

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA
DURABILIDAD DE LOS NEUMÁTICOS O.T.R. PARA
CAMIONES DE ACARREO EN MINA CON SOPORTE
INFORMÁTICO. MARCONA 2018**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

TESISTA: Bach. Ing. Ind. Yngrid Alvarado Alipázaga
Bach. Ing. Ind. Herberth Malpartida Zambrano

ASESOR: Dr. Adam A. Francisco Paredes

HUÁNUCO – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN"
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**"SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA
DURABILIDAD DE LOS NEUMÁTICOS O.T.R. PARA
CAMIONES DE ACARREO EN MINA CON SOPORTE
INFORMÁTICO. MARCONA 2018".**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial

TESISTAS:

Bach. Ing. Ind. Yngrid Alvarado Alipázaga

Bach. Ing. Ind. Herberth Malpartida Zambrano

Asesor

Dr. Adam A. Francisco Paredes

DEDICATORIA

Dedicamos la presente tesis a nuestro hijo Joaquim Ethan
por ser el motivo principal de nuestro desarrollo
personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios por ser nuestra fortaleza, agradecemos a nuestros padres por el sacrificio realizado en bien de nuestra educación, por los consejos y valores que nos acompañan a lo largo de nuestras vidas.

RESUMEN

En el presente estudio se diseñó un sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos O.T.R. para camiones de acarreo en mina con el fin de obtener mayor durabilidad del neumático, se aplicó un diseño cuasi experimental para neumáticos de la marca Bridgestone y Michelin que rodaron en los camiones modelos Caterpillar 785 y Komatsu HD1500, la durabilidad fue comparada en pre y post prueba: durabilidad de los neumáticos O.T.R. antes de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento y durabilidad de los neumáticos O.T.R. después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento. Se utilizó la prueba de t de student para comparar ambas medias, demostrando que existe una diferencia significativa entre la media de durabilidad de los neumáticos antes y la media después de aplicar el sistema de mantenimiento. Por lo tanto se concluyó que con la implantación del sistema de mantenimiento se genera una mayor durabilidad en los neumáticos.

Palabras claves: Neumáticos, durabilidad, sistema

SUMMARY

In the present study, a maintenance management system was designed for the durability of O.T.R. for haul trucks in mine in order to obtain greater durability of the tire, a quasi-experimental design was applied for Bridgestone and Michelin brand tires that rolled on Caterpillar 785 and Komatsu HD1500 model trucks, durability was compared in pre and post test: durability of OTR tires before the application of the maintenance and durability management system of O.T.R. after the application of the maintenance management system. The student t test was used to compare both means, showing that there is a significant difference between the average durability of the tires before and the average after applying the maintenance system. Therefore it was concluded that with the implementation of the maintenance system, greater durability is generated in the tires.

Keywords: tires, durability, system

CONTENIDO.

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN	vi
SUMMARY	vii
INTRODUCCIÓN	xiv
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Antecedentes y fundamentación del problema	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Variables, Dimensiones e Indicadores	3
1.5 Definición Operacional de Variables, Dimensiones e Indicadores	3
1.6 Justificación e Importancia	3
1.6.1 Justificación	3
1.6.2 Importancia.....	4
1.7 Limitaciones	4
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Revisión de Estudios Realizados	5
2.1.1 Antecedente Internacional	5
2.1.2 Antecedentes Nacionales	6
2.1.3 Antecedentes Locales	8
2.2 Principales Leyes, Definiciones y Conceptos Fundamentales	9
2.2.1 Sistema de gestión de mantenimiento.....	9
2.2.2 Sistema típico de mantenimiento.....	12
2.2.3 El Neumático OTR.....	15
2.2.4 Mantenimiento de los neumáticos OTR.....	23
2.2.5 Durabilidad del neumático	33
2.3 Marco Situacional.....	34
2.4 Conceptualización de Términos	35
III. MARCO METODOLÓGICO.....	36
3.1 Tipo de Investigación	36

3.2	Nivel de Investigación	36
3.3	Diseño de la Investigación	36
3.4	Determinación del Universo / Población.....	37
3.5	Selección y Muestreo	37
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de información y Datos	38
3.6.1	Definición operativa del instrumento de recolección de información 38	
3.6.2	Definición operativa del instrumento de recolección de datos	38
3.7	Procesamiento y Presentación de Datos	39
IV.	RESULTADOS	40
4.1	Sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos O.T.R. para camiones de acarreo.....	40
4.1.1	Elementos de entrada.....	40
4.1.2	Elementos del Proceso	50
4.1.3	Elementos de Salida.....	160
4.1.4	Retroalimentación	160
4.1.5	Esquema del sistema de mantenimiento	160
4.2	Aplicación del sistema de mantenimiento de neumático	161
4.2.1	Aplicación antes de la aplicación del sistema de mantenimiento	161
4.2.2	Durabilidad de neumáticos después de la aplicación del sistema de mantenimiento – Promedio	163
4.2.3	Contrastación de los resultados.....	165
4.3	Soporte informático	166
4.3.1	Características del archivo BD.....	167
4.3.2	Características del archivo Informe de gestión	172
V.	CONTRASTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	181
5.1	Contrastación de Hipótesis	181
5.1.1	Redacción de la hipótesis	181
5.1.2	Determinar α	181
5.1.3	Prueba de normalidad	181
5.1.4	Igualdad de varianza	182
5.1.5	Decisión estadística: Prueba t-student, valor de prueba o significancia	182
5.2	Discusión de resultados	183

CONCLUSIONES.....	185
RECOMENDACIONES	191
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	192
ANEXOS	195

TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	3
Tabla 2 Daños resultantes de la sobrecarga	27
Tabla 3 Daños resultantes del exceso de velocidad	28
Tabla 4 Daños que se presentan los neumáticos respecto al mal mantenimiento mecánico.....	29
Tabla 5 Daños por mal mantenimiento de vía.....	32
Tabla 6 Estándar de rotación para neumáticos posiciones 3 y 4.....	53
Tabla 7 Cantidad de equipos y neumáticos intervenidos por mes.....	58
Tabla 8 Cantidad de equipos y neumáticos intervenidos por semana	58
Tabla 9 Horas hombre requerido para atención de equipo en taller.....	60
Tabla 10 Horas hombre disponible.....	60
Tabla 11 Horas hombre requerido para atención de equipo en taller versus horas hombre disponible	60
Tabla 12 Tiempo de atención por equipo y neumático.....	142
Tabla 13 Inventario de Materiales requeridos	152
Tabla 14 Inventario de herramientas requeridas.....	153
Tabla 15 Horas de parada de equipo por mes y año.....	155
Tabla 16 Horas de parada de equipo por año.....	156
Tabla 17 Ahorro en consumo de neumáticos nuevos.....	156
Tabla 18 Indicadores de control de trabajo	157
Tabla 19 Indicadores de cumplimiento de trabajo.....	158
Tabla 20 Durabilidad de neumáticos Michelin antes de la aplicación del sistema de mantenimiento.....	161
Tabla 21 Durabilidad de neumáticos Bridgestone antes de la aplicación del sistema de mantenimiento	162
Tabla 22 Durabilidad de neumáticos antes de la aplicación del sistema de mantenimiento.....	162
Tabla 23 Durabilidad de neumáticos Michelin después de la aplicación del sistema de mantenimiento.....	163
Tabla 24 Durabilidad de neumáticos Bridgestone después de la aplicación del sistema de mantenimiento	163
Tabla 25 Durabilidad de neumáticos después de la aplicación del sistema de mantenimiento.....	164
Tabla 26 Durabilidad de neumáticos antes y después de la aplicación del sistema de mantenimiento	165
Tabla 27 Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	182
Tabla 28 Anexo 01. Matriz de consistencia.....	196

GRÁFICOS

Gráfico 1 Sistema típico de Mantenimiento.....	12
Gráfico 2 Construcción de neumáticos.....	17
Gráfico 3 Neumático Diagonal.....	17
Gráfico 4 Neumático Radial.....	18
Gráfico 5 Partes del neumático	20
Gráfico 6 Acotación de medidas en el neumático.	21
Gráfico 7 Profundidad de dibujo según clasificación TRA.....	23
Gráfico 8 Baja de rendimiento debido a un inflado insuficiente o excesivo (%) y riesgos potenciales asociados.....	26
Gráfico 9 Vida útil versus sobrecarga.....	27
Gráfico 10 Distribución de carga	28
Gráfico 11 Paralelismo de los neumáticos	29
Gráfico 12 Ajuste inadecuado de las suspensiones	30
Gráfico 13 Pendiente de vía	31
Gráfico 14 Inclinación de vía	31
Gráfico 15 Gemelado de neumáticos.....	33
Gráfico 16 Organigrama del taller de enllante	50
Gráfico 17 Posiciones de neumáticos	51
Gráfico 18 Longitud de la exposición de cuerda.....	56
Gráfico 19 Fotografía del plan de trabajo de campo	62
Gráfico 20 Fotografía del plan de trabajo de taller	63
Gráfico 21 Sub-proceso de servicio de taller (1)	64
Gráfico 22 Sub-proceso de servicio de taller (2)	65
Gráfico 23 Sub-proceso de servicio de campo.....	66
Gráfico 24 Sub-proceso de servicio de administración.	67
Gráfico 25 Formato de orden de trabajo	150
Gráfico 26 Formato de actividades de taller.....	150
Gráfico 27 Formato de reporte de movimiento	151
Gráfico 28 Formato de reporte de presiones.....	151
Gráfico 29 Formato de reporte de remanente.	152
Gráfico 30 Formato de control de calidad	159
Gráfico 31 Sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos O.T.R. para camiones de acarreo	160
Gráfico 32 Durabilidad en horas rodadas del neumático antes y después de aplicar el sistema de mantenimiento	166
Gráfico 33 Registro de neumático	167
Gráfico 34 Registro característica de neumático.....	167
Gráfico 35 Registro de cada equipo.....	167
Gráfico 36 Registro de reportes de movimiento – parte 1	168
Gráfico 37 Registro de reportes de movimiento – parte 2	168
Gráfico 38 Registro de reportes de movimiento – parte 3.....	168

Gráfico 39 Hoja de comprobación de remanente	169
Gráfico 40 Registro de remanente.	169
Gráfico 41 Registro de horómetros.	169
Gráfico 42 Historial de movimiento de neumáticos	170
Gráfico 43 Historial de movimiento de equipos	170
Gráfico 44 Disposición de neumáticos	170
Gráfico 45 Neumáticos rodando.....	171
Gráfico 46 Política de Mantenimiento.....	171
Gráfico 47 Sugerencia de programación.....	171
Gráfico 48 Carátula del informe.....	172
Gráfico 49 Resumen del Informe.....	173
Gráfico 50 Movimiento de neumáticos – parte 1	174
Gráfico 51 Movimiento de neumáticos – parte 2	175
Gráfico 52 Consumo de neumáticos	176
Gráfico 53 Neumáticos desechados parte 1.....	176
Gráfico 54 Neumáticos desechados parte 2.....	177
Gráfico 55 Neumáticos desechados parte 3.....	177
Gráfico 56 Neumáticos desechados parte 4.....	178
Gráfico 57 Rendimiento de neumáticos parte 1	178
Gráfico 58 Rendimiento de neumáticos parte 2.	179
Gráfico 59 Rendimiento de neumáticos parte 3	179
Gráfico 60 Registro de movimiento de neumáticos OTR.	180
Gráfico 61 Neumático OTR 33.00R51.....	197

INTRODUCCIÓN

En la minería una actividad fundamental para la explotación del mineral es el transporte, las pesadas cargas transportadas de mineral ejercen gran estrés sobre los neumáticos, por ello, la calidad de un neumático y el cuidado son cualidades cruciales para mantener la continuidad operacional; el neumático no solo es un elemento importante para el transporte también representan un porcentaje significativo respecto a los costos de producción, por lo que su durabilidad repercutirá de manera positiva para la unidad minera.

El ahorro en costos no está en elegir el neumático más barato, sino en buscar la mayor durabilidad del neumático, el menor costo por hora, el menor costo por kilómetro, el menor costo por tonelada transportada, para lograr dicho fin se planteó para la investigación la siguiente pregunta: ¿Cuál será el sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina? considerando como hipótesis que el promedio de la durabilidad de los neumáticos antes de aplicar el sistema de mantenimiento, es menor que el promedio de durabilidad de los neumáticos después de aplicar el sistema de mantenimiento; se planteó como objetivo diseñar un sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina con su respectivo soporte informático.

La investigación se estructuró en 5 capítulos, en el capítulo I planteamiento del problema se describe el problema, se define los objetivos, las variables y sus indicadores; en el capítulo II marco teórico se incluyen estudios previos y conceptos fundamentales del neumático y su mantenimiento que permitirá comprender el desarrollo de la tesis; en el capítulo III marco metodológico se

explica el tipo de investigación y su diseño, se define la población y muestra, así como los instrumentos de recolección; en el capítulo IV resultados se describe todo el sistema de gestión de mantenimiento, la comparación de durabilidad de los neumáticos antes y después de la aplicación del sistema de mantenimiento, se describe el soporte informático que facilita el procesamiento de reportes para la elaboración de informes; en el capítulo V contrastación y discusión de resultados se determina la diferencia significativa de la durabilidad de los neumáticos antes y después de la aplicación del sistema de mantenimiento y se contrasta con los antecedentes utilizados.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 Antecedentes y fundamentación del problema.

La demanda de los minerales a nivel mundial sigue creciendo, en consecuencia, en los países productores de minerales, sus unidades productoras tratan de lograr los mejores beneficios mediante la optimización de sus recursos, el Perú al ser parte de este grupo cada vez más competitivo busca desplegar constantemente nuevas herramientas de gestión que permitan lograr tal fin.

En la explotación del mineral, el transporte es la base del ciclo de extracción, siendo un elemento indispensable de la actividad el neumático, la falta de suministro detendrían su producción, a ello se aúna el costo del neumático cada vez en aumento debido a la mayor demanda por la apertura de nuevos proyectos mineros, a la escasez de materia prima para la fabricación del mismo, entre otros; actualmente el costo del neumático medida 33.00R51 es alrededor a los 18,000.00 dólares americanos sin IGV.

La alta rotación de neumáticos se debe a las condiciones severas a las cuales está expuesto el neumático, pueden ser reducidos mediante el diseño de un sistema de gestión de neumáticos, por tal razón pretendemos realizar la investigación que nos permitirá tener como producto un **SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA DURABILIDAD DE LOS NEUMÁTICOS O.T.R. PARA CAMIONES DE ACARREO EN MINA CON SOPORTE INFORMÁTICO.**

1.2 Formulación del problema.

1.2.1 Problema general:

¿Cuál será el sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina con su respectivo soporte informático?

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General.

Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina con su respectivo soporte informático.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Determinar los elementos de entrada al sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina con su respectivo soporte informático.
- Determinar los procesos del sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina con su respectivo soporte informático
- Determinar los elementos de salida al sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina con su respectivo soporte informático
- Determinar los elementos de retroalimentación al sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los

neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina con su respectivo soporte informático

1.4 Variables, Dimensiones e Indicadores.

Variable dependiente: Durabilidad del neumático.

Variable independiente: Sistema de gestión de neumático.

1.5 Definición Operacional de Variables, Dimensiones e Indicadores.

Tabla 1 Operacionalización de variables.

Variables	Dimensiones.	Indicador.
Sistema de gestión de neumático.	Elementos de entrada.	Documentos de elemento de entrada.
	Procesos del sistema.	Documentos de proceso del sistema.
	Elementos de salida.	Documentos de elemento de salida.
	Retroalimentación.	Documentos de retroalimentación.
Durabilidad del neumático.	Horas rodadas.	Diferencia de horas rodadas.

Fuente: Elaboración propia

1.6 Justificación e Importancia.

1.6.1 Justificación.

En consideración que la investigación científica puede tener justificación de orden teórica, práctica o metodológica, la

investigación tiene justificación práctica¹ porque nos permitió contar con un sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina con su respectivo soporte informático.

1.6.2 Importancia.

La investigación desarrollada es importante debido que al contar con un sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina con su respectivo soporte informático, la unidad minera disminuirá la cantidad de compra de neumáticos por ende el costo de operación de la minera disminuirá, en ese sentido el sistema de mantenimiento tiene esa finalidad, contribuyendo a mejorar la efectividad global de dicha unidad minera².

1.7 Limitaciones.

El desarrollo de la investigación solo abarca sobre un sistema de gestión de **neumáticos tipo O.T.R.** para camiones de acarreo en mina.

¹ Según José López Cerezo en su libro Filosofía crítica de la ciencia, considera que una investigación tiene una justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirán a resolverlo.

² Es necesario destacar que se debe tener las reservas del caso en cuanto aparezca de manera explícita el nombre comercial de la empresa, a lo que por cuestiones de ética en la investigación hemos accedido.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Revisión de Estudios Realizados.

2.1.1 Antecedente Internacional.

Ricardo Ovalle Salinas, en el año 2015, en la Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Ingeniería, desarrolló la tesis titulado **Factores que afectan la vida útil de los neumáticos fuera de carretera**; la investigación tuvo como objetivo enunciar y analizar los principales factores que inciden en la vida útil de los neumáticos, así como también las principales causas de su deterioro. Estableciendo recomendaciones generales para su selección y uso, con la finalidad de extender la vida útil de los mismos, buscando siempre la disminución de los costos y el aumento de la productividad en los sistemas de carguío y transporte. El autor concluyó que existen dos grandes grupos de factores que inciden en la vida útil de los neumáticos:

a. Los Factores Propios del Neumático tales como; dimensiones, índices de carga y velocidad máxima, diseño y profundidad de banda de rodado, construcción de la carcasa, tipo de compuesto, etc. Todos ellos son determinados al momento de la fabricación del neumático y deben ser considerados de carácter permanente. Por ejemplo, el tipo de carcasa y la dimensión de un neumático no son modificables, y serán los mismos durante toda la vida útil del neumático.

b. Los Factores Operacionales, corresponden al ambiente de trabajo donde operara el neumático, es decir; clima, vías,

equipos, operadores, carga, velocidades, etc. Su gestión y valores están condicionados a las exigencias productivas y desarrollos operacionales de la faena, y lo más importante al factor humano, por tanto deben ser considerados esencialmente dinámicos.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

César Homero Paredes Sánchez, en el año 2008, en la Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica, desarrolló la tesis titulado **Eficiencia en tiempo de vida de neumáticos con relación a rotación de posiciones uno y dos en volquetes Komatsu 930 E-3**; la investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la rotación de los neumáticos en las posiciones uno y dos sobre la vida de dichos neumáticos en el proceso de carguío y transporte en Southern Copper – unidad minera Toquepala con la finalidad de obtener una mejora en la vida de los neumáticos. El autor concluyó que rotar los neumáticos a las 1800 horas promedio de la posición delantera obtenemos el 10.75% de incremento en la vida de los neumáticos con relación a rotar los neumáticos a 1550 horas promedio.

Alvaro Avelino Tejada Diaz, en el año 2014, en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Geología, Geofísica y Minas, Escuela profesional de ingeniería de minas, desarrolló la tesis titulado **Metodología del cambio de posiciones 1 y 6 de neumáticos gigantes 793-D, para**

incrementar la vida útil y reducir costos en SM. Cerro Verde

– **Arequipa**; la investigación tuvo como objetivo explicar la influencia en el incremento de vida útil de llantas 46-90R57 con el cambio de rotaciones y posiciones de los neumáticos gigantes de uno y dos, a tres y cuatro y de allí a cinco y seis, en camiones Caterpillar 793-D. en Mina SM. Cerro Verde - Arequipa. El autor llegó a las siguientes conclusiones: “Se notó claramente que rotando los neumáticos de posición 1 y 2 en un intervalo de (2633 – 3349 horas) obtenemos el 5,9% de incremento en la vida de los neumáticos con relación a la rotación de los neumáticos en el intervalo de (1917 - 2633), esto nos proporciona un ahorro significativo en términos de costos de operación y productividad de los equipos.” y “Se obtuvo también que rotando los neumáticos a posiciones 3 y 4 en un intervalo (5363 – 6046) horas obtenemos el 3,6% de incremento en la vida útil de los neumáticos con relación a la rotación de los neumáticos en el intervalo de (4681 – 5363) horas”

John Robert Blanco Hinostroza, en el año 2016, en la Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Mecánica, desarrolló la tesis titulado **Incremento de la vida útil de neumáticos para reducir costos de operación en camiones Caterpillar 797F en Toromocho - Chinalco Perú**; la investigación tuvo como objetivo incrementar la vida útil del neumático para reducir costos de operación en camiones mineros Caterpillar 797F de minera Chinalco Perú. El autor llegó

a las siguientes conclusiones: “Según la interpretación de resultados podemos ver que si hubo un incremento de la vida útil del neumático. Esto se visualizó al comparar con los años 2014 y 2015. Por lo que se concluye que hubo una reducción de costos”, “Los factores internos tales como la presión y temperatura influyen de manera significativa en el desgaste de los neumáticos.” y “Los factores externos tales como operatividad del equipo, mantenimiento del equipo y mantenimiento de vías, etc. También afectan significativamente en la vida útil del neumático.”

2.1.3 Antecedentes Locales.

Hasta la fecha en la región Huánuco no se ha realizado ningún estudio de investigación referente a la gestión de mantenimiento en neumáticos OTR, sin embargo se encontró investigaciones sobre sistemas de mantenimiento.

Raúl Valerio Salvador, en el año 2015, en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ingeniería Industrial y Sistemas, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial, desarrolló la tesis titulada “**Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento de la maderera DGP S.A.C. Loreto-2014**”; la investigación tuvo como objetivo diseñar un sistema de mantenimiento para la Maderera DGP S.A.C. Loreto. El autor documentó los procesos del sistema de mantenimiento identificándose 21 procesos en los que se consignó la siguiente información: fecha de vigencia, objetivo, alcance, áreas

involucradas, es diagrama de flujo, su descripción y los ejecutores.

Santiago Valqui Franklin Fermín y Villanueva Medrano Julianna Denisse, en el año 2015, en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ingeniería Industrial y Sistemas, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial, desarrolló la tesis titulada **Diseño de un sistema de mantenimiento para el campus universitario de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco - 2014**; la investigación tuvo como objetivo diseñar un sistema de mantenimiento para el campus universitario, el cual comprende instalaciones eléctricas, instalaciones de agua y desagüe, equipos, mobiliario, áreas verdes, infraestructura y vehículos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Los autores determinaron los macroprocesos, procesos y subprocesos, en conjunto con los procedimientos los cuales muestran las actividades a realizarse para poner en funcionamiento el Sistema de Mantenimiento del campus universitario de la UNHEVAL, también presentaron un Plan de Implementación del Sistema de Mantenimiento del campus universitario como guía en su ejecución.

2.2 Principales Leyes, Definiciones y Conceptos Fundamentales.

2.2.1 Sistema de gestión de mantenimiento.

La norma ISO 9000:2015 define **Sistema** como un “conjunto de elementos interrelacionados o que actúan”. Muchos autores concuerdan que un sistema es una combinación de

componentes que actúan juntos y realizan un objetivo determinado, en si, como lo manifiesta Duffua (2007) “un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común” (p. 29). Ogata (2010) añade “El concepto de sistema se puede aplicar a fenómenos abstractos y dinámicos, como los que se encuentran en la economía. Por tanto, la palabra sistema debe interpretarse en un sentido amplio que comprenda sistemas físicos, biológicos, económicos y similares” (p. 3).

La norma ISO 9000:2015 lo define como **Gestión** a “actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización”, mientras que **Sistema de Gestión** como un “conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr estos objetivos.”

La gestión de una empresa se refiere a su administración, y está relacionada con las desagregaciones que hace Fayol: planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar (Fayol y otros, 1996), las cuales se sintetizan abruptamente en general por las escuelas modernas de gestión en: planear, ejecutar y controlar. (Mora, 2009, p. 36)

La Real Academia Española, define **Mantenimiento** como “el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente”.

El mantenimiento combina actividades mediante el cual un equipo o un sistema se mantienen o se restablece a un estado que puede seguir operando. Duffua (2007). Mora (2009) añade que “la principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo” (p. 3).

En el mantenimiento es necesario reconocer dos aspectos, el primero es la gestión que se refiere al manejo de los recursos, la planeación y control, y el segundo a realizar la actividad de mantenimiento. (Mora, 2009).

Albert Ramond y Asociados (Estados Unidos de América) citado en la tesis de Cáceres y León (2017), menciona que el objetivo del mantenimiento es “conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste, con el máximo nivel de seguridad para el personal que lo utiliza y lo mantiene y con una mínima degradación del medio ambiente”.

Sistema de gestión de mantenimiento,

Al no encontrar la definición de gestión de mantenimiento, lo definimos como el conjunto de elementos interrelacionados que permiten mantener la funcionalidad de los equipos mediante la planeación, organización y control maximizando su vida útil, teniendo en cuenta el correcto uso y manejo de los recursos, y el servicio operativo en si del mantenimiento.

Mora (2009) corrobora lo dicho de acuerdo a la cita: “Lorick se

refiere a la gestión de mantenimiento como la organización de un área gerencial de mantenimiento que exige la necesidad de establecer sistemas de gestión y operación, mediante procesos, apoyándose en sistemas computarizados para manejar las actividades inherentes a mantenimiento.” (p. 37).

2.2.2 Sistema típico de mantenimiento.

Para la definición de un sistema típico de mantenimiento se tomará en cuenta lo que afirma Duffua (2007)

Un sistema de mantenimiento puede verse como un modelo sencillo de entrada-salida. Las entradas de dicho modelos son mano de obra, administración, herramientas, refacciones, equipo, etc., y la salida es equipo funcionando, confiable y bien configurado para lograr la operación planeada de la planta (p.31).

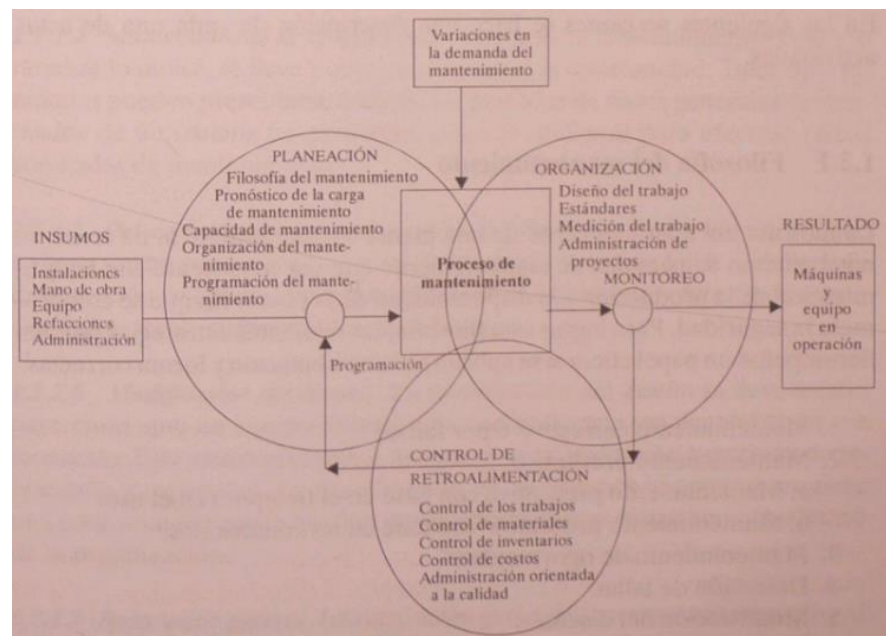


Gráfico 1 Sistema típico de Mantenimiento.

Fuente: Duffua, 2007, p.31

Elementos de entrada,

Laudon y Laudon (2012) menciona que “La entrada captura o recolecta los datos en crudo desde el interior de la organización o a través de su entorno externo” (p. 16).

Duffua (2007) considera elementos de entrada a las: Instalaciones, mano de obra, equipo, refacciones, administración, etc.; otros autores como Knezevic (1996) detalla los recursos necesarios y los agrupa en categorías.

Los recursos necesarios para la realización con éxito de toda tarea de mantenimiento pueden agruparse en las siguientes categorías:

A) Abastecimiento o aprovisionamiento: es un nombre genérico que incluye el suministro de todos los repuestos, elementos de reparación, consumibles, suministros especiales y artículos de inventario necesarios para apoyar a los procesos de mantenimiento.

B) Equipos de prueba y apoyo: incluye todas las herramientas, equipos especiales de vigilancia de la condición, equipos de comprobación, metrología y calibración, bancos de mantenimiento, y equipos auxiliares de servicio necesarios para apoyar a las tareas de mantenimiento asociadas al elemento o sistema.

C) Personal: se incluye el necesario para la instalación, comprobación, manejo y realización del mantenimiento del elemento o sistema y de los equipos necesarios de prueba

y apoyo. Debe considerarse la formación específica del personal necesario para cada tarea de mantenimiento.

D) Instalaciones: incluye las instalaciones especiales precisas para la ejecución de las tareas de mantenimiento. Deben considerarse las plantas industriales, edificios, edificaciones portátiles, fosos de inspección, diques secos, refugios, talleres de mantenimiento, laboratorios de calibración y otras instalaciones para reparaciones especiales y revisiones generales relacionadas con cada tarea de mantenimiento.

E) Datos técnicos: procedimientos de comprobación, instrucciones de mantenimiento, procedimientos de inspección y calibración, procedimientos de revisiones generales, instrucciones de modificación, información sobre las instalaciones, planos y especificaciones que son necesarios para realizar las funciones de mantenimiento del sistema. Tales datos no sólo se refieren al sistema, sino también al equipo de prueba y apoyo, transporte y manejo del equipo, equipo de instrucción e instalaciones.

F) Recursos informáticos: comprende los ordenadores y sus accesorios, «software», discos y cintas de programas, bases de datos, etc., necesarios para realizar las funciones de mantenimiento. Incluye tanto la vigilancia de la condición como el diagnóstico. (p. 21)

Proceso de mantenimiento,

Knezevic (1996) lo define como “El proceso durante el que se mantiene la capacidad del sistema para realizar una función, es conocido como proceso de mantenimiento, y se define como: El conjunto de tareas de mantenimiento realizadas por el usuario para mantener la funcionabilidad del sistema durante su vida operativa.” (p. 19)

Duffua (2007) indica que las actividades necesarias para su sistema típico de mantenimiento son planeación, organización y control de retroalimentación.

Elementos de salida,

Según Duffua (2007) la salida del proceso de mantenimiento es producir un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción, para la tesis tratada es la mayor durabilidad del neumático.

2.2.3 El Neumático OTR.

Caterpillar (2017) define el neumático:

The pneumatic tire is essentially a flexible pressure vessel utilizing structural members (nylon, steel cable, etc.) to contain the hoop tension resulting from the inflation pressure. Rubber is utilized as a protective coating and sealant over the structural members and makes up the tread pattern which provides the wearing medium at the ground interface. The following brief explanation of the various tire constructions will assist you in selecting tires for your

specific application. [El neumático es esencialmente un recipiente a presión flexible que utiliza miembros estructurales (nylon, cable de acero, etc.) para contener la tensión del aro resultante de la presión de inflado. El caucho se utiliza como recubrimiento protector y sellador sobre los miembros estructurales y forma el dibujo de la banda de rodadura que proporciona el medio de desgaste en la interfaz del suelo.] (p. 32-1)

OTR (Off The Road), del inglés “fuera de carretera”,

Se entenderá por neumático OTR aquellos neumáticos contruidos para terrenos severos donde no existas asfalto.

2.2.3.1 Función del neumático:

El neumático debe ser capaz de soportar las cargas estáticas y dinámicas generadas durante la conducción, amortiguar el movimiento generada por las irregularidades de la vía, transmitir la fuerza del vehículo al piso como las aceleraciones o frenado, y de llevar la dirección del equipo a conducir.

Para Bosch (2005)

Un neumático es el elemento de unión entre el vehículo y la calzada. En él reside la seguridad de un vehículo. El neumático transmite fuerzas de tracción, de frenado y laterales, y los datos físicos definen los límites de la carga dinámica de un vehículo...” (p. 14).

2.2.3.2 Tipos de construcción de neumáticos y partes:

Existen dos construcciones distintas, los neumáticos convencionales o diagonales y los neumáticos radiales.

CONSTRUCCIÓN NEUMÁTICO OTR

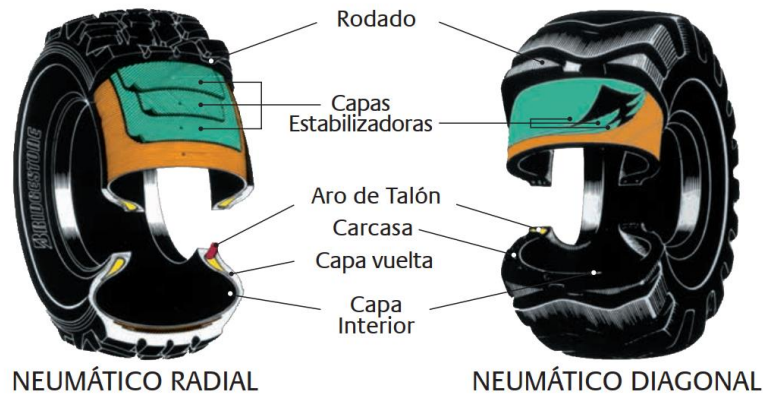


Gráfico 2 Construcción de neumáticos.

Fuente: Bridgestone, 2013, p. 2.

Neumáticos convencionales o diagonales, Michelin (2012). “Consta de capas textiles de nylon o rayón, cruzadas unas sobre otras y unidas entre sí con caucho para crear una estructura diagonal.

El número de capas aumenta con la capacidad de carga solicitada al neumático.” (p.11)



Gráfico 3 Neumático Diagonal

Fuente: Michelin, 2012, p. 11

Neumático radial, Michelin (2012). “Es el ensamble de capas metálicas (o textiles) que van de un talón a otro, y un cinturón constituido por varias capas de acero destinadas a reforzar la cima del neumático.” (p. 11).



Gráfico 4 Neumático Radial

Fuente: Michelin, 2012, p. 11

La descripción de las partes del neumático de acuerdo a la definición de Bridgestone (2018):

Banda de rodamiento: Es la parte de la llanta que está en contacto directamente con el suelo, por medio de ella se es transmitida la tracción, por esto es muy importante que tipo de diseño aplicas, ya que un diseño mal aplicado te lleva a generar perdida de tracción, desgaste prematuro.

Cinturones de acero o Pliegues de nylon: Parte exterior de la estructura del neumático, que tiene la finalidad de estabilizar y brindar protección al neumático. Los neumáticos Bridgestone utilizan varios cinturones con cordones de acero y/o nylon (dependiendo si es un neumático radial o

convencional) para proporcionar resistencia a la penetración y crear una base para la banda de rodadura para asegurar una superficie plana para una máxima tracción, vida útil y flotación.

Carcasa de acero y/o Pliegos de nylon: Parte interior de la estructura resistente del neumático cuyas cuerdas se extienden de un talón al otro.

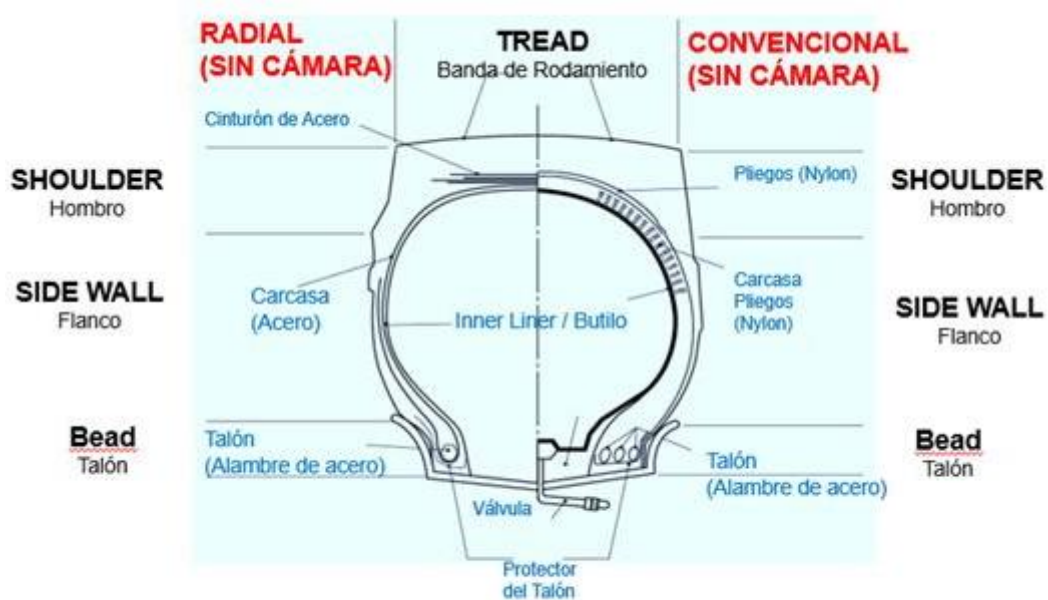
Innerliner: También llamado Butilo funciona como una cámara contra la pérdida de aire para los neumáticos convencionales (los cuales no cuentan con cámara). Bridgestone emplea un revestimiento de goma multicapa con aditivos especiales para contener el aire de inflado dentro del neumático y separarlo de los cables de la cubierta del neumático.

Talón: Parte del neumático que entran en contacto con el aro, garantiza la fijación del mismo.

Alambre de Talón: Es el anclaje de la cimentación de la carcasa, además mantiene el diámetro del aro.

Pared lateral: Es el costado de la llanta, empieza en donde termina el hombro, es una parte muy sensible de la llanta, en la mayoría de los casos es la más delgada de la llanta. Además soporta las flexiones del neumático.

Hombro: Región lateral de la banda de rodamiento, se puede decir que es donde termina la banda de rodamiento.



Recordar:
 TUBELESS = Sin Cámara / TUBETYPE = Con Cámara.

Gráfico 5 Partes del neumático

Fuente: <https://www.otr.bridgestone.com.pe/llanta-radial-o-convencional/>

2.2.3.3 Lectura de dimensión del neumático:

El tamaño de cada neumático está indicado por el ancho de sección del neumático, la relación de aspecto de la altura de sección, el tipo de construcción del neumático y el diámetro del aro, la medida puede darse en pulgadas o milímetros.

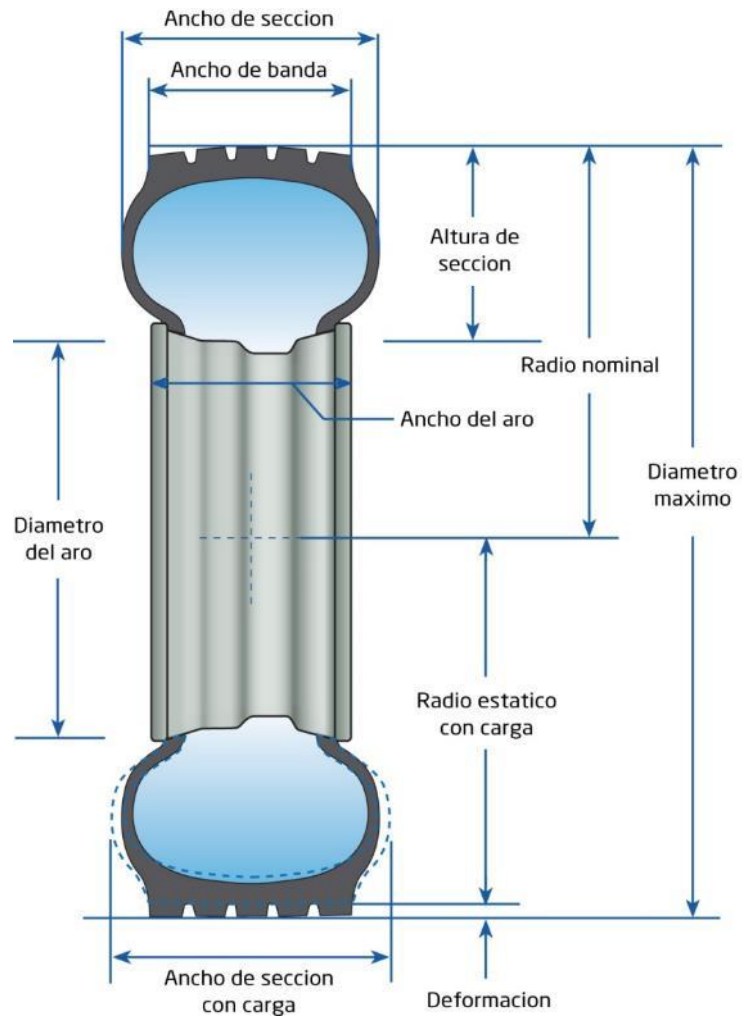


Gráfico 6 Acotación de medidas en el neumático.

Por ejemplo el neumático con dimensión 33.00R51.

Ancho de sección “33.00R51”, el 33 representa el ancho de sección o el ancho de la banda de rodado en pulgadas.

Relación de aspecto de la altura de sección “33.00R51”, el número “00” expresa el 100% de relación entre la altura del flanco y el ancho sección, en este caso la altura del flanco es 33”.

Tipo de construcción del neumático “33.00R51”, la estructura radial se indica con la letra "R" y para la

estructura convencional “-“, para nuestro ejemplo el neumático es del tipo radial.

Diámetro del aro “33.00R51”, el diámetro del aro es 51”

2.2.3.4 Clasificación de neumático por tipo de servicio:

La clasificación es internacional según su función y el tipo de vehículos en los que están montados.

- C - Servicio de compactador
- E - Servicio mueve-tierra.
- G - Servicio de nivelación
- L - Servicio de cargador y topadora
- LS - Servicio explotación forestal-patinaje.
- F - Industrial
- R - Tractor agrícola
- I - Implemento agrícola

Existen diferentes profundidades de escultura y formas de escultura especialmente adaptadas a usos muy específicos, se eligen de acuerdo al uso y naturaleza del suelo; se les identifica mediante una cifra.

1 = En línea (profundidad normal de la escultura)

2 = Tracción (profundidad normal de la escultura)

3 = Normal (profundidad normal de la escultura)

4 = Profunda (escultura profunda)

5 = Muy profunda (escultura muy profunda)

7 = Flotación (escultura normal)



Gráfico 7 Profundidad de dibujo según clasificación TRA

Fuente: Bridgestone, 2013, p.2

La letra "S" caracteriza una banda de rodadura "smooth", es decir, lisa.

2.2.3.5 Tipos de goma del neumático.

Cada fabricante crea un tipo de goma para un tipo de operación, se puede utilizar un neumático con compuesto más resistente a cortes o más resistente al calor de acuerdo al requerimiento de cada operación, dependerá de la elección correcta de la goma el rendimiento del neumático.

2.2.4 Mantenimiento de los neumáticos OTR.

El mantenimiento de los neumáticos comprende un conjunto de operaciones para el adecuado control y mantenimiento para incrementar la durabilidad.

Para el mantenimiento de neumáticos se tendrá en cuenta que que tipo y/o clase de neumático es el adecuado y bajo qué condiciones de operación y en qué tipo de vehículo están destinados para su uso.

2.2.4.1 Uso apropiado del neumático.

Los neumáticos fueron diseñados para ser utilizando dentro de parámetros, el no cumplir con los parámetros dará como resultado el desgaste prematuro del neumático o la durabilidad no deseada del neumático.

Tonelaje – Kilometro – por – Hora (TKPH), es un índice usado para determinar la máxima cantidad de trabajo que puede soportar un neumático, de forma segura y efectiva en condiciones de operación, sin sobrecalentarse. Uno de los factores que el neumático puede presentar un deterioro prematuro es que el neumático opere a temperaturas superiores a su capacidad, por tal motivo es necesario conocer la cantidad de trabajo que soporta el neumático en determinadas condiciones.

Lacherre (2008) establece el cálculo de TKPH como sigue:

$$TKPH = Q_m * V_m * K$$

Donde:

Q_m = Carga media en Toneladas Métricas.

V_m = Velocidad media en Kilómetros por Hora.

K = Constante que varía de acuerdo al fabricante y a las condiciones de temperatura ambiente y distancias del lugar. Algunos fabricantes consideran esta constante igual a 1.

Presión de inflado, para Michelin (2012) “Un neumático inflado contiene aire a presión que tensiona los cables que conforman la carcasa. Esta tensión permite al neumático soportar la carga en buenas condiciones” (p. 57), añade “Una presión insuficiente o, al contrario, excesiva, acelera el desgaste del neumático. Puede incluso llevar a la degradación gradual de su estructura e incluso a su estallido.” (p. 57)

Según Bridgestone (2002) “Mantenga la presión de inflado correcta, conforme a la máxima velocidad de conducción y a la carga real” (p.13)

La presión de inflado insuficiente aumenta la flexión sobre los flancos del neumático elevando la temperatura interna y mayor desgaste en los hombros del neumático, la presión de inflado excesiva acelera el desgaste de la banda de rodado presentando mayor sensibilidad a los golpes y cortes.

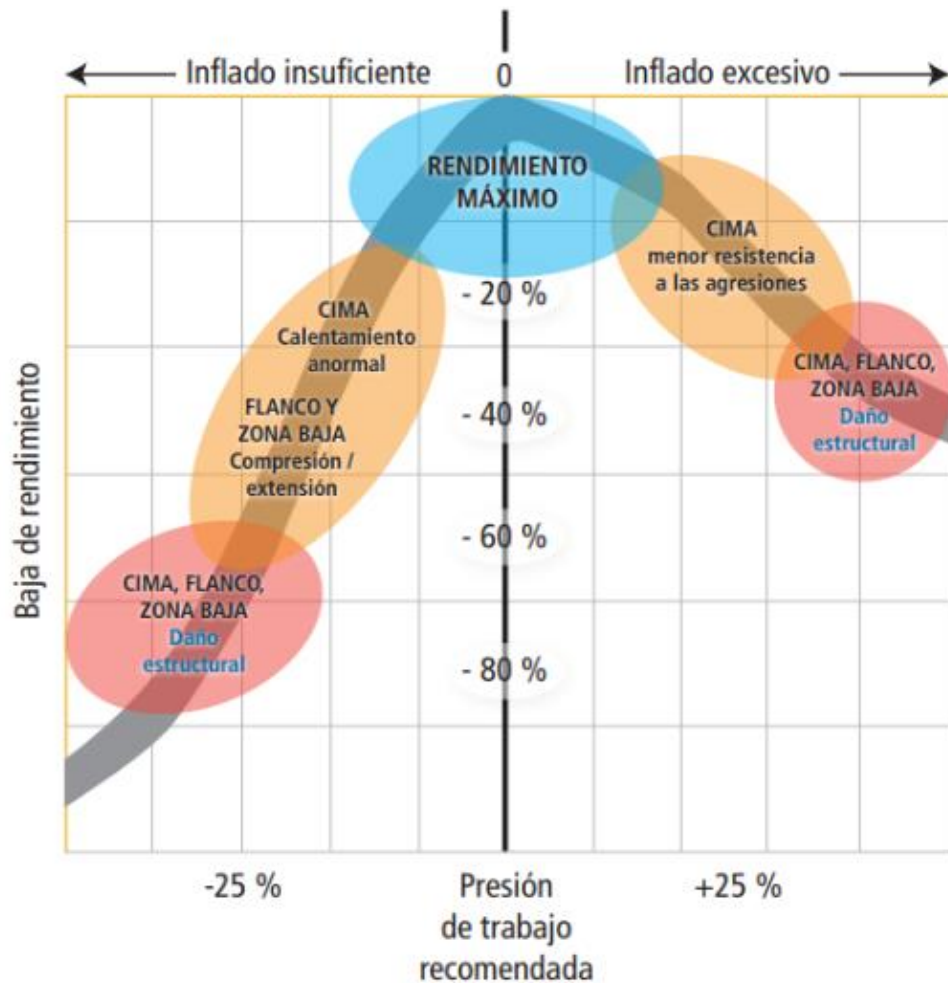


Gráfico 8 Baja de rendimiento debido a un inflado insuficiente o excesivo (%) y riesgos potenciales asociados.

Fuente: Michelin, 2012, p.59

Carga, según Bridgestone (2002) “La carga de vehículo debe mantenerse dentro de los límites especificados para el vehículo. Se deberá evitar la sobrecarga” (p.15). Se muestra los daños resultantes de la sobrecarga en la siguiente tabla:

Tabla 2 Daños resultantes de la sobrecarga

Fenómeno	Daños Resultantes
Excesiva tensión en el cinturón de acero	Separación del cinturón
Generación excesiva de calor	Separación por calor
Tensión excesiva en la pared lateral	CBU, separación de telas
Excesivo movimiento de la banda de rodamiento	Abrasión anormal (desgaste irregular)
Mayor tensión en los cordones	Estalle y corte por impacto
Mayor tensión en los talones	Daños del talón

Fuente: Bridgestone, 2002, p.15

La sobrecarga de los neumáticos resulta en menor rendimiento del neumático como podemos observar en el gráfico.

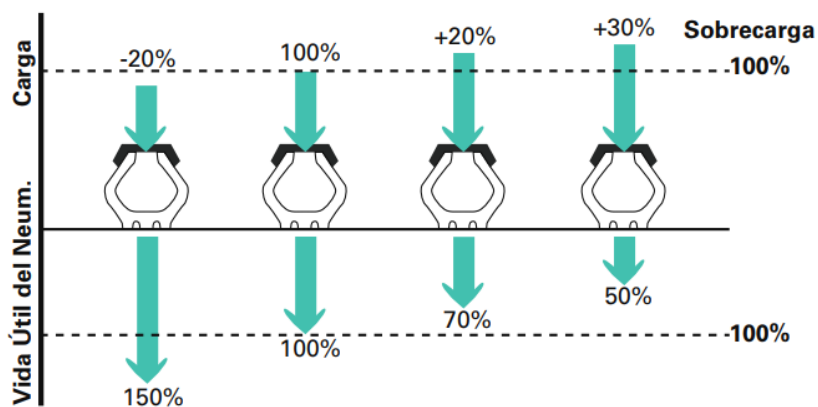


Gráfico 9 Vida útil versus sobrecarga

Fuente: Bridgestone, 2002, p.16

Se debe respetar la carga máxima del equipo y la distribución de la carga en la tolva, una mala distribución

de carga puede resultar que los neumáticos de un lado presenten sobrecarga.

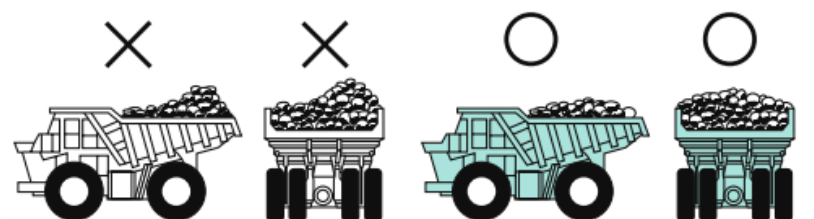


Gráfico 10 Distribución de carga

Fuente: Bridgestone, 2002, p.17

Velocidad, Bridgestone (2002) manifiesta “La velocidad apropiada es determinada por la velocidad máxima del vehículo y por su velocidad media de turno de trabajo” (p.17). Michelin (2012) indica “elevación anormal de la temperatura interior del neumático hasta el sobrecalentamiento de sus componentes, causando un deterioro irreversible de su estructura.” (p. 74)

Se muestra los daños resultantes del exceso de velocidad en la siguiente tabla:

Tabla 3 Daños resultantes del exceso de velocidad

Fenómeno	Daños Resultantes
Alta generación de calor en el interior del neum.	Separación por calor
Aumento de frenazos repentinos	Astillamiento, daños del talón, reducción de la vida útil del neumático
Virajes cerrados o bruscos	Desgaste irregular, rápida abrasión, daños del talón
Frecuentes choques con obstáculos en el camino	Corte, reventón por corte, pinchazos

Fuente: Bridgestone, 2002, p.17

Mantenimiento mecánico del equipo, el mantenimiento adecuado del vehículo contribuye con la durabilidad del neumático, algunas deficiencias del

equipo son reflejados en el neumático, ente ellos las suspensiones y el paralelismo del neumático, se indican los daños que se presentan los neumáticos respecto al mal mantenimiento mecánico:

Tabla 4 Daños que se presentan los neumáticos respecto al mal mantenimiento mecánico

Problema	Daño al Neumático
Desalineamiento	Desgaste irregular. Disminución en la vida útil del neumático, separación de la banda de rodamiento
Suspensiones rotas	Desgaste irregular, desgaste rápido y cortes
Fugas de combustible y aceite	Abultamiento y envejecimiento del caucho, lo cual reduce la vida útil del neumático

Fuente: Bridgestone, 2002, p.18

El paralelismo incorrecto se conoce como divergencia o convergencia, “La convergencia y la divergencia producen un desgaste irregular y acelerado del neumático, sobre todo en los hombros: hombro exterior en caso de convergencia, hombro interior en caso de divergencia.” (Michelin, 2012, p. 85)

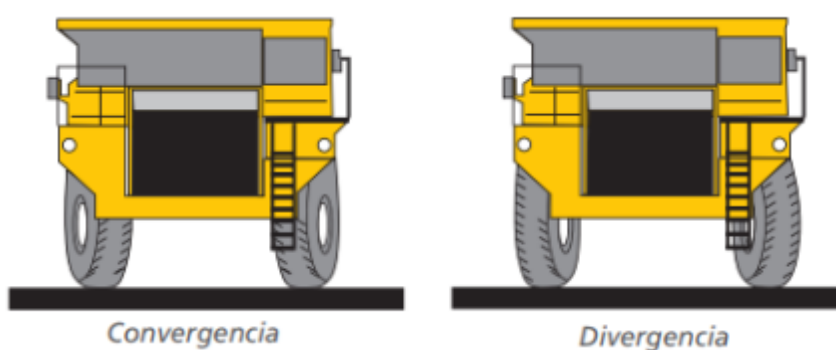


Gráfico 11 Paralelismo de los neumáticos

Fuente: Michelin, 2012, p. 85

“Un ajuste inadecuado de las suspensiones puede provocar la sobrecarga de algunos neumáticos.

Aunque visualmente el desgaste de los neumáticos parezca bastante parecido a aquel proveniente de un mal paralelismo, la diferencia se nota al tacto ya que no hay presencia de bordes afilados” (Michelin, 2012, p. 88)

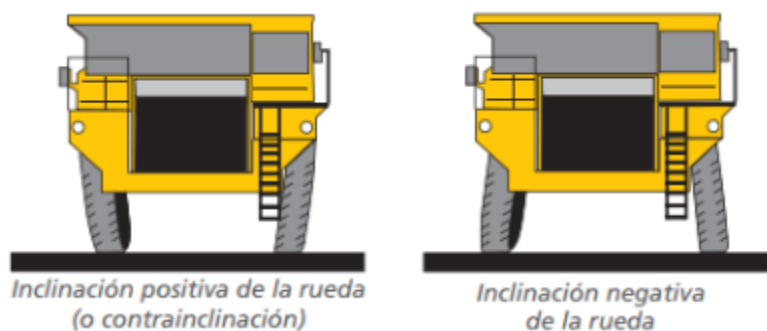


Gráfico 12 Ajuste inadecuado de las suspensiones

Fuente: Michelin, 2012, p. 88

Vías,

El perfil de las pistas (largo y ancho), la forma y la inclinación de las curvas, la magnitud de las pendientes tienen una influencia significativa:

- sobre la sobrecarga puntual en rodaje, durante las subidas o bajadas con carga;
- sobre la tensión transversal de los neumáticos, que favorece la separación entre la banda de rodamiento y la carcasa. (Michelin, 2012, p.81)

Según Bridgestone (2002) la pendiente no debe exceder el 10%. La inclinación no debe ser superior al 3%.

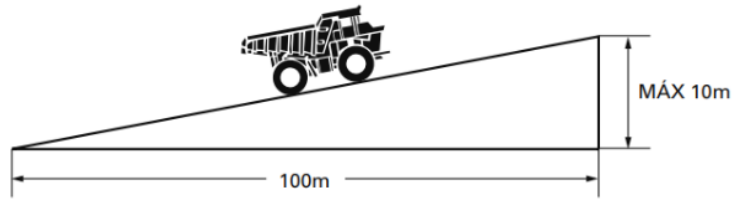


Gráfico 13 Pendiente de vía

Fuente: Bridgestone, 2002, p.19.

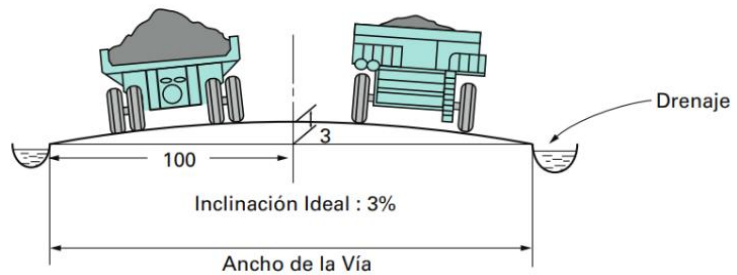


Gráfico 14 Inclinación de vía

Fuente: Bridgestone, 2002, p.19

Las vías deben estar mantenidas teniendo en cuenta:

- Limpieza contante de vía y zonas de carguío, remoción de obstáculos.
- Nivelación de desniveles en la vía o huecos.
- Regado contante de vías.
- Compactación de superficies blandas o limpieza de zonas lodosas.

Bridgestone lista daños por mal mantenimiento de vía.

Tabla 5 Daños por mal mantenimiento de vía.

Condición de la Vía	Daños de los Neumáticos
Rocas, madera y otros obstáculos sobre las vías de acarreo.	Cortes, pinchazos, estallido por impacto.
Superficies irregulares y huecos.	Desgaste irregular y estallido por impacto.
Inclinaciones continuas / Pendientes excesivas. Superficies blandas y caminos en lechos de ríos.	Reducción de la vida útil del neumático. Cortes y separación por cortes.
Distancias largas de acarreo que permiten conducir continuamente a alta velocidad.	Separación por calor y estallido por separación.

Fuente: Bridgestone, 2002, p.21

Gemelado de neumáticos, Michelin (2012). El gemelado es montar dos neumáticos de la misma dimensión, tamaño y nivel de desgaste para duplicar la capacidad, los neumáticos gemelados se comportan como uno solo.

Bridgestone (2002) “Si el diámetro exterior del neumático N°1 es mayor al diámetro del neumático N°2, el neumático N°1 con un mayor diámetro eventualmente sufrirá daños, se desgastará con mayor rapidez y de una manera irregular debido a la sobrecarga, mientras el neumático N°2 con un diámetro menor sufrirá un rápido desgaste por el centro de la banda.” (p.31)

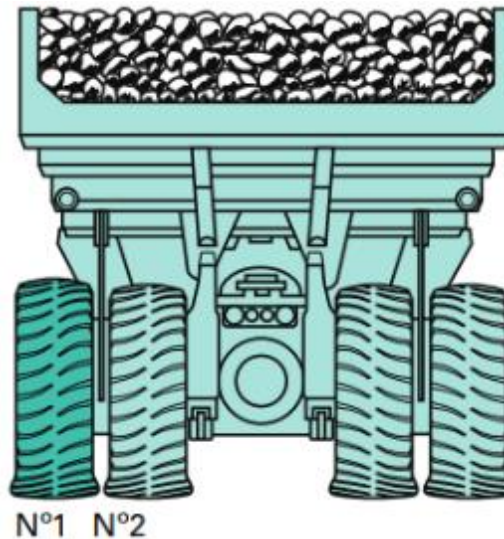


Gráfico 15 Gemelado de neumáticos.

Fuente: Bridgestone, 2002, p.31

2.2.4.2 Reparación de neumáticos.

Durante toda la vida útil del neumático sufre cortes por las condiciones de vía o pisos de carguío donde rueda, es necesario la evaluación constante de los cortes antes que se dañe la estructura del neumático y explote, el reparar preventivamente ayudará a recuperar el neumático hasta que culmine su vida útil.

Proceder a una reparación preventiva es más atractivo desde el punto de vista económico pues de agravarse el daño se corre el riesgo de perder el neumático y con ello la inevitable compra de uno nuevo o con poco uso, costo que será mucho más alto al de una reparación. (Michelin, 2012, p.96)

2.2.5 Durabilidad del neumático.

Según la RAE durabilidad proviene de durar, y durar hace

mención a seguir existiendo, entonces durabilidad se entenderá por la existencia de algo por mucho tiempo.

La durabilidad del neumático se mide en horas rodadas y las horas rodadas se calculan de las horas motor.

2.2.5.1 Horas motor.

Son la horas que el motor se mantiene funcionando.

2.2.5.2 Horas rodadas.

Son las horas que el equipo se mantiene rodando, son menores que las horas motor debido que se descuenta las horas que el equipo está detenido.

2.3 Marco Situacional.

La empresa minera explota, procesa y comercializa mineral de hierro en la costa sur del Perú, su rentabilidad depende mucho del precio de los minerales, ante la caída del precio buscan la disminución de sus costos de producción, entre ellos los neumáticos son un factor importante para la actividad extractiva por lo cual su durabilidad tiene que ser óptima para la disminución de costos y afrontar el desabastecimiento por la escases periódica que presentan los neumáticos.

La empresa responsable del servicio del taller de enllante OTR viene incrementando desde inicio de la operación el rendimiento del neumático, durabilidad, debido a la gestión que se realiza, a la par se desarrolló de manera empírica un sistema de gestión que permita lograr tal fin. La presente tesis mostrará los procesos, los recursos, etc necesarias que nos llevó a resultados favorables.

2.4 Conceptualización de Términos.

OTR “Of the road”: Término en inglés que traducido es fuera de carretera.

OTD “Original tread depth”: Profundidad original en el fondo del diseño del neumático.

RTD “Remainder tread depth”, remanente: Profundidad en el fondo del diseño después de ser usado el neumático.

Horometro: Horas motor que se puede visualizar en la cabina del operador.

Indicador: Dato de ayuda a medir objetivamente la evolución de un proceso; anticipa la medida del resultado.

Procedimiento: Forma específica para llevar a cabo un proceso.

Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

Destalonar: acción de liberar presión de la goma del talón del neumático con el aro y componentes.

III. MARCO METODOLÓGICO.

3.1 Tipo de Investigación.

La investigación desarrollada es de tipo aplicada, pues se utilizaron conocimientos previos a las variables sistema de gestión de mantenimiento y durabilidad de los neumáticos. Según Landeau (2007), una investigación aplicada corresponde a la asimilación y aplicación de la investigación a problemas definidos en situaciones y aspectos específicos.

3.2 Nivel de Investigación.

El nivel de investigación fue causal, porque se determinó la causa que deriva la aplicación de un sistema de gestión de mantenimiento en la durabilidad de los neumáticos de tipo O.T.R.

3.3 Diseño de la Investigación.

El diseño de la investigación fue cuasi experimental con pre y post prueba y solo con grupo experimental.

El esquema de investigación fue:

E: D1 SMN D2

Donde:

E: Empresa

SMN: Sistema de mantenimiento para neumáticos O.T.R.

D1: Durabilidad de los neumáticos O.T.R. antes de la aplicación de sistema de gestión de mantenimiento.

D2: Durabilidad de los neumáticos O.T.R. después de la aplicación de sistema de gestión de mantenimiento.

3.4 Determinación del Universo / Población.

La población tomada en cuenta fueron todos los datos registrados de durabilidad de los neumáticos OTR retirados por desgaste final utilizados en camiones de acarreo en mina en la empresa en estudio.

Las marcas en estudio fueron Bridgestone y Michelin por ser marcas representativas en el periodo de estudio, se tomaron en cuenta sólo los neumáticos retirados por desgaste final debido que responden a la gestión neumáticos del taller por haber finalizado su vida útil y no fueron afectado por factores externos que no son controlables por el sistema de gestión, se desestimaron los neumáticos por corte de roca u otros factores.

Los neumáticos tomados en cuenta fueron aquellos que rodaron en camiones CAT 785 y Komatsu HD1500.

3.5 Selección y Muestreo.

Dada la naturaleza de la investigación, la población y muestra fueron la misma, por lo que se tuvo en cuenta un muestreo no probabilístico censal, intencional.³

³ El muestreo no probabilístico intencional también es conocido como muestreo intencionado o criterial. En este tipo de muestreo para determinación de la muestra se da en base a la opinión del investigador (Sánchez, 2009) o expertos en el tema.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de información y Datos.

3.6.1 Definición operativa del instrumento de recolección de información.

Para la recolección de la información⁴ se utilizó fichas textuales.

Para Alayza et al. (2011):

Las fichas textuales son aquellas cuyo contenido es una transcripción literal de lo que figura en una fuente de información. Este tipo de fichas se realizan cuando necesitamos recoger definiciones – estas no deberían ser alteradas o parafraseadas; cuando necesitamos recoger datos muy precisos – fechas, cifras, nombres, clasificaciones, etc.; cuando encontramos una idea que resulta valiosa, en parte por la forma en que está expresada; o cuando simplemente necesitamos las ideas de un autor tal y como él las expresó (p. 149),

La recogida de la información se hizo a medida que se fueron revisando las fuentes y estas provinieron de papers (artículos científicos), repositorios de las universidades locales, nacionales y extranjeras, revistas técnicas virtuales, manuales de uso de los neumáticos, libros físicos y virtuales.

3.6.2 Definición operativa del instrumento de recolección de datos.

La recogida de los datos fue mediante una encuesta dirigida a los usuarios de las neumáticos O.T.R. que asistieron a la empresa a solicitar los servicios de nuestro taller de mantenimiento.

⁴ Para Alayza et al. (2011, p. 149) información es un conjunto de datos que constituyen un mensaje sobre un determinado ente o fenómeno.

También se usó un formato que especificaba particularidades del uso según tiempo uso de los neumáticos O.T.R. Estos datos nos permitieron mostrar la estadística descriptiva pertinente en la investigación.

En algunos casos se usó la observación, específicamente cuando la toma de datos y la importancia de la medición del remanente, para este caso se usó un registro.

3.7 Procesamiento y Presentación de Datos.

En el procesamiento de datos se utilizó MS Visio para la elaboración de diagrama de procesos, MS Excel para la elaboración del soporte informático, el SPSS V23 para la contrastación de las hipótesis planteadas.

La presentación de datos se realizó para describir el sistema de gestión de neumáticos OTR, se incluyó diagramas, formatos, tablas, protocolos, gráficos estadísticos, entre otros. Además, se incluyó un aplicativo elaborado en MS. Excel como soporte informático, el cual generará rapidez y fluidez en el procesamiento de datos respecto a la gestión de neumáticos.

IV. RESULTADOS.

En presente capítulo se muestran los resultados del “Sistema de Gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos O.T.R. para camiones de acarreo en mina con soporte informático. Marcona 2018”

4.1 Sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos O.T.R. para camiones de acarreo.

Para el sistema de gestión se establecerá elementos de entrada, elementos del proceso y el elemento de salida.

4.1.1 Elementos de entrada.

Instalaciones, las instalaciones necesarias son:

- Piso de cemento de 23 m. por 20 m. capaz de soportar equipos de 150 Tn, con sombra tipo nave.
- Compresor de aire de 185CFM con tanque pulmón con presiones que llegue a 140 PSI.
- 4 líneas de aire de ½” para el inflado de neumáticos y uso de herramientas neumáticas.
- Iluminación con luz blanca que llegue a todo el piso de cemento.
- Área para el almacenamiento de neumáticos y aros de 750 m²
- Caseta de herramientas de 27 m² con anaqueles.
- 1 vestuario con lavadero, 1 comedor, 1 oficina para trabajos administrativos.

Recurso Humano, Se detalla el personal necesario:

- ***Supervisor de taller,***

Debe contar con conocimientos teóricos y prácticos en neumáticos OTR, estudios universitarios en ingeniería o estudios técnicos con 3 años en posiciones relacionadas a neumáticos OTR, licencia de conducir A2b como mínimo, conocimiento de MS. Excel intermedio.

Es el encargado de coordinar, supervisar, ejecutar y controlar las actividades planificadas del mantenimiento de neumáticos, entre sus responsabilidades está:

- ✓ Planifica, organiza, dirige y coordina las actividades de los servicios de enllante/desenllante de neumáticos OTR.
- ✓ Programa las actividades de rotación, cambio por giro, emparejamiento, reparación, reencauche de neumático y otros.
- ✓ Supervisa y aprueba los informes semanales, mensuales y otros que se requiera presentados por el personal a cargo.
- ✓ Prepara para el cliente informes de: vías, herramientas, equipos, daños al neumático ocasionados en operación, etc.
- ✓ Genera el control de calidad de los servicios del taller.
- ✓ Administra los KPI de la operación.
- ✓ Revisa la actualización de los seguimientos e

inspección de neumáticos.

- ✓ Coordinar las de compras y requerimientos.
- ✓ Cumple las funciones y obligaciones según el Decreto Supremo 024-2016-EM y su modificatoria de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- ✓ Elabora PETS e instructivos de equipos y herramientas juntamente con el personal a cargo y supervisor SSOMA.
- ✓ Vela por el correcto uso de herramientas
- ✓ Motiva al personal creando un buen clima laboral.

- ***Planificador “Planner”***,

Debe contar con estudios universitarios o estudios técnicos, conocimiento de computación nivel usuario, MS. Excel intermedio, licencia de conducir deseable A2b.

Es la persona encargada de llevar el control de la información de los neumáticos para elaborar reportes e informes, entre sus responsabilidades está:

- ✓ Elabora programas de mantenimiento de neumáticos juntamente con el supervisor.
- ✓ Elabora informes semanales, mensuales y otros que se requiera.
- ✓ Realiza la proyección de consumo y cálculo de rendimientos de los neumáticos.
- ✓ Actualiza el registro los seguimientos e inspecciones de neumáticos.

- ✓ Actualiza la información con cada reportes presentado.
 - ✓ Elabora reportes de acuerdo a ocurrencias o solicitud del cliente.
 - ✓ Coordina con el supervisor de taller las actividades a realizar.
 - ✓ Llena los registros operativos y en temas de seguridad que requieran para llevar a cabo sus actividades.
 - ✓ Cumple las funciones y obligaciones según el Decreto Supremo 024-2016-EM y su modificatoria de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
 - ✓ Reporta sus actividades diarias a su jefe directo.
 - ✓ Otras labores asignadas por su jefe inmediato
 - ✓ Otras actividades asignadas.
- **Líder de guardia,**
Debe contar con conocimientos teóricos y prácticos en neumáticos OTR, secundaria completa o estudios técnicos, experiencia mínima de 3 años como técnico de neumáticos OTR, licencia de conducir A2b como mínimo, conocimiento y destreza en uso de manipulador de neumáticos.
Es la persona encargada de coordinar con el supervisor de taller y ejecutar con sus técnicos a cargo las actividades programadas e indicadas por el supervisor de taller, entre sus responsabilidades está:
 - ✓ Coordina las actividades con el supervisor de taller y las ejecuta.

- ✓ Cumple con los planes, programas y actividades.
 - ✓ Organiza y dirige al equipo técnico en las actividades de montaje/desmontaje de neumático en la operación minera.
 - ✓ Llena los reportes por los trabajos realizados.
 - ✓ Vela por el correcto uso de herramientas y equipos.
 - ✓ Inspecciona las unidades móviles, herramientas y equipos antes de su uso.
 - ✓ Llena los registros operativos y en temas de seguridad que requieran para llevar a cabo sus actividades.
 - ✓ Opera el manipulador de neumático, y otros que sean necesarios para brindar el servicio siempre que cuente con la autorización debida.
 - ✓ Cumple las funciones y obligaciones según el Decreto Supremo 024-2016-EM y su modificatoria de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
 - ✓ Cumple la secuencia de actividades de acuerdo al PETS, y reporta toda mejora al supervisor.
 - ✓ Reportar sus actividades diarias a su jefe directo.
 - ✓ Otras labores asignadas por su jefe inmediato.
 - ✓ Realiza el inventario de insumos y herramientas para solicitud.
- **Asistente técnico,**
Debe contar con conocimientos teóricos y prácticos en neumáticos OTR, secundaria completa o estudios técnicos,

experiencia deseable de 1 años como técnico de neumáticos OTR, licencia de conducir deseable A2b.

Es la persona encargada de ejecutar las actividades programadas e indicadas por el supervisor de taller o líder de guardia, entre sus responsabilidades está:

- ✓ Coordina las actividades con el líder de guardia y las ejecuta.
- ✓ Ejecuta las actividades de montaje/desmontaje de neumático en la operación minera.
- ✓ Vela por el correcto uso de herramientas y equipos.
- ✓ Inspecciona las unidades móviles, herramientas y equipos antes de su uso.
- ✓ Llena los registros operativos y en temas de seguridad que requieran para llevar a cabo sus actividades.
- ✓ Opera el manipulador de neumático, y otros que sean necesarios para brindar el servicio siempre que cuente con la autorización debida.
- ✓ Cumple las funciones y obligaciones según el Decreto Supremo 024-2016-EM y su modificatoria de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- ✓ Cumple la secuencia de actividades de acuerdo al PETS, y reporta toda mejora al supervisor.
- ✓ Reportar sus actividades diarias a su jefe directo.
- ✓ Otras labores asignadas por su jefe inmediato.

Equipos y herramientas, a continuación se listan y detallan los equipos y herramientas necesarias para el servicio:

- Manipulador de neumáticos con capacidad mínima de 8 toneladas.
- Gata de 150 Tn, utilizado para suspender el equipo.
- Cilindro hidráulico de 100 Tn de aluminio, utilizado para suspender el equipo, normalmente utilizado en campo.
- Soportes o tacos con capacidad de 30Tn. como mínimo, utilizado para dejar suspendido el equipo.
- Pistola RAD 25GX y canastilla de mantenimiento, utilizado para ajustar y desajustar tuercas a un torque específico.
- Taquímetro de trueno 1000lbs, utilizado para comprobar el ajuste de torque en los camiones CAT 785.
- Estación de verificación de presión, utilizado para verificar la correcta lectura de los medidores de presión en uso.
- Medidores de presiones OTR, manómetros utilizados para la lectura de presiones de aire de los neumáticos.
- Ariete hidráulico AME 13030, utilizado para destalonar neumáticos en vertical.
- Destalonadora Marga, utilizado para destalonar neumáticos en aro de 5 piezas.
- Pistola neumática con extensión de 6" encastre de 1", utilizado para retirar y aproximar las tuercas o pernos.
- Dados de 1 ½" y 2" encastre de 1", utilizado para retirar las tuercas del CAT785 y Komatsu HD1500 respectivamente.

- Junta universal giratoria encastre de 1”, utilizado para retirar tuercas de las posiciones interiores del Komatsu HD1500.
- Extensiones encastre de 1”, utilizados para unir la pistola neumática con el dado que va a la tuerca donde no alcance la extensión propia de la herramienta neumática.
- Unidad de mantenimiento “FRL”, utilizado para secar el aire y lubricar la línea de aire durante el uso de herramientas neumáticas.
- Bomba neumática, utilizado para poner en funcionamiento las destalonadora, ariete y cilindro hidráulico.
- Inyector de aire, puede ser echador de aire tipo “Y” o inyector de aire tradicionales para pitones OTR.
- Extractor de núcleo de válvula, utilizados para retirar el núcleo de válvula del pitón.
- Medidor de remanente, utilizado la cantidad de caucho por rodar.
- Palancas, utilizados para hacer contacto con los fierros, retiro de piedras.
- Desarmadores de golpe con punta imantada, para retiro de piedra y evaluación de cortes en el neumático
- Llaves mixtas, parar instalación y desinstalación de accesorios del aro como bases de pitón, codos del pitón entre otros.
- Comba de 8 libras, utilizado para el armado de neumático.

- Comba de 2 libras, utilizado para retirar piedras.
- Llave mixta 13mm, para ajustar los pitones.
- Llave mixta 1", para ajustar codo de pitón del Cat 785.
- Escalera tipo tijera de 5 pasos.
- Escalera con plataforma y baranda para el uso de las pistolas neumáticas.
- Sujetador de bota-piedra.
- Base para armado de neumáticos de aro 51.

Materiales, a continuación se listan los materiales necesarios para el servicio.

- Tire Life, utilizado como refrigerante de neumático y anticorrosivo de aros y componentes.
- Pasta de neumáticos, utilizado para lubricar los talones del neumático.
- Pasta Anti-Seize, utilizado para lubricar tuercas, esparrago y perno.
- Aceite hidráulico Marvel para lubricar las herramientas neumáticas durante su uso.
- Trapo industrial.
- Tiza tipo crayola.
- Escobilla de acero, para limpieza de los aros y componentes.

Refacciones, a continuación se listan los repuestos necesarios para el servicio.

- Neumáticos 33.00R51.

- O'ring para aro 51 para camión minero.
- Juego de aros de 5 piezas para camiones Komatsu HD1500, Cat 785.
- Codo-base para los camiones Komatsu HD1500.
- Codo 60° 660 para posiciones 1 o 2 para camiones Cat 785.
- Pitón metálico para posiciones 3 o 6 para camiones Cat 785, como alternativa se puede utilizar codo 60° 625.
- Codo 90° 525 para posiciones 4 o 5 para camiones Cat 785.
- Kit de armado de pitones OTR.
- Manguera para armado de pitones OTR.
- Base de pitón para aros Cat 785.
- Porta-válvula, presente en los pitones de los neumáticos.
- Núcleo de válvula OTR, presente en los pitones de los neumáticos.
- Tapas OTR, presente en los pitones de los neumáticos.
- Tuercas para ruedas de Cat 785 y Komatsu HD1500.

Administración, el taller de neumático OTR cuenta con 12 personas y está estructurado de la siguiente manera.

- 3 supervisores de taller.
- 2 planificadores.
- 3 líderes de guardia.
- 5 asistentes técnicos.

Organigrama, el organigrama está diseñado de la siguiente manera:

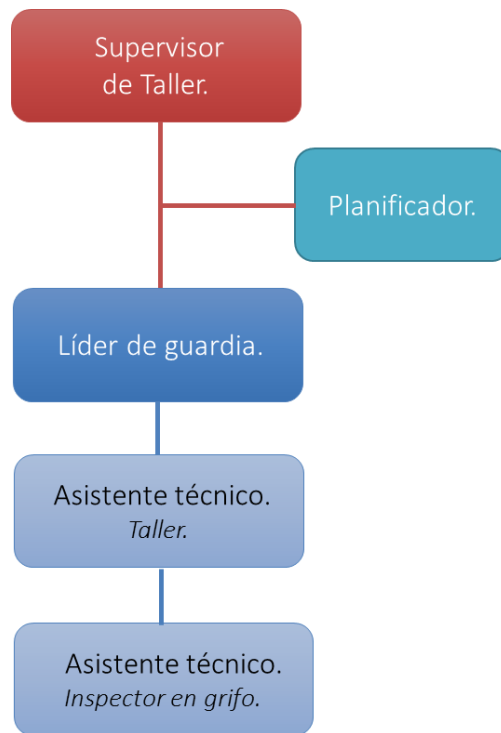


Gráfico 16 Organigrama del taller de enllante

Fuente: Elaboración propia.

Régimen de trabajo, los supervisores, líder de guardia tienen un régimen trabajan 7 días de día, 7 días de noche y 7 días de descanso, los planificadores e inspectores de grifo 14 días de día y 7 días de descanso; la jornada laboral es de 12 horas.

4.1.2 Elementos del Proceso.

4.1.2.1 Planeación.

La planeación del trabajo se toma en cuenta las siguientes consideraciones:

Filosofía del mantenimiento, se describen los criterios necesarios para llevar a cabo el mantenimiento:



Gráfico 17 Posiciones de neumáticos

Fuente: Adaptado de <https://es.scribd.com/document/257179882/M7-Suspenciones-pdf>

Mantenimiento correctivo, es cuando el neumático se encuentra incapaz de seguir rodando, se listan los casos:

- Neumático desinflado.
- Neumático con corte pasante.
- Neumático que presenta protuberancia.
- Ruedas que presenten rajadura en el aro y/o componentes.
- Neumáticos delanteros con cortes en pared lateral que afecten la estructura.

Mantenimiento preventivo con base en el tiempo de uso, se aplica para establecer criterios de rotación para generar el

programa de mantenimiento:

- Los neumáticos delanteros suelen tener mayor durabilidad a más horas acumuladas en posición delantera, el estándar de rotación para neumáticos delanteros será cuando acumule como mínimo a 1800 horas rodadas.

Si fuese necesario generar inventario con urgencia de neumáticos para posiciones posteriores se desestima el estándar de rotación para neumáticos delanteros y se rotan los neumáticos con mayor acumulación de horas por más que no cumplan el estándar.

Mantenimiento preventivo con base a las condiciones (predictivo), Se aplica para establecer programa de mantenimiento:

- Nivelación de presiones, cuando el neumático presenta diferencia de presiones respecto a su neumático gemelo, se incrementa presión al neumático con menor presión con la mitad de la diferencia de presiones de ambos neumáticos, el neumático debe rodar con las presiones recomendadas por el fabricante.
- Presión máxima, la presión del neumático en caliente no debe exceder en 20% a la presión recomendado en frío.
- Desgaste irregular entre hombros, cuando la diferencia es mayor o igual a 5 milímetros se realiza el volteo del neumático en su propio eje, en posiciones delanteras se

comunica al mecánico para la revisión de alineamiento, en posiciones posteriores se revisa el gemelado de neumáticos.

- Desgaste irregular diente de sierra, el perfil del neumático toma forma de dientes del serrucho, se comunica al mecánico para revisión de suspensiones, si no fuese tema mecánico puede deberse a tema operacionales.
- Emparejamiento de neumático (gemelado), la diferencia del remanente promedio de los neumáticos gemelos no debe ser mayor o igual a 9 milímetros. Gemelado considera a tener presiones similares, deben de ser de la misma marca y tipo de construcción.
- Para rotación de neumáticos posteriores se toma en cuenta que los neumáticos más desgastados van en posiciones 5 y 6, el estándar establecido es:

Tabla 6 Estándar de rotación para neumáticos posiciones 3 y 4.

Dimensión	Marca.	OTD (mm)	RTD (mm)	Descripción.
33.00R51	Bridgestone.	87	35	Rotación de posiciones 3 y 4 a posiciones 5 y 6.
33.00R51	Michelin.	94	32	Rotación de posiciones 3 y 4 a posiciones 5 y 6.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a recomendación de fabricante.

Neumáticos rodando en camiones Komatsu con remanente menor o igual a 25 mm. deben ser retirados de posiciones 5 y 6 debido que el desgaste en este tipo de camiones es más acelerado que los camiones Caterpillar, los neumáticos retirados posteriormente serán instalados en camiones Caterpillar.

Si fuese necesario generar inventario con urgencia de neumáticos para posiciones 5 y 6 se desestima el estándar de rotación para neumáticos posiciones 3 y 4 y se rotan los neumáticos con menor remanente.

Mantenimiento de oportunidad, se realiza nivelaciones de presiones del neumático cuando se encuentran en los talleres de mecánica, se realizar volteos o emparejamientos si los neumáticos se desmontan a solicitud del taller de mecánica.

Detección de fallas, los neumáticos son inspeccionados diariamente durante el abastecimiento de combustible en grifo y en los tiempos de parada por cambio de guardia u otro motivo, durante la inspección se retiran las piedras incrustadas en la goma del neumático, se evalúa su criticidad de cada corte e inspección general de la rueda. El control de desgaste de neumáticos quincenal y fin de mes.

Reparación general, Los neumáticos que presentan daños son evaluados para reparar, el criterio que se lista es está en constante revisión.

- 3 daños toca cuerda en banda de rodamiento, el

neumático debe ser retirado para reparación.

- Neumáticos con corte en banda lateral será retirado para reparación, con urgencia si presenta exposición de cuerdas radiales.
- Cortes pasante tienen que ser evaluados para reparación, en la banda de rodamiento se reparan si existen como máximo 6 cuerdas radiales comprometidas, en la pared lateral o flanco si existen como máximo 4 cuerdas radiales comprometidas.
- Cuando el neumático presente separación será retirado para reparación, se rechaza si el paquete de cuerdas está separado con las cuerdas radiales.
- La zona no reparable es donde reposa el flange y talón del neumático.
- No retirar neumáticos en banda de rodamiento con remanente menos a 40 mm, salvo reparaciones puntuales en flanco, debido que la goma de reparación puede desprenderse por menor contacto con la goma del neumático.

Reemplazo, el neumático será reemplazado cuando presente desgaste final con exposición de cuerdas:

- Temporada seca, cuando la exposición de las cuerdas de protección sea mayor al 18% del perímetro del neumático, equivalente a 1.60 m. debe de ser desmontado para el desecho.

- Temporada de invierno o lluvias, cuando la exposición de las cuerdas de protección sea mayor 12% del perímetro del neumático equivalente a 1.00 m. debe de ser desmontado para el desecho.
- Para exposiciones sectorizadas se debe verificar si la suma de los mismos supera el 18% del perímetro en temporada seca y el 12% del perímetro en temporada de invierno o lluvia.

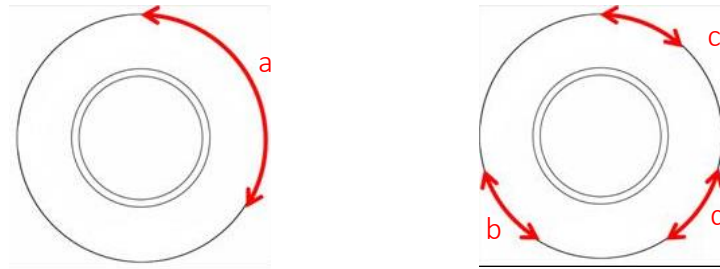


Gráfico 18 Longitud de la exposición de cuerda

Fuente: Bridgestone.

Temporada seca:

$$a > 1.60 \text{ m.}$$

$$b + c + d > 1.60 \text{ m.}$$

Temporada de Invierno o lluvia:

$$a > 1.00 \text{ m.}$$

$$b + c + d > 1.00 \text{ m.}$$

- El neumático deberá ser desmontado para el desecho si la exposición de la **2da cuerda de trabajo** superior a 0.30 m.
- Al intervenir el camión por rotación, emparejamiento, volteo de neumáticos en las posiciones 1, 2, 3, 4, y se encuentren los neumáticos de las posiciones 5 y 6 con exposición de la 2da o 1ra **cuerdas de protección** se

procederá al retiro a pesar que no superen la exposición mínima recomendada, este criterio es con el fin reducir las paradas del equipo y aumentar la disponibilidad de los mismos.

- Si uno de los neumáticos de las posiciones 5 y 6 presenta exposición de cuerdas y el neumático gemelo no evidencie tal exposición, se cambiará únicamente el neumático afectado. Para camiones Komatsu se procederá el retiro de ambos neumáticos quedando en inventario el neumático que se encuentre en buen estado, debido que el reajuste de tuercas es un tema sensible en este equipo.
- Si uno de los neumático de las posiciones 5 y 6 presenta exposición de cuerdas y el neumático gemelo no evidencie tal exposición, y sea necesario desmontar ambos neumáticos, se procederá a inspeccionar al neumático no afectado con el fin de verificar que no presente daños como: grietas en flanco (patas de gallo) con exposición de cuerda de retorno o cuerdas radiales, daños en las reparaciones tanto en el lado externo y/o interno (desprendimientos de parches), entre otros, de presentarse daños mencionados se dispondrá al desecho.
- Para otros casos no indicados evaluar las condiciones de seguridad.

Pronóstico de la carga de mantenimiento, se analizó la cantidad de equipos y neumáticos atendidos en el periodo del 2018, el pronóstico de la carga de mantenimiento semanal y mensual se utilizará el promedio.

Tabla 7 Cantidad de equipos y neumáticos intervenidos por mes.

Mes.	Q. Equipos.	Q. Neumáticos.
01 Enero	28	53
02 Febrero	31	66
03 Marzo	32	63
04 Abril	24	53
05 Mayo	18	35
06 Junio	34	66
07 Julio	34	60
08 Agosto	28	48
09 Septiembre	31	62
10 Octubre	27	52
11 Noviembre	21	51
12 Diciembre	21	36

Tabla 8 Cantidad de equipos y neumáticos intervenidos por semana

Semana.	Q. Equipos.	Q. Neumáticos.
1	2	6
2	9	18
3	9	14
4	5	7
5	9	16
6	9	19
7	5	14
8	7	18
9	10	15
10	7	9
11	6	14
12	6	15
13	8	19
14	5	11
15	5	10
16	5	11
17	7	13

Semana.	Q. Equipos	Q. Neumáticos.
18	5	15
19	4	10
20	4	7
21	5	7
22	4	7
23	5	8
24	6	9
25	7	12
26	15	35
27	7	17
28	8	10
29	7	13
30	7	13
31	6	10
32	12	20
33	3	5
34	5	7
35	5	10
36	6	13
37	6	11
38	13	24
39	6	14
40	4	7
41	8	13
42	5	9
43	7	19
44	6	11
45	5	11
46	6	17
47	6	13
48	3	5
49	4	11
50	1	1
51	10	15
52	4	7

Las intervenciones promedio son 27 equipos y 54 neumáticos al mes, 6 equipos y 12 neumáticos a la semana. El tiempo de atención por neumáticos es 1.68 horas, por lo cual se establece la carga en horas hombre teniendo en cuenta que para la labor se requiere 2 personas.

Tabla 9 Horas hombre requerido para atención de equipo en taller.

Periodo.	Cantidad de neumáticos.	Hrs. por neumático.	Persona por labor.	Horas hombre requerido.
Mes.	54	1.68	2	181.44
Semana.	12	1.68	2	40.32

Planeación de la capacidad de mantenimiento, las horas hombre disponible para el mantenimiento son:

Tabla 10 Horas hombre disponible

Periodo.	Cantidad de trabajadores en 2 turnos.	Días en el periodo.	Horas por jornada.	Horas hombre disponible.
Mes.	4	30	11	1320
Semana.	4	7	11	308

Comparando lo requerido con la capacidad instalada se obtiene que está en la capacidad de atender el taller sin inconvenientes.

Tabla 11 Horas hombre requerido para atención de equipo en taller versus horas hombre disponible

Horas hombre disponible.	Horas hombre requerido.
1320	181.44
308	40.32

Para el cálculo de horas hombre solo analizó el tiempo de atención de equipos en taller.

Organización del mantenimiento, para el desarrollo del sistema de mantenimiento se presenta tres tipos de atenciones.

- **Atención en taller**, encargado de realizar los trabajos operativos de enllante y desenllante de neumáticos.

- **Atención en campo**, encargado de dar seguimiento diario a los neumáticos, tomar data para alertar a taller y para que administración pueda generar las programaciones e informes pertinentes.
- **Administración**, están presente los supervisores y planificador, encargado de supervisar las labores, solicitara consumibles al cliente, generar programas y gestionar herramientas entre otros.

Programación de mantenimiento, se elabora 2 tipos de programas:

- **Programa en campo**, el programa para el mes siguiente se realiza todos los fines de mes, contiene la siguiente información:
 - Inspección de vías, plataforma de carguío y botaderos, según planificación se realiza una vez a la semana, no excluye a las inspecciones no planeadas.
 - Lectura de remanente, se realiza la quincena y fin de mes, tiene que ser a la totalidad de los equipos.
 - Inspección de presiones, se tiene como objetivo el 70% de la flota.

PLAN DE TRABAJO DE SERVICIO EN CAMPO																																				
CLIENTE:		ÁREA: Servicios										Ingeniería										FECHA DE ELABORACIÓN: jueves, 01 de agosto de 2019														
		Mes: Agosto / Año: 2019																																		
Turno.	Día.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
	Noche.	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C			
INSPECCIÓN DE VÍAS, PLATAFORMA DE	Planeación.	x								x																								x		
	Objetivo.	100%	100%																																	
LECTURA DE RTD.	Planeación.																																		x	
	Objetivo.	100%	100%																																	
INSPECCIÓN DE CADENAS DE CARGADORES	Planeación.																																		x	
	Objetivo.	100%	100%																																	
PRESIONES ACARREO.	Planeación.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Objetivo.	70%	73%	77%	77%	83%	80%	77%	70%	77%	57%	67%	83%	80%	73%	80%	63%	45%	63%	67%	47%	43%	77%	80%	73%	70%	87%	83%	83%	73%	87%	63%	63%			
460-300	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-301	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-302	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-303	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-304	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-305	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-306	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-307	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-308	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-309	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-310	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-311	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-312	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-313	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-314	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-315	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-316	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-317	Mantto.																																			
460-318	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-319	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-320	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-321	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-500	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-501	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-502	Inoperativo																																			
460-503	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-504	Mantto.																																			
460-505	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-400	Mantto.																																			
460-401	Mantto.																																			
INSPECCIÓN DE PRESIONES CARGADORES.	Planeación.																																			
	Objetivo.	66%	67%																																	
460-298	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-303	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-413	Mantto.																																			
INSPECCIÓN DE PRESIONES MOTONIVEL	Planeación.																																			
	Objetivo.	100%	50%																																	
460-338	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-339	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
INSPECCIÓN DE PRESIONES TRACTOR DE RUEDAS.	Planeación.																																			
	Objetivo.	60%	60%																																	
460-280	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-281	Mantto.																																			
460-282	Mantto.																																			
460-283	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										
460-284	Operativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x																										

CUMPLIMIENTO GLOBAL.
% DE CUMPLIMIENTO 70.75%

CUMPLIMIENTO DE PRESIONES.
Q de lecturas solicitadas. 984
Q de lecturas ejecutadas. 694
% DE CUMPLIMIENTO 70.54%

Cumplimiento Resp.		
A	B	C
H. Castro.	W. Ramos	A. Cordero.
103.66%	100.45%	89.51%

OBSERVACIONES DEL SUPERVISOR: VoBo

Gráfico 19 Fotografía del plan de trabajo de campo

Fuente: Elaboración propia

- Programa de taller**, el programa el trabajo de enllante y desenllante se realiza los días 1, 8, 16 y 24 de cada mes, contiene la siguiente información:
 - Equipo a intervenir.
 - Actividad a Realizar.
 - Cuadro de llenado: x, programado; C, cumplido; R,

reprogramar.

- Observaciones, se coloca comentario relevante de la actividad.

PLAN DE TRABAJO DE SERVICIO DE TALLER

CLIENTE:		Shougang Hierro Perú.		FECHA DE ELABORACIÓN		jueves, 01 de agosto de 2019						
Mes: Agosto / Año: 2019												
Equipo.	Actividad	Operatividad	Días.								Observación	
			1	2	3	4	5	6	7	8		
004-308	Volteo de neumático y cambio de pitón Pos. 6.	Programado	X									
		Ejecutado	C									
004-319	Volteo de neumático Pos. 6.	Programado		X								
		Ejecutado		C								
004-307	Volteo neumático Pos. 4 y 5.	Programado			X							
		Ejecutado			C							
004-321	Volteo neumático Pos. 5.	Programado				X						
		Ejecutado				R						
004-305	Cambio neumático Pos. 5 y 6.	Programado							X			
		Ejecutado							C			

Gráfico 20 Fotografía del plan de trabajo de taller

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2 Actividades de Organización.

Diseño del trabajo.

Se describen los subprocesos del sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos O.T.R. para camiones de acarreo en mina, y procedimientos necesarios para desarrollar la actividad.

Sub-proceso de servicio de taller, el sub-proceso está relaciona a actividades de enllante y desenllante.

Leyenda:

A Supervisión de taller.

B Líder de guardia.

C Asistente técnico.

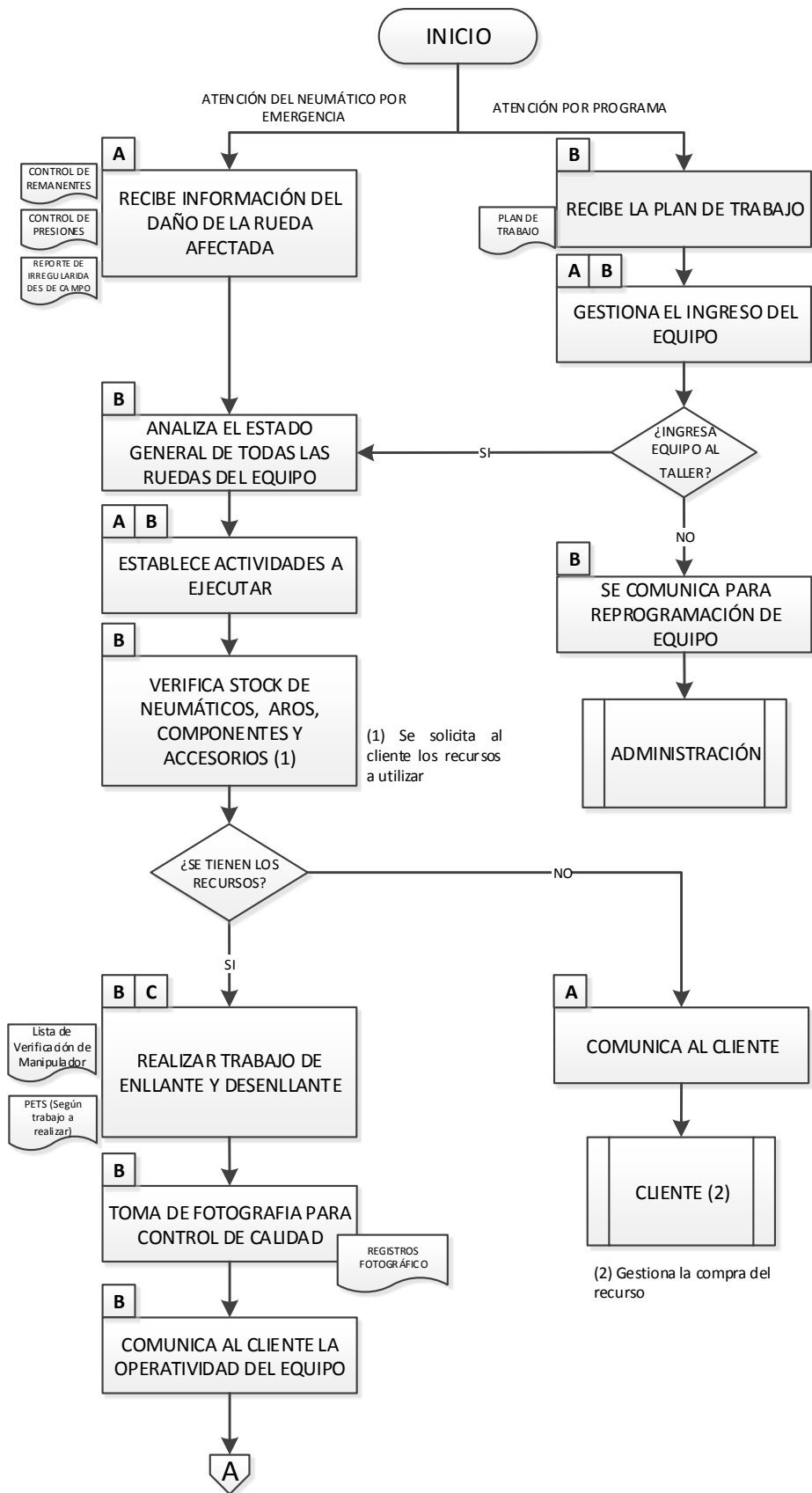


Gráfico 21 Sub-proceso de servicio de taller (1)

Fuente: Elaboración propia

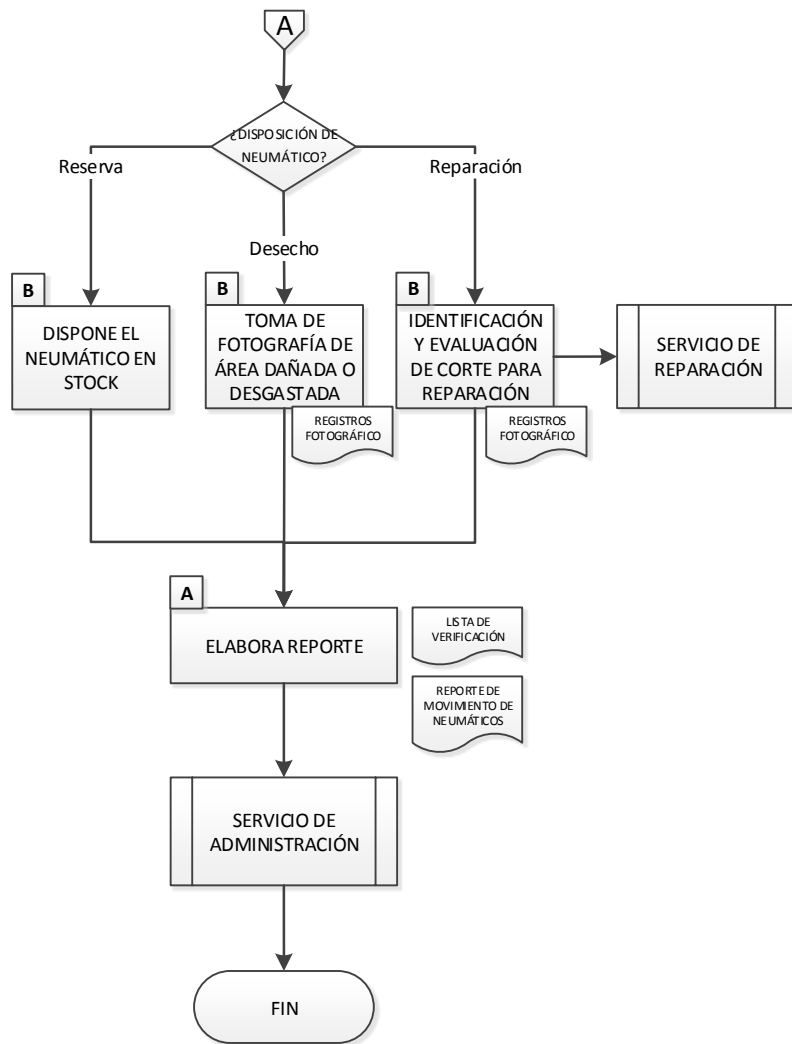


Gráfico 22 Sub-proceso de servicio de taller (2)

Fuente: Elaboración propia

Sub-Proceso servicio de campo, el sub-proceso está relaciona a las actividades de medición de presiones, nivelación de presiones, toma de remanente, inspección de daños en neumático en aros componentes, y retiro de piedra.

Leyenda:

A Supervisión de taller.

B Líder de guardia.

C Asistente técnico – Inspector en grifo.

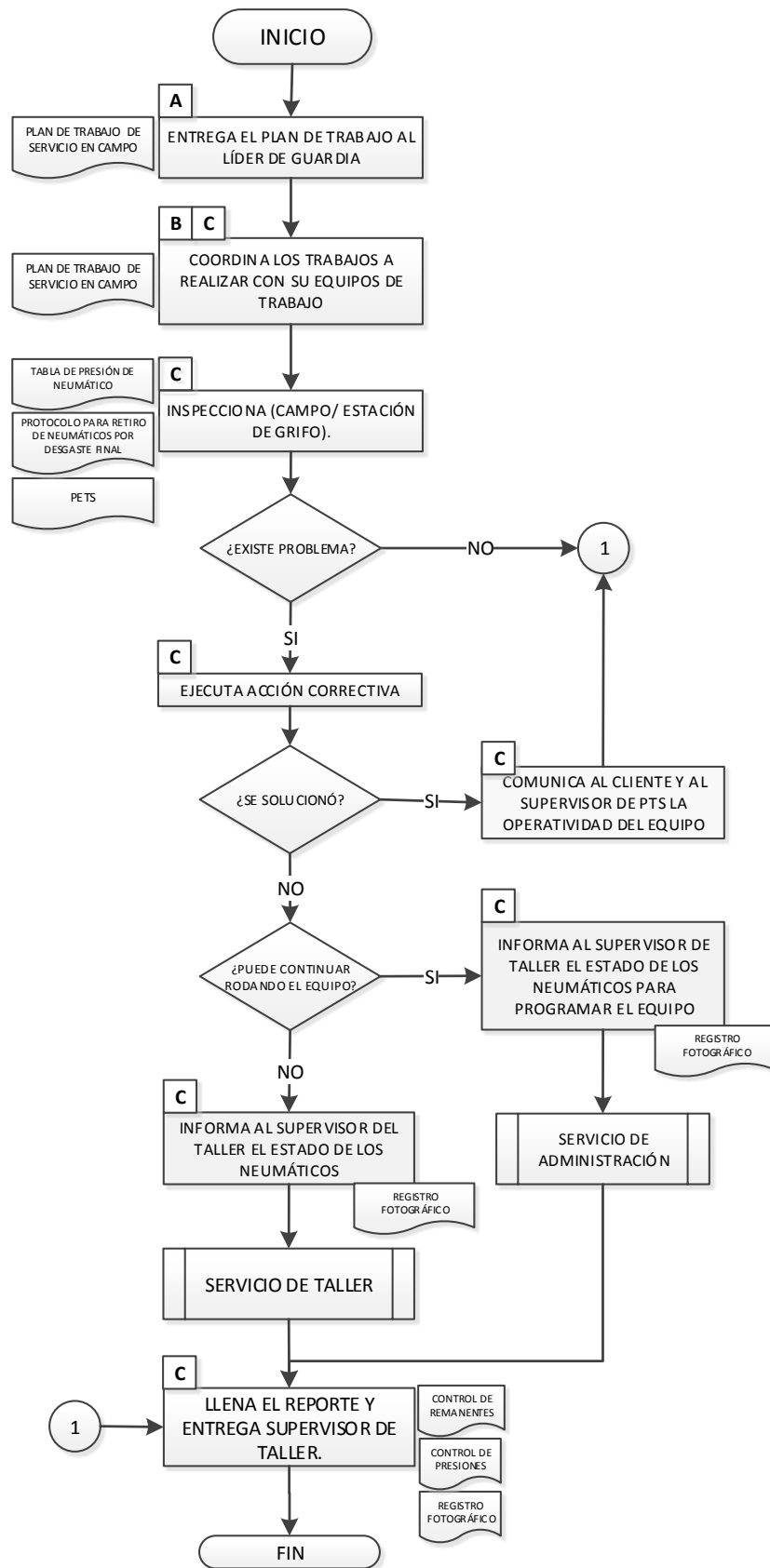


Gráfico 23 Sub-proceso de servicio de campo.

Fuente: Elaboración propia

Sub-Proceso servicio de administración, el sub-proceso está relaciona a las actividades elaboración de reportes, informes y elaboración de planes. Leyenda:

A Supervisión de taller.

B Planificador.

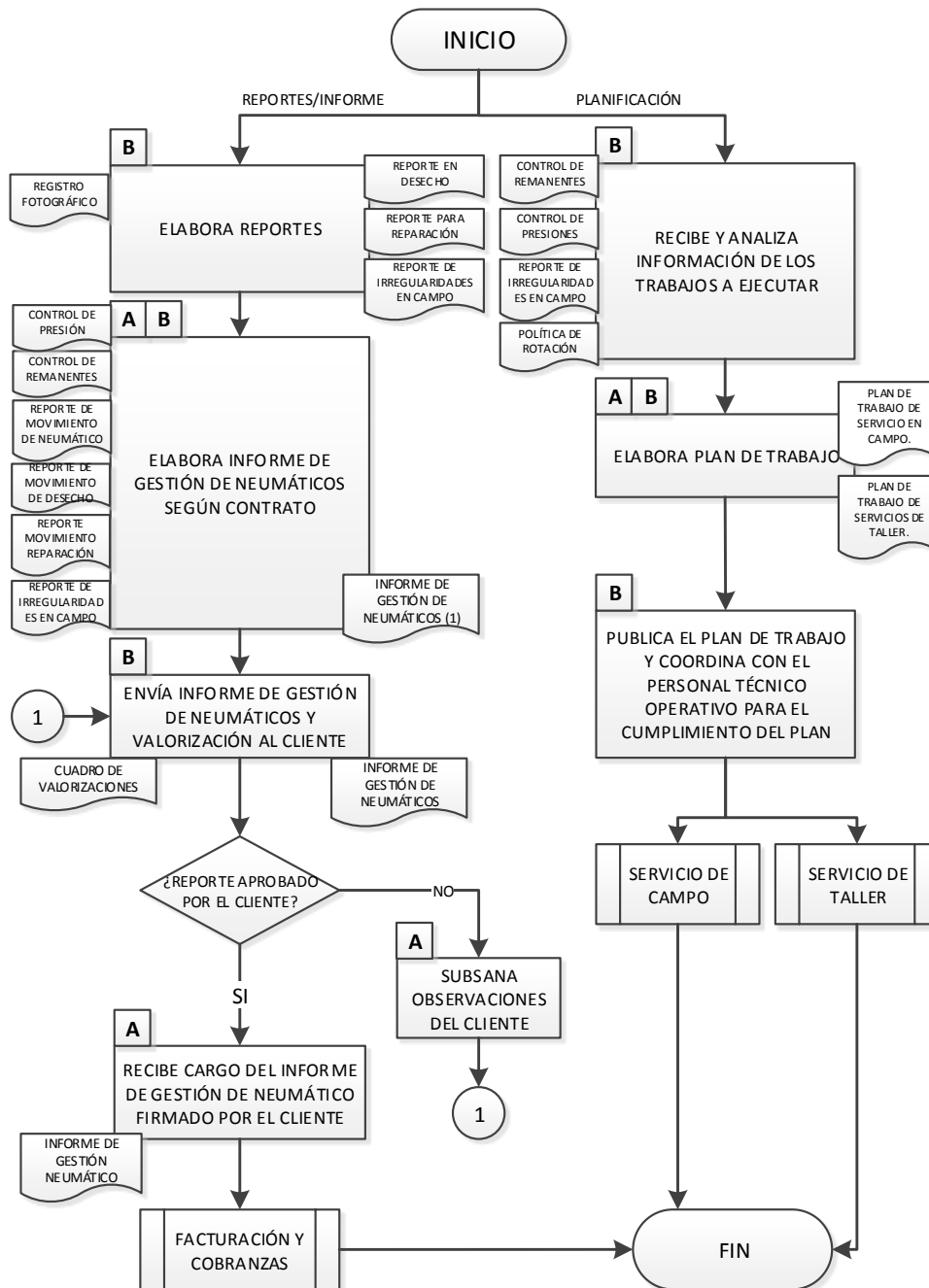


Gráfico 24 Sub-proceso de servicio de administración.

Fuente: Elaboración propia

Procedimientos escritos de trabajo (PETS), los procedimientos escritos de trabajo necesarios para la labor:

- **PETS de armado y desarmado de neumático.**
 - ✓ El personal debe estar calificado en el PETS “Armado y desarmado de neumático”, además de la matriz de gestión de riesgos y planes de contingencia antes de iniciar cualquier tipo de labores dentro de las instalaciones.
 - ✓ Previo al inicio de sus actividades operativas, se debe elaborar junto con el grupo de trabajo la herramienta de gestión: Identificación de Peligro y Evaluación de Riesgo (IPERC) de la labor, luego se procede a apertura el IPERC con el supervisor de turno y el supervisor SSOMA, sin la autorización y firma de los responsables no se podrá iniciar la labor.
 - ✓ El operador de vehículo pesado deberá realizar la inspección de pre-uso del manipulador.
 - ✓ El trabajador deberá realizar la inspección de pre-uso de las herramientas.
 - ✓ El trabajador deberá verificar las conexiones de las líneas de aire.
 - ✓ Designar a un personal de piso para empezar a realizar las maniobras con el manipulador.
 - ✓ Verificar que la carga a manipular no sobrepase la capacidad del equipo.

Desarmado del Neumático.

- ✓ Liberar el aire del neumático utilizando el extractor de válvula, al despresurizar el neumático colocarse al costado del pitón con el fin de evitar quemaduras, golpes y proyección de partículas al cuerpo.
- ✓ Destalonar el aro base del neumático dejando caer el neumático en sentido horizontal de una altura no mayor 3 metros.
- ✓ Ubicar el neumático en un lugar adecuado para proceder al desarmado.
- ✓ Presionar la pared lateral del neumático en 2 puntos en sentido opuesto con ambos brazos del manipulador hacia el piso hasta que la pestaña y el aro cuchilla dejen libre el canal donde se aloja el aro seguro y el O'ring.
- ✓ Retirar el aro seguro con dos barretillas empezando por la junta o unión continuando correlativamente, se debe evitar colocar directamente la mano.
- ✓ Retirar el O'ring con el apoyo de una barretilla.
- ✓ Colocar las uñas de la destalonadora al filo del aro cuchillo, sujetar la destalonadora y extender el pistón hasta que se presione levemente con la pestaña, alejarse y mantener distancia mientras se ejerza presión hidráulica entre el pistón y la pestaña, no destalonar en un solo punto, destalonar en toda la

circunferencia como mínimo en 3 puntos.

Nota: La destalonadora tiene que estar sujeta con una soga para evitar que desfase y cause daño a la persona.

- ✓ Retirar los componentes ya destalonados,
- ✓ De ser el caso que el neumático no se destalonó con el aro base voltear el neumático, colocar las uñas de la destalonadora al filo del aro base, sujetar la destalonadora y extender el pistón hasta que se presione levemente con la pestaña, alejarse y mantener distancia mientras se ejerza presión hidráulica entre el pistón y la pestaña, no destalonar en un solo punto, destalonar en toda la circunferencia como mínimo en 3 puntos.

Limpieza e Inspección.

- ✓ Verificar el estado del aro y componentes, desechar el aro seguro si su abertura excede de 1 pulgada.
- ✓ Verificar visualmente si no se presenta marcas de fuga de Tire Life por el aro, de ser así desechar el aro por presentar fisura o rajadura.
- ✓ Remover el óxido superficial de los aros y componentes con ayuda de escobilla metálica, solo si amerita, de lo contrario los consideramos aptos para el armado del neumático.
- ✓ Con aire a presión procedemos al barrido en todo el

aro.

- ✓ Evaluar el buen estado de la base de codo o codo, si fuese necesario se proceder al cambio
- ✓ Recoger todas las impurezas del interior del neumático; se puede realizar un barrido con presión de aire.

Armado de Neumáticos.

- ✓ Engrasar los talones del neumático con pasta especial o lubricante para neumáticos.
- ✓ Colocar el aro sobre el soporte para armado de neumático.
- ✓ Colocar la pestaña al aro.
- ✓ Colocar el neumático al aro.
- ✓ Colocar sobre el neumático la pestaña faltante y aro cuchilla.
- ✓ Presionar la pared lateral del neumático en 2 puntos en sentido opuesto con ambos brazos del manipulador hacia el piso hasta que la pestaña y el aro cuchilla dejen libre el canal donde se aloja el aro seguro y el O'ring.
- ✓ Colocar el O'ring y engrasar el canal del O'ring.
- ✓ Colocar el aro seguro con el apoyo de dos barretillas empezando por la junta o unión continuando correlativamente.
- ✓ Colocar el echador de aire que facilitara el ingreso de

aire a presión.

- ✓ Abrir la válvula de ingreso de aire y presurizar el neumático.
- ✓ Sujetar, presionar y levantar levemente con los brazos del manipulador la banda de rodamiento para facilitar el hermetizado del neumático durante la presurización.
- ✓ Si no hermetiza el neumático y el aire fuga por los espacios entre el aro cuchilla y la pestaña, entre el aro y el aro cuchilla, es necesario colocar el neumático en vertical para hermetizar y eliminar por completo toda fuga de aire, una vez hermetizado colocar en el piso en posición horizontal
- ✓ Al presurizar debemos de asegurarnos que el aro seguro se acopló perfectamente en el alojamiento, con una comba se dará golpes al aro seguro en toda la circunferencia empezando del lado opuesto a su abertura. Dejar de golpear si el neumático llegó a 30 PSI.

Inflado y verificación de hermetizado del neumático.

- ✓ Con la certeza de que el neumático hermetizó, se presuriza hasta la presión recomendada por el fabricante del neumático.
- ✓ Mientras se presuriza el neumático llenar con agua el canal de la pestaña, del aro cuchilla y del aro seguro,

si se presenta burbujas de aire es necesario desarmar el neumático limpiar componentes y cambiar el O'ring.

- ✓ Verificar con agua jabonosa o espuma de detergente que no presente en fugas por el codo o pitón, de ser así cambiar.
- ✓ Retirar la manguera de aire y colocar el núcleo de válvula del pitón.
- ✓ Verificar con agua jabonosa o espuma de detergente que no presente en fugas por el núcleo de válvula del pitón

- ***PETS de atención de equipos en campo.***

- ✓ El personal debe estar calificado en el PETS “inspección y nivelación de presiones de neumáticos en campo”, además de la matriz de gestión de riesgos y planes de contingencia antes de iniciar cualquier tipo de labores dentro de las instalaciones.
- ✓ Previo al inicio de sus actividades operativas, se debe elaborar junto con el grupo de trabajo la herramienta de gestión: Identificación de Peligro y Evaluación de Riesgo (IPERC) de la labor, luego se procede a apertura el IPERC con el supervisor de turno y el supervisor SSOMA, sin la autorización y firma de los responsables no se podrá iniciar la labor.
- ✓ El trabajador deberá realizar inspección de pre-uso de las herramientas.

- ✓ El trabajador deberá verificar las conexiones de las líneas de aire.

Inspecciones rutinarias de neumáticos a camiones parqueados en cambio de turno:

- ✓ Verificar que el operador no se encuentre en la cabina, de ser el caso que el operador esté presente no intervenir a menos que sea a solicitud del operador.

Lectura de presiones

- ✓ Realizar una purga presionando el núcleo de válvula de manera seguida para desprender la suciedad presente en el pitón del neumático, colocarse en posición paralela a la dirección donde apunta el pitón, el pitón no debe estar dirigido a la cabeza u ojos.
- ✓ Tomar la lectura de la presión del neumático utilizando el medidor de presión.
- ✓ Verificar con agua jabonosa o con agua con detergente que no presente fuga por el núcleo de válvula.
- ✓ Si el núcleo de válvula está obstruida cambiar utilizando el extractor de válvula, al cambiar colocarse en posición paralela a la dirección donde apunta el pitón, el pitón no debe estar dirigido a la cabeza u ojos.
- ✓ De ser el caso que los neumáticos se encuentren con presión baja se procede a nivelar enviado a circo o solicitando apoyo de compresora móvil.

Lectura de remanente

- ✓ Los remanentes se mide en milímetros.
- ✓ Limpie el fondo del diseño donde se ubique el testigo y la superficie se la banda de rodamiento donde apoyará el medidor.
- ✓ Tomar la lectura utilizando un medidor de remanente.

Nota: El lado externo del neumático para las posiciones 1, 2, 3, 6 corresponde al hombro que está hacia fuera del camión; en las posiciones 4 y 5 es el hombro que está hacia el lado del chasis.

Retiro de piedra y evaluación del daño.

- ✓ Colocarse guantes de cuero o badana.
- ✓ Para retirar la piedra incrustada en la goma del neumático echar agua jabonosa o agua con detergente al lugar donde se encuentra alojado la piedra, si se encuentra en el diseño solo si lo requiere.
- ✓ Retirar las piedras incrustadas en los neumáticos utilizando barretillas de fierro y comba, para retirar colocarse al costado nunca al frente del corte porque puede salir proyectado la piedra.
- ✓ Con la barretilla retirar de a pocos de ser necesario ayúdese con la comba, cuando este por salir la piedra y la piedra es de menor al tamaño que el puño colocar la mano para evitar que salga proyectado.
- ✓ Medir la profundidad de corte y la longitud utilizando un

destornillador o similar.

- ✓ Reportar el corte indicando que parte del neumático está dañado.
- ✓ Marcar la ubicación del daño con pintura spray en la pared lateral del neumático.

Inspección general.

- ✓ Inspeccionar y reportar el desgaste irregular, protuberancias, arrancamientos, desgaste excesivos en la banda, grietas en flanco, desprendimiento de reparaciones, etc.
- ✓ Inspeccionar que el aro base y componentes no presente rajaduras, que las tuercas no estén flojas, que los espárragos no estén faltantes, que los pitones estén en buen estado.
- ✓ Detectar fugas de aire con agua jabonosa o agua con detergente en el canal del O'ring, pitones, codos y otros de ser necesario.
- ✓ De identificar alguna anomalía comunicar a taller para la corrección inmediata o programación para el cambio del neumático.

Nivelación de presiones.

- ✓ Colocar el echador de aire para presurizar el neumático, de ser necesario puede extraer la válvula para un inflado más rápido.
- ✓ Abrir la llave paso de aire y realizar la nivelación del

neumático.

- ✓ En neumáticos gemelos se aumentará la presión de aire al neumático con menor presión con la mitad de la diferencia de presiones de ambos neumáticos.
- ✓ Verificar con agua jabonosa o con agua con detergente que no presente fuga por el núcleo de válvula.
- ✓ Si la válvula está obstruida cambiar utilizando el extractor de válvula, tener en cuenta colocarse en posición paralela a la dirección donde apunta el pitón, el pitón no debe estar dirigido a la cabeza u ojos.

Evaluaciones y trabajos en campo donde el equipo no pueda ser traslado a taller:

- ✓ Evaluar el área donde se atenderá el equipo, si el equipo puede moverse deberá ubicarse en lugar plano sin pendientes pronunciadas, de lo contrario ubicar el equipo de tal manera que cuide la integridad del trabajador.
- ✓ Evaluar el tránsito de quipos pesados donde se atenderá el equipo, si el equipo puede moverse deberá ubicarse en lugar plano sin pendientes pronunciadas, de lo contrario comunicar a caseta de control para que restrinja el tránsito en dicha zona.
- ✓ Guiar el equipo si es necesario utilizando barras luminosas y/o letreros "PARE y SIGA", dependerá si es de día o de noche.

- ✓ Solicitar al operador del equipo que apague el motor para poder intervenir el equipo.
- ✓ Señalizar el área de trabajo y bloquear el equipo:
Colocar cuñas de ruedas al neumático que no se va intervenir, colocar conos de seguridad alrededor del área de influencia.
- ✓ Indicar al operador que solo personal de enllante está autorizado para dar salida al equipo intervenido.
- ✓ Ejecutar la actividad y cumplir con el PETS correspondiente de acuerdo a la actividad a realizar.
- ✓ Culminado la actividad específica, retirar los conos y cuñas de ruedas, comunicar al operador del equipo y a caseta de control que la actividad ha finalizado.

Anotaciones.

- ✓ Registrar la marca del neumático.
- ✓ Registrar el N° del equipo inspeccionado.
- ✓ Registrar el horómetro, odómetro y hubodometro del equipo según sea el caso.
- ✓ Registrar la fecha de inspección.
- ✓ Reportar los daños críticos en el neumático a los maestros de guardia y/o Supervisor para que sean incluidos en el programa de cambio de neumáticos o para tomar una acción.
- ✓ Tomar fotografías a los daños de ser necesario.

- **PETS de bloqueo de equipos en taller y grifo.**
 - ✓ El personal debe estar capacitado en el PETS correspondiente “BLOQUEO DE EQUIPOS EN TALLER Y GRIFO”, además de la matriz de gestión de riesgos y planes de contingencia antes de iniciar cualquier tipo de labores dentro de las instalaciones.
 - ✓ Previo al inicio de sus actividades operativas, se debe elaborar junto con el grupo de trabajo la herramienta de gestión Identificación de Peligro y Evaluación de Riesgo (IPERC) de la labor, luego se procede a apertura el IPERC con el supervisor de turno y el supervisor SSOMA, sin la autorización y firma de los responsables no se podrá iniciar la labor.
 - ✓ Se deberá de realizar la inspección de pre-uso de herramientas manuales y de poder.
 - ✓ En turno día utilizar las paleta de Seguridad (PARE Y SIGA), para dirigir el equipo pesado, en turno noche utilizar las barras luminarias para dirigir el equipo.
 - ✓ Solicitar al operador apagar el equipo.
 - ✓ Colocar tacos a las ruedas y delimitar con conos al camión a intervenir.
 - ✓ Ubicar la caja master y desenergizar, colocando el interruptor en off, en caso no tuviera, retirar la llave de la chapa de contacto del camión y se colocara en la caja de bloqueo grupal.

- ✓ Colocar el candado y tarjeta de bloqueo.
- ✓ Para asegurarse trate de abrir para asegurarse que está bien cerrado.
- ✓ En área de nivelación (grifo) el operador cerrará la chapa de contacto en OFF.
- ✓ Una vez realizado los trabajos en el equipo se procede a desbloquear el equipo.
- ✓ Retirar el candado y tarjeta de bloqueo del interruptor.
- ✓ Ubicar el interruptor en ON.
- ✓ El líder de guardia de taller enllante entregará la llave de encendido del camión al operador.
- ✓ Retirar los tacos de la rueda, conos del camión.
- ✓ Ordenar el retiro de la unidad del área.
- ***PETS de carga y descarga de neumáticos.***
 - ✓ El personal debe estar calificado en el PETS “Carga y descarga de neumáticos”, además de la matriz de gestión de riesgos y planes de contingencia antes de iniciar cualquier tipo de labores dentro de las instalaciones.
 - ✓ Previo al inicio de sus actividades operativas, se debe elaborar junto con el grupo de trabajo la herramienta de gestión: Identificación de Peligro y Evaluación de Riesgo (IPERC) de la labor, luego se procede a apertura el IPERC con el supervisor de turno y el supervisor SSOMA, sin la autorización y firma de los

responsables no se podrá iniciar la labor.

- ✓ El operador del manipulador deberá realizar la inspección de pre-uso del manipulador
- ✓ Designar a un personal de piso para empezar a realizar las maniobras con el manipulador.
- ✓ Verificar que la carga a manipular no sobrepase la capacidad del equipo.
- ✓ Ubicar la cama-baja de tal manera que permita al manipulador maniobrar, de ser en el taller de enllante disponer un vigía para guiar el estacionamiento del cama baja.
- ✓ Verificar que el tracto o cama-baja tenga instalado cuñas de ruedas, de lo contrario colocar o solicitar que lo coloquen.
- ✓ Delimitar el área de influencia con conos.
- ✓ El vigía asignado se ubicará a una distancia prudente para poder observar y alertar eventos no deseados, por ejemplo: golpear la cama-baja o tracto con el manipulador o los brazos durante la maniobra, presencia de personal ajena a la labor, entre otros.

Descarga de neumáticos.

- ✓ Reunirse con el operador e indicar que no puede permanecer en la cabina del tracto ni cerca al área de influencia de descarga, se sugiera que permanezca a 4 a 5 metros del manipulador.

- ✓ Proceder la descargar los neumáticos a la zona establecida.

Carga de neumáticos.

- ✓ Cargar el neumático a la cama-baja.
- ✓ Detener el manipulador.
- ✓ El conductor podrá ingresar para ver la distribución de la carga en la cama-baja, y podrá indicar al operador del manipulador sus observaciones.
- ✓ El conductor no podrá colocarse debajo de la carga suspendida.
- ✓ Indicar al conductor de la cama-baja para que se retire.
- ✓ Mover el neumático de acuerdo a las indicaciones del conductor.
- ✓ Repetir los pasos cuantas veces sea necesario.

Labor final.

- ✓ Retirar el manipulador.
 - ✓ Retirar los conos.
 - ✓ De ser en el taller de enllante disponer un vigía para guiar el retiro de la cama-baja.
- ***PETS de enllante y desenllante Pos. 1 y 2 Cat 785.***
 - ✓ El personal debe estar calificado en el PETS “Enllante y desenllante de posiciones 1 y 2 del Cat 785”, además de la matriz de gestión de riesgos y planes de contingencia antes de iniciar cualquier tipo de labores dentro de las instalaciones.

- ✓ Previo al inicio de sus actividades operativas, se debe elaborar junto con el grupo de trabajo la herramienta de gestión: Identificación de Peligro y Evaluación de Riesgo (IPERC) de la labor, luego se procede a apertura el IPERC con el supervisor de turno y el supervisor SSOMA, sin la autorización y firma de los responsables no se podrá iniciar la labor.
- ✓ El operador de vehículo pesado deberá realizar la inspección de pre-uso del manipulador.
- ✓ El trabajador deberá realizar inspección de pre-uso de las herramientas.
- ✓ El trabajador deberá verificar las conexiones de las líneas de aire.
- ✓ Designar a un personal de piso para empezar a realizar las maniobras con el manipulador.
- ✓ Verificar que la carga a manipular no sobrepase la capacidad del equipo.
- ✓ Bloquear el equipo.

Suspender el equipo.

- ✓ Colocar la Gata en el punto plano de las suspensiones delanteras para realizar el levantamiento de la unidad, la gata debe estar perpendicular al neumático.
- ✓ Colocar el soporte o tacos para descender el vástago de la gata y retirar la gata.
- ✓ Despresurizar el neumático a 30 PSI.

Desenllante de neumático con Aro.

- ✓ Romper torque con la pistola de torque controlado.
- ✓ Retirar las tuercas utilizando la pistola neumática, dejar 2 tuercas aseguradas medianamente en sentido cruzado.
- ✓ Despejar el área para que ingrese el manipulador y sujetar el neumático.
- ✓ Retirar las dos tuercas restantes utilizando la pistola neumática.
- ✓ Para retirar el neumático sin riesgo de malograr los espárragos, el manipulador debe estar correctamente alineado al eje del neumático.
- ✓ Retírese del interior de los brazos del manipulador.
- ✓ Ordenar al operador del manipulador el retiro del neumático.
- ✓ Permanecer alejado del neumático y el manipulador, ubíquese siempre a un costado del manipulador a una distancia no menor de 2 m.
- ✓ En ocasiones que el neumático quede adherido al aro se tendrá que golpear en la pestaña interna con la comba ó empujar con el ariete desde el brazo de soporte de la barra de dirección hacia la pestaña del neumático.

Nota: El ariete durante el trabajo debe estar sujetado con soga driza de 1/2" para poder controlarlo de ser el

caso que salga proyectado.

- ✓ Ordenar al operador el retiro por completo del neumático.

Inspección de espárragos.

- ✓ Verificar del buen estado de los espárragos, previamente se realiza una limpieza de los mismos haciendo uso de una escobilla de acero y siempre utilizando todos los implementos de seguridad.
- ✓ En el caso de presentar algún esparrago robado se procede comunicar para el cambio por medio de mecánicos de la titular minera.
- ✓ Engrasar con anti-seaze todos los espárragos para prevenir el óxido y desgaste tanto de espárragos como tuercas, el ati-seaze facilita el recorrido de la tuerca sobre el hilo.

Enllante de neumático con aro.

- ✓ Alinear el manipulador correctamente al eje del neumático e Ingresar con el neumático sostenido en vertical.
- ✓ El trabajador en piso debe estar alejado del neumático y del manipulador y visible para el operador, se ubicará a un costado del equipo y a una distancia no menor de 2 metros.
- ✓ El trabajador de piso indicará al operador del manipulador inicio del enllante.

- ✓ Cuando el neumático se encuentre instalado lo más cerca del mando el trabajador en piso recién podrá guiar desde la parte interna de los brazos del manipulador, si por circunstancias de una mala maniobra o el manipulador sufra algún desperfecto este quede apoyado en el mando.
- ✓ Colocar y fijara 02 tuercas distribuidos cada 180° para poder tener el neumático seguro para evitar el riesgo de algún movimiento inesperado, para fijar la tuerca se utilizará la pistola neumática.
- ✓ El trabajador de piso ordena el retiro del manipulador.
- ✓ Colocar el resto de tuercas.
- ✓ Aproximar las tuercas con la pistola neumática, debe ser de manera equilibrada, de forma cruzada para evitar que el neumático sea ajustado con un ángulo de inclinación lo cual podría ocasionar que se afloje las tuercas.
- ✓ Ajustar las tuercas con la pistola de torque controlado, debe ser de manera equilibrada, de forma cruzada para evitar que el neumático sea ajustado con un ángulo de inclinación lo cual podría ocasionar que se afloje las tuercas. Se aplicará 2 vueltas de torque para lograr un buen centrado.
- ✓ Ajustar a 850 lb ft.
- ✓ Tener en cuenta que queda pendiente los reajuste de

tuercas.

Desenllante de neumático sin Aro.

- ✓ Despresurizar el neumático completamente.
- ✓ Colocar el retenedor de seguro.
- ✓ Con los brazos del manipulador empujar lentamente hacia la parte interior el conjunto neumático, pestaña y banda, el punto de contacto en el neumático es la pared lateral del neumático.
- ✓ Aplicar el freno de parqueo del manipulador.
- ✓ Indicar al trabajador en piso que ingrese al interior de los brazos del manipulador.
- ✓ Presionar la pared lateral del neumático en 2 puntos en sentido opuesto con ambos brazos del manipulador hacia el chasis hasta que la pestaña y el aro cuchilla dejen libre el canal donde se aloja el aro seguro y el O'ring.
- ✓ Retirar el aro seguro con dos barretillas empezando por la junta o unión continuando correlativamente, se debe evitar colocar directamente la mano y colocarse frente al aro seguro.
- ✓ Retirar el O'ring con el apoyo de una barretilla.
- ✓ Retirarse de entre los brazos del manipulador.
- ✓ Retirar el retenedor del aro seguro con el aro seguro.
- ✓ Sujetar el neumático por la banda de rodamiento y halar el neumático lentamente.

- ✓ Colocar el pistón entre la base de la barra de dirección y la pestaña interior del aro, accionar el pistón lentamente hasta que quede presionado, sujetar con sogas driza de ½” para evitar que salga proyectado del punto de apoyo.
- ✓ Mantener la distancia para evitar ser alcanzados por el pistón en caso salga proyectado.
- ✓ Activar el pistón hasta lograr que la pestaña del neumático quede totalmente destalonado del aro.
- ✓ Ordenar al operador del manipulador el retiro del neumático.
- ✓ Para continuar con el destalonado de los demás componentes del aro e inspección de los mismos revise el procedimiento “Armando y desarmado de neumático de 5 piezas”.

Limpieza e Inspección.

- ✓ Verificar el estado del aro y componentes, desechar el aro seguro si su abertura excede de 1 pulgada.
- ✓ Verificar visualmente si no se presenta marcas de fuga de Tire Life por el aro, de ser así desechar el aro por presentar fisura o rajadura.
- ✓ Remover el óxido superficial de los aros y componentes con ayuda de escobilla metálica, solo si amerita, de lo contrario los consideramos aptos para el enllante del neumático.

✓ Con aire a presión procedemos al barrido en todo el aro.

✓ Evaluar el buen estado del codo base, si fuese necesario se proceder al cambio

Enllante de neumático sin aro.

✓ Recoger todas las impurezas del interior del neumático; se puede realizar un barrido con presión de aire.

✓ Si el proveedor del neumático permite Tire Life, echar 10 galones al neumático.

✓ Engrasar el talón interior con pasta vegetal, de la misma forma engrasar el aro cuchilla por la circunferencia interior.

✓ El trabajador de piso indicará el inicio del enllante.

✓ Guiar al operador el ingreso del neumático al aro.

✓ Colocar el neumático con el conjunto pestaña, aro cuchillo adherido.

✓ Aplicar el freno de parqueo del manipulador.

✓ Empujar el neumático hacia el chasis hasta que la pestaña y el aro cuchillo dejen libre el canal donde se aloja el aro seguro y el O'ring.

✓ Indicar al personal de piso que ingrese al interior de los brazos del manipulador.

✓ Colocar el O'ring con el apoyo de una barretilla.

✓ Engrasar el canal del O'ring y O'ring con pasta de

montaje.

- ✓ Levantar el aro seguro hacia el canal que le corresponde teniendo principal cuidado con atraparse las manos entre el aro seguro y el aro base, y con la junta del aro seguro.
- ✓ Ubicar la abertura de tal manera que le sea cómodo la instalación del aro seguro, presionar con una barretilla en forma vertical el lado lateral externo del aro seguro cerca a la separación teniendo como punto de apoyo el filo del aro cuchilla; por último colocar la punta de otra barretilla en el lado opuesto del aro para jalar y colocar toda la circunferencia del aro seguro en el canal correspondiente, se debe evitar colocar directamente la mano y colocarse frente al aro seguro.
- ✓ El operador del piso debe retirarse de entre los brazos del manipulador.
- ✓ Retirar el manipulador.

Inflado de neumático.

- ✓ Colocar el echador de aire que facilitara el ingreso de aire a presión.
- ✓ Abrir la válvula de ingreso de aire y presurizar el neumático.
- ✓ Si no hermetiza el neumático y el aire fuga por los espacios entre el aro cuchilla y la pestaña, entre el aro y el aro cuchilla, es necesario presionar el neumático

por la banda de rodamiento con los brazos del manipulador y maniobrar hasta eliminar por completo toda fuga de aire.

- ✓ Una vez hermetizado y durante la presurización asegurarse que el aro seguro se acopló perfectamente en el alojamiento, con una comba se dará golpes al aro seguro en toda la circunferencia empezando del lado opuesto a su abertura. Dejar de golpear si el neumático llegó a 30 PSI.
- ✓ Nivele las presiones de los neumáticos instalados según lo recomendado por el fabricante.
- ✓ Verificar con agua jabonosa o espuma de detergente que no presente en fugas por el canal del O'ring, codo o pitón, de ser así cambiar.
- ✓ Retirar la manguera de aire y colocar el núcleo de válvula del pitón.
- ✓ Verificar con agua jabonosa o espuma de detergente que no presente en fugas por el núcleo de válvula del pitón

Culminación de labor.

- ✓ Retirar los soportes soporte con el apoyo de la gata.
- ✓ Revise las presiones de las demás posiciones y nivele según convenga.
- ✓ Retire tacos y conos de seguridad.
- ✓ Entregar operativo el camión minero a Ox.

- ✓ Retirar el bloqueo del equipo.
- ✓ Terminado el trabajo y entregado el equipo operativo llenar el reporte del cambio de neumáticos, el líder de guardia deberá llenar de manera correcta teniendo principal cuidado al especificar el motivo de retiro y la disposición de los neumáticos retirados, ya que de esta información depende si en el sistema de la mina se considera a los neumáticos usados como stock, reparación, para reencauche, en desecho ó en reclamo, etc. en este formato se anotara todos los lados de los neumáticos retirados así como los datos de los neumáticos instalados (serie, numero interno, remanente, posición, diseño, etc., también se registrara fecha y hora de inicio de trabajo y de finalizado el trabajo, así como el número del equipo y su horometro, etc)
- ***PETS de enllante y desenllante Pos. 1 y 2 Kom HD1500.***
 - ✓ El personal debe estar calificado en el PETS “Enllante y desenllante de posiciones 1 y 2 del Komatsu HD1500”, además de la matriz de gestión de riesgos y planes de contingencia antes de iniciar cualquier tipo de labores dentro de las instalaciones.
 - ✓ Previo al inicio de sus actividades operativas, se debe elaborar junto con el grupo de trabajo la herramienta

de gestión: Identificación de Peligro y Evaluación de Riesgo (IPERC) de la labor, luego se procede a apertura el IPERC con el supervisor de turno y el supervisor SSOMA, sin la autorización y firma de los responsables no se podrá iniciar la labor.

- ✓ El operador de vehículo pesado deberá realizar la inspección de pre-uso del manipulador.
- ✓ El trabajador deberá realizar inspección de pre-uso de las herramientas.
- ✓ El trabajador deberá verificar las conexiones de las líneas de aire.
- ✓ Designar a un personal de piso para empezar a realizar las maniobras con el manipulador.
- ✓ Verificar que la carga a manipular no sobrepase la capacidad del equipo.
- ✓ Bloquear el equipo.

Suspender el equipo.

- ✓ Colocar la Gata en el punto plano de las suspensiones delanteras para realizar el levantamiento de la unidad, la gata debe estar perpendicular al neumático.
- ✓ Colocar el soporte o tacos para descender el vástago de la gata y retirar la gata.
- ✓ Despresurizar el neumático a 30 PSI.

Desenllante de neumático con Aro.

- ✓ Romper torque con la pistola de torque controlado.

- ✓ Retirar las tuercas utilizando la pistola neumática y retirar los clamps, dejar 2 clamps aseguradas medianamente en sentido cruzado.
 - ✓ Despejar el área para que ingrese el manipulador y sujetar el neumático.
 - ✓ Retirar los dos clamps restantes utilizando la pistola neumática.
 - ✓ Para retirar el neumático sin riesgo de malograr los espárragos, el manipulador debe estar correctamente alineado al eje del neumático.
 - ✓ Retírese del interior de los brazos del manipulador.
 - ✓ Ordenar al operador del manipulador el retiro del neumático.
 - ✓ Permanecer alejado del neumático y el manipulador, ubíquese siempre a un costado del manipulador a una distancia no menor de 2 m.
 - ✓ En ocasiones que el neumático quede adherido al aro se tendrá que golpear en la pestaña interna con la comba ó empujar con el ariete desde el brazo de soporte de la barra de dirección hacia la pestaña del neumático.
- Nota: El ariete durante el trabajo debe estar sujetado con soga driza de 1/2" para poder controlarlo de ser el caso que salga proyectado.
- ✓ Ordenar al operador el retiro por completo del

neumático.

Inspección de espárragos.

- ✓ Verificar del buen estado de los espárragos, previamente se realiza una limpieza de los mismos haciendo uso de una escobilla de acero y siempre utilizando todos los implementos de seguridad.
- ✓ En el caso de presentar algún esparrago robado se procede comunicar para el cambio por medio de mecánicos de la titular minera.
- ✓ Engrasar con anti-seaze todos los espárragos para prevenir el óxido y desgaste tanto de espárragos como tuercas, el ati-seaze facilita el recorrido de la tuerca sobre el hilo.

Enllante de neumático con aro.

- ✓ Alinear el manipulador correctamente al eje del neumático e Ingresar con el neumático sostenido en vertical.
- ✓ El trabajador en piso debe estar alejado del neumático y del manipulador y visible para el operador, se ubicará a un costado del equipo y a una distancia no menor de 2 mts.
- ✓ El trabajador de piso indicará al operador del manipulador inicio del enllante.
- ✓ Cuando el neumático se encuentre instalado lo más cerca del mando el trabajador en piso recién podrá

guiar desde la parte interna de los brazos del manipulador, si por circunstancias de una mala maniobra o el manipulador sufra algún desperfecto este quede apoyado en el mando.

- ✓ Colocar y fijara 02 clamps distribuidos cada 180° para poder tener el neumático seguro para evitar el riesgo de algún movimiento inesperado, para fijar el clamp con la tuerca se utilizará la pistola neumática.
- ✓ El trabajador de piso ordena el retiro del manipulador.
- ✓ Colocar el resto de clamps y tuercas.
- ✓ Aproximar las tuercas con la pistola neumática, debe ser de manera equilibrada, de forma cruzada para evitar que el neumático sea ajustado con un ángulo de inclinación lo cual podría ocasionar que se afloje las tuercas.
- ✓ Ajustar las tuercas con la pistola de torque controlado, debe ser de manera equilibrada, de forma cruzada para evitar que el neumático sea ajustado con un ángulo de inclinación lo cual podría ocasionar que se afloje las tuercas. Se aplicará 2 vueltas de torque para lograr un bien centrado.
- ✓ Ajustar a 1630 +- 181 lb ft.
- ✓ Tener en cuenta que queda pendiente los reajuste de tuercas.

Desenllante de neumático sin Aro.

- ✓ Despresurizar el neumático completamente.
- ✓ Colocar el retenedor de seguro.
- ✓ Con los brazos del manipulador empujar lentamente hacia la parte interior el conjunto neumático, pestaña y banda, el punto de contacto en el neumático es la pared lateral del neumático.
- ✓ Aplicar el freno de parqueo del manipulador.
- ✓ Indicar al trabajador en piso que ingrese al interior de los brazos del manipulador.
- ✓ Presionar la pared lateral del neumático en 2 puntos en sentido opuesto con ambos brazos del manipulador hacia el chasis hasta que la pestaña y el aro cuchilla dejen libre el canal donde se aloja el aro seguro y el O'ring.
- ✓ Retirar el aro seguro con dos barretillas empezando por la junta o unión continuando correlativamente, se debe evitar colocar directamente la mano y colocarse frente al aro seguro.
- ✓ Retirar el O'ring con el apoyo de una barretilla.
- ✓ Retirarse de entre los brazos del manipulador.
- ✓ Retirar el retenedor del aro seguro con el aro seguro.
- ✓ Sujetar el neumático por la banda de rodamiento y halar el neumático lentamente.
- ✓ Colocar el pistón entre la base de la barra de dirección

y la pestaña interior del aro, accionar el pistón lentamente hasta que quede presionado, sujetar con soga driza de 1/2" para evitar que salga proyectado del punto de apoyo.

- ✓ Mantener la distancia para evitar ser alcanzados por el pistón en caso salga proyectado.
- ✓ Activar el pistón hasta lograr que la pestaña del neumático quede totalmente destalonado del aro.
- ✓ Ordenar al operador del manipulador el retiro del neumático.
- ✓ Para continuar con el destalonado de los demás componentes del aro e inspección de los mismos revise el procedimiento "Armando y desarmado de neumático de 5 piezas".

Limpieza e Inspección.

- ✓ Verificar el estado del aro y componentes, desechar el aro seguro si su abertura excede de 1 pulgada.
- ✓ Verificar visualmente si no se presenta marcas de fuga de Tire Life por el aro, de ser así desechar el aro por presentar fisura o rajadura.
- ✓ Remover el óxido superficial de los aros y componentes con ayuda de escobilla metálica, solo si amerita, de lo contrario los consideramos aptos para el enllante del neumático.
- ✓ Con aire a presión procedemos al barrido en todo el

aro.

- ✓ Evaluar el buen estado del codo base, si fuese necesario se proceder al cambio

Enllante de neumático sin aro.

- ✓ Recoger todas las impurezas del interior del neumático; se puede realizar un barrido con presión de aire.
- ✓ Si el proveedor del neumático permite Tire Life, echar 10 galones al neumático.
- ✓ Engrasar el talón interior con pasta vegetal, de la misma forma engrasar el aro cuchilla por la circunferencia interior.
- ✓ El trabajador de piso indicará el inicio del enllante.
- ✓ Guiar al operador el ingreso del neumático al aro.
- ✓ Colocar el neumático con el conjunto pestaña, aro cuchillo adherido.
- ✓ Aplicar el freno de parqueo del manipulador.
- ✓ Empujar el neumático hacia el chasis hasta que la pestaña y el aro cuchillo dejen libre el canal donde se aloja el aro seguro y el O'ring.
- ✓ Indicar al personal de piso que ingrese al interior de los brazos del manipulador.
- ✓ Colocar el O'ring con el apoyo de una barretilla.
- ✓ Engrasar el canal del O'ring y O'ring con pasta de montaje.

- ✓ Levantar el aro seguro hacia el canal que le corresponde teniendo principal cuidado con atraparse las manos entre el aro seguro y el aro base, y con la junta del aro seguro.
- ✓ Ubicar la abertura de tal manera que le sea cómodo la instalación del aro seguro, presionar con una barretilla en forma vertical el lado lateral externo del aro seguro cerca a la separación teniendo como punto de apoyo el filo del aro cuchilla; por último colocar la punta de otra barretilla en el lado opuesto del aro para jalar y colocar toda la circunferencia del aro seguro en el canal correspondiente, se debe evitar colocar directamente la mano y colocarse frente al aro seguro.
- ✓ El operador del piso debe retirarse de entre los brazos del manipulador.
- ✓ Retirar el manipulador.

Inflado de neumático.

- ✓ Colocar el echador de aire que facilitara el ingreso de aire a presión.
- ✓ Abrir la válvula de ingreso de aire y presurizar el neumático.
- ✓ Si no hermetiza el neumático y el aire fuga por los espacios entre el aro cuchilla y la pestaña, entre el aro y el aro cuchilla, es necesario presionar el neumático por la banda de rodamiento con los brazos del

manipulador y maniobrar hasta eliminar por completo toda fuga de aire.

- ✓ Una vez hermetizado y durante la presurización asegurarse que el aro seguro se acopló perfectamente en el alojamiento, con una comba se dará golpes al aro seguro en toda la circunferencia empezando del lado opuesto a su abertura. Dejar de golpear si el neumático llegó a 30 PSI.
- ✓ Nivele las presiones de los neumáticos instalados según lo recomendado por el fabricante.
- ✓ Verificar con agua jabonosa o espuma de detergente que no presente en fugas por el canal del O'ring, codo o pitón, de ser así cambiar.
- ✓ Retirar la manguera de aire y colocar el núcleo de válvula del pitón.
- ✓ Verificar con agua jabonosa o espuma de detergente que no presente en fugas por el núcleo de válvula del pitón

Culminación de labor.

- ✓ Retirar los soportes soporte con el apoyo de la gata.
- ✓ Revise las presiones de las demás posiciones y nivele según convenga.
- ✓ Retire tacos y conos de seguridad.
- ✓ Entregar operativo el camión minero a Ox.
- ✓ Retirar el bloqueo del equipo.

- ✓ Terminado el trabajo y entregado el equipo operativo llenar el reporte del cambio de neumáticos, el líder de guardia deberá llenar de manera correcta teniendo principal cuidado al especificar el motivo de retiro y la disposición de los neumáticos retirados, ya que de esta información depende si en el sistema de la mina se considera a los neumáticos usados como stock, reparación, para reencauche, en desecho ó en reclamo, etc. en este formato se anotara todos los lados de los neumáticos retirados así como los datos de los neumáticos instalados (serie, numero interno, remanente, posición, diseño, etc., también se registrara fecha y hora de inicio de trabajo y de finalizado el trabajo, así como el número del equipo y su horometro, etc)
- ***PETS de enllante y desenllante Pos. 3, 4, 5 y 6 Cat 785.***
 - ✓ El personal debe estar capacitado en el PETS correspondiente “Enllante y desenllante de neumáticos posiciones 3, 4, 5 y 6 del CAT 785”, además de la matriz de gestión de riesgos y planes de contingencia antes de iniciar cualquier tipo de labores.
 - ✓ Previo al inicio de sus actividades operativas, se debe elaborar junto con el grupo de trabajo la herramienta de gestión Identificación de Peligro y Evaluación de Riesgo (IPERC) de la labor, luego se procede a

apertura el IPERC con el supervisor de turno y el supervisor SSOMA, sin la autorización y firma de los responsables no se podrá iniciar la labor.

- ✓ Se deberá de realizar la inspección de pre-uso de herramientas manuales y de poder.
- ✓ El operador de vehículo pesado deberá realizar la inspección de pre-uso del manipulador.
- ✓ Designar a una persona de piso para realizar las indicaciones de maniobras con el manipulador y ingreso y salida de los camiones.
- ✓ Estacionar equipo, el equipo debe de quedar apagado.
- ✓ Colocar tacos de seguridad a los neumáticos delanteros que permanecerán en el piso durante todo el trabajo.
- ✓ Bloquear el equipo.

Suspender el equipo.

- ✓ Colocar la gata en el punto plano del tren posterior para realizar el levantamiento de la unidad, la gata debe no debe hacer contacto con el neumático del camión minero.
- ✓ Colocar el soporte o tacos para descender el vástago de la gata y poder retirar la gata.
- ✓ Despresurizar el neumático a intervenir a 30 PSI.

Desenllante de neumático con aro posiciones 3, 4, 5 ó 6.

- ✓ Retirar las tuercas o pernos utilizando la pistola neumática, dejar 2 tuercas o pernos aseguradas medianamente a 180°. Si la pistola neumática no afloja los pernos o tuercas utilizar la pistola de torque controlado para romper el torque.
- ✓ Para neumáticos posiciones 4 o 5 es necesario levantar el bota-piedra y colocar el retenedor de bota-piedra, caso contrario sujetar el bota-piedra de tal manera que no impida el ingreso de los brazos del manipulador.
- ✓ Despejar el área para que ingrese el manipulador.
- ✓ Sujetar el neumático con el manipulador.
- ✓ Retirar las dos tuercas o pernos restantes utilizando la pistola neumática.
- ✓ Para retirar el neumático sin riesgo de malograr los espárragos, el manipulador debe estar correctamente alineado al eje del neumático.
- ✓ Retírese del interior de los brazos del manipulador.
- ✓ Ordenar al operador del manipulador el retiro del neumático.
- ✓ Permanecer alejado del neumático y el manipulador, ubíquese siempre a un costado del manipulador a una distancia no menor de 2 m.
- ✓ Ordenar al operador el retiro por completo del neumático.

Inspección de espárragos.

- ✓ Verificar del buen estado de los espárragos o pernos, realizar una limpieza de los mismos haciendo uso de una escobilla de acero y siempre utilizando todos los implementos de seguridad.
- ✓ En el caso de presentar algún esparrago robado se procede comunicar para el cambio a los mecánicos del titular minero.
- ✓ Engrasar con anti-seaze todos los espárragos o pernos para prevenir el óxido y desgaste tanto de espárragos o pernos como tuercas, el ati-seaze facilita el recorrido de la tuerca sobre el hilo.

Enllante de neumático con aro posiciones 3, 4, 5 ó 6.

- ✓ Limpiar toda la superficie de montaje de neumáticos.
- ✓ Adapte a la extensión a los pitones del neumático Pos. 4 ó 5, las extensiones adicionales servirán como guía.
- ✓ Alinear el manipulador correctamente al eje del neumático e ingresar con el neumático sostenido en vertical.
- ✓ El trabajador en piso debe estar alejado del neumático y del manipulador, visible para el operador, se ubicará a un costado del equipo y a una distancia no menor de 2 mts.
- ✓ El trabajador de piso indicará al operador del

manipulador el inicio del enllante.

- ✓ Cuando el neumático se encuentre con más de la mitad del aro base en el mando, el trabajador en piso recién podrá guiar desde la parte interna de los brazos del manipulador, si por circunstancias de una mala maniobra o el manipulador sufra algún desperfecto el aro base quedará apoyado en el mando.
- ✓ Guiar al operador para que el agujero del aro coincida con el ingreso de la tuerca o perno, el pintón del neumático posición 4 o 5 debe ser extendida temporalmente para evitar dañarlo.
- ✓ Colocar y fijar 02 tuercas o pernos con sus respectivas arandelas distribuidos cada 180° para evitar el riesgo movimiento inesperado, utilizar la pistola neumática.
- ✓ El trabajador de piso ordenará el retiro del manipulador.
- ✓ Colocar el resto de tuercas o pernos con sus respectivas arandelas.
- ✓ Aproximar las tuercas con la pistola neumática, debe ser de manera equilibrada, de forma cruzada para evitar que el neumático sea ajustado con un ángulo de inclinación lo cual podría ocasionar que se afloje las tuercas o pernos. Se aplicará 2 veces el ajuste para lograr un centrado correcto.
- ✓ Comprobar el torque de las tuercas o pernos con la

pistola de torque controlado o taquímetro de trueno, debe ser de manera equilibrada, de forma cruzada para evitar que el neumático sea ajustado con un ángulo de inclinación lo cual podría ocasionar que se afloje las tuercas.

- ✓ Ajustar a 850 +- 110 lb ft.
- ✓ Los siguientes reajustes de tuercas se realizará después de rodar con carga.

Desenllante de neumático sin Aro posiciones 4 y 5.

- ✓ Despresurizar el neumático completamente.
- ✓ Con los brazos del manipulador empujar lentamente hacia la parte interior el conjunto neumático, pestaña y banda, el punto de contacto en el neumático es la pared lateral del neumático.
- ✓ Aplicar el freno de parqueo del manipulador.
- ✓ Indicar al trabajador en piso que ingrese al interior de los brazos del manipulador.
- ✓ Presionar la pared lateral del neumático en 2 puntos en sentido opuesto con ambos brazos del manipulador hacia el chasis hasta que la pestaña y el aro cuchilla dejen libre el canal donde se aloja el aro seguro y el O'ring.
- ✓ Retirar el aro seguro con dos barretillas empezando por la junta o unión continuando correlativamente, se debe evitar colocar directamente la mano y colocarse

frente al aro seguro.

- ✓ Retirar el O'ring con el apoyo de una barretilla.
- ✓ Retirarse de entre los brazos del manipulador.
- ✓ Sujetar el neumático por la banda de rodamiento y halar el neumático lentamente.
- ✓ Colocar el ariete entre la metal que protege la rótula de la suspensión y la pestaña interior del aro, accionar el pistón lentamente hasta que quede presionado, sujetar con soga driza de ½" para evitar que salga proyectado del punto de apoyo.
- ✓ Mantener la distancia para evitar ser alcanzados por el ariete en caso salga proyectado.
- ✓ Activar el pistón hasta lograr que la pestaña del neumático quede totalmente destalonado del aro.
- ✓ Ordenar al operador del manipulador el retiro del neumático.
- ✓ Para continuar con el destalonado de los demás componentes del aro e inspección de los mismos revise el procedimiento "Armando y desarmado de neumático de 5 piezas".

Limpieza e Inspección.

- ✓ Verificar el estado del aro y componentes, desechar el aro seguro si su abertura excede de 1 pulgada.
- ✓ Verificar visualmente si no se presenta marcas de fuga de Tire Life por el aro, de ser así desechar el aro por

presentar fisura o rajadura.

- ✓ Remover el óxido superficial de los aros y componentes con ayuda de escobilla metálica, solo si amerita, de lo contrario los consideramos aptos para el enllante del neumático.
- ✓ Con aire a presión procedemos al barrido en todo el aro.
- ✓ Evaluar el buen estado del codo base, si fuese necesario se proceder al cambio

Enllante de neumático sin aro posiciones 4 y 5.

- ✓ Recoger todas las impurezas del interior del neumático; se puede realizar un barrido con presión de aire.
- ✓ Si el proveedor del neumático permite Tire Life, echar 10 galones al neumático.
- ✓ Engrasar el talón interior con pasta vegetal, de la misma forma engrasar el aro cuchilla por la circunferencia interior.
- ✓ El trabajador de piso indicará el inicio del enllante.
- ✓ Colocar el neumático con el conjunto pestaña, aro cuchillo adherido.
- ✓ Guiar al operador el ingreso del neumático al aro base.
- ✓ Empujar el neumático hacia el chasis hasta que la pestaña y el aro cuchillo dejen libre el canal donde se aloja el aro seguro y el O'ring.

- ✓ Indicar al personal de piso que ingrese al interior de los brazos del manipulador.
- ✓ Colocar el O'ring con el apoyo de una barretilla.
- ✓ Engrasar el canal del O'ring con pasta de montaje.
- ✓ Levantar el aro seguro hacia el canal que le corresponde teniendo principal cuidado con atraparse las manos entre el aro seguro y el aro base, y con la junta del aro seguro.
- ✓ Ubicar la abertura de tal manera que le sea cómodo la instalación del aro seguro, presionar con una barretilla en forma vertical el lado lateral externo del aro seguro cerca a la separación teniendo como punto de apoyo el filo del aro cuchilla; por último colocar la punta de otra barretilla en el lado opuesto del aro para jalar y colocar toda la circunferencia del aro seguro en el canal correspondiente, se debe evitar colocar directamente la mano y colocarse frente al aro seguro.
- ✓ El operador del piso debe retirarse de entre los brazos del manipulador.
- ✓ Retirar el manipulador.

Inflado de neumático.

- ✓ Colocar el echador de aire que facilitara el ingreso de aire a presión.
- ✓ Abrir la válvula de ingreso de aire y presurizar el neumático.

- ✓ Si no hermetiza el neumático y el aire fuga por los espacios entre el aro cuchilla y la pestaña, entre el aro y el aro cuchilla, es necesario presionar el neumático por la banda de rodamiento con los brazos del manipulador y maniobrar hasta eliminar por completo toda fuga de aire.
- ✓ Una vez hermetizado y durante la presurización asegurarse que el aro seguro se acopló perfectamente en el alojamiento, con una comba se dará golpes al aro seguro en toda la circunferencia empezando del lado opuesto a su abertura. Dejar de golpear si el neumático llegó a 30 PSI.
- ✓ Nivele las presiones de los neumáticos instalados según lo recomendado por el fabricante.
- ✓ Verificar con agua jabonosa o espuma de detergente que no presente en fugas por el canal del O'ring, codo o pitón, de ser así cambiar.
- ✓ Retirar la manguera de aire y colocar el núcleo de válvula del pitón.
- ✓ Verificar con agua jabonosa o espuma de detergente que no presente en fugas por el núcleo de válvula del pitón.

Culminación de labor.

- ✓ Retirar los soportes soporte con el apoyo de la gata.
- ✓ Revise las presiones de las demás posiciones y nivele

según convenga.

- ✓ Retire tacos y conos de seguridad.
- ✓ Entregar operativo el camión minero a Ox.
- ✓ Retirar el bloqueo del equipo.
- ✓ Terminado el trabajo y entregado el equipo operativo llenar el reporte del cambio de neumáticos, el líder de guardia deberá llenar de manera correcta teniendo principal cuidado al especificar el motivo de retiro y la disposición de los neumáticos retirados, ya que de esta información depende si en el sistema de la mina se considera a los neumáticos usados como stock, reparación, para reencauche, en desecho ó en reclamo, etc. en este formato se anotara todos los lados de los neumáticos retirados así como los datos de los neumáticos instalados (serie, numero interno, remanente, posición, diseño, etc., también se registrara fecha y hora de inicio de trabajo y de finalizado el trabajo, así como el número del equipo y su horometro, etc)
- ***PETS de enllante y desenllante Pos. 3, 4, 5 y 6 Kom HD1500.***
 - ✓ El personal debe estar calificado en el PETS “Enllante y desenllante de posiciones 3, 4, 5 y 6 del Komatsu HD1500”, además de la matriz de gestión de riesgos y planes de contingencia antes de iniciar cualquier tipo

de labores dentro de las instalaciones.

- ✓ Previo al inicio de sus actividades operativas, se debe elaborar junto con el grupo de trabajo la herramienta de gestión: Identificación de Peligro y Evaluación de Riesgo (IPERC) de la labor, luego se procede a apertura el IPERC con el supervisor de turno y el supervisor SSOMA, sin la autorización y firma de los responsables no se podrá iniciar la labor.
 - ✓ El operador de vehículo pesado deberá realizar la inspección de pre-uso del manipulador
 - ✓ El trabajador deberá realizar inspección de pre-uso de las herramientas.
 - ✓ El trabajador deberá verificar las conexiones de las líneas de aire.
 - ✓ Designar a un personal de piso para empezar a realizar las maniobras con el manipulador.
 - ✓ Verificar que la carga a manipular no sobrepase la capacidad del equipo.
 - ✓ Estacionar equipo, el equipo debe de quedar apagado.
 - ✓ Colocar tacos de seguridad a los neumáticos delanteros que permanecerán en el piso durante todo el trabajo.
 - ✓ Bloquear el equipo.
- Suspender el equipo.***
- ✓ Colocar la gata en el punto plano del tren posterior

para realizar el levantamiento de la unidad, la gata debe no debe hacer contacto con el neumático del camión minero.

- ✓ Colocar el soporte o tacos para descender el vástago de la gata y poder retirar la gata.
- ✓ Despresurizar el neumático a intervenir a 30 PSI.

Desenllante de neumático con aro posiciones 3 ó 6.

- ✓ Romper torque con la pistola de torque controlado.
- ✓ Retirar las tuercas utilizando la pistola neumática y retirar los clamps, dejar 2 clamps aseguradas medianamente a 180°.
- ✓ Golpear el extremo de la abertura del anillo cuña para liberar la fuerza que realiza entre el aro y el mando.

Nota: No liberar el anillo cuña a golpes si no cuenta con clamps y tuercas ajustadas porque puede salir proyectado.

- ✓ Despejar el área para que ingrese el manipulador.
- ✓ Sujetar el neumático con el manipulador.
- ✓ Retirar los dos clamps restantes utilizando la pistola neumática.
- ✓ Para retirar el neumático sin riesgo de malograr los espárragos, el manipulador debe estar correctamente alineado al eje del neumático.
- ✓ Retírese del interior de los brazos del manipulador.

- ✓ Ordenar al operador del manipulador el retiro del neumático.
- ✓ Permanecer alejado del neumático y el manipulador, ubíquese siempre a un costado del manipulador a una distancia no menor de 2 m.
- ✓ Ordenar al operador el retiro por completo del neumático.
- ✓ Dejar caer lentamente el anillo cuña del conjunto Aro Neumático.

Inspección de espárragos.

- ✓ Verificar del buen estado de los espárragos, realizar una limpieza de los mismos haciendo uso de una escobilla de acero y siempre utilizando todos los implementos de seguridad.
- ✓ En el caso de presentar algún esparrago robado se procede comunicar para el cambio a los mecánicos del titular minero.
- ✓ Engrasar con anti-seaze todos los espárragos para prevenir el óxido y desgaste tanto de espárragos como tuercas, el ati-seaze facilita el recorrido de la tuerca sobre el hilo.

Enllante de neumático con aro posiciones 3 ó 6.

- ✓ Limpiar toda la superficie de montaje de neumáticos.
- ✓ Alinear el manipulador correctamente al eje del neumático e ingresar con el neumático sostenido en

vertical.

- ✓ El trabajador en piso debe estar alejado del neumático y del manipulador, visible para el operador, se ubicará a un costado del equipo y a una distancia no menor de 2 mts.
- ✓ El trabajador de piso indicará al operador del manipulador el inicio del enllante.
- ✓ Cuando el neumático se encuentre con más de la mitad del aro base en el mando, el trabajador en piso recién podrá guiar desde la parte interna de los brazos del manipulador, si por circunstancias de una mala maniobra o el manipulador sufra algún desperfecto el aro base quedará apoyado en el mando.
- ✓ La guía del aro base deberá estar centrada con el canal del mando.
- ✓ El trabajador colocará tacos debajo del neumático con el fin de mantener el espacio entre el aro y el mando para que pueda ingresar el anillo cuña.
- ✓ Colocar el anillo cuña entre el mando y el aro del neumático, si no ingresa todo el anillo cuña, sujetar un taco de madera la parte más alta del anillo cuña, con la parte frontal del brazo del manipulador empujar levemente el taco hasta que ingrese por completo el anillo cuña.

Nota: Si presenta resistencia para el ingreso del anillo

cuchilla, levantar un poco más el neumático y colocar tacos debajo del neumático y repetir el paso.

- ✓ Colocar y fijar 02 clamps distribuidos cada 180° para poder tener el neumático seguro para evitar el riesgo de algún movimiento inesperado, para fijar el clamp con la tuerca se utilizará la pistola neumática.
- ✓ El trabajador de piso ordenará el retiro del manipulador.
- ✓ Colocar el resto de clamps y tuercas.
- ✓ Aproximar las tuercas con la pistola neumática, debe ser de manera equilibrada, de forma cruzada para evitar que el neumático sea ajustado con un ángulo de inclinación lo cual podría ocasionar que se afloje las tuercas.
- ✓ Ajustar las tuercas con la pistola de torque controlado, debe ser de manera equilibrada, de forma cruzada para evitar que el neumático sea ajustado con un ángulo de inclinación lo cual podría ocasionar que se afloje las tuercas. Se aplicará 2 vueltas de torque para lograr un bien centrado.
- ✓ Ajustar a 1630 +- 181 lb ft.
- ✓ Tener en cuenta que queda pendiente el primer reajuste de tuercas después de 5 a 6 Km. de recorrido, los siguientes reajustes de tuercas se realizará después de rodar con carga.

Desenllante de neumático sin Aro posiciones 4 y 5.

- ✓ Despresurizar el neumático completamente.
- ✓ Retirar el separador de neumáticos
- ✓ Con los brazos del manipulador empujar lentamente hacia la parte interior el conjunto neumático, pestaña y banda, el punto de contacto en el neumático es la pared lateral del neumático.
- ✓ Aplicar el freno de parqueo del manipulador.
- ✓ Indicar al trabajador en piso que ingrese al interior de los brazos del manipulador.
- ✓ Presionar la pared lateral del neumático en 2 puntos en sentido opuesto con ambos brazos del manipulador hacia el chasis hasta que la pestaña y el aro cuchilla dejen libre el canal donde se aloja el aro seguro y el O'ring.
- ✓ Retirar el aro seguro con dos barretillas empezando por la junta o unión continuando correlativamente, se debe evitar colocar directamente la mano y colocarse frente al aro seguro.
- ✓ Retirar el O'ring con el apoyo de una barretilla.
- ✓ Retirarse de entre los brazos del manipulador.
- ✓ Sujetar el neumático por la banda de rodamiento y halar el neumático lentamente.
- ✓ Colocar el ariete entre la metal que protege la rótula de la suspensión y la pestaña interior del aro, accionar el

pistón lentamente hasta que quede presionado, sujetar con soga driza de ½” para evitar que salga proyectado del punto de apoyo.

- ✓ Mantener la distancia para evitar ser alcanzados por el ariete en caso salga proyectado.
- ✓ Activar el pistón hasta lograr que la pestaña del neumático quede totalmente destalonado del aro.
- ✓ Ordenar al operador del manipulador el retiro del neumático.
- ✓ Para continuar con el destalonado de los demás componentes del aro e inspección de los mismos revise el procedimiento “Armando y desarmado de neumático de 5 piezas”.

Limpieza e Inspección.

- ✓ Verificar el estado del aro y componentes, desechar el aro seguro si su abertura excede de 1 pulgada.
- ✓ Verificar visualmente si no se presenta marcas de fuga de Tire Life por el aro, de ser así desechar el aro por presentar fisura o rajadura.
- ✓ Remover el óxido superficial de los aros y componentes con ayuda de escobilla metálica, solo si amerita, de lo contrario los consideramos aptos para el enllante del neumático.
- ✓ Con aire a presión procedemos al barrido en todo el aro.

- ✓ Evaluar el buen estado del codo base, si fuese necesario se proceder al cambio

Enllante de neumático sin Aro posiciones 4 y 5.

- ✓ Recoger todas las impurezas del interior del neumático; se puede realizar un barrido con presión de aire.
- ✓ Si el proveedor del neumático permite Tire Life, echar 10 galones al neumático.
- ✓ Engrasar el talón interior con pasta vegetal, de la misma forma engrasar el aro cuchilla por la circunferencia interior.
- ✓ El trabajador de piso indicará el inicio del enllante.
- ✓ Guiar al operador el ingreso del neumático al aro base.
- ✓ Colocar el neumático con el conjunto pestaña, aro cuchillo adherido.
- ✓ Empujar el neumático hacia el chasis hasta que la pestaña y el aro cuchillo dejen libre el canal donde se aloja el aro seguro y el O'ring.
- ✓ Indicar al personal de piso que ingrese al interior de los brazos del manipulador.
- ✓ Colocar el O'ring con el apoyo de una barretilla.
- ✓ Engrasar el canal del O'ring con pasta de montaje.
- ✓ Levantar el aro seguro hacia el canal que le corresponde teniendo principal cuidado con atraparse las manos entre el aro seguro y el aro base, y con la

junta del aro seguro.

- ✓ Ubicar la abertura de tal manera que le sea cómodo la instalación del aro seguro, presionar con una barretilla en forma vertical el lado lateral externo del aro seguro cerca a la separación teniendo como punto de apoyo el filo del aro cuchilla; por último colocar la punta de otra barretilla en el lado opuesto del aro para jalar y colocar toda la circunferencia del aro seguro en el canal correspondiente, se debe evitar colocar directamente la mano y colocarse frente al aro seguro.
- ✓ El operador del piso debe retirarse de entre los brazos del manipulador.
- ✓ Retirar el manipulador.

Inflado de neumático.

- ✓ Colocar el echador de aire que facilitara el ingreso de aire a presión.
- ✓ Abrir la válvula de ingreso de aire y presurizar el neumático.
- ✓ Si no hermetiza el neumático y el aire fuga por los espacios entre el aro cuchilla y la pestaña, entre el aro y el aro cuchilla, es necesario presionar el neumático por la banda de rodamiento con los brazos del manipulador y maniobrar hasta eliminar por completo toda fuga de aire.
- ✓ Una vez hermetizado y durante la presurización

asegurarse que el aro seguro se acopló perfectamente en el alojamiento, con una comba se dará golpes al aro seguro en toda la circunferencia empezando del lado opuesto a su abertura. Dejar de golpear si el neumático llegó a 30 PSI.

- ✓ Nivele las presiones de los neumáticos instalados según lo recomendado por el fabricante.
- ✓ Verificar con agua jabonosa o espuma de detergente que no presente en fugas por el canal del O'ring, codo o pitón, de ser así cambiar.
- ✓ Retirar la manguera de aire y colocar el núcleo de válvula del pitón.
- ✓ Verificar con agua jabonosa o espuma de detergente que no presente en fugas por el núcleo de válvula del pitón.
- ✓ Colocar el separador de neumáticos.

Desenllante de neumático con aro posiciones 4 ó 5.

- ✓ Retirar el separador de neumáticos.
- ✓ Romper torque con la pistola de torque controlado.
- ✓ Despejar el área para que ingrese el manipulador.
- ✓ Sujetar el neumático.
- ✓ Retirar los tres clamps restantes utilizando la pistola neumática y la junta universal giratoria.
- ✓ Para retirar el neumático sin riesgo de malograr los

espárragos, el manipulador debe estar correctamente alineado al eje del neumático.

- ✓ Retírese del interior de los brazos del manipulador.
- ✓ Ordenar al operador del manipulador el retiro del neumático.
- ✓ Permanecer alejado del neumático y el manipulador, ubíquese siempre a un costado del manipulador a una distancia no menor de 2 m.
- ✓ Ordenar al operador el retiro por completo del neumático.

Inspección de espárragos.

- ✓ Verificar del buen estado de los espárragos, realizar la limpieza de los mismos haciendo uso de una escobilla de acero y siempre utilizando todos los implementos de seguridad.
- ✓ En el caso de presentar algún esparrago roado se procede comunicar para el cambio a los mecánicos del titular minero.
- ✓ Engrasar con anti-seaze todos los espárragos para prevenir el óxido y desgaste tanto de espárragos como tuercas, el ati-seaze facilita el recorrido de la tuerca sobre el hilo.

Enllante de neumático con aro posiciones 4 ó 5.

- ✓ Limpiar toda la superficie de montaje de neumáticos.
- ✓ Alinear el manipulador correctamente al eje del

neumático e ingresar con el neumático sostenido en vertical.

- ✓ El trabajador en piso debe estar alejado del neumático y del manipulador, visible para el operador, se ubicará a un costado del equipo y a una distancia no menor de 2 mts.
- ✓ El trabajador de piso indicará al operador del manipulador el inicio del enllante.
- ✓ Cuando el neumático se encuentre con más de la mitad del aro base en el mando, el trabajador en piso recién podrá guiar desde la parte interna de los brazos del manipulador, si por circunstancias de una mala maniobra o el manipulador sufra algún desperfecto el aro base quedará apoyado en el mando.
- ✓ La guía del aro base deberá estar centrada con el canal del mando.
- ✓ Colocar y fijar los 3 clamps distribuidos, para evitar el riesgo de algún movimiento inesperado se debe mantener sujetado el neumático hasta que se termine de fijar los clamps con sus tuercas.
- ✓ Aproximar las tuercas con la pistola neumática y la junta universal giratoria, debe ser de manera equilibrada, de forma cruzada para evitar que el neumático sea ajustado con un ángulo de inclinación lo cual podría ocasionar que se afloje las tuercas.

- ✓ Ajustar las tuercas con la pistola de torque controlado, debe ser de manera equilibrada, de forma cruzada para evitar que el neumático sea ajustado con un ángulo de inclinación lo cual podría ocasionar que se afloje las tuercas. Se aplicará 2 vueltas de torque para lograr un bien centrado.
- ✓ Ajustar a 1630 +- 181 lb ft.
- ✓ El trabajador de piso ordena el retiro del manipulador.
- ✓ Colocar el separador de neumáticos.

Culminación de labor.

- ✓ Retirar los soportes soporte con el apoyo de la gata.
- ✓ Revise las presiones de las demás posiciones y nivele según convenga.
- ✓ Retire tacos y conos de seguridad.
- ✓ Entregar operativo el camión minero a Ox.
- ✓ Retirar el bloqueo del equipo.
- ✓ Terminado el trabajo y entregado el equipo operativo llenar el reporte del cambio de neumáticos, el líder de guardia deberá llenar de manera correcta teniendo principal cuidado al especificar el motivo de retiro y la disposición de los neumáticos retirados, ya que de esta información depende si en el sistema de la mina se considera a los neumáticos usados como stock, reparación, para reencauche, en desecho ó en reclamo, etc. en este formato se anotara todos los

lados de los neumáticos retirados así como los datos de los neumáticos instalados (serie, número interno, remanente, posición, diseño, etc., también se registrara fecha y hora de inicio de trabajo y de finalizado el trabajo, así como el número del equipo y su horometro, etc)

- **PETS de inspección de neumáticos en grifo.**

- ✓ El personal debe estar calificado en el PETS “inspección y nivelación de presiones de neumáticos en grifo”, además de la matriz de gestión de riesgos y planes de contingencia antes de iniciar cualquier tipo de labores dentro de las instalaciones.
- ✓ Previo al inicio de sus actividades operativas, se debe elaborar junto con el grupo de trabajo la herramienta de gestión: Identificación de Peligro y Evaluación de Riesgo (IPERC) de la labor, luego se procede a apertura el IPERC con el supervisor de turno y el supervisor SSOMA, sin la autorización y firma de los responsables no se podrá iniciar la labor.
- ✓ El trabajador deberá realizar inspección de pre-uso de las herramientas.
- ✓ El trabajador deberá verificar las conexiones de las líneas de aire.

Ingreso y salida de equipos a la estación de abastecimiento de combustible de la minera:

- ✓ Solo el personal grifo del cliente está autorizado a dar pase y guiar el ingreso de los camiones de acarreo, equipos carguíos, equipos auxiliares a la estación de abastecimiento de combustible del cliente.
- ✓ Identificar al personal del cliente encargado de dar pase a los equipos.
- ✓ Comunicar al personal de grifo del cliente el inicio de la inspección de los neumáticos, retiro de piedras y toma remanentes si se requiere.

Nota: el Equipo debe estar apagado para poder intervenirlo.

- ✓ Colocar cuñas de ruedas a la posición 1, colocar 2 conos de seguridad al frente de la cabina a una distancia que sea visible para el operador.
- ✓ Mantener la comunicación constante con el operador del equipo y personal del cliente encargado del área.
- ✓ Al terminar las actividades retirar las cuñas de ruedas a la posición 1, retirar los 2 conos de seguridad.
- ✓ Comunicar al personal del cliente el fin de la actividad en el camión y retirarse a un área segura.
- ✓ Si se presentara alguna actividad que no pueda hacerse en dicha área coordinar con el personal de grifo del cliente y el operador del equipo para el ingreso del equipo al área de nivelación de presiones asignada.

Ingreso y salida de equipos al área de nivelación de presiones asignada.

- ✓ Todos los camiones de carreo deberá de ingresar al grifo con la tolva vacía.
- ✓ Solo el personal de enllante está autorizado a dar pase y guiar el ingreso de los camiones de acarreo, equipos carguíos, equipos auxiliares al área de nivelación de presiones asignado.
- ✓ Guiar el equipo utilizando barras luminosas y/o letreros “PARE y SIGA”, dependerá si es de día o de noche.
- ✓ Informar al Operador del equipo que apague el motor para poder intervenir el equipo.
- ✓ Señalizar el área de trabajo y bloquear el equipo: Colocar cuñas de ruedas a la posición 1, colocar los 2 conos de seguridad al frente de la cabina a una distancia que sea visible para el operador.
- ✓ Indicar al operador que solo personal de enllante está autorizado para dar salida al equipo intervenido.
- ✓ Culminado la actividad específica, retirar los conos y cuñas de ruedas, comunicar al operador del equipo y a caseta de control que la actividad ha finalizado.

Lectura de presiones

- ✓ Realizar una purga presionando el núcleo de válvula de manera seguida para desprender la suciedad presente en el pitón del neumático, colocarse en

posición paralela a la dirección donde apunta el pitón, el pitón no debe estar dirigido a la cabeza u ojos.

- ✓ Tomar la lectura de la presión del neumático utilizando el medidor de presión.
- ✓ Verificar con agua jabonosa o con agua con detergente que no presente fuga por el núcleo de válvula.
- ✓ Si el núcleo de válvula está obstruida cambiar utilizando el extractor de válvula, al cambiar colocarse en posición paralela a la dirección donde apunta el pitón, el pitón no debe estar dirigido a la cabeza u ojos.
- ✓ De ser el caso que los neumáticos se encuentren con presión baja se procede a nivelar.

Lectura de remanente

- ✓ Los remanentes se mide en milímetros.
- ✓ Limpie el fondo del diseño donde se ubique el testigo y la superficie se la banda de rodamiento donde apoyará el medidor.
- ✓ Tomar la lectura utilizando un medidor de remanente.
Nota: El lado externo del neumático para las posiciones 1, 2, 3, 6 corresponde al hombro que está hacia fuera del camión; en las posiciones 4 y 5 es el hombro que está hacia el lado del chasis.

Retiro de piedra y evaluación del daño.

- ✓ Colocarse guantes de cuero o badana.
- ✓ Para retirar la piedra incrustada en la goma del

neumático echar agua jabonosa o agua con detergente al lugar donde se encuentra alojado la piedra, si se encuentra en el diseño solo si lo requiere.

- ✓ Retirar las piedras incrustadas en los neumáticos utilizando barretillas de fierro y comba, para retirar colocarse al costado nunca al frente del corte porque puede salir proyectado la piedra.
- ✓ Con la barretilla retirar de a pocos de ser necesario ayúdese con la comba, cuando este por salir la piedra y la piedra es de menor al tamaño que el puño colocar la mano para evitar que salga proyectado.
- ✓ Medir la profundidad de corte y la longitud utilizando un destornillador o similar.
- ✓ Reportar el corte indicando que parte del neumático está dañado.
- ✓ Marcar la ubicación del daño con pintura spray en la pared lateral del neumático.

Inspección general.

- ✓ Inspeccionar y reportar el desgaste irregular, protuberancias, arrancamientos, desgaste excesivos en la banda, grietas en flanco, desprendimiento de reparaciones, etc.
- ✓ Inspeccionar que el aro base y componentes no presente rajaduras, que las tuercas no estén flojas, que los espárragos no estén faltantes, que los pitones

estén en buen estado.

- ✓ Detectar fugas de aire con agua jabonosa o agua con detergente en el canal del O'ring, pitones, codos y otros de ser necesario.
- ✓ De identificar alguna anomalía comunicar a taller para la corrección inmediata o programación para el cambio del neumático.

Nivelación de presiones.

- ✓ Colocar el echador de aire para presurizar el neumático, de ser necesario puede extraer la válvula para un inflado más rápido.
- ✓ Abrir la llave paso de aire y realizar la nivelación del neumático.
- ✓ En neumáticos gemelos se aumentará la presión de aire al neumático con menor presión con la mitad de la diferencia de presiones de ambos neumáticos.
- ✓ Verificar con agua jabonosa o con agua con detergente que no presente fuga por el núcleo de válvula.
- ✓ Si la válvula está obstruida cambiar utilizando el extractor de válvula, tener en cuenta colocarse en posición paralela a la dirección donde apunta el pitón, el pitón no debe estar dirigido a la cabeza u ojos.

Anotaciones.

- ✓ Registrar la marca del neumático.
- ✓ Registrar el N° del equipo inspeccionado.

- ✓ Registrar el horómetros, odómetro y hubodómetro del equipo según sea el caso.
- ✓ Registrar la fecha de inspección.
- ✓ Reportar los daños críticos en el neumático a los maestros de guardia y/o Supervisor para que sean incluidos en el programa de cambio de neumáticos o para tomar una acción.
- ✓ Tomar fotografías a los daños de ser necesario.
- **PETS de inspección de neumáticos, aros y componentes desmontados.**
 - ✓ El personal debe estar calificado en el PETS “Inspección de neumáticos, aros y componentes desmontados”, además de la matriz de gestión de riesgos y planes de contingencia antes de iniciar cualquier tipo de labores dentro de las instalaciones.
 - ✓ Previo al inicio de sus actividades operativas, se debe elaborar junto con el grupo de trabajo la herramienta de gestión: Identificación de Peligro y Evaluación de Riesgo (IPERC) de la labor, luego se procede a apertura el IPERC con el supervisor de turno y el supervisor SSOMA, sin la autorización y firma de los responsables no se podrá iniciar la labor.
 - ✓ El operador de vehículo pesado deberá realizar la inspección de pre-uso del manipulador.
 - ✓ El trabajador deberá realizar inspección de pre-uso de

las herramientas.

- ✓ El trabajador deberá verificar las conexiones de las líneas de aire.
- ✓ Designar a un personal de piso para empezar a realizar las maniobras con el manipulador.
- ✓ Verificar que la carga a manipular no sobrepase la capacidad del equipo.
- ✓ Delimitar el área de trabajo con conos de seguridad.

Inspección del aro y componentes

- ✓ Lavar el aro si lo requiere.
- ✓ Limpiar todas las partes del aro y componentes.
- ✓ Verificar la abertura del aro seguro, si su abertura excede de 1.5" desecharlo.
- ✓ Verificar si la pestaña y aro cuchilla no presentan rajaduras o malformaciones de lo contrario desechar.
- ✓ Limpiar el óxido de los canales donde se alojan el aro seguro y el O'ring, de ser necesario utilizar amoladora de 4 1/2" con escobilla trenzada.
- ✓ Con aire a presión proceder al barrido en todo el aro.
- ✓ Verificar visualmente si el aro base y componentes no presentan marcas de fuga de Tire Life, las zonas más críticas del aro: los cordones de soldadura, el canal de O'ring, canal donde se aloja el aro seguro, de ser así desechar el aro por presentar fisura o rajadura.
- ✓ Evaluar el buen estado de la base de codo o codo, si

fuese necesario se proceder al cambio

Inspección de aro con líquidos penetrantes.

- ✓ Haga la inspección con los tres tipos de líquidos penetrantes MAGNAFLUX para identificar fisuras.
- ✓ El aro o componentes debe estar libre de suciedades, grasa, u otros materiales que pueden interferir algún modo con el examen, de ser necesario arene el aro.
- ✓ Aplicar el limpiador, luego secar.
- ✓ Aplicar el líquido penetrante hasta humedecer la zona de inspección, dejar actuar de 10 a 30 min.
- ✓ Limpiar con trapo limpio empapado con thinner toda la superficie donde fue aplicado el líquido penetrante, no rocíe thinner directamente al metal.
- ✓ Aplicar el reveladora a una distancia de 8" a 12" de la superficie, esperar de 10 a 60 min.
- ✓ Agitar la lata antes de su aplicación.
- ✓ Esperar que el líquido revele la fisura en el aro, si presenta fisura reemplazar el aro.
- ✓ Limpiar el aro con solvente.

Retiro de piedra y evaluación del daño por corte de roca.

- ✓ Colocarse guantes de cuero o badana.
- ✓ Para retirar la piedra incrustada en la goma del neumático echar agua jabonosa o agua con detergente al lugar donde se encuentra alojado la

piedra, si se encuentra en el diseño solo si lo requiere.

- ✓ Retirar las piedras incrustadas en los neumáticos utilizando barretillas de fierro y comba, para retirar colocarse al costado nunca al frente del corte porque puede salir proyectado la piedra.
- ✓ Con la barretilla retirar de a pocos de ser necesario ayúdese con la comba, cuando este por salir la piedra y la piedra es de menor al tamaño que el puño colocar la mano para evitar que salga proyectado.
- ✓ Medir la profundidad de corte y la longitud utilizando un destornillador o similar.
- ✓ Marcar la ubicación del daño con pintura spray en la pared lateral del neumático.

Inspección general del neumático.

- ✓ Inspeccionar y reportar el desgaste irregular, protuberancias, grietas en flanco, desprendimiento de reparaciones, exposición de cuerdas en el talón de la pared lateral del neumático, protuberancias en la estructura del neumático, etc.

Culminación de labor.

- ✓ Disponer el neumático, aro y componentes de acuerdo a los daños encontrados: reparación, stock o desecho.
- ✓ Todo neumático para reparación debe especificar la profundidad y longitud de los cortes, Medir la profundidad de corte y la longitud utilizando un

destornillador o similar.

- ***PETS de operación y uso adecuado del manipulador.***

- ✓ El personal debe estar capacitado en el PETS correspondiente “uso y manejo adecuado de manipulador”, además de la matriz de gestión de riesgos y planes de contingencia antes de iniciar cualquier tipo de labores dentro de las instalaciones.
- ✓ Previo al inicio de sus actividades operativas, se debe elaborar junto con el grupo de trabajo la herramienta de gestión Identificación de Peligro y Evaluación de Riesgo (IPERC) de la labor, luego se procede a apertura el IPERC con el supervisor de turno y el supervisor SSOMA, sin la autorización y firma de los responsables no se podrá iniciar la labor.
- ✓ El operador de vehículo pesado deberá realizar la inspección de pre-uso del manipulador.
- ✓ En contacto abierto revisar el estado de todos los faros y luces del manipulador.
- ✓ Encender el motor para realizar las maniobras en vacío.
- ✓ Verificar el estado de los frenos (pisando el pedal).
- ✓ Verificar que no exista un sonido fuera de lo normal en el motor encendido, ante un sonido fuera de lo normal, comunicar al supervisor de manera inmediata.
- ✓ Designar a un personal de piso para empezar a

realizar las maniobras con el manipulador.

- ✓ Verificar que la carga a manipular no sobrepase la capacidad del equipo.
- ✓ El operador deberá tocar una sola vez el claxon y procederá a encender el equipo.
- ✓ Deberá esperar que el manipulador cargue aire para el funcionamiento correcto de los frenos para el caso del manipulador 461-072.
- ✓ El operador deberá hacer uso de forma obligatoria del cinturón de seguridad.
- ✓ El operador deberá encender sus luces y circulina en todo momento mientras realiza el traslado y diferentes maniobras mientras emplea el manipulador.

Traslado de neumáticos

- ✓ Para trasladar el manipulador fuera de talleres de mantenimiento se debe contar con vehículo escolta que deberá de encender sus luces, circulina y pértiga de manera obligatoria.
- ✓ Para traslado del manipulador fuera de talleres de mantenimiento (Tajo mina, plantas y grifo mina) se debe comunicar a caseta de control el inicio del traslado y punto de llegada, como aviso y alerta para los operadores de equipos pesados que hacen uso de la vía.
- ✓ Para trasladar neumáticos a distancias extensas,

estos deberán ser apilados horizontalmente sin obstaculizar la visión del operador.

- ✓ El manipulador deberá trasladarse a una velocidad de 15 Km/h en todo el trayecto de mina, de acuerdo con el reglamento interno de transporte de la minera.
- ✓ Mantener una distancia de 30m el manipulador con la camioneta vigía o equipos livianos y una distancia de 50 m con equipos pesados.
- ✓ El manejo debe ser a la defensiva, ante algún evento fortuito que se presente en el trayecto de su recorrido.
- ✓ En caso de retirarse del lugar de trabajo tajo mina, comunicar a caseta de control de la misma manera que se coordinó el ingreso, esperar la confirmación y la autorización de caseta de control para el inicio del traslado, tomar en cuenta todas las pautas antes mencionada, siempre con el vehículo de escolta, hasta llegar a su destino.
- ✓ Deberá prestar atención a las señales de tránsito que se encuentren en mina y del semáforo.

Maniobras en la zona de trabajo.

- ✓ Delimitar el área de trabajo, para trabajo fuera de talleres de mantenimiento comunicar a caseta control el área donde se realizará el trabajo con el fin de evitar el ingreso inesperado de equipos pesados u otros.
- ✓ El equipo deberá ser ubicado en un lugar seguro,

donde no existan riesgo de caída o derrumbes de rocas, fuera del área de influencia de disparo (en caso de tajo mina).

- ✓ Operar el manipulador, teniendo en cuenta que la operación se realiza en superficie plana y en buen estado.
- ✓ La comunicación y coordinación entre el operador del equipo junto con personal de piso deberá ser constante por tal motivo se deberá hacer uso de radios de comunicación interna, antes de mover el manipulador el operador deberá ubicar a todo el personal implicado en la labor
- ✓ Un personal de piso asignado deberá dirigir al operador del manipulador cuando realice algún movimiento, maniobra o traslado.
- ✓ Para que el personal de piso trabaje con el neumático sujetado en vertical debe cumplir con lo siguiente:
 - ✓ Debe tener contacto con el suelo o piso.
 - ✓ Debe estar inclinado el neumático hacia el lado del castillo del manipulador, prohibido colocar totalmente en vertical el neumático tampoco inclinado hacia el lado opuesto del castillo,
- ✓ Los colaboradores de piso deberán mantenerse en un lugar visible mientras se realiza cualquier maniobra con el manipulador, minimizando el riesgo de aplastamiento

ante una falla mecánica inesperada.

- ✓ Para la maniobra durante el montaje de neumáticos el personal de piso no puede ingresar si el neumático no ingresó en un 60% al mando.
- ✓ Comunicar a su supervisor inmediato que la actividad finalizó.
- ✓ Realizar el orden y limpieza al finalizar las labores.
- ***PETS de retorqueo de neumáticos en camiones Cat 785, Komatsu HD1500.***
 - ✓ El personal debe tener conocimiento del PETS “Retorqueo de Neumáticos en camiones Caterpillar, Komatsu en Campo y Taller, además de la matriz de gestión de riesgos y planes de contingencia antes de iniciar cualquier tipo de labores dentro de las instalaciones.
 - ✓ Previo al inicio de sus actividades operativas, se debe elaborar junto con el grupo de trabajo la herramienta de gestión Identificación de Peligro y Evaluación de Riesgo (IPERC) de la labor, luego se procede a apertura el IPERC con el supervisor de turno y el supervisor SSOMA, sin la autorización y firma de los responsables no se podrá iniciar la labor.
 - ✓ El trabajador deberá realizar inspección de pre-uso de las herramientas.

Torque en taller: CAT-785, Komatsu HD1500

- ✓ Estacionar el equipo a intervenir.
- ✓ Bloquear el equipo.
- ✓ Para retorqueo se debe de contar con dos personales.
- ✓ Camión Cat 785, para el reajuste de tuercas se utiliza dado de 1 ½”, extensión 15” y torquímetro de trueno calibrado a 850+-110 lbs/pies.
- ✓ Para Komatsu HD1500 para el reajuste de tuercas se utiliza dado de 2” con pistola torque calibrar a 1630+-181 lbs-pie.
- ✓ Al terminar la actividad calibrar a 0 lbs-pies el torquímetro de trueno y la pistola de torque que se usó para evitar que se descalibre.
- ✓ Orden y limpieza.
- ✓ Retirar los conos, tacos y la tarjeta de bloqueo del camión atendido.
- ✓ El personal asignado va a informar al operador que la actividad ha finalizado y dar la salida del camión del área.

Tiempo estándares de trabajo.

Para el cálculo del tiempo de intervención por cada neumático se utilizó toda los tiempos de atención del año 2018, se aplicó media aritmética.

Tabla 12 Tiempo de atención por equipo y neumático

Fecha Inicio.	Q neumáticos intervenidos.	Tiempo por equipo. (horas)	Tiempo por neumático. (horas)
07/03/2018	2	3.00	1.50
17/03/2018	3	6.75	2.25
07/04/2018	1	2.18	2.18
24/06/2018	1	3.00	3.00
28/07/2018	2	2.83	1.42
11/08/2018	1	1.75	1.75
08/09/2018	2	1.58	0.79
02/12/2018	1	1.83	1.83
22/01/2018	1	2.33	2.33
28/01/2018	1	1.87	1.87
04/02/2018	2	1.80	0.90
27/02/2018	1	3.65	3.65
15/03/2018	4	3.50	0.88
21/03/2018	2	3.17	1.58
25/05/2018	1	1.83	1.83
28/06/2018	2	2.08	1.04
09/07/2018	1	1.17	1.17
11/07/2018	1	0.83	0.83
13/07/2018	1	0.50	0.50
14/07/2018	1	1.50	1.50
08/08/2018	1	1.50	1.50
06/11/2018	1	1.67	1.67
07/02/2018	2	2.58	1.29
24/03/2018	1	3.08	3.08
19/04/2018	2	1.23	0.62
26/04/2018	4	7.67	1.92
22/07/2018	1	1.50	1.50
04/09/2018	1	2.50	2.50
29/10/2018	1	1.50	1.50
07/11/2018	2	2.67	1.33
10/11/2018	4	6.50	1.63
14/11/2018	4	5.33	1.33
17/12/2018	2	2.48	1.24
11/01/2018	1	2.58	2.58
19/01/2018	2	6.42	3.21
27/05/2018	2	2.50	1.25
23/06/2018	2	3.00	1.50
22/07/2018	2	2.33	1.17
07/08/2018	2	1.33	0.67
20/08/2018	1	0.83	0.83

Fecha Inicio.	Q neumáticos intervenidos.	Tiempo por equipo. (horas)	Tiempo por neumático. (horas)
20/08/2018	1	1.08	1.08
21/09/2018	1	3.42	3.42
22/09/2018	1	0.50	0.50
23/09/2018	3	3.77	1.26
29/09/2018	1	1.13	1.13
17/01/2018	1	1.92	1.92
03/03/2018	1	1.42	1.42
05/05/2018	1	2.25	2.25
20/06/2018	3	4.00	1.33
27/06/2018	2	1.92	0.96
03/09/2018	4	2.83	0.71
22/09/2018	2	1.83	0.92
10/02/2018	2	6.75	3.38
25/02/2018	5	4.67	0.93
12/04/2018	2	2.00	1.00
26/05/2018	1	1.67	1.67
09/06/2018	1	2.12	2.12
16/06/2018	1	1.92	1.92
20/07/2018	2	2.92	1.46
04/08/2018	1	2.67	2.67
09/11/2018	2	2.33	1.17
09/01/2018	2	4.03	2.02
03/02/2018	1	2.25	2.25
16/02/2018	4	3.32	0.83
25/02/2018	2	4.50	2.25
26/03/2018	1	0.50	0.50
27/03/2018	1	1.80	1.80
15/04/2018	1	1.25	1.25
21/04/2018	1	0.55	0.55
23/04/2018	1	0.85	0.85
19/06/2018	1	2.00	2.00
30/06/2018	2	1.80	0.90
01/07/2018	2	2.67	1.33
06/07/2018	1	2.08	2.08
14/07/2018	1	1.70	1.70
27/07/2018	2	2.17	1.08
07/10/2018	1	1.87	1.87
10/10/2018	1	2.42	2.42
20/10/2018	2	1.17	0.58
23/10/2018	2	2.33	1.17
29/10/2018	1	5.50	5.50
02/11/2018	1	2.83	2.83
05/11/2018	2	7.83	3.92

Fecha Inicio.	Q neumáticos intervenidos.	Tiempo por equipo. (horas)	Tiempo por neumático. (horas)
12/11/2018	1	1.30	1.30
03/12/2018	4	3.97	0.99
08/02/2018	4	6.92	1.73
04/05/2018	1	0.92	0.92
20/06/2018	2	3.50	1.75
06/09/2018	2	3.42	1.71
16/09/2018	2	5.53	2.77
16/12/2018	1	2.00	2.00
21/12/2018	2	1.92	0.96
03/03/2018	1	1.25	1.25
11/03/2018	2	4.92	2.46
13/03/2018	2	5.33	2.67
25/03/2018	4	1.83	0.46
26/03/2018	2	5.00	2.50
26/03/2018	2	0.58	0.29
28/04/2018	2	3.83	1.92
13/06/2018	1	1.75	1.75
07/08/2018	1	1.77	1.77
31/08/2018	2	2.58	1.29
03/11/2018	2	3.00	1.50
27/02/2018	2	3.80	1.90
31/03/2018	3	3.50	1.17
09/05/2018	1	0.73	0.73
10/05/2018	1	0.92	0.92
16/06/2018	1	0.92	0.92
17/06/2018	1	1.00	1.00
12/07/2018	2	4.33	2.17
27/07/2018	1	2.50	2.50
27/09/2018	1	1.83	1.83
20/12/2018	2	2.92	1.46
08/01/2018	2	1.67	0.83
09/01/2018	2	2.67	1.33
13/01/2018	1	3.33	3.33
15/01/2018	2	2.40	1.20
26/01/2018	1	1.95	1.95
18/02/2018	4	4.42	1.10
28/03/2018	4	1.83	0.46
29/03/2018	4	6.00	1.50
02/04/2018	2	1.50	0.75
05/05/2018	5	8.00	1.60
09/05/2018	2	2.27	1.13
22/06/2018	2	2.50	1.25
18/07/2018	1	1.07	1.07

Fecha Inicio.	Q neumáticos intervenidos.	Tiempo por equipo. (horas)	Tiempo por neumático. (horas)
16/08/2018	2	2.83	1.42
13/09/2018	2	6.00	3.00
14/09/2018	3	6.50	2.17
16/09/2018	1	2.40	2.40
21/09/2018	2	2.32	1.16
23/12/2018	3	5.25	1.75
03/02/2018	2	2.17	1.08
10/02/2018	2	3.75	1.88
01/03/2018	2	2.58	1.29
22/04/2018	3	5.07	1.69
14/06/2018	2	3.25	1.62
07/07/2018	1	1.92	1.92
08/10/2018	2	2.25	1.13
15/01/2018	1	0.83	0.83
31/01/2018	6	7.77	1.29
04/02/2018	1	3.25	3.25
11/02/2018	1	2.07	2.07
15/02/2018	1	1.10	1.10
04/03/2018	1	1.67	1.67
07/03/2018	1	1.40	1.40
16/03/2018	1	0.77	0.77
09/04/2018	1	0.67	0.67
01/05/2018	2	1.82	0.91
25/04/2018	1	2.17	2.17
29/06/2018	2	1.83	0.92
15/07/2018	1	1.73	1.73
18/08/2018	2	1.42	0.71
08/09/2018	3	5.75	1.92
11/10/2018	1	0.67	0.67
11/10/2018	1	0.92	0.92
12/10/2018	1	0.83	0.83
16/11/2018	2	3.58	1.79
24/11/2018	2	2.33	1.17
11/01/2018	4	2.50	0.62
17/03/2018	2	4.08	2.04
24/03/2018	4	4.00	1.00
06/04/2018	2	2.42	1.21
18/05/2018	1	0.50	0.50
20/05/2018	1	0.75	0.75
30/06/2018	1	0.50	0.50
02/07/2018	1	0.50	0.50
07/07/2018	1	2.33	2.33
06/08/2018	2	2.92	1.46

Fecha Inicio.	Q neumáticos intervenidos.	Tiempo por equipo. (horas)	Tiempo por neumático. (horas)
11/08/2018	1	2.83	2.83
19/08/2018	1	2.05	2.05
28/09/2018	2	2.50	1.25
11/10/2018	2	3.83	1.92
26/10/2018	2	7.50	3.75
23/11/2018	4	10.50	2.63
24/11/2018	1	1.58	1.58
06/12/2018	1	2.75	2.75
22/12/2018	1	2.00	2.00
04/01/2018	4	8.67	2.17
10/05/2018	6	0.02	0.00
05/06/2018	2	4.50	2.25
02/07/2018	5	5.50	1.10
31/08/2018	2	2.92	1.46
03/10/2018	3	6.25	2.08
30/10/2018	2	4.00	2.00
17/12/2018	1	2.50	2.50
29/12/2018	2	5.00	2.50
03/01/2018	2	4.87	2.43
05/02/2018	2	2.92	1.46
09/03/2018	1	1.45	1.45
04/04/2018	4	3.67	0.92
25/06/2018	2	3.68	1.84
10/08/2018	2	4.00	2.00
01/10/2018	2	3.17	1.58
02/12/2018	1	2.58	2.58
27/12/2018	2	2.75	1.38
01/02/2018	1	1.08	1.08
19/02/2018	4	6.73	1.68
07/04/2018	2	2.50	1.25
13/04/2018	2	3.00	1.50
18/04/2018	2	1.52	0.76
02/06/2018	1	2.25	2.25
01/08/2018	1	2.08	2.08
11/08/2018	5	9.17	1.83
12/08/2018	1	2.17	2.17
17/09/2018	2	3.00	1.50
19/09/2018	4	4.92	1.23
18/10/2018	1	0.50	0.50
20/10/2018	1	0.83	0.83
25/10/2018	1	0.75	0.75
26/10/2018	1	0.58	0.58
27/10/2018	3	6.25	2.08

Fecha Inicio.	Q neumáticos intervenidos.	Tiempo por equipo. (horas)	Tiempo por neumático. (horas)
17/11/2018	4	1.00	0.25
15/01/2018	2	2.33	1.17
19/01/2018	1	1.25	1.25
30/01/2018	1	2.00	2.00
01/02/2018	1	0.83	0.83
18/02/2018	3	5.50	1.83
22/02/2018	4	4.05	1.01
26/05/2018	1	2.17	2.17
28/06/2018	2	2.58	1.29
19/07/2018	2	2.75	1.38
06/08/2018	2	2.63	1.32
11/08/2018	1	2.00	2.00
08/10/2018	4	4.07	1.02
21/12/2018	1	0.67	0.67
22/12/2018	1	0.67	0.67
23/12/2018	1	0.33	0.33
26/12/2018	1	0.67	0.67
11/01/2018	1	1.80	1.80
12/01/2018	1	1.17	1.17
31/01/2018	1	1.62	1.62
24/02/2018	1	5.83	5.83
23/04/2018	3	5.37	1.79
07/06/2018	2	3.08	1.54
25/06/2018	2	3.67	1.83
29/06/2018	4	2.58	0.65
29/06/2018	4	3.67	0.92
15/07/2018	2	4.08	2.04
28/07/2018	2	5.75	2.88
20/08/2018	2	4.17	2.08
23/09/2018	1	0.67	0.67
23/09/2018	1	1.17	1.17
28/09/2018	2	2.50	1.25
15/10/2018	1	1.25	1.25
26/11/2018	3	4.97	1.66
20/12/2018	1	3.92	3.92
27/12/2018	2	3.92	1.96
20/01/2018	1	1.33	1.33
19/02/2018	1	2.17	2.17
02/03/2018	1	3.08	3.08
09/03/2018	1	1.50	1.50
23/03/2018	2	2.17	1.08
19/05/2018	3	6.58	2.19
31/05/2018	2	2.33	1.17

Fecha Inicio.	Q neumáticos intervenidos.	Tiempo por equipo. (horas)	Tiempo por neumático. (horas)
09/06/2018	1	2.40	2.40
24/06/2018	1	1.58	1.58
25/06/2018	1	0.97	0.97
06/07/2018	2	3.08	1.54
30/07/2018	1	1.17	1.17
31/07/2018	1	0.83	0.83
27/08/2018	2	0.85	0.42
11/09/2018	2	5.17	2.58
19/09/2018	1	1.67	1.67
05/10/2018	1	2.50	2.50
11/10/2018	1	1.08	1.08
19/10/2018	4	6.75	1.69
25/11/2018	2	2.42	1.21
04/12/2018	1	2.00	2.00
21/02/2018	1	3.93	3.93
11/04/2018	4	5.00	1.25
13/06/2018	3	6.03	2.01
01/07/2018	1	2.50	2.50
20/08/2018	1	1.42	1.42
27/09/2018	2	2.83	1.42
12/09/2018	1	2.50	2.50
05/02/2018	2	2.50	1.25
08/02/2018	2	2.42	1.21
17/02/2018	2	3.17	1.58
27/02/2018	2	3.67	1.83
25/03/2018	2	3.17	1.58
17/05/2018	2	5.67	2.83
08/06/2018	2	5.00	2.50
18/07/2018	4	5.00	1.25
24/07/2018	1	2.17	2.17
20/09/2018	2	2.75	1.38
16/11/2018	2	1.98	0.99
18/01/2018	2	3.38	1.69
25/01/2018	2	4.87	2.43
11/03/2018	1	1.58	1.58
16/04/2018	3	7.25	2.42
28/04/2018	2	3.42	1.71
23/07/2018	2	3.00	1.50
23/09/2018	2	3.78	1.89
13/01/2018	4	15.50	3.88
11/03/2018	1	3.50	3.50
09/12/2018	5	6.00	1.20
30/04/2018	6	5.25	0.88

Fecha Inicio.	Q neumáticos intervenidos.	Tiempo por equipo. (horas)	Tiempo por neumático. (horas)
30/06/2018	6	7.00	1.17
31/07/2018	2	6.17	3.08
25/08/2018	2	16.00	8.00
28/08/2018	3	4.82	1.61
29/08/2018	1	1.50	1.50
21/11/2018	2	5.83	2.92
28/02/2018	2	4.17	2.08
27/05/2018	2	7.92	3.96
19/07/2018	1	1.75	1.75
24/09/2018	6	10.92	1.82
24/10/2018	6	1.83	0.31
01/03/2018	2	5.50	2.75
12/03/2018	2	3.50	1.75
05/07/2018	6	11.42	1.90
03/08/2018	4	12.08	3.02
02/11/2018	4	6.50	1.62
21/01/2018	2	3.58	1.79
09/02/2018	2	6.00	3.00
27/06/2018	2	8.67	4.33
25/07/2018	3	9.00	3.00
10/08/2018	1	1.37	1.37
07/09/2018	1	2.25	2.25
22/09/2018	2	2.83	1.42
25/10/2018	4	8.82	2.20
21/11/2018	2	5.00	2.50

La media aritmética es 1.68 horas, y la desviación de la población es 0.90 horas, por lo cual se entiende que para atender un neumático se demora 1.68 horas.

4.1.2.3 Actividades de control.

Control de trabajo, los trabajos se deben autorizan de acuerdo a la orden de trabajo líneas abajo:

ORDEN DE TRABAJO.		N°
Tipo de Mantto.	<input type="text"/>	Prioridad. <input type="text"/>
Equipo.	<input type="text"/>	Ubicación. <input type="text"/>
Descripción de trabajo.		
<hr/> <hr/>		
Materiales.		
<hr/> <hr/>		
Fecha de Inicio.	<input type="text"/>	Fecha de termino. <input type="text"/>
Hora de Inicio.	<input type="text"/>	Hora de termino. <input type="text"/>
Observaciones.		
<hr/> <hr/>		
Nombre y firma del Supervisor.		

Gráfico 25 Formato de orden de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Las actividades diarias son registradas en el siguiente formato, su objetivo es evidenciar las actividades realizadas en el turno y los relevos pendientes

REPORTE DIARIO DE ACTIVIDADES										
Fecha :	.....			Lider de guardia :	.....			Sup. de taller :	.....
Taller :	OTR Mina <input type="checkbox"/>	Liv. Motorpool <input type="checkbox"/>		Asists. Técnicos :	.....			Sup. SSOMA :	.....
Turno :	Día. <input type="checkbox"/>	Noche. <input type="checkbox"/>		Inspector en grifo :	.....				
N	EQUIPO	ACTIVIDAD.	P	NP	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	HR. INICIO	HR. TERM.	NRO. TRAB.	RELEVO
1										
2										
15										
16										
17										
P: Programado. NP. No Programado.										
					-----			-----		
					Firma del Líder de guardia.			Firma del Supervisor de taller.		

Gráfico 26 Formato de actividades de taller

Fuente: Elaboración propia

Los trabajos enllante y desenllante serán registrados en el formato de reporte de movimiento:

REPORTE DE MOVIMIENTO DE NEUMÁTICOS.																																																	
SERIE:		FECHA / HORA DE INICIO: _____ / _____ : _____				EQUIPO _____				ODOMETRO (Km.) _____																																							
MEDIDA:		FECHA / HORA DE TÉRMINO: _____ / _____ : _____				HOROMETRO _____				HUBODOMETRO _____																																							
POS.	NEUMÁTICO DESINSTALADO.								NEUMÁTICO INSTALADO.																																								
	CÓDIGO MINA.	NÚMERO DE SERIE.	PSI.	RDT.		RAZÓN DE CAMBIO.	PARTE FALLADA.	LUGAR DE FALLA.	DISP.	CÓDIGO MINA.	NÚMERO DE SERIE.	PSI.	RDT.		CONDICIÓN.	MARCA.	DISEÑO.																																
1				EXT	INT												COMPUESTO.																																
2																																																	
3																																																	
4																																																	
5																																																	
6																																																	
OBSERVACIONES:										INSPECCIÓN DE AROS INSTALADOS. B R M			Ext / Int		PSI		Tapa																																
										Limpieza de aro y componentes.			Pos. 1 / /		SI / NO		SI / NO																																
										Condición de Aro Base.			Pos. 2 / /		SI / NO		SI / NO																																
										Condición de Plectra/Aros.			Pos. 3 / /		SI / NO		SI / NO																																
										Condición de Anillo Seguro.			Pos. 4 / /		SI / NO		SI / NO																																
										Condición de Corbata.			Pos. 5 / /		SI / NO		SI / NO																																
										*B: bueno, R: regular, M: malo.			Pos. 6 / /		SI / NO		SI / NO																																
PERSONAL																																																	
RAZÓN DE CAMBIO. 1. Corte de roca. 2. Desgaste final. 3. Embarrajamiento 4. Falla de Aro. 5. Falla de Reparación. 6. Mal montaje. 7. Separación calor / térmica. 8. Impacto 9. Pinchadura. 10. Reencauche. 11. Rodada baja. 12. Rotación 13. Desgaste irregular / Volteo.										PARTE FALLADA: 1. Anillo de Seguro. 2. Aro. 3. Banda de rodamiento. 4. Pared lateral / Flanco. 5. Pitón Base. 6. Cámara. 7. Hombro. 8. Parche. 9. Pestaña. / Anillo de pestaña. 10. Pitón / Porta válvula. 11. Pliegue.										LUGAR DE FALLA: 1. Frente de Carga. 2. Botadero. 3. Chancadora. 4. Vías. 5. Taller Equipos. 6. Parqueo de Equipos.										DISPOSICIÓN: 1. Desecho. 2. Stock / Espera. 3. Instalado. 4. Reclamo. 5. Reparación. 6. Reencauche. 7. Observación / Evaluación.										CONDICIÓN: 1. NUEVO. 2. USADO. 3. REENC. NUEVO. 4. REENC. USADO. 5. REPARADO.									
										LIDER DE GUARDIA.					SUPERVISOR TALLER.																																		

Gráfico 27 Formato de reporte de movimiento

Fuente: Elaboración propia

Los trabajos de toma de presiones y remanente serán registrados en el formato de reporte de movimiento:

CONTROL DE PRESIONES.																										
INSPECTOR(ES): _____										FECHA: _____																
EQ.	1				2				3				4				5				6				HORÓMETRO.	OBSERVACIONES.
	ENC.	NIV.	CON TAPA.	MARCA.	ENC.	NIV.	CON TAPA.	MARCA.	ENC.	NIV.	CON TAPA.	MARCA.	ENC.	NIV.	CON TAPA.	MARCA.	ENC.	NIV.	CON TAPA.	MARCA.						
C-300																										
C-301																										
C-302																										
C-303																										
K-503																										
K-504																										
K-505																										
AUXILIARES.																										
EQ.	1				2				3				4				5				6				HORÓMETRO.	OBSERVACIONES.
	ENC.	NIV.	CON TAPA.	MARCA.	ENC.	NIV.	CON TAPA.	MARCA.	ENC.	NIV.	CON TAPA.	MARCA.	ENC.	NIV.	CON TAPA.	MARCA.	ENC.	NIV.	CON TAPA.	MARCA.						
CF-298																										
CF-303																										
CF-413																										
MM-338																										
441-021																										

Gráfico 28 Formato de reporte de presiones.

Fuente: Elaboración propia

CONTROL DE REMANENTES.																					
NOMBRE:												FECHA:									
EQ.	1			2			3			4			5			6			HORÓMETRO.	ODOMETRO. (Km.)	HUBODOMETRO. Reloj en la rueda.
	EXT.	INT.	MARCA.	EXT.	INT.	MARCA.	EXT.	INT.	MARCA.	EXT.	INT.	MARCA.	EXT.	INT.	MARCA.	EXT.	INT.	MARCA.			
C-300																					
C-301																					
C-302																					
C-303																					
K-503																					
K-504																					
K-505																					
AUXILIARES.																					
EQ.	1			2			3			4			5			6			HORÓMETRO.	ODOMETRO. (Km.)	HUBODOMETRO. Reloj en la rueda.
	EXT.	INT.	MARCA.	EXT.	INT.	MARCA.	EXT.	INT.	MARCA.	EXT.	INT.	MARCA.	EXT.	INT.	MARCA.	EXT.	INT.	MARCA.			
CF-298																					
CF-303																					
CF-413																					
MN-339																					

Gráfico 29 Formato de reporte de remanente.

Fuente: Elaboración propia

Control de inventario, se debe tener en cuenta los materiales y herramientas.

Refacciones, para los materiales necesarios para el desarrollo del servicio de enllante y desenllante no podemos establecer el punto de re-orden por no estar bajo el alcance del sistema de gestión debido que es una actividad que lo realiza el titular minero, solo establecemos recomendaciones de inventario necesario.

Tabla 13 Inventario de Materiales requeridos

Descripción.	Inventario requerido.
Neumáticos 33.00R51	12 unidades a inicio de mes.
Tire Life.	1 tote cada dos meses.
Pasta de neumáticos.	1 balde de 5 galones cada mes.
O'ring aro 51 para camión minero.	60 unidades cada mes.
Juego de aros Cat 785.	4 juegos de aros para el Camión Cat 785.

Juego de aros HD1500.	2 juegos de aros para el Komatsu HD1500.
Codo-base paro Komatsu HD1500.	4 unidades cada mes.
Codo 60° 660.	7 unidades cada mes.
Pitón metálico para camiones Cat 785	7 unidades cada mes.
Codo 90° 525.	7 unidades cada mes.
Kit de armado de pitones OTR.	7 unidades cada mes.
Manguera para armado de pitones OTR.	1 rollo cada 6 meses.
Base de pitón para aros Cat 785.	10 unidades cada mes.
Porta-válvula.	10 unidades cada mes.
Núcleo de válvula OTR.	50 unidades cada mes.
Tapas OTR.	30 unidades cada mes.
Pasta Anti-Seaze.	5 potes cada mes.
Aceite hidráulico Marvel.	1 botella de 32 onzas cada 3 meses.
Trapo industrial.	10 Kg. cada mes.
Tiza tipo crayola.	1 Kg. cada mes.
Escobilla de acero.	4 unidades cada mes.

Herramientas, se establece el requerimiento de cada herramienta.

Tabla 14 Inventario de herramientas requeridas.

Descripción.	Inventario requerido.
Manipulador de neumáticos.	Disponibilidad diaria.
Gata de 150 Tn.	Disponibilidad diario, revisión semestral y mantenimiento anual.
Cilindro hidráulico de 100 Tn de aluminio.	Disponibilidad diaria.
Soportes con capacidad de 30Tn.	Disponibilidad diaria, mantenimiento anual e inspección de rajaduras.
Pistola RAD 25GX y canastilla de mantenimiento.	Disponibilidad diaria, mantenimiento cada 9 meses, debe contar con reemplazo.
Taquímetro de trueno 1000lbs.	Disponibilidad diaria, mantenimiento semestral, debe contar con reemplazo.

Estación de verificación de presión.	Disponibilidad diaria, mantenimiento anual.
Medidores de presiones.	Disponibilidad diaria, verificación diaria, calibración cuando requiera.
Ariete hidráulico AME 13030.	Disponibilidad diaria, debe contar con reemplazo.
Destalonadora Marga.	Disponibilidad diaria, mantenimiento anual, debe contar con reemplazo.
Pistola neumática con extensión de 6" encastre de 1".	Disponibilidad diaria, mantenimiento anual, debe contar con reemplazo.
Dados de 1 ½" encastre de 1".	Disponibilidad diaria, cambio anual.
Dados de 2" encastre de 1".	Disponibilidad diaria, cambio cada 18 meses.
Junta universal giratoria encastre de 1".	Disponibilidad diaria, no se estima fecha de cambio, poco utilizado.
Extensiones encastre de 1"	Disponibilidad diaria, Cambio cada 18 meses.
Unidad de mantenimiento "FRL".	Disponibilidad diaria, cambio anual.
Bomba neumática.	Disponibilidad diaria, mantenimiento cada 6 meses, debe contar con reemplazo.
Inyector de aire, puede echador de aire tipo "Y" o inyector de aire tradicionales para pitones OTR.	Disponibilidad diaria, cambio semestral, debe contar con reemplazo.
Extractor de núcleo de válvula.	Disponibilidad diaria, cambio semestral, debe contar con reemplazo.
Medidor de remanente.	Disponibilidad diaria, cambio cada 2 años.
Palancas.	Disponibilidad diaria, cambio anual.
Desarmadores.	Disponibilidad diaria, cambio cuando se requiera.
Llaves mixtas.	Disponibilidad diaria, no se estima fecha de cambio.
Comba de 8 libras.	Disponibilidad diaria, no se estima fecha de cambio.
Comba de 2 libras.	Disponibilidad diaria, no se estima fecha de cambio.
Llave mixta 13mm.	Disponibilidad diaria, no se estima fecha de cambio.

Llave mixta 1".	Disponibilidad diaria, no se estima fecha de cambio.
Escalera tipo tijera de 5 pasos.	Disponibilidad diaria, no se estima fecha de cambio.
Escalera con plataforma y baranda.	Disponibilidad diaria, no se estima fecha de cambio.
Sujetador de botapiedra.	Disponibilidad diaria, no se estima fecha de cambio.
Base para armado de neumáticos de aro 51.	Disponibilidad diaria, no se estima fecha de cambio.

Control de costos, por temas de confidencialidad de la minera algunos costos se presentarán en cantidad de recurso consumido.

Mano de obra, para el cliente la mano de obra es un precio único por lo que no representa aumento ni disminución en el periodo de contrato.

Tiempo de parada por mantenimiento, se calcula el tiempo de parada de equipo por trabajos del taller de enllante, datos actualizados a septiembre de 2019.

Tabla 15 Horas de parada de equipo por mes y año.

Mes / Año.	Horas.			
	2016	2017	2018	2019
<i>Enero.</i>	151	117	110	100
<i>Febrero</i>	97	105	112	97
<i>Marzo</i>	74	143	93	86
<i>Abril</i>	106	111	71	83
<i>Mayo</i>	106	94	49	84
<i>Junio</i>	197	61	118	66
<i>Julio</i>	100	74	101	72
<i>Agosto</i>	66	51	93	101
<i>Septiembre</i>	86	76	101	66
<i>Octubre</i>	83	91	79	17
<i>Noviembre</i>	74	76	93	
<i>Diciembre</i>	64	74	56	

Tabla 16 Horas de parada de equipo por año

Año.	Horas paradas.
2016	1204
2017	1073
2018	1075
2019	772

Consumo de neumáticos, los neumáticos son un recurso indispensable para la explotación y representa un costo significativo para el cliente.

Tabla 17 Ahorro en consumo de neumáticos nuevos.

Año.	Cantidad de Neumáticos Consumidos	Costo sin IG.V. (USD)	Ahorro de neumáticos.	Ahorro (USD)
2016	119	\$2,142,000.00		
2017	99	\$1,782,000.00	20	\$360,000.00
2018	76	\$1,368,000.00	23	\$414,000.00
2019	57	\$1,026,000.00	-	-

El ahorro en el año 2018 fue de \$ 594,000.00 respecto al consumo promedio de neumáticos nuevos de los años 2016 y 2017.

Indicadores, se establece indicadores de evaluación mensual que ayudará a dar seguimiento a la gestión de neumáticos.

Tabla 18 Indicadores de control de trabajo

Subproceso	Indicador	¿Para qué sirve el indicador?	Fórmula	Meta	Fuente.
<i>Servicio de Administración</i>	% Cumplimiento de elaboración del planes de trabajo para campo y taller	Controlar el cumplimiento de elaboración del plan de trabajo de campo.	Cantidad de planes de trabajo de campo y de taller elaborados / Cantidad de planes de trabajo de campo y de taller programados	70%	Plan de trabajo
<i>Servicio de Administración</i>	% Cumplimiento de elaboración de informes de gestión.	Controlar el cumplimiento solicitados según contrato por el cliente.	Cantidad de informes elaborados / Cantidad de informes programados	100%	Plan de trabajo
<i>Servicio de Campo.</i>	% Cumplimiento de Inspección de presión en equipos de campo	Controlar el cumplimiento de inspección de presión en equipos de campo	Cantidad de lectura de equipos inspeccionados / Total de lecturas programados de equipos	70%	Control de presión
<i>Servicio de Taller.</i>	% Cumplimiento de equipo ejecutado en taller	Controlar el cumplimiento de equipo ejecutado en taller	Cantidad de equipos atendidos / Total de equipos programados	70%	Reporte de movimiento de neumáticos.

Se muestra el cumplimiento de los trabajos desarrollados durante los meses julio, agosto y septiembre del año 2019, el presente indicador es alimento de los documentos de retroalimentación

Tabla 19 Indicadores de cumplimiento de trabajo

Indicador.	jul-19		ago-19		sep-19	
<i>% Cumplimiento de elaboración del planes de trabajo para campo y taller</i>	5/5	100%	5/5	100%	5/5	100%
<i>% Cumplimiento de elaboración de informes de gestión.</i>	6/6	100%	5/5	100%	6/6	100%
<i>% Cumplimiento de Inspección de presión en equipos de campo</i>	784 / 1020	77%	694 / 984	71%	670 / 952	70%
<i>% Cumplimiento de equipo ejecutado en taller</i>	15/17	88%	17/19	89%	15/15	100%

Control de calidad, para el control de calidad del servicio se usa una lista de verificación para cada trabajo concluido, se incluye fotografías de cada neumático.

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ENLLANTE					
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO					
Nro.de Equipo	<input style="width: 90%;" type="text"/>	Marca	<input style="width: 90%;" type="text"/>	Fecha Termino	<input style="width: 90%;" type="text"/>
Horómetro	<input style="width: 90%;" type="text"/>	Modelo	<input style="width: 90%;" type="text"/>	Hora Finalizado	<input style="width: 90%;" type="text"/>
ESTADO DE LOS NEUMÁTICOS					
Actividad:	<input style="width: 98%;" type="text"/>				
Foto	<input type="text"/>	Posición	<input type="text"/>	Foto	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Presión	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Marcado Tuercas	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Ajuste (lbs/pie2)	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Pitón / Manguera.	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Tapa válvula	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Fuga de Aire	<input type="text"/>		<input type="text"/>
Observación					
Foto	<input type="text"/>	Posición	<input type="text"/>	Foto	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Presión	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Marcado Tuercas	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Ajuste (lbs/pie2)	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Pitón / Manguera.	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Tapa válvula	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Fuga de Aire	<input type="text"/>		<input type="text"/>
Observación					
Foto	<input type="text"/>	Posición	<input type="text"/>	Foto	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Presión	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Marcado Tuercas	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Ajuste (lbs/pie2)	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Pitón / Manguera.	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Tapa válvula	<input type="text"/>		<input type="text"/>
	<input type="text"/>	Fuga de Aire	<input type="text"/>		<input type="text"/>
Observación					
Estado de Banda de Rodamiento					
Posición 1	Posición 2	Posición 03	Posición 4	Posición 5	Posición 6
Foto	Foto	Foto	Foto	Foto	Foto
					_____ Supervisor de Taller

Gráfico 30 Formato de control de calidad

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Elementos de Salida.

El elemento de salida del sistema es la mayor durabilidad de los neumáticos medida 33.00R51 utilizados en los camiones minero modelos Caterpillar 785 y Komatsu HD 1500, el resultado le permitirá al cliente disminución de compra de neumáticos, teniendo como resultado el impacto de reducción de sus costos de operación.

4.1.4 Retroalimentación.

El sistema es ve retroalimentado con los reportes de movimiento, el reporte de remanente, indicadores propios del sistema, los mismo que ayudarán a actualizar el sistema y haciéndolo “aceptable y confiable”

4.1.5 Esquema del sistema de mantenimiento.



Gráfico 31 Sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos O.T.R. para camiones de acarreo

Fuente: Adaptado del sistema típico de mantenimiento de Duffua (2007)

4.2 Aplicación del sistema de mantenimiento de neumático.

La durabilidad del neumático será comparada antes y después del sistema de gestión de Neumáticos OTR. La durabilidad está en horas rodadas, la durabilidad de neumáticos en el año 2019 está hasta el mes de septiembre.

4.2.1 Aplicación antes de la aplicación del sistema de mantenimiento.

4.2.1.1 Durabilidad de neumáticos Michelin antes de la aplicación del sistema de mantenimiento.

Tabla 20 Durabilidad de neumáticos Michelin antes de la aplicación del sistema de mantenimiento.

Fecha de toma de datos	Durabilidad de neumáticos Michelin			Promedio
	(Horas rodadas)			
	2015	2016	2017	
Enero	3725.71	4468.86	4348.22	4195.48
Febrero	4598.50	3706.00	4079.67	4292.38
Marzo	4087.11	4483.00	4369.50	4270.80
Abril	4086.89	4247.30	4467.00	4232.92
Mayo	-	4240.00	4414.10	4373.92
Junio	4398.33	4788.40	-	4642.13
Julio	4445.80	4443.29	4157.00	4422.23
Agosto	3927.50	3995.00	4328.67	4040.85
Septiembre	4006.25	4307.13	-	4156.69
Octubre	4276.80	4647.00	4098.00	4347.00
Noviembre	4461.00	4071.50	4585.00	4358.57
Diciembre	3939.25	5069.00	4400.50	4232.43

4.2.1.2 Durabilidad de neumáticos Bridgestone antes de la aplicación del sistema de mantenimiento.

Tabla 21 Durabilidad de neumáticos Bridgestone antes de la aplicación del sistema de mantenimiento

Fecha de toma de datos	Durabilidad de neumáticos Bridgestone		Promedio
	(Horas rodadas)		
	2016	2017	
Enero	-	-	-
Febrero	-	-	-
Marzo	-	4747.00	4747.00
Abril	-	4256.00	4256.00
Mayo	-	-	-
Junio	4397.00	4632.00	4514.50
Julio	-	-	-
Agosto	-	4565.00	4565.00
Septiembre	4760.00	-	4760.00
Octubre	4397.20	4641.00	4437.83
Noviembre	-	4409.00	4409.00
Diciembre	-	5032.00	5032.00

4.2.1.3 Durabilidad de neumáticos antes de la aplicación del sistema de mantenimiento – Promedio

Tabla 22 Durabilidad de neumáticos antes de la aplicación del sistema de mantenimiento

Fecha de toma de datos	Promedio de durabilidad de las neumáticos (Horas rodadas)			Promedio
	2015	2016	2017	
Enero	3725.71	4468.86	4348.22	4195.48
Febrero	4598.50	3706.00	4079.67	4292.38
Marzo	4087.11	4483.00	4423.43	4293.48
Abril	4086.89	4247.30	4387.88	4235.48
Mayo	-	4240.00	4414.10	4373.92
Junio	4398.33	4723.17	4632.00	4616.60
Julio	4445.80	4443.29	4157.00	4422.23
Agosto	3927.50	3995.00	4387.75	4078.29
Septiembre	4006.25	4397.70	-	4223.72
Octubre	4276.80	4468.57	4369.50	4385.93
Noviembre	4461.00	4071.50	4497.00	4361.93
Diciembre	3939.25	5069.00	4611.00	4332.38

4.2.2 Durabilidad de neumáticos después de la aplicación del sistema de mantenimiento – Promedio.

4.2.2.1 Durabilidad de neumáticos Michelin después de la aplicación del sistema de mantenimiento

Tabla 23 Durabilidad de neumáticos Michelin después de la aplicación del sistema de mantenimiento.

Fecha de toma de datos	Durabilidad de neumáticos Michelin		Promedio
	(Horas rodadas)		
	2018	2019	
Enero	4610.50	5387.00	4721.43
Febrero	4756.11	5089.00	4839.33
Marzo	4390.00	4906.00	4758.57
Abril	4791.67	5033.50	4888.40
Mayo	5026.00	-	5026.00
Junio	4657.00	5240.67	5007.20
Julio	3863.00	5288.00	4338.00
Agosto	-	5630.50	5630.50
Septiembre	5023.00	5541.00	5282.00
Octubre	-	-	-
Noviembre	5038.00	-	5038.00
Diciembre	4980.00	-	4980.00

4.2.2.2 Durabilidad de neumáticos Bridgestone después de la aplicación del sistema de mantenimiento.

Tabla 24 Durabilidad de neumáticos Bridgestone después de la aplicación del sistema de mantenimiento

Fecha de toma de datos	Durabilidad de neumáticos Bridgestone		Promedio
	(Horas rodadas)		
	2018	2019	
Enero	4191.00	5369.40	5173.00
Febrero	-	5369.00	5369.00
Marzo	-	5180.00	5180.00
Abril	4362.00	-	4362.00
Mayo	4995.00	-	4995.00

Junio	4422.00	-	4422.00
Julio	5060.00	4403.50	4731.75
Agosto	5446.00	5355.00	5377.75
Septiembre	-	5463.00	5463.00
Octubre	5270.00	-	5270.00
Noviembre	5369.00	-	5369.00
Diciembre	5345.00	-	5345.00

4.2.2.3 Durabilidad de neumáticos después de la aplicación del sistema de mantenimiento – Promedio

Tabla 25 Durabilidad de neumáticos después de la aplicación del sistema de mantenimiento

Fecha de toma de datos.	Promedio de durabilidad de las neumáticos (Horas rodadas)		Promedio
	2018	2019	
Enero	4550.57	5372.33	4929.85
Febrero	4756.11	5159.00	4880.08
Marzo	4390.00	4984.29	4852.22
Abril	4684.25	5033.50	4800.67
Mayo	5010.50	-	5010.50
Junio	4578.67	5240.67	4909.67
Julio	4461.50	4698.33	4563.00
Agosto	5446.00	5465.20	5462.00
Septiembre	5023.00	5489.00	5372.50
Octubre	5270.00	-	5270.00
Noviembre	5148.33	-	5148.33
Diciembre	5053.00	-	5053.00

4.2.3 Contrastación de los resultados.

Tabla 26 Durabilidad de neumáticos antes y después de la aplicación del sistema de mantenimiento

Fecha de toma de datos	Promedio de durabilidad de las neumáticos	
	(Horas rodadas)	
	Antes de la aplicación del sistema de mantenimiento	Después de la aplicación del sistema de mantenimiento
Enero	4195.48	4929.85
Febrero	4292.38	4880.08
Marzo	4293.48	4852.22
Abril	4235.48	4800.67
Mayo	4373.92	5010.50
Junio	4616.60	4909.67
Julio	4422.23	4563.00
Agosto	4078.29	5462.00
Septiembre	4223.72	5372.50
Octubre	4385.93	5270.00
Noviembre	4361.93	5148.33
Diciembre	4332.38	5053.00

La durabilidad promedio de los años **2015, 2016 y 2017** fue de **4296.12** y de los años **2018 y 2019** fue de **4955.53**

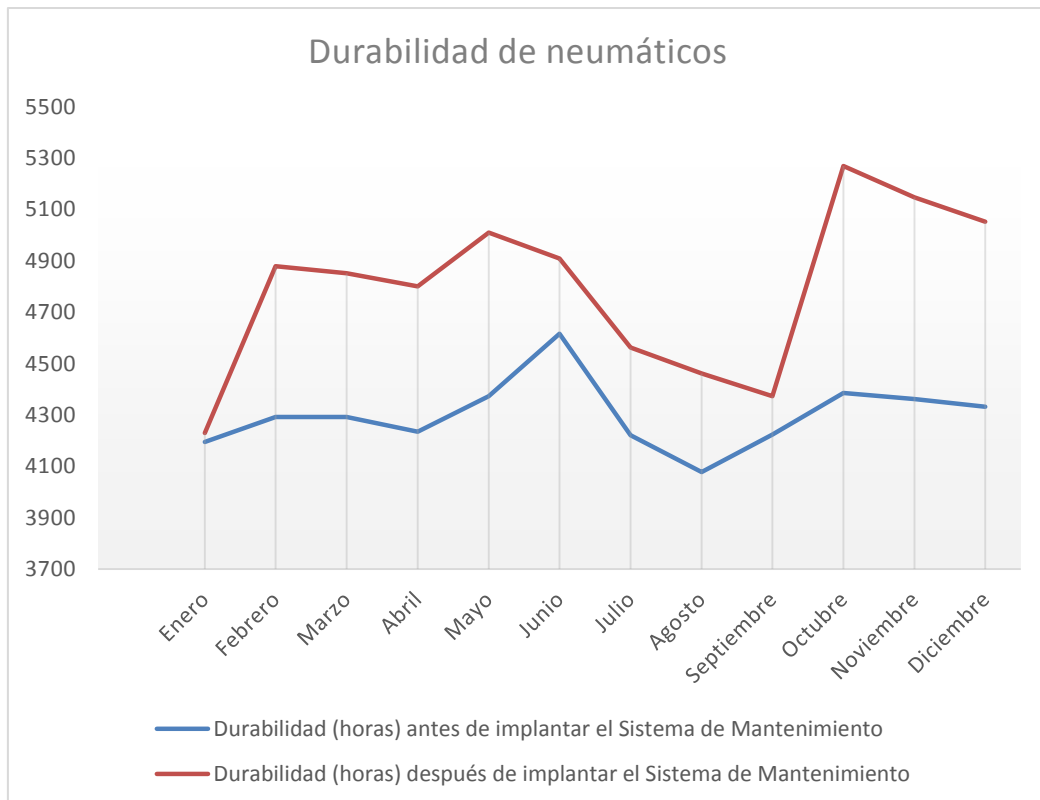


Gráfico 32 Durabilidad en horas rodadas del neumático antes y después de aplicar el sistema de mantenimiento
Fuente: Tabla 25

De la figura 32 podemos observar que la durabilidad de los neumáticos después de aplicar el Sistema de Mantenimiento es mayor, la unidad de medida es de horas rodadas

4.3 Soporte informático.

El soporte informático está centrado en facilitar el procesamiento de la información, cuenta de dos archivos, el primero archivo registra los reportes de movimiento, de remanente, permite realizar seguimiento a cada neumático, actualiza el estado de los mismos, ve la disponibilidad de inventario y genera sugerencia de programación, entre otros; el segundo archivo genera el informe de gestión del taller en cuanto a consumo de neumáticos nuevos, intervenciones, inventario activo, rendimiento y otros.

4.3.1 Características del archivo BD.

Hojas de registro para neumáticos, característica de neumático, y equipos.

	Nro. Interno	Serie.	Marca	Diseño	Comp.	Medida	OBSERVACIONES.
1	91883	0410MJ1000	Good Year.	RL-4H	2H	33.00R51	
1	92004	NLJ0196E6A	Michelin.	XDR	B4	33.00R51	
1	92005	NLJ0240E2A	Michelin.	XDR	B4	33.00R51	
1	92023	NLJ0206E6A	Michelin.	XDR	B4	33.00R51	
1	92037	OLJ0151L4A	Michelin.	XDR	B4	33.00R51	
1	92038	OLJ0150L5A	Michelin.	XDR2	B4	33.00R51	
1	92087	IVC0063V4Y	Michelin.	XDR2	B4	33.00R51	
1	92097	IVC0080V7Y	Michelin.	XDR2	B4	33.00R51	
1	92098	IVC0090V7Y	Michelin.	XDR2	B4	33.00R51	

Gráfico 33 Registro de neumático

Marca.	Abr. Marca.	Medida de Neumático	Diseño de Neumático	Compuesto.	Tipo	OTD mm
Bridgestone.	BS	23.5R25	VUT	L2 G2	L2 G2	35.5
Michelin.	MI	23.5R25	XHA2	L3	L3	36
Renova.	RE	23.5R25	RSDL	L4	L4	52
Bridgestone.	BS	29.5R25	VSDL	L5	L5	104
Michelin.	MI	29.5R25	XMINE D2	L5	L5	100
Bridgestone.	BS	33.00R51	VRDP	2A	E4	87
Bridgestone.	BS	33.00R51	VRPS	2A	E4	87
Good Year.	GY	33.00R51	RM-4A+	4SL	E4	88
Good Year.	GY	33.00R51	RL-4H	2H	E4	76

Gráfico 34 Registro característica de neumático

Modelo de Equipo.	Tipo de Eq.	Clasificación de Eq.	Equipo Shougang.	Equipo.	f (HL=f*HM)
EUCLID R-130	Muevetierras.	Equipo de acarreo.	004-263	E-263	0.50
EUCLID R-130	Muevetierras.	Equipo de regadío.	004-266	E-266	0.50
EUCLID R-130	Muevetierras.	Equipo de regadío.	004-272	E-272	0.50
CAT-785B	Muevetierras.	Equipo de acarreo.	004-300	C-300	0.55
CAT-785B	Muevetierras.	Equipo de acarreo.	004-301	C-301	0.55
CAT-785B	Muevetierras.	Equipo de acarreo.	004-302	C-302	0.55
CAT-785B	Muevetierras.	Equipo de acarreo.	004-303	C-303	0.55
CAT-785B	Muevetierras.	Equipo de acarreo.	004-304	C-304	0.55
CAT-785B	Muevetierras.	Equipo de acarreo.	004-305	C-305	0.55
CAT-785B	Muevetierras.	Equipo de acarreo.	004-306	C-306	0.55

Gráfico 35 Registro de cada equipo.

Hojas de registro para ingresar los reportes de movimiento de neumáticos, de esta hoja se actualiza el histórico de cada neumático.

Código de Cambio	Tipo de Mantto.	Equipo.	Horometro	Odometro.	Hubo - dometro.	Fecha Inicio	Hora Inicio	Fecha de termino	Hora Término
201909001	.	C-308	98,797.2	692217.8	.	01/09/2019	15:40	01/09/2019	16:50
201909001	.	C-308	98,797.2	692217.8	.	01/09/2019	15:40	01/09/2019	16:50
201909002	.	CF-413	655.3	.	.	01/09/2019	10:00	01/09/2019	17:45
201909002	.	CF-413	655.3	.	.	01/09/2019	10:00	01/09/2019	17:45
201909002	.	CF-413	655.3	.	.	01/09/2019	10:00	01/09/2019	17:45
201909002	.	CF-413	655.3	.	.	01/09/2019	10:00	01/09/2019	17:45
201909002	.	CF-413	655.3	.	.	01/09/2019	10:00	01/09/2019	17:45
201909002	.	CF-413	655.3	.	.	01/09/2019	10:00	01/09/2019	17:45

Gráfico 36 Registro de reportes de movimiento – parte 1

Pos.	Movimiento.	Nro. Interno	Serie.	Marca.	Diseño.	Tipo.	Medida.	PSI.	Rtd Ext.	Rtd Int.
1	Retiro.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	Ingreso.	92945	OLG1777L3A	Michelin.	XDR3	B4	33.00R51	94	87	88
1	Retiro.	60009	X5R000366	Firestone.	SRG DT	L4	58/85-57	108	83	87
2	Retiro.	60010	X5R000367	Firestone.	SRG DT	L4	58/85-57	110	78	85
3	Retiro.	110002	XIU003259	Firestone.	SRG DT	L4	58/85-57	85	34	28
4	Retiro.	60004R	X1K004006	Renova.	RSDL	L5	58/85-57	88	19	30
1	Ingreso.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	Ingreso.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Gráfico 37 Registro de reportes de movimiento – parte 2

Razón de cambio.	Parte fallada.	Disposición / Condición.	Horas Rodadas	Ubicación.	Observaciones.	Personal.
.	.	.	.	.	.	A. Cordero, G. Castañeda
.	.	.	.	Rodando	.	.
Taller Mecánica Pesado.	OverHaul.	Stock.	.	Taller.	.	A. Cordero, G. Castañeda
Taller Mecánica Pesado.	OverHaul.	Stock.	.	Taller.	.	N. Velazquez.
Taller Mecánica Pesado.	OverHaul.	Stock.	.	Taller.	.	.
Taller Mecánica Pesado.	OverHaul.	Stock.	.	Taller.	.	.
.
.

Gráfico 38 Registro de reportes de movimiento – parte 3.

Hoja de comprobación de remanente permite comprobar respecto a la lectura anterior si el remanente tomado es el correcto, **y hoja de registro de remanente,**

Comprobación de RTD camiones.

Max. (Días / RTD) para tomar el mismo RTD. 1 1 Max. desgaste: 5

Buscar: Ingreso. 15/09/2019 30/09/2019

Equipo.	Pos.	RTD Ordenado.		Anterior.		RTD Corregido.		Error Ext.	Error Int.	Fecha.	X	Fila. Mov.	RTD de Cambio.		Encontrar fila RTD.
		Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.						Ext.	Int.	
C-300	1	82	82	82	82	82	82			29/03/2019					22539
C-300	2	83	84	81	81	81	81			29/03/2019					22540
C-300	3	57	55	56	55	56	55			15/06/2019					22541
C-300	4	53	56	52	55	52	55			15/06/2019					22542
C-300	5	19	19	16	20	16	19			27/04/2019					22543
C-300	6	15	23	17	19	15	19			17/03/2019					22544

Gráfico 39 Hoja de comprobación de remanente

Fecha.	Equipo.	Pos.	RTD Ext.	RTD Int.
15/09/2019	C-300	1	82	82
15/09/2019	C-300	2	81	81
15/09/2019	C-300	3	56	55
15/09/2019	C-300	4	52	55
15/09/2019	C-300	5	16	20
15/09/2019	C-300	6	17	19
15/09/2019	C-301	1	74	79
15/09/2019	C-301	2	75	74
15/09/2019	C-301	3	51	51
15/09/2019	C-301	4	53	51

Gráfico 40 Registro de remanente.

Hoja de registro de horómetros, se comprueba que el horómetros no disminuyan o se registre de manera equivocada.

FECHA.	EQUIPO.	HOROMETRO.	Horometro anterior.	Diferencia de horas motor.	Horometro para comprobar el siguiente me
30/09/2019	C-300	65,404.7	65,010.1	394.6	65404.7
30/09/2019	C-301	98,533.7	98,165.7	368.0	98533.7
30/09/2019	C-302	96,585.9	96,264.7	321.2	96585.9
30/09/2019	C-303	99,355.1	99,264.4	90.7	99355.1
30/09/2019	C-304	93,034.3	92,627.0	407.3	93034.3
30/09/2019	C-305	98,756.0	98,437.5	318.5	98756.0
30/09/2019	C-306	98,343.1	98,343.0	0.1	98343.1
30/09/2019	C-307	93,627.4	93,199.6	427.8	93627.4

Gráfico 41 Registro de horómetros.

Hoja de consulta de historial de movimiento de neumáticos, la hoja muestra la característica del neumático, muestra todos los movimientos que se realizó con dicho neumático, calcula las horas rodadas u horas motor.

Historial del Neumático.												
Nro. Interno:	92759	Serie:	0415JCH48	OTD:	88	Hrs. Rodadas:	3325.1	Horómetro:		Fecha de actualización: RTD al 30 sep 2019, horómetro al 30 sep 2019		
Medida:	33.00R51	Good Year. - RM-4A+ - 4SL		RTD:	16/19	Hrs. Rod. Del.:	1351.7					
Fecha.	Equipo.	Mov.	Pos.	Razón de cambio.	Parte fallada.	Disposición / Condición.	Horometro	Rtd Ext.	Rtd Int.	Ubicación.	Código de Mov.	Observaciones.
19/09/2018	C-319	Retiro.	6	Pinchadura.	Banda de rodamiento.	Desecho.	42704.3	16	19	Taller.	201809022	Se consumió 01 O'ring.
06/07/2018	C-319	Ingreso.	6	.	.	Usado.	41639.4	31	27	Rodando.	201807008	
05/07/2018	K-504	Retiro.	6	Cambio.	.	Usado.	18666.8	26	31	Taller.	201807006	
01/03/2018	K-504	Ingreso.	6	.	.	Usado.	16982.7	41	40	Rodando.	201803001	
28/02/2018	K-503	Retiro.	3	Rotación.	.	Stock.	21366.0	40	41	Taller.	201802038	Se consumió 02 O'ring, TL, LZ.
28/12/2017	K-503	Ingreso.	3	.	.	Usado.	20547.0	56	55	Rodando.	201712020	
23/12/2017	C-304	Retiro.	1	Emparejamiento.	.	Stock.	86345.0	55	56	Taller.	201712018	Se consumió un 2 O'ring, LZ, TL.
24/10/2017	C-304	Ingreso.	1	.	.	Usado.	85498.0	70	64	Rodando.	201710021	
24/10/2017	C-304	Retiro.	1	Desgaste irregular.	Banda de rodamiento.	Stock.	85498	64	70	Taller.	201710021	
03/07/2017	C-304	Ingreso.	1	.	.	Usado.	84420.7	82	78	Rodando.	201707002	

Gráfico 42 Historial de movimiento de neumáticos

Hoja de consulta de movimiento en equipo, la hoja muestra todos los trabajos que se realizó de cambio de neumáticos en el equipo seleccionado.

Movimiento en Equipo.										
Equipo:	C-318	Tipo:	Muevetierras.	Horómetro:	49646.70					
Modelo:	CAT-785C	Clasificación:	Equipo de acarreo.							
Fecha.	Mov.	Pos.	Nro. Interno.	Razón de cambio.	Parte fallada.	Disposición / Condición.	Horometro	Personal.	Observaciones.	Código de Cambio.
19/09/2019	Retiro.	3	92883	Emparejamiento.	.	.	.	.	.	.
		4	92886	Emparejamiento.	.	.	.	.	.	.
	Ingreso.	3	92829	.	.	Usado.	49529.4		Se cambio cañería en posición 3 nueva.	201909018
		4	92854	.	.	Usado.	49529.4			201909018
12/08/2019	Retiro.	3	92807	Rotación.	.	Stock.	48940.4	A. Cordero, N. Velásquez.	Se consumió 03 O'ring, 01 pitón metálico, 01 portaválvula, 01 válvula, TL, LZ.	201908011
		4	92820	Rotación.	.	Stock.	48940.4			201908011
		5	92786	Rotación.	.	Stock.	48940.4			201908011
		6	92808	Rotación.	.	Stock.	48940.4			201908011

Gráfico 43 Historial de movimiento de equipos

Hoja de consulta de neumáticos según disposición.

Disposición de Neumáticos.						
RTD Prom.	Nro. Interno.	Serie.	RTD Ext.	RTD Int.	Fecha.	
17.5	92778	B6U000296	16	19	18/08/2019	
29.5	92809	B7Y000592	26	33	06/10/2019	
31	92808	B7A000389	30	32	06/10/2019	
82	92860	B8E000479	81	83	27/07/2018	
78	92723	0415JCN94	78	78	31/12/2018	
14	92771	HLM0122E0A	13	15	03/10/2019	
36	92739	MLS0178G0B	37	35	19/08/2019	

Gráfico 44 Disposición de neumáticos

Hoja de neumáticos rodando, actualiza que neumáticos se encuentran en el equipo

NEUMÁTICOS 33.00R51 RODANDO														30/09/2019
Equipo.	Pos.	Nro. Interno.	Serie.	RTD Ext.	RTD Int.	RTD Prom.	Marca.	Medida.	Diseño.	Tipo.	OTD.	Horometro.	Horas Rodadas.	% de Desgaste.
C-300	1	92910	GLG1096L4A	82	82	82	Michelin.	33.00R51	XDR3	B4	94	65404.7	1397.8	13%
C-300	2	92907	GLG1001L9A	81	81	81	Michelin.	33.00R51	XDR3	B4	94		1397.8	14%
C-300	3	92872	BVU0080A8A	56	55	56	Michelin.	33.00R51	XDR2	B4	94		2416.1	41%
C-300	4	92874	BVU0085A3A	52	55	54	Michelin.	33.00R51	XDR2	B4	94		2416.1	43%
C-300	5	92768	0116JCV17	16	19	18	Good Year.	33.00R51	RM-4A+	4SL	88		4192.9	80%
C-300	6	92756	0415JCH45	15	19	17	Good Year.	33.00R51	RM-4A+	4SL	88		4192.9	81%
C-301	1	92903	TLT0815L5A	74	77	76	Michelin.	33.00R51	XDR3	B4	94	98533.7	1706.2	20%
C-301	2	92904	TLT0817L3A	75	74	75	Michelin.	33.00R51	XDR3	B4	94		1706.2	21%
C-301	3	92885	YVU0437A1A	51	50	51	Michelin.	33.00R51	XDR2	B4	94		2322.7	46%
C-301	4	92878	BVU0023A5A	50	51	51	Michelin.	33.00R51	XDR2	B4	94		3132.5	46%
C-301	5	92670	HLS0541G3B	18	17	18	Michelin.	33.00R51	XDR2	B4	94		4769.5	81%

Gráfico 45 Neumáticos rodando.

Hoja de sugerencia de programación.

Se ingresa todos los criterios de rotación y cambio de neumáticos.

Política de Mantto.						
Dimensión.	Marca.	Diseño.	OTD (mm)	RTD (mm)	Descripción.	%
33.00R51	Bridgestone.	VRDP	87	62	Rotación de pos. 1 y 2 a 3 y 4.	71%
33.00R51	Bridgestone.	VRDP		35	Rotación de pos. 3 y 4 a 5 y 6.	40%
33.00R51	Bridgestone.	VRPS	87	62	Rotación de pos. 1 y 2 a 3 y 4.	71%
33.00R51	Bridgestone.	VRPS		35	Rotación de pos. 3 y 4 a 5 y 6.	40%
33.00R51	Michelin.	XDR2	94	63	Rotación de pos. 1 y 2 a 3 y 4.	67%
33.00R51	Michelin.	XDR2		32	Rotación de pos. 3 y 4 a 5 y 6.	34%
33.00R51	Michelin.	XDR3	94	63	Rotación de pos. 1 y 2 a 3 y 4.	67%
33.00R51	Michelin.	XDR3		32	Rotación de pos. 3 y 4 a 5 y 6.	34%
				5	Volteo	
				9	Emparejamiento.	

Gráfico 46 Política de Mantenimiento

Muestra sugerencia de trabajos a realizar con los neumáticos.

Sugerencia de programación - Acarreo												
Eq.	Pos.	Marca.	Diseño.	Fecha de Mov.	Ext.	Int.	Rtd Prom.	Dif. Rtd.	Rotar.	Volteo.	Empareja	Observaciones.
C-317	2	Mi	XDR3	01/06/19	86	91	89	5		¿Volteo.?		
C-317	3	Br	VRDP	01/06/19	45	47	46	2				
C-317	4	Br	VRDP	01/06/19	43	45	44	2				
C-317	5	Br	VRDP	01/06/19	15	18	17	3				
C-317	6	Br	VRDP	01/06/19	10	16	13	6		Volteo.		
C-318	1	Mi	XDR3	03/05/19	85	79	82	-6		¿Volteo.?		
C-318	2	Mi	XDR3	03/05/19	83	84	84	1				
C-318	3	Br	VRPS	19/09/19	51	53	52	2				
C-318	4	Br	VRDP	19/09/19	46	45	46	-1				CBR/TC 92820
C-318	5	Br	VRDP	12/08/19	27	30	29	3				
C-318	6	Br	VRDP	12/08/19	32	32	32	0				
C-319	1	Mi	XDR3	08/07/19	89	86	88	-3				
C-319	2	Mi	XDR3	08/07/19	89	89	89	0				
C-319	3	Mi	XDR2	28/09/19	64	62	63	2			Empareja	
C-319	4	Mi	XDR2	28/09/19	54	50	52	-4			Empareja	

Gráfico 47 Sugerencia de programación

4.3.2 Características del archivo Informe de gestión.

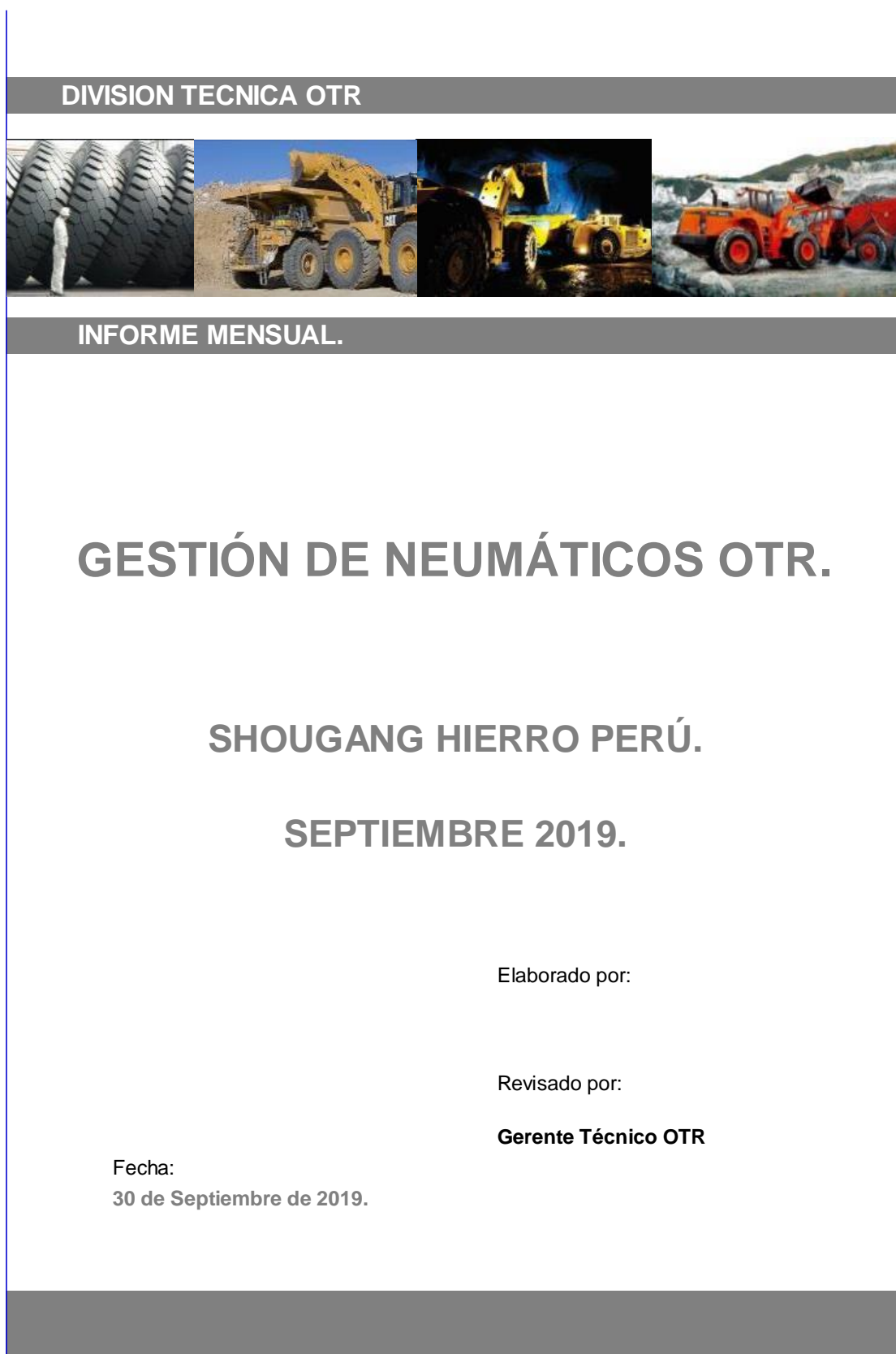


Gráfico 48 Carátula del informe.

I. Resumen.

1.1. INTERVENCIONES A EQUIPOS Y NEUMÁTICOS EN EL MES DE SEPTIEMBRE.

Tipo de Equipo.	Q. de Intervenciones a Equipos.	Q. de Intervenciones a Neumáticos.
EQUIPO DE ACARREO.		
KOM HD1500	2	3
CAT-785C	10	19
CAT-785B	12	26
EQUIPO DE CARGUÍO.		
KOM WA1200	1	4
CAT-992K	2	3
EQUIPO AUXILIAR.		
CAT-16M	2	3
FAB. CHINA.	2	2

1.2. CONSUMO DE NEUMÁTICOS NUEVOS EN EL MES DE SEPTIEMBRE.

Tipo de Equipo	Marca.	Diseño.	Cantidad.
33.00R51	Bridgestone.	VRPS	4
	Luan.	HA-162	2

1.3. NEUMÁTICOS DISPUESTO AL DESECHO EN EL MES DE SEPTIEMBRE.

Medida.	Marca.	Diseño.	Cantidad.
33.00R51	Bridgestone.	VRDP	2
	Good Year.	RM-4A+	1
	Michelin.	XDR2	4
	Luan.	HA-710	1

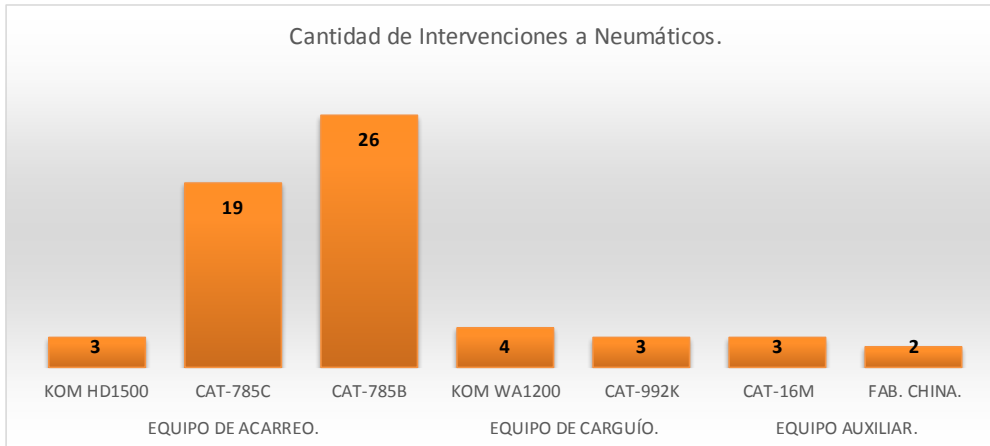
1.4. RENDIMIENTO DE NEUMÁTICOS EN EL MES DE SEPTIEMBRE.

Tipo de Equipo	Marca.	Diseño.	Cantidad.	Rendimiento Promedio.
33.00R51				
Desgaste final.	Bridgestone.	VRDP	2	5463.00
	Michelin.	XDR2	1	5541.00
Otros factores.	Good Year.	RM-4A+	1	3188.00
	Michelin.	XDR2	3	3888.67
	Luan.	HA-710	1	3902.0

Gráfico 49 Resumen del Informe

II. Movimiento de Neumáticos.

2.1. INTERVENCIONES A NEUMÁTICOS EN EL MES DE SEPTIEMBRE.



2.2. INTERVENCIONES POR TIPO DE MANTENIMIENTO EN EL MES DE SEPTIEMBRE.



2.3. INTERVENCIONES POR RAZÓN DE MOVIMIENTO EN POSICIONES DELANTERAS EN EL MES DE SEPTIEMBRE.

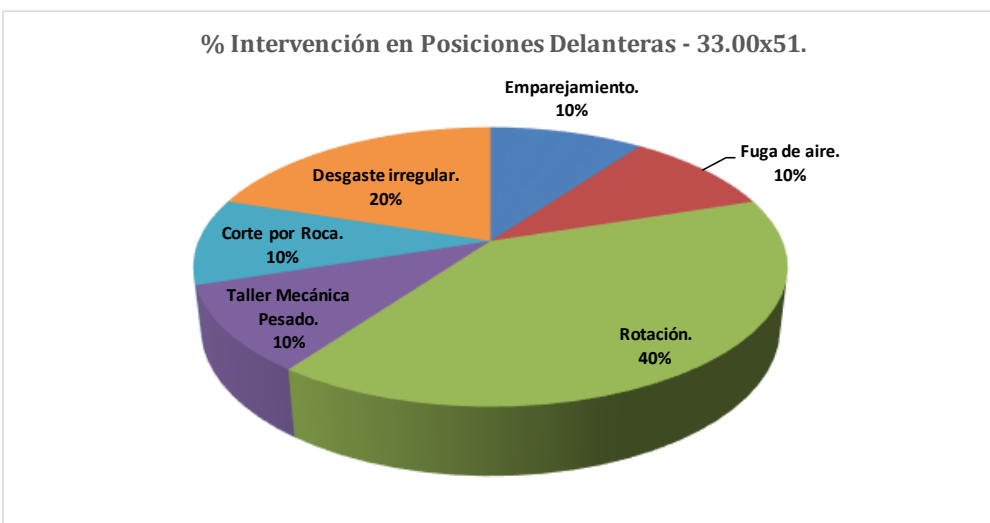
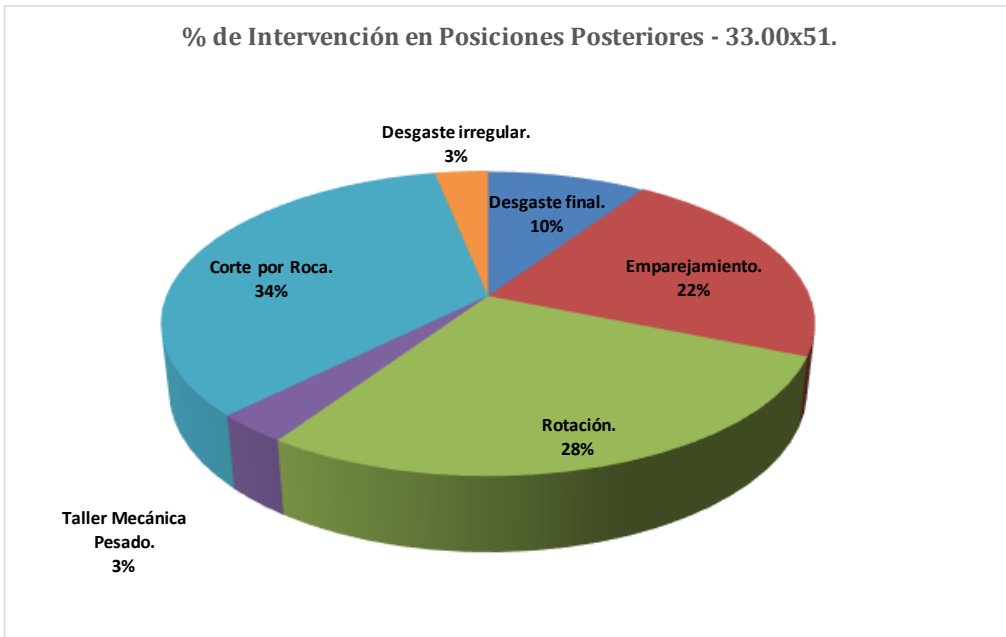


Gráfico 50 Movimiento de neumáticos – parte 1

II. Movimiento de Neumáticos.

2.4. INTERVENCIONES POR RAZÓN DE MOVIMIENTO EN POSICIONES POSTERIORES EN EL MES DE SEPTIEM



2.5. SEGUIMIENTO DE NEUMÁTICOS EN SERVICIO QUE PRESENTAN CORTE EN EL MES DE SEPTIEMBRE.

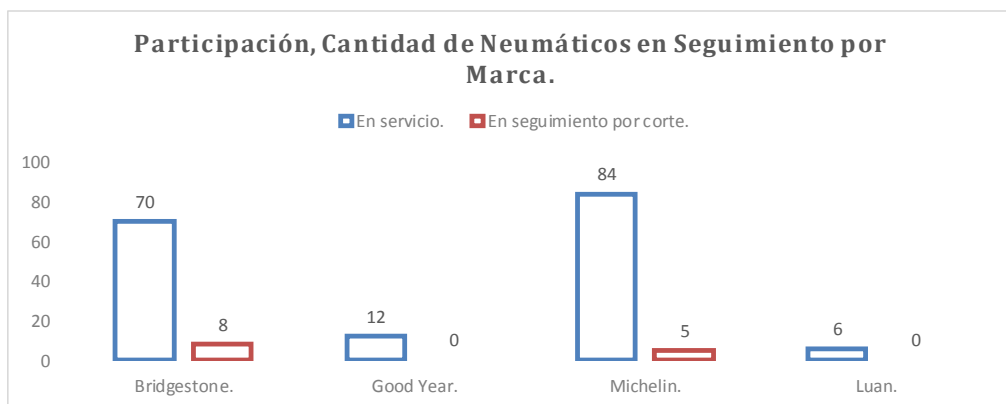
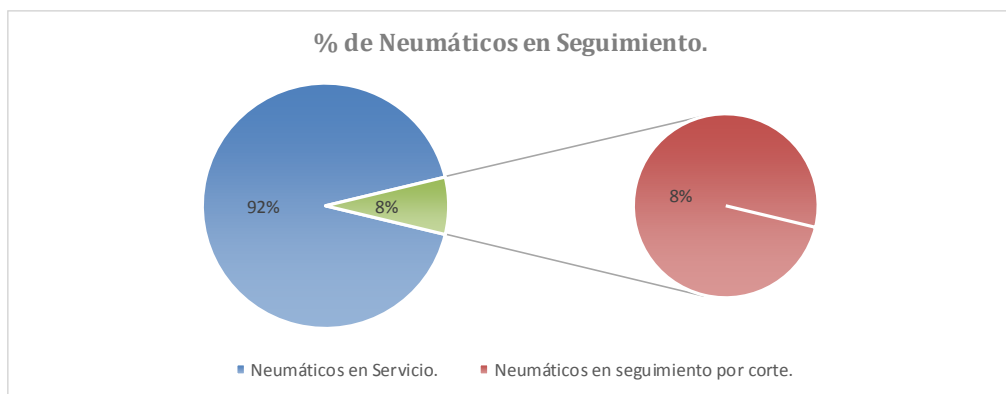


Gráfico 51 Movimiento de neumáticos – parte 2

III. CONSUMO DE NEUMÁTICOS.

3.1. DETALLE DE NEUMÁTICOS NUEVOS CONSUMIDOS EN EL MES DE SEPTIEMBRE.

Medida	Marca.	Nro. Interno.	Serie.	Diseño.	Tipo.	Fecha de Instalación.	Equipo.	Horometro	Pos.	OTD (mm).
33.00R51	Bridgestone.	92958	S9Y000101	VRPS	2A	12/09/2019	C-307	98392.3	1	87
		92959	S9Y000237	VRPS	2A	12/09/2019	C-307	98392.3	2	87
		92960	S9Y000093	VRPS	2A	20/09/2019	K-501	31128.5	1	87
		92961	S9Y000100	VRPS	2A	20/09/2019	K-501	31128.5	2	87
	Luan.	92933	SKL20B90761	HA-162	C1	26/09/2019	C-313	69324	1	95
		92934	SKL21A40763	HA-162	C1	26/09/2019	C-313	69324	2	95

3.2. CANTIDAD DE NEUMÁTICOS NUEVOS CONSUMIDOS AL MES DE SEPTIEMBRE.

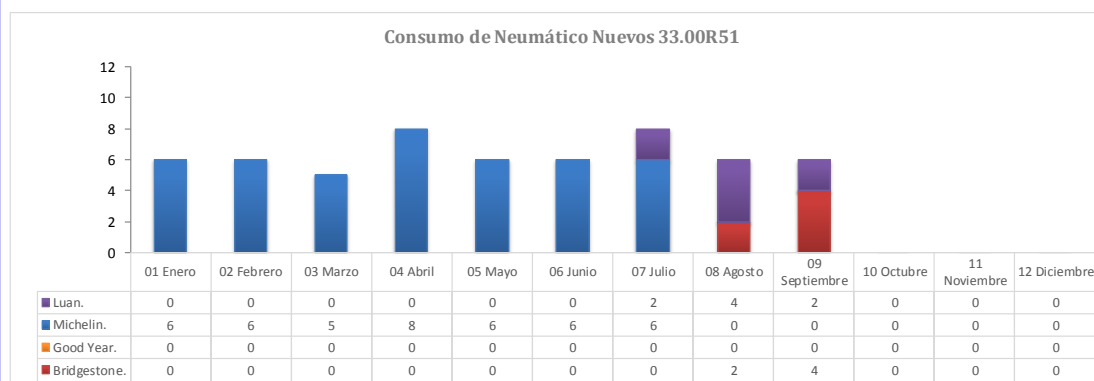


Gráfico 52 Consumo de neumáticos

IV. NEUMÁTICOS DESECHADOS.

4.1. DETALLE DE NEUMÁTICOS DESECHADOS EN EL MES DE SEPTIEMBRE.

Nro. Interno	Serie	Marca	Diseño	Tipo	Fecha Retiro	Razón de cambio	Parte fallada	Equipo	Pos.	Rtd Ext.	Rtd Int.	Horas Rodadas
33.00R51												
Desgaste final.												
92684	B6Y000151	Bridgestone.	VRDP	2A	28/09/2019	Desgaste final.	Banda de rodamiento.	C-319	6	13	15	5463.0
92683	B6Y000158	Bridgestone.	VRDP	2A	28/09/2019	Desgaste final.	Banda de rodamiento.	C-319	5	11	9	5463.0
92735	HLS0552G2B	Michelin.	XDR2	B4	05/09/2019	Desgaste final.	Banda de rodamiento.	C-304	5	10	13	5541.0
Otros factores.												
92628	1014JCL44	Good Year.	RM-4A+	4SL	07/09/2019	Corte por Roca.	Banda de rodamiento.	C-319	6	21	21	3188.0
92660	NLS0360G4B	Michelin.	XDR2	B4	19/09/2019	Corte por Roca.	Banda de rodamiento.	C-320	5	13	13	3720.0
92673	HLS0543G1B	Michelin.	XDR2	B4	02/09/2019	Corte por Roca.	Banda de rodamiento.	C-310	6	31	28	3769.0
92280	SLP0410V9Y	Michelin.	XDR2	B4	20/09/2019	Corte por Roca.	Pared lateral/Flanco.	C-301	6	24	23	4177.0
92834	SJK11A50003	Luan.	HA-710	S1	26/09/2019	Corte por Roca.	Banda de rodamiento.	C-302	5	25	28	3902.0

Gráfico 53 Neumáticos desechados parte 1.

IV. NEUMÁTICOS DESECHADOS.

4.2. NEUMÁTICOS DESECHADOS POR RAZÓN DE RETIRO EN EL MES DE SEPTIEMBRE.

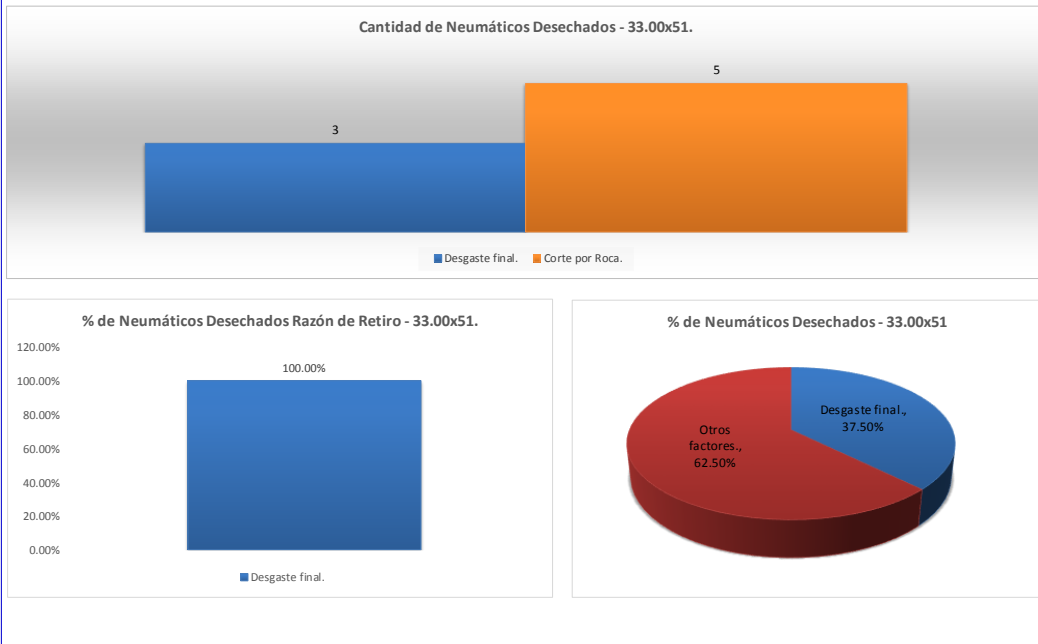


Gráfico 54 Neumáticos desechados parte 2.

IV. NEUMÁTICOS DESECHADOS.

4.3. NEUMÁTICOS DESECHADOS POR RAZÓN DE RETIRO DURANTE EL AÑO 2019.

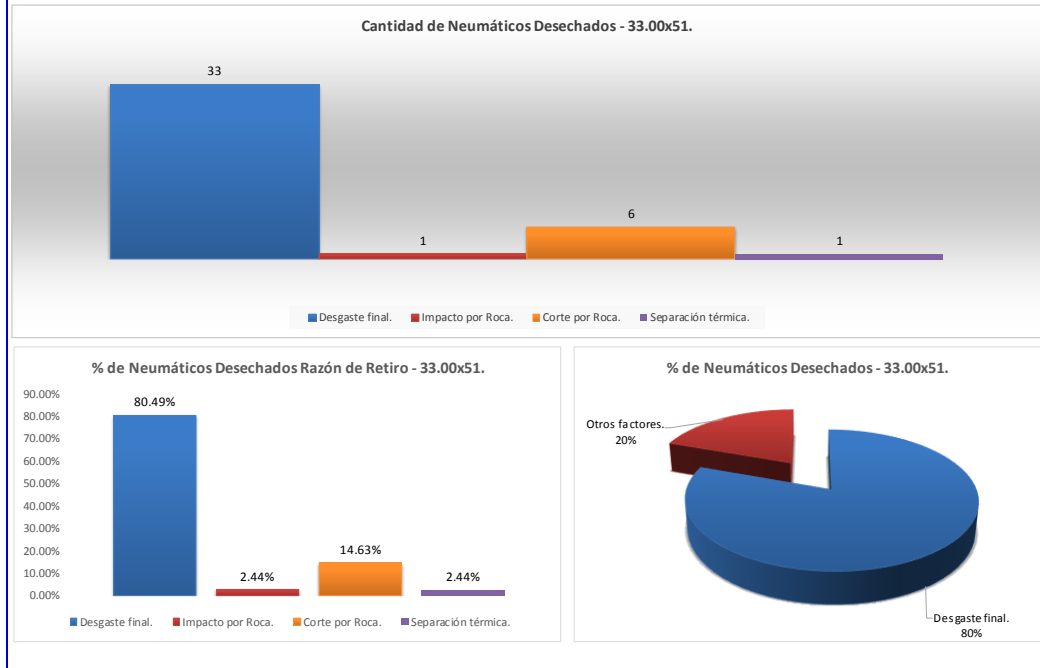


Gráfico 55 Neumáticos desechados parte 3



4.4. CANTIDAD DE NEUMÁTICOS DESECHADOS DURANTE EL 2019.

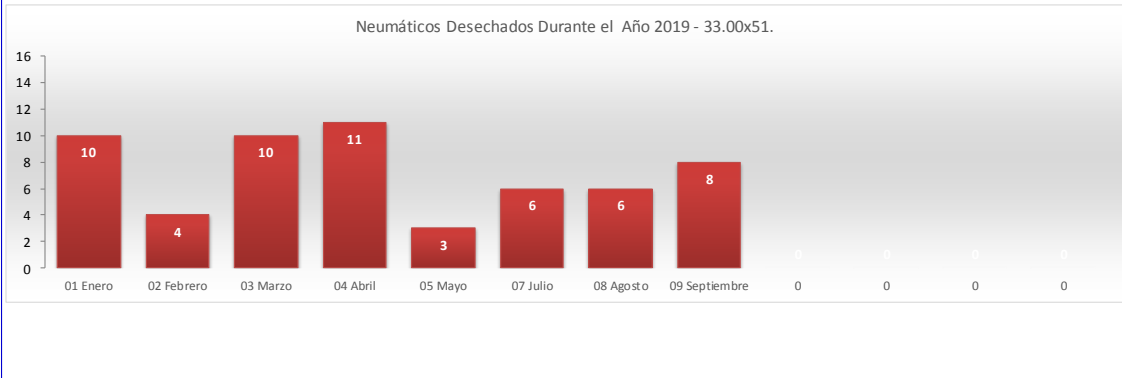


Gráfico 56 Neumáticos desechados parte 4

V. RENDIMIENTO DE NEUMÁTICOS.

5.1. RENDIMIENTO PROMEDIO DE NEUMÁTICOS 2015 VS 2016 VS 2017 VS 2018 VS 2019.

El rendimiento de neumáticos está establecidos en horas rodadas, el gráfico de rendimiento general incluye neumáticos dispuestos al desecho por todos los motivos como desgaste final, corte de roca, impacto, pinchadura y otros daños.

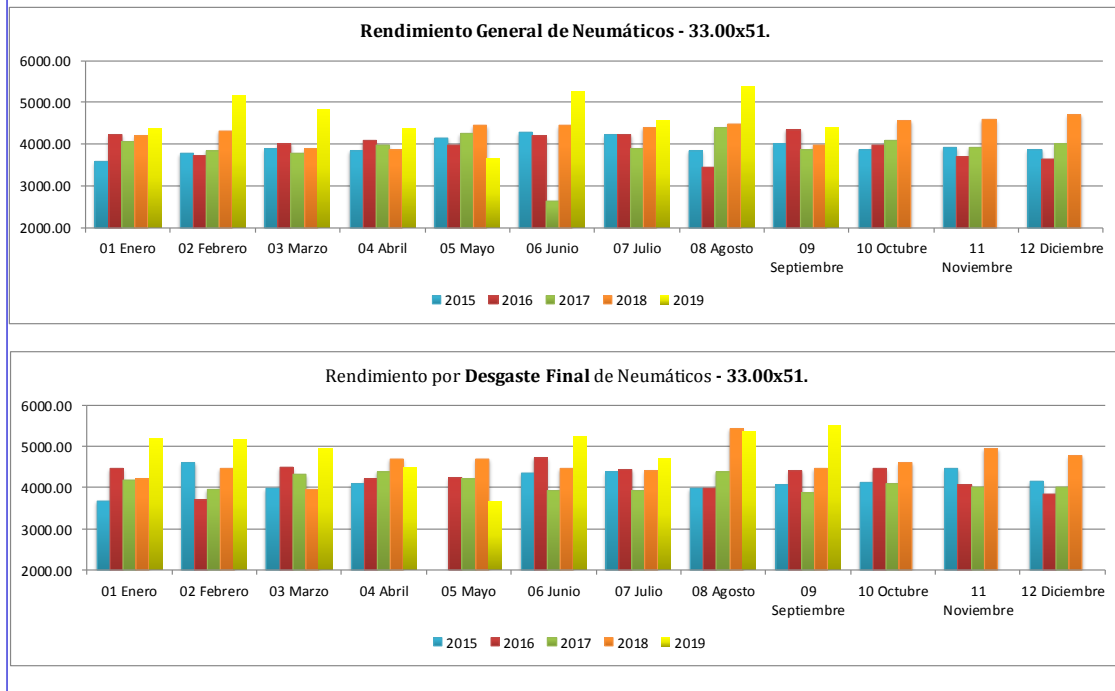


Gráfico 57 Rendimiento de neumáticos parte 1

V. RENDIMIENTO DE NEUMÁTICOS.

5.2. RENDIMIENTO PROMEDIO POR MARCA DE NEUMÁTICOS 33.00R51 EN EL 2019.

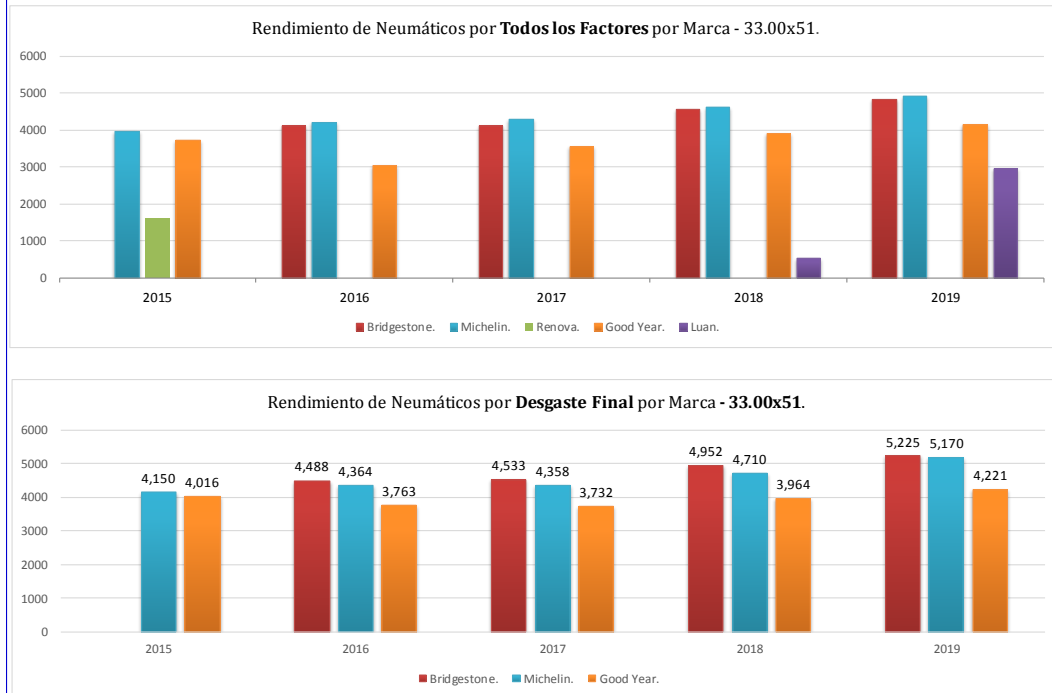


Gráfico 58 Rendimiento de neumáticos parte 2.

V. RENDIMIENTO DE NEUMÁTICOS.

5.3. RENDIMIENTO DE NEUMÁTICOS POR RAZÓN DE BAJA.

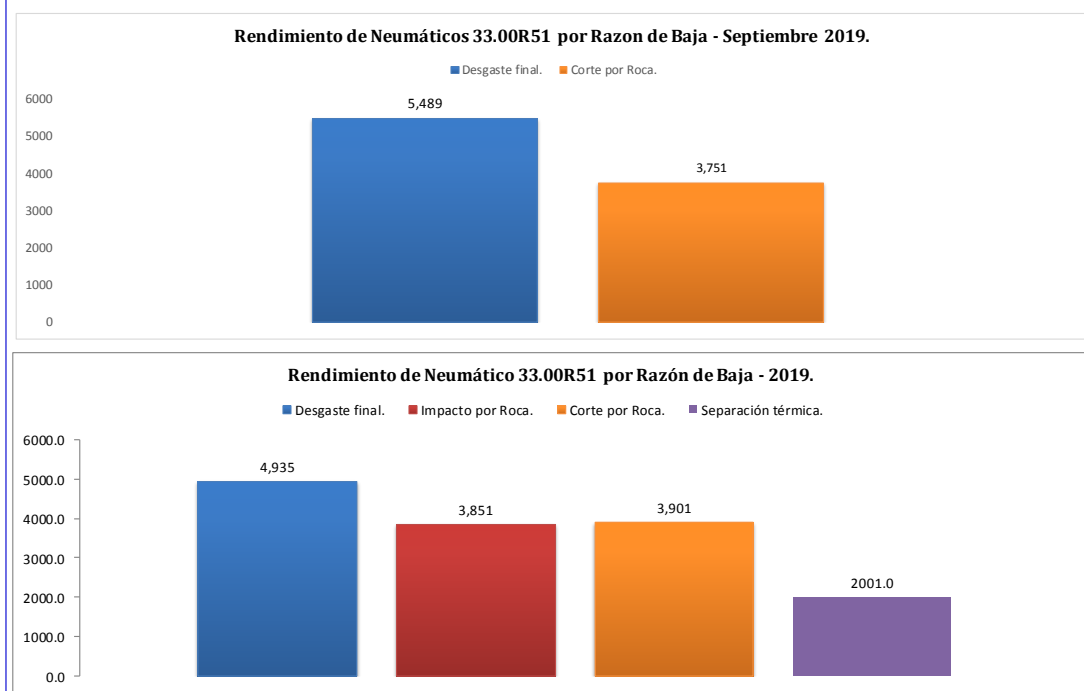


Gráfico 59 Rendimiento de neumáticos parte 3

REGISTRO DE MOVIMIENTOS DE NEUMÁTICOS OTR.

Equipo	Horometro	Pos.	NEUMÁTICOS RETIRADOS.					NEUMÁTICOS INSTALADOS.						Hrs. de Trabajo.	
			Nro. Interno.	Serie.	RTD Prom.	Razón de cambio.	Parte fallada.	Disposición.	Nro. Interno.	Serie.	RTD Prom.	Condición.	Fecha Inicio.		Fecha Termina.
EQUIPO DE ACARREO.															
C-301	98230.0	3	92854	88E000519	45.5	Rotación.	.	Stock.	92885	YVU0437A1A	51.5	Usado.	06/09/2019 21:30	07/09/2019 01:30	4.00
		4	92853	88E000518	44.5	Corte por Roca.	Banda de rodamiento.	Reparación.	92878	BVU0023A5A	52.5	Usado.	06/09/2019 21:30	07/09/2019 01:30	
		5	92683	86V000158	10	Rotación.	.	Stock.	92670	HLS0541G3B	21.5	Usado.	06/09/2019 21:30	07/09/2019 01:30	
98440.0	96548.5	6	92684	86V000151	16	Rotación.	.	Stock.	92280	SLP0410V9Y	25	Usado.	06/09/2019 21:30	07/09/2019 01:30	1.17
		6	92280	SLP0410V9Y	23.5	Corte por Roca.	Pared lateral/Flanco.	Desecho.	92637	0715/CS00	23	Usado.	20/09/2019 17:15	20/09/2019 18:25	
		6	92834	SK11A60003	26.5	Corte por Roca.	Banda de rodamiento.	Desecho.	92781	B6U000364	24	Usado.	26/09/2019 13:10	26/09/2019 15:50	
C-302	92698.0	5	92735	SK13A50007	11.5	Desgaste final.	.	Stock.	92780	B6U000810	25.5	Usado.	26/09/2019 13:10	26/09/2019 15:50	5.00
		6	92735	HLS0552G2B	11.5	Emparejamiento.	Banda de rodamiento.	Desecho.	92767	0116/CV02	17	Usado.	05/09/2019 09:30	05/09/2019 14:30	
		6	92670	HLS0541G3B	21.5	Emparejamiento.	.	Stock.	92758	0715/CW82	20.5	Usado.	05/09/2019 09:30	05/09/2019 14:30	
C-305	98540.1	3	92824	87B000172	53.5	Pesado.	.	Stock.	92824	87B000172	53.5	Usado.	09/09/2019 10:30	09/09/2019 14:10	3.67
		4	92740	B6L000050	48.5	Desgaste irregular.	Banda de rodamiento.	Stock.	92740	B6L000050	48.5	Usado.	09/09/2019 10:30	09/09/2019 14:10	
		3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
98540.0	98570.2	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.00
		4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		3	92824	87B000172	53.5	Reajuste de tuercas.	.	Stock.	92824	87B000172	53.5	Usado.	11/09/2019 17:00		11/09/2019 18:30
98712.3	98392.3	4	92740	B6L000050	48	Reajuste de tuercas posición interior Pos. 4.	.	Stock.	92740	B6L000050	48	Usado.	11/09/2019 17:00	11/09/2019 18:30	1.25
		1	92943	OLG1774L6A	84	Desgaste irregular.	Banda de rodamiento.	Stock.	92943	OLG1774L6A	84	Usado.	20/09/2019 22:30	20/09/2019 23:45	
		1	92880	YVU0443A5A	64.5	Rotación.	.	Stock.	92958	S9Y000101	87	Nuevo.	12/09/2019 08:00	12/09/2019 15:10	
C-307	98392.3	2	92890	YVU0438A0A	63.5	Rotación.	.	Stock.	92959	S9Y000237	87	Nuevo.	12/09/2019 08:00	12/09/2019 15:10	7.17
		3	92827	87B000174	53.5	Corte por Roca.	.	Reparación.	92881	YVU0440A8A	74	Reparado.	12/09/2019 08:00	12/09/2019 15:10	
		4	92846	87K000582	52	Corte por Roca.	.	Reparación.	92882	YVU0471A7A	74	Reparado.	12/09/2019 08:00	12/09/2019 15:10	
C-308	98797.2	1	92946	OLG1769L1A	87	Usado.	05/09/2019 14:47	05/09/2019 16:50	2.05
		2	92946	OLG1769L1A	87	Fuga de aire.	O'ring.	Stock.	92945	OLG1777L3A	87.5	.	01/09/2019 15:40	01/09/2019 16:50	
		2	92946	OLG1769L1A	87	Fuga de aire.	O'ring.	Stock.	92945	OLG1777L3A	87.5	.	01/09/2019 15:40	01/09/2019 16:50	
C-309	101847.0	3	92803	87Y000569	39	Rotación.	.	Stock.	92900	MTL0354L6A	63.5	Usado.	21/09/2019 08:30	21/09/2019 11:30	3.00
		4	92745	B6U000079	34	Rotación.	.	Stock.	92899	MLT0352L8A	63	Usado.	21/09/2019 08:30	21/09/2019 11:30	
		5	92781	B6U000364	24	Rotación.	.	Stock.	92745	B6U000079	34	Usado.	21/09/2019 08:30	21/09/2019 11:30	
C-310	71890.4	6	92780	B6M000810	25.5	Rotación.	.	Stock.	92803	87Y000569	39	Usado.	21/09/2019 08:30	21/09/2019 11:30	2.08
		5	92280	SLP0410V9Y	25	Emparejamiento.	Banda de rodamiento.	Desecho.	92855	B8E000520	46	Usado.	02/09/2019 14:40	02/09/2019 16:45	
		6	92673	HLS043G1B	29.5	Corte por Roca.	Banda de rodamiento.	Desecho.	92833	S7B002095	46.5	Usado.	02/09/2019 14:40	02/09/2019 16:45	
C-312	69014.0	3	92831	S7B001895	58.5	Corte por Roca.	Pared lateral/Flanco.	Reparación.	92880	YVU0443A5A	64.5	Usado.	13/09/2019 08:00	13/09/2019 11:50	3.83
		4	92829	S7B001713	53.5	Emparejamiento.	.	Stock.	92890	YVU0438A0A	63.5	Usado.	13/09/2019 08:00	13/09/2019 11:50	
		3	92923	SKL19A40758	87.5	Corte por Roca.	Banda de rodamiento.	Reparación.	92933	SKL20B90761	95	Nuevo.	26/09/2019 08:30	26/09/2019 12:20	
C-313	69324.0	2	92924	SKL19A40758	87.5	Emparejamiento.	.	Stock.	92934	SKL21A40763	95	Nuevo.	26/09/2019 08:30	26/09/2019 12:20	3.83
		4	92785	B6U000892	38.5	Corte por Roca.	Banda de rodamiento.	Reparación.	92801	87Y000624	40.5	Reparado.	26/09/2019 08:30	26/09/2019 12:20	
		3	92883	YVU0436A2A	63	Emparejamiento.	.	Stock.	92829	S7B001713	53.5	Usado.	19/09/2019 10:40	19/09/2019 12:30	
C-318	49529.4	4	92886	YVU0410A8A	52	Emparejamiento.	.	Stock.	92854	B8E000519	45.5	Usado.	19/09/2019 10:40	19/09/2019 12:30	1.83
		5	92637	0715/CS00	23	Emparejamiento.	.	Stock.	92683	B6Y000158	10	Usado.	07/09/2019 14:50	07/09/2019 17:30	
		6	92628	1014JCL44	21	Corte por Roca.	Banda de rodamiento.	Desecho.	92684	B6Y000151	16	Usado.	07/09/2019 14:50	07/09/2019 17:30	
C-319	47764.5	3	92721	0415/CH47	45.5	Rotación.	.	Stock.	92883	YVU0436A2A	63	Usado.	28/09/2019 14:55	28/09/2019 18:05	2.67
		4	92720	1014JCL08	41	Rotación.	.	Stock.	92886	YVU0410A8A	52	Usado.	28/09/2019 14:55	28/09/2019 18:05	
		5	92683	B6H00158	10	Desgaste final.	Banda de rodamiento.	Desecho.	92720	1014JCL08	31	Usado.	28/09/2019 14:55	28/09/2019 18:05	
48062.5	47764.5	6	92684	B6Y000151	14	Desgaste final.	Banda de rodamiento.	Desecho.	92721	0415/CH47	45.5	Usado.	28/09/2019 14:55	28/09/2019 18:05	3.17

Gráfico 60 Registro de movimiento de neumáticos OTR.

V. CONTRASTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

5.1 Contrastación de Hipótesis.

Para el estudio se utilizará la prueba t-student para determinar si las medias de la durabilidad muestran diferencia significativa.

5.1.1 Redacción de la hipótesis.

Hipótesis de investigador:

El promedio de la durabilidad de los neumáticos antes de aplicar el sistema de mantenimiento, es menor que el promedio de durabilidad de los neumáticos después de aplicar el sistema de mantenimiento.

Hipótesis alterna.

H1: Existe una diferencia significativa entre la media de durabilidad de los neumáticos antes y después de aplicar el sistema de mantenimiento.

Hipótesis nula

Ho: No existe una diferencia significativa entre la media de durabilidad de los neumáticos antes y después de aplicar el sistema de mantenimiento.

5.1.2 Determinar α .

El nivel de significancia (o grado de error) es: $\alpha = 5 \% = 0.05$

5.1.3 Prueba de normalidad.

Prueba de Chapiro Wilk, cuando la muestra es menor a 30.

P-valor $\Rightarrow \alpha$, los datos proviene de una distribución normal, acepta

Ho

P-valor $< \alpha$, los datos no proviene de una distribución normal, acepta

H1

SGN = Sistema de gestión de neumáticos.

P-valor de durabilidad antes SGN = 0.803 > 0.05

P-valor de durabilidad después SGN = 0.915 > 0.05

Se concluye que la variable durabilidad en ambos grupo se comporta normalmente.

5.1.4 Igualdad de varianza.

Prueba de Levene,

P-valor => α , las varianzas son iguales, acepta Ho

P-valor < α , existe diferencia significativa entre varianzas, acepta H1

P-valor = 0.052 > 0.05

Se concluye que la varianzas de durabilidad son iguales.

5.1.5 Decisión estadística: Prueba t-student, valor de prueba o significancia.

Si la probabilidad obtenida P – valor > α , se acepta Ho

Si la probabilidad obtenida P – valor <= α , se acepta H1

Tabla 27 Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	Antes	Después
<i>Media</i>	4317.6517	5020.9850
<i>Varianza</i>	18120.95232	65885.32375
<i>Observaciones</i>	12	12
<i>P - valor</i>	0.000257	

P-valor = 0.000257 < 0.05

Se acepta la hipótesis es alternativa y se concluye que **existe diferencia significativa entre la media de durabilidad de los neumáticos antes de aplicar el sistema de mantenimiento y la media después de aplicar el sistema de mantenimiento.**

5.2 **Discusión de resultados.**

Ricardo Ovalle Salinas, en el año (2015), en la tesis titulada **Factores que afectan la vida útil de los neumáticos fuera de carretera**, concluyó que existen dos grandes grupos de factores que inciden en la vida útil de los neumáticos, como son los factores propios de los neumáticos y los factores operacionales. El investigador concluye que los factores operacionales como el ambiente de trabajo donde operara el neumático, es decir; clima, vías, equipos, operadores, carga, velocidades, etc. también condicionado a las exigencias productivas y desarrollos operacionales de la faena, y lo más importante al factor humano, son los factores principales que afectan la vida útil de los neumáticos. Coincidimos con el investigador, por lo que podemos también mencionar que son los factores operacionales a tener en cuenta en la durabilidad de los neumáticos.

César Homero Paredes Sánchez (2008) en la tesis titulado **Eficiencia en tiempo de vida de neumáticos con relación a rotación de posiciones uno y dos en volquetes Komatsu 930 E-3**; concluye que rotar los neumáticos a las 1800 horas promedio de la posición delantera obtenemos el 10.75% de incremento en la vida de los neumáticos con relación a rotar los neumáticos a 1550 horas promedio. También coincidimos con el investigador, ya que el Sistema de Mantenimiento tuvimos en cuenta la rotación de los neumáticos y en parte se demuestra que existe un incremento en la durabilidad de los neumáticos.

Alvaro Avelino Tejada Diaz, (2014), la tesis titulado **Metodología del cambio de posiciones 1 y 6 de neumáticos gigantes 793-D, para incrementar la vida útil y reducir costos en SM. Cerro Verde –**

Arequipa; llegó a las siguientes conclusiones: “Se notó claramente que rotando los neumáticos de posición 1 y 2 en un intervalo de (2633 – 3349 horas) obtenemos el 5,9% de incremento en la vida de los neumáticos con relación a la rotación de los neumáticos en el intervalo de (1917 - 2633), esto nos proporciona un ahorro significativo en términos de costos de operación y productividad de los equipos.” y “Se obtuvo también que rotando los neumáticos a posiciones 3 y 4 en un intervalo (5363 – 6046) horas obtenemos el 3,6% de incremento en la vida útil de los neumáticos con relación a la rotación de los neumáticos en el intervalo de (4681 – 5363) horas”. De igual manera que el autor anterior coincidimos con el autor de la investigación.

John Robert Blanco Hinostraza, (2016), en la tesis titulado **Incremento de la vida útil de neumáticos para reducir costos de operación en camiones Caterpillar 797F en Toromocho - Chinalco Perú**; llegó a las siguientes conclusiones que los factores internos tales como la presión y temperatura influyen de manera significativa en el desgaste de los neumáticos, y los factores externos tales como operatividad del equipo, mantenimiento del equipo y mantenimiento de vías, etc., afectan significativamente en la vida útil del neumático. Coincidimos con el investigador, ya que en el Sistema de Mantenimiento tuvimos en cuenta los factores internos y externos mencionados con el autor y esta se refleja en la diferencias de horas rodadas.

CONCLUSIONES.

- Los elementos de entrada al sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina son:
 - Contar con un taller tipo nave, con loza de cemento con capacidad de soportar equipos de 150 toneladas, iluminación de luz blanca, habilitado con líneas de aire con alimentación de aire a través de tanque pulmón,
 - Contar con área para el almacenamiento de aros y neumáticos,
 - Contar con ambientes de oficina, comedor y vestuario.
 - Se estableció que el personal necesario son: el supervisor de taller, planificador, líder de guardia, asistente técnico e inspector de grifo (Asistente técnico).
 - Se estableció los equipos y herramientas necesarias: Manipulador, gata hidroneumática con capacidad para 150 toneladas, cilindro hidráulico, soportes o tacos, RAD 25GX, torquímetro de trueno de 1000lbs, estación de verificación de presión, medidores de presión OTR, arietes hidráulicos, destalonadora, pistola de neumática, dados de 1 ½" y 2", junta universal giratoria, extensiones de 1", unidad de mantenimiento FRL, bombas neumáticas, inyectores de aire OTR, extractor de núcleo de válvula, medidores de remanente, palancas, desarmadores de golpe, llaves mixtas, combas, escalera tipo tijera de 5 pasos, escalera con plataforma, sujetador bota-piedra, base de armado de neumáticos entre otras.
 - Se estableció los materiales necesarios: Tire Life, pasta de

neumáticos, pasta Anti-Seaze, aceite hidráulico Marvel, trapo industrial, tiza tipo crayola, escobilla de acero.

- Se estableció las refacciones necesarias: Neumáticos 33.00R51, O'ring para aro 51 para camión minero, juego de aros de 5 piezas para camiones Komatsu HD1500 y Cat 785, codo-base para los camiones Komatsu HD1500, codo 60° 660 para posiciones 1 o 2 para camiones Cat 785, pitón metálico para posiciones 3 o 6 para camiones Cat 785, como alternativa se puede utilizar codo 60° 625, codo 90° 525 para posiciones 4 o 5 para camiones Cat 785, kit de armado de pitones OTR, manguera para armado de pitones OTR, base de pitón para aros Cat 785, porta-válvula, presente en los pitones de los neumáticos, núcleo de válvula OTR, presente en los pitones de los neumáticos, tapas OTR, presente en los pitones de los neumáticos, tuercas para ruedas de Cat 785 y Komatsu HD1500.
- Se estableció la cantidad necesaria de personal: 3 supervisores de taller, 2 planificadores, 3 líderes de guardia, 5 asistentes técnicos; el régimen de trabajo de los supervisores, líder de guardia es de 7 días de día, 7 días de noche y 7 días de descanso, los planificadores e inspectores de grifo 14 días de día y 7 días de descanso; la jornada laboral es de 12 horas.
- Los procesos del sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina son:
 - En la filosofía de mantenimiento se estableció criterios para: atención correctiva, rotación de neumáticos delanteros, nivelación de presiones, desgastes irregulares, emparejamiento de neumáticos,

rotación de neumáticos en el eje posterior, inspecciones, cambio de neumáticos con desgaste.

- Se estableció 03 servicios para el sistema de gestión de mantenimiento: atención de taller, atención en campo y administración.
- Se estableció 2 tipos de programa para el sistema de gestión de mantenimiento: el programa de campo establece los días de inspección de vías, plataforma de carguío y botaderos, lectura de remanente, e inspección de presiones; el programa de taller establece las labores a realizar durante la semana.
- Se describió la atención de taller, atención en campo y administración mediante diagramas de flujo.
- Se estableció los procedimientos escritos de trabajo seguro de: armado y desarmado de neumático, atención de equipos en campo, bloqueo de equipos en taller y grifo, carga y descarga de neumáticos, enllante y desenllante Pos. 1 y 2 Cat 785, enllante y desenllante Pos. 1 y 2 Kom HD1500, enllante y desenllante Pos. 3, 4, 5 y 6 Cat 785, enllante y desenllante Pos. 3, 4, 5 y 6 Kom HD1500, inspección de neumáticos en grifo, inspección de neumáticos, aros y componentes desmontados, operación y uso adecuado del manipulador, retorqueo de neumáticos en camiones Cat 785, Komatsu HD1500.
- Se estableció que el tiempo para atender el desenllante y enllante de un neumático es 1.68 horas.
- Se estableció para el control del trabajo el uso de orden de trabajo, el registro de actividades de taller, el reporte de movimiento de

neumáticos, el reporte de presiones y el reporte de remanente.

- Se estableció el inventario necesario para refacciones y herramientas.
- El ahorro dólares americanos en el año 2018 fue de \$ 594,000.00 respecto al consumo promedio de neumáticos nuevos de los años 2016 y 2017.
- Los elementos de retroalimentación al sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina son:
 - El sistema se ve retroalimentado por el: % Cumplimiento de elaboración del planes de trabajo para campo y taller, % Cumplimiento de elaboración de informes de gestión, % Cumplimiento de Inspección de presión en equipos de campo, % Cumplimiento de equipo ejecutado en taller.
 - El sistema es ve retroalimentado con los reportes de movimiento, los reportes de presiones, el reporte de remanente.
- El elementos de salida al sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina es:

El elemento de salida según lo planteado en el sistema de gestión de mantenimiento es la durabilidad del neumático, la durabilidad promedio antes de aplicar el sistema de mantenimiento, años 2015, 2016 y 2017, es de 4296.12 y la durabilidad promedio después de aplicar el sistema de mantenimiento, anos 2018 y 2019, es de 4955.53.

Y, dada la contratación de hipótesis: ***Existe una diferencia significativa entre la media de durabilidad de los neumáticos antes de aplicar el***

sistema de mantenimiento y la media después de aplicar el sistema de mantenimiento, podemos concluir que con la implantación del sistema de mantenimiento se genera una mayor durabilidad de los neumáticos.

- El soporte informático permite registrar neumáticos, equipos, reportes de movimiento, remanentes, horómetros y la política de mantenimiento de neumáticos; procesa la información para brindar: el historial de movimiento de neumáticos, las horas rodadas del neumático, el historial de movimiento de equipos, la lista de neumáticos por disposición, el inventario de neumáticos rodando, sugerencia de programación, entre otros.

El informe de gestión de neumático permite generar:

- Resumen: intervenciones de neumáticos, consumo de neumáticos nuevos, neumáticos dispuesto al desecho, y rendimiento de neumáticos.
- Movimiento de neumáticos: cantidad de intervención de neumáticos, intervenciones por tipo de mantenimiento, intervenciones por razón de movimiento.
- Consumo de neumáticos: detalle de consumo de neumáticos nuevos, cantidad de neumáticos nuevos consumidos por mes durante el año.
- Neumáticos desechados: detalle de neumáticos desechados, neumáticos desechados por razón de retiro mensual, neumáticos desechados por razón de retiro anual, cantidad de neumáticos desechados por mes durante el año.

- Rendimiento de neumáticos: Rendimiento de neumáticos por año, rendimiento de neumáticos por año y marca, rendimiento de neumáticos por razón de baja.
- Inventario de neumáticos rodando.
- Registro de movimiento de neumáticos OTR.

RECOMENDACIONES.

Es necesario seguir registrando datos sobre las horas rodadas de los neumáticos y tener en cuenta las diferencias que existe entre un antes y después de la implantación del sistema de mantenimiento, por medio de ellas podremos estar atentos y reformular el sistema y de esta manera tenerlo actualizado constantemente.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

- Alayza, C. Cortez, G. Hurtado, G. Mory, E. Tarnawiecki, N. (2011). ***Iniciarse en la investigación académica.*** Perú, Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Blanco Hinojosa, J. R. (2016). ***Incremento de la vida útil de neumáticos para reducir costos de operación en camiones Caterpillar 797F en Toromocho - Chinalco Perú*** (Tesis para optar título profesional de Ingeniero de Mecánico). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Bosch (2005). **Sistemas para la estabilización del vehículo.**
- Bridgestone (2002). **Mantenimiento Neumáticos Fuera de Carretera,** Tokyo, Japón.
- Bridgestone (2013). **Neumáticos Off- The -Road para Komatsu.** Madrid, España.
- Bridgestone (2018). **Conozcamos cuál es la estructura de los neumáticos.**
Recuperado de <https://www.otr.bridgestone.com.pe/estructurallanta/>
- Cáceres Marchena, R.L & León Yataco, A. L. (2017). ***Aplicación de la gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad a la flota de camiones de acarreo Caterpillar 793f de una compañía minera para el mejoramiento de la confiabilidad operacional*** (Tesis para optar título profesional de Ingeniero en Energía). Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú.
- Caterpillar (2017), **Caterpillar Performance Handbook 47.** Illinois, U.S.A
- Duffua, S. O. (2007). **Sistema de mantenimiento: planeación y control.** México: Limusa Wiley.

- Knezevic J. (1996). **Mantenimiento**. Madrid, España: Isdefe.
- Lacherre Pujada, R. O. (2008). **Sistema de Monitoreo y Control de TKPH en Línea para Neumáticos en Camiones Mineros 785B Caterpillar** (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Elictricista). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Landeau, R. (2007). **Elaboración de trabajos de investigación**. Caracas: Alfa.
- Laudon, K. C. y Laudon J. P. (2012). **Sistema de información gerencial**. México: Pearson Educación.
- Michelin (2012). **Guía de utilización y mantenimiento de los neumáticos de ingeniería civil**. Paris, Francia.
- Mora, L. (2009). **Mantenimiento. Planeación, ejecución y control**. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Ogata, K. (2010). **Ingeniería de control moderna**. Madrid, España: Pearson Educación.
- Ovalle Salinas, R. (2015). **Factores que afectan la vida útil de los neumáticos fuera de carretera** (Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de Ingeniero de Ejecución en Minas). Universidad de Santiago de Chile, Chile.
- Paredes Sánchez, C. H. (2008). **Eficiencia en tiempo de vida de neumáticos con relación a rotación de posiciones uno y dos en volquetes Komatsu 930 E-3** (Tesis para optar título profesional de Ingeniero de Minas). Universidad de Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Sánchez, H. Reyes, C. (2009). **Metodología y diseños en la investigación científica**. 4ta. Ed. Lima: Editorial Visión Universitaria.

- Santiago Valqui, F. F. & Villanueva Medrano G. D. (2015). ***Diseño de un sistema de mantenimiento para el campus universitario de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco - 2014*** (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú.
- Tejada Diaz, A. A. (2014). ***Metodología del cambio de posiciones 1 y 6 de neumáticos gigantes 793-D, para incrementar la vida útil y reducir costos en SM. Cerro Verde – Arequipa*** (Tesis para optar título profesional de Ingeniero de Minas). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.
- Valerio Salvador, R. V. (2015). ***Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento de la maderera DGP S.A.C. Loreto-2014*** (Tesis para optar título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú.

ANEXOS.

Anexo 01. Matriz de consistencia

Tabla 28 Anexo 01. Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis	Variables	Dimensiones indicadores
¿Cuál será el sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina con su respectivo soporte informático?	Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina con su respectivo soporte informático.	Hipótesis alterna. Existe una diferencia significativa entre la media de durabilidad de los neumáticos antes y después de aplicar el sistema de mantenimiento	Variable dependiente: Durabilidad del neumático.	Dimensiones: Horas rodadas. Indicadores: Diferencia de horas rodadas (antes y después de la aplicación del S.M.)
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis	Variables	Dimensiones indicadores
¿Cuáles serán los elementos de entrada al sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina?	Determinar los elementos de entrada al sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina.	Hipótesis nula No existe una diferencia significativa entre la media de durabilidad de los neumáticos antes y después de aplicar el sistema de mantenimiento	Variable independiente: Sistema de gestión de neumático.	Dimensiones: Elementos de entrada. Indicadores: Documentos de elemento de entrada. Dimensiones: Procesos del sistema. Indicadores: Documentos de proceso del sistema. Dimensiones: Elementos de salida Indicadores: Documentos de elemento de salida. Dimensiones: Retroalimentación. Indicadores: Documentos de retroalimentación.
¿Cuáles serán los procesos del sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina?	Determinar los procesos del sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina.			
¿Cuáles serán los elementos de salida al sistema de gestión de mantenimiento para la	Determinar los elementos de salida al sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de			

durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina?	los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina.			
¿Cuáles serán los elementos de retroalimentación al sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina?	Determinar los elementos de retroalimentación al sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos OTR para camiones de acarreo en mina			



Gráfico 61 Neumático OTR 33.00R51