral, Manutención y Control de Neumáticos

El servicio que se compra debe asegurar un permanente y completo control, manipulación y manutención de los neumáticos, la vida y el rendimiento dependen principalmente de esto; considero para la descripción del servicio integral dos puntos importantes:

- El manejo y operación de neumáticos.
- La manutención preventiva.

3.1.4.1 Manejo y operación de neumáticos

El servicio consiste en efectuar y ejecutar íntegramente lo relativo a traslados, montajes, desmontajes e instalación de los neumáticos en los correspondientes equipos o vehículos; estas actividades desarrolladas, tanto en el taller de neumáticos como en el terreno se definen en general de la siguiente manera:

- **Retiro de neumáticos desde el almacén;** de acuerdo a las necesidades de mantener un adecuado stock de neumáticos

listos para la instalación, se coordina oportunamente el retiro de las mismas.

- **Marcado de neumáticos nuevos;** todo neumático nuevo retirado de almacén es marcado en el taller antes de ser instalado en los equipos. El número interno grabado en sus laterales es un código que identifica al neumático durante la vida útil. Este número también inicia en el sistema de información los respectivos informes de rendimientos, controles estadísticos y de información.
- **Preparación del Conjunto Neumático – Aro en el Taller;** con el fin de mantener un adecuado inventario, diariamente se realiza la labor de desmontaje y montaje del conjunto, inspeccionando el correcto procedimiento para trabajo.
- **Atención a Equipos Auxiliares;** el servicio es la misma que para los equipos de acarreo de material.
- **Atención en el taller;** todos los trabajos programados se realizan y controlan en el taller, sean estas por desgaste, rotaciones, mantenciones preventivas, daños, impactos o para revisiones puntuales cuando lo requiera.
- **Atención en el campo;** las necesidades de atención por emergencia o falla en el campo deben ser atendidos con la misma calidad de trabajo que en el taller, para esto es importante contar con el equipo necesario.

- **Reparaciones Menores a Neumáticos;** estas están incluidas dentro del servicio y abarca toda la gama de neumáticos utilizados en la operación de la mina.
- **Mantenimiento de Aros;** este se refiere al servicio para mantener los aros en buenas condiciones, considera dos trabajos importantes en la actualidad, arenado y pintado; para mejorar el mantenimiento y evitar estos trabajos de arenado y pintado, estamos realizando una prueba en la cual se esta utilizando un producto químico que reemplaza a la pintura y su uso es por única vez hasta la vida del aro, por supuesto que requiere de ciertos retoques de este producto entre los cambios en el equipo, vamos por buen camino, tenemos 04 aros con 5,000 horas que están en perfecto estado, es tiempo de realizar los cálculos para determinar los ahorros.
- **Reemplazo de válvulas y elementos menores;** respecto al inventario de válvulas, pepas, tapas de válvulas, extensiones, anillos selladores, grasa para el montaje etc., se contempla esta actividad como parte del servicio, los costos involucrados en el reemplazo de estos elementos pueden ser incluidos en el contrato o ser asumido directamente de sus inventarios por parte de empresa minera, según acuerdo.

3.1.4.2 Mantenciones Preventivas

Para lograr los objetivos en el cuidado del neumático, la prevención y el seguimiento constante, es una de las llaves para

el éxito de la gestión del mantenimiento. Este es un trabajo donde esta metido también la operación, el operador del camión es parte del equipo de trabajo que asegura un buen cuidado y uso del neumático. Las actividades más importantes son:

- Inspecciones diarias en campo y grifo de la condición de los neumáticos.
- Control y ajuste de presiones diarios en el campo y grifo, este es una de las actividades importantes por lo que merece tocar el tema particularmente.
- Revisión y control de los daños diariamente en campo y grifo.
- Revisión de aros y detección de posibles daños, diariamente en grifo.
- Extracción de piedras incrustadas en banda de rodado, es una tarea en conjunto del operador y el trabajador del taller, se realiza diariamente.
- Revisión del ajuste de los pernos de amarre del neumático.
- Revisión y acción inmediata sobre el estado de válvulas y tapas, este trabajo es realizado diariamente.
- Control del desgaste (medición de profundidades), trabajo realizado semanalmente.
- Rotación entre posiciones, según el desgaste y horas de trabajo).
- Giros en la misma posición, según el desgaste en los hombros.
- Gemelados, para mantener el desgaste uniforme en posiciones 3-4 y 5-6.

- Inspecciones de condición de rutas, botaderos y zonas de carguio.
- Detección de problemas en los neumáticos a causa de la suspensión del camión.
- Detección de desalineamiento en los neumáticos delanteros.

3.2 EL TALLER DE NEUMÁTICOS.

Un taller que presta las condiciones para realizar los trabajos según los procedimientos establecidos, asegura la parte que le corresponde en el rendimiento del neumático, es importante entender que merece la atención en cualquier empresa, los siguientes puntos:

- Niveles de mano obra.
- Tiempos ejecutados por tarea y la influencia en el equipo.
- Procedimientos de trabajo.
- Entrenamiento del personal.
- Diseño y esquema del taller.
- Equipamiento en el taller.

3.2.1 Niveles de Mano de Obra

Se refiere a la cantidad de personal con la que debe contar un taller de neumáticos. Esto es función de la cantidad de equipos que maneja la mina, pero un buen punto de partida para determinar los niveles de mano de obra es considerar el número de equipos de movimiento de tierra, o fuera de carretera que tiene, la demanda de trabajo que estos equipos requieren y las exigencias de control. Ver Cuadro 3.1 y Cuadro 3.2.

En muchas empresas mineras la cantidad de mano de obra en el taller de neumáticos es bastante grande, en esos casos es importante realizar un estudio de la cantidad necesaria de personal para entregar un servicio del nivel que corresponde a una buena administración del neumático.

En el caso de la mina Cuajone, de los cuadros 3.2 y 3.3 se puede determinar que hay 2 personas que faltan en el taller para un manejo eficiente.

Equipos Principales	Cantidad
Cargados frontal Letoumeau L1800	1
Camiones Komatsu K830E	20
Camiones Caterpillar C793C	8
Camiones Komatsu K930E	2
Camiones Wabco 120B	6
Tractor ruedas Komatsu W600	1
Tractor ruedas Cat 841	1
Tractor ruedas Cat 831	1
Tractor ruedas Cat 824	4
Motoniveladora Cat 24H	1
Motoniveladora Cat 16H	3
Cargador frontal Cat 988F-G	3
Cargador frontal Cat 966 F-G	5
Cargador frontal Cat 950	3
Total	59

Cuadro 3.1 Numero de equipos de movimiento de tierras

Puesto	Cantidad
Inspección en grifo	1
Trabajos en taller turno A	4
Trabajos en taller turno B	3
Trabajos en taller turno C	2
Planner	1
Ingeniero	1
Total	12

Cuadro 3.2 personal requerido en el taller de neumáticos

Puesto	Cantidad
Operario B	4
Operario A	3
Capataz	1
Planner	1
Ingeniero	1
Total	10

Cuadro 3.3 Personal actual en el taller de neumáticos

3.2.2 Tiempos Ejecutados por Tarea y la Influencia en el Equipo.

Es necesario tener los registros en tiempo, de los intercambios de neumáticos en la flota de camiones, esto determina cuanto tiempo ha estado el camión fuera de servicio, establecer estándares de movimiento de neumáticos es

prioritario. Esto ayuda hacer más eficiente el trabajo en el taller y parar lo necesario el equipo de producción.

El tiempo promedio de intercambio de neumáticos en el taller es de 1 hora con 45 minutos, este tiempo es respetable considerando que el estándar por una respetable empresa que maneja el tema de neumáticos esta en 2 horas el cambio de posición 1 ó 2, y 3 a 4 horas para el cambio de los neumáticos duales en las posiciones posteriores; en este punto no hay mayores mejoras que se puedan recomendar, pero debe llamar la atención si están realizando el trabajo según el procedimiento establecido.

3.2.3 Procedimientos de Trabajo.

Es importante establecer los procedimientos escritos y de fácil entendimiento para el personal del taller, es una herramienta que ayuda mucho a mejorar los aspectos de tiempos muertos, la seguridad en las tareas y el trabajo bien realizado.

El taller de SPCC administrado por Renova preparó un manual de procedimientos tomando como punto de partida la información de otras empresas y algunas de la que existían en el taller, en la actualidad estos procedimientos están dentro de un proceso de mejora continua.

3.2.4 Entrenamiento del personal.

El entrenamiento debe estar presente siempre dentro las prioridades de un buen funcionamiento del taller de neumáticos, se debe tener un programa formal, estructurado y documentado para todos los mecánicos.

El taller en estos momentos no cuenta con este programa y sería un punto de mejora a considerar; los mecánicos aprenden de la experiencia de los supervisores, colegas y de su experiencia manual, estos recursos son desde luego invaluable, sin embargo, los peligros involucrados en el servicio del neumático requieren de un entrenamiento certificado.

3.2.5 Diseño y esquema del taller.

El área y la distribución del taller es importante en el mantenimiento de neumáticos, esta debe ser amplia y contar con todos los servicios requeridos para la atención del neumático.

El taller de neumáticos de SPCC fue diseñado y construido junto con los demás talleres, para la atención de los equipos de movimiento de tierras, el diseño y esquema es bueno. Ver Fotografía 3.1.



Fotografía 3.1 El taller de neumáticos en la mina SPCC – Cuajone

3.2.6 Equipamiento en el Taller.

Se debe contar con todos los equipos necesarios para atender el mantenimiento y control de los neumáticos, un equipamiento deficiente trae como consecuencia severos problemas en los neumáticos, produciendo tiempos muertos en los equipos que afectan la producción de la mina. Un camión de servicio rápido es muy importante en el control de la presión. Ver Figura 3.2.

El equipo usado en el taller es en general regular, es necesario revisar y realizar una evaluación general para determinar la condición y el estado en que se encuentran y tomar acciones que permitan mejorar potencialmente los trabajos de atención a los equipos; este es un área de mejora que ayudará en el rendimiento del neumático y la disponibilidad de los equipos.



Figura 3.2 Camión de servicio rápido para atención en el campo

3.3 MANTENIMIENTO DE LA PRESIÓN DEL NEUMÁTICO.

La vida útil y el rendimiento, de un neumático depende potencialmente del mantenimiento y control de la presión de inflado correcto y ésta función es responsabilidad del supervisor y/o capataz de neumáticos y involucra también al personal del taller.

La importancia del mantenimiento impecable de la presión del neumático en la reducción de costos, no es bien apreciado en la industria minera. Es el mas simple y mas critico aspecto del mantenimiento de neumáticos de equipos de movimientos de tierra, además es el cimiento o punto de partida en la cual toda la administración del neumático es construido; esto impacta en muchas áreas de la administración del neumático como:

- La capacidad de rodar neumáticos con más resistencia al corte.
- Maximizar la vida de neumáticos propensos a ciertos defectos de fabricación.
- La capacidad del neumático para manejar incrementos de carga y longitudes de acarreo de material.
- Permite el éxito de los neumáticos reparados.
- La aceptación de reclamos de garantías por los proveedores de neumáticos.

Si el control de la presión de los neumáticos no son las correctas y/o trabajan debajo de lo recomendado, la vida del neumático será afectado y se perderá, por un incremento de daños por rocas, sobrecargas en los neumáticos duales, separaciones de neumáticos por una sobre flexión y un rápido desgaste de las mismas (los neumáticos que ruedan con baja presión tienen un desgaste mas severo).

La mayoría de los ahorros en costos, asociados con un mejor control de la presión, se deben a una reducción en las pérdidas por fallas en la banda de rodamiento, hay también un ahorro adicional por reducir la tasa de desgaste del caucho en la banda de rodamiento.

El Cuadro 3.4 muestra la información necesaria sobre los neumáticos para el cuidado y control requerido en el taller y campo.

3.3.1 Análisis de la Presión

El análisis de la presión es una real medida del trabajo de control de presiones en los neumáticos, ésta refleja si nuestro esfuerzo está siendo orientado correctamente, deben mostrarse en reportes semanales, esta es complementada con los informes que realizan los proveedores de neumáticos en forma mensual.

El control de presión de los neumáticos en la mina Cuajone es muy bueno, se realiza todos los días en el grifo, que es el punto de abastecimiento y servicio diario del camión, se aprovecha los 20 minutos que está el camión parado, el trabajo es complementado con las inspecciones a camiones parados por otras razones como son el mantenimiento programado, reparaciones programadas y paradas por fallas. El personal siempre está atento y disponible para aprovechar este tiempo para controlar y ajustar la presión. Sin embargo es requerido tomar más conciencia por parte del personal de Renova de las bondades de este trabajo.

Una regla que se debe considerar sobre las presiones en los neumáticos aplicados a los camiones es el siguiente: "si las presiones en frío son ajustados correctamente, los neumáticos duales son instalados correctamente y las

presiones en caliente son bien corregidos entonces las presiones de inflado de los neumáticos a través de algún eje debe variar en no mas de 5 PSI de presión. Después de este procedimiento si el caso lo considera, ajustar según las recomendaciones que entregan los fabricantes de neumáticos, que son más tolerables y consideran más de 5 PSI.

3.3.2 Problemas Asociados con el Control de Presiones

El mantenimiento correcto de la presión de inflado es absolutamente necesario; una presión de inflado excesivamente alto o baja puede causar daños a los neumáticos y acortar su vida útil de una manera drástica. Los daños típicos a los neumáticos, que resultan de la presión de inflado incorrecto, se muestran en tablas, Ver Tabla 3.1 y Tabla 3.2.

Muchas veces se encuentran problemas con los medidores de presión que utilizan los mecánicos, en muchos casos en la mina Cuajone se encontró diferencias con un medidor nuevo y del proveedor de neumáticos; la calibración debe ser un requisito dentro del estándar de trabajo, para evitar errores que comprometan la vida en los neumáticos. Recomendamos que periódicamente se controle el calibrador maestro (cada 6 meses) y los medidores de los operarios ajustar semanalmente.

Las presiones necesitan ser tomadas en frío cada vez que sea posible, considerando que un neumático gigante toma mas de 24 horas en enfriar a temperatura ambiente después de la operación. Una buena practica a considerar es que los equipos estacionados por diferentes causas, como mantenimiento, zona de listos por parada de palas, feriados etc., antes de salir a trabajar, los neumáticos deberían ser inspeccionados en frío.

3.3.3 Determinación de la Presión Base para los Neumáticos

Los ajustes de presión se basan enteramente en las recomendaciones del fabricante de neumáticos, este debe ser un buen punto de partida, sin embargo es recomendable por la experiencia y cambios realizados de la presión por el mismo fabricante, que se deben realizar pruebas para determinar la presión base para la operación; muchos factores afectan el ajuste ideal y es raro para una aplicación un óptimo ajuste con la recomendación del catálogo del fabricante.

La presión base de los neumáticos en la mina Cuajone esta determinada por acuerdo del fabricante y la mina, estas se ajustan si es necesario por observaciones en la condición de neumático; la empresa OTRACO, especialistas en el manejo de neumáticos recomienda, que ahorros potenciales por el incremento de presión se pueden dar, muestran que una variación del 5% del ajuste óptimo de la presión, incrementara los costos del neumático alrededor de 3% y una variación del 10% incrementara los costos en 9%.

3.3.4 Sellado y Hermeticidad de los Neumáticos

El hermetismo y sellado es también importante en la vida del neumático, el establecer practicas de inspección, control y informes, tendrá un resultado positivo en el rendimiento del neumático; un buen hermetismo también tendrá propiedades anticorrosivos en el aro y ayudara a mantener la base de los aros en buenas condiciones, libres del oxido y el sarro. Los puntos a considerar en una inspección por fuga son:

- Válvulas.
- Tapas de válvulas.

- Extensiones.
- Anillos O'ring.
- Base del aro.

MARCA	TAMAÑO	DISEÑO	TIPO	PROFUNDIDAD DE BANDA mm / 32avos		POSICION 3y4,32avo	POSICION 5y6,32avo
Michelin	44/80R57	XKD1	B	85	107	75	43
Michelin	44/80R57	XDR	B	108	136	95	54
Michelin	40.00R57	XKD1	B	85	107	75	43
Michelin	40.00R57	XDR	B	96	121	85	48
Bridgestone	40.00R57	VELSA	1-A	91.5	116	81	46
Bridgestone	40.00R57	VELSCZ	1-A	88	110	77	44
Bridgestone	40.00R57	VRDPZ	1-A	96	121	85	48
Good Year	40.00R57	RL-4B	2SW	85	108	76	46

MARCA	TAMAÑO	DISEÑO	TIPO	PRESION (FRIO) DEL - POST		PRESION (CALIENTE) DEL - POS	
Michelin	44/80R57	XKD1	B	95	90	104-114+5	99-108+5
Michelin	44/80R57	XDR	B	95	90	104-114+5	99-108+5
Michelin	40.00R57	XKD1	B				
Michelin	40.00R57	XDR	B	105	95	115-126+5	104-114+5
Bridgestone	40.00R57	VELSA	1-A	110	110	115-130	115-130
Bridgestone	40.00R57	VELSCZ	1-A	110	110	115-130	115-130
Bridgestone	40.00R57	VRDPZ	1-A	110	110	115-130	115-130
Good Year	40.00R57	RL-4B	2SW				

Cuadro 3.4 Información de neumáticos para el mantenimiento.

FENOMENO	DAÑOS RESULTANTES
Distorsión del Costado	Separación, rotura de la carcasa
Alta generación de calor	Separación por calor
Alto esfuerzo entre las capas	Separación de capas
Movimiento excesivo de la banda de rodamiento	Abrasión anormal
Deslizamiento del talón	Fricción del aro, separación del talón

Tabla 3.1 Daños asociados a la presión de inflado anormalmente baja.

FENOMENO	DAÑOS RESULTANTES
Deslizamiento del talón	Fricción del aro, separación del talón
Alta tensión de la banda de rodamiento	Cortes, estallido por corte
Radio estrecho de la corona de la banda de rodamiento	Desgaste en el centro, Abrasión rápida.

Tabla 3.2 Daños asociados a la presión de inflado anormalmente alto.

3.4 OTROS MANTENIMIENTOS DE NEUMÁTICOS.

Como complemento al mantenimiento de la presión del neumático, encontramos otras áreas de mantenimiento, en las cuales se debe establecer políticas o procedimientos para mejorar la vida y el rendimiento del neumático, estas prácticas también aseguran un ahorro significativo en los costos del neumático. Estas áreas son:

- Rotación de neumáticos.
- Gemelado de neumáticos.
- Alineamientos de neumáticos.
- Fuera de operación de un neumático.
- Mantenimiento de aros.
- Control del neumático diario en campo.

3.4.1 Rotación de Neumáticos

Establecer un procedimiento para definir la política de rotación de un neumático es en algunos casos complicado, por los parámetros que establece el fabricante. La recomendación es realizar una evaluación del rendimiento actual del neumático considerando velocidad de desgaste en posición delantera, posición posterior 3 – 4 y posición posterior 5 – 6, encontrar el potencial en horas o kilómetros del neumático y con esta información establecer un acuerdo

con el fabricante para determinar las garantías. Los fabricantes recomiendan 30% del uso en eje delantero y el resto 60% en posición posterior.

En la mina Cuajone, la política de no ajustar por garantía los neumáticos nuevos que se pueden instalar en posición posterior y de remover los neumáticos frontales en el 30% de su uso, esta generando un aumento significativo de cambios innecesarios, ocasionando paradas del equipo que bien estarían produciendo, merece una evaluación los costos que implica estas paradas VS los beneficios de la rotación del neumático.

La empresa OTRACO recomienda un procedimiento que debe ser evaluado por la Mina Cuajone:

- Montar solamente neumáticos nuevos en la posición delantera.
- Llantas nuevas pueden ser montadas en posición posterior.
- Remover los neumáticos delanteros para instalar y correr en posición posterior cuando ellos están entre el 50 y 65 % de desgaste.
- También remover llantas delanteras para correr en posición posterior si ellos sufren algunos cortes significantes o hay otros daños que pueden llevar a una falla prematura en el eje delantero.

3.4.2 Giros y Gemelado de Neumáticos

Por la naturaleza propia del equipo y la operación, se encuentran problemas de desgaste diferentes en los hombros de un mismo neumático, igual sucede en los neumáticos duales en posición posterior. El procedimiento para corregir estas deficiencias del neumático, debe considerar los tiempos de parada de equipos en mantenimiento y/o reparación, es este el momento y la ventana de oportunidad para solucionar el problema sin afectar la producción

del equipo. La condición de diferencia de desgaste en los hombros del neumático es manejable, no es urgente pero debe realizarse en el primer momento que hay una oportunidad.

3.4.3 Alineamientos de Neumáticos

Es una parte importante en el cuidado del neumático, debe ser inspeccionado y registrado mensualmente, un mal alineamiento compromete el rendimiento del neumático, este problema genera un desgaste prematuro en la parte interna o externa del neumático, la velocidad de desgaste del caucho se incrementa.

En la mina Cuajone el problema de un mal alineamiento esta controlado, los desgastes en algunos casos es a consecuencia de problemas con la suspensión originados por un mal mantenimiento de los caminos en la mina, esto genera un efecto de rebote en las suspensiones que dañan la amortiguación ocasionando en el neumático un desgaste irregular.

3.4.4 Mantenimiento de Aros.

Un buen servicio de mantenimiento del neumático incluye al aro, el punto de partida debe ser el registro y codificación del aro nuevo. Luego esta la inspección continua en taller y campo. Una práctica común es de realizar un mantenimiento al cambio de un neumático en el equipo, se instala un ensamble completo de neumático – aro y el que queda se desmonta para realizar la inspección que toma las siguientes actividades:

- Arenado del aro y componentes.
- Inspección visual.
- Inspección por partículas Magnéticas y/o el test de Ultrasonido.

- Pintado de aros.
- Control y registro.

3.4.5 Control del Neumático Diario en Campo

Es una práctica de seguimiento y control a los neumáticos que presentan averías menores, cada mañana al cambio de guardia el operador registra la condición de los neumáticos de su equipo, si encuentra algún problema con cortes o impacto, reporta al taller para inspeccionar en campo la gravedad del daño, estos daños deben registrarse en el reporte diario.

Es una práctica en la mina Cuajone que esta dando resultados positivos, es también una ayuda para sensibilizar al operador en el cuidado del neumático.

3.5 Sistema De Información De Neumáticos.

Un sistema de información efectivo es esencial en la administración y el rendimiento del neumático; los usuarios y supervisores requieren de reportes para efectuar un trabajo eficiente y a tiempo, para las gerencias es una herramienta importante que les ayuda a tomar decisiones correctas en menor tiempo; la reducción de costos en una mina por tener un buen sistema de información es un hecho.

El sistema de información en la mina Cuajone debe ser revisado, el archivo de datos es muy bueno, sin embargo no muestra la información disponible con los requerimientos de un sistema de información completo.

3.5.1 Requerimientos de un Buen Sistema de Registro de Información.

Un buen sistema de registro incorpora las siguientes funciones:

- Registro de datos, vida, costo, remanente, presión, cambios, Paradas de equipo, reparaciones, daños, etc.
- Entrega reportes básicos.
- Entrega de reportes importantes y de gran significado.
- Entrega reportes en resumen con gráficos basado en un análisis de la información.

3.5.2 Beneficios de un Buen Sistema de Información.

Muestran apropiadamente un análisis de la información permitiendo a los usuarios a:

- Separar los neumáticos con el mejor rendimiento por marca y construcción.
- Muestra los verdaderos costos de neumáticos en la mina.
- Estudia los tipos de problemas para identificar la necesidad de cambios en los parámetros de operación y/o mantenimiento.
- Estudia la economía de las reparaciones y el reencauche.
- Muestra y apoya la ejecución de las garantías.

3.5.3 Reportes en la Administración del Neumático.

Los reportes deben cubrir todos los requerimientos para una buena gestión de mantenimiento, estos deben ser fácilmente asimilables, los gráficos son ideales para mostrar tendencias y resultados. Monitorear la efectividad de las estrategias es crucial para un programa de reducción de costos, los más importantes elementos para esto son:

- Reportes.
- Reuniones.

Un reporte maestro debe ser compilado y emitido cada mes; éste reporte debe ser enmarcado a las necesidades de la dirección, debe ser breve, leíble y con el uso de gráficos para que los ejecutivos ocupados puedan rápidamente asimilar los puntos mas importantes que merecen revisar. El reporte debe permitir mostrar la efectividad de las estrategias en conjunto para ser monitoreado contra el objetivo de una buena administración, la reducción de costos en neumáticos.

Los reportes deben complementarse con reuniones mensuales para que las recomendaciones puedan discutirse y tomar decisiones que permitan una mejor gestión del neumático. Debe asistir el personal de los departamentos importantes relacionados con la administración del neumático.

3.6 MEJORAS EN EL MANTENIMIENTO DEL NEUMÁTICO.

Encontramos dos puntos importantes para mejorar el rendimiento del neumático:

- Inflado de neumáticos con nitrógeno.
- Evaluación y pruebas periódicas del tipo de compuesto.

3.6.1 Inflado de Neumáticos con Nitrógeno.

Hay aun una sustancial discusión acerca de los beneficios del nitrógeno en el inflado de los neumáticos de movimiento de tierra, Este punto requiere de una evaluación costo / beneficio. Empresas como OTRACO no encuentran mejoras sustanciales en el rendimiento del neumático.

3.6.2 Evaluación y Pruebas del Tipo de Compuesto

Este punto es algo nuevo, pero importante en la discusión de las garantías de neumáticos, En la operación se ha encontrado neumáticos que fallan por:

- Problemas de fabricación (fallas de fabricación).
- Problemas de desgaste prematuro en la banda de rodamiento (por tipo de compuesto del caucho).
- Problemas de cortes prematuros en la banda de rodamiento (debido al tipo de compuesto del caucho).
- Problemas de cortes estriados en la banda lateral.
- Problemas de cortes estriados en el fondo de la escultura.

El fabricante desde su posición y experiencia en primera instancia relaciona todo estos problemas al mantenimiento y/o la operación del neumático, sin embargo en muchos casos se ha demostrado que también hay problemas de fabricación y de elaboración del compuesto.

Un programa de pruebas y test en la composición del caucho del neumático es importante, esto debe ser en forma periódica, se recomienda hacerlo cada 4 meses, para establecer tendencias en los lotes de neumáticos por marca. También sirve como control de la calidad del compuesto en determinada marca de neumático que está resultando con un bajo rendimiento.

La mina Cuajone esta trabajando con estas pruebas, que ayudan bastante en las decisiones y observaciones a los fabricantes de neumáticos. La Universidad Nacional de Ingeniería, a través de la facultad de Ingeniería Mecánica, están realizando las pruebas para la Mina Cuajone.

3.7 Reparación Y Reencauche De Neumáticos.

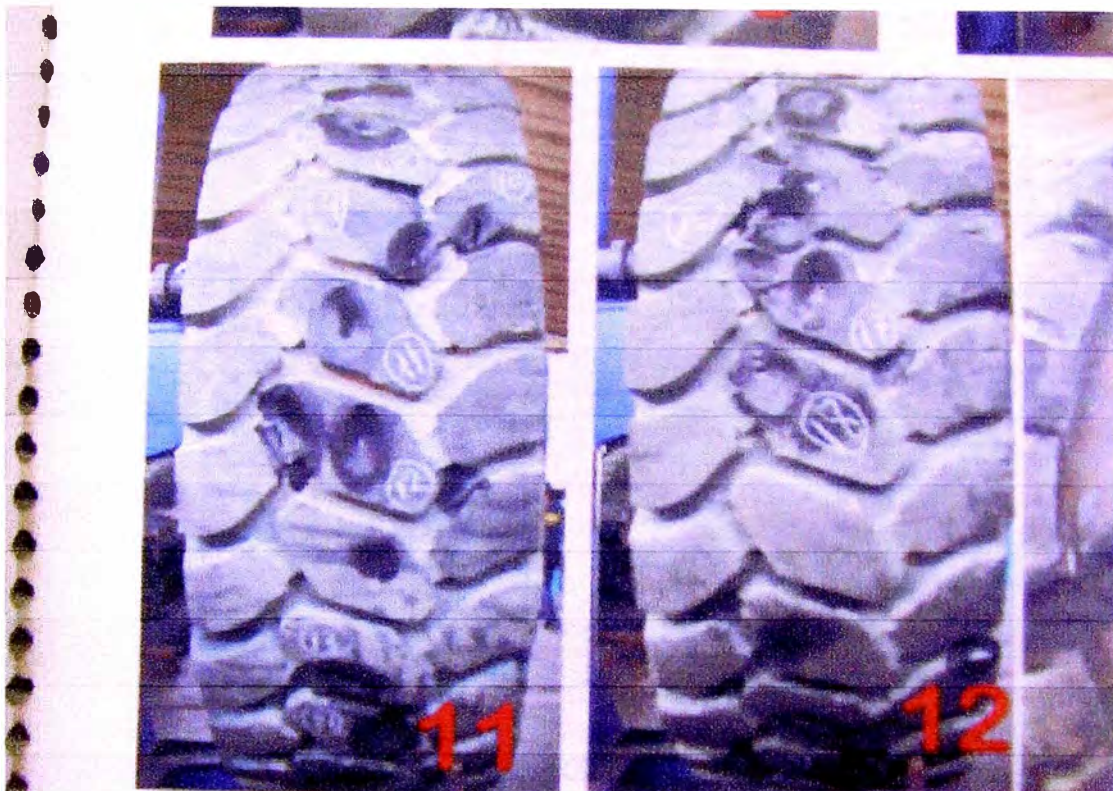
El principal objetivo de recuperar y/o salvar neumáticos averiados, es incrementar el rendimiento, disminuir los costos operativos y lograr el máximo beneficio de la inversión en neumáticos. Esto se puede lograr gracias a los siguientes tipos de servicio:

- Reparación de neumáticos.
- Reencauche de neumáticos.

3.7.1 Reparación de Neumáticos.

Este sistema de reparación, permite recuperar neumáticos que en la operación del camión sufrieron averías de diferentes tipos, como cortes de roca, impactos con cortes profundos y daños por accidentes; si estos neumáticos se trabajan en condiciones de averiados, el riesgo y peligro de accidente es bastante alto. Ver Fotografía 3.3.

Una carcasa dañada en su estructura, es un neumático disminuido en su capacidad de carga y no podrá trabajar en las condiciones para la cual fue diseñada; si este continua corriendo terminara dañándose por completo, empezando por una sopladura, luego una separación por calor y terminando en una desintegración total. Las consecuencias son perdidas potenciales del rendimiento del neumático, mayor costo operativo, situaciones que no son aceptados en una gestión del neumático.



Fotografía 3.3 neumático con daños para reparación en autoclave

3.7.1.1 Procesos de Reparación de Neumáticos.

El mercado ofrece dos procesos de reparación:

- Proceso de reparación en autoclave.
- Proceso de reparación sectorial.

Ambos procesos son buenos, pero los resultados obtenidos en la mina Cuajone y el análisis de la información concluyen en que se debe seleccionar el proceso de reparación para cada tipo de avería, es decir si hay averías es mucho mejor repararlas en autoclave porque ofrecen mejores resultados respecto a la reparación sectorial, pero también hay averías que se deben trabajar por reparación sectorial, básicamente por un menor costo. Ver Fotografía 3.4.



Fotografía 3.4 neumático ingresando para reparación en autoclave

3.7.1.2 Tipos de Avería en la Reparación de Neumáticos.

Los daños encontrados en los neumáticos son de diferentes características, son de diferentes tamaños y ubicación aleatoria, sin embargo se debe establecer tipos de averías para determinar un determinado costo por tipo de reparación. Encontramos en la experiencia de la mina Cuajone, 3 tipos:

- **Reparaciones Preventivas o Cosméticas;** donde los cortes llegan a afectar la tela de protección, se debe reparar todas las averías para evitar la oxidación en las telas y posteriormente la oxidación de la parte estructural del neumático, vale decir, segunda y primera tela de trabajo.

- **Reparaciones con Averías Pasantes;** son los daños que inutilizan el neumático, es decir que el neumático no puede continuar rodando porque se ha producido rotura y como consecuencia perdida de presión. Puede deberse a una avería en el flanco y/o avería sobre la banda de rodamiento.
- **Reparaciones Fuera de Limite;** son reparaciones en las cuales las dimensiones del daño están fuera del limite reparable establecido por los fabricantes del neumático, debido a que no es fácil establecer una garantía a la reparación de este tipo de neumático por las condiciones de trabajo a las que es sometido y a un proceso de reparación sectorial, también establecido por el fabricante. La empresa Renova ha desarrollado las reparaciones en autoclave para daños fuera de límite del fabricante, pero estas deben tener ciertas características para ser reparable. Los resultados mostrados a la fecha en la mina Cuajone son satisfactorios.

La Tabla 3.3, sirve como una guía para determinar los diferentes daños en neumáticos y las recomendaciones para las acciones a tomar, es importante la experiencia del capataz de neumáticos y/o supervisor, para detectar a tiempo estos daños en su inicio y salvar la vida del neumático.

3.7.2 Reencauche de Neumáticos.

El ahorro en costos por el reencauche de neumáticos en equipos ligeros o livianos y equipos fuera de carretera que no sean Camiones de acarreo de material, es valido y tiene un futuro prometedor.

El tema de reencauche en los camiones de acarreo de material de gran capacidad, en este caso 240 Toneladas, a la fecha es discutible. Hace 8 años atrás, el tema de reencauche en neumáticos gigantes nunca fue mencionado por las dimensiones y la seguridad que implicaba, en la actualidad en la mina Cuajone, se inicio una prueba piloto para registrar el potencial de ahorro en costos y rendimiento que puede tener el neumático. Esta prueba se inicio en Octubre del 2,003, a la fecha hay 17 neumáticos reencauchado de las cuales 4 salieron para basura, 4 continúan corriendo y 9 están listos para ser instaladas.

De los resultados obtenidos en los primeros 4 neumáticos, se podría decir que el tema no es bastante alentador, como para ser una alternativa potencial para aumentar el rendimiento y bajar los costos de operación. Sin embargo es una alternativa menor, para recuperar neumáticos que presentaron problemas de averías prematuras y fallas de fabricación. Una condición importante del neumático reencauchadle es que la estructura debe estar en muy buenas condiciones, si no se cumple con este requisito el fracaso del neumático es en pocas horas después del reencauche.

El autoclave es una maquina especial que también es usado en el reencauche de neumáticos de gran tamaño. Ver Fotografía 3.5.



Fotografía 3.5 neumático entrando a la autoclave para reencauche

DAÑO	EXTENSION DEL DAÑO/DEFECTO	PROCEDIMIENTO A SEGUIR
Corte	<ul style="list-style-type: none"> -Superficial -Profundo pero no penetra la carcaza -Profundo, penetra la carcaza, pero es reparable -Penetra mas de 50% de las capas, mas largote 200 mm, o cortes en 2 lugares o mas -Banda de rodamiento desprendido 	<ul style="list-style-type: none"> -Continuar usando -Reparar sin desmontar -Desmontar y reparar -Desechar -Desechar
Separación (banda de rodamiento, separación de la carcaza)	<ul style="list-style-type: none"> -Desprendimiento de la banda de rodamiento o separación entre banda de rodamiento y carcaza -Abultamiento pequeño -Abultamiento excesivo -Abultamientos pequeños extendidos 	<ul style="list-style-type: none"> -Desechar si afecta toda la circunferencia -Continuar usando después de sacar el aire -Desechar -Desechar
Desgaste irregular	<ul style="list-style-type: none"> -Escalonado -Desgaste rápido central o en ambos hombros -Desgaste por lonas o poligonal -Desgaste en un hombro 	<ul style="list-style-type: none"> -Rotar o invertir, verificar presiones y carga -Verificar presiones y carga -Inspecciona ruedas, frenos, cojinetes, alineación -Inspeccionar alineación
Desgarramiento de la banda de rodamiento	<ul style="list-style-type: none"> -Desgarramiento de bloques de los hombros 	<ul style="list-style-type: none"> -Mejorar la superficie de las vías, rotar o invertir, evitar conducción brusca
Agrietamiento	<ul style="list-style-type: none"> -Grietas superficiales -Muchas grietas, o grietas que penetran la carcaza 	<ul style="list-style-type: none"> -Continuar usando con la presión recomendada -Desechar
Estallamiento	<ul style="list-style-type: none"> -Entallamiento por impacto o corte 	<ul style="list-style-type: none"> -Desechar
Desgaste completo	<ul style="list-style-type: none"> -Desgaste uniforme sin daños externos ni abultamientos 	<ul style="list-style-type: none"> -Reencauchar

Tabla 3.3 Comprobación de daños a neumático.

3.8 LA SEGURIDAD EN EL MANEJO DE NEUMÁTICOS.

El tema de la seguridad es parte de la administración de neumáticos, los procedimientos establecidos deben contener los cuidados necesarios para evitar daños a personas y equipos; la seguridad es una actitud que debe estar siempre

presente en el personal y en todos los trabajos, especialmente en el taller de neumáticos donde el manejo es de mucho cuidado, hay muchos riesgos potenciales que deben ser minimizados por no decir eliminados. Una herramienta para superar y estar al día en la seguridad es establecer los procedimientos para cada tarea y un entrenamiento continuo respecto a la seguridad. La Fotografía 3.5, muestra una tarea que es importante, acciones de este tipo deben ser tomadas por la seguridad del personal y los equipos, la seguridad siempre debe ser parte de nuestro trabajo.



Fotografía 3.5 Cadenas de seguridad en el inflado de neumáticos

3.8.1 Cambios de Neumáticos en Taller.

- Una actividad que llama la atención, son los cambios de neumáticos en el taller, estas deben ser totalmente desinflados antes de removerlos del camión, la practica actual es desinflar a 20 PSI de presión y luego es removido del camión. Tomar nota que un neumático con 30 PSI de presión aun tiene 140 toneladas de fuerza actuando en sus paredes laterales.

Muchas fatalidades han ocurrido alrededor del mundo por remover ruedas con aros fisurados, anillos rajados. Rajaduras de esta naturaleza son mas frecuentes conforme los aros acumulen horas de trabajo. Ver Fotografía 3.6.



Fotografía 3.6 Trabajos en taller.

La recomendación para este trabajo es la siguiente:

- Desinflar a cero PSI de presión todos los neumáticos ensamblados con aro antes de iniciar el desmontaje del aro.
- Desinflar a cero PSI de presión en ambos neumáticos duales traseros aun si solo el neumático de afuera es cambiado.

3.8.2 Explosión de Neumáticos.

Las explosiones de neumáticos han ocurrido en muchas partes del mundo por una variedad de razones, incluyendo lo siguiente:

- Soldando en el aro montado con el neumático (inflado o desinflado).
- El contacto de los camiones con líneas de corriente de alta tensión.
- El fuego captado por el neumático.
- Golpe del rayo.

Una explosión de neumático es diferente a reventón de neumático y de muchas otras magnitudes de fuerza. Las explosiones son debido a la generación de gases explosivos dentro de la cámara de aire del neumático (generalmente por la descomposición del linner o cámara debido al calor).

CAPITULO IV

LA CONDICION DE LA MINA Y LA OPERACIÓN DEL CAMION, INFLUENCIAS EN EL RENDIMIENTO DEL NEUMATICO

El segundo paso y la parte complementaria al "mantenimiento apropiado", descrito en el capítulo III, que asegura un rendimiento efectivo de los neumáticos para uso en camiones para acarreo de material, es la condición de la mina y la operación del camión, con esto se garantiza un éxito en la administración del neumático y los efectos sobre el costo operativo serán sustanciales.

4.1 CONDICIÓN DE LA MINA.

El apropiado diseño y manutención del camino de acarreo, las condiciones de las áreas de carga y descarga de material tienen una influencia significativa en el rendimiento y en los costos de la operación del neumático. Esta representa una situación crítica para el logro de la máxima vida del neumático; para una mejora sustancial es importante considerar:

- Las ondulaciones en el camino y los bancos de la pala y botaderos contribuyen a daños por impactos. Ver Fotogr. 4.1 y fotografía 4.2.



Fotografía 4.1 Caminos con huecos profundos



Fotografía 4.2 Banco de pala en buen estado

- Los badenes del camino asociados al clima húmedo y la sobre irrigación de caminos de acarreo, es también causa de impactos.
- Los peraltes demasiado elevados en las curvas es una causa principal de derrames.
- Numerosas rocas incrustadas en rampas causan penetración y daño por impacto.
Ver fotografía 4.3.



Fotografía 4.3 rocas en caminos con pendiente

- Las curvas o esquinas muy cerradas producen daños. Ver Fotografía 4.4.



Fotografía 4.4 Curva sin peralte pero en buen estado

- Zonas estrechas en el carguio y descarga causan daños en las paredes del neumático. Ver fotografía 4.5.



Fotografía 4.5 Acceso en buen estado

- Las bermas de protección de los caminos producen daños en las paredes del neumático, si no están cubiertos con material fino. Ver fotografía 4.6.



Fotografía 4.6 Bermas de protección con rocas y piedras

El departamento de Producción de la mina debe emprender un programa de trabajo regular para eliminar al máximo estas condiciones, esta debe ser apoyada por inspecciones semanales de la condición de los caminos, con informes de buenas o malas prácticas, que deben contener recomendaciones para mejorar aspectos críticos en la operación.

Para un mejor entendimiento sobre los daños que sufren los neumáticos se ha preparado 2 tablas que resumen los daños a consecuencia de la falta de mantenimiento y a las condiciones de los caminos / vías de la mina, los daños son irreversibles, la recuperación del neumático es complicado. Ver Tabla 4.1 y Tabla 4.2.

4.1.1 Diseño y Mantenimiento de Caminos.

El diseño y mantenimiento de caminos debe considerar muchos aspectos, las mas importante se detallan a continuación.

4.1.1.1 Problemas Típicos en el Diseño de Caminos:

- Ancho: Insuficiente.
- Drenajes: Muchos o pocos.
- Peralte de curvas: Inadecuadas o pendiente negativa.
- Esquinas, curvas: Demasiado cerrado.
- Pendientes: Mayores a las recomendadas.

4.1.1.2 Problemas en la Operación.

Los problemas en el diseño del camino, mencionados en el punto precedente, conducen a problemas de operación en los camiones de

acarreo de material, afectando el rendimiento del neumático, estos problemas se detallan a continuación:

- Camiones corriendo sobre las bermas cuando el ancho es insuficiente. Ver Fotografía 4.7.
- Daños en los hombros de los neumáticos.
- Cortes con penetración en los neumáticos.
- Daños en los rodamientos de las ruedas.
- Daños en el chasis del camión.



Fotografía 4.7 Vía angosta daña los neumáticos

- Acumulación de agua en el camino por inadecuados drenajes.
- Los cortes de neumáticos se incrementan.
- Daños del camino que conducen a un adicional daño del neumático y chasis.
- La carga de trabajo para el mantenimiento de caminos se incrementa.

- Desigual distribución de cargas en las ruedas cuando hay demasiados drenajes.
 - La carga en los neumáticos se incrementan, llevando a daños por roca y fallas por calor.
 - Daños en las ruedas delanteras.

- Derrame de la tolva y excesiva carga en las ruedas por un inadecuado peralte en las curvas.
 - Daño en los neumáticos por el derrame de rocas.
 - La carga en los neumáticos se incrementa, conduciendo a un adicional daño por rocas y fallas por calor.
 - Daños en los rodamientos de las ruedas.
 - Se incrementa la abrasión en los neumáticos.

- Los daños en el piso del camino y derrames se incrementan cuando las curvas son demasiado cerrados. Ver Fotografía 4.8.
 - Daños en los neumáticos por el derrame de rocas.
 - Daños del piso del camino que conducen a un adicional daño del neumático y chasis.
 - La carga de trabajo para el mantenimiento de caminos se incrementa.



Fotografía 4.8 Piso con rocas y piedras

- Se incrementan los frenados, patinamientos y derrames cuando la pendiente es excesiva.
- El ratio de desgaste de los neumáticos se incrementa dramáticamente.
- El desgaste de los componentes del freno se incrementan.
- Se presentan daños en los neumáticos por el derrame de rocas.

4.1.2 Objetivos del Diseño y Mantenimiento de Caminos.

Para minimizar los efectos en los neumáticos a consecuencia del diseño y mantenimiento de caminos, se debe establecer objetivos.

- Adecuado ancho de caminos
- Mínimas y estratégicas áreas de drenajes.

- Adecuados peraltes en las curvas.
- Minimizar las curvas estrechas y caminos con demasiadas curvas.
- Mantener una apropiada pendiente para la operación del camión.

Estos objetivos deben ser tomados en cuenta por los supervisores de operaciones quienes están en constante relación con la mina.

DEFECTO MECANICO	DAÑO AL NEUMATICO
Desalineamiento	Desgaste irregular, disminución de la vida útil
Suspensiones malas	Desgaste irregular, desgaste rápido, cortes
Fugas de combustible y aceite	Abultamiento y envejecimiento del caucho, lo cual reduce la vida útil

Tabla 4.1 Daños a los neumáticos asociados con un mal mantenimiento.

CONDICIONES DE LA VIA	DAÑO DE LOS NEUMATICOS
Rocas, madera u otros obstáculos en la vía	Cortes, pinchaduras, explosiones e impactos
Superficies irregulares y huecos	Desgaste irregular, impactos
Pendientes continuas o excesivas, superficies blandas y vías en lechos de rió	Reducción de la vida útil, cortes y separaciones
Distancias largas de acarreo, que permiten conducción continua a altas velocidades	Generación de calor y separación

Tabla 4.2 Daños a los neumáticos asociados con mantenimiento deficiente de las vías.

4.2 OPERACIÓN DEL CAMIÓN DE ACARREO.

La operación correcta del equipo de acarreo, es también una parte fundamental para lograr resultados en el rendimiento del neumático, una mala operación del equipo resultara en mayores costos de operación y una disminución en la vida útil de los componentes y del equipo. En el caso de neumáticos los costos se verán incrementados sustancialmente.

4.2.1 Conocimiento del Neumático por el Operador del Camión.

Uno de los medios más eficaces de reducir el daño relacionado con rocas es aumentar el conocimiento del neumático en los operadores de los camiones; entonces como consecuencia es importante establecer un programa de capacitación que contenga temas sobre las prácticas de operación amigables con el neumático y el entendimiento de los costos que involucra.

Esto se logra a través de presentaciones de neumáticos, apuntando específicamente a supervisores de la operación y operadores de equipo, los tres puntos que son relevantes y deben ser considerados son:

- Conocimiento del neumático.
- Mejores prácticas del operador.
- Modos de fallas de neumáticos.

En la Tabla 4.3, se muestra los fenómenos y las consecuencias generados por una sobrecarga en el camión, estos están ligados directamente en la vida del neumático resultando en mayores costos operativos. Esta condición de trabajo debe ser controlada estrictamente por los operadores de la palas con la responsabilidad directa del supervisor de la operación. Ver Tabla 4.3.

En la Tabla 4.4, se muestra los fenómenos y las consecuencias generados por una velocidad excesiva, los daños al igual que cualquier condición anormal, resultan en mayores costos operativos. Ver Tabla 4.4.

4.2.2 Informes a la Supervisión y Operadores de Camión.

Una herramienta también importante, es mostrar resultados mensuales en gráficos sencillos y fáciles de entender, estos gráficos son extractos de un informe general mensual y debe estar orientado a los supervisores de la operación y a los operadores de equipo. Son básicamente 5 gráficos:

- Costos de neumáticos.
- Análisis de costo por tipo de equipo.
- La vida del neumático.
- El costo de deterioro por roca.
- El costo de daño por turno.

FENOMENO	DAÑO RESULTANTE
Generación excesiva del calor	Daño por calor
Distorsión excesiva y mayor esfuerzo en el costado	Rotura de la carcaza, separación de capas
Movimiento excesivo de la banda de rodamiento	Desgaste irregular
Mayor tensión de los cordones	Corte y estallido por impacto
Mayor esfuerzo en los talones	Daño del talón

Tabla 4.3 Problemas causados por la sobrecarga

FENOMENO	DAÑO RESULTANTE
Alta generación de calor en el interior del neumático	Daño por calor
Aumento de frenazos repentinos	Astillamiento, daños del talón, reducción de la vida del neumático
Virajes Bruscos	Desgaste irregular, abrasión rápida, daños del talón
Choques frecuentes con obstáculos en el camino	Costes, estallido por corte, pinchazos

Tabla 4.4 Problemas causados por velocidad excesiva.

4.3 SELECCIÓN DEL NEUMÁTICO.

Puesto que los neumáticos fuera de carretera están sujetos a diversas condiciones de operación, los fabricantes ofrecen un amplio y bien sistematizado rango de selección, lo cual garantiza el suministro de neumáticos adecuados para todos los usos posibles. Al seleccionar el neumático correcto para las exigencias específicas, se debe tener en cuenta todos los factores que pueden afectarlo; las siguientes condiciones hacen más difícil la selección correcta.

- Cuando los cambios climáticos (temperatura, precipitación pluvial, etc.) son extremos.
- Cuando se usan varios tipos de camiones procedentes de diferentes fabricantes.
- Cuando los neumáticos están sujetos a riesgos por calos y por corte simultáneamente.

En estos casos se deben estimar las peores condiciones posibles y seleccionar neumáticos adecuados a tales condiciones. Se presenta un cuadro de comprobación para la selección del neumático correcto. Ver Diagrama 4.1 y Diagrama 4.2, estos

cuadros muestran la forma correcta de una selección y el mejor aprovechamiento del neumático.

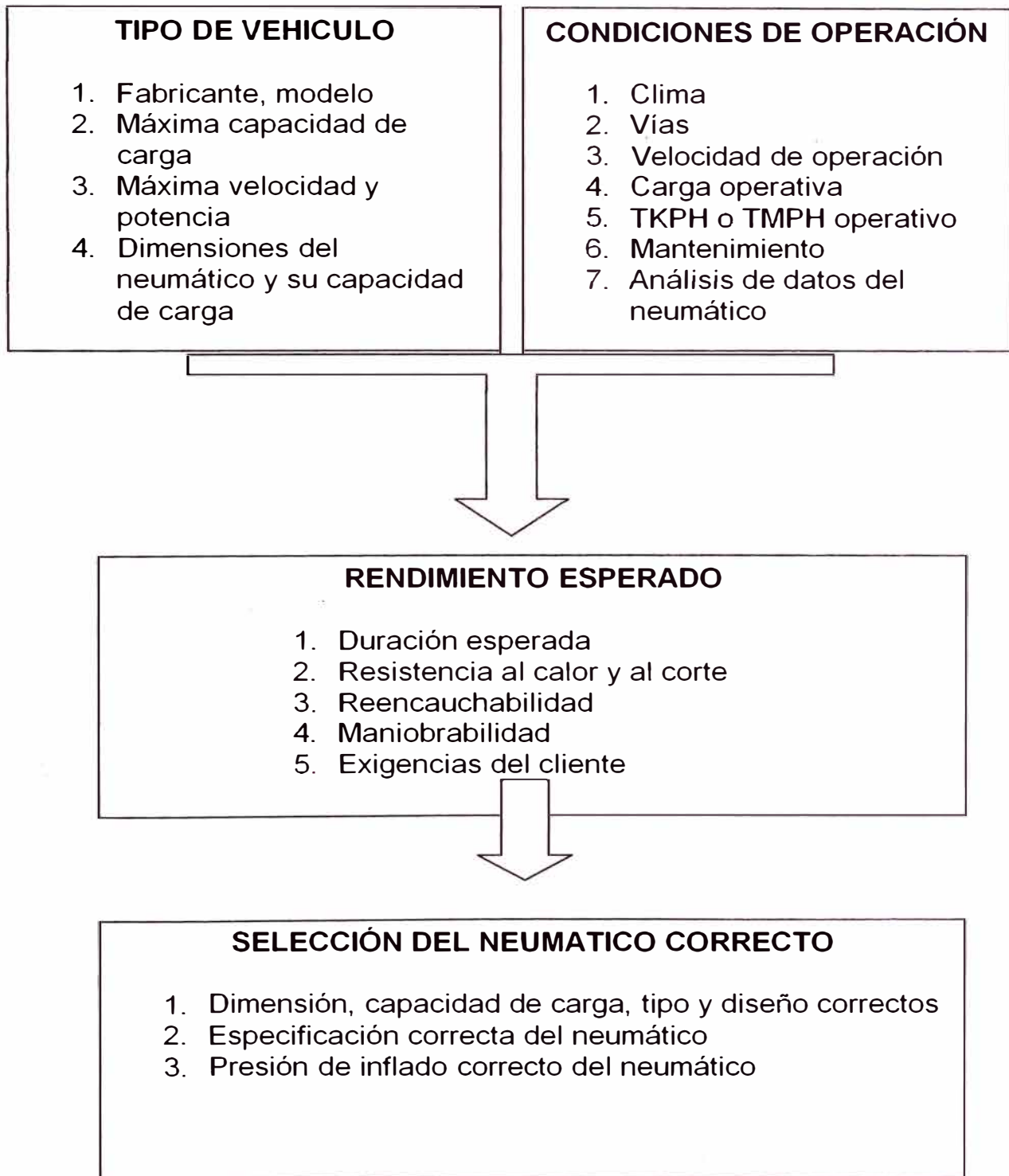


Diagrama 4.1 Consideraciones en la selección del neumático correcto.

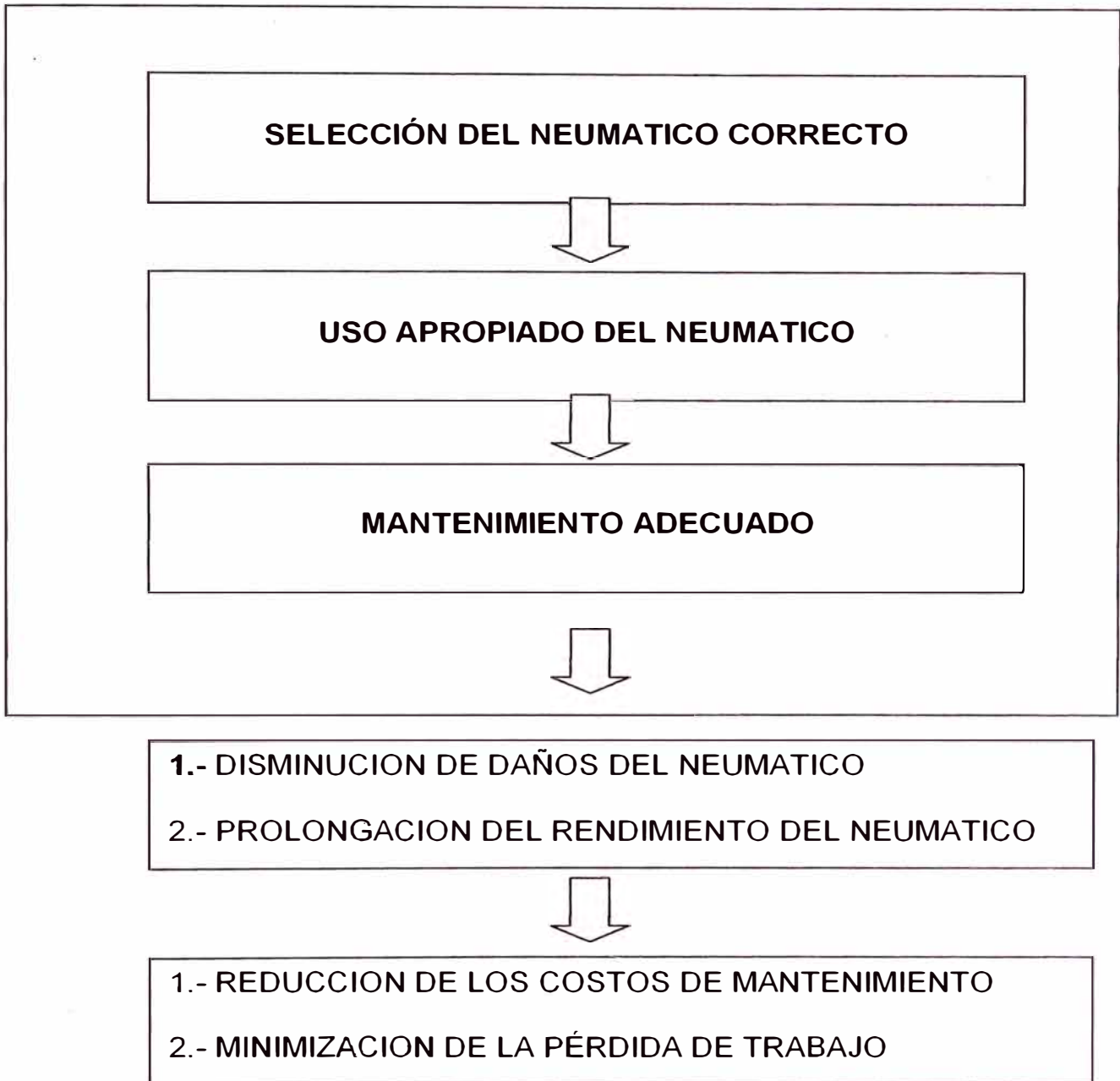


Diagrama 4.2 Utilización efectiva de los neumáticos

4.3.1. Uso Apropiado de los Neumáticos.

Para obtener el máximo rendimiento de los neumáticos, es indispensable el uso apropiado; el mal uso causara inevitablemente su desgaste acelerado y la consiguiente disminución del rendimiento, significa incremento de los costos; en algunos casos implica inclusive riesgos de accidentes.

Para utilizar los neumáticos correctamente, es preciso observar los siguientes 5 factores, con la cooperación de las personas comprometidas con el neumático.

Ver Tabla 4.5.

FACTOR	PERSONA RESPONSABLE
1.-Presiones de inflado correctas	Capataz de neumáticos
2.-Carga especificada	Operador de pala
3.-Velocidad de vehículo prescrita	Conductor
4.-Mantenimiento correcto del vehículo	Mecánico
5.-Mantenimiento completo de las vías	Encargado del mantenimiento de las vías

Tabla 4.5 Factores y responsabilidades para el uso de neumáticos.

4.3.1.1 Toneladas-kilómetro-por-hora (TKPH).

Los neumáticos para movimientos de tierras, se han convertido en elementos más importantes a medida que se han desarrollado equipos más grandes. La tarea fundamental de estos neumáticos para servicio pesado consiste en transportar las cargas pesadas más rápidamente y por distancias más largas. Este transporte pesado ocasiona inevitablemente generación de calor en los neumáticos. Por cuanto los neumáticos tienen una limitada resistencia al calor, el

deterioro del neumático puede ocurrir en una etapa prematura de su operación.

En consecuencia al seleccionar los neumáticos es necesario precisar la cantidad de trabajo que estos pueden realizar dentro de un rango seguro para evitar el sobre-calentamiento, cuando el equipo es operado bajo condiciones determinadas. La cantidad de trabajo realizado bajo las condiciones determinadas, se expresan como TKPH, "Toneladas–kilometro–por-hora".

4.3.2 Evaluación Periódica Y Selección del Neumático.

Las Toneladas–kilometro–por-hora (TKPH) o cuando se trata de Toneladas Millas por Hora (TMPH) es referido a una las característica de la capacidad de trabajo del neumático. Esta característica toma en cuenta un factor muy importante en la vida del neumático que es la temperatura máximo de trabajo admisible. El calculo de este valor se realiza periódicamente para determinar los niveles de trabajo a lo que es sometido el neumático en la mina.

El TKPH neumático o TMPH neumático, depende de la concepción de los neumáticos y varían según los tipos de cubiertas y dimensiones. Estos valores base están definidos por el fabricante en una tabla, los valores antes mencionados están en función de la carga nominal propia de cada dimensión, del numero de Kilómetros o las Millas permitidos a la hora por tipo de neumático y están dados para una temperatura ambiente normalizado de 38 °C.

- La relación que permite pasar las Toneladas–kilometro–por-hora (TKPH) a Toneladas Millas por Hora (TMPH) es:

$$\text{TMPH} = \text{TKPH} * 0.685$$

- Para el calculo de TMPH se emplea la “Tonelada corta” que corresponde a 2.000 Libras, es decir 907 Kilogramos.
- Explotación de TKPH en base a la necesidad específica, se obtiene por la relación:

$$\text{TKPHcb} = \text{Qm} * \text{Vm}$$

Donde:

TKPHcb = Necesidad específica de Toneladas Kilómetros por hora.

TMPHcb = Necesidad específicas Toneladas Millas por Hora

Qm = carga media por neumático.

Vm = velocidad media de explotación.

a) Carga media por neumático (Qm). Se obtiene por la relación:

$$\text{Qm} = (\text{Qc} + \text{Qv}) / 2$$

Donde:

Qc = peso por neumático, vehículo en carga, en Toneladas.

Qv = peso por neumático, vehículo en vacío, en Toneladas.

El cálculo de Qm deberá efectuarse teóricamente para cada neumático. En la práctica se supondrá, ante la ausencia de medidas, que cada neumático de un mismo eje lleva la misma carga. En consecuencia el cálculo será efectuado para el eje delantero y para el eje trasero. Utilizaremos en definitiva el valor de Qm mas elevado.

b) Velocidad media de explotación (Vm), el ciclo de referencia debe ser aquel donde la velocidad media es la más elevada y se obtiene por la relación:

$$V_m = (L * N) / H$$

Donde:

L = Longitud del ciclo en Kilómetros,

N = Numero de ciclos por evento.

H = La duración de dicho relevo.

Los tiempos de parada, tales como espera en la pala, la descarga, el llenado de combustible, la pausa para la comida y de forma general toda parada inferior o igual a una hora, serán incluidas en el periodo de trabajo.

Para ciclos menores a 5 kilómetros (3 millas) no se calculara el TKPH debiendo utilizarse el número medio de kilómetros o millas admisibles recorridos a la hora, según sea el caso. Ver Tabla 4.6.

c) Las Toneladas Kilómetros por Hora (TKPH) real de explotación o las Toneladas Millas por Hora (TMPH) real de explotación.

Para obtener el TKPH real en la explotación, debemos tener en cuenta los parámetros como la longitud de ciclos superiores a 5 kilómetros (o 3 millas) y la temperatura ambiente y puede determinarse con la siguiente formula de referencia:

$$TKPH_{REAL} = Q_m * V_m$$

- 1) Longitud de ciclo (L), para los ciclos mayores a 5 kilómetros (o 3 millas), aplicar al TKPHcb el coeficiente "K1". Ver Tabla 4.7.
- 2) Temperatura ambiente en la explotación (TA). Para una misma velocidad, una temperatura ambiente superior a 38 °C grados centígrados (100 °F) aumenta el TKPH real de explotación. Inversamente, una temperatura inferior a 38°C (100°F) disminuye el TKPH real de explotación.

El Coeficiente "K2" a aplicar al TKPHcb es:

$$K2 = \{V_m + (0.25 * (TA - TR))\} / V_m$$

Donde:

V_m = velocidad media de explotación.

TA = Temperatura ambiente.

TR = Temperatura referencial (38°C o 100°F).

La temperatura ambiente en la explotación (TA) a tener en cuenta es "la temperatura máxima cubierto" durante el transcurso de la jornada mas calurosa.

Para las temperaturas $TA \geq 15$ °C (59 °F), ver tabla de coeficiente K2.

Para las temperaturas inferiores a 15 °C, ver los coeficientes K2 en la columna sombreada de la tabla de los coeficientes.

En resumen, para el cálculo del TKPH (TMPH) real de explotación, actuar de la siguiente manera:

- Calculo del TKPHcb explotación base.

- Corrección para la longitud del ciclo mayor a 5 kilómetros, usar el coeficiente K1
- Corrección para la temperatura ambiente diferente a 38 °C (100 °F), usar el coeficiente K2.

Es decir:

$$\text{TKPH real explotación} = \text{TKPHcb} * K1 * K2$$

d) Comparación TKPH neumático y TKPH real explotación.

Puesto que en la visita a la explotación, la elección de la escultura debe ser función de la necesidad de tracción, protección y velocidad, dos casos son posibles:

- TKPH neumático > TKPH real explotación, el neumático conviene.
- TKPH neumático < TKPH real explotación, el neumático no conviene.

En este caso:

- Ver si otra escultura o tipo puede ser compatible.
- Analizar si una modificación de las condiciones de rodaje puede llevarse a cabo (disminución de carga y/o velocidad).

Para la selección del neumático bajo esta comparación considerar la Tabla 4.8 y la Tabla 4.9.

4.3.3 Política De Responsabilidad Del Neumático.

La alta incidencia de daños en neumáticos, a consecuencia de rocas, es un problema común en las empresas mineras; antes el departamento de manutención era responsable de todos los aspectos del costo de los neumáticos fuera de carretera, y como tal responsable del presupuesto y eran los únicos concientes en forma exacta

de los costos asociados a los daños de neumáticos a causa de rocas. Esto significa que el departamento que podría reducir en forma más efectiva el daño de roca, es decir el departamento de producción, no tenía el incentivo completo para reducir el daño por roca y con esto minimizar los costos del neumático; de hecho, muchas políticas adoptadas por los departamentos de producción que están más orientados a incrementar la producción de la mina, tienen un efecto negativo en la vida y rendimiento del neumático, tal como el caso del exceso de carga en los camiones.

Como parte de las mejoras en la administración del neumático, el departamento de producción debe ser el responsable del daño de neumáticos relacionados con rocas; esto asegura una reducción en los daños por rocas y un aumento en la vida del neumático.

**NEUMATICOS PARA MAQUINAS DE TRANSPORTE:
DUMPERS Y DUMPERS DE DESCARGA POR EL FONDO**

Elección del neumático

1-En función de los suelos (naturaleza, estado, perfil, etc.) Ver pág. 85.

El cuadro de la pagina anterior da una idea de las cualidades relativas a cada escultura , en función de los problemas a resolver en una utilización. En la mayoría de las dimensiones y esculturas existen los tipos A < B < C. Dadas las diversas condiciones de rodaje que podemos encontramos en las distintas explotaciones, otras nuevas variantes de los tipos A y B en las esculturas XHD1, XDT y XKD1, están disponibles.

Definición de los diferentes tipos

- A4 Suelos agresivos(cortes, arrancamientos), es la solución para un rendimiento óptimo.
 A En las mismas condiciones de suelos agresivos, pero permitiendo velocidades medias mas elevadas.
 B4 Es el compromiso resistencia a la abrasión y el calentamiento sobre suelos con débil agresividad
 B Para resistencia al calentamiento en rodajes intensivos sobre cros largos.
 C Adaptado a los rodajes muy rápidos sobre ciclos largos y buenas pistas.

2-En función de las condiciones de trabajo(distancia, velocidad y cargas).

**Velocidad media admisible para neumáticos utilizados
en dUMPERS y dUMPERS DE DESCARGA POR EL FONDO**

	XV C	XMP		XR B	XZH B	XK B	XDT		XHD1				XKD1			XRD1 B		
		LI/SS(1)	**				A4	B	A4	A	B4	B	A4	A	B4		B	
Todas Llantas	50(31)	50(31)	35(22)	35(22)	35(22)	32(20)												
24" a 35"							18(11)	30(19)	18(11)	22(14)		30(19)	14(9)	18(11)			26(16)	
49"							18(11)	30(19)	18(11)	22(14)	26(16)	30(19)		18(11)	22(14)	26(16)		
51"							18(11)	30(19)	18(11)	22(14)	26(16)	30(19)		16(10)	20(12)	24(15)		
57"														16(10)	20(12)	24(15)	24(15)	

IMPORTANTE

Para la elección del neumático mejor adaptado a la utilización en la explotación considerada(carga y velocidad), para ciclos >=5 Km. (3 millas) emplear el método TKPH (TMPH) (ver págs. 10 a 13, la definición y la utilización práctica del TKPH(TMPH).

Para los tipos XMP y XVC, en las dimensiones 14.00R24/25, 16.00R25 y 395/80R25, adoptar la velocidad media admisible para determinar el neumático mejor adaptado.

Cómo determinar las presiones

- determinar** la carga maxima soportada por cada eje (pesado, cálculo)
- utilizar** el cuadro " cargas por neumático y presiones" "Transporte":(ver págs. 43 a 73).
 - 50 Km/h(31 mph), Para las máquinas cuya velocidad máxima está entre 45(28) y 58 Km/h(36 mph).
 - 65 Km/h(40 mph), para las máquinas cuya velocidad máxima está entre 59(37) y 70 Km/h(44 mph).
 - 30 Km/h (19 mph) para transporte cantera (ver págs. 47 a 73)

Los valores carga/ presión " Transporte cantera" se aplicarán a los dUMPERS en los que la velocidad máxima en carga sea inferior o igual a 30 Km/h (19 mph).

(1) Neumático que llevan incluido en su marcaje Load Index y Speed Symbol.

Tabla 4.6 Selección de neumáticos en función de la distancia, velocidad y cargas para ciclos menores a 5 Kilómetros

COEFICIENTES K CALCULADOS

Coeficientes K1 calculado

L(Km)	L(mi)	K1	L(Km)	L(mi)	K1	L(Km)	L(mi)	K1	L(Km)	L(mi)	K1	L(Km)	L(mi)	K1
			11	6,8	1,13	21	13,00	1,19	31	19,3	1,21	41	25,5	1,23
			12	7,4	1,14	22	13,70	1,19	32	19,9	1,21	42	26,1	1,23
			13	8	1,15	23	14,30	1,20	33	20,5	1,22	43	26,7	1,23
			14	8,7	1,16	24	14,90	1,20	34	21,1	1,22	44	27,3	1,23
5	3,10	1,00	15	9,3	1,16	25	15,50	1,20	35	21,7	1,22	45	28	1,23
6	3,70	1,04	16	9,9	1,17	26	16,20	1,20	36	22,4	1,22	46	28,6	1,23
7	4,30	1,06	17	10,6	1,17	27	16,80	1,21	37	23	1,22	47	29,2	1,23
8	5,00	1,09	18	11,2	1,18	28	17,40	1,21	38	23,6	1,22	48	29,8	1,23
9	5,60	1,10	19	11,8	1,18	29	18,00	1,21	39	24,2	1,22	49	30,4	1,23
10	6,20	1,12	20	12,4	1,19	30	18,60	1,21	40	25	1,22	50	31	1,23

L=Longitud del ciclo en Kilometros y en millas

COEFICIENTES K CALCULADOS

Coeficientes K2 calculado

Vm	<15 °C	15 °C	17.5 °C	20 °C	22.5 °C	25 °C	27.5 °C	30 °C	32.5 °C	35 °C	37.5 °C	40 °C	42.5 °C	45 °C
	<59 °F	59 °F	63.5 °F	68 °F	72.5 °F	77 °F	81.5 °F	86 °F	90.5 °F	95 °F	99.5 °F	104 °F	108.5 °F	113 °F
10(6)	0,400	0,425	0,488	0,550	0,613	0,675	0,738	0,800	0,863	0,925	0,988	1,050	1,113	1,175
12(7)	0,500	0,521	0,573	0,625	0,677	0,729	0,871	0,833	0,885	0,938	0,990	1,042	1,094	1,148
14(9)	0,571	0,589	0,634	0,679	0,723	0,766	0,813	0,857	0,902	0,946	0,991	1,036	1,080	1,125
16(10)	0,625	0,641	0,680	0,719	0,758	0,797	0,836	0,875	0,914	0,953	0,992	1,031	1,070	1,109
18(11)	0,666	0,681	0,715	0,750	0,785	0,819	0,854	0,889	0,924	0,958	0,993	1,028	1,063	1,097
20(12.5)	0,700	0,713	0,744	0,775	0,806	0,838	0,869	0,900	0,931	0,963	0,994	1,025	1,056	1,088
22(14)	0,727	0,739	0,767	0,795	0,824	0,852	0,881	0,909	0,938	0,966	0,994	1,023	1,051	1,080
24(15)	0,750	0,760	0,786	0,813	0,839	0,865	0,891	0,917	0,943	0,969	0,995	1,021	1,047	1,073
26(16)	0,769	0,779	0,803	0,827	0,851	0,875	0,899	0,923	0,947	0,971	0,995	1,019	1,043	1,067
28(17)	0,785	0,795	0,817	0,839	0,862	0,884	0,906	0,929	0,951	0,973	0,996	1,018	1,040	1,063
30(19)	0,800	0,808	0,829	0,850	0,871	0,892	0,913	0,933	0,954	0,975	0,996	1,017	1,038	1,058
32(20)	0,812	0,820	0,840	0,859	0,879	0,898	0,918	0,938	0,957	0,977	0,996	1,016	1,035	1,055
34(21)	0,823	0,831	0,849	0,868	0,886	0,904	0,923	0,941	0,960	0,978	0,996	1,015	1,033	1,051
36(22)	0,833	0,840	0,858	0,875	0,892	0,910	0,927	0,944	0,962	0,979	0,997	1,014	1,031	1,049
38(24)	0,842	0,849	0,865	0,882	0,898	0,914	0,931	0,947	0,964	0,980	0,997	1,013	1,030	1,046
40(25)	0,850	0,856	0,872	0,888	0,903	0,919	0,934	0,950	0,966	0,981	0,997	1,013	1,028	1,044
42(26)	0,857	0,863	0,878	0,893	0,908	0,923	0,938	0,952	0,967	0,982	0,997	1,012	1,027	1,042
44(27)	0,864	0,869	0,884	0,898	0,912	0,926	0,940	0,955	0,969	0,983	0,997	1,011	1,026	1,040
46(28)	0,869	0,875	0,889	0,902	0,916	0,929	0,943	0,957	0,970	0,984	0,997	1,011	1,024	1,038
48(29)	0,875	0,880	0,893	0,906	0,919	0,932	0,945	0,958	0,971	0,984	0,997	1,010	1,023	1,036
50(31)	0,880	0,885	0,898	0,910	0,923	0,935	0,948	0,960	0,973	0,985	0,998	1,010	1,023	1,035

Vm=Velocidad media expresada en Km/h(millas).

Tabla 4.7 Coeficientes K1 y K2 para e calculo del TKPH

CARACTERISTICAS DE LOS NEUMATICOS																
DESIGNACION COMERCIAL			TKPH * TMPH (1)	Cotas normaliz.		CARACTERISTICAS DIMENSIONALES						Llantas Recom. Permit. (3) (4)	Junta CAI	Camára		
DIMENSIONES	ESCULTURA Y TIPO CAI	IC/CV * PR		máximas en servicio		COTAS MICHELIN								Ref. (5)		
				e	D	e	D	R'	CdR	Velc.	E	Capac.	Ptotec.			
				mm/pulg.	mm/pulg.	mm/pulg.	mm/pulg.	mm/pulg.	mm/pulg.	kmh-mph	mm/pulg.	l/gal				
57"																
40.00R57 Tubeless	XKD1A 123297	**	768 526	1218	3766	1125	3552	61,9	419,2	30	54,8	5420 1432 29.00/6.0"	OR4-57 R1481 533211	Sin		
	XKD1B4 123603	**	960 658											44,3	139,8	Sin
	XKD1B 123296	**	1152 789											48,0	148,3	Sin
	XRD1B 285000	**	1152 789											1184	3556	5530
														46,6	140,0	1461
55/80R57 Tubeless	X MINED2 L5R 123499					1405 55,3	3730 146,9	1630 64,2	11120 437,8	10 5		7730 2042	44.00/5.0" 6 42.00/8.0"			

Tabla 4.8 Características de los neumáticos

CARGAS POR NEUMATICO kg/lbs Y PRESIONES bar/psi																Dimensiones
Principales tipos de neumáticos a utilizar	Cod. identificación (6)	La elección del neumático, así como los métodos que permiten determinar las presiones de inflado están en las paginas 14 a 29														
57"	Utilizaciones	bar	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	37.00R57	
		psi	36	44	51	58	65	73	80	87	94	102	109	116		
XKD1**	E4	TRANSPORTE	30 km/h						48550	52365	56180	58140	60050			
		CANtera	19 mph						107055	115465	123880	128200	132410			
	TRASPORTE	50 km/h	27750	31350	34950	38550	42200	45800	49400	53000**	54850	56650	58450			
		30 mph	61189	69127	77065	85003	93051	100989	108827	116865	120944	124913	128882			
			65 km/h	24400	27600	30750	33950	37100	40300	43500	46650	48250	49850	51450		
			40 mph	53800	60860	67840	74860	81810	88860	95920	102865	106390	109920	113450		
		(7)	10 km/h	38850	43200	47600	51950	56300	60700	65050	69400	73800	78150	82500**	86900	
			5 mph	85664	95256	104958	114540	124141	133843	143435	153027	162729	172320	181915	191614	
XKD1** XED1B**	E4	TRANSPORTE	30 km/h						54960	53310	63600	65770	67950			
		CANtera	19 mph						121185	130780	140240	145020	149830			
	TRASPORTE	50 km/h	31400	35500	39550	43650	47750	51850	55950	60000**	62050	64100	66150			
		30 mph	69237	78278	87208	96248	105288	114329	123369	132300	136820	141340	145860			
			65 km/h	27600	31200	34800	38400	42000	45600	49200	52800**	54600	56400	58200		
			40 mph	60858	68796	76734	84672	92610	100548	108486	116425	120393	124362	128331		
		(7)	10 km/h	44550	50100	55650	61200	66750	72300	77850	83400	88950	94500	100000*	105550	
			5 mph	98233	110470	122708	134946	147183	158421	171659	183897	166134	208372	220500	232737	
XMINE D2	LR5	CARGADORAS	Del.				112000	120000	128000	136000	144000					
			Atrás				246960	264600	282240	299880	317520					
		(7)	10 km/h				62000	66500	71000	75500	80000					
			5 mph				136710	146630	156555	166478	176400					
			10 km/h				75000	80000	85000	90000						
			5 mph				165375	176400	187425	198450						

Tabla 4.9 Cargas por neumático en KG y presiones en PSI.

4.4 SUMINISTRO Y GARANTÍA DEL NEUMÁTICO.

La situación actual donde la demanda de neumáticos radiales excede en grandes cantidades a la oferta por los fabricantes, restringe muchas opciones para el abastecimiento efectivo y las garantías disponibles.

4.4.1 Suministro de Neumáticos.

Es importante para cualquier empresa minera mantener el suministro de neumáticos de por lo menos dos proveedores, en la medida de neumáticos para camiones de acarreo de material fuera de carretera. Hay tres beneficios principales de esta política:

- **Referencia (benchmarking);** si hay una significativa variación en el rendimiento del neumático, es mucho más fácil determinar si está relacionado con el neumático o la operación.
- **Competencia;** los fabricantes de neumáticos están en constante desarrollo e investigación.
- **Abastecimiento;** mejor garantía con 2 o más proveedores.

4.4.2 Garantía de Neumáticos.

Dada la situación actual del mercado de los neumáticos gigantes, es mucho más difícil negociar una buena garantía comparándola con la situación de hace 5 años atrás. No obstante vale la pena hacer notar las limitaciones de los tipos de garantía típicamente ofrecidos por los proveedores de neumáticos. Mas adelante posiblemente algunas mejoras pueden ser consideradas, se espera que la situación de neumáticos mejore.

El estándar (nivel más bajo) de garantía de neumático ofrecido por los proveedores, es una garantía por reconocimiento de material y de mano de obra por los neumáticos individuales; el próximo nivel de garantía es para proporcionar una garantía por la vida fuera de uso de los neumáticos en forma individual; se excluye los neumáticos que fallan por daño de roca. Ningún sistema de garantía es ideal porque:

- Los proveedores alientan al fabricante de abastecer neumáticos muy resistentes al calor, para reducir los reclamos por neumáticos fallados por separación.
- Los proveedores se enfocan en los neumáticos individuales antes que en la vida total del neumático, el cual determina la frecuencia de reemplazo y aun mas el costo total del neumático.
- Los proveedores no analizan los casos de neumáticos que fallan por roca, porque son excluidos. Esto genera falta de interés por mejorar el rendimiento de estos casos.
- Un enfoque en la garantía de neumáticos individuales puede crear una atmósfera de disputa constante entre abastecedor y el usuario, contrario a los requerimientos de cooperación para lograr mejores resultados.

4.4.3 Opciones de Garantía.

Tenemos para estudiar y seleccionar 2 opciones interesantes para el tema de garantías:

- garantía de rendimiento relativo.
- garantía de menor demanda.

4.4.3.1 Garantías de Rendimiento Relativo.

Una garantía de rendimiento relativo es un mejor sistema, porque provee incentivos a los abastecedores de la mina para mejorar sus producto para el lugar; todas las razones de fallas de neumáticos deben ser cubiertos por la garantía, incluyendo todas las formas de daño causado por roca, excepto por daños causados por accidentes o por casos obvios de maltrato.

Bajo una garantía de rendimiento relativo, las diferentes marcas de neumáticos corren en la misma aplicación y son comparados en el mismo periodo; el proveedor cuyos neumáticos produce el promedio mas bajo de costo por hora (o Kilómetro) se convierte en el primer corredor. Todos los otros proveedores deberían compensar al comprador por el déficit en el rendimiento de sus neumáticos relativo al costo por hora del primer corredor. La garantía es mas justa para todas las partes que una garantía de rendimiento fijo, tal es el caso de una garantía de "X" horas de promedio de vida, mediante el cual puede ser no realista debido a los cambios en la condición de la mina, diseño del producto y otros aspectos.

Seria difícil negociar esta garantía en la actualidad, porque las fábricas de neumáticos están en una posición muy fuerte en el mercado donde el déficit de neumáticos es el principal problema.

4.4.3.2 Garantías de Menor Demanda.

Una garantía de menor demanda por los proveedores de neumáticos y una que puede tener mejor aceptación por parte de ellos, es una garantía de rendimiento relativo con la cual los proveedores garantizan su producto para lograr el promedio del costo por hora de la mina (en vez del costo promedio mas bajo). Si un proveedor de neumáticos opera a un costo mas alto que el promedio de la mina, el proveedor debe compensar al comprador por el déficit en el rendimiento.

4.5 EI FUTURO DEL NEUMÁTICO.

El avance tecnológico en el diseño de neumáticos para camiones pesados para acarreo de material ha resultado en la llegada al mercado de un neumático de bajo

perfil para este tipo de vehículo. Neumáticos de bajo perfil son usados extensivamente con resultados positivos en vehículos de pasajeros y camiones livianos. Por lo tanto la aplicación de esta tecnología en neumáticos para camiones pesados era el próximo paso. Hasta la fecha, la mayoría del desarrollo ha estado concentrado en camiones pesados de 240 toneladas y 300 toneladas, provistos con neumáticos con diámetros de aros de 57" y 63" pulgadas.

El perfil o aspecto de un neumático esta definido como la relación entre la altura y el ancho del corte. Ver figura 4.5.1. Un neumático de bajo perfil tiene una relación entre la altura y el ancho del corte de 0.90 o menor.

Los fabricantes de neumáticos de bajo perfil para camiones pesados reclaman que tienen ventajas sobre los neumáticos de perfil normal. Primero y lo más importante es que los neumáticos de bajo perfil pueden operar con baja presión mientras mantienen la capacidad de transportar el mismo peso a la misma velocidad que el neumático equivalente de perfil normal. Esto significa que un neumático de perfil bajo tiene el mismo TKPH que el neumático equivalente de perfil normal operando a mas alta presión. La baja presión produce una impresión de mejor forma en la superficie, resultando en una extensión del rendimiento y su vida útil, junto con un aumento en la resistencia a la penetración. Segundo, el perfil mas bajo resulta en una reducción de la inercia del neumático, permitiendo aceleración más rápida, así como un aumento de tracción y nivel de inclinación.

Mientras que los tres mayores fabricantes han desarrollado neumáticos de bajo perfil para camiones de carga pesada, solamente las empresas Michelin y Bridgestone han llevado a cabo hasta este momento una investigación extensiva. Sin embargo estos tres fabricantes han orientado la aplicación de esta tecnología en camiones pesado de 240 toneladas o más.

CAPITULO V

CONTROL DEL RENDIMIENTO NEUMATICO

En este proyecto es un requisito y parte importante considerar el **control y seguimiento** de las condiciones de Mantenimiento y Operación, esta juega un papel importante en la etapa de ejecución, sin esta herramienta no se podría lograr los objetivos propuestos.

Este control debe ser realizado mediante registros en formatos establecidos para dar cumplimiento estricto del trabajo realizado y/o la condición encontrada para una pronta solución, de la flota de veinte (20) camiones marca Komatsu, modelo 830E, de 240 Toneladas de capacidad de carga, y ocho (8) camiones marca Caterpillar, modelo 793C, de 240 Toneladas de capacidad de carga.

5.1 CONTROL DEL MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN NEUMATICO.

Establecido los procedimientos de trabajos en taller y campo, se requiere de un medio de control y seguimiento de las condiciones de mantenimiento y operación que se esta realizando con el neumático. La manera mas eficiente para conseguir este objetivo son las cartillas de mantenimiento y control, estas cumplen una función muy

importante en la vida del neumático, estas monitorean la condición y entregan datos importante para el sistema de información computarizado para luego realizar un análisis detallado de los cambios que están ocurriendo y hacer recomendaciones oportunas al departamento de Operaciones. Hay muchas cartillas de control, todas son importantes para el control del rendimiento.

5.1.1 Cartilla De Inspección Pre-Operativo.

Es una hoja de registro de información que se usa después de terminar los trabajos realizados en el taller, con este procedimiento se esta dando operativo un equipo en la mejor condición para regresar a la operación en la mina. Se inspecciona todos los puntos mencionados en el documento como parte de un procedimiento establecido. **Ver Anexo A, Cartilla 5.1 Inspección PRE – operativa.**

Estas cartillas deben ser revisadas por el supervisor del taller para tomar las medidas correctivas en los puntos de urgencia.

5.1.2 Cartilla De Inspección De Carreteras, Botaderos Y Stock

Sirve para registrar las condiciones de los caminos, botaderos y tolvas, este trabajo se realiza en forma programada dos veces por semana, igualmente se realiza si se observa alguna situación o condición fuera de lo normal en la mina que puede afectar la condición del neumático.

Esta información una vez registrada, inmediatamente se informa a operaciones para tomar las medidas correctivas del caso. **Ver Anexo A, Cartilla 5.2 Inspección de carreteras, botaderos y stock.**

5.1.3 Cartilla De Inspección Y Control De Presiones En Camiones Y Cargador

Es una hoja de registro de información que se usa para tomar las presiones de los neumáticos, este trabajo se realiza todos los días. Con la información ingresada al sistema computarizado se monitorea la condición de la llanta y se determina tendencias de rendimiento y desgaste.

Este trabajo es el mas importante de todos, es este registro que determina el cumplimiento de una actividad que tiene que ver mucho con la vida del neumático, Si los registros no se están cumpliendo entonces se tendrá futuros problemas en el rendimiento. **Ver Anexo A, Cartilla 5.3 Inspección y control de presiones en camiones y cargador.**

5.1.4 Cartilla De Inspección Y Control De Remanente

En esta cartilla se registra la información de la cantidad de caucho que tiene el neumático para seguir corriendo, se realiza dos veces por semana y esta información es también ingresada al sistema de control computarizado. Luego el sistema informa sobre los diferentes mantenimientos que requiere el neumático, como los Giros, rotaciones y gemelazos. Con esta información se programa los trabajos semanalmente.

Esta información también es muy valiosa para determinar las tendencias de desgaste que tiene el neumático, con estos datos podemos calificar la marca de neumático que esta dando mejores resultados en la operación de la mina. **Ver Anexo A, Cartilla 5.4 Inspección y control de remanente.**

5.1.5 Cartilla De Inspección Y Control De Cortes En Campo / Grifo

Sirve para registrar las condiciones del neumático a consecuencia de la operación, este trabajo se realiza diariamente y el procedimiento es:

- Registrar los cortes y averías en el neumático para realizar un seguimiento estricto a los daños que puedan ocasionar un problema mayor y sacar al neumático fuera de operación.
- Marcar en el mismo neumático los daños encontrados a consecuencia de la operación con la finalidad de que el operador del equipo pueda revisar cada vez que sea posible. Para el mecánico del taller de mantenimiento las marcas con pintura sirven para observar la evolución de los daños.

El trabajo que se realiza en el monitoreo de los daños es de mucha importancia para mejorar el rendimiento, la comunicación sobre los daños que presenta un neumático pueden ser hecha de diferentes maneras, lo mas comúnmente encontrados en la operación son:

- El registro en el Grifo, La persona asignada a la inspección en grifo detecta y registra los daños.
- El registro en Campo, el supervisor de campo y/o operario detecta daños en el neumático cuando realiza las inspecciones en campo en el momento que el equipo esta parado.
- El reporte realizado por el operador, quien informa por intermedio de la radio alguna condición de daño en el neumático, el supervisor del taller acude a evaluar y registrar el daño.

Los daños más severos son reportados al Departamento de Operaciones para tomar las medidas correctivas. Ver Anexo A, Cartilla 5.5 Inspección y control de cortes en campo / grifo.

5.1.6 Cartilla De Inspección Y Control De Torques

En esta cartilla se registra la información de los ajustes a las tuercas que soportan el conjunto aro – neumático al camión. Después de cambio de neumáticos en el taller, se debe torquear cuatro veces o las que sea necesario para que el conjunto no se gire del conjunto de la rueda, normalmente después del primer ajuste el conjunto se acomoda a la base y presenta una soltura que es corregido con el ajuste de los pernos cada 2 horas, hasta que se afirme el conjunto. Esta operación es crítica y debe realizarse después de cada intercambio de neumáticos. Ver Anexo A, Cartilla 5.6 Inspección y control de Torques.

5.2 PROCEDIMIENTO DE REGISTRO Y CONTROL EN MOVIMIENTO DE NEUMATICOS

El movimiento de neumáticos durante su vida útil, es un procedimiento normal que tiene una serie de definiciones, que ayudan al mejor control de la información y del trabajo de taller, esta información tiene que ser claro y específico, el supervisor es entrenado la evaluación y diagnóstico de las fallas para determinar la razón del movimiento. Ver Anexo D, Cuadro 5.1 Definiciones para los movimientos de neumáticos.

5.3 RECOMENDACIÓN DE CARGA Y PRESION POR EL FABRICANTE

Después de una evaluación periódica del peso bruto en los volquetes, los proveedores de neumáticos recomiendan y ponen a consideración valores de presión para el trabajo en la mina. Ver Anexo D, Cuadro 5.2 Cargas y presión por eje.

Es importante considerar estas recomendaciones en el seguimiento del rendimiento, cualquier cambio en la presión del neumático puede generar un aumento o disminución en el rendimiento, por esto es indispensable primeramente probar estos cambios en una equipo, para luego de conocer los resultados ver la factibilidad de hacer un cambio a nivel general.

5.4 RECOMENDACION DE ROTACION POR EL FABRICANTE

Las recomendaciones de rotación de neumáticos en su vida útil, es una de las sugerencias que el fabricante entrega al cliente, sin embargo esta recomendación es teórica y no considera muchos factores que están presentes en la operación y mantenimiento. **Ver Anexo D, Cuadro 5.3 Rotación de neumáticos Good Year.**

Sin embargo es importante mantener un sistema de control de rotación de neumáticos que recoge la experiencia de la operación y que considere la disponibilidad del equipo sin perjudicar el rendimiento.

5.5 CONTROL SOBRE LOS RESPONSABLES DEL NEUMATICO.

La alta incidencia de daños en neumáticos, a consecuencia de rocas, es un problema común en las empresas mineras. Establecido una política de responsabilidad compartida entre Mantenimiento y Operaciones el control esta en manos de cada departamento, sin embargo la interrelación entre estos departamentos para intercambiar observaciones y recomendaciones aseguran el éxito del control.

El departamento de Producción de la mina debe emprender un programa de trabajo regular para eliminar al máximo estas condiciones, esta debe ser apoyada por inspecciones semanales de la condición de los caminos, con informes de buenas o

malas prácticas, que deben contener recomendaciones para mejorar aspectos críticos en la operación. Esta practica se implemento en Southem Perú, ha la fecha esta en la etapa de mejora continua.

5.5.1 Control del Diseño y mantenimiento de caminos.

Para minimizar los efectos en los neumáticos a consecuencia del diseño y mantenimiento de caminos, se debe establecer objetivos.

- Adecuado ancho de caminos
- Mínimas y estratégicas áreas de drenajes.
- Adecuados peraltes en las curvas.
- Minimizar las curvas estrechas y caminos con demasiadas curvas.
- Mantener una apropiada pendiente para la operación del camión.

Estos objetivos deben ser tomados en cuenta por los supervisores de operaciones quienes están en constante relación con la mina, establecer medios de control en base a reportes es importante para obtener resultados.

5.5.2 Control del neumático por el operador del camión.

Uno de los medios más eficaces de reducir el daño relacionado con rocas es aumentar el conocimiento del neumático en los operadores de los camiones. Entonces como consecuencia es importante establecer un sistema de control y monitoreo continuo para detectar y reportar los daños.

5.5.3 Control con Informes dirigidos a la supervisión y operadores de camión.

Una herramienta también importante, es mostrar resultados mensuales en gráficos sencillos y fáciles de entender, estos gráficos son extractos de un informe general mensual y debe estar orientado a los supervisores de la operación y a los operadores de equipo. Son básicamente 5 gráficos:

- Costos de neumáticos.
- Análisis de costo por tipo de equipo.
- La vida del neumático.
- El costo de deterioro por roca.
- El costo de daño por turno.

5.6 CALCULO TEÓRICO DEL PRESUPUESTO ANUAL EN FUNCIÓN DEL RENDIMIENTO

El cuadro 5.1, muestra información y el costo global en función del rendimiento de los neumáticos, es un buen punto de partida para determinar el nivel del gasto; está calculado con la siguiente formula:

$$\text{Costo Total} = (\text{Horas totales de flota} / \text{Rendimiento}) * \text{Costo del neumático}$$

Medida	Rendimiento	No Equipos	No Neumat.	Horas/año
40.00R57	4245	20	6	6432
44/80R57	6189	8	6	6432
Medida	Estimado	Costo unit.	Total / año	TOTAL
40.00R57	182	18000	3.276.000	4.176.000
44/80R57	50	18000	900.000	

Cuadro 5.1 Información y costo total a presupuestar en neumáticos de camiones en USA dólares.

5.7 CONSUMO DE NEUMÁTICOS POR AÑO

El grafico 5.1 y 5.2 muestran una tendencia decreciente en el consumo de neumáticos, tanto para la medida 40.00R57 como para la medida 44/80R57. El grafico 5.3 muestra el consolidado para los 2 tamaños donde es importante resaltar el menor consumo por año lo que significa menor gasto por año.

CONSUMO DE NEUMATICOS DE 40X57

AÑO	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CANTIDAD	241	176	194	158	194	166

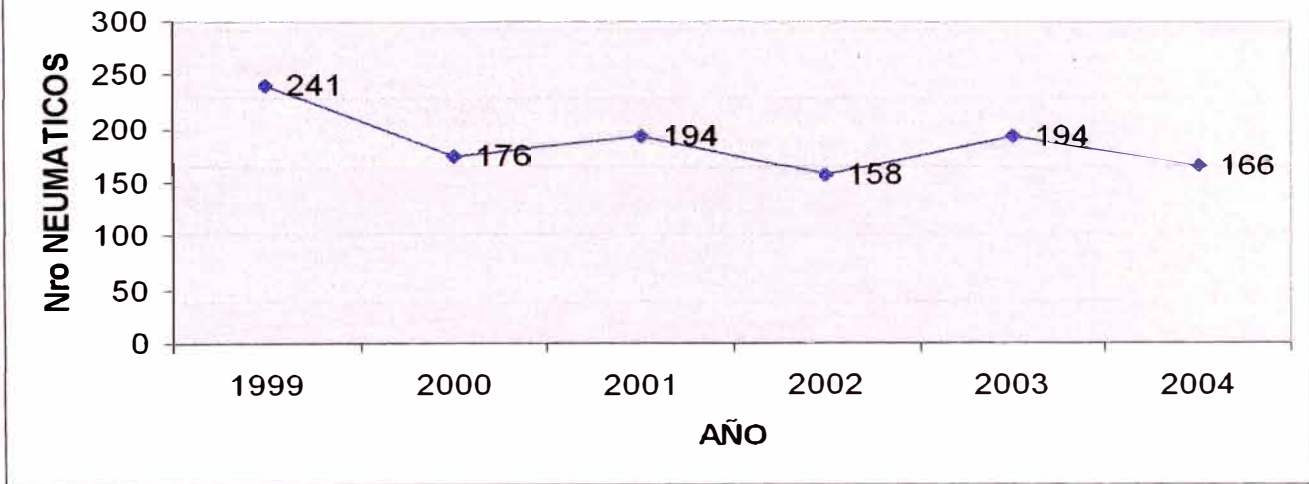
CONSUMO DE NEUMATICOS 40X57

Grafico 5.1 Consumo de neumáticos por año de la medida 40.00R57

CONSUMO DE NEUMATICOS DE 44/80R57

AÑO	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CANTIDAD	51	77	62	52	61	46

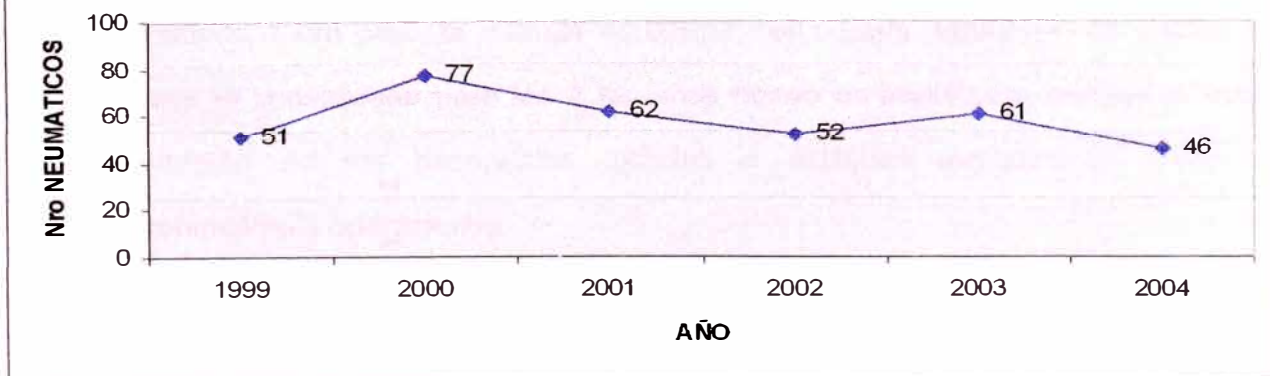
CONSUMO DE NEUMATICOS 44/80R57

Grafico 5.2 Consumo de neumáticos por año de la medida 44/80R57

CONSUMO TOTAL DE NEUMATICOS

AÑO	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CANTIDAD	292	253	256	210	255	212

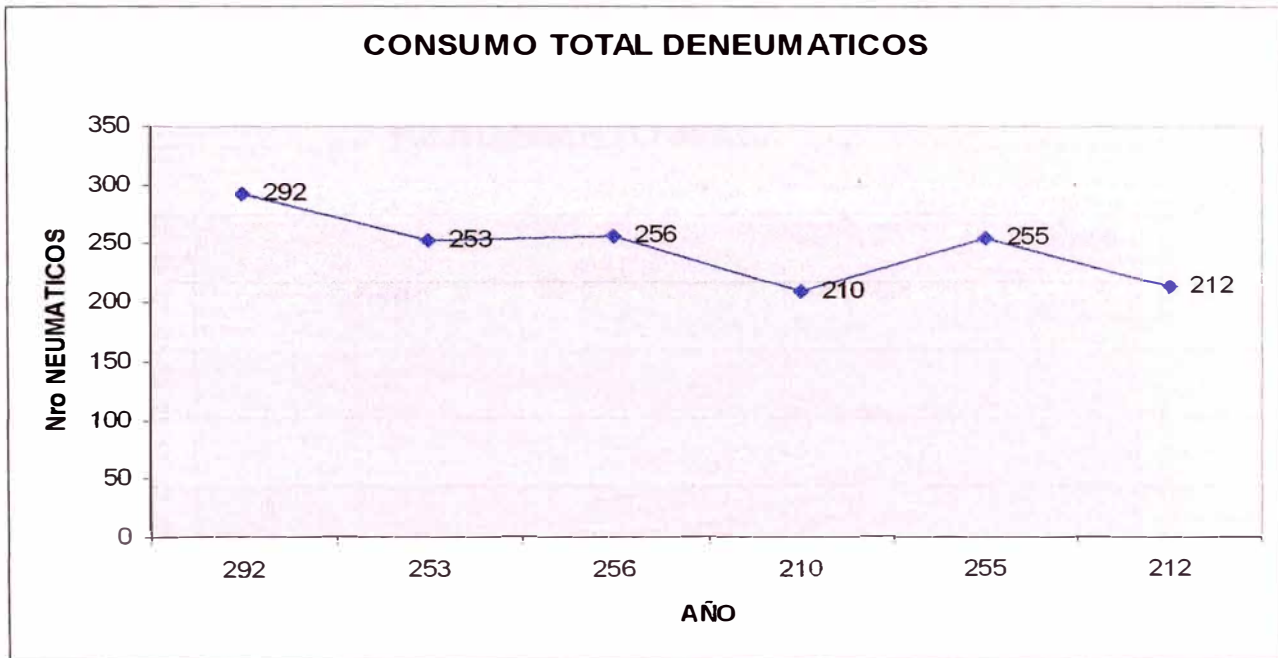


Gráfico 5.3 Consumo total de neumáticos por año

5.8 RENDIMIENTOS DE NEUMÁTICOS POR AÑO

El gráfico 5.4 y 5.5 muestran una tendencia creciente en el rendimiento de neumáticos, tanto para la medida 40.00R57 como para 44/80R57. El gráfico 5.6 muestra el consolidado para los 2 tamaños donde es importante resaltar el mayor rendimiento de los neumáticos, gracias a acciones tomadas en áreas de mantenimiento y operaciones.

RENDIMIENTO NEUMATICOS 40X57

AÑO	2001	2002	2003	2004
HORAS	3510	3782	3678	4245

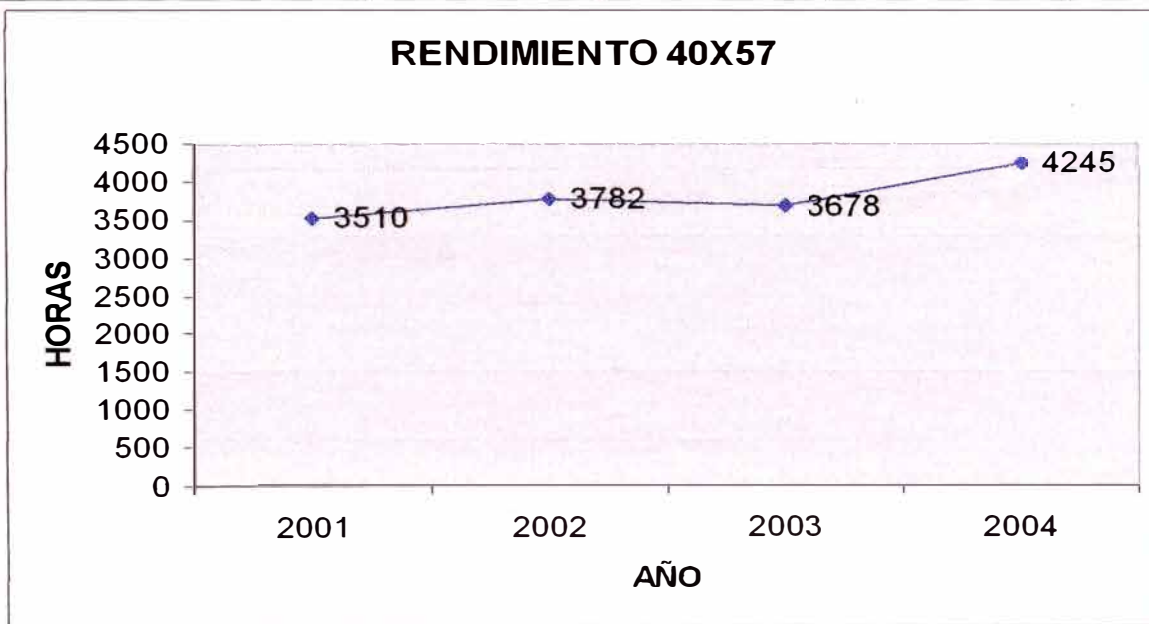


Grafico 5.4 Rendimiento de neumáticos por año de la medida 40.00R57

RENDIMIENTO NEUMATICOS 44/80R57

AÑO	2001	2002	2003	2004
HORAS	4043	5412	5661	6189

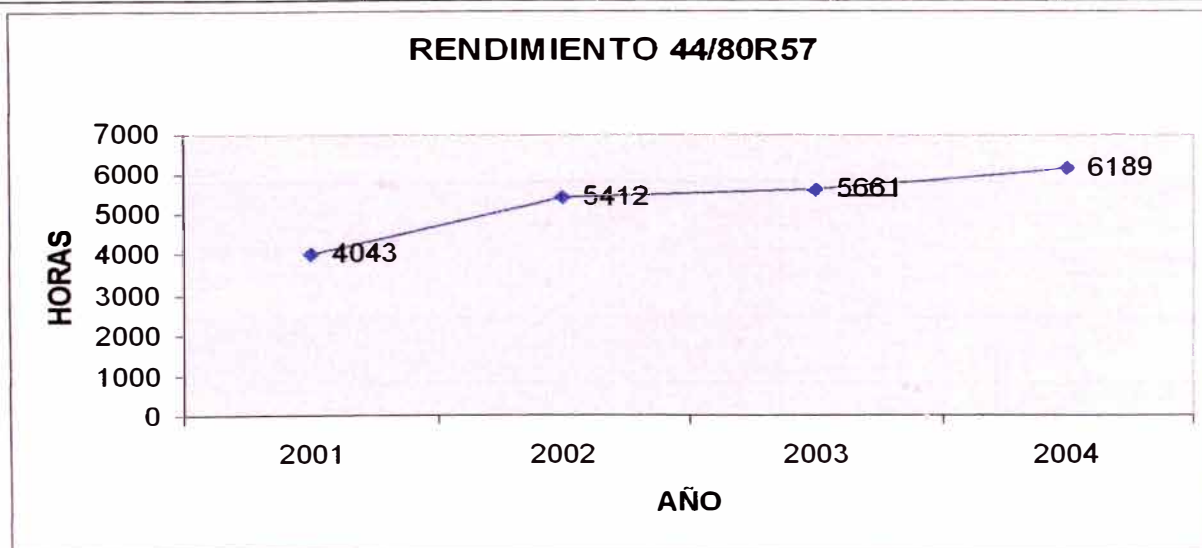


Grafico 5.5 Rendimiento de neumáticos por año de la medida 44/80R57

RENDIMIENTO TOTAL DE NEUMATICOS

AÑO	2001	2002	2003	2004
HORAS	3776,5	4597	4669,5	5217

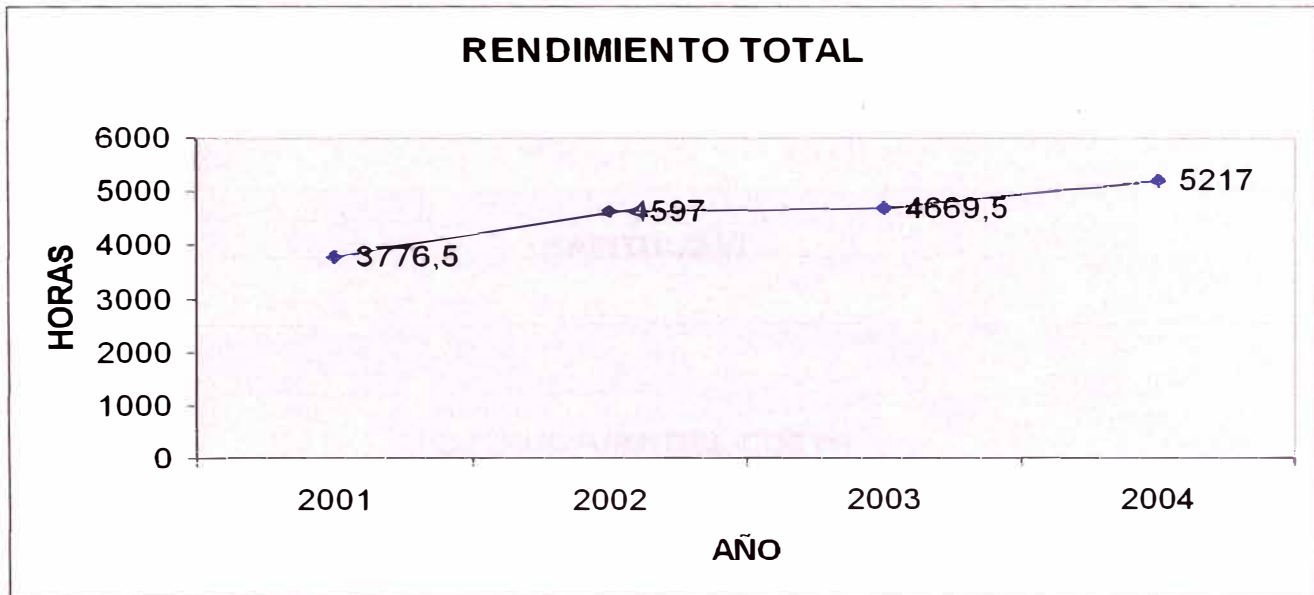


Grafico 5.6 Rendimiento total de neumáticos por año.

CAPITULO VI

ESTRUCTURA DEL COSTO

En esta sección se indican los costos relacionados con el neumático para la flota de 20 camiones marca Komatsu, modelo 830E, de 240 Toneladas de capacidad de carga; así como de los 8 camiones marca Caterpillar, modelo 793C, de 240 Toneladas de capacidad de carga.

En cualquier administración del neumático es posible hacer reducciones sustanciales del costo de operación del neumático, dependiendo del nivel de mantenimiento y operación en que se encuentra la mina, es posible establecer áreas y parámetros que mejoren el rendimiento del neumático. Los Cuadros y gráficos presentados a continuación representan; los costos que involucra, las tendencias y la evolución de los neumáticos a través de los años, esto muestra si la aplicación de las consideraciones de mantenimiento y operación del neumático están siendo utilizados para mejorar el rendimiento del neumático.

Es importante señalar que cada camión rueda sobre 6 neumáticos, 2 en la parte frontal y 4 en la parte posterior, la marca de los neumáticos utilizados son:

Camiones marca Komatsu, modelo 830E, de 240 Toneladas de capacidad de carga,
Medidas de neumático 40.00R57: marca Caterpillar, modelo 793C, de 240

- BRIDGESTONE
- MICHELIN
- GOOD YEAR.

Camiones marca Caterpillar, modelo 793C, de 240 Toneladas de capacidad de carga

_Medidas de neumático 44 / 80R57:

- Solo MICHELIN

6.1 COSTOS PRESUPUESTADOS POR AÑO

El presupuesto de neumáticos debe estar basado en función de:

- Información histórica de consumo de neumáticos por año.
- Los rendimientos por año de los neumáticos.

6.1.1 Costo De Un Neumático Para Camiones De Acarreo De 240 Toneladas

El costo del neumático de la medidas correspondientes a un camión de 240 toneladas de capacidad esta en promedio 18,000 Dólares por unidad. En un camión que utiliza 6 neumáticos, como es nuestro caso, el costo por camión esta en función del rendimiento promedio de los neumáticos (5,215 horas) y las horas de operación anual del camión (6,432 horas), esto significa 7.4 neumáticos utilizados por año, que en costo representa 133,152 Dólares por año por camión. Podemos ver que este monto es considerable y merece considerar un estudio y evaluación del rendimiento de l neumático.

6.2 CONSUMO DE NEUMÁTICOS POR AÑO

Los gráficos 5.1 y 5.2 muestran una tendencia decreciente en el consumo de neumáticos, tanto para la medida 40.00R57 como para 44/80R57. El grafico 5.3

muestra el consolidado para los 2 tamaños donde es importante resaltar el menor consumo por año lo que significa menor gasto por año.

6.3 COSTOS NEUMÁTICOS HISTÓRICOS POR AÑO

El grafico 6.1 y 6.2 muestran una tendencia decreciente en el costo de neumáticos tanto para la de medida 40.00R57 como para 44/80R57. El grafico 6.3 muestra el consolidado para los 2 tamaños donde es importante resaltar el menor costo por año lo que significa un ahorro en los gastos de mantenimiento y operación de los neumáticos.

COSTO DE NEUMATICOS 40X57 POR AÑO

AÑO	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CANTIDAD	4.097.000	2.992.000	3.298.000	2.686.000	3.298.000	2.822.000

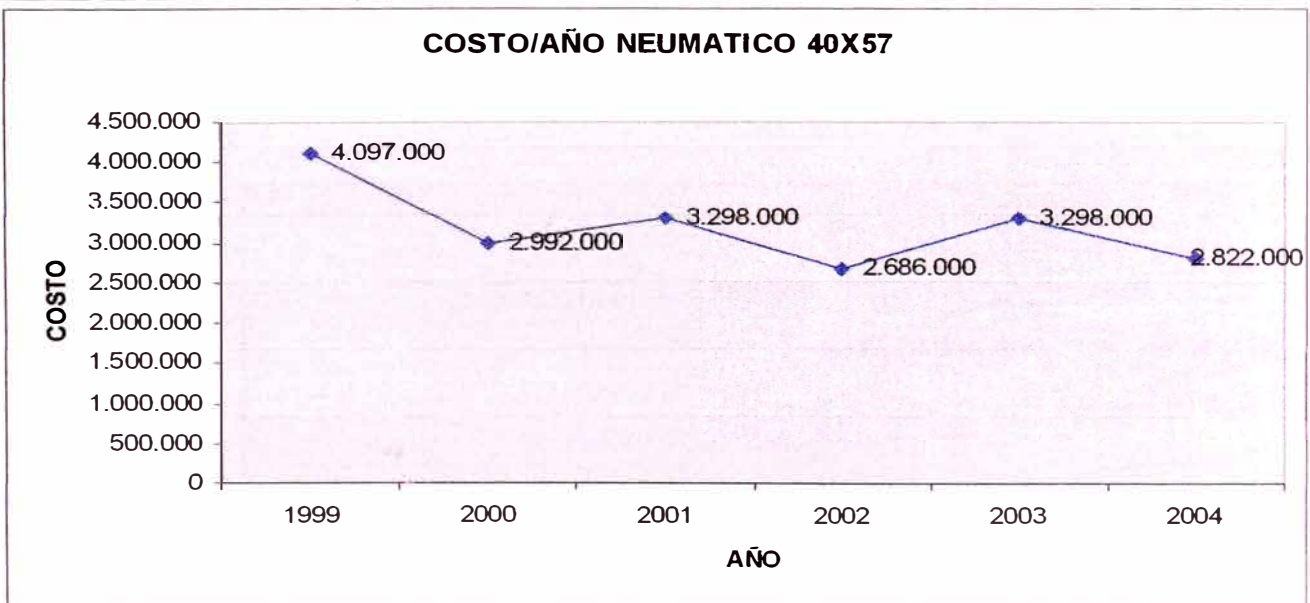


Grafico 6.1 Costo de neumáticos por año de la medida 40.00R57

COSTO DE NEUMATICOS 44/80R57 POR AÑO

AÑO	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CANTIDAD	867.000	1.309.000	1.054.000	884.000	1.037.000	782.000

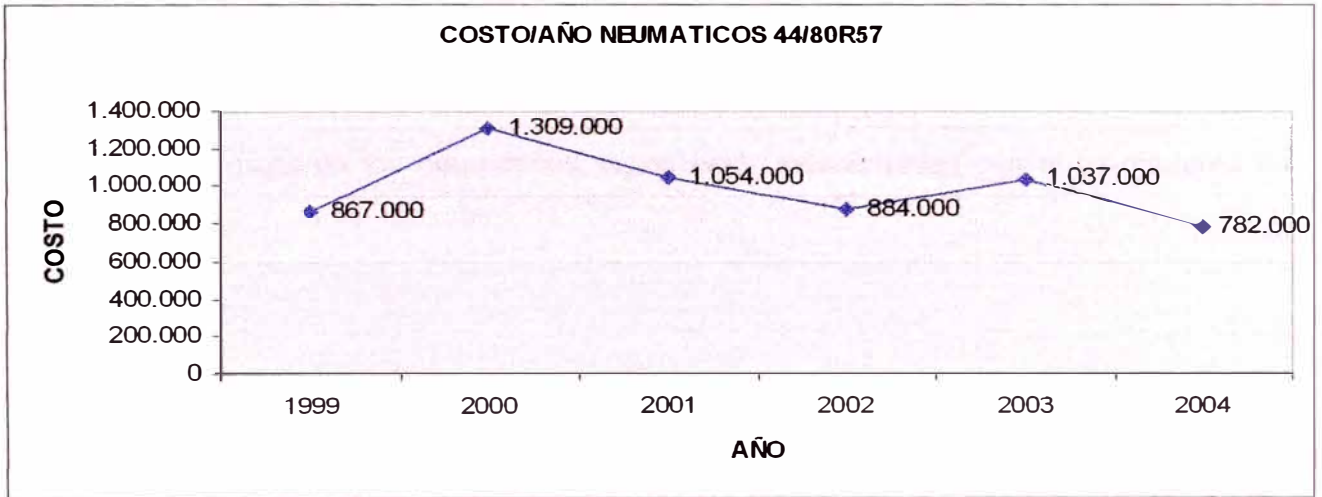


Grafico 6.2 Costo de neumáticos por año de la medida 44/80R57

COSTO TOTAL DE NEUMATICOS POR AÑO

AÑO	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CANTIDAD	4.964.000	4.301.000	4.352.000	3.570.000	4.335.000	3.604.000

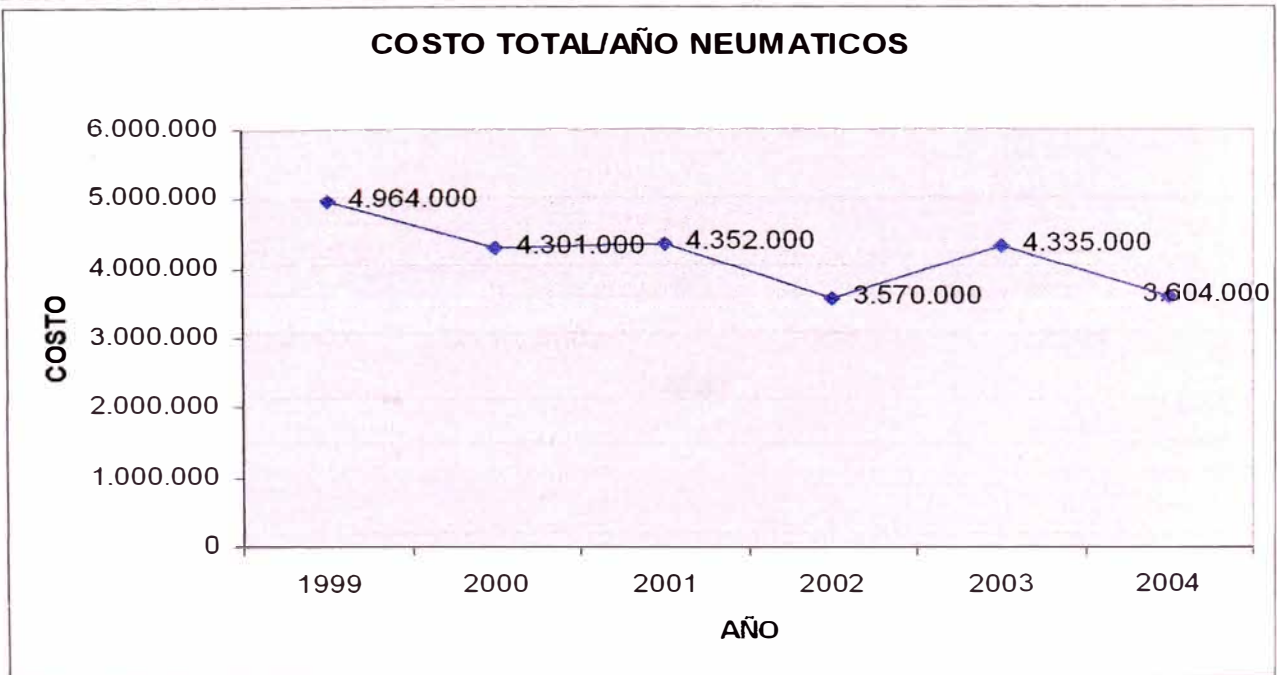


Grafico 6.3 Costo total de neumáticos por año

6.4 COSTOS DE NEUMÁTICOS POR HORA POR AÑO

Los gráficos 6.4 y 6.5 muestran una tendencia decreciente en los costos por hora de neumáticos, tanto para la medida 40.00R57 como para 44/80R57. El grafico 6.6 muestra el consolidado para los 2 tamaños donde es importante resaltar el menor costo por hora de los neumáticos, estos están relacionados con el rendimiento del neumático.

COSTO POR HORA NEUMATICOS 40X57

AÑO	2001	2002	2003	2004
\$/Hora	4,84	4,49	4,62	4,00

COSTO POR HORA NEUMATICOS 40X57

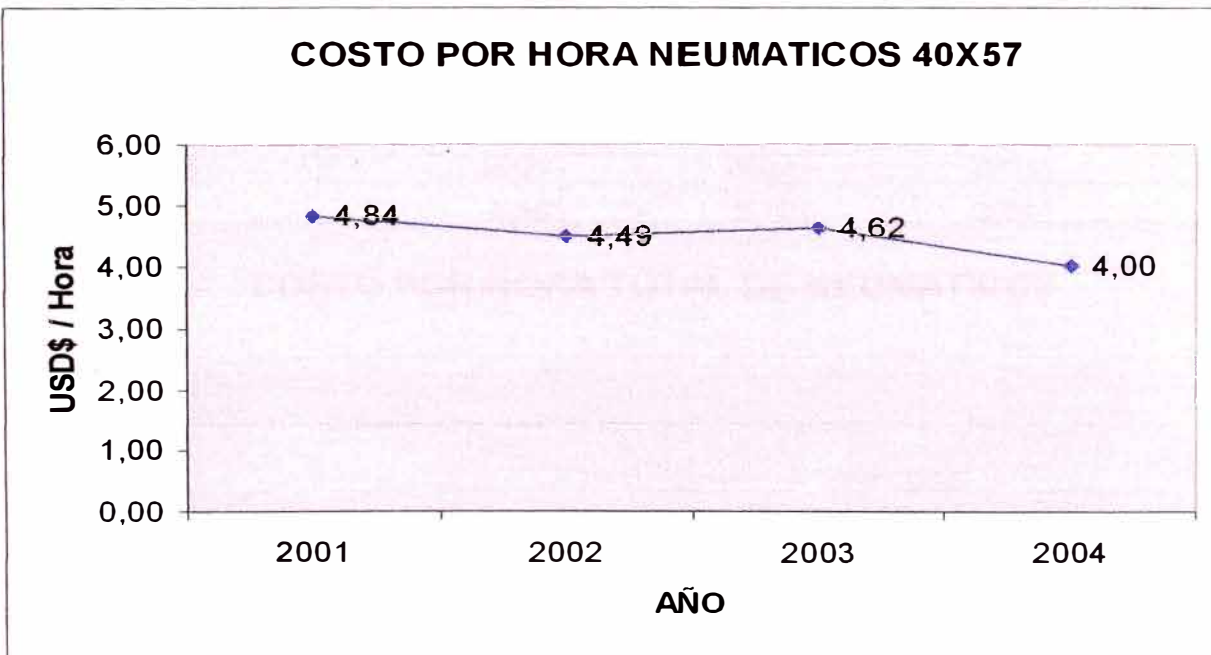


Grafico 6.4 Costo por hora de neumáticos por año de la medida 40.00R57

COSTO POR HORA NEUMATICOS 44/80R57

AÑO	2001	2002	2003	2004
\$/Hora	4,20	3,14	3,00	2,75

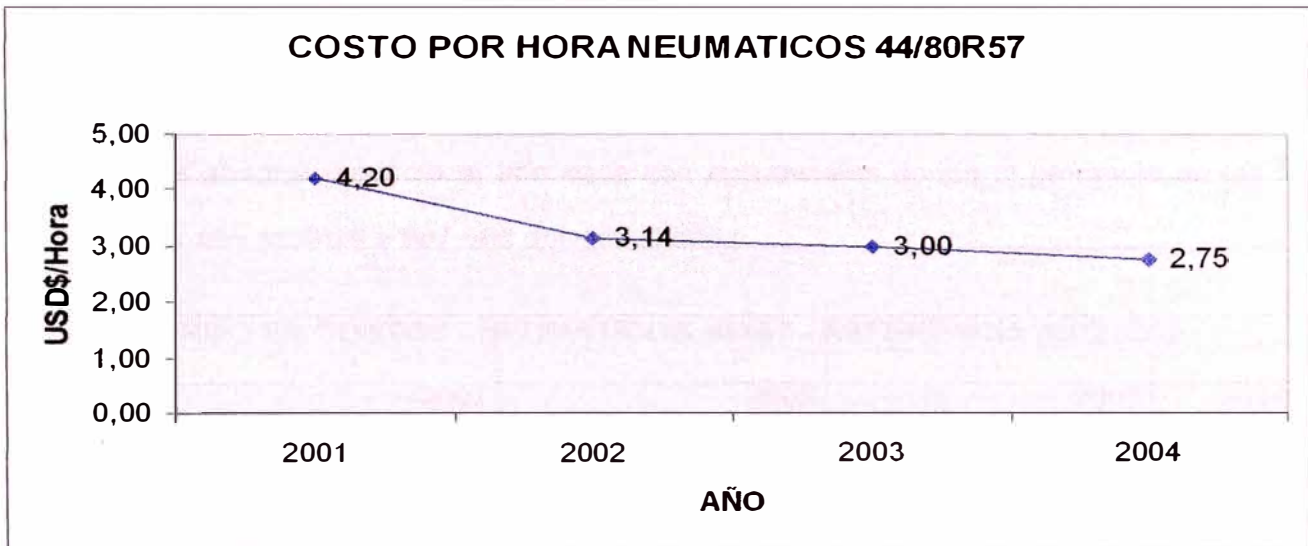


Grafico 6.5 Costo por hora de neumáticos por año de la medida 44/80R57

COSTO POR HORA TOTAL DE NEUMATICOS

AÑO	2001	2002	2003	2004
\$/Hora	4,50	3,70	3,64	3,26

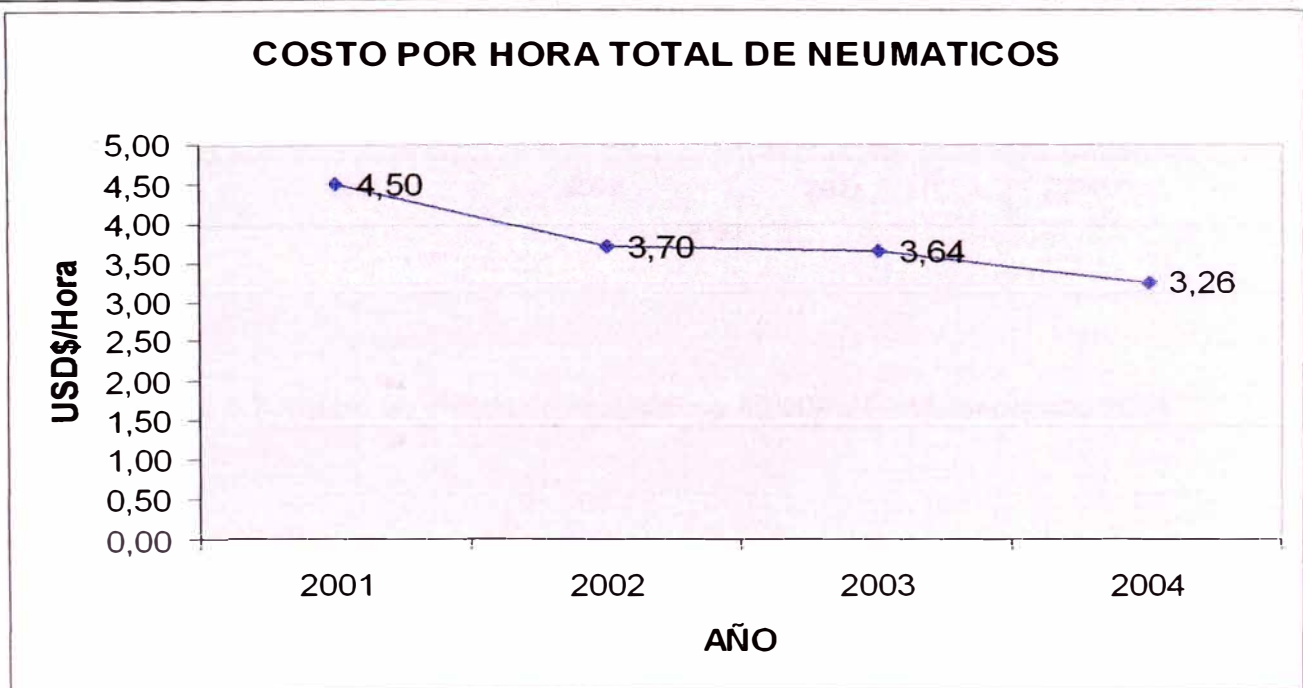


Grafico 6.6 Costo por hora del total de neumáticos por año

6.5 AHORROS EN COSTOS RESPECTO AÑO 2004

El grafico 6.7 y 6.8 muestran los ahorros obtenidos por año respecto al año base (para nuestro caso año 2004) de neumáticos, tanto para la medida 40.00R57 como para 44/80R57. El grafico 6.9 muestra el consolidado para los 2 tamaños, se observa que los ahorros respecto al año base son sustanciales donde el promedio de los 3 últimos año alcanza a 667,000 dólares al año.

AHORRO EN COSTOS - NEUMATICOS 40X57 - REFERENCIA AÑO 2004

AÑO	2001	2002	2003	2004
USD\$	582.533,95	340.565,37	428.856,85	0,00

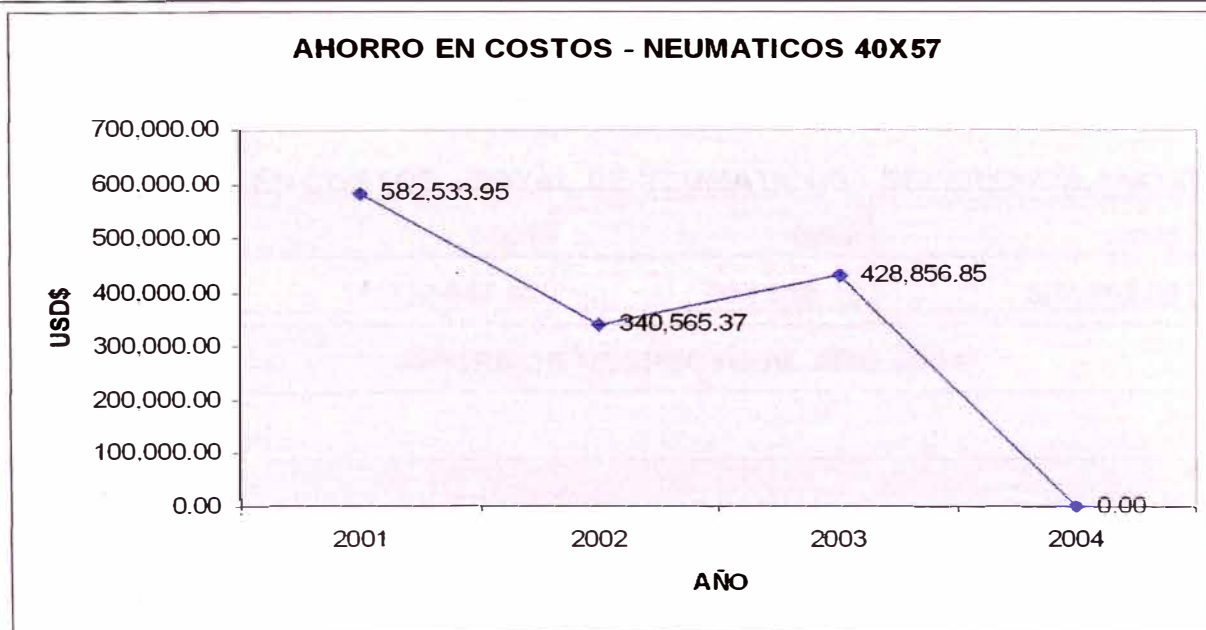


Grafico 6.7 Ahorro en costos de neumáticos 40.00R57- referencia año 2004

AHORRO EN COSTOS - NEUMATICOS 44/80X57 - REFERENCIA AÑO 2004

AÑO	2001	2002	2003	2004
USD\$	450.133,87	121.752,80	79.096,36	0,00

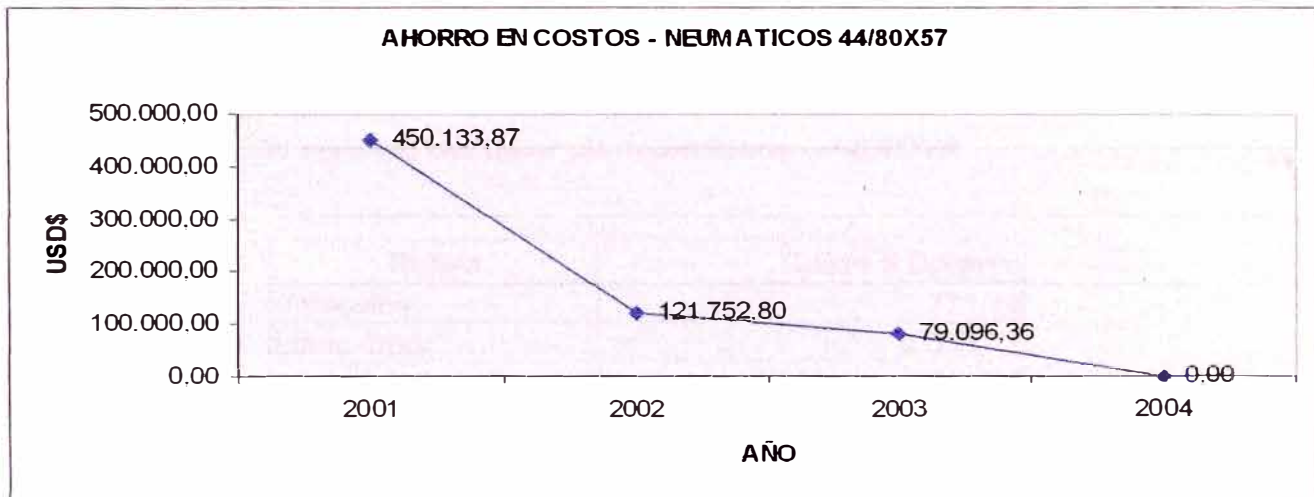


Grafico 6.8 Ahorro en costos de neumáticos 44/80R57- referencia año 2004

AHORRO EN COSTOS - TOTAL DE NEUMATICOS - REFERENCIA AÑO 2004

AÑO	2001	2002	2003	2004
USD\$	1.032.667,82	462.318,17	507.953,21	0,00



Grafico 6.9 Ahorro en costos del total de neumáticos - referencia año 2004

6.6 CUADRO DE ESTRUCTURA DE COSTOS.

- El cuadro de costo de servicio del taller de neumáticos representa los gastos por la administración del taller por un tercero (empresa contratista), en ella se muestra los diferentes rubros para la operación del taller.

a) Costo del servicio del taller de neumáticos – RENOVA

Rubro	Costo \$ Dolares
Vehiculos	771,16
Mano Obra	9.596,71
Herramientas	441,76
Costos Varios	1.481,24
Gastos Utilidad	1.229,09
Total	13.519,95
Total por año	162.239,45

- El cuadro de costo de mantenimiento presupuestado en volquetes, muestra los costos relacionados solamente al departamento de Mantenimiento, es importante hacer notar que el costo de neumáticos representa el 20.70% del costo total de la flota volquetes.

Es importante mencionar que el costo del servicio del taller es el 1 % del costo total.

b) Costo de mantenimiento presupuestado en volquetes

Equipo	NEUMATICOS	MANTENIMIENTO	ELECTRICO	TOTAL	%Costo Neum
Volquete 830E	2.466.000	6.926.938	1.354.456	10.747.394	22,95%
Volquete 793C	900.000	4.610.436	816	5.511.252	16,33%
Total costos	3.366.000	11.537.374	1.355.272	16.258.646	20,70%

CONCLUSIONES

1. Los volquetes D830E (16V, 20V) de la pala 02, bajo la configuración actual de recorrido, o a distancias mayores, deben de usar llantas delanteras tipo B. De los 3 tipos de llantas 40.00R57, que cumplen con un TKPH mayor, la B4, no acepta velocidades medias mayores a 20KM/h. Serían apropiadas las llantas XKD1B y XRD1B. La XR posee una escultura de ranuras ondeadas horizontales, cual no es típico en minería a cielo abierto.
2. Cuando la pala 02, se encuentra trabajando en la zona superior Este, nvs 3655-3595, los volquetes D830E en general, podrían usar llantas tipo A, ya que su TKPH es menor al de la llanta XKD1A (768), para ambos casos de distancias óptimas y críticas.
3. Los volquetes D830E-20V de la pala 01 pueden usar llantas tipo A. Si se tuviesen ciertas unidades fijas en la pala 01, se recomendaría usar este tipo de llantas; pero, si estas unidades se intercambian constantemente con la pala 02, es el caso actual; se recomendaría, que todos los volquetes D830E tengan llantas delanteras tipo B.
4. Los volquetes D445E-12V poseen una variedad grande de llantas 30.00R51 que cumplen con el TKPH mayor para 2004; no obstante, se pueden ir descartando la A4 y B4, por velocidades medias inferiores a las actuales. Es preferible, tener una llanta con cocada D1 (50% más de espesor que la cocada normal). Las opciones a utilizarse

podrían ser XKD1A, XKD1B ó XHD1A, XHD1B. En realidad, el tipo de escultura y el factor costos, darían la decisión final.

5. Las llantas traseras de cualquier volquete podrían trabajar eficientemente con una llanta de tipo A, de acuerdo a los resultados.
6. Existe una cierta diferencia con respecto a las presiones calculadas y las que actualmente utilizamos. Normalmente, usamos una presión Standard de 100 psi para llantas delanteras y 95 psi para las traseras. Sin embargo, estas presiones se encuentran en función de la velocidad de los volquetes y el peso máximo cargado. Las presiones calculadas han sido derivadas de una regresión lineal que cumple con los valores dados por Michelin.
7. En realidad y de acuerdo a lo expuesto, cuando se intercambian volquetes entre la pala 01 y 02, se debería de hacer un reajuste de presiones.
8. La estimación de TKPH y presiones se encuentra bajo el archivo c:/user/eol/http.xls y puede ser utilizado para cualquier configuración de recorrido, peso, velocidades, ciclos/guardia, temperaturas, etc.

RECOMENDACIONES

- 1) Recomendamos mejorar el control de presiones con un estudio costo – beneficio de un sistema de control computarizado de la presión/temperatura.
- 2) Se recomienda mantener un buen hermetismo y sellado en la base del aro del neumático, que dará un resultado positivo en el rendimiento del neumático y ayudara a mantener la base de los aros en buenas condiciones.
- 3) Se recomienda tener en cuenta las cadenas de seguridad en el inflado de neumáticos.
- 4) El proyecto para optimizar la gestión de neumáticos considera mejoras que requieren una inversión mínima, estos gastos son difícilmente aprobados por la gerencia, Esta situación en algunos aspectos hace retroceder en lo avanzado a la fecha. Un mejor informe de los logros obtenidos debe ser presentado para demostrar la importancia del proyecto.
- 5) El contrato de tercerizacion del manejo del taller debe ser revisado anualmente, esto mejorara la gestión del taller, porque el contratista podrá informar de las dificultades que presenta en el trabajo y las herramientas que necesita para mejorar. Tenemos el

caso donde una empresa no se siente motivada para realizar una gestión eficiente a causa de una mala negociación del costo del manejo del taller.

BIBLIOGRAFIA

1. Empresa KOMATSU - Specifications and Application Handbook -
Edición 21 - Editorial DataKom.
2. Empresa CATERPILLAR - Manual de rendimiento CATERPILLAR - Edición 31 - Editorial
Caterpillar Inc.
3. Walter W. Kaufman and James C. Ault - Design of Surface Mine Haulage - Roads -
Edición Información Circular 8758 - Año 2002.
5. MSHA Handbook Series - Haul Road Inspection Handbook - Edición Handbook Number
PH99-I-4 / June 1999 - Año 2002.
6. Gordon, D.M. and Cutler, A.T - Proper Tire Management Reduces Tire Costs - Editorial
Proceedings Australasian Institute of Mining and Metallurgy – Edición Nro286, June
1983.
7. Empresa OTRACO International Pty Ltd - Reportes de la Empresa OTRACO - Editorial
Propiedad de Empresa OTRACO Pty Ltd. - Edición Reportes de internet, dirección,
<http://www.otraco.com>.

8. Empresa RENOVA - Estudio Técnico para la determinación del TKPH y selección de neumáticos adecuados - Editorial Estudio propiedad de la Empresa Renova - Edición 26 de Julio de 1999.
9. Empresa Aros del Pacifico S.A. - Catalogo de Aros y sus componentes para maquinaria minera, construcción e industrial - Edición Number 102, January 2001 - Editorial Propiedad de la Empresa Aros del Pacifico.
10. Empresa BRIDGESTONE - Comparative Tread Designs, Off The Road Tires – Editorial Off-The Road tire Sale Department, BRIDGESTONE - Edición Bridgestone Corporation 1999.
10. Empresa BRIDGESTONE - Tecnical Data, Off The Road Tires - Editorial Off-The Road tire Sale Department, BRIDGESTONE - Edición Bridgestone Corporation 1999
11. Empresa Michelin - Informaciones Técnicas, Obras Públicas y Minería – Editorial Area de servicios Michelin - Edición Edición Nro 18 - Año 2001
12. Edward H. Hartmann - Como desarrollar y utilizar el mantenimiento Preventivo/Predictivo (PM/PDM) en su planta – Editorial INTERNATIONAL TPM INSTITUTE, INC - Edición 1994.
13. L.C. MORROW - Manual de Mantenimiento Industrial - Compañía editorial Continental, S. A. de C. V., México - Tomo I: Organización de programas de mantenimiento - Tomo II: Mantenimiento de equipos mecánicos y eléctricos, y de servicios - Tomo III: Mantenimiento de equipos de transporte - Edición Décima impresión 1986

ANEXOS

ANEXO A

- Control Del Mantenimiento Y Operación Neumático.
- Cartilla 5.1 Inspección Pre-Operativo
- Cartilla 5.2 Inspección De Carreteras, Botaderos Y Stock
- Cartilla 5.3 Inspección Y Control De Presiones En Camiones Y Cargador
- Cartilla 5.4 Inspección Y Control De Remanente
- Cartilla 5.5 Inspección Y Control De Cortes En Campo / Grifo
- Cartilla 5.6 Inspección Y Control De Torques

INSPECCION PRE-OPERATIVA



Equipo N° _____
 Fecha : _____

	ESTADO	OBSERVACIONES
1 Control de presiones		
2 Control de taponres y Válvulas		
3 Control de Esparragos		
4 Control de sapos		
5 Control de suspensiones		
6 Control de convergencias		
7 Control de tuercas y/o pernos		
8 Control de torques		
9 Control de cortes		
10 Control de votapiedras		
11 Llenado de datos de neumatico		
12 Llenado de número de aro		
13 Inspección de tuberías de freno (Komatsu)		
14 Inspeccion de algun elemento dentro del wheel		

Pos.	Presion	Remanente	Observacion
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Pos.	Suspension	
	Alta/Baja	Carrera
1		
2		

Pos.	Converg./Diverg.	
	Delantera	Posterior
1		
2		

RESPONSABLES

FIRMA

1 _____
 2 _____
 3 _____
 4 _____



FORMATO DE CONTROL DE VIAS, BOTADEROS Y STOCK

FECHA				PERSONAL				RESPONSABLE	
	LUGAR	BIEN	MEDIO	MALO	OBSERVACION	MOTIVO	MEDIDA CORRECTIVA RENOVA		
PLALA 1	ACCESO								
	PISO								
PLALA 2	ACCESO								
	PISO								
PLALA 3	ACCESO								
	PISO								
PLALA 4	ACCESO								
	PISO								
PALA 15	ACCESO								
	PISO								
STOCK 5									
STOCK 5 %									
STOCK 24									
STOCK 25									
BOTADERO 4									
RAMPA SUR									
RAMPA NORTE									
RAMPA OVALO AL GRIFO									

Cartilla 5.2 Inspección de vías, botaderos y stock

CONTROL DE PRESIONES CAMIONES Y CARGADOR

EQUIPO	MC		BS	
	DEL	POS	DEL	POS
830E	FRIO			
	CAL.			
793C	FRIO			
	CAL.			

EQUIPO	MC		BS		FIRESTONE	
	DEL	POS	DEL	POS	DEL	POS
WB	FRIO					
	CAL.					
LT1	FRIO					
	CAL.					



TURNOS : A B C

FECHA :

VQC	1	2	3	4	5	6	OBSERVACIONES
60							
61							
62							
63							
64							
65							
66							
67							
68							
69							
70							
71							
72							
73							
74							
76							
77							
78							
88							
89							
C-80							
C-81							
C-82							
C-83							
C-84							
C-85							
C-86							
C-87							
LT-1							

OBSERVACIONES : _____

NOMBRE DEL OPERADOR

CONTROL DE REMANENTES DE CAMIONES Y CARGADOR

EQUIPO	NUEVAS	
	MC	BS
830E		
793C		



TURNO : A B C

FECHA :

VQC	1	2	3	4	5	6	OBSERVACIONES
60							
61							
62							
63							
64							
65							
66							
67							
68							
69							
70							
71							
72							
73							
74							
76							
77							
78							
88							
89							
C-80							
C-81							
C-82							
C-83							
C-84							
C-85							
C-86							
C-87							
LT-1							

OBSERVACIONES : _____

NOMBRE DEL OPERADOR

Cartilla 5.4 Inspección y control de remanente



CONTROL DE CORTES CAMPO / GRIFO

NOMBRE :

FECHA :

TURNO :

CONTROL DE CORTES Y OTRAS AVERÍAS

VQC	POS. 1			POS. 2			POS. 3			POS. 4			POS. 5			POS. 6		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
-																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		

Leyenda :

1	CBR/S = Corte en banda de rodamiento / superficial (N) Nuevo (A) Antiguo
2	CBR/TC = Corte en banda de rodamiento / toca cuerda (N) Nuevo (A) Antiguo
3	CBL/S = Corte en banda lateral / superficial (N) Nuevo (A) Antiguo
4	CBL/TC = Corte en banda lateral / toca cuerda (N) Nuevo (A) Antiguo
5	CH/S = Corte en el hombro / superficial (N) Nuevo (A) Antiguo
6	Principio de desgaste
-	Desgaste
8	Desgaste severo
9	Rajadura de Aro
10	Fuga por plton

11	Correccion de Fuga por la Base
12	Colocado de tapa valvulas
13	Rajadura de pestaña interna
14	Rajadura de pestaña externa
15	Rajadura de corbata
16	Desprendimientos (H) (BR) (F)
17	Separac. De cuerdas
18	Desprendimiento del Spot
19	CT = Corte en Talon (N)Nuevo (A)Antiguo
20	TC = Toca cuerda sin numero

Cartilla 5.5 Inspección y control de cortes en campo / grifo



RENOVA
EN REPOSCER

CONTROL DE TORQUES POR UNIDAD

UNIDAD

FECHA DE MOVIMIENTO
 DE LLANTA

POSICION 1

	FECHA	HORA	TURNO	ESTADO	TUERCAS QUE FALTAN	PERSONAL
PRIMERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEGUNDO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TERCERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
CUARTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

POSICION 2

	FECHA	HORA	TURNO	ESTADO	TUERCAS QUE FALTAN	PERSONAL
PRIMERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEGUNDO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TERCERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
CUARTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

POSICION 3

	FECHA	HORA	TURNO	ESTADO	TUERCAS QUE FALTAN	PERSONAL
PRIMERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEGUNDO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TERCERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
CUARTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
QUINTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEXTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

POSICION 4

	FECHA	HORA	TURNO	ESTADO	TUERCAS QUE FALTAN	PERSONAL
PRIMERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEGUNDO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TERCERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
CUARTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
QUINTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEXTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

POSICION 5

	FECHA	HORA	TURNO	ESTADO	TUERCAS QUE FALTAN	PERSONAL
PRIMERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEGUNDO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TERCERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
CUARTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
QUINTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEXTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

POSICION 6

	FECHA	HORA	TURNO	ESTADO	TUERCAS QUE FALTAN	PERSONAL
PRIMERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEGUNDO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TERCERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
CUARTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
QUINTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEXTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	OK <input type="checkbox"/> FALTA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

ANEXO B

CONSIDERACIONES SOBRE LA SEGURIDAD EN EL MANTENIMIENTO MECANICO DE NEUMATICOS

Es política de toda empresa cuidar los intereses de los trabajadores, de los equipos y de sus intereses propios, tomando como premisa este compromiso y siendo la administración del neumático un área de mucho riesgo, es que se deben establecer procedimientos claros, que pueda ser entendido por todos los trabajadores. La mina Cuajone no escapa a esta consideración, es por eso que se ha trabajado bastante en los procedimientos para las diferentes actividades que se ejecutan para un buen servicio, con seguridad y eficiencia.

La seguridad esta presente en toda actividad y es parte de la conciencia de los trabajadores, es rigurosa con los procedimientos que evitan, reducen y controlan cualquier riesgo previsible al recurso humano y material.

El entrenamiento orientado a la seguridad es importante para reducir los riesgos de perdidas, como temas principales y de necesidad inmediata son los siguientes:

- Gerencia del riesgo.
- Trabajos con seguridad en un taller de neumáticos.
- Medidas locales de control del riesgo.
- La seguridad de trabajos con equipos y herramientas.
- Maniobras con manipuladores de neumáticos.

ANEXO C

CALCULO DEL TKPH DE LOS CAMIONES KOMATSU 830E CON NEUMATICOS 40R57

Adjunto se encontrara la estimación del TKPH por trimestres para 2004. Así mismo, se encuentra dicha estimación con respecto a Marzo 2004. Se ha considerado las diversas configuraciones de recorrido y el tipo de volquete.

C1. CONSIDERACIONES Y SUPOSICIONES

A continuación se menciona algunas consideraciones y suposiciones:

1. Se ha estimado el TKPH, usando el método Michelin, cual a diferencia del Bridgestone, incluye 2 factores que dependen de la longitud de recorrido y la temperatura máxima ambiental. Tener en cuenta que T es tonelada métrica.
2. La velocidad y peso de los volquetes para diversas configuraciones de recorrido de Marzo 2004 será la misma para el resto del año.
3. No habrá demoras mayores a 1 hora, por lo que la duración de la guardia se ha considerado como 8 horas (acorde al método Michelin).
4. La distribución del peso del material corresponde a la misma proporción dada por información técnica de los volquetes a capacidad máxima.
5. Las temperaturas máximas ambientales proyectadas provienen de las correspondientes a 1999 (información de Hidrología).
6. El sobrepeso estimado es de 10% para los de pala 01 (mineral, mayormente). Ello influye en el cálculo de presiones.
7. Las distancias mínimas y máximas de recorrido en los siguientes trimestres han sido proporcionadas por Ingeniería Mina. Se ha asumido que la velocidad de los volquetes en subida/bajada, de la pala 02, en los niveles. 3595E al 3655E, hacia el botadero 3735 SE, es igual a la velocidad de los volquetes de la pala 01. Así

mismo, se ha estimado un factor de carga del volquete cuando la pala se encuentra en esta zona (Aglomerado inferior).

8. El número de ciclos por guardia corresponde a la posibilidad máxima; es decir, sin demoras mecánicas-eléctricas ni tiempo SB, dentro de un tiempo máximo de operación de 440 minutos (480, excluyendo rancho y CG).
9. Un tipo de llanta es conveniente si su TKPH es mayor al del calculado. Si existen varios tipos de llanta convenientes, se seleccionará aquella cuya escultura se adapte mejor a nuestro tipo de terreno.

C2. CALCULO DEL TKPH

Para el cálculo del TKPH (Tonelada Kilómetro por Hora) se toma en consideración los valores definidos por el fabricante y los datos tomados en la simulación de la operación futura del equipo, como distancias, tiempos y movimientos. Esta información es ingresada al sistema computarizado para obtener resultados de TKPH que sirven como referencia en la selección del neumático correcto.

A continuación se muestran los resultados obtenidos para el periodo.

Determinación Del Tkph Para Llantas

Dresser D830e- 240 Tcs

Tamaño De Llanta: 40.00r57

Motor Diesel 20v-149tib

1. Unidades: 64,65, 66, 67, 68

Variables:

Estadística Marzo "04

Pala	: 01 – Hb	Peso De Carga	: 235 St
Tipo De Llanta/Terreno (*)	: B	Peso Volquete Vacio:	154.188 Tm
Longitud Del Ciclo (Km.)	: 5.2	Eje Delantero	: 72.949
Tm			
Duración Del Ciclo (Min.)	: 20	Eje Trasero	: 81.239
Tm			
Duración De La Guardia (Hrs.) (**)	: 8	Peso Volq. Cargado	: 367.379 Tm

Número De Ciclos/Guardia (Máx.) Tm	: 22	Eje Delantero	: 122.622
Temper. Max. Ambiente (°C) Tm	: 20	Eje Trasero	: 244.756
Sobrepeso Máximo De Carga	: 10%	259 St	

Peso Añadido Por Motor 20v = 3.186 Tm, Distribuido 100% Al Eje Delantero

(*) Tipo De Llanta/Terreno:

Tipo A: Particularmente Resistente A Los Cortes, Arrancamientos Y Abrasión.

Tipo A4: Suelos Agresivos (Cortes, Arrancamientos), Indicado Para Un Rendimiento Óptimo.

Tipo B: Muy Resistente Al Calentamiento, Largos Trayectos Y Rodaje Intensivo.

Tipo B4: Resistente A La Abrasión Y Al Calentamiento Sobre Suelos Con Débil Agresividad.

Tipo C: Particularmente Adaptado A Los Rodajes Muy Rápidos En Ciclos Largos.

(**): Duración De La Guardia Incluye Todas Las Demoras Menores A 1 Hora

Diseños De Llantas Disponibles En 40.00r57:

X Kd1a Tkph = 768 X = Radial Michelin

X Kd1b4 Tkph = 960 K,R = Tipo De Escultura

X KD1B TKPH = 1152 D1 = ESPESOR COCADA, D1 = Normal*1.5; D2 = Normal*2.5

X RD1B TKPH = 1152 A, B, C = TIPO DE LLANTA; A4, B4 = COMBINACIONES

NOTA:

SI TKPH LLANTA > TKPH real explotación: la llanta CONVIENE

SI TKPH LLANTA < TKPH real explotación: la llanta NO CONVIENE

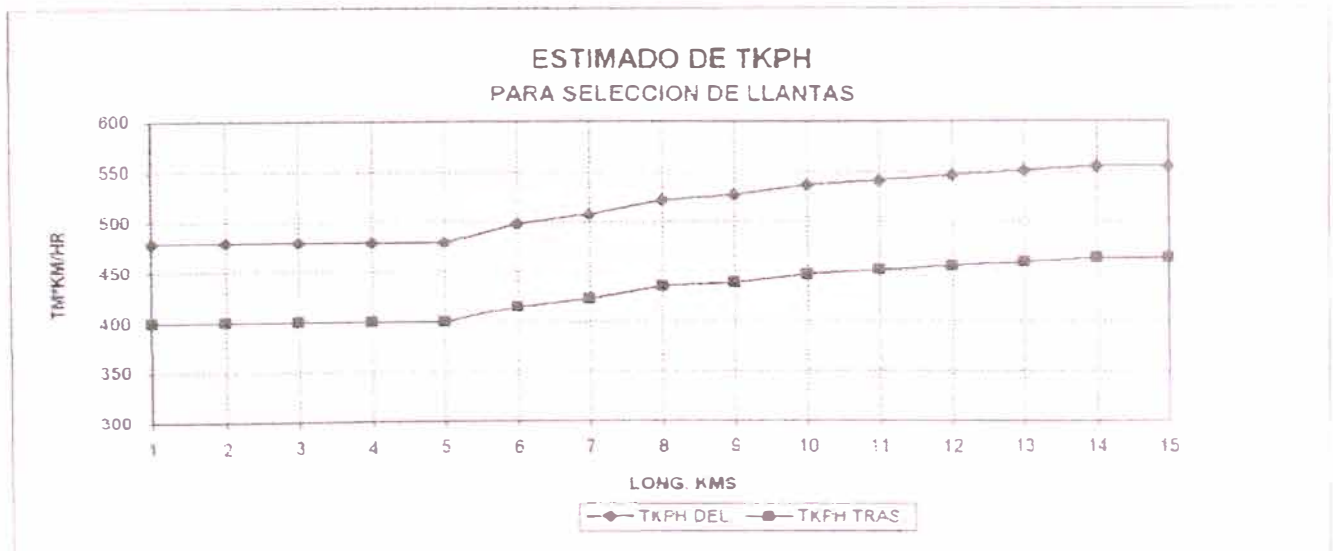
LLANTA DELANTERA		LLANTA TRASERA	
PESO/LLANTA DELANTERA VACIO: 36.47 TM		PESO/LLANTA DELANTERA VACIO: 20.31 TM	
PESO/LLANTA DELANTERA CARG. : 61.31 TM		PESO/LLANTA TRAS. CARG. : 61.19 TM	
Qm DELANTERO	: 48.89 TM	Qm DELANTERO	: 40.75 TM
Vm	: 14:30	Vm	: 14:30
Km/hra		Km/hra	
TKPHcb explotación de base	: 699.17	TKPHcb explotación de base	: 582.72
Tm*Km/hr		Tm*Km/hr	
Factor K1	: 1.00	Factor K1	: 1.00
Factor K2	: 0.685	Factor K2	: 0.685
TKPH real explotación	: 479	TKPH real explotación	: 399
Tm*Km/hr		Tm*Km/hr	
Presión recomendable llanta Michelin : 87 psi		Presión recomendable llanta Michelin : 93 psi	

Velocidad Máxima cargado: 30Km/hr

TKPH A DIFERENTES DISTANCIAS DE ACARREO

* Asumiendo la misma Vm para diferentes distancias

DIST Kms	Vm Km/hr	TKPHcb D	TKPHcb T	K1	K2	TKPH DEL	TKPH TRAS
1	14.30	699.17	582.72	1.00	0.685	479	399
2	14.30	699.17	582.72	1.00	0.685	479	399
3	14.30	699.17	582.72	1.00	0.685	479	399
4	14.30	699.17	582.72	1.00	0.685	479	399
5	14.30	699.17	582.72	1.00	0.685	479	399
6	14.30	699.17	582.72	1.04	0.685	498	415
7	14.30	699.17	582.72	1.06	0.685	508	423
8	14.30	699.17	582.72	1.09	0.685	522	435
9	14.30	699.17	582.72	1.10	0.685	527	439
10	14.30	699.17	582.72	1.12	0.685	537	447
11	14.30	699.17	582.72	1.13	0.685	541	451
12	14.30	699.17	582.72	1.14	0.685	546	455
13	14.30	699.17	582.72	1.15	0.685	551	459
14	14.30	699.17	582.72	1.16	0.685	556	463
15	14.30	699.17	582.72	1.16	0.685	556	463



Dresser D830e- 240 Tns**Tamaño De Llanta: 40.00r57****Motor Diesel 20v-149tib****3. Unidades: 64,65, 66, 67, 68****Variables:****Estadística Marzo "04**

Pala	: 01 – 3419	Peso De Carga	: 235 St
Tipo De Llanta/Terreno (*)	: B	Peso Volquete Vacio:	154.188 Tm
Longitud Del Ciclo (Km.) Tm	: 13.3	Eje Delantero	: 72.949
Duración Del Ciclo (Min.) Tm	: 32	Eje Trasero	: 81.239
Duración De La Guardia (Hrs) (**)	: 8	Peso Volq. Cargado	: 367.379 Tm
Número De Ciclos/Guardia (Max.) Tm	: 14	Eje Delantero	: 122.622
Temper. Max. Ambiente (°C) Tm	: 20	Eje Trasero	: 244.756
Sobrepeso Máximo De Carga	: 10%	259 St	

Peso Añadido Por Motor 20v = 3.186 Tm, Distribuido 100% Al Eje Delantero

(*) Tipo De Llanta/Terreno:

Tipo A: Particularmente Resistente A Los Cortes, Arrancamientos Y Abrasión.

Tipo A4: Suelos Agresivos (Cortes, Arrancamientos), Indicado Para Un Rendimiento Óptimo.

Tipo B: Muy Resistente Al Calentamiento, Largos Trayectos Y Rodaje Intensivo.

Tipo B4: Resistente A La Abrasión Y Al Calentamiento Sobre Suelos Con Débil Agresividad.

Tipo C: Particularmente Adaptado A Los Rodajes Muy Rápidos En Ciclos Largos.

(**): Duración De La Guardia Incluye Todas Las Demoras Menores A 1 Hora

Diseños De Llantas Disponibles En 40.00r57:

X Kd1a	Tkph = 768	X	= Radial Michelin
X Kd1b4	Tkph = 960	K,R	= Tipo De Escultura
X Kd1b Normal*2.5	Tkph = 1152	D1	= Espesor Cocada, D1 = Normal*1.5; D2 =
X Rd1b	Tkph = 1152	A, B, C	= Tipo De Llanta; A4, B4 = Combinaciones

Nota:

Si Tkph Llanta > Tkph Real Explotación: La Llanta Conviene
Si Tkph Llanta < Tkph Real Explotación: La Llanta No Conviene

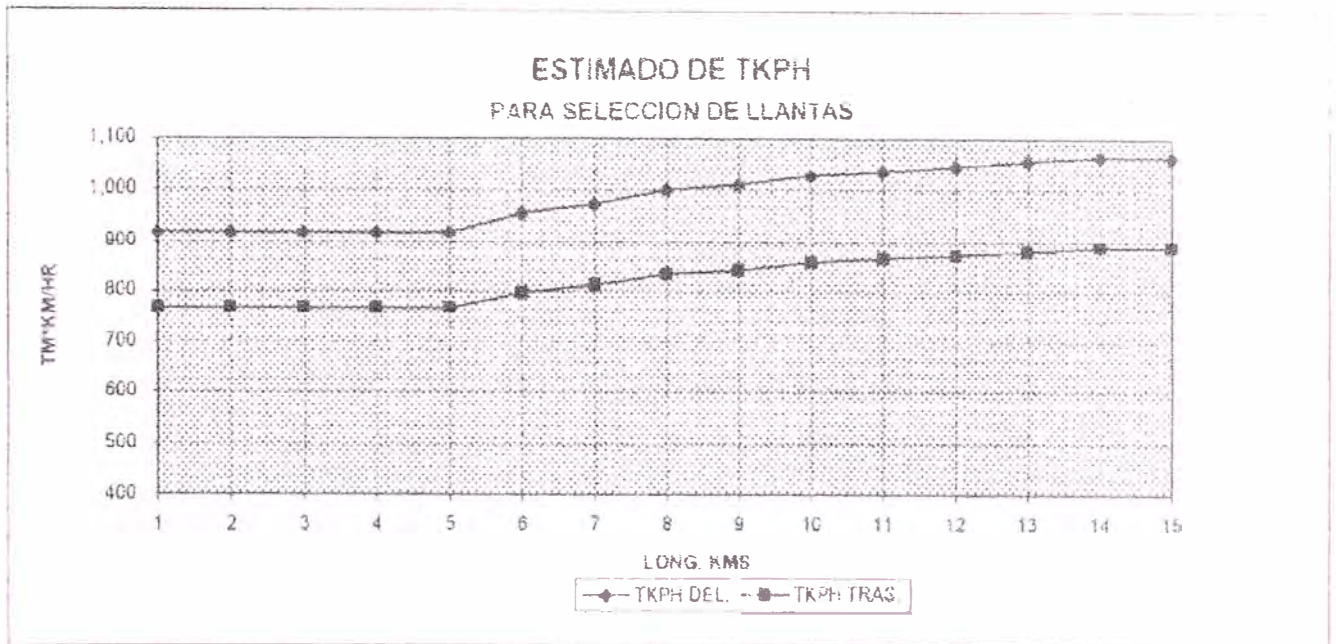
LLANTA DELANTERA	LLANTA TRASERA
PESO/LLANTA DELANTERA VACIO: 36.47 TM	PESO/LLANTA DELANTERA VACIO: 20.31 TM
PESO/LLANTA DELANTERA CARG. : 61.31 TM	PESO/LLANTA TRAS. CARG. : 61.19 TM
Qm DELANTERO : 48.89 TM	Qm DELANTERO : 40.75 TM
Vm : 23.28 Km/hra	Vm : 23.28 Km/hra
TKPHcb explotación de base : 1137.98 Tm*Km/hr	TKPHcb explotación de base : 948.44 Tm*Km/hr
Factor K1 : 1.15	Factor K1 : 1.15
Factor K2 : 0.807	Factor K2 : 0.807
TKPH real explotación : 1056 Tm*Km/hr	TKPH real explotación : 880 Tm*Km/hr
Presión recomendable llanta Michelin: 100 psi	Presión recomendable llanta Michelin : 106 psi

Velocidad Máxima cargado: 45Km/hr

TKPH A DIFERENTES DISTANCIAS DE ACARREO

Asumiendo la misma Vm para diferentes distancias

DIST Kms	Vm Km/hr	TKPHcb D	TKPHcb T	K1	K2	TKPH DEL	TKPH TRAS
1	23.28	1,137.98	948.44	1.00	0.807	918	765
2	23.28	1,137.98	948.44	1.00	0.807	918	765
3	23.28	1,137.98	948.44	1.00	0.807	918	765
4	23.28	1,137.98	948.44	1.00	0.807	918	765
5	23.28	1,137.98	948.44	1.00	0.807	918	765
6	23.28	1,137.98	948.44	1.04	0.807	955	796
7	23.28	1,137.98	948.44	1.06	0.807	973	811
8	23.28	1,137.98	948.44	1.09	0.807	1,001	834
9	23.28	1,137.98	948.44	1.10	0.807	1,010	842
10	23.28	1,137.98	948.44	1.12	0.807	1,028	857
11	23.28	1,137.98	948.44	1.13	0.807	1,037	865
12	23.28	1,137.98	948.44	1.14	0.807	1,046	872
13	23.28	1,137.98	948.44	1.15	0.807	1,056	880
14	23.28	1,137.98	948.44	1.16	0.807	1,065	887
15	23.28	1,137.98	948.44	1.16	0.807	1,065	887



C3. CUADRO RESUMEN DE ESTIMADO DE TKPH Y PRESIONES PARA EL AÑO 2004

El siguiente cuadro muestra un resumen de toda la información requerido para tomar las decisiones correctas en cuanto a la selección del neumático y el correcto uso en la mina. Tomar nota las consideraciones de presión en ruedas delanteras como en las posteriores para diferentes rutas.

ESTIMADO DE TKPH Y PRESIONES PARA 2004

PALA 01- HB, D830E-20V

TRIMESTRE	DISTAN C. MIN/MAX.	NV/DESTINO	LONG. CICLO (Kms.)	DURAC. CICLO (min.)	DURAC. GDA (hrs.)	// CICLOS POR GDA	TEMP. AMB MAXIMA	PESO CARGA- Tcs	SOBR E- PESO	PESO MÁXIM O	LLANTA DELANTERA		LLANTA TRASERA	
											TKPH	PSI	TKPH	PSI
ABR- JUN	MIN	3280/HB	4.48	18	8	24	20	235	10%	259	450	87	375	93
	MAX	3265/HB	6.58	24	8	18	20	235	10%	259	550	87	460	93
JUL-SET	MIN	3445/HA	0.64	6	8	73	20	235	10%	259	70	87	60	93
	MAX	3265/HB	7.89	28	8	16	20	235	10%	259	585	87	490	93
OCT- DIC	MIN	3235/HB	6.75	25	8	18	19	235	10%	259	525	87	440	93
	MAX	3235/HB	8.19	29	8	15	19	235	10%	259	580	87	480	93

PALA 02 – BOTADEROS, D830E-16V

TRIMESTRE	DISTAN C. MIN/MAX.	NV/DESTINO	LONG. CICLO (Kms.)	DURAC. CICLO (min.)	DURAC. GDA (hrs.)	// CICLOS POR GDA	TEMP. AMB MAXIMA	PESO CARGA- Tcs	SOBR E- PESO	PESO MÁXIM O	LLANTA DELANTERA		LLANTA TRASERA	
											TKPH	PSI	TKPH	PSI
ABR- JUN	MIN	3655/3735	1.7	8	8	55	20	235	10%	259	340	85	295	93
	MAX	3490/3470	7.5	20	8	22	20	200	25%	250	800	92	665	100
JUL-SET	MIN	3640/3735	3.4	14	8	31	20	235	10%	259	410	85	355	93
	MAX	3595/3735	6.1	22	8	20	20	200	25%	250	510	83	425	87
OCT- DIC	MIN	3595/3735	6.4	23	8	19	19	200	25%	250	510	83	420	87
	MAX	3580/3520	8.4	22	8	20	19	200	25%	250	805	83	670	100

PALA 02 – BOTADEROS, D830E-20V

TRIMESTRE	DISTAN C. MIN/MAX.	NV/DESTINO	LONG. CICLO (Kms.)	DURAC. CICLO (min.)	DURAC. GDA (hrs.)	// CICLOS POR GDA	TEMP. AMB. MAXIMA	PESO CARGA-Tcs	SOBRE-PESO	PESO MÁXIMO	LLANTA DELANTERA		LLANTA TRASERA	
											TKPH	PSI	TKPH	PSI
ABR-JUN	MIN	3655/3735	1.7	8	8	55	20	235	10%	259	350	87	295	93
	MAX	3490/3470	7.5	20	8	22	20	200	25%	250	830	97	665	100
JUL-SET	MIN	3640/3735	3.4	14	8	31	20	235	10%	259	425	87	355	93
	MAX	3595/3735	6.1	22	8	20	20	200	25%	250	530	86	425	87
OCT-DIC	MIN	3595/3735	6.4	23	8	19	19	200	25%	250	515	86	420	87
	MAX	3580/3520	8.4	22	8	20	19	200	25%	250	835	97	670	100

**C4. CUADRO HISTORICO DE TEMPERATURAS MAXIMA Y MINIMA DE LA MINA
CUAJONE PARA EL CALCULO DEL TKPH**

Esta información es entregada por el departamento de Hidrologia de SPCC.

TEMPERATURA MAXIMA (°C)

ESTACION: Cuajone Mina **DEPARTAMENTO:** Moquegua **LONGITUD** : 70° 43.3' O
PERIODO: 1956 - 1999 **PROVINCIA:** Mariscal Nieto **LATITUD** : 17° 02.2' S
DISTRITO: Torata **ALTITUD** : 3580(msnm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
1956			21,0	19,0	20,0	18,0	17,5	17,5	22,5	20,0	18,0	21,0	
1957	19,0	20,0											
1965						17,8	16,1	15,6	19,4	19,4	18,3	19,4	
1966	21,1	20,0	20,0	17,8	17,8	17,8	17,8	17,8	18,9	18,9	18,9	20,6	19,0
1967	21,1	16,1	18,9	20,0	18,9	17,8	16,7	16,7	19,4	18,3	18,3	19,4	18,5
1968	17,2	20,6	18,3	17,8	18,8	17,2	18,3	17,2	19,4	18,9	18,9	18,9	18,5
1969	20,0	20,6	18,9	20,6	19,4	20,6	20,6	18,3	20,0	19,4			
1970	18,9												
1972					16,7	15,6	17,2	17,8	18,3	18,9	19,4	18,3	
1973	20,0	18,9	17,8	18,3	18,9	17,8	16,7	18,3	17,8	17,8	18,9	18,3	18,3
1974	18,9	19,4	14,4	18,9	17,8	25,5	20,0	17,8	17,8	17,8	20,0	17,2	18,8
1975	18,3	15,0	16,7	18,3	18,9	18,3	16,1	16,7	20,0	17,8	18,3	15,6	17,5
1976	15,6	13,3	15,6	19,4	22,2	17,8	20,0	17,8	17,8	17,8	23,3	20,0	18,4
1977	17,8	17,2	18,3	20,0	17,8	17,8	17,2	17,8	18,3	20,0	18,9	18,9	18,3
1978	17,2	18,9	18,3	18,9	17,8	17,8	17,8	16,7	18,9	18,9	19,4	27,8	19,0
1979	21,1	20,0	17,8	19,4	18,9	18,9	18,9	17,2	20,0	21,1	17,8	22,2	19,4
1980	20,0	17,8	20,0	18,9	17,2	17,8	15,6	16,7	18,3	17,2	21,7	16,7	18,2
1981	17,2	16,7	17,8	17,2	16,7	16,7	16,7	17,2	17,2	17,8	18,9	18,9	17,4
1982	17,8	16,1	18,3	18,3	17,2	17,8	21,1	18,9	18,3	17,8	21,7	20,0	18,6
1983	18,3	20,0	21,1	17,8	20,6	16,1	18,3	16,7	16,7	17,2	17,2	16,7	18,1
1984	15,6	17,2	18,3	17,2	20,0	17,2	17,8	16,7	17,2	19,4	17,8	25,6	18,3
1985	16,1	24,5	24,5	23,9	16,7	16,1	15,6	17,2	18,3	19,4	22,2	22,2	19,7
1986	21,7	17,2	17,8	17,8	17,8	18,3	18,3	20,0	18,9	19,4	18,9	20,0	18,8
1987	18,3	21,1	18,9	20,6	19,4	19,4	20,0	19,4	20,0	20,6	20,0	18,9	19,7
1988	18,9	18,9	18,9	20,0	18,9	18,9	18,9	20,0	20,0	20,0		20,0	
1989	17,0	17,0	15,0	18,3	16,0	16,0	16,0	16,0	17,0	18,0	16,0	13,9	16,4
1990	18,0	19,0	22,0		22,0	20,0	19,0	20,0	21,0	18,0	24,0	19,0	
1991	18,0	22,0	18,0	21,5	20,5	19,0	20,0	21,0	19,0	19,5	19,5	18,5	19,7
1992	20,5	19,0	20,0	20,0	20,0	19,7	18,3	18,3	18,3	19,5	18,0	18,0	19,1
1993	17,5	19,0	19,5	20,0	18,0	19,5	19,5	21,1	18,0	19,0	18,0	17,0	18,8
1994	19,1	16,0	18,5	19,5	19,0	19,8	19,7	19,5	19,7	18,5	19,0	19,5	19,0
1995	19,5	19,3	20,0	20,0	19,5	19,5	19,0	21,5	19,5	19,0	18,6	19,5	19,6
1996	16,4	17,0	17,0	19,5	20,5	16,5	19,5	18,0	19,0	17,3	18,0	19,0	18,1
1997	14,5	17,0	17,8	18,0	19,5	17,0	19,2	19,0	19,0	19,5	19,2	20,0	18,3
1998	20,0	20,0	20,0	22,5	21,0	19,5	19,2	18,5	18,6	18,9	18,5	18,5	19,6
1999	17,8	16,8	17,1	20,0	15,5	24,0	28,7	17,6	19,5	24,0			
PROM.	18,4	18,5	18,6	19,3	18,8	18,5	18,6	18,1	18,9	19,0	19,2	19,4	18,8
SESGO	-0,127	0,203	0,484	1,084	0,071	1,731	2,419	0,659	0,635	1,657	1,217	1,220	-0,810
D.STD.	1,8	2,2	2,0	1,5	1,6	2,0	2,3	1,5	1,2	1,3	1,7	2,6	0,8
MAX.	21,7	24,5	24,5	23,9	22,2	25,5	28,7	21,5	22,5	24,0	24,0	27,8	19,7

TEMPERATURA MINIMA (°C)

ESTACION: *Cuajone Mina* **DEPARTAMENTO :** *Moquegua* **LONGITUD :** *70° 43.3' O*
PERIODO: *1956 - 1999* **PROVINCIA :** *Mariscal Nieto* **LATITUD :** *17° 02.2' S*
DISTRITO : *Torata* **ALTTUD :** *3580(msnm)*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
1956			2,0	1,0	0,5	-1,5	-1,0	1,0	1,0	-1,5	-2,5	1,5	
1957	-1,0	3,0											
1965						3,3	3,3	4,4	2,2	0,0	1,1	2,8	
1966	2,2	2,2	1,7	2,2	0,0	-1,7	1,1	1,7	1,1	1,1	0,6	1,1	1,1
1967	0,0	0,0	2,5	1,7	3,9	0,0	-1,7	0,0	0,0	2,2	-1,8	2,8	0,8
1968	0,6	1,1	2,2	1,1	-1,0	-1,1	0,6	1,7	1,7	1,7	-1,1	2,8	0,9
1969	-1,6	3,3	3,9	3,3	2,8	1,7	1,7	1,1	1,7	0,6			
1970	2,2												
1972					3,3	0,0	2,2	0,0	0,0	1,7	2,8	3,9	
1973	4,4	3,3	5,0	3,3	1,1	-1,1	0,0	0,0	2,8	0,6	2,8	1,1	1,9
1974	-1,7	2,8	1,1	2,2	2,2	1,1	1,1	0,0	2,2	2,8	1,7	2,2	1,5
1975	0,6	3,9	4,4	3,9	3,3	0,6	0,0	2,2	2,2	2,2	1,1	-0,6	2,0
1976	2,2	2,8	3,3	2,8	0,0	1,7	2,2	1,7	0,0	1,7	1,1	1,7	1,8
1977	3,9	4,4	4,4	3,3	-0,6	0,6	1,1	1,7	1,7	2,8	3,3	4,4	2,6
1978	1,1	3,3	2,2	2,2	1,1	1,1	-1,7	-1,1	0,0	-1,1	0,0	0,0	0,6
1979	0,6	1,1	0,0	0,0	1,1	-2,2	-1,7	0,0	-0,6	0,0	0,0	2,2	0,0
1980	-0,6	2,8	2,8	-1,1	-0,6	1,1	-0,6	0,0	-0,6	1,1	2,2	-0,6	0,5
1981	0,6	0,6	3,3	0,0	0,6	-1,1	-1,7	0,0	-1,1	-1,7	-0,6	0,6	0,0
1982	-0,6	0,0	0,0	-0,6	0,0	-2,2	3,3	-1,1	0,0	0,0	2,2	4,4	0,5
1983	2,8	0,6	2,8	1,7	2,8	0,0	0,6	0,0	0,0	-0,6	-1,1	-0,6	0,8
1984	0,0	2,2	3,9	1,7	0,0	-1,1	0,6	-1,1	-0,6	2,8	0,0	0,6	0,8
1985	1,7	-1,1	2,8	2,2	0,0	-1,1	-1,1	0,6	2,8	-1,1	-1,1	-0,6	0,3
1986	1,7	-0,6	-0,6	1,1	-1,1	1,1	-1,1	1,1	0,0	-1,1	1,1	1,1	0,2
1987	1,7	0,0	-1,1	0,0	1,1	2,2	-6,7	1,1	2,8	2,2	2,8	2,8	0,7
1988	3,3	2,2	-0,6	1,1	1,1	0,0	2,2	3,3	0,0	2,8		2,0	
1989	3,0	2,0	1,7	2,8	2,0	1,5	1,0	2,0	3,0	3,0	4,0	-9,4	1,4
1990	2,0		5,0		0,0	-2,5	-5,0	2,0	1,5	1,5	3,0	1,5	
1991	4,0	3,5	4,0	2,0	2,0	1,0	1,5	2,5	1,5	1,5	-6,5	2,5	1,6
1992	4,5	2,5	2,5	4,0	4,5	1,5	0,5	-0,5	1,5	3,5	2,0	4,0	2,5
1993	2,0	4,0	4,5	4,4	2,0	3,0	2,5	-1,5	3,5	2,5	3,0	4,5	2,9
1994	5,0	3,5	4,5	4,0	3,0	3,0	1,0	2,5	3,0	3,0	1,0	2,0	3,0
1995	2,5	3,5	2,5	3,5	3,8	2,5	2,0	2,0	3,5	2,0	3,5	0,6	2,7
1996	2,5	2,5	2,5	4,0	2,5	2,5	1,0	3,5	1,5	3,0	1,5	2,4	2,5
1997	2,5	2,0	3,0	3,5	3,5	1,0	4,2	-1,0	3,0	3,4	2,0	3,3	2,5
1998	6,0	5,6	6,0	6,0	1,5	1,0	2,5	1,0	1,5	3,0	2,1	2,8	3,3
1999	0,4	4,0	3,5	3,3	3,0	1,7	1,4	1,9	1,7	2,0			
PROM.	1,8	2,2	2,7	2,2	1,5	0,5	0,4	0,9	1,3	1,4	1,0	1,6	1,5
D.STD.	1,9	1,6	1,8	1,6	1,6	1,6	2,3	1,5	1,4	1,6	2,2	2,5	1,0
SESGO	0,075	-0,323	-0,445	-0,078	0,174	-0,159	-1,229	0,331	-0,039	-0,575	-1,461	-2,731	0,241
MIN.	-1,7	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-2,5	-6,7	-1,5	-1,1	-1,7	-6,5	-9,4	0,0

C5. INFORMACION TECNICA DE LOS CAMIONES KOMATSU 830E CON NEUMATICOS 40R57

ESPECIFICACIONES

Estas especificaciones son para el Camión básico estandar 830E HAULPAK[®] las Opciones disponibles pueden hacer que cambie esta lista

MOTORES - DETROIT DIESEL (con Control DDEC II)

DDC 16V-149TIB

Número de Cilindros	18
Ciclos de Operación	2-Ciclos
Potencia al Freno	2200 HP (1640kW) @ 1900 RPM
Potencia al Volante	2054 HP (1532kW) @ 1900 RPM
Peso (En Seco)	11,210 libras (5085 kg)

DDC 20V-149TIB

Número de Cilindros	20
Ciclos de Operación	2-Ciclos
Potencia al Freno	2500 HP (1750kW) @ 1900 RPM
Potencia Volante	2334 HP (1635kW) @ 1900 RPM
Peso (En Seco)	15,210 libras (6899 kg)

SISTEMA PROPULSION ELECTRICA - STATEX III

(Corriente AC/DC)

Alternador	General Electric GTA - 26
Dos Rotor., Soplad. En-Linea	9000 pcm (255 m ³ /min)
Rueda Motorizada	General Electric 787
Relación	28.125:1
Velocidad Maxima*	35.3 MPH (56.9 km/h)

(*c/ Neumáticos 40.00-57 y 28.125:1 tren engranaje)

RETARDADOR DINAMICO

Gama Extendida de Retardación Con 18-Repillas de Resistencia Sopladas y Retardo en Rev. Estandar	
Capacidad Máxima	4000 HP (2900 kW)

NEUMATICOS

Para Rocas, Huella Profunda	(E-4) Sin Tubos
Neumático Estandar	40.00 - 57, 68 Tolas
(c/787 Rueda Motorizada)	

Llantas del Neumático Separables*

* Neumáticos y Llantas son intercambiables.

Tamaño de Llantas

29" (737 mm) X 57" (1448 mm) X 5" (127 mm)

SISTEMA ELECTRICO DE 24VDC

Baterías	Dos Baterías de 12 Voltios en Series	
	220 Amperios-Horas Capacidad c/Interrup. Descón.	
Alternador	24 Voltios, 175 Amperios de Salida	
Alumbrado	24 Voltios	

CAPACIDADES DE SERVICIO

	Galones U.S. (Litros)	
Cáster del Detroit Diesel *	52.5	198.7
* Incluye Filtros de Lubricación del Aceite		
Sistema de Enfriamiento		
2200 HP (1640kW)	135	511
2500 HP (1750kW)	160	625
Combustible	1000	3785
Sistema Hidráulico	250	947
Caja Engr. Rueda Motor. (cada una)	10.5	39.7

SISTEMA DE AIRE

Compresor	Bandix-Westinghouse TU-FLO 501
Capacidad	12 pcm (0.34 m ³ /min)
Arranque con Traba	Ingersoll Rand 815
Capacidad Tanque Principal	15 pies ³ (425 litros)

SISTEMAS HIDRAULICOS

Bombas

Levante	Bombas de Engranajes en Tándem	
Reguladas @	230 GPM (870 l/min.) @ 1900 RPM	
Dirección	Pistón Radial- Presión Compensada	
(también Frenos)	65 GPM (248 l/min.) @ 1900 RPM	
Presiones de Alivio del Sistema		

Levante/Dirección	2500 lbs/plg ² (17.2 MPa)
Frenos	3500 lbs/plg ² (24.1 MPa)
Cilindros de Levante (2)	3-Etapas
Tanque (Vertical/Cilindrico)	No-Pressurizado
Filtración	Montaje Remoto. Elem. Replazable
Succión	Uno, Flujo Total, 100 Malla
Levante * & Dirección *	Flujo Total, 7 Micron
(* Filtros de Alta Presión)	

DIRECCION

Círculo de Giro - Rueda Delantera	93 pies (28.35 m)
Dirección Asistida Todo el Tiempo	Dos Cilindros
Dirección de Emergencia Automática	Estandar
	(c/Acumuladores)

FRENOS DE SERVICIO

Actuación Tercio Hidráulico
 Delantero Velocidad de Rueda, Disco Único
 Montado Interiormente 3 Pinzas
 Diámetro del Disco, D.E. 47.75 plgs. (1213 mm)
 Trasero Velocidad Armadura, Disco Doble
 Diámetro del Disco, D.E. 25.00 plgs. (63.5 cm)
 Freno Emergencia- Aplicación Automática Estandar
 Traba Freno Rueda Interruptor Manual Tablero
 (Cargando y Descargando)

FRENO ESTACIONAMIENTO DE DISCO

Cada Rueda Trasera Una Pinza
 Aplicado por Resorte Soltado Hidráulicamente

CAPACIDADES DE LA CAJA Y DIMENSIONES

Estandar, Colmada @ 2:1 (CAE) 171 yd³ (130.7 m³)
 Altura de Carga, Vacía 20 pies 1 pig. (6.12 m)
 Opcional Colmada @ 2:1 (SAE) 160 yd³ (122.0 m³)
 Altura de Carga, Vacía 19 pies 5 plgs. (5.97 m)
 Angulo de Descarga 45°
 Caja No- Calentada con Silenciador Estandar

DISTRIBUCION DE PESO

(con Detroit Diesel 167-149TIB)

Vehículo Vacío Libras (Kilogramos)

Eje Delantero	153,800	(69 763)
Eje Trasero	179,100	(81 239)
Total	332,900	(151 002)

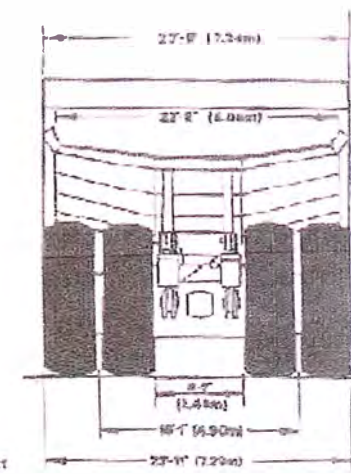
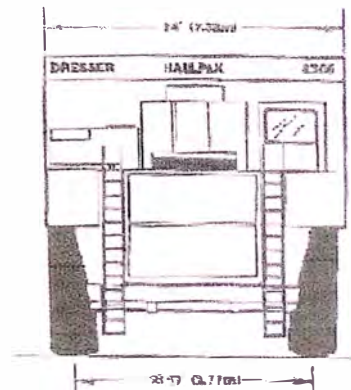
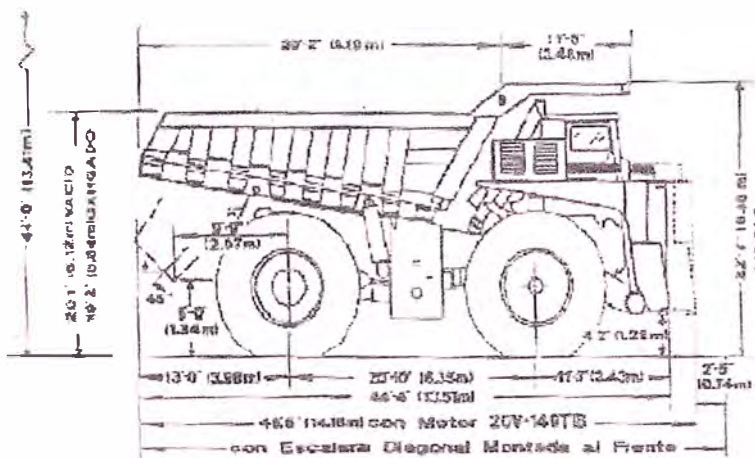
Vehículo Cargado Libras (Kilogramos)

Eje Delantero	269,750	(122 359)
Eje Trasero	560,250	(245 129)
Total *	830,000	(376 485)

Peso Adicional por:

Motor Detroit Diesel 20V-149TIB de 2500 HP (1750kW)	7,025	(3 185)
Escalera Diagonal Delantero	1,368	(621.5)

* No debe Exceder 830,000 lbs. (376 485 kg) incluyendo opciones, combustible y carga.



DIMENSIONES GENERALES DEL CAMION (Vacío con Caja Estandar)

Largo 44 pies 4 plgs. (13.51 m)
 Ancho 24 pies (7.32 m)
 Altura con Visera 22 pies 7 plgs. (6.88 m)
 Altura con Caja Levantada 44 pies (13.41 m)
 Circulo de Giro (Ruedas Del.) 93.0 pies (28.35 m)

1050001

C6. INFORMACION TECNICA DE CAMIONES CATERPILLAR 793C CON NEUMATICOS
44/80R57

Potencia bruta al volante	1616 kW	2166 hp
Peso en orden de trabajo (vacío)	146.937 kg	323.650 lb
Peso bruto máximo	376.820 kg	830.000 lb
Velocidad máxima (cargado)	55 km/h	34 mph
Distrib. del peso (vacío / cargado):		
Adelante	47%	33%
Atrás	53%	67%
Modelo de motor	3516 (EUI)	
Numero de cilindros	V16	60 deg
Relación de compresión	13.5:1	
Diámetro	170mm	6,7"
Carrera	190mm	7,5"
Cilindrada	69,0 L	4211 pulg ³
Luces de válvulas admisión	0.50 mm	0.020 in
Luces de válvulas escape	1.00 mm	0.040 in
Dimensión del inyector	64.34 mm	
Angulo de asiento de valv. adm.	20 grados	
Angulo de asiento de valv. esc.	45 grados	
Puesta a punto del motor	15 grados	
Dirección de rotación del cigüeñal	Contra las agujas del reloj	
Orden de encendido	1-2-5-6-3-4-9-10-15-16-11-12-13-14-7-8	
Cilindro Nº 1 se encuentra sobre el RHS (igual que el ECM)		
Neumáticos estándar	40.00-57	
Presión sobre el suelo: <i>Vacío</i>		
Adelante	703 kPa	102 lb/pulg ²
Atrás	799 kPa	116 lb/pulg ²
Presión sobre el suelo: <i>Cargado</i>		
Adelante	1282 kPa	186 lb/pulg ²
Atrás	2591 kPa	376 lb/pulg ²
Diámetro de giro	30,2 m	99'2"
Capac. tanque de combust. Std	3861 L	1020 gal
Capac. tanque de combust. gde.	4732 L	1250 gal

ANEXO D**CONSIDERACIONES SOBRE LOS REGISTROS DE MOVIMIENTOS Y RECOMENDACIONES DE LOS FABRICANTES**

- Cuadro 5.1 Procedimiento De Registro Y Control En Movimiento De Neumáticos
- Cuadro 5.2 Recomendación De Carga Y Presión Por El Fabricante
- Cuadro 5.3 Recomendación De Rotación Por El Fabricante

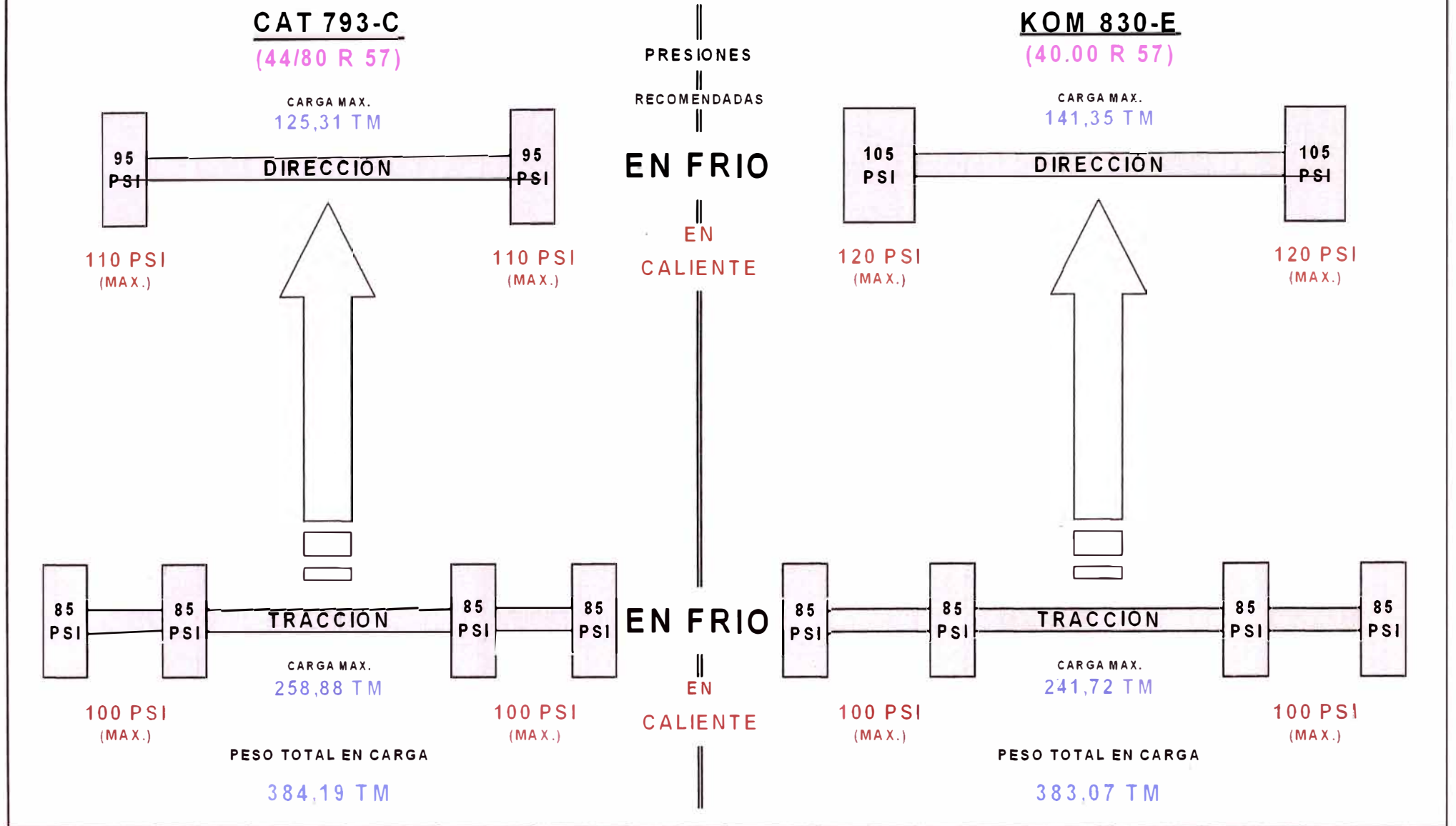
TABLA DE OPERACION	ESTADO	TIPO DE LLANTA
1. SUMINISTRO DEMORA	1. NUEVA	E3
2. INSTALACION	2. USADA	E4
3. RETIRO	3. REPARADA	L3
4. REPARACION/RECLAMO	4. REENCAUCHADA	L5
CAMARA	RESULTADO DE REPARACION	RESULTADO DE RECLAMO
S=SIN CAMARA	1. REALIZADA	1. ACEPTADO
C=CON CAMARA	2. REP. NO REALIZADA	2. NO ACEPTADO
DISPOSICION	RESULTADO DE RECLAMO	COD. DE POSICION
1. EN STOCK	01. RECLAMO ACEPTADO	1. LF LEFT FRONT
2. INSTALACION	02. RECLAMO RECHAZADO	2. RF RIGHT FRONT
3. REPARACION		3. LRO LEFT REAR OUT
4. REENCAUCHE		4. LRI LEFT REAR IN
5. RECLAMO		5. RRI RIGHT REAR IN
6. DESECHO (JUNK)		6. RRO RIGHT REAR OUT
7. TRANSFERIDA		
MARCAS	RAZON DE CAMBIO	PARTE FALLADA
BSJC BRIGESTONE CONV.	01. FALLA DE ARO	01. BASE
FSUC FIRESTONE CONV.	02. RODADA BAJA	02. CORBATA
GYUC GOODYEAR USA CONV.	03. CORTE DE ROCA	03. O'RING
GYUR GOODYEAR USA RAD.	04. IMPACTO	04. PESTAÑA
GYBC GOODYEAR BRASIL CONV.	05. PINCHADURA	05. PITON
GRUC BF GOODDRICH USA CONV.	06. EMPAREJAMIENTO	06. SEGURO
GRUR BF GOODDRICH RAD.	07. ROTACION	07. BANDA DE RODAM.
TYJC TOYO JAPAN CONV.	08. REENCAUCHE	08. BANDA LATERAL
YHJC YOKOHAMA JAPAN CONV.	09. FALLA DE RAPARACION	09. HOMBRO
MCFR MICHELIN FRACE RAD.	10. FALLA DE FABRICA	10. PLIEGUES
GYBR GOODYEAR BRASIL RAD.	11. INSPECCION	11. CAMARA
GYJR GOODYEAR JAPAN RAD.	12. FALLA POR EL EQUIPO	12. PARCHE
BSJR BRIDGESTONE /JAPONESA RAD.	13. USO POSTERIOR	13. DESGASTE
	14. OTROS	14. OTROS

DISEÑO DE COCADA	LUGAR DE FALLA
RLS HRL SXTDL Y523	nn PALA P-2nn
RLS2 HRLXT SKD1 Y527	13 RODANDO
RL4H HRLXT8 TRLI4H VRL5R	14 BOTADERO
ELS HRLXT8L G36ET RM	16 TOLVA
RS SM150 G18ET Y523	18 LINEA LISTOS
RLUG-S MCERXKD1 XKD1A	

COSTO DE REPARACION		
P.F. 202 = \$ 8	P.F. 209 = \$ 273	P.F. 214 = \$ 1200
204 = \$ 113	210 = \$ 319	216 = \$ 1600
207 = \$ 163	211 = \$ 800	217 = \$ 6000
208 = \$ 173		

Cuadro 5.1 Definiciones para los movimientos de neumáticos.

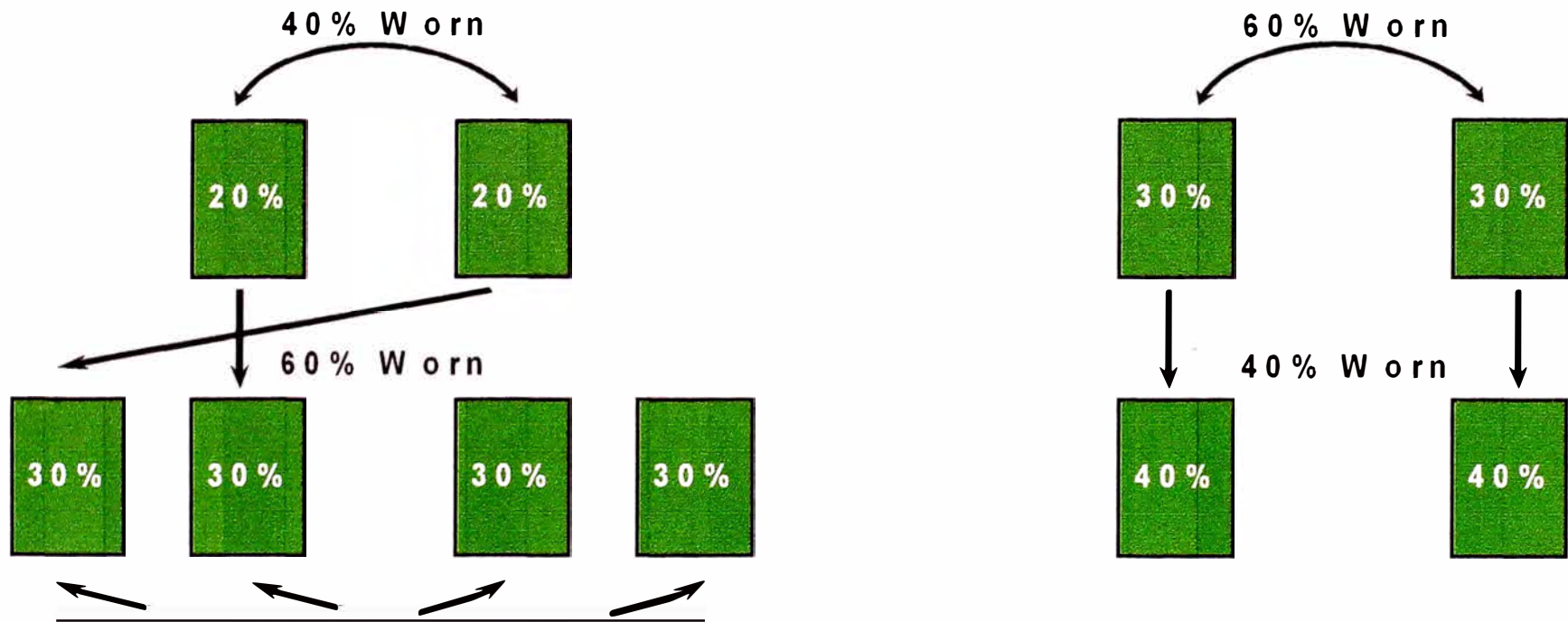
COMPARATIVO DE CARGAS POR EJE Y PRESIÓN



Cuadro 5.2 Cargas y presión por eje.



ROTATION OFF-THE-ROAD TIRES



Cuadro 5.3 Rotación de neumáticos Good Year