

DIAGNÓSTICO DEL USO DE LAS LLANTAS 24.00 R 35 MARCA MICHELÍN
PARA LOS CAMIONES 773, EN LA MINA DE LA EMPRESA
CERRO MATOSO SA.

GUILLERMO MARUT ZÚÑIGA BENÍTEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
SAHAGUN CORDOBA

2004

DIAGNOSTICO DEL USO DE LAS LLANTAS 24.00 R 35 MARCA MICHELÍN
PARA LOS CAMIONES 773, EN LA MINA DE LA EMPRESA
CERRO MATOSO SA.

GUILLERMO MARUT ZÚÑIGA BENÍTEZ

Trabajo de Grado para optar el título de Administrador de Empresas

Directora
MORLY AGAMEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
SAHAGUN CORDOBA

2004

NOTA DE ACEPTACIÓN

PRESIDENTE DEL JURADO

Jurado

Jurado

Sahagún, 06 de octubre de 2004

A Dios por permitirme alcanzar esta meta e iluminarme para trazar y conseguir futuros logros en mi vida.

A mi hijo Javier Andrés, quien es mi mayor fuente de inspiración y superación, por su comprensión al permitirme tomar su tiempo.

A mi esposa Gloria, por apoyarme e impulsarme en todo momento.

A mis compañeros y amigos incondicionales, Valentín, Robinsón, María, Irma, Diana y Jairo por su ayuda, comprensión y tolerancia.

A todos Ustedes, muchas gracias...

Guillermo Zúñiga Benítez

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

- La Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, por permitir formarme como profesional integral y comprometido con el desarrollo de nuestro Municipio, mi región y el País.
- El Doctor Plinio Lozano, Director de la UNAD Sahagún, por su apoyo y colaboración.
- El Doctor Carlos Salgado, como soporte fundamental para la investigación, por ayudarme con sus valiosos aportes profesionales y estímulo personal.
- Los demás Tutores y asesores que contribuyeron con nuestro desarrollo integral.
- Los ingenieros Gregorio Castaño y Oscar Corzo, por sus aportes y conocimientos puestos al servicio de este trabajo.
- La Doctora Morly Agámez, Coordinadora Académica del programa de Administración de Empresas, a los demás Soportes Administrativos; Jazmín, Marta y Claudeth por su valiosa ayuda y colaboración.
- El ingeniero Ricardo Mejía, por su constante apoyo
- Mis demás compañeros de estudio, y de trabajo, por creer en mí.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	20
1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACION	23

1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
1.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	27
1.3	SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	29
2.	OBJETIVOS	29
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	29
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	29
3.	JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA	30
3.1	ASPECTO ACADÉMICO.....	30
3.2	ASPECTO TEÓRICO	30
3.3	ASPECTO PRACTICO.....	31
3.4	ASPECTO METODOLOGICO.....	32
3.5	ASPECTO ECONÓMICO.....	32
4.	MARCO DE REFERENCIA	33
4.1	MARCO TEORICO.....	33
4.1.1	Mina de Diamantes de Ekati.....	33
4.1.2	Muestra, Excavaciones y Terracerias	34
4.1.3	Cargo por Consumo de Llantas.....	39
4.2	MARCO INSTITUCIONAL.....	41
4.2.1	Reseña Historica	41
4.2.2	División Administrativa de Cerro Matoso S.A.	45
4.2.3	Visión Administrativa de Cerro Matoso S.A.	48
4.2.4	Misión Administrativa de Cerro Matoso S.A.	48
4.3	MARCO LEGAL.....	49
4.4	MARCO GEOGRAFICO.....	50
5.	HIPOTESIS	52
5.1	HIPOTESIS GENERAL	52

5.2	HIPOTESIS DE TRABAJO.....	52
5.3	VARIABLES	53
5.4	INDICADORES.....	54
6.	DISEÑO METODOLOGICO	55
6.1	DEFINICIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TIPO DE ESTUDIO	55
6.2	POBLACION Y MUESTRA.....	55
6.3	TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE LA INFORMACION.....	56
6.3.1	Fuentes Primarias	56
6.3.2	Fuentes Secundarias	56
6.4	TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA EL ANALISIS DE LA INFORMACION.....	56
6.5	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS DE LA INVESTIGACION.....	57
6.5.1	Institucion Patrocinadora.....	57
6.5.2	Institucion Objeto de Estudio.....	57
6.6	ASPECTOS FINANCIEROS.....	57
6.6.1	Costos del proyecto.....	57
6.7	CRONOGRAMA	58
7.	DIAGNOSTICO.....	59
7.1	HISTÓRICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS LLANTAS EN EL ULTIMO AÑO.....	59
7.1.1	Horas trabajadas	61
7.1.2	Tipos de Fallas mas Frecuentes.....	64
7.1.3	Costos Promedios.....	68
7.1.4	Mantenimiento	69
7.2	FLUJO DE PROCESO ACTUAL DEL USO DE LAS LLANTAS 24.00 R 35.....	71
7.3	IDENTIFICAR LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA VIDA	

ÚTIL DE LAS LLANTAS	75
7.3.1 Presión de Inflado.....	75
7.3.2 Fluido de Inflado.	76
7.3.3 Estado de vías, sitios de cargue y botaderos.	76
7.3.4 Modo de operación.	79
7.3.5 Sobrecarga.	81
7.3.6 Estado de las suspensiones.	82
7.3.7 Velocidad media de la mina(distancias de los ciclos).	84
7.3.8 Clima de la mina.	85
7.3.9 Registro y documentación de los movimientos de las llantas.....	86
8. PLAN ESTRATÉGICO PARA CORREGIR Y/O DIRECCIONAR LOS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VIDA ÚTIL DE LAS LLANTAS	87
8.1 PROYECCIONES.....	87
8.1.1 Costos de mantenimiento.....	89
8.1.2 Flujo propuesto de proceso del uso de las llantas 24.00 r 35.....	92
8.2 PLAN DE ACCION	94
8.2.1 Presión de inflado.....	94
8.2.2 Fluido de inflado	95
8.2.3 Estado de las vías, sitios de carga y botaderos.....	97
8.2.4 Modo de operación y sobrecarga	98
8.2.5 Estado De Las Suspensiones.....	99
8.2.6 Velocidad media de la mina.....	99
8.2.7 Clima de la mina.....	100
8.2.8 Documentación y registro de los movimientos de las llantas.	100
8.2.9 Recolección de la Información	100
9. CONCLUSIONES.....	103

10.	RECOMENDACIONES	107
	BIBLIOGRAFÍA	108
	ANEXOS	110

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Equipos a los que mantenimiento mina presta servicios	24
Tabla 2	Modelo de llantas por grupo de equipos.....	25
Tabla 3	Uso de llantas por equipos	26
Tabla 4	Operacionalizacion de variables.....	53
Tabla 5	Indicadores	54
Tabla 6	Presupuesto del proyecto	58
Tabla 7	LLantas por equipos	60
Tabla 8	Costos de llantas 24.00 r 35.....	60
Tabla 9	Fallas de llantas por meses	61
Tabla 10	Duración de las llantas	63
Tabla 11	Diagnóstico de la Salida de Servicio – Llantas dadas de Baja	67
Tabla 12	Calculo de consumo y ahorro en llantas al final del segundo año del año del proyecto.....	88
Tabla 13	Calculo de ahorro en costos de llantas.....	89
Tabla 14	Ahorro de tiempo en armado de llantas.....	90
Tabla 15	Horas ahorradas en camb de llantas.....	90
Tabla 16	Horas/maquina en calibración	91
Tabla 17	Calculo Consolidado horas por año	92

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. DURACIÓN DE LLANTAS 24.00 R 35 EN CMSA	63
FIGURA 2. COSTOS DE LLANTAS ENTRE EL 2001 y 2002.....	69
FIGURA 3. FLUJO DE PROCESO ACTUAL DEL USO DE LAS LLANTAS 24.00 R 35.....	74
FIGURA 4. FLUJO PROPUESTO DEL PROCESO DE USO DE LAS LLANTAS.....	93

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	LLANTA MICHELÍN 24.00 R 35 XDTAE4T	111
ANEXO B	MODELOS DE LLANTAS MICHELÍN.....	112
ANEXO C	VISTA EN CORTES DE UNA LLANTA	113
ANEXO D	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	114
ANEXO E	FORMATO RECOLECCIÓN DE DATOS	115
ANEXO F	FORMATO DE CAMBIO DE LLANTAS.....	116
ANEXO G	LISTADO DE LLANTAS MICHELÍN.....	117
ANEXO H	LLANTAS DAÑADAS	118
ANEXO I	MEDIDORES	119
ANEXO J	EQUIPOS ENLLANTADOS	121

GLOSARIO

Balde: es el implemento que usan los cargadores, las retroexcavadoras y las palas mecánicas para llenar las tolvas de los camiones. También es llamado cucharón

Banco: cada uno de los niveles en que se divide la mina.

Banda de Rodamiento (bdr): es la parte de la llanta que se afirma al piso, en ella viene labrado el grabado de la llanta.

Botaderos: lugar en la mina o cerca de ella, donde se almacenan minerales de acuerdo a su composición o tenor de níquel.

Camión: es un equipo pesado para el acarreamiento de grandes cargas a distancias variables y/o considerables, provisto con una tolva o volco donde lleva la carga.

Campo: se refiere a los lugares donde están emplazadas las maquinas, pero no constantemente se refiere a la cantera; pues hay maquinas que trabajan en lugares diferentes a la mina.

Cargador: es un equipo pesado, montado sobre 4 llantas, con implemento llamado balde o cucharón, se usa para llenar las tolvas de los camiones con el material a transportar

CCT: Convención Colectiva de Trabajo

CMSA: (Sigla) = Cerro Matoso S.A.

Cadena: también llamada Oruga: es el medio de traslación de algunos equipos pesados, que requieren tener gran adherencia al terreno, como es el caso de los tractores, las palas, perforadoras y las retroexcavadoras, donde se reemplazan las ruedas por unas esterillas de acero

Convencionado: son todos los trabajadores de la empresa Cerro Matoso SA, a los que se les aplica los beneficios de la convención colectiva de trabajo (CCT)

Doble: es el conjunto de 2 llantas juntas montadas en el mismo extremo de un eje, que generalmente usan los equipos en las posiciones traseras. También reciben el nombre de Troqué o Gemelas.

FY(Año): Finance Year. Año Financiero

Hoja: también llamada Hoja Topadora o Cuchilla: es el implemento que le permite a los tractores o motoniveladoras realizar su labor de empuje de material.

Horometro: es un dispositivo que tiene cada una de las maquinas, para contar las horas que ha trabajado. Las lecturas diarias de estos instrumentos son ingresadas al sistema donde se lleva un acumulado de horas trabajadas por equipo.

Km. = kilómetro

Km/h = medida de velocidad, expresado en kilómetros por hora.

IFI: Instituto de Fomento Industrial.

Labrado de la Llanta: es el diseño de la bdr., que permite el agarre en el piso de la llanta.

Manómetro: es un instrumento para medir la presión

Mantenimiento Mina: es el departamento taller donde se realizan las reparaciones y el mantenimiento de los equipos pesados de CMSA.

Mina: es la cantera propiamente dicha, de donde se extraen los minerales con los tenores de níquel necesarios para obtener el ferróníquel.

Motoniveladora: es una maquina pesada, montada sobre 6 llantas, provista de una hoja, se usa para la limpieza y adecuación de las vías.

Palas: son equipos pesados, montados sobre orugas, provistos de un balde articulado capaz de abrir por la parte inferior, utilizados para cargar con material a los camiones.; tienen una capacidad similar a los cargadores. Y se diferencian con las retroexcavadoras por su forma de atacar el material a cargar, las palas lo empujan de abajo hacia arriba contra las pilas, y luego lo descargan en el camión abriendo el balde.

Pay Load: sistema de pesaje

Patio de Chatarra: es un espacio confinado que cada unidad de negocio de la empresa tiene y en el coloca lo materiales que considera puede volver a utilizar; también pueden colocar desechos que por razones de seguridad o ambientales deba tener una disposición especial. Mantenimiento Mina coloca allí las llantas usadas hasta que el distribuidor las recoge y las da una disposición final.

PIT: es cada uno de los frentes de explotación minera, que agrupa varios niveles con ciertas características comunes.

Plan de Desarrollo: es un programa de entrenamiento para el personal convenionado de la empresa CMSA con contratos de trabajo a termino indefinido, basado en la certificación de habilidades por parte de los trabajadores, que se traduce en aumento salarial de acuerdo a las habilidades o competencias demostradas. Este programa es un acuerdo entre la empresa y la organización sindical, de carácter voluntario, que permite a cada persona ir ascendiendo en la escala salarial sin ser promovido en su cargo, pero moviéndose en los diferentes puestos.

Retroexcavadora: es una especie de pala pequeña, con la diferencia de su capacidad de carga, la cual es considerablemente menor y su forma de atacar la pila, de arriba hacia abajo halándola contra ella; pero es muy versátil, su usos son muy variados, entre los usos que se les da en CMSA tenemos: limpieza de los volcos cuando el material se les pega, abertura y/o limpieza de zanjas y canales y carga de volquetas semi livianas

SAP: Systems Applications Products in Dates and Processing. Aplicación de Datos y Productos en Proceso.

Sitios de Carga: también son llamados Frentes: son los lugares donde se realizo una voladura y hay suficiente mineral suelto, para que un (1) cargador o una (1) pala cargue a cuatro (4) camiones secuencialmente. Generalmente se explota un frente durante uno (1) o dos (2) turnos de ocho (8) horas

Tiempos Muertos en Operación: son los lapsos durante los cuales a flota de equipos o la mayor parte de ella no esta trabajando; esto sucede en las horas de las comidas (45 minutos por turno), en el intercambio de turno (entre 10 y

15 minutos) y la hora de la bebida caliente (entre 5 y 10 minutos) en el turno de madrugada.

Tractor: es un equipo pesado montado sobre cadenas, provisto de una hoja topadora o cuchilla para empujar grandes volúmenes de material; se utiliza en la limpieza de los sitios de carga o en los botaderos.

Volco: es el dispositivo o implemento donde los camiones llevan la carga, también se le puede llamar tolva.

RESUMEN

Con el presente estudio se formula un diagnóstico de la utilización de las llantas Michelin 24.00 R 35 usadas en los camiones Caterpillar 773, para optimizar la vida útil de las mencionadas llantas en la Unidad de Negocio Mina de Cerro Matoso S.A. Como un propósito de mejoramiento a un proceso actual de la Unidad, buscando obtener reducciones significativas en los costos de operación del departamento contribuyendo así, a mejorar la rentabilidad de la empresa.

El estudio se hace en forma descriptiva, mediante la observación y/o medición de las fuentes primarias (el diario acontecer en el taller de Mantenimiento Mina) y el análisis de las fuentes secundarias disponibles en la unidad de negocio mina en la empresa Cerro Matoso S.A. para realizar el diagnóstico desde tres (3) perspectivas; en la primera se hace un análisis histórico del comportamiento de los componentes objeto del estudio, encontrando que las llantas son los costos de mayor valor en el presupuesto del taller de Mantenimiento Mina y que las llantas que mas inciden en estos costos son las llantas 24.00 R 35; Seguidamente, se describe la situación actual de las condiciones en que se encuentra trabajando las llantas, identificando las principales variables que afectan la utilidad de las llantas, y, así en conjunto con la primera fase tener una visión global de la problemática. Por último, se enuncia el plan que permita sentar las bases para desarrollar las estrategias que lleven a optimizar la vida útil de las llantas de la referencia a partir del control de los factores que inciden en esta.

ABSTRAC

Herewith study is formulated a diagnosis of the use of the tires Michelin 24.00 R 35 used in the trucks Caterpillar 773, to optimize the useful life of the aforementioned tires in the Unit of Business Mine of Heathery Hill INC. As a purpose of improvement to a current process of the Unit, looking for to obtain significant reductions in the operating costs of the department contributing this way, to improve the profitability of the company.

The study is made in descriptive form, by means of the observation and/or mensuration of the primary sources (the newspaper to happen in the shop of Maintenance Mines) and the analysis of the available secondary sources in the business unit mines in the company Hill Heathery CORP. to carry out the diagnosis from three (3) perspectives; in the first one a historical analysis of the behavior of the components object of the study is made, finding that the tires are the costs of more value in the budget of the shop of Maintenance Mines and that the tires that but they impact in these costs they are the tires 24.00 R 35; Subsequently, the current situation of the conditions is described in that is working the tires, identifying the main variables that affect the utility of the tires, and, this way together with the first phase to have a global vision of the problem.

Lastly, the plan is enunciated that allows to sit down the bases to develop the strategies that take to optimize the useful life of the tires of the reference starting from the control of the factors that you/they impact in this.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la tendencia globalizadora del mercado actual es imperante que las empresas se mantengan en un nivel competitivo que les permita mantenerse adelante en él, buscando cada día posicionarse e incrementar su participación, esto obliga que continuamente las compañías sean más eficientes en todos los aspectos, de ahí que se pretenda cada vez y con más ahínco la reducción de los costos de producción.

Cerro Matoso S.A. (CMSA) no es la excepción, y en especial por ser una empresa cuyos clientes están casi en su totalidad en el mercado internacional (cerca del 96%), además de tener una fuerte competencia, que a diario también busca estrategias para mantener y ampliar su participación, amenazando la de las empresas que se queden estáticas en este sentido.

En este marco de referencia CMSA ha comenzado a implementar proyectos tendientes a mejorar los procesos actuales en todas sus áreas, abriendo la posibilidad de ejecutar proyectos presentados en cada una de las Unidades de Negocios que representen mejoramientos y reducciones de costos.

Lo anterior significa que la realización de este proyecto se fundamenta como una inmejorable oportunidad para ejecutar el presente proyecto.

El actual trabajo de grado, además de presentar un diagnóstico, formula un plan para la optimización de la vida útil de las llantas 24.00 R 35 usadas en los camiones Caterpillar 773, como mecanismo de minimización de costos de operación de la Unidad de Negocios de Mina de la compañía Cerro Matoso S.A., ubicada en el municipio de Montelíbano, Departamento de Córdoba; pretende inicialmente sensibilizar a todo el personal que tiene que ver en el

uso de las llantas, tales como operadores, mantenedores y administradores sobre la importancia y el potencial de mejoramiento que en esta línea hay. Haciendo la labor de mantenimiento de los equipos en mención más barata y eficiente para contribuir con ello a la competitividad de la empresa. Al igual que mostrar el camino para el desarrollo de otros proyectos de este tipo, para que generen una cultura de mejoramiento progresivo y sistemático tendiente a incrementar la eficiencia de la unidad y la empresa.

Básicamente la investigación se desarrolla en diez (10) capítulos, así:

Del capítulo primero al tercero se incluye el planteamiento del problema con su formulación y sistematización; al igual que los objetivos generales y específicos y la justificación desde los aspectos académicos, teóricos, prácticos, metodológico y económicos.

En el cuarto capítulo se encuentran el marco de referencia y todos los requeridos para apoyarle tales como son: Teórico, Institucional, Legal y Geográfico.

Posteriormente viene el capítulo que contiene las hipótesis, que ayudaran a ubicar la investigación en un plano coherente, donde se presentan la hipótesis general, de trabajo y su respectiva operacionalización.

El sexto capítulo explica todo lo concerniente al diseño metodológico, la definición y justificación del tipo de estudio, el establecimiento de la población y la muestra, las técnicas y los instrumentos para la recolección de la información, la técnica, los instrumentos y los recursos para el análisis de la información.

El séptimo acápite se constituye en el diagnóstico general del estado y las condiciones de operación de las llantas.

Dicho diagnóstico se hace a partir de dos componentes fundamentales, iniciando con una reseña histórica del comportamiento de estos elementos, donde se reflejan datos importantes como lo son los promedios tradicionales de duración, los tipos de fallas más frecuentes con sus causas, sus costos y el flujo de proceso del uso actual de las llantas. Seguidamente se hace una descripción del estado actual de las llantas, revisando cada uno de los factores más importantes que inciden en la vida útil de estas.

En el octavo capítulo se describe el plan que permite modificar o controlar los diferentes factores que inciden en la duración de las llantas 24.00 R 35, para lograr incrementar la vida útil de estas en 1700 horas en el transcurso de 2 años.

Finalmente en los capítulos noveno y décimo se presentan las conclusiones y recomendaciones, que a juicio del autor se deben seguir para obtener los resultados esperados.

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cerro Matoso S.A. para realizar las operaciones que impliquen mover el mineral extraído de la mina tiene dos métodos: Uno es cuando se requiere mantener un flujo permanente y el mineral ya ha sido triturado teniendo un tamaño parejo, se utiliza un sistema de bandas transportadoras. Y el otro es cuando el material puede presentar diferencias enormes y/o las distancias son muy grandes entonces utiliza el acarreo con equipos pesados de minería, como es el caso de trasladar el mineral desde el yacimiento hasta los patios de trituración o a los botaderos, para esto Cerro Matoso S.A. (CMSA) cuenta con una flota de equipos pesados a los cuales el departamento de Mantenimiento Mina les suministra el mantenimiento.

Esta flota esta compuesta por los equipos relacionados en la Tabla 1

De dicha flota de equipos, 29 de ellos es decir, el 65% son montados sobre llantas, para un total de 160 llantas rodando a diario.

Los carro tanques son camiones a los cuales se les cambió el volco por tanques, para efectos de éste estudio, y teniendo en cuenta que utilizan el mismo tipo de llantas que los equipos de su modelo, serán considerados como los otros camiones.

Tabla 1. Equipos a los que Mantenimiento Mina Presta Servicios

Tipo de equipo	Marca	Capac.	Cant	Porcent.
Palas electromecánicas	Hitachi	12 m ³	4	8,89%
Cargador 990 II	Caterpillar	12,4 ton	5	11,11%
Cargador 988B	Caterpillar	8,4 ton	1	2,22%
Cargador 910	Caterpillar	1 ton	1	2,22%
Camión 773D	Caterpillar	50 ton	15	33,33%
Camión 769C	Caterpillar	35 ton	2	4,44%
Tractor D9R	Caterpillar	12 m ³	7	15,56%
Tractor D7H	Caterpillar	8 m ³	1	2,22%
Tractor D8K	Caterpillar	8 m ³	1	2,22%
Moto niveladoras 14G, 16G y 16H	Caterpillar	1,8 m ³	3	6,67%
Perforadoras	Driltech		2	4,44%
Retroexcavadora	Hitachi	1 m ³	1	2,22%
Carro tanques	Caterpillar	8000/12000 gal	2	4,44%
Total			45	100,00%

Fuente: Datos Primarios Taller Mantenimiento Mina

De los 29 equipos enllantados, 15 de ellos (es decir el 33.3% de los equipos sobre ruedas) son camiones 773, cada uno de ellos usan 6 llantas 24.00 R 35, para un total de 90 llantas de este tipo, que equivalen al 56.25% de la suma general de llantas para equipos pesados usadas por CMSA. Ver Tabla 2.

Las llantas que CMSA utiliza en todos sus equipos pesados son marca Michelin.

Tabla 2. Modelo de Llantas por Grupo de Equipos

Clase Equipo	Tipo de llanta	Cant x eq	Llantas x grupo eq	Cant Eq.	%
Cargador 990 II	45 x 65 R 39	4	20	5	12,5
Cargador 988B	1800 x 65 x 35	4	4	1	2,5
Cargador 910	23,5 x 25	4	4	1	2,5
Camión 773D	24.00 R 35	6	90	15	56.25
Camión 769C	18.00 x 33	6	18	3	11,25
Motoniveladora 14G	20,5 X 25	6	6	1	3,75
Motoniveladoras 16G y 16H	23,5 x 25	6	12	2	7,50
Carro tanque	24.00 R 35	6	6	1	3.75
Total			160	29	100

Fuente: Datos primarios taller Mantenimiento Mina

Las llantas de los equipos pesados son el rubro más alto dentro del presupuesto de Mantenimiento Mina. Las llantas más numerosas en uso, corresponden a las de los camiones 773 (24.00 R 35) de las cuales hay rodando 96, lo que nos significa el 60% de las 160 llantas en total rodando a diario en la maquinaria pesada de Cerro Matoso SA. Ver Tabla 3

Tabla 3. Uso de Llantas por Equipos

Clase Equipo	Tipo de llanta	Llanta x Eq.	No Eq	Cant. llanta	%
Camión 773D	24.00 R 35	6	15	90	56,25
Camión 769C	1800 x 33	6	3	18	15,2
Cargador 990 II	45 x 65 R 39	4	5	20	12,7
Moto niveladoras 16G y 16H	23,5 x 25	6	2	12	7,6
Cargador 988B	1800 x 65 x 35	4	1	4	5,1
Moto niveladoras 14G	20,5 X 25	6	1	6	3,8
Cargador 910	23,5 x 25	4	1	4	2,5
Carro tanque	24.00 R 35	6	1	6	3.75
Total			29	160	100,0

Fuente: Datos Primarios Taller Mantenimiento Mina

Las llantas 24.00 R 35 (camiones 773) en la mina de Cerro Matoso tienen un promedio de vida de 3300 horas de uso, lo cual comparado con el estudio realizado en la mina Ekati se encuentra muy por debajo de los promedios de vida de llantas equivalentes¹.

Las llantas son la clase de costo de mayor valor en el presupuesto del taller de Mantenimiento Mina, por lo tanto existe un alto potencial de reducción de costos de Mantenimiento².

¹ FAVELA LOZOYA, Fernando. Maestría en Excavaciones y Terracerías. [monografía en línea]

² CERRO MATOSO SA.: MANTENIMIENTO MINA. CORZO PABON, Oscar. Excelencia Operacional. Cerro Matoso SA. Montelíbano 2002

Las llantas 24.00 R 35 usadas en la operación de los equipos de minería en CMSA han tenido históricamente una duración promedio de 3300 horas, muy por debajo de la vida útil. Por tal motivo se presentan consumos altos de llantas, mucha aplicación de mano de obra al mantenimiento de las mismas y gran cantidad de tiempo de la maquina en mantenimiento debido a llantas.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo a los anteriores preceptos se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál(es) es (son) el(los) motivo(s) que da(n) lugar al alto desgaste de las llantas 24.00 R 35 En la mina de la empresa Cerro Matoso SA?

1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

La sistematización del presente diagnóstico lleva a enumerar o visualizar una serie de variables que inciden en la vida útil de las llantas, las cuales se develan a través de los siguientes cuestionamientos:

¿Cómo ha sido el comportamiento de las llantas 24.00 R 35 en CMSA en cuanto a duración?

¿Se puede mejorar el rendimiento de estas llantas mediante la revisión del proceso de su uso en CMSA?

¿Qué factores son preponderantes en el desempeño de las llantas en cuestión?

¿Se pueden modificar o direccionar los factores que inciden en la duración de las llantas 24.00 R 35?

¿Se puede evidenciar y cuantificar el rendimiento actual y futuro de los componentes objetos de esta investigación?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diagnóstico de uso de las llantas 24.00 R 35 Michelin, que se utilizan para los camiones 773 en la Mina de Cerro Matoso S.A.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- > Levantar un histórico del comportamiento de las llantas en el último año, donde se reflejen datos preponderantes tales como:
 - ❖ Horas trabajadas
 - ❖ Tipos de fallas más frecuentes
 - ❖ Costos promedios

- > Levantar el flujo de proceso actual del uso de las llantas 24.00 R 35

- > Identificar los factores que determinan la vida útil de las llantas

- > Proponer las acciones necesarias para corregir y/o direccionar los factores que inciden en la vida útil de las llantas, de modo que permitan alcanzar las metas establecidas.

- > Presentar indicadores de gestión para las llantas.

- > Reducir costos de mantenimiento de llantas 24.00 R 35.

3. JUSTIFICACIÓN

El autor del presente proyecto, en su necesidad de elaborar un trabajo de investigación que le sirva como trabajo de grado para optar el título de administrador de empresas, otorgado por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia; y teniendo en cuenta el potencial de mejoramiento en un proceso específico para una empresa de su entorno ha fincado su motivación y deseo de culminar esta propuesta como una alternativa viable para sus propósitos.

Por lo tanto esta justificación se fundamenta en los siguientes aspectos:

3.1 ASPECTO ACADÉMICO

La presente propuesta de trabajo de investigación ha sido elaborada como trabajo de grado para optar el título de administrador de empresas que otorga la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) en su sede del municipio de Sahagún, Departamento de Córdoba

3.2 ASPECTO TEÓRICO

En el año financiero FY03, es decir, entre el primero de julio del 2002 al 30 de junio del 2003 Cerro Matoso SA. (CMSA) compró 106 llantas 24.00 R 35 y en los 3 primeros trimestres del FY04, es decir, entre el primero de julio del 2003 y el 31 de marzo del 2004 se compraron 91 de las mismas llantas con un consumo total de 197 llantas en 21 meses lo que da una utilización promedio de 112 llantas anuales³, con promedios de duración de 3300 horas. Con la ejecución de la presente investigación se determinó el diagnóstico que indicó

³ Datos primarios. SAP, abril 2003

el porqué de dicha duración y de acuerdo a éste resultado se pudo proponer alternativas que permitan alcanzar un incremento en el promedio de duración a muchas horas más.

3.3 ASPECTO PRACTICO

Mediante este diagnóstico al encontrar falencias determinantes que precipitan el desgaste de las llantas 24.00 R 35, se pudo acudir al planteamiento de un proceso que permitirá poner en practica actividades que solucionaran unas condiciones desfavorables en el uso de dichas llantas, mejorando su rendimiento promedio, lo que se traducirá en reducción de costo en el mantenimiento y aumento de disponibilidad de los equipos.

De lo anterior se puede evidenciar que al modificar o controlar los factores que inciden en la vida útil de las llantas en mención la empresa obtendrá otros beneficios con su valor agregado, tales como:

- ❖ Mayor disponibilidad de mano de obra para aplicar a otras tareas de mantenimiento
- ❖ Una mina con vías más seguras
- ❖ Optimización en procesos de operación de los equipos, lo que se manifestara en menos tiempos de parada por averías en los diferentes sistemas y en la disminución de los costos de operación.
- ❖ Reducción de costos de mantenimiento por conceptos diferentes a los imputados a llantas
- ❖ Una planeación de los trabajos en la mina más certeros para el aprovechamiento de las condiciones climáticas favorables para la explotación minera.
- ❖ Mayor cumplimiento de los objetivos de producción.

3.4 ASPECTO METODOLÓGICO

La metodología propuesta en este trabajo de investigación puede ser aplicada en proyectos similares como por ejemplo la reducción de costo mediante la optimización del uso y mantenimiento de los cilindros hidráulicos; mejoramiento en los procesos de planeación a corto y mediano plazo; y en general cualquier proceso que se quiera mejorar, a pesar, de que actualmente se tengan buenos resultados con los desempeños obtenidos. Y mas específicamente se debe extrapolar las acciones para las otras referencias de llantas usadas en CMSA, que aún cuando su consumo es menor, los precios unitarios son mucho más altos, justificando de este modo la propuesta de mejoramiento.

3.5 ASPECTO ECONÓMICO

Teniendo en cuenta que las llantas de los camiones 773 son las de mayor consumo por su cantidad rodando a la vez, pero no las más costosas. En CMSA entre julio del 2001 y marzo del 2003 se utilizaron un poco mas de 1.840 millones de pesos, en llantas 24.00 R 35⁴

La participación del costo de las llantas en el presupuesto de Mantenimiento Mina es bastante significativa. Con la ejecución del presente diagnóstico y al determinar si es posible aumentar su vida útil, se podrá llegar a obtener un ahorro en este rubro que le signifique a la empresa millones de pesos.

De este modo existe una gran oportunidad de reducir los costos de operación y mantenimiento al maximizar la vida útil de las llantas.

⁴ Datos primarios. SAP Abril del 2003

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO TEORICO

El objeto estudio del presente trabajo lo constituye las llantas 24.00 R 35 XDT A E4T marca Michelin, utilizadas en los camiones Caterpillar 773 en la mina de la empresa Cerro Matoso SA.

La anterior referencia o nomenclatura con que se marca la llanta en mención son estándares que utiliza Michelin para denotar dimensión, diseño, tipo de componentes y tipo de uso así: 24.00 es el ancho de la llanta medida en pulgadas, es decir que la llanta tiene 24 pulgadas completas y no tiene decimales como sucede en otras dimensiones de llantas; la R significa que es una llanta de construcción radial; 35 es el diámetro del rin medido en pulgadas; XDT es el modelo del labrado; A significa que la llanta presenta alta resistencia a los cortes, tajos, abrasión a velocidades de 22 Km./h promedio; E4T significa que es un labrado que se adapta al terreno rocoso y que no necesita cámara o neumático.⁵ (Ver Anexos B y C)

4.1.1. Mina de Diamantes de Ekati

En virtud de que no se ha hecho un estudio o proyecto sobre mejoramiento en la vida útil de las llantas 24.00 R 35 en las minas o empresas de la BHP Billitong, CMSA tomo como punto de partida y antecedente el proyecto realizado en la mina de diamante de Ekati, al nordeste de Canadá.

⁵ MICHELIN. EARTHMOVER & INDUSTRIAL TIRES, EDITION 18, YEAR 2001

A finales del año 1999, la mina de Diamante Ekati toma la decisión de llevar a cabo un proyecto de mejoramiento en la vida útil de las llantas 27.00 R 49 y las llantas 4000 R 57 de marca Bridgestone, Michelin y Good Year, utilizadas en los camiones Cat 777 con capacidad para 100 toneladas y Cat 793 con capacidad para 240 toneladas respectivamente.

Las llantas objetivos del proyecto de mejoramiento en Ekati, tenían un promedio de duración de 4200 horas. Dicho rendimiento fue elevado con éxito en 2000 horas más, mediante el mencionado plan. Teniendo en cuenta que ellos no tenían antecedentes de proyectos en ese tipo de llantas, tampoco hicieron un proceso de beachmarked propiamente, se hizo una comparación muy rápida y superficial del comportamiento de las llantas objetivos en otras minas del grupo, tales como La mina de carbón Fording River en Canadá, La mina de carbón Greenhills en Canadá, Mildred Lake, la compañía integrada de Energía Suncor de Canadá , Syncrude industria petrolera en Canadá y la mina de oro Cortez en Nevada (Estados Unidos).

El proyecto de mejoramiento en Ekati fue dirigido por el jefe administrador del contrato de mantenimiento de maquinaria pesada: **Martín Pelzer** bajo la dirección del director de planeación a largo plazo: **Han Goodwin**.

4.1.2 Maestría Excavaciones y Terracerias

A continuación se presentan apartes de la maestría Excavaciones y Terracerias, en la Universidad Nacional Autónoma De México, división de estudios de postgrados de la facultad de ingeniería por el ingeniero Fernando Favela Lozoya. Lo que mostrará la importancia de un buen mantenimiento de los equipos y los costos de las llantas en equipos pesados así:

1. Costos y Precios Unitarios

- Generalidades

Quedó esbozado en el inciso correspondiente a generalidades sobre precios unitarios, que la capacidad de ejecución de una empresa, debe estar acorde con la calidad y cantidad de sus elementos de producción.

Esta circunstancia, permitirá que la empresa disponga, en el caso particular de la maquinaria, del equipo adecuado con el que pueda realizar los trabajos que le sean encomendados, dentro de los plazos fijados en las relaciones contractuales, cumpliendo simultáneamente, con las especificaciones de producción.

Un producto bien o servicio cualquiera puede ser ejecutado mediante diversos procedimientos de fabricación y empleando diferentes equipos; empero, lógicamente, para ejecutar determinado trabajo siempre existirá algún procedimiento y determinado equipo, por medio de los cuales las operaciones del fabricante sean realizadas en forma óptima desde el punto de vista de la economía.

Por otra parte, el mercado de la minería y construcción ofrece una nutrida variedad de maquinaria de diferentes marcas, modelos, capacidades y especificaciones de calidad. Deberán por tanto realizarse estudios cuidadosos, a fin de determinar cuál es la maquinaria más conveniente para la óptima ejecución de los trabajos en que se compromete la organización.

El tiempo de utilización del equipo en relación con factores de tipo económico, han generado los conceptos de vida útil y vida económica⁶.

- **Vida Útil**

En toda máquina, tanto durante los tiempos de utilización, como durante los períodos en que se encuentra ociosa, sus diversas partes y mecanismos van sufriendo desgastes y deméritos, por lo que con cierta frecuencia más o menos determinada y predecible, dichas partes deben ser reparadas o sustituidas para que la máquina esté constantemente habilitada para trabajar y producir con eficiencia y economía. Sin embargo, con el transcurrir del tiempo, irremediabilmente toda máquina llega a encontrarse en un estado tal de desgaste y deterioro, que su posesión y trabajo en vez de constituir un bien de producción, significan un gravamen para su propietario, lo cual ocurre cuando los gastos que se requieren para que la máquina produzca, exceden a los rendimientos económicos obtenidos con la misma; en otras palabras, la posesión y operación de tal máquina reportan pérdidas económicas y/o riesgos irracionales.

Vida útil de una máquina es el lapso durante el cual el equipo está en condiciones de realizar trabajo, sin que los gastos de su posesión excedan los rendimientos económicos obtenidos por el mismo, por mínimos que éstos sean.

La vida útil de una máquina depende de múltiples y complejos factores, que pueden ser: fallas de fabricación, falta de protección contra los agentes atmosféricos, desgastes excesivos debido a uso anormal, vibraciones y

⁶ FAVELA LOZOYA, Fernando. Maestría en Excavaciones y Terracerías. [monografía en línea]

fricción de sus partes móviles, manejo de diferentes operadores e irresponsabilidad de los mismos, descuidos técnicos y demás⁷.

- **Vida Económica**

Se entiende por vida económica de una máquina, el período durante el cual puede ésta operar en forma eficiente, realizando un trabajo económico, satisfactorio y oportuno, siempre y cuando la máquina sea correctamente conservada y mantenida.

Como se mencionó anteriormente las causas principales por las que toda máquina, a partir del momento en que empieza a ser utilizada en las labores de construcción que le corresponden, va sufriendo un constante demérito, por lo que, para conservarla en condiciones de funcionamiento satisfactorio, requiere de constantes erogaciones y gastos derivados de la operación y mantenimiento. A medida que aumenta la vida y el uso de la máquina, la productividad de la misma tiende a disminuir y sus costos de operación van en constante aumento como consecuencia de los gastos cada vez mayores de conservación y mantenimiento, así como por las averías cada vez más frecuentes que sufre, mismas que van aumentando sus tiempos muertos o improductivos, reduciendo por tanto su disponibilidad, llegando incluso a afectar la productividad de otras máquinas que se encuentran abasteciendo a la primera o trabajando conjuntamente con ella en la ejecución de cierto trabajo.

De la observación de registros cuidadosos y detallados de los costos de operación y mantenimiento de una máquina, fácilmente se determina que,

⁷ Ibíd.

después de cierto período cuando los costos por hora de operación de la misma son cada vez mayores que el promedio de costos obtenidos durante sus operaciones anteriores, la máquina habrá llegado al fin de su vida económica, a partir del cual su operación resultará antieconómica.

Al finalizar el período de vida económica de una máquina solamente podrían presentarse cualquiera de los tres casos alternos siguientes:

- a) Que por su patente estado de deterioro, la máquina indudablemente deba ser definitivamente desechada, debiéndose vender para obtener algún rescate por la misma, ya que sea cual fuere su estado de deterioro, siempre tendrá un valor de rescate, por ínfimo que este pueda ser.
- b) Que por el esmero puesto en su cuidado y operación, la máquina se encuentre en condiciones aceptables y capaz de continuar trabajando, aunque sujeta a ciertas limitaciones, especialmente en lo que respecta a su eficiencia, potencia y por ende, productividad y operación económica por lo que, indudablemente, se encontrará en condiciones desventajosas con respecto al equipo de los competidores, además de que, con su empleo, se correrán riesgos derivados e imprevisibles y súbitas averías que eventualmente podrán ocurrir, con lo que la máquina en cuestión tendrá que parar, y aún podría darse el caso de que la forzada inactividad de ésta, afectase la productividad de todo el conjunto de maquinaria que se encontrara trabajando conjugada y armónicamente con la misma, en la ejecución de un trabajo.
- c) Que por razones de orden presupuestal o financiero, el poseedor de la máquina, independientemente del estado de la misma, se encuentre en imposibilidad de sustituirla, por lo que aún a costa de utilidades, se ve en la necesidad de continuar empleando la máquina obsoleta en sus

operaciones. De proceder así, se estará 'alargando' la vida útil de la máquina más allá del término de su vida económica.

En síntesis, las definiciones que giran en torno a la llamada vida económica de las máquinas, señalan que es un período durante el cual se deben obtener los máximos beneficios en su operación, pues el equipo puede continuar trabajando por más tiempo aunque las utilidades tiendan a disminuir, siguiendo sin embargo, dentro de su vida útil, de modo que la fecha de terminación de la vida económica puede ser elástica en función de la política de ganancia que se fije el dueño.

Se entiende que una máquina ya es económicamente obsoleta cuando ha alcanzado el término de su vida económica, quedando además totalmente amortizada la inversión del capital empleado en su adquisición. Sin embargo, el concepto de obsolescencia es relativo, ya que puede suceder que mientras para un constructor cierto equipo resulta obsoleto, para otro, en distintas condiciones financieras y de trabajo, no lo es⁸.

4.1.3 Cargo por Consumo de Llantas

Las llantas del equipo de minería y construcción, al igual que el propio equipo, sufren demérito derivado del uso de las mismas por lo que es necesario, además de repararlas y renovarlas periódicamente, reemplazarlas cuando han llegado al fin de su vida económica.

La vida económica de las llantas varía en función de las condiciones de uso a que sean sometidas, del cuidado y mantenimiento que se les dé, de las

⁸ Ibíd.

cargas que operen y de las condiciones de las superficies de rodamiento de los caminos en que trabajen.

Para las llantas del equipo de minería y construcción, que generalmente trabajan en vías que presentan condiciones muy severas y adversas, resulta práctico expresar su vida económica en horas de trabajo.

Para llevar a cabo estudios estadísticos sobre la observación del equipo de construcción pesada en presas, carreteras, y minas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las llantas. Se determina de acuerdo con la experiencia, considerando los factores siguientes: velocidades máximas de trabajo, condiciones relativas al camino en que transitan, tales como pendientes, curvaturas, rodamiento, posición en la máquina, cargas que soportan y climas en que operan, han establecido que la vida económica aproximada de una llanta es del orden de 80,000 kilómetros ó 5,000 horas de operación normal. Pero, por otra parte, solamente en condiciones de obra muy excepcionales se presentan los factores más favorables a la vida óptima de las llantas, razón por la que, para determinar la vida económica real, es necesario introducir los factores.

En la práctica se presentan condiciones adversas cuando por ejemplo, en ciertos tramos de los caminos abundan piedras sobre las superficies de rodamiento, cuando por condiciones meteorológicas los caminos sufran notorio demérito sin que ello amerite la suspensión de los trabajos, etc. Para cada caso específico se deberán estudiar cuidadosamente las condiciones de las obras, para poder aplicar en forma justa y racional.

4.2 MARCO INSTITUCIONAL

Cerro Matoso SA. Pertenece a la multinacional BHP Billiton de Australia, la cual es propietaria de muchas minas a nivel mundial, entre los minerales y metales que explotan están: petróleo, oro, plata, platino, cobre, hierro, aluminio, níquel, carbón, cobalto, cromo, manganeso, titanio, estaño, diamantes entre otros.

La BHP Billiton es una multinacional exitosa por desarrollar en sus empresas altos estándares de desempeño. Creando verdaderas culturas de maximización del uso de sus recursos; esto conlleva a unas políticas de control de la calidad bastante exigentes al igual que el control de sus costos. Por esto Cerro Matoso S.A. se ha dado a la tarea de bajar los costos de producción sin afectar la calidad de su producto e impulsar estándares de seguridad.

CMSA es una empresa competitiva abierta a los cambios técnicos o tecnológicos que puedan significar mejoras en sus procesos y constantemente está buscando optimizarlos.

4.2.1. Reseña Historica

Desde 1956 se tiene conocimiento del yacimiento de níquel de Cerro Matoso, en Montelíbano, el cual fue descubierto por la Richmond Petroleum, subsidiaria de la Standard Oil Company. El 30 de marzo de 1963 mediante el Contrato No. 866, el gobierno otorgó a la Richmond una concesión sobre el yacimiento. Este fue modificado en sus términos mediante contrato adicional del 22 de Julio de 1970. El 12 de marzo de 1979, con la incorporación de un nuevo socio, la Empresa Minera Billington de Holanda, se constituyó CERRO MATOSO S.A. mediante la escritura pública No. 1250 de la notaria 7ª de

Bogotá. Con la siguiente participación accionaria: ECONIQUEL (IFI) 45%, CONICOL (HANNA) 20% y BOL (SHELL) 35%.

Cerro Matoso S.A. obtuvo la concesión minera 866, modificada por el contrato adicional suscrito el 22 de julio de 1970, y de la concesión minera 1727, otorgadas por el Gobierno nacional a través del Ministerio de Minas y Energía para la explotación de los yacimientos de níquel de Cerro Matoso S.A. El contrato adicional prevé un período inicial de explotación de 25 años, prorrogable por cinco (5) años más, previo acuerdo con el Gobierno Nacional y el concesionario.

Cerro Matoso S.A. inicia su producción de ferroníquel desde 1981. En la década de los noventa y después de haber estabilizado su proceso productivo, Cerro Matoso S.A., ha emprendido una serie de cambios tendientes a aumentar su producción utilizando inicialmente su capacidad instalada, como una estrategia para disminuir los costos fijos que se han visto aumentados debido a diferentes factores; luego a finales del año 2000 con la puesta en marcha de una segunda línea de producción.

La planta de producción de ferroníquel de Cerro Matoso se encuentra ubicada en el municipio de Montelíbano a 22 kilómetros de la cabecera municipal, en el sur del departamento de Córdoba, el complejo cubre un área de unas 1500 hectáreas aproximadamente, pero el área de influencia del yacimiento de mineral se extiende hasta abarcar zonas vecinas. Aquí se encuentra ubicada la mina y la planta de procesamiento del mineral, que de allí se extrae. La colina que dio el nombre al complejo minero metalúrgico de Cerro Matoso.

Cerro Matoso S.A. Inicio sus operaciones con una flota de equipos pesados modesta en comparación con la que actualmente posee, esta fue:

- 2 Palas hidromecánicas, marca Liebre con una capacidad de carga de 8 m³
- 4 cargadores Cat 988, con capacidad de carga de 8.4 m³
- 7 camiones Cat 769C, con capacidad de carga de 35 ton.
- Tractor Cat D6D, con capacidad de empuje de 6 m³
- Moto niveladoras Cat 12F y 16G
- 1 perforadora o taladro Driltech
- 1 perforadora o taladro Ingersoll Rand con un compresor Marca Joy
- 1 cargador Cat 910, con capacidad de carga de 1 ton.
- 1 Retroexcavadora Liebre Hitachi con capacidad de carga de 1m³
- 1 Retroexcavadora Cat con capacidad de carga de 0.5m³

A los equipos de este lote, que usan llantas inicialmente se les instalo llantas marca Bridgestone. Las cuales se usaron por varios años, a medida que transcurre el tiempo Cerro Matoso S.A. al ir revisando sus procesos y sus costos comienza a hacer pruebas con otras marcas de llantas. Entre el año 1994 y 1995 CMSA utilizo llantas Michelin y Bridgestone, incluso probó llantas reencauchadas.⁹

Las llantas reencauchadas se utilizan en las partes traseras de los camiones 769, donde los promedios de rendimiento están entre el 50 o 60%; en los cargadores, y en las moto niveladoras; teniendo un rendimiento promedio del 75% de una llanta nueva. Las llantas reencauchadas nunca se usaron en las posiciones delanteras de los camiones por seguridad. En la actualidad no se usan en los camiones 773, porque las llantas reencauchadas en equipos que se mueven a altas velocidades (cerca de 40 km/h) y con un peso bastante

⁹ Las reencauchadas son llantas que inicialmente trabajan hasta que se desgastan mas o menos en un 80 u 85% de su vida útil, entonces mediante procesos de vulcanizados les adhieren caucho quedando la llanta como nueva. (N. del a.)

grande (40 ton. del equipo mas 50 toneladas de carga) no son muy estables y pueden degradarse rápidamente ocasionando accidentes.

En el año 1996 Cerro Matoso S.A. decide utilizar llantas Michelin únicamente; aunque se siguieron utilizando llantas reencauchadas para los cargadores 988B y para las moto niveladoras, donde han dado buenos resultados, además en el momento se están haciendo pruebas de rendimiento en los cargadores 990 con llantas reencauchadas.

Para el año 1996 la flota de equipos pesados de CMSA ha crecido considerablemente, a partir de aquí el desarrollo de la mina se acelero. Se comenzaron a cambiar los camiones 769C con capacidad para 35 toneladas por camiones 773D de 50 toneladas. También se comenzó a cambiar los equipos de cargue: de las palas de 8 m³ se cambio por palas de 12 m³, igualmente se comenzó a cambiar los cargadores 988B de 8.4 m³ por los 990 de 12.4 m³.

Cuando CMSA inicio sus operaciones los movimientos de llantas se hacían manualmente, lo que significaba:

- ❖ Demasiado tiempo del equipo parado en tareas de llantas. Lo que se traduce en incremento de los costos de operación por la baja disponibilidad de la maquina. Un camión para cambiársele el tendido de llantas, es decir todas, podía durar entre 8 y 16 horas de trabajo con 2 técnicos; para un cargador 988B estaba entre 24 y 32 horas con 3 técnicos
- ❖ Altos riesgos de accidentes por partes de los técnicos al manipular Herramientas pesadas y las mismas llantas, teniendo en cuenta que las llantas de los camiones 769C: 18.00 x 33 y la de los cargadores 988B:

18.00 x 65 x 33 tienen un peso aproximado de 1000 y 1700 Kg. Respectivamente luego de armadas.

- ❖ Alta posibilidad de que la llanta quedara mal armada, que podría haber generado retrabajos o daños prematuros en las llantas o sus componentes.

Luego CMSA adquiere un equipo monta llantas, con el cual se agiliza el movimiento de las llantas reduciendo a su vez los riesgos, pero no era apropiado para las llantas de los nuevos y más grandes equipos que CMSA estaba adquiriendo: camiones 773 y cargadores 990.

Luego la empresa compra un equipo monta llanta que permite el manejo adecuado, rápido y seguro de las llantas reduciéndose en más del 70% del tiempo de parada por este concepto.

4.2.2 División Administrativa de Cerro Matoso S.A.

Cerro Matoso S.A. en la actualidad se encuentra dividida en cuatro (4) vicepresidencias así:

- Vicepresidencia operativa.
- Vicepresidencia administrativa.
- Vicepresidencia financiera.
- Vicepresidencia técnica.

Además de cuatro (4) gerencias que reportan directamente al presidente general.

La vicepresidencia operativa que para efectos del presente trabajo es el centro de investigación, esta dividida a su vez en gerencias llamadas Unidades de Negocios, encabezadas por gerentes, así:

- Unidad de Negocios Mina.
- Unidad de Negocios de Preparación de Mineral.
- Unidad de Negocios de Calcinación Fundición
- Unidad de Negocios de Refinería

La Unidad De Negocios De Mina: es la encargada de extraer el mineral del yacimiento, con los tenores de níquel requeridos para el proceso, entregándolo equilibrado y oportunamente.

A su vez las Unidades de Negocios están divididas en departamentos encabezados por un director llamado superintendente o planner, es así como la unidad de negocios de mina esta dividida en cuatro (4) departamentos a saber: Operación Mina, Mantenimiento Mina, exploración y planeación mina.

El departamento de Mantenimiento Mina es el encargado del mantenimiento de los equipos pesados de la unidad de negocio mina.

A manera de información se puede afirmar que la unidad de negocio de informática, donde se maneja todo lo relacionado con los sistemas de información tanto de la red de microcomputadores y los servicios de correo electrónico interno, externo (Group Wise), Internet y el sistema de Información para la administración SAP R3; al igual que la Unidad de negocios de materiales, donde se maneja todo lo relacionado con las compras de suministros (bienes y/o servicios) y repuestos que requiera CMSA ya sea

para las operaciones o para el mantenimiento de plantas y equipos, entre otras dependencias reportan sus actividades a la vicepresidencia financiera¹⁰

Cerro Matoso S.A. A partir de enero del año 1998, cuenta con un sistema de información institucional o corporativo mediante el cual se controla la gran mayoría de operaciones tanto operativas como de mantenimiento: es el software llamado SAP R3

Este software esta compuesto por varios módulos interrelacionados para controlar integralmente las diferentes áreas de la empresa, mediante SAP R3 Cerro Matoso S.A. lleva la historia de cada una de los equipos o componentes susceptibles de cargárseles costos o hacerles mantenimiento.

A partir del mes de Julio del 1999 Cerro matoso S.A. (CMSA) viene trabajando con un calendario en el cual los años financieros comienzan en el primer día del mes de julio y concluyen en el último del mes de junio del año siguiente. Lo que denomina Cerro Matoso S.A. como los FY, comenzando en Julio del 1999 el Fy00 y terminándolo en Junio del 2000; el Fy01 comienza en julio del 2001 y termina junio del 2002 y así sucesivamente. Esto quiere decir que se trabaja con 6 meses de adelanto con respecto del año calendario. Por lo tanto todos los programas de Cerro Matoso SA. (CMSA) se trabajan en los años financieros (FY01, FY02, FY03, y así sucesivamente), planes, programas, presupuestos, estudios, etc.

¹⁰ Fuente primaria: observación directa, conversación con algunos funcionarios

4.2.3 Visión de Cerro Matoso S.A.

CMSA esta orientada por una visión, que le señala el camino a recorrer, igualmente esta enmarcada en una misión que le permite un accionar ágil y futurista.

La visión de CMSA esta contemplada en las tres frases siguientes:

- ❖ Ser el líder mundial en la industria del níquel.
- ❖ Tener éxito en nuestra contribución al desarrollo sostenible de la región.
- ❖ Ser uno de los lugares preferidos para trabajar en Colombia.

4.2.4 Misión de Cerro Matoso S.A.

La misión de CMSA esta expresada en las siguientes frases:

- ❖ Desarrollar las reservas de níquel en forma eficiente y responsable con el entorno.
- ❖ Suministrar ferroníquel de alta calidad que sea el preferido por los clientes.
- ❖ Promover el desarrollo personal y la contribución de cada uno hacia el éxito de la organización.
- ❖ Contribuir al desarrollo sostenible de la región

4.3 MARCO LEGAL

Dado que Cerro Matoso S.A. tiene con los fabricantes, representantes y distribuidores de las llantas marca Michelin relaciones comerciales enmarcadas en las políticas de libre comercio, donde la calidad, las condiciones y servicios que pueda ofrecer el proveedor de sus productos son los hechos que mantienen el vínculo comercial, es decir, que la empresa puede usar llantas de cualquier marca en sus equipos siempre y cuando estas se adapten a las necesidades y requerimientos de operación.

Teniendo en cuenta lo anterior la empresa para acceder a los servicios de garantías que pueda requerir con respecto a las llantas, debe cumplir con las condiciones de uso y mantenimiento de estas aconsejadas por el fabricante. Además de comprometerse a no hacer modificaciones por su cuenta en los diseños estructuras o usos de los productos.

Cerro Matoso S.A. cumple con las disposiciones establecidas en la Ley 769 del 6 de agosto de 2002, por medio de la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones, en lo referente a la movilización de equipos pesados en vías publicas o privadas abiertas al público.

Por otro lado Cerro Matoso S.A. observa y cumple disposiciones de tipo legal en cuanto a derechos de patentes de cada uno de sus insumos y repuestos.

CMSA con respecto a las llantas, acata decreto 948 del 5 de junio de 1995 por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire; además de las disposiciones que contempla las normas y reglas de la ISO 14000 en materia de desechos.

Cerro Matoso S.A. Consciente de la necesidad de proteger la propiedad intelectual y en especial el derecho de autor, acata la Decisión 351 de la CAC Pacto Andino, el Convenio de Berna (Aprobado por la Ley 10 de 1987), el acuerdo constitutivo de la Organización Mundial del Comercio OMC (Aprobado por la Ley 70 de 1994). Se está al tanto de las actividades de la Asociación Nacional de Industriales del Software (FEDESOFIT) y de la Business Software Alliance (BSA).

Además Cerro Matoso S.A. se respalda en la Norma ISO 9000-3 de 1997 que implementa la Norma 9001 de 1994 en lo relativo a la logística. Al igual en el ámbito nacional, se obedece la Ley 23 de 1982 y la Ley 44 de 1993 que contemplan el uso de licencias de medios logísticos, y confieren penas de prisión de hasta cinco (5) años para los infractores y la suspensión o pérdida de la licencia de funcionamiento para el establecimiento que no respete los derechos de autor.

4.4 MARCO GEOGRÁFICO

Cerro Matoso S.A. tiene su planta ubicada a 22 Km. al sur oriente de la ciudad de Montelíbano, Departamento de Córdoba; el complejo cubre un área de unas 1.500 hectáreas aproximadamente, limitado por corregimientos del municipio: Uré, Bocas de Uré, y la quebrada de Uré. Aquí se encuentra la mina con los depósitos lateríticos de níquel en un cerro de 260 m de altura que le da el nombre a la compañía.

Cerro Matoso S.A. tiene sus oficinas principales en las instalaciones de la planta, pero tiene las oficinas de mercadeo en Bogotá; además del muelle de embarque y bodegas en el puerto de Cartagena.

El municipio de Montelíbano, se encuentra ubicado en la subregión del Alto san Jorge. Esta es una concavidad hidrográfica marcada desde la Serranía

de Ayapel. La que en su descenso se extiende para dar paso al valle del Río San Jorge y sus afluentes.

La cabecera municipal de Montelíbano limita por el Norte con el Río San Jorge; por el Sur con la Hacienda Altamira, y la Finca Año Nuevo variante a Cerro Matoso; por el oriente con la Hacienda Cuba y la Finca el Porvenir; por el occidente con la quebrada Muchajagua.

CMSA, se encuentra en la zona Ecuatorial por lo tanto tiene dos (2) períodos bien diferenciados, el uno un periodo de sequía o verano, que normalmente va de mediados de octubre a mediados de abril; y otra etapa de lluvias, en algunos casos debido a fenómenos naturales estos periodos no se presentan sincronizados, por lo tanto es posible que en un momento dado el periodo lluvioso o el seco se demore más de lo normal.

5. HIPOTESIS

5.1 HIPOTESIS GENERAL

El alto desgaste de las llantas 24.00 R 35 en la mina de CMSA, tiene una multicausalidad, en parte por factores físicos de las condiciones de trabajo, y otra parte por la forma de operación y mantenimiento de los equipos.

5.2 HIPOTESIS DE TRABAJO

A continuación se hace referencia de las hipótesis de trabajo emanadas de los objetivos específicos.

- ❖ Los promedios de duración de las llantas para los camiones 773 en CMSA han sido de 3300 horas, rendimiento que se considera como muy bajo teniendo en cuenta los precios y costos de mantenimiento de estas.
- ❖ El proceso de uso de las llantas en mención puede mejorarse para obtener mayor rendimiento de ellas.
- ❖ Las variables preponderantes (inicialmente se estudiaron todas en igualdad de porcentaje para establecer su peso de incidencia) en el desempeño de las llantas son:
 - ◆ El desequilibrio constante de la presión de las llantas. (20%)
 - ◆ El mal mantenimiento de las vías. (20%)
 - ◆ Operación inadecuada de la maquinaria (20%)
 - ◆ Velocidades inadecuadas para las llantas (20%)
 - ◆ Clima de la mina (20%)

❖ Los elementos que inciden en la duración de las llantas, en su mayoría se pueden modificar para alargar la vida útil de las mismas, como son las presiones de inflado, el mantenimiento de las vías, el modo de operación de los equipos; otros factores como el clima, que no son susceptibles de modificación, pero se pueden tener en cuenta para la programación de operación y mantenimiento.

❖ Mediante el establecimiento de indicadores de gestión se puede medir y controlar el rendimiento de las llantas objetos del estudio.

5.3 VARIABLES

Las variables independientes y dependientes se consignan en la siguiente Tabla.

Tabla 4. Operacionalización de las Variables

Variables Independientes	Variables Dependientes
Desgaste de las Llantas.	Profundidad del labrado de las llantas.
Presión dentro la cámara de las llantas	Presión correcta
Estado de vías	El estado de las vías es adecuado
Operación de la maquinaria	Fallas de llantas por operación incorrecta
Velocidad de desplazamiento en la mina	Velocidad adecuada para las llantas
Clima de la mina	Operación en condiciones climáticas adversas.
Horas hombre aplicadas a mantenimiento de llantas	Costos de mantenimiento de las llantas

Fuente: El Autor

5.4 INDICADORES

Los indicadores y las mediciones propuestos para la operacionalización de las hipótesis se pueden observar en la Tabla 5.

Tabla 5. Indicadores

Indicadores	Medición
Vida útil de la llanta	Porcentaje de desgaste de las llantas
Inflado de las llantas	Variación en el inflado de las llantas
Limpieza de vías	Aplicación de maquinaria para limpieza de vías
Modo de operación	No de fallas en llantas por operación
Velocidad media	No de fallas en llantas por sobrevelocidad
Operación en condiciones climáticas adversas	No de fallas en llantas por esta causa
Costos de mantenimiento	Cantidad de recursos aplicados a mantenimiento

Fuente: El Autor

6. DISEÑO METODOLOGICO

6.1 DEFINICIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TIPO DE ESTUDIO

La información y/o datos se tomaron en parte de fuentes primarias (observación directa), históricos de SAP, los cuales se analizaron y compararon con los sucesos reales definidos o enmarcados en las necesidades sentidas en el diario uso de las llantas 24.00 R 35 en el departamento; luego sistematizados para el logro del diagnóstico del uso actual de las llantas en cuestión. Dada las características del actual estudio, se puede afirmar que este se inscribe dentro de los planteamientos de la investigación de tipo descriptiva, ya que se trabajó sobre entornos de hechos para relacionar una interpretación de ellos y a partir de allí presentar la propuesta que garantice la ejecución del proyecto.

El estudio partió de la identificación de los diferentes elementos y variables y sus interrelaciones que condicionan la durabilidad de los elementos de estudio

6.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

El actual plan de mejoramiento, tiene como **Universo** la totalidad de las llantas que a diario ruedan en la mina de CMSA mas las llantas que fueron dadas de baja en el año inmediatamente anterior. La **Población** es el total de llantas 24.00 R 35 que en la actualidad están instaladas en los equipos, más las llantas de la misma referencia, que fueron sacadas del servicio en el año anterior.

La **Muestra** para este proyecto teniendo en cuenta que el estudio contempla el promedio de vida correspondió a tomar aleatoriamente un porcentaje de las llantas dadas de baja, que serán objeto de estudio para el establecimiento del comportamiento histórico de las llantas en mención.

6.3 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE LA INFORMACION

6.3.1 Fuentes Primarias

La información primaria del presente estudio obedece a los datos recolectados de las observaciones y mediciones diarias de las llantas instaladas, las que se encuentran en los patios de chatarra y entrevista con diferentes funcionarios de la empresa.

6.3.2 Fuentes Secundarias

De otra parte los datos secundarios son provenientes de la revisión de los datos históricos documentados en SAP R3, la investigación en bibliografía al respecto y la consulta en la Internet.

Además esta información secundaria se obtuvo en gran medida del software que la empresa usa como institucional y de los registros físicos de cambios de llantas existentes en el taller.

6.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA EL ANALISIS DE LA INFORMACION

Una vez recogida la información tanto primaria como secundaria, se tabuló mediante el uso de la computadora y software de hoja electrónica (Excel),

que luego se analizo y a partir de este punto de referencia poder llegar a desarrollar la propuesta final presentada mediante las tabulaciones, cuadros y graficas que se hicieron necesarias para su mejor entendimiento.

6.5 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

6.5.1 Institucion Patrocinadora

La institución patrocinadora para la realización del presente diagnóstico fue la empresa Cerro Matoso S.A. específicamente en su Unidad de Negocio Mina a través de sus departamentos de Mantenimiento Mina y Operación Mina. Puesto que serán ellos los que presupuesten y asuman los costos de la propuesta y su puesta en marcha.

6.5.2 Institución Objeto de estudio

La Institución objeto de estudio para el presente proyecto es la empresa Cerro Matoso S.A. en los departamentos de Mantenimiento Mina y Operación Mina en la Unidad de Negocio Mina, puesto que ellos permitieron realizar la investigación, suministraron y posteriormente recibirán la información que se necesite o se genere.

6.6 ASPECTOS FINANCIEROS

6.6.1 Costos del Proyecto

Para el desarrollo del trabajo se requirió acudir al siguiente presupuesto de gastos, el cual fue completamente asumido por el investigador. (Ver Tabla 6).

Tabla 6 Presupuesto del proyecto

CONCEPTO	MONTO
Papelería, útiles y fotocopias	\$ 800.000
Procesamiento de la información y digitación	\$ 350.000
Transporte	\$ 300.000
Honorario, asesoría y servicios	\$1'200.000
Total	\$2'650.000

Fuente: El Autor – Agosto 2004.

6.7 CRONOGRAMA

Para la eficaz realización de las actividades del presente proyecto se siguió el record indicado en el Cronograma presentado en el Anexo D. (Ver Anexo).

7. DIAGNOSTICO

7.1 HISTÓRICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS LLANTAS EN EL ULTIMO AÑO

CMSA, tiene entre sus equipos de minería 30 equipos montados en llantas, de los cuales 15 (es decir el 50%) son camiones 773, cada uno de ellos usa 6 llantas 24.00 R 35.

A pesar, de que las llantas de los camiones Caterpillar 773 no son las más costosas por unidad, si lo son por la cantidad de llantas que hay rodando, 6 por equipo, 90 en total; lo que equivale a cerca del 55% del total de las llantas en uso. Ver Tabla 7.

En el año financiero FY03 (Julio 2002 – junio 2003) Cerro Matoso SA. (CMSA) compro 106 llantas 24.00 R 35 por valor de \$ 923.000.000,00 y en el primer trimestre del FY03 (Julio 2003 – sep 2003) compró 30 de las mismas llantas por un valor de \$302.000.000,00. Ver Tabla 8.

Teniendo en cuenta que las llantas de los camiones 773 son las de mayor consumo, aunque no las más costosas.

Tabla 7. Llantas por equipos

Clase eq	Tipo llanta	cant. eq	NO. eq	Total llanta	%
Camión 773D	24.00 R 35	6	15	90	54.9
Camión 769C	1800 x 33	6	4	24	14.6
Cargador 990 II	45 x 65 R 39	4	5	20	12.2
Motoniv 16G y 16H	23,5 x 25	6	2	12	7.3
Cargador 988B	1800 x 65 x 35	4	2	8	4.9
Motoniv. 14G	20,5 X 25	6	1	6	3.7
Cargador 910	23,5 x 25	4	1	4	2.4
Total	-	-	30	164	100

Fuente: Datos Obtenidos de SAP. Oct 2002

**Tabla 8. Costos de llantas 24.00 R 35
en los años 2001 y 2003**

Año	Prec Prom. x Unid	Cantidad	Precio Total
2001	8.710.212	106	923.282.427
2002	10.081.320	30	302.439.607
Total	9.012.662	136	1.225.722.035

Fuente: Datos Obtenidos de SAP. Oct 2002

El estudio de desempeño de estas llantas en la mina de Ekati, análoga a CMSA ha demostrado que estas pueden trabajar mucho más tiempo que los promedios de vida de esta mina si se siguen adecuados programas de mejoramiento.

**Tabla 9. Fallas de llantas por meses
en los años 2002 y 2003**

AÑO	MES	No fallas
2002	Jul-01	10
	Ago-01	10
	Sep-01	8
	Oct-01	4
	Nov-01	1
	Dic-01	6
	Ene-02	12
	Feb-02	12
	Mar-02	15
	Abr-02	1
	May-02	19
	Jun-02	5
2003	Jul-02	8
	Ago-02	7
	Sep-02	8
	Oct-02	10
	Total	136

Fuente: Datos Obtenidos de SAP. Oct 2002

La participación del costo de las llantas en el presupuesto de Mantenimiento Mina es bastante significativa. Participando con el 13.1% del presupuesto del taller.

Hay una gran oportunidad de reducir los costos de operación y mantenimiento al maximizar la vida útil de las llantas.

Desde julio del 2002 hasta octubre del 2003, es decir en el FY03 mas el primer trimestre del FY04 CMSA dio de baja 136 llantas por diversas fallas, a continuación se detalla el uso de llantas por meses. Ver Tabla 9.

Cabe notar que en estos resultados incidieron algunos factores tales como las épocas de lluvias o la huelga de transportadores ocurrida en el 2002

7.1.1. Horas trabajadas

Los fabricantes de las llantas para maquinaria pesada asignan a cada una de ellas un numero consecutivo de serie que puede ser alfanumérico, que permite identificar inequívocamente esa llanta en cualquier parte del mundo (ver anexo G).

En CMSA se le lleva registro en el sistema de información corporativo SAP (Systems Applications Products in Dates and Processing) a cada una de las llantas usadas, desde el momento en que se saca nueva de la bodega, hasta que se desecha. Por lo anterior se puede determinar en cualquier momento donde y por cuantas horas ha trabajado determinada llanta.

De las 136 llantas dadas de baja entre el mes de julio del 2001 y el mes de octubre del 2002, se tiene los datos de duración de 134 llantas, de ellas se ha obtenido un promedio de 3100 horas de uso de las llantas. Ver tabla 10.

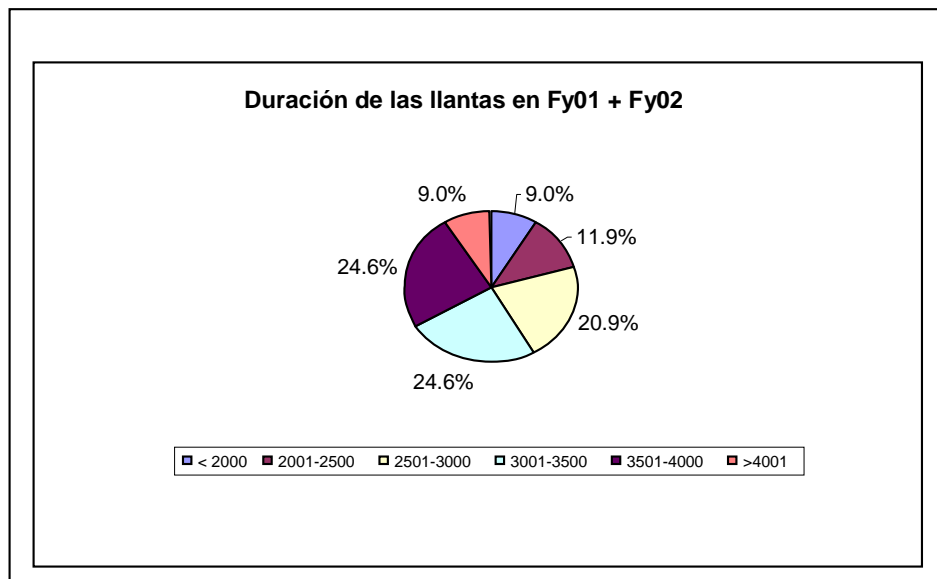
Tabla 10. Duración de las llantas

RANGO Horas utilizadas	Cant.	%
< 2000	12	10.29%
2001-2500	16	11.76%
2501-3000	28	20.59%
3001-3500	33	24.26%
3501-4000	33	24.26%
>4001	12	8.82%
Total	134	1

Fuente: Datos Obtenidos de SAP. Oct. 2002

Como se puede observar en Tabla anterior, cerca del 43% de las llantas fueron dadas de baja por debajo del promedio de vida de estas. Y el otro 64% están por debajo de las 3500 horas de operación. Ver figura 1

FIGURA 1. DURACIÓN DE LLANTAS 24.00 R 35 EN CMSA



Fuente: Datos Obtenidos de SAP. Octubre de 2002

7.1.2 Tipos de Fallas mas Frecuentes

Cada mina tiene unas características y condiciones propias que le hace diferente de las otras, por su climatología, topografía, geología, composición, etc.

CMSA es una mina a cielo abierto, dispuesta en bancos de unos 7 metros de altura, agrupados en un frente de explotación, con unas rampas que los comunican entre si. En su composición se encuentran diversos minerales, que le dan las características a los pisos, entre ellos se encuentra el material de descapote, que básicamente esta conformado por el suelo fértil y rico en nutrientes para la capa vegetal. La Canga, que es un mineral con alto contenido de hierro, cerca del 70%, es un mineral de mucha densidad, bastante pesado, pero bastante blando, se tritura muy fácilmente convirtiéndose en un polvo muy fino, es muy usada en los rellenos de las vías, el tenor de níquel es muy bajo o nulo. La Laterita, también es un mineral de muy bajo o nulo tenor de níquel, algunas variedades de este mineral son ricos en hierro. La Saprolita, este mineral es bastante rico en níquel, su tenor alcanza hasta un 4.5% de este, es un mineral de una dureza relativamente alta; en CMSA se encuentran 4 variedades a saber: saprolita café, saprolita verde de bajo magnesio, saprolita verde de alto magnesio y saprolita negra. La Peridotita, esta última es la de mayor abundancia puesto que es la que conforma la llamada roca madre o base, es un mineral bastante duro, estéril en contenido de níquel, pero es frecuente observar que en sus grietas se localicen saprolitas formando la llamada peridotito saprolitizada. Los minerales que contienen el níquel se encuentra en vetas incrustado con los otros minerales entre la roca madre, por este motivo se tiene que romper mediante voladuras con dinamita. Lo cual esparce trozos de piedras en los sitios de carga y en las vías próximas a las voladuras

Por lo anteriormente expuesto se determina que la mina de CMSA es bastante agresiva para las llantas de los equipos, lo que conlleva que las llantas tengan un desgaste acelerado.

Entre las fallas mas frecuentes encontradas en las llantas dadas de baja, se tienen cuatro (4) grandes grupos, así:

7.1.2.1 Llanta Estallada. En este caso las llantas se revientan ya sea por la banda de rodamiento o por los flancos, para este tipo de fallas existen muchas causas, las más importantes son:

7.1.2.1.1. Fuertes impactos: son golpes recibidos por las llantas en las bandas de rodamientos o en los flancos de forma repentina y seca, que bien puede ser por:

7.1.2.1.1.1 Mala operación. Cuando el operador se pega demasiado a la berma de la vía, o se pasa por encima de obstáculos o de huecos sin por lo menos reducir la velocidad o evitarlos.

7.1.2.1.1.2 El mal estado de las vías. En este caso es parte de la pericia y actitud del operador para evitar la parte deteriorada.

7.1.2.1.1.3 Mala calibración de las suspensiones. Cuando las suspensiones de los equipos están demasiado caídas, los golpes los recibe la llanta y lo transmite al chasis de la maquina, sin amortiguarlos, el peso de la maquina regresa el golpe a la llanta. Generando fuertes impactos que pueden deteriorar las estructuras de las llantas

7.1.2.2 Llanta rota. En este caso las llantas presentan roturas ya sea en la banda de rodamiento o en los flancos, debido a la alta agresividad del terreno, o al incrustamiento de objetos extraños (varillas, palos, piedras, etc.)

7.1.2.3 Llanta pela lona. Las llantas desgastan la banda de rodamiento (bdr) de tal forma que se ven las lonas o el tramado metálico, esto tiene varias causas:

7.1.2.3.1 Sobre calentamiento: las llantas alcanzan temperaturas más altas que para las cuales se diseñaron generando fallas prematuras, elevada temperatura de las llantas tiene su origen en diversas causas, las más comunes son:

7.1.2.3.1.1 Mal inflado de las llantas. Las presiones de inflado juegan un papel muy importante en la vida de una llanta, puesto que si esta fuera del rango necesario la llanta sufrirá una o varias falla prematuras tales como: desgastes excesivos en una parte determinada de la banda de rodamiento (bdr), si es por sobre inflado se gasta mas rápidamente la parte central de la banda de rodamiento (bdr); si es bajo inflado el desgaste anormal ocurre en los laterales de la bdr.

❖ **Velocidad media superior:** Velocidad media superior a la de la llanta: los constructores de llantas utilizan materiales y compuestos, calculando que estas serán utilizadas en determinadas condiciones, tales como longitud de trayectos, carga y velocidad de desplazamiento donde las llantas se desempeñan con el óptimo rendimiento. Si estas condiciones se salen de los rangos preestablecidos, comienzan a generar temperaturas en el interior de los compuestos y materiales de las llantas, en algunos casos el incremento de temperatura puede generar que las soldaduras de los compuestos mediante vulcanizados se resientan o

suelten generando el desprendimiento de partes sometidas a mayores esfuerzos o el desgaste prematuro.

- ❖ Sobrecarga: cuando los equipos se les pone una carga mayor a la que debe llevar según su diseño, las llantas reciben mayor peso y por ende mayor presión contra el piso, generando sobre temperaturas con las consabidas consecuencias de esta.

7.1.2.4. Arrancamiento en la llanta: las llantas pierden material de la banda de rodamiento (bdr) debido a diferentes causas, entre las causas más frecuentes se encuentran: recalentamiento, agresividad del terreno, fuertes impactos.

De las 136 llantas dadas de bajas en el periodo en estudio se revisaron cerca del 70% en el patio de chatarras para determinar a que se debió su salida de servicio y se encontraron los datos que se observan en la Tabla 11.

Tabla 11. Diagnóstico de la Salida de Servicio – Llantas dadas de Baja¹¹

Fallas	NO.	%
Desgaste a final de vida	50	53.76
Desgaste BDR	5	5.38
Pelo Lonas	13	13.98
Desprendió lona	5	5.38
Estallada	5	5.38
Pinchada	9	9.68
No especificado	6	6.45
Total	93	100

Fuente: Observaciones en patio de chatarra

¹¹ Este diagnóstico se toma como base estadística para dar punto de partida al análisis y se aclara que corresponde a la muestra tomada.

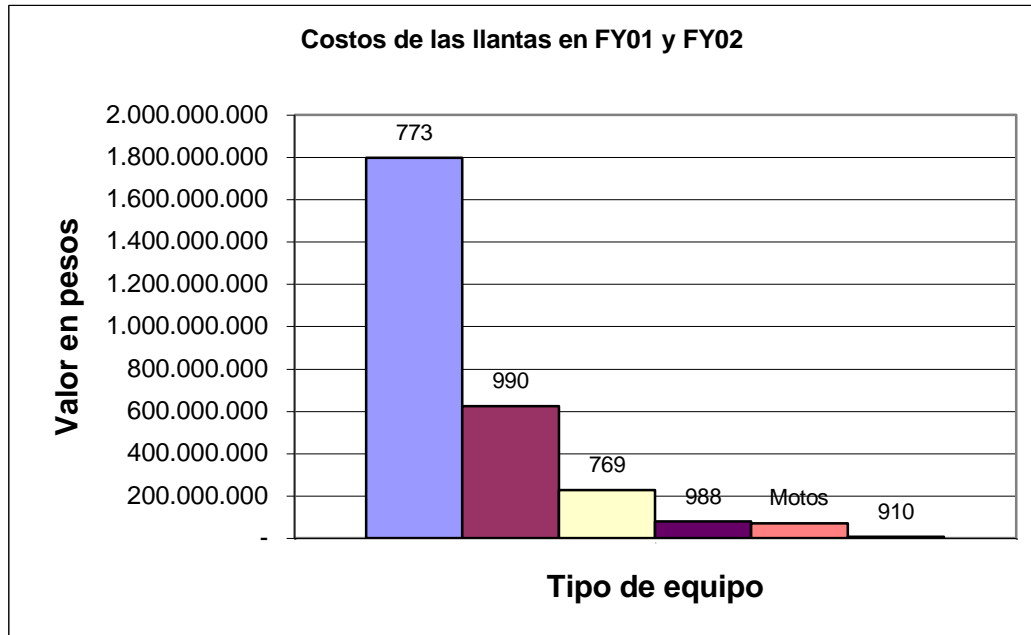
En el anexo H se pueden ver fotos de llantas dañadas y sacadas de uso

7.1.3 Costos Promedios

Como se vio anteriormente las llantas para los camiones 773 son las de mayor uso en CMSA por su cantidad rodando (Tabla 1), 90 llantas que equivalen al 55% del total de llantas en uso; aunque el costo por unidad no es el mas alto, su totalidad si es el mayor.

En el transcurso de los años financieros FY02 y FY03 los costos de las llantas 24.00 R 35 alcanzaron cerca del 65% del valor pagado por concepto de llantas para maquinaria pesada. En este lapso la empresa destino para la compra de llantas para la maquinaria algo más de un millón de dólares, (para hacer la conversión se toma el precio promedio para la época y se fija en \$2.700,00 por dólar) de los cuales 642000 se utilizaron para comprar llantas para camiones 773. (Ver Figura 2).

FIGURA 2. COSTOS DE LLANTAS ENTRE EL 2001 y 2002



Fuente: Corzo, Oscar. Excelencia Operacional, proyecto de mejoramiento. CMSA 2002

Los costos promedios por llanta son de 9.012.662,00 pesos sin incluir los costos de mantenimiento.

7.1.4 Mantenimiento

Los costos de mantenimiento de las llantas se calcularon en horas/máquina aplicadas al armado de una llanta nueva, el cambio de llantas a los equipos, y el tiempo que se invierte en hacer las mediciones semanales de profundidad; para lo cual se tomó como referencia los cálculos de movimientos y cambios de llantas de acuerdo a los promedios actuales de duración de las llantas.

El indicador de horas/máquina se toma como variable para los cálculos de los costos de mantenimiento de las llantas, teniendo en cuenta las siguientes tres (3) consideraciones: Primero, el personal convencionado de CMSA. está

regido por el plan de desarrollo, esto hace que la escala salarial sea extensa; el departamento de Mantenimiento mina de CMSA cuenta con cuarenta (40) técnicos repartidos en 4 grupos, que por efectos del mencionado sistema salarial tienen diferentes sueldos; segundo, las labores de mantenimiento a los elementos objeto del presente trabajo son realizadas indistintamente por uno (1) o dos (2) técnicos cualquiera de la sección. Lo anterior hace muy dispendioso calcular los valores de los costos en pesos u otra unidad monetaria y por último, también sería dispendioso calcularlo en horas/hombre aplicadas a las llantas, por lo expresado anteriormente respecto a que algunas tareas por obligación las tienen que realizar dos (2) personas, como son los casos de cambio y armado, mientras que la calibración la puede realizar una persona.

En la actualidad para cambiar el tendido de llantas se emplean 2 hombres en un turno de trabajo de 8 horas suponiendo que las llantas ya están dispuestas para hacer el cambio.

En el proceso de desarmado de la llanta vieja, limpieza del rin y las piezas metálicas y el armado de la llanta nueva en la actualidad 2 personas gastan dos (2) turnos para alistar un tendido de 6 llantas.

Lo anterior señala, que para cambiar una llanta en promedio se gasta 1,33 horas, y para alistar la llanta se gasta en promedio 2,67 horas¹². Ver tablas 12, 13 y 14; es decir, que si un equipo llegara al taller con una llanta para cambiar, y se tuviese que usar el mismo rin y piezas metálicas, se demorara en el taller 4 horas trabajándole 2 hombres, suponiendo que el trabajo lo pudiera realizar una sola persona tardaría 8 horas.

¹² Datos primarios. Taller de mantenimiento Mina, Abril del 2003

En la actualidad se hace una calibración semanal de llantas, en la cual se emplean unos 15 minutos en promedio por equipo, en esta medición se calibran las presiones de las llantas y se mide la profundidad del labrado para determinar el desgaste de las llantas, cuando una llanta sale baja de presión, el equipo se traslada al taller donde se le adiciona aire para ajustar la presión. Ver tabla 14

7.2 FLUJO DE PROCESO ACTUAL DEL USO DE LAS LLANTAS 24.00 R 35

Lo ideal es que las llantas nuevas sean instaladas en las posiciones delanteras de la máquina y a la media vida¹³ por seguridad sean instaladas en las posiciones traseras, pero no siempre se puede hacer esto, puesto que no se tiene la cantidad de llantas a media vida para instalarlas en las posiciones traseras.

Las llantas 24.00 R 35 nuevas traen un labrado en su banda de rodamiento con 67mm de profundidad (Ver Anexo C), se considera que a los 35mm de profundidad la llanta esta en su media vida. Las llantas al finalizar su vida no tienen una profundidad pareja, cuando el promedio de profundidad es menor de 10mm ya se da de baja a la llanta, aunque en muchas ocasiones las llantas empiezan a desprender la banda de rodamiento cuando aun le quedan entre 15 y 20mm remanentes debido a que en algún momento de su vida sufrió recalentamiento o fuertes impactos.

Los camiones Cat 773 están montados en seis (6) llantas: en la parte delantera llevan una llanta a lado y lado y en la parte de atrás un dobletroque

¹³ La estandarización de rotar (cambiar de posición) las llantas a media vida de las posiciones delanteras a posiciones traseras, es aconsejada por los fabricantes de las llantas, al igual que reemplazarla al llegar a 10 mm de profundidad el labrado.

(dos (2) llantas juntas) a lado y lado también. Es importante que las llantas que se monten formando un doble, tengan más o menos la misma profundidad, para que trabajen parejas y no se gaste una mas rápidamente que la otra.

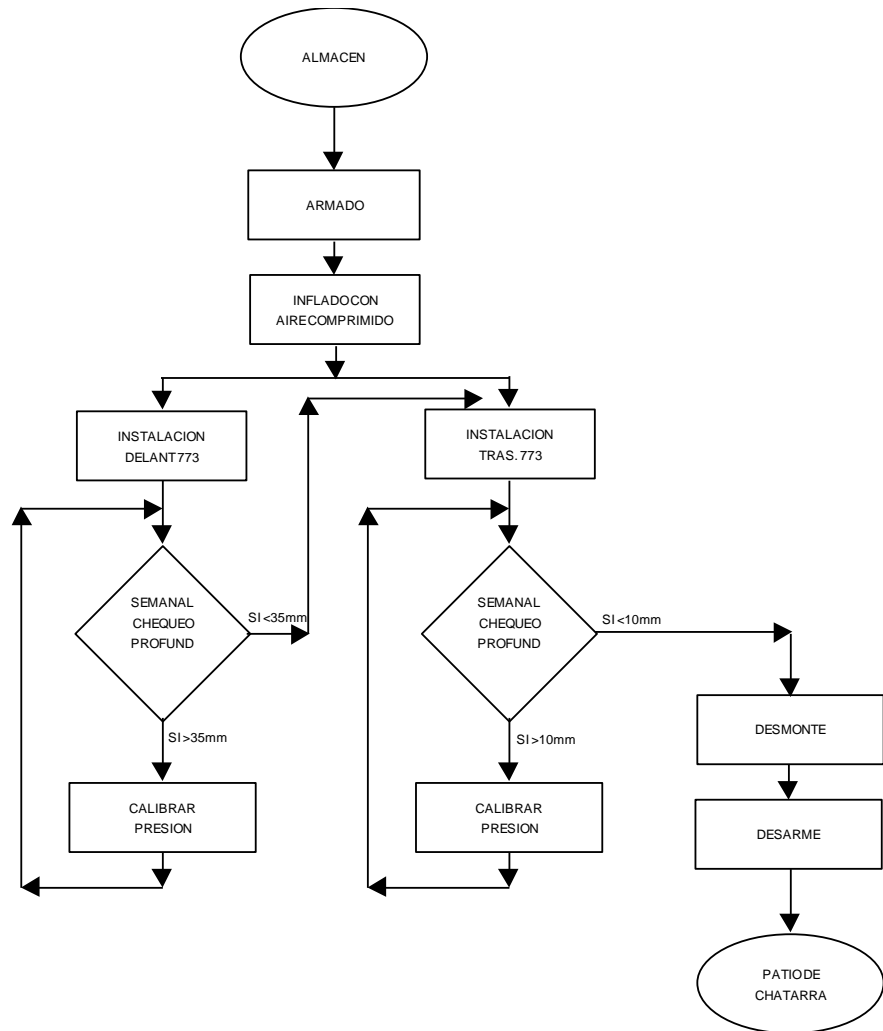
Aunque existen diferentes formas de numerar las llantas igualmente estandarizadas, La disposición de las llantas en los equipos en CMSA sigue un estándar internacional, consistente en numerar la llanta delantera izquierda, es decir la del operador como la numero 1; la llanta delantera derecha como la No. 2; la llanta trasera izquierda interna como la numero 3; la trasera derecha interna como la 4; la llanta No. 5 es la trasera izquierda externa y la llanta No. 6 es la trasera derecha externa es decir las llantas impares (1, 3, 5) del lado izquierdo y las pares (2, 4, 6) del derecho. (Ver Diagrama en el Anexo F).

El actual flujo de proceso de las llantas 24.00 R 35 para los camiones Cat 773 al igual que el de todas las llantas para maquinaria pesada usadas en CMSA, comienzan en la bodega de materiales, donde se acopian los productos y refacciones necesarios para las operaciones de la empresa; un supervisor de mantenimiento o un auxiliar elaborar una orden de trabajo, liberando un vale para retirar las llantas del almacén, estas son llevadas al taller donde se les monta el rin, generalmente la llanta se deja en el taller mientras se trae la maquina para cambiarle las llantas gastadas.

Seguidamente se instala la llanta nueva en el equipo ya sea en las posiciones delanteras o en las posiciones traseras; en ambos casos el equipo sale trabajar luego de la calibración de rigor de la presión de aire y la elaboración del respectivo registro del movimiento de la o las llantas. Semanalmente se le hace un chequeo de profundidad a cada una de las llantas en operación, registrándose la profundidad del bizcocho, si la llanta esta instalada en las

posiciones delanteras, se controla que la profundidad no sea inferior a 35mm; si la profundidad es inferior a los 35mm, por seguridad las llantas deben ser desmontadas e instaladas en las posiciones traseras; si la llanta ya esta instalada en las posiciones traseras, se controla que la llanta no haya pelado lonas o la profundidad sea inferior a 10mm., si ha ocurrido alguno de los eventos antes mencionado esta llanta se desmonta, desarma y se manda al botadero o patio de chatarra donde se desecha, mientras que la llanta compañera en el doble se deja como repuesto para emparejar con otra llanta que tenga aproximadamente el mismo desgaste. (Ver Figura 3).

**FIGURA 3. FLUJO DE PROCESO ACTUAL DEL USO DE LAS LLANTAS
24.00 R 35**



7.3 IDENTIFICAR LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA VIDA ÚTIL DE LAS LLANTAS

Como se ha señalado en las causas de las fallas mas frecuentes, son muchos los factores que determinan la vida útil de las llantas a las que se refiere dicho estudio.

Aunque no son todas las variables o factores que determinan la vida útil de las llantas, las que más incidencia tienen son:

	% Incidencia ¹⁴
❖ Presión de inflado.	15%
❖ Fluido de inflado	10%
❖ Estado de vías, sitios de cargue y botaderos.	30%
❖ Modo de operación.	15%
❖ Sobrecarga.	5%
❖ Estado de las suspensiones.	5%
❖ Velocidad media de la mina	10%
❖ Clima de la mina.	10%

7.3.1 Presión de Inflado

Como se observó anteriormente la correcta presión de llenado de las llantas juega un papel preponderante en la vida útil de esta. Las variantes que por inadecuada presión genera en las llantas unas fallas características así:

7.3.1.1 Baja presión: la baja presión de inflado causa el desgaste excesivo de los laterales de la banda de rodamiento, además genera sobre

temperaturas en la llanta que pueden romper las soldaduras vulcanizadas haciendo que la misma sea más vulnerable a la agresividad del terreno.

7.3.1.2 Alta presión de inflado: la alta presión de inflado en la llanta causa desgaste prematura en la parte central de la banda de rodadura. Además genera fuertes golpes que pueden causar desvíos en las estructuras mecánicas de la llanta, estos fuertes impactos, también pueden causar fallas en los sistemas de suspensión y bastante incomodidad en la operación del equipo.

7.3.2 Fluido de Inflado

En la actualidad el fluido con que se inflan las llantas es aire comprimido; este compuesto aunque es el más generalizado en su uso como fluido de llenado de las llantas, por sus características no es el óptimo para tal cometido. En el aire hay presente además de Nitrógeno, moléculas de agua, Oxígeno y otros gases que generan óxidos en las partes metálicas del armado de las llantas, esto hace que los sellados de las llantas con el tiempo no sean perfectos causando pérdida de estanqueidad cediendo presión, también los diferentes gases en la cámara de la llanta genera expansión no uniforme

7.3.3 Estado de vías, sitios de cargue y botaderos.

El estado de estos son determinantes para la vida útil de las llantas. Teniendo en cuenta que CMSA es una mina a cielo abierto y que el material de explotación se suelta mediante voladuras con dinamita, que esparce piedras por sitios de carga, bancos y vías aledañas.

¹⁴ Valores Aproximados y proyectados por el Autor de acuerdo a su experiencia y revisión en el patio de chatarra.

El material o mineral que se explota de la mina, dependiendo de su tenor de níquel es llevado a botaderos o directamente al patio de la trituradora.

7.3.3.1 Vías: Las vías de de la mina de CMSA están diseñadas para que por ellas transiten por lo menos 2 camiones 773 con suficiente espacio entre ellos, la mayoría tienen sus bermas de seguridad y sus señalizaciones tanto de transito como de proximidad al vació y divisiones en intercepciones y curvas pronunciadas

El piso de los bancos son las vías en la mina propiamente dicha, al igual que las rampas que unen los diferentes bancos en los diferentes Pits, las vías que van a los botaderos están construidas con rellenos de peridotito apisonada, cubiertas con capas de canga igualmente apisonada.

Los camiones se cargan con 50 ton. en promedio, mas su propio peso unas 45 ton. suman cerca de 100 toneladas que son desplazadas hasta los botaderos o hasta los patios de la trituradora primaria.

Los camiones al desplazarse con su cargamento desde el sitio de carga hasta el lugar de destino para el material, a velocidades promedio de 60 k/h, va soltando o perdiendo materiales en las vías, ya sea por que pasa por una irregularidad de la vía o en una curva pronunciada o porque la carga no fue bien distribuida en la tolva del camión. Las piedras que los camiones van soltando en la calzada se convierten en objetos agresivos a las llantas.

Son varias las condiciones que influyen en el estado de las vías, entre las principales se tienen:

7.3.3.2 Materiales en las vías: como se menciona anteriormente los equipos de acarreo al trasladar su carga dejan caer materiales en el trayecto. Por otro

lado los materiales que forman parte de la vía, por acción del continuo transitar de los camiones con sus cerca de 100 toneladas en movimiento, la capa de canga es pulverizada y desplazada, quedando al descubierto la peridotita, además de las nubes de polvo que se pueden levantar al paso de los equipos.

7.3.3.3 Mantenimiento de las vías. Las piedras esparcidas en la mina por los equipos de acarreo, y por las voladuras son elementos que unidos a las fallas que se puedan generar en los pisos debido a la pérdida de las capas de material blando. El mantenimiento de las vías se hace mediante el uso de las motoniveladoras, y en casos extremos se puede utilizar un tractor de oruga.

En CMSA. Hay dos (2) carrotanques con capacidad de 9000 y 12000 galones de agua respectivamente, que permanentemente están regando las vías de acuerdo a los frentes de trabajo, las vías a raíz de algunos incidentes ocurridos tiene partes donde no son regadas, especialmente en rampas con curvas.

También a raíz de algunos incidentes las vías se les ha hecho una revisión de topográfica para determinar si los peraltes son los adecuados para el tipo de tránsito de la mina.

Cuando algún operador de los equipos de la mina se cerciora de la presencia de piedras en la vía, avisa a su supervisor quien a su vez le comunica al operador de la motoniveladora el lugar al cual debe desplazarse al sitio indicado en el menor tiempo posible y retirar los obstáculos.

7.3.3.4 Bermas y peraltes: Las bermas y peraltes de las vías también tienen sus contribuciones a la vida útil de las llantas. Las bermas de las vías están construidas en promontorios de material que generalmente es peridotita, al lado de la calzada a cierta distancia del precipicio. En algunas partes estas

pilas alcanzan hasta 2 metros de altura. Las bermas son construidas con el objetivo que sirvan de obstáculos entre la calzada y el barranco de los bancos, para brindar la mayor seguridad posible a los operarios de los equipos.

El material de construcción de las bermas, como se había mencionado anteriormente es altamente agresivo para los componentes de construcción de las llantas.

7.3.3.5 Curvas: Además de los peraltes y bermas en los giros pronunciados en las vías, frecuentemente se encuentra material del que se transporta en los volcos, esparcido en la vía, especialmente en las curvas.

7.3.4 Modo de operación

El modo de operación es muy importante en lo referente a los factores que inciden en la vida útil de las llantas.

CMSA mantiene un programa de entrenamiento permanente para todo el personal convencionado, ya sea personal operador, personal de mantenimiento, incluso a las secretarias. Dicho programa es el llamado **Plan de Desarrollo**, el cual permite que los operadores pasen por los diferentes puestos de trabajo. Es así, como los operarios deben pasar por los diferentes tipos de maquinas.

En la ejecución de dichos propósitos y en líneas generales, un operador debe pasar por los siguientes equipos: tractores, camiones, cargadores palas, motoniveladoras y perforadoras; para el personal de operadores de la mina, existe un programa que permite que cada persona tenga el entrenamiento requerido para sus actividades.

En el departamento de Operación Mina, existe una persona que esta encargada de evaluar y determinar cuales son las necesidades de entrenamiento del personal operador, además de hacer el entrenamiento que esta a su alcance, certificando para la empresa la habilidad del entrenado, o indica a la administración la necesidad de conseguir un tipo de entrenamiento externo al departamento o la compañía.

Los equipos de acarreo están constantemente dejando caer material en la vía en su trayecto hacia los puntos de descarga, ya sea por efectos de los movimientos, por mala distribución de la carga en la tolva o una combinación de los dos factores; mientras se le reporta al supervisor, este envía la motoniveladora al punto y esta llega al lugar indicado transcurre un tiempo en el cual los equipos pueden pasar por encima del material regado. Lo que puede causar golpes o cortes profundos acelerando el deterioro de las llantas

En algunos casos los materiales en las vías pueden ser sorteados sin poner en peligro la operación, pero en otras ocasiones no se puede. El operador debe tratar de evitarlos, o por lo menos reducir la velocidad, por seguridad y por evitar daños en el equipo, por que una piedra de peridotita en la vía puede romper una llanta o incrustarse entre el doble trasero y doblar las barras eyectoras de roca y estas a su vez romper las llantas.

En muchas ocasiones la forma de operación tiene mas una connotación de actitud de los operadores que de habilidad, sumado esto a la falta de sensibilización, por la poca información de funcionamiento y costos que manejan los operadores, Aunque esta parte se ha ido superando a través de los diferentes cursos a causa del programa de entrenamiento.

7.3.5 Sobrecarga

La sobrecarga de los equipos de acarreo afecta la vida útil de las llantas debido a que la presión que se ejerce sobre el suelo es mayor traspasando los valores prediseñados de carga para las llantas individualmente, aumentando la temperatura interna de estas con su consabido efecto; afecta indirectamente al deteriorarse el estado de las vías al verterse material en ellas. Además afecta el sistema de suspensión al generar mayor presión en el interior de los cilindros de suspensión que la normal de trabajo, aumentando la temperatura, volando los sellos perdiéndose el efecto de muelle del cilindro. También es afectado el sistema hidráulico al tener que levantar mas peso, generándose altas temperaturas en el sistema y deterioro prematuro de los componentes

Aunque los equipos de acarreo están provistos de sistemas que avisan al operador del equipo de carga cuando su capacidad esta próxima o en el rango de carga para el cual esta diseñado; el proceso de carga esta estandarizado y tiene sus procedimientos definidos para tales tareas, con frecuencia se encuentran registros de sobrecarga en los camiones 773 Caterpillar usados para el acarreo del material explotado. Esto es debido a múltiples factores, entre ellos se tienen:

7.3.5.1 Sistemas de pesaje descalibrados. Los sistemas de pesajes (Payload) de los equipos están basados en el monitoreo de la presión que se ejerce en los cilindros de suspensión, por lo tanto cualquier descalibración o falla en los sistemas de suspensión se vera reflejado en las cargas del equipo.

7.3.5.2 Densidad del material. Los diferentes materiales de explotación de la mina tienen diferentes pesos, dependiendo de su composición mineral y

humedad, lo que hace que en los sitios de carga esté un geólogo muy pendiente de los materiales y dando las instrucciones de destino al operador del equipo de carga, el cual también debe estar pendiente para hacer los ajustes necesarios para un correcto cargado a los camiones, pero en muchas ocasiones se le pasa o no esta pendiente de esto generando sobrecargas, en especial los operadores en entrenamiento.

7.3.5.3 Operador del equipo de carga. Algunos operadores que no tienen el entrenamiento óptimo en esta habilidad pueden sobrecargar los equipos, en su afán de alcanzar una mayor producción.

Otra falla relacionada con la carga de los equipos de acarreo, aunque no necesariamente sea sobrecarga es la mala distribución de los materiales en el platón o volco. Una mala distribución del material en el platón o volco, facilita que las piedras se esparzan en la vía, se pierde capacidad de carga del equipo, expone a la suspensión, cilindros de levante del volco y a las llantas a esfuerzos adicionales, al desplazarse el eje de simetría del equipo por efecto de la carga se pierde estabilidad, combinando este factor con las curvas y peraltes, se puede llegar al extremo de volcamiento del equipo.

7.3.6 Estado de las Suspensiones

El estado del sistema de suspensión en los camiones influye en la vida útil de las llantas, debido a que una descalibración de este sistema afecta la absorción de los golpes generados por las irregularidades de las vías

El sistema de suspensión en camión 773 esta conformado por 4 cilindros independientes, instalado cada uno en el soporte de instalación de cada llanta delantera y el soporte de cada eje de los dobles traseros, cuando una llanta pasa por una irregularidad del terreno la llanta se mantiene pegada al piso por

efecto de la carga y el cilindro de suspensión el cual al estar lleno de una emulsión de aceite y nitrógeno se retrae o expande según sea el caso para amortiguar el golpe. Esta absorción de impactos, evita que el equipo en general sufra daños, al igual que permite una comodidad al operador. Las fallas que con mayor frecuencia se determinan en los sistemas de suspensión son:

7.3.6.1 Descalibración por baja presión o pérdida de aceite: esta falla puede ser en una o varios cilindros simultáneamente, se caracteriza porque los cilindros están mas retraídos de lo normal, lo que puede ser debido a la pérdida de Nitrógeno o a fugas de aceite, en ambos casos el efecto de muelle del cilindro se pierde, y los golpes generados en las llantas por las irregularidades del terreno lo reciben las llantas que absorben parte de este impacto reduciéndose la vida útil de las ellas.

7.3.6.2 Descalibración por exceso de nitrógeno: se presenta cuando se agrega mas nitrógeno de lo establecido a uno (1) o varios cilindros de suspensión haciendo que el cilindro se extienda por encima de lo especificado, generando una sobre presión y sobre temperaturas en el cilindro que pueden dañar los sellos perdiéndose la hermeticidad del cilindro. Cuando hay mas carga de nitrógeno en los cilindros de suspensión, al pasar por una irregularidad se genera un impacto que al llegar al cilindro se amortigua una parte pero gran parte pasa a la estructura del equipo, esto ocasiona una reacción especie de eco que al final termina en la llanta la cual sufre un sobre esfuerzo momentáneo, por esta razón si se trabaja mucho tiempo con en esta condición la vida útil de la llanta es afectada.

7.3.7 Velocidad Media de la Mina (distancias de los ciclos).

Cuando en CMSA se hizo el estudio y calculo para determinar el tipo de llantas a usar en sus equipos, la Mina aun no estaba desarrollada, es decir, los trayectos eran cortos, y las proyecciones que se hicieron tenían sus incertidumbres con respecto a los trayectos y tipos de pisos; los tipos de llantas a usar fueron siendo ajustados de acuerdo a la necesidad del terreno. En la actualidad se esta usando en los camiones 773 las llantas marca Michelin 24.00 R 35 XDT A E4T, (Ver Anexo A), debido a que es la llanta con los mejores desempeños en cuanto a agarre, tracción y seguridad en los terrenos secos y en los terrenos mojados de la mina. La distancia máxima de recorrido por hora según el fabricante es de 22km y el TKPH de 326. La velocidad media de las llantas se debe medir de acuerdo a los trayectos: si el trayecto es inferior a 5Km. se mide de acuerdo a la velocidad máxima de la llanta; si el trayecto es superior a los 5Km. se debe calcular el TKPH del recorrido, el cual debe ser inferior al de la llanta. esto significa que las llantas deben recorrer máximo 22 Km por cada hora si esta en ciclos inferiores a 5km. no importa que para esto se viaje a velocidades cerca los 50km/h. Suponiendo que entre el punto de carga y el botadero hay 2.5 Km. entonces el giro es de 5km. si este equipo hace 4 viajes o ciclos por hora, significa que en una hora recorre 20km. estando entre los parámetros de especificaciones de el fabricante; ahora suponiendo que la distancia entre el punto de carga y el de descarga es de 3km, el ciclo tendría entonces 6km. y se debe medir mediante el calculo del TKPH.

Actualmente la mina ya esta bastante desarrollada, se han abierto nuevos pits, nuevos botaderos, nuevos bancos, las distancias se han incrementado ostensiblemente. En este momento la velocidad promedio de la mina es posible que este por encima del de las llantas. Cuando la velocidad media de

las llantas es superada, estas empiezan a tener sobre temperaturas, con sus consabidos efectos.

7.3.8 Clima de la mina

El clima en la mina es un factor inherente y externo, el cual no se puede desligar CMSA se encuentra en la zona ecuatorial por lo tanto tiene dos periodos bien diferenciados, el uno un periodo de sequía o verano, que normalmente va de mediados de octubre a mediados de abril; y otra etapa de lluvias. En algunos casos debido a fenómenos naturales estos periodos no se presentan sincronizados, es posible que en un momento dado el periodo lluvioso o el seco se tarde más de lo normal.

En CMSA en los periodos secos las vías son constantemente regadas con carro tanques, para así evitar las nubes de polvo que se levanta con el paso de los equipos por las vías. Generalmente en épocas de sequía no hay problemas puesto que las vías apenas si les cae agua para evitar el polvo.

En los tiempos de lluvias el panorama cambia, primero cuando esta lloviendo fuertemente la operación en la mina se paraliza, hasta que cese la lluvia, una vez que a llovido y la operación se reinicia, hay mucho barro y los camiones se resbalan, las llantas patinan buscando un suelo firme donde agarrarse, estos patinazos hacen que las llantas sufran cortes, desgastes y desgarres que reducen la vida útil de las llantas, además los operadores deben estar lo suficientemente entrenados para saber que hacer en este caso, porque fácilmente el equipo puede voltearse o embestir a otro equipo, si por alguna razón se trata de frenar, en especial si el camión va cargado bajando el cerro. En los puntos de carga también las condiciones se modifican notablemente, debido a que muy frecuentemente y a pesar, del uso de los equipos de limpiezas, se forman charcos, en donde los camiones se

atascan, al tratar de salir las ruedas patinan y en consecuencia la vida útil de ellas es afectada.

7.3.9 Registro y Documentación de los Movimientos de las Llantas

Las llantas al igual que todos los trabajos que se realizan en mantenimiento mina se documentan en el Sistema de Información Empresarial: SAP, aunque este no es factor que incida en la vida útil de las llantas, es un punto que hay que mejorar. La información que en este momento se ingresa al sistema de información con respecto a las llantas, y al igual que el resto de los componentes de los equipos, tiene algunas falencias, que no permiten tener una información totalmente veraz y confiable.

8. PLAN ESTRATÉGICO PARA CORREGIR Y/O DIRECCIONAR LOS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VIDA ÚTIL DE LAS LLANTAS

8.1 PROYECCIONES

El objetivo de la presente propuesta es en virtud al diagnóstico realizado, llegar a maximizar la vida útil de las llantas 24.00 R 35 usadas en los camiones Caterpillar 773, llevándolas de 3300 horas de vida promedio actual a 5000 horas de vida promedio si es posible en 2 años, teniendo en cuenta que:

❖ De las 8 horas nominales de trabajo por turno, realmente se laboran 6.7 horas; el resto del tiempo se invierte en 10 minutos de arranque, 10 minutos al finalizar el turno, 45 minutos para el almuerzo y 15 minutos en servicios y otras paradas.¹⁵ Es decir que en los tres (3) turnos se trabajan 20 horas, anteriormente eran 13.5 en los dos turnos.

En consecuencia con lo anterior se tiene las siguientes proyecciones en materia de consumo de llantas: (Ver Tabla 12).

¹⁵ SEJIN CANO, Juan Fernando y SILVA QUINTERO, Donaldo. CMSA. informe sobre medición de ciclos de minado, calculo de velocidad media y tkph para CMSA

Tabla 12. Calculo de consumo y ahorro en llantas al final del segundo año del proyecto

Año	Cant Eq	Horas día	horas año	Llantas x eq	Prom. Durac	Calc. Consumo	Diferencia consumo actual	%
Actual	15	20	109500	6	3300	219	-	
Primer	15	20	109500	6	4000	181	38	18%
Segundo	15	20	109500	6	5000	145	74	34%

Fuente: Calculo según horas de trabajo disponibles¹⁶

Como se puede ver en la tabla anterior y en la siguiente, al término de los dos años se obtendrá un ahorro del 34% en el consumo de las llantas en estudio. Para la elaboración de las tablas en mención se fijaron los siguientes datos: el número de equipos el cual se fija en 15, pero es posible que la empresa adquiera más equipos de este tipo en este periodo; el tiempo real de trabajo 20 horas diarias, el mismo se puede incrementar debido a acciones que la empresa adelanta para recuperar los tiempos muertos en la operación; Entonces se multiplica la cantidad de equipos por las horas diarias y esto por 365 días calendario, luego al obtener las horas año se dividen por el promedio de duración y se multiplica por el número de llantas por equipo y a este valor se le agrega el 10% (Equivalente a imprevistos), lo cual da como resultado el cálculo del consumo anual.

En cuanto al valor unitario de las llantas, el cual se fija en 3226 dólares el cual es el precio de compra de las llantas en el mes de Octubre del 2002. (Ver Tabla 13).

¹⁶ Para los cálculos de la presente tabla se hace la proyección tomando el tiempo de 20 horas promedio al día, lo que nos da como consumo 219 llantas; siendo el dato real de 136 llantas al año que equivalen al promedio de trabajo de 13.5 horas diarias.

Tabla 13. Calculo de ahorro en costos de llantas

	Cant. Llant	Valor Uni.	Valor tot	Dif Val act	%
		Us\$	Us\$		
Actual	219	3226	706494	-	-
2001	181	3226	583906	122.588	17%
2002	145	3226	467770	238724	34%

Fuente: Cálculos del proyecto

8.1.1 Costos de Mantenimiento

En los costos de mantenimiento de las llantas señalados se mejoraran los tiempos de armado de las llantas, en los tiempos dedicados a cambios de llantas y se empleara un poco más en el seguimiento y calibración semanal de las llantas.

En el armado de llantas se tendrá un significativo ahorro en el tiempo empleado en este concepto, en primer lugar debido a que con el incremento de la vida útil de las llantas, se disminuye el movimiento de las mismas, además con el uso del nitrógeno como fluido de llenado de las llantas, los rines y las partes metálicas libres de oxígeno, no se oxidaran, haciendo mas fácil y ligero el desarmado y limpieza de las partes; de esa forma el tiempo promedio en armado por llanta reducirá en un 25%, aunado a la disminución de servicios, se obtendrá una reducción de tiempo del 50% en general en armado de llantas Ver tabla 14.

Tabla 14. Ahorro de tiempo en armado de llantas

Año	Calc. cons llant x año	Prom arm x LI	Horas arm x año	Horas x año ahorradas	%
actual	219	2,6666667	584,00	-	-
1er	181	2,333333	422,33	161,67	27,68%
2do	145	2	290,00	132,33	50.34%

Fuente: Cálculos del proyecto

Para el cambio de llantas de los equipos no se supone ninguna modificación en el proceso, debido a que en la actualidad se cuenta con un equipo monta llanta eficiente para la labor, de acuerdo a las necesidades de la unidad, pero se ahorrara tiempo en la menor cantidad de veces de cambios de llantas debido a que la vida útil de las llantas se aumentara aproximadamente en un 50%. Ver tabla No. 15

Tabla 15. Horas ahorradas en cambio de llantas

Año	Prom. llanta	Calc. cons llanta x año	Prom. camb	Horas camb x año	Horas x año ahorradas
actual	3300	219	1,333	292,00	-
1er	4000	181	1,333	241,33	50,67
2do	5000	145	1,333	193,33	98,67

Fuente: Cálculos del proyecto

En la medición de presiones y seguimiento, se realizaran 2 mediciones semanales con una duración promedio de 10 minutos cada una, donde además de chequear la presión de inflado de las llantas y la profundidad del labrado, se medirá la altura de los cilindros de suspensión. Inicialmente el

promedio de duración en la medición y calibración será un poco mayor que la duración en la actualidad, pero en la medida en que las presiones sean controladas y no se tenga que trasladar el equipo al taller para ajustar presiones, se podrá reducir el tiempo empleado en las mediciones, además las mediciones se harán en los tiempos muertos de operación.

Teniendo en cuenta que se realizaran dos calibraciones por semana con una duración de 10 minutos cada una, se incrementara en un 25% el tiempo aplicado a las mediciones. Ver tabla 16. Aun así se obtendrán disminuciones considerables en los tiempos aplicados al mantenimiento de las llantas

Tabla 16. Horas/máquina en calibración de llantas por año

	Minutos x medic	Medic X seman	No. EQ	Medic X año	Horas X año	Incr. hras
Actual	15	1	15	52	195,0	-
Proyect	10	2	15	104	260	65

Fuente: Cálculos del proyecto

Sintetizando, se hará un significativo ahorro en tiempo dedicado al mantenimiento de las llantas 24.00 R 35, toda vez que actualmente se usan más de mil horas/máquinas al año para realizar los cambios, armado y mediciones de las llantas; con la ejecución del presente proyecto se obtendría un ahorro de más del 30% del tiempo dedicado a mantenimiento de estos componentes (Ver Tabla 17); ahorro que redundará en maximización de la disponibilidad de los equipos y reducción de los costos de mantenimiento, y por ende en la eficiencia de la empresa.

Tabla 17. Calculo Consolidado horas por año

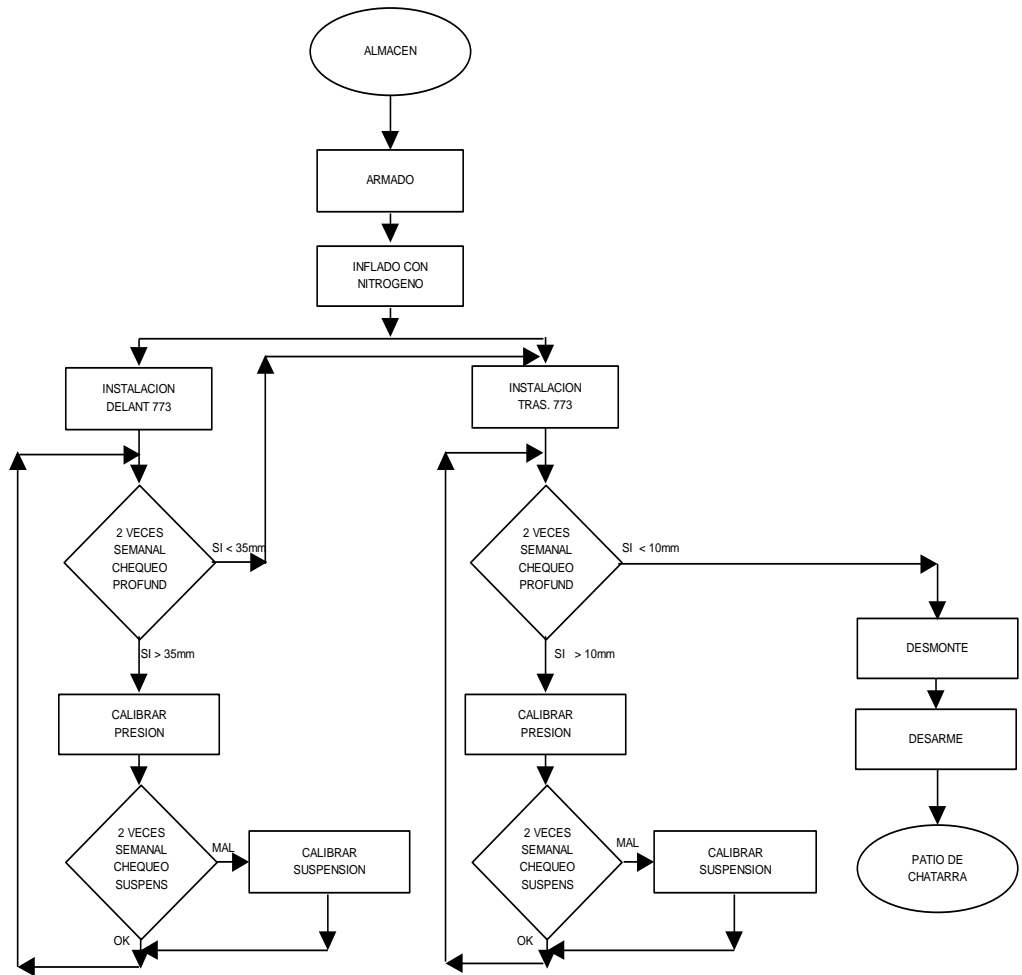
	Armado	Camb	Calib	Tot	%
Actual	584	292	195	1071	-
Fut ahorro	294	98,67	-65	327,67	30,59%

Fuente: Cálculos del proyecto

8.1.2 Flujo propuesto de proceso del uso de las llantas 24.00 R 35

En el diagrama del flujo de proceso propuesto para el uso de las llantas 24.00 R 35 en los equipos Caterpillar 773 (Ver Figura 4), se resalta que la primera diferencia con el diagrama inicial (Figura 3) es el inflado de las llantas, cambiándose el fluido de aire comprimido por Nitrógeno, un elemento que brindara una mayor estabilidad en la presión de las llantas así como el control de las temperaturas; otra diferencia radica en la frecuencia de las calibraciones de las presiones y la medición de las profundidades, las cuales se proponen dos veces por semana, para asegurar que las presiones de las llantas no estén fuera de los rangos establecidos y por ultimo, la medición semanal de los sistemas de suspensión, para asegurar que este en los estándares que permitan un optimo desempeño en el sistema de pesaje, evitando las sobrecargas, al igual que las cargas muy por debajo de la capacidad de los equipos, Ver diagrama No 2 (Flujo Propuesto del Proceso del Uso de las Llantas 24.00 R 35). Con estos cambios propuestos se mejorara ostensiblemente las condiciones de trabajo de las llantas, que aunado a las otras acciones propuestas en la presente propuesta, se podrá lograr los objetivos del mismo.

FIGURA 4. FLUJO PROPUESTO DEL PROCESO DE USO DE LAS LLANTAS



8.2 PLAN DE ACCIÓN

Las acciones necesarias para lograr que los factores que inciden en la vida útil de las llantas para los camiones Caterpillar 773 en la mina de CMSA, están encaminadas a lograr los objetivos del presente estudio, mediante el control de los factores susceptibles de intervenir tales como la presión de inflado, el fluido de inflado, el estado de las vías, modo de operación, el manejo de las sobrecargas, el estado de las suspensiones y la velocidad media de la mina; adaptarnos de la mejor manera posible para minimizar los efectos de aquellos factores ajenos de control, como lo es el clima. Además de controlar el manejo de la información que de las acciones del presente proyecto se genere, depurando el sistema y alimentarlo con la información real en su momento, de forma que se tenga una información confiable, que permita tomar unas decisiones acertadas.

Las estrategias a seguir para lograr los objetivos del proyecto son sugeridas en cada uno de los factores a controlar como se describe a continuación.

8.2.1 Presión de Inflado

La presión de inflado de las llantas es una condición o factor que incide en gran proporción en la vida útil de las llantas y que generalmente es un síntoma / efecto de la falla de otro factor.

Para mantener bajo control esta variable, es necesario desarrollar un programa que permita hacer un seguimiento detallado controlado, estandarizado, monitoreado y documentado a las mediciones de las presiones de las llantas.

Este plan o programa consiste en medir dos veces por semana la presión de inflado de las llantas de cada uno de los equipos objetos del estudio, mientras se controla esta variable y documentar esta información, para así tener unas estadísticas del comportamiento de la variable y que tan efectivo es el plan.

Como la finalidad del departamento de mantenimiento mina es mantener una disponibilidad de los equipos a su cuidado, las mediciones a realizar en las llantas deben hacerse en tiempos muertos para los equipos, es decir, a la hora de los cambios de turnos, o a la hora de las comidas en cada turno. De todos modos la idea es que la disponibilidad de los equipos no debe afectarse.

8.2.2 Fluido de Inflado

El fluido que actualmente se usa en las llantas en CMSA es aire comprimido y como se observó no es el compuesto óptimo para el llenado de los neumáticos, puesto que las sustancias componentes presentan características no deseables para las llantas tales como oxidación de las partes metálicas debido a la presencia de agua y oxígeno, pérdida de presión por escape de las moléculas más pequeñas, expansión de los gases en forma no uniforme al calentarse la llanta debido a la presencia de los diferentes elementos que componen el aire.

Para controlar esta variable y obtener los resultados acordes con los objetivos del proyecto es necesario cambiar el compuesto con el cual se está trabajando actualmente. Cambiar de aire comprimido a Nitrógeno gaseoso.

8.2.2.1 Ventajas y desventajas del uso de nitrógeno como fluido de llenado de las llantas: el implementar el uso de nitrógeno como fluido de

llenado de las llantas en CMSA tiene sus ventajas así como sus desventajas, a continuación presentan los pros y los contras.

8.2.2.1.1 Ventajas: Entre las ventajas que se tienen de usar el nitrógeno como elemento de llenado de las llantas.

- ❖ Un solo elemento en la cámara de la llanta.
- ❖ Se reducirá el escape de aire debido a que las moléculas de este gas son más grandes y estables que las de los otros elementos componentes del aire.
- ❖ Como no hay oxígeno se reducirá la oxidación de los componentes metálicos de la llanta armada
- ❖ La presión de inflado será más estable debido a que como solo hay un elemento en el interior de la llanta. Y el nitrógeno se expandirá hasta un valor determinado al calentarse la llanta.
- ❖ CMSA cuenta con tanques de nitrógeno líquido, de los cuales se obtendría el nitrógeno gaseoso necesario para el proyecto. Por lo tanto la consecución del nitrógeno no sería problema.
- ❖ Los requerimientos de nitrógeno gaseoso a esa presión no son tan altos, y los cuidados a tener son los mismos que se tienen con el aire comprimido.

8.2.2.1.2 Desventajas: para la implementación del proyecto se requiere tener una disponibilidad permanente de una línea de nitrógeno gaseoso, con una presión mínima de 150 Psi en el taller de mantenimiento mina que, en la actualidad no se tiene.

- ❖ Se requiere extender una tubería de 1-1/2" que lleve el gas desde el sitio de almacenamiento (tanques) hasta el taller aproximadamente unos 70 metros.

❖ Si en cualquier momento se requiere adicionar nitrógeno a una llanta, es necesario traer el equipo al taller, aunque en la actualidad igualmente se tiene que traer el equipo al taller.

8.2.3 Estado de las vías, sitios de carga y botaderos

El estado de las vías es uno de los factores que incide en la vida útil de las llantas lo cual se determina por las fallas que se encuentran en las mismas¹⁷.

Para que el estado de las vías sea congruente con los objetivos del proyecto, es necesario implementar un programa de mantenimiento, de modo que sean lo menos agresivas posible para las llantas; un programa con el departamento de ingeniería para mejorar las calzadas, curvas y peraltes, complementados con acciones a controlar los desfases de los factores de modo de operación y sobrecarga con un programa de entrenamiento sensibilización para los operadores de los equipos de carga por un lado, tendiente a desarrollar habilidades para el cargue de los camiones de forma optima, de modo que en lo posible no riegue material en su trayecto; y para los de camiones por otro lado, tendiente a concientizarlos de las consecuencias y costos de pasar los equipos por encima de materiales regados en las vías o muy cerca de las bermas.

El programa de mantenimiento de las vías debe constar de dos partes: una parte dirigida al mantenimiento diario de las vías, consistente en hacer planes de trabajo diarios y semanales para los operadores de las motoniveladoras, de modo que se asegure el mantenimiento de las vías,

¹⁷ Patio de Chatarra Mina. (Corte, corte flancos laterales, pinchazos)

además de atender con prontitud la limpieza de materiales regados en ellas. Y otra parte a cargo de los ingenieros civiles de la unidad que desarrollen planes y trabajos para mejorar el estado de las vías en el diseño de sus calzadas, curvas y peraltes. Además se debe institucionalizar la evaluación y diseño de las mismas, para asegurar la permanencia de las vías en buen estado.

Asimismo, se requiere asegurar que en los botaderos así como en los puntos de carga al momento de la operación se encuentren disponibles tractores encargados de la limpieza de dichos sitios.

8.2.4 Modo de operación y sobrecarga

Los factores de modo de operación y sobrecarga, son muy importantes debido a que su control son complementos a las acciones a tomar en el factor del estado de las vías, para que las variables modos de operación y sobrecarga sean controlados para cumplir los objetivos principales del proyecto, como se mencionó anteriormente, se necesita un programa de adiestramiento y sensibilización para los operadores de los equipos de carga por un lado, que permita desarrollar habilidades para el cargue de los camiones de forma optima, para evitar la sobrecarga o que la carga este mal distribuida en el platón de los equipos de acarreo, de manera que en lo posible no riegue material en su trayecto; y para los camioneros por otro lado, destinado a concientizarlos de los resultados reales o potenciales en tema de seguridad y costos al pasar los equipos sobre materiales esparcido en las vías o conducir muy cerca de las bermas.

Por otro lado se debe implementar un programa de revisión y calibración de los sistemas de pesaje (PAY LOAD) de los camiones, que permitan hacer uso correcto de esta herramienta evitándose así en gran medida los sobre pesos.

Este plan debe constar de dos partes, una campaña inmediata para reparar y calibrar dichos sistemas en los equipos en que se encuentren fuera de servicio, documentándose esto para las estadísticas; y otra parte es incluir como una tarea rutinaria en los planes de mantenimientos de cada una de las maquinas, de modo que se verifiquen y recalibren los sistemas de pesaje, para así asegurar en adelante el funcionamiento adecuado de estos sistemas de ayuda

8.2.5 Estado de las Suspensiones

Para controlar el estado de las suspensiones y hacer que este factor contribuya en la consecución de los objetivos del proyecto, es necesario que se estén midiendo y calibrando frecuentemente, de modo que permanezcan en el estado o rango adecuado cumpliendo su propósito de absorber gran parte de los impactos generados por las irregularidades de las vías. Por lo tanto es preciso adelantar un plan que permita medir y calibrar dichos sistemas y además documentarlo, por lo menos una vez a la semana.

8.2.6 Velocidad Media de la Mina

Para determinar si la velocidad media de la mina esta por encima o no de la velocidad de las llantas es necesario hacer un estudio o mediciones minuciosas de los diferentes recorridos existentes en la mina actualmente. Este estudio tiene que ser en conjunto entre el departamento de ingeniería de la Unidad de Negocio de la Mina y personal técnico de los constructores de las llantas (Michelín).

Una vez se tengan los resultados es necesario tomar una decisión, y es la de cambiar o no el tipo de llantas que actualmente se usan en CMSA.

Esta decisión depende de sí realmente la velocidad media de la mina supera a la velocidad de las llantas.

8.2.7 Clima de la Mina

El clima de la mina es un factor que no se puede modificar o influenciar para efecto del proyecto, pero se puede tener en cuenta, para hacer las provisiones necesarias para la época de invierno, además de aprovechar al máximo la época de verano para la producción.

8.2.8 Documentación y Registro de los Movimientos de las Llantas

Como ya se mencionó, el sistema de registro y documentación no es un factor que incida directamente en la vida útil de las llantas, pero es indispensable guardar una información confiable y veraz, que permita en un momento dado ver estadísticas e historia de cada una de las llantas, que permita tomar decisiones sobre la base de la información que se tenga. Para lo cual es necesario depurar la información de las llantas, revisando los horómetros, las referencias, fecha de instalación, estado o status de las llantas, tanto activas como las ya dadas de bajas, y así poder establecer los promedios que muestren los adelantos obtenidos en el proyecto.

8.2.9 Recolección de la Información

La información se recolectará de la siguiente forma:

- Las presiones de inflado y el desgaste de las llantas serán revisadas dos (2) veces por semana en el campo, y se documentaran en un formato diseñado especialmente para esta

labor, (Ver Anexos E y F) igualmente en este formato se consignará la identificación o número de serie de todas y cada una de las llantas, lo cual se recolectó igualmente en el campo, pero una vez por mes; las llantas que fueron dadas de baja el año pasado se revisaron una a una por un técnico de la empresa, con la ayuda y asesoría de un técnico representante de Michelin, quienes determinaron cuáles fueron las causas de la sacada de servicio de cada una de ellas, esta información también se consignó en un formato, que luego se trató y analizó (Ver Anexo G); se hizo observación directa del estado de las vías y se documentó en formatos de hojas de cálculo; con la ayuda de personal técnico, se midieron las velocidades de los diferentes recorridos en la mina y se compararon con los estándares de velocidad recomendados por el fabricante, igualmente esta información se consignó en hojas de cálculo.

- El formato de recolección de información de presiones y profundidad de labrado, consta de dos (2) partes: la primera, la cual es el formato en sí contiene la siguiente información: el encabezado aludiendo al proyecto, el departamento y el título, seguidamente y a la izquierda, se presenta a manera de información un pequeño diagrama con la convención de la numeración de las llantas instalada en los camiones; a la derecha se solicita la identificación de la máquina, la lectura del horómetro, la fecha, la hora y el nombre del técnico que hace la medición; más abajo presenta una tabla, con una columna a la izquierda con las posiciones de las llantas, una columna para que en ella se escriba la serie de la llanta, las tres (3) columnas siguientes corresponden a las medidas de profundidad hechas en el labrado, una siguiente columna en la cual el técnico no escribirá nada y en ella se establecerá el promedio de altura de acuerdo a las mediciones

anteriores; seguidamente encontramos dos (2) columnas donde el técnico indicara si las llantas están frías o calientes; en las columnas siguientes el técnico anotara la presión encontrada en la llanta, si la presión esta por fuera de lo especificado, deberá mandar el equipo al taller, donde se le repondrá la presión y se enviara a trabajar y se registrara el valor con que queda la llanta; la ultima columna tampoco será llenada por el técnico, es para que el auxiliar de planeación coloque las horas que la llanta lleva trabajada; por ultimo en la parte inferior hay un espacio de observaciones, donde se podrá escribir cualquier información al respecto de las llantas de este equipo. La otra parte del formato es solo información que ubicara al técnico para que realice adecuadamente las mediciones; esta parte del formato se entregara inicialmente al técnico mientras se familiariza con el formato y las mediciones.

Cada equipo medido tendrá una hoja de registro.

Para diligenciar los anteriores formatos, previamente se les dará a los técnicos implicados en este proceso una explicación a manera de entrenamiento.

Para las mediciones de las presiones de las llantas se utilizara un manómetro de 0 a 200 psi, con una pequeña manguera y una boquilla, que aplicado a la válvula de inflado de la llanta mide la presión interna de esta. Para medir la profundidad del labrado de las llantas se utilizara un calibrador de profundidad, que no es más que una pequeña regleta con divisiones en mililitros montada en una base, formando una cruceta, donde se desliza la regleta; la base se coloca entre dos los instrumentos para las mediciones. (Ver Anexo I y J).

9. CONCLUSIONES

- Se llevo a cabo la realización completa del diagnóstico del uso de las llantas 24.00 R 35 Michelin, que se utilizan para los camiones 773 en la Mina de cerro Matoso S.A., lo que permitió percibir que las mismas están gastándose de manera acelerada y que de acuerdo a los factores encontrados es susceptible de cambio y de mejoramiento.
- Se realizó el levantamiento del histórico del comportamiento de las Llantas tocando aspectos como las horas trabajadas, el tipo de fallas y los costos promedios y así poder entender todos y cada uno de los factores que le desgastan.
- Con el levantamiento del Flujo del Proceso actual se pudo establecer exactamente cada paso que incide en la utilización de las llantas.
- Se determinó el hecho de que los factores de mayor preponderancia e incidencia en el uso y desgaste de las Llantas en referencia comprende elementos como son: Presión de inflado, Fluido de inflado, Estado de las vías, los sitios de cargue y botaderos, Modo de operación, Sobrecarga, Estado de las suspensiones, Velocidad media de la mina y Clima.
- Aunque de acuerdo a los factores de mayor influencia en el uso de las llantas no dependen todos del personal de la Mina, pero en su gran mayoría al menos si pueden preverse y de este modo solucionarse y de este modo ampliar la vida útil de la Llanta.

- De acuerdo al diagnóstico obtenido se pudo presentar el capítulo octavo en el cual se proponen una serie de acciones que permitirán corregir las falencias encontradas y que a su vez permitirán aumentar la vida útil de las Llantas.
- Habiendo presentado los Indicadores de Gestión que tienen que ver con las Llantas, se sistematizan factores que inciden en su operación y el desarrollo de su vida útil, lo que de alguna manera permitirá tener mayor control sobre las mismas.
- Se obtuvo que el 66% de los equipos de movimiento de tierra de Cerro Matoso S.A. son montadas en llantas.
- En el ámbito económico se subraya que entre el mes de julio del 2002 y octubre del 2003, las llantas en general causaron el 13.1% del presupuesto del departamento de mantenimiento mina; específicamente las llantas 24.00 R 35 con un gasto de U\$ 642.000,00 generaron el 65% de el rubro llantas, es decir, el 8.5% del presupuesto general.
- En el mismo periodo el costo promedio de las llantas 24.00 R 35, fue de \$ 9'012.662,00 , lo cual representa un valor elevado.
- La duración promedio de las llantas 24.00 R 35 es de 3.300 horas actualmente, lo cual puede ser corregido y aumentado aproximadamente en un 50% más y de este modo obtener mayor beneficio y reducción de costos para Cerro Matoso S.A.
- Una de las políticas de funcionamiento y de manejo de las causas que originan un problema, en Cerro Matoso, poseen un nivel en el cual no importan cuántas son ni mucho menos el porcentaje que ella o ellas

puedan tener, el caso es que generan una situación que se detecta y debe corregirse; por lo tanto su plan de acción es acudir a atacarlas todas, independiente de cual es de mayor incidencia que la otra, tan sólo representan una forma de tropiezo que se corrige sin importar el capital que el proceso conlleve. Por lo tanto y manteniendo la norma de comportamiento de la empresa base de estudio y apegándose a la realidad lo más relevante equivale a determinar los factores que conllevan el desgaste acelerado de las llantas 24.00 R 35 Michelin, que son: la presión de inflado, fluido de inflado, el estado de las vías y sitios de cargue, el modo de operación, sobrecarga, suspensiones, velocidad con que se maneja en la mina y finalmente el clima que se presente, este ultimo el que ningún dominio se puede tener. De esta manera lo primordial era llegar a determinar los factores mencionados indistintamente del factor de porcentaje que cada uno posea en mayor o menor medida, es decir, representan un conocimiento de tipo cualitativo y no cuantitativo que es lo que realmente interesa a Cerro Matoso S.A.

- Lo anterior enfatiza entonces, que todas las causas encontradas serán tratadas por la compañía con el mismo nivel de relevancia y por ello el hecho de haber presentado la secuencia del plan de acción propuesto, teniendo en cuenta el conocimiento previo obtenido por el desempeño de la compañía y el conocimiento de sus políticas y su forma de corregir los procesos de modo integral sin necesidad de priorizar, sino haciendo que la necesidad deba ser corregida totalmente.
- En esta medida, sin que el aspecto económico deje de ser importante, se cuenta con un total respaldo por la empresa, de tal manera que aunque unos procesos de corrección sean más baratos que otros al ser ejecutados, lo realmente cierto es que serán llevados a cabo todos y ello


permitirá la corrección completa del proceso, por lo que no es necesario ni primordial optar por uno u otro por su economía.


- Finalmente es bueno aclarar que en ningún momento se está desvirtuando el valor del dinero y su utilización, simplemente se reitera que el presente estudio y los factores hallados como causas de celeridad para el desgaste de las llantas, serán todos corregidos por la compañía y que la misma generará los costos que el proceso genere, sin importar realmente cuál vale más, aquí lo realmente importante es que se detectaron una serie de factores que afectan las llantas y que como casi todos pueden ser mejorados, simplemente se procederá en la ejecución del plan propuesto, obviamente avalado con los diferentes técnicos e ingenieros idóneos para ello dentro de la compañía.


10. RECOMENDACIONES


- No existe sino una recomendación a realizar, que sin embargo, se encuentra compuesta de muchos factores, es decir, se hace pertinente que luego de realizar el diagnóstico y el presente estudio en aras de mejorar los resultados en el uso de las llantas 24.00 R 35 de Michelin, se hace imperante poner en practica todas y cada una de las actividades señaladas en el Capitulo Octavo “Plan Estratégico para Corregir y/o Direccionar los Factores que Inciden en la Vida Útil de las Llantas”.


BIBLIOGRAFIA


-  BIERMANN, Enrique. Metodología de La Investigación y del Trabajo Científico. UNAD. Bogotá. 1990. 418p.


-  CARDONA ORTIZ, Carlos. Elementos Metodológicos Y Prácticos Para La Elaboración De Un Diseño Investigativo. UNAD. Bogotá. 2000. 418p.


-  CERRO MATOSO SA. Cerro Matoso, Orígenes Del Futuro. Edición 1997. CERRO MATOSO SA, 1997. 130P. ISBN 958-33-0525-1




-  CERRO MATOSO SA. Excelencia Operacional.xls. [Archivo en disco] CORZO PABON, Oscar. Montelíbano 2002. 163Kb. Microsoft Excel.

-  FAVELA LOZOYA, Fernando. Maestría en Excavaciones y Terracerias. [monografía en línea] Semana 3. México. Universidad Autónoma de México. 2001-07-19. [2004-05-13] formato html

-  INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio - Tesis Y Otros Trabajos De Grado. Bogotá: Icontec, 2002. 144p

-  LEY 769. Código Nacional de Tránsito Terrestre y Otras Disposiciones. Bogotá D.C., 06 de Agosto de 2002.

-  MICHELÍN. Earthmover & Industrial Tires. 18 Edición. Greenville: Michelin technical data books, 2001. 354p.

-  _____Gama de Neumáticos Para Obras Públicas Y Minería. 2000
Editorial Clermont-Ferrand: Michelin Technical Data Books, 2000. 30p.
-  TAMAYO Y TAMAYO, Mario. Metodología Formal De La Investigación Científica. 2 edición. Bogotá: Limusa, 1996. 200p. ISBN 958-95564-6-9
-  _____El Proceso De La Investigación Científica. 4 edición. Ciudad de México: 2002. 440p. ISBN 968-18-5872-7

ANEXOS

ANEXO A

LLANTA MICHELÍN 24.00 R 35

XDT A E4T



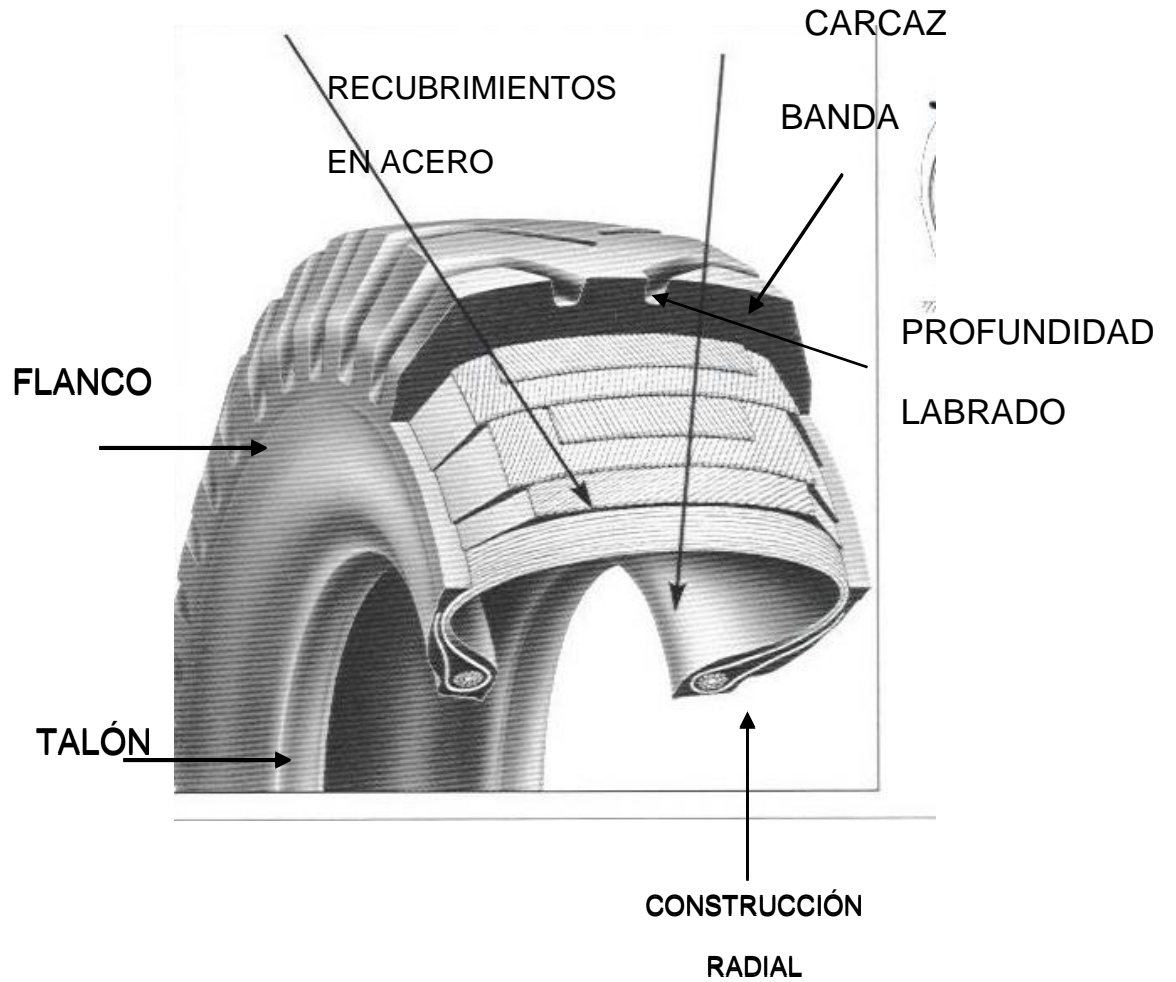
ANEXO B

MODELOS DE LLANTAS MICHELÍN



ANEXO C

VISTA EN CORTE DE UNA LLANTA



ANEXO D

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ETAPAS	SEMANAS						
1. Diseño del proyecto							
2. Fuentes secundarias							
3. Levantamiento de flujos de procesos							
4. Identificar factores determinantes vida útil de llantas							
5. planteamiento de propuesta							
6. Establecer indicadores de gestión para las llantas							
7. Redacción preliminar							
8. Presentación							


Fuente: El Autor

ANEXO E

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS											
"PROYECTO DE LLANTAS CAMIONES 773"											
MANTENIMIENTO MINA											
FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS											
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	CAMION _____	HOROMETRO _____								
		FECHA _____	TECNICO _____								
		HORA _____									
<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 6								
				PRESION EN CALIENTE 104 A 108 PSI							
				PRESION EN FRIO 90 PSI							
				<i>Nota: Se considera que la presion es en frio despues de que el equipo esta parado por mas de 12 horas</i>							
LLANTAS											
POS	SERIE	MEDIDAS EN mm.				TEMPER.		PRESION		HRS	SAP
		MED 1	MED 2	MED 3	PRO	FRIO	CAL	ENC	CAL		
No 1											
No 2											
No 3											
No 4											
No 5											
No 6											
OBSERVACIONES _____											
<div style="text-align: right; font-size: small;"> REALICE UNA LIMPIEZA RAPIDA DE SUSPENSIONES Y LLANTAS, TOMA LAS MEDICIONES. SI ALGUNA MEDICION ESTA POR FUERA DE LA ESPECIFICACION CALIBRELA. </div>											

ANEXO F
FORMATO DE CAMBIO DE LLANTAS

 Cerro Matoso		UNIDAD DE NEGOCIO MINA PLANEACION DE MANTENIMIENTO CAMBIO LLANTAS					
DELANTERO	DELANTERO	EQUIPO	FECHA	AÑO	MES	DIA	
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2						
<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 3	HOROMETRO	MECANICOS				
<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8						
TRASERO	TRASERO						
SE RETIRAN			SE COLOCAN				
<input type="checkbox"/> MARCA _____ NUEVA <input type="checkbox"/> USADA <input type="checkbox"/> REENC <input type="checkbox"/> PROF.mm _____ SERIE O NUMERO DE REENCAUCHE _____ MOTIVO _____ STATUS _____			<input type="checkbox"/> MARCA _____ NUEVA <input type="checkbox"/> USADA <input type="checkbox"/> REENC <input type="checkbox"/> SERIE O NUMERO DE REENCAUCHE _____ PROFUNDIDAD (mm) _____				
NO ESCRIBA AQUI →			NO ESCRIBA AQUI →				
<input type="checkbox"/> MARCA _____ NUEVA <input type="checkbox"/> USADA <input type="checkbox"/> REENC <input type="checkbox"/> PROF.mm _____ SERIE O NUMERO DE REENCAUCHE _____ MOTIVO _____ STATUS _____			<input type="checkbox"/> MARCA _____ NUEVA <input type="checkbox"/> USADA <input type="checkbox"/> REENC <input type="checkbox"/> SERIE O NUMERO DE REENCAUCHE _____ PROFUNDIDAD (mm) _____				
NO ESCRIBA AQUI →			NO ESCRIBA AQUI →				
MOTIVO:			STATUS		SUPERVISOR		
1. EMPAREJAR 2. ROTAR 3. DESGASTE NORMAL 4. DESPRENDIMIENTO BANDA			6. ESTALLADA 7. SOPLADA 8. FALLA REPARACION		A. REENCAUCHAR B. REPARAR C. REPUESTO D. BOTAR		
					PLANNER		

ANEXO G

LISTADOS DE LLANTAS MICHELÍN 24.00 R 35 XDT A E4T DADAS DE BAJA

IT	SERIE	HORAS/SAP	causa
1	BVD4315V4D	4.441	Desgaste a final de vida
2	BVD4330V9D	2.975	Pinchada
3	BVD4331V8D	4.441	Desgaste a final de vida
4	BVX3604V9A	4.144	Desgaste a final de vida
5	BVX3616V7A	3.991	Desgaste a final de vida
6	BVX3621V2A	3.978	Desgaste a final de vida
7	CVC0664E0A	3.943	Desgaste a final de vida
8	EVX4930V3A	4.179	Desgaste a final de vida
9	EVX4938V5A	3.138	Pinchada
10	VVC0763V7A	4.207	Rota
11	VVX9638V5A	3.923	Desgaste a final de vida
12	VVX9651V2A	3.575	Desgaste a final de vida
13	VVX9657V6A	4.009	Desgaste a final de vida
14	YVD4318V1D	3.628	Estallada
15	YVD4322V7D	3.125	Pelo Lonas
16	YVD4326V3D	3.672	Desgaste a final de vida
17	YVD4340V9D	2.478	Pinchada
18	YVD4344V5D	2.771	Pelo Lonas
19	YVX2841V2A	3.374	Desgaste a final de vida
20	YVX2851V2A	3.411	Pelo Lonas
21	BVC0598E6A	2.715	Desgaste a final de vida
23	CVC0688E6A	3.887	Desgaste a final de vida

Fuente: Datos Obtenidos de SAP. Oct. 2003

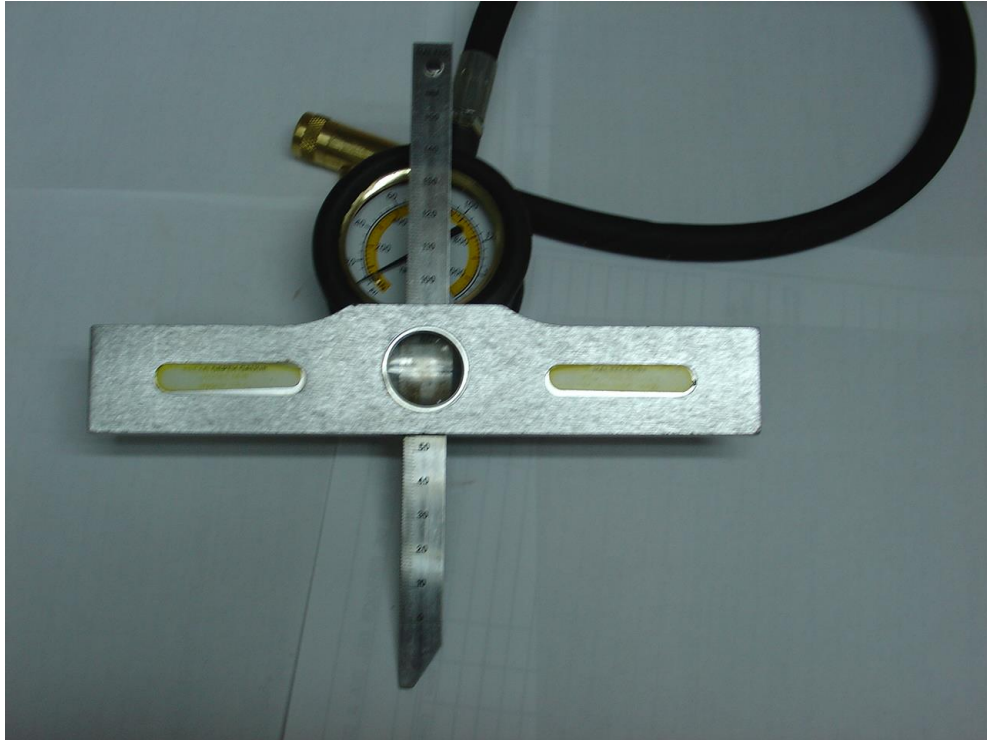
ANEXO H

LLANTAS DAÑADAS



ANEXO I MEDIDORES





ANEXO J

EQUIPOS ENLLANTADOS

