

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA



**“AUMENTO DEL RENDIMIENTO Y DISMINUCIÓN DE COSTOS
AL UTILIZAR NEUMATICOS REENCAUCHADOS EN LA
TRACCIÓN EN CAMIONES CAT 785 C”**

TESIS

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

**ELABORADO POR:
LUIS ALBERTO BARRIENTOS PEDROZA**

**ASESOR:
M.SC.ING. JOSE ANTONIO CORIMANYA MAURICIO**

LIMA – PERÚ

2014

AGRADECIMIENTO

A la empresa NEUMA PERU CONTRATISTAS GENERALES SAC, por apoyarme
en todo momento y a la empresa Minera Barrick Pierina.

A mis compañeros de trabajo y a mi familia por su apoyo constante.

A los profesores de la Universidad Nacional de Ingeniería

DEDICATORIA

A mi hijo Luis Enrique, a mi compañera de siempre Lizbeth
A mi Madre por el ejemplo y apoyo constante en todo momento, a mi hermano Toño
y hermana Diana, por estar siempre a mi lado
A mi Padre porque siempre está a mi lado

RESUMEN

En Mina Pierina Barrick se trabaja actualmente con camiones 3 CAT (785B) y 13 CAT (785C) para el proceso de acarreo, se tiene también camiones 777 CAT que son utilizadas como cisternas para el regado de vías, como equipo de carguío de se tiene 6 cargadores, 2 (992G), 2 (994 CAT) y 2 cargadores komatsu WA1200, como equipo auxiliar se tiene 2 (834B) , 2 moto niveladoras (16H).

La empresa que se encarga del seguimiento de los neumáticos de todos estos equipos es NEUMA PERU CONTRATISTAS GENERALES SAC., los cuales realizan todos los días medidas de presión, verifican en campo el estado de los neumáticos la temperatura además vías de acarreo, zonas de carguío, zonas de descarga , pendientes todo esto para aumentar el rendimiento de los neumáticos. Programar la rotación de neumáticos posiciones 1, 2 a 3, 4 y/o 3, 4 a pos. 5 y 6. Programar cambios de neumáticos por daños, para reencauche, inversión, etc. Asegurarse que la diferencia de cocadas entre pares de llantas sea menor a 10mm Revisar el estado de los neumáticos salientes y enviar a reparación / reencauche si es necesario. Enviar a desecho las llantas que por desgaste presenten visible la tercera cuerda de trabajo en el caso de llantas radiales o lonas en el 20% de la circunferencia en el caso de las llantas convencionales

ABSTRACT

In Pierina Barrick is Mine , 3 CAT (785B) and 13 CAT (785C) Trucks are used for the transport process, an 777CAT trucks are used as Cisterns to water routes, besides that 6 Chargers, 2 (992G), 2(994CAT) and 2Komatsu WA1200, are used as loading equipment and 2 (834B), 2 (16H) graders as auxiliary equipment.

The company in charge of checking the tires in general is NEUMA GENERAL CONTRACTORS PERU SAC. Which perform everyday pressure measurements, check the status field tire temperature plus haulage ways, areas of loading, unloading areas, pending all this to increase performance of the tires. Programming tire rotation positions 1, 2 or 3, 4 and / or 3, 4 to pos. 5 and 6 . Schedule changes tires for damage, with Twin tire, investment, etc. Ensure that the difference between pairs of wheels cocadas is less than 10mm Review the status of outgoing Tires and ship to repair / recap if necessary. Send to waste tires that wear visible submit the top rope work in the case of radial ply tires or 20% of the circumference in the case of conventional tires

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	22
CAPITULO I – PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	
1.1 MARCO TEÓRICO	25
1.2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	26
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	27
1.4 OBJETIVOS	27
1.5 HIPÓTESIS	28
1.6 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	28
CAPITULO II – ASPECTOS GENERALES	
2.1 UBICACIÓN Y COMUNIDADES	30
2.1.1 Ubicación Política	30
2.1.2 Ubicación geográfica e hidrológica	31
2.1.3 Descripción fisico-biológica	32
2.1.4 Clima	32
2.1.5 Calidad del aire	32
2.1.6 Suelo	33
2.1.7 Recursos hídricos	33
2.1.8 Calidad del agua	34
2.1.9 Zonas de vida	35
2.1.10 Flora terrestre	35
2.1.11 Fauna	35
2.1.12 Concesiones mineras	36

2.1.13 Comunidades involucradas	34
2.1.14 Marco Legal	36
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA MINA	37
2.2.1 Historia de la mina	37
2.2.2 Mina	38
2.2.3 Pila de lixiviación	39
2.2.4 Botadero de desmonte	39
2.2.5 Instalaciones del manejo de agua	39
2.2.6 Planta de beneficio	40
2.2.7 Instalaciones auxiliares	40
2.2.8 Áreas de materiales de préstamo	40
2.3 PROCESO DE EXTRACCIÓN EN PIERINA	41
2.3.1 Minado	41
2.3.2 Chancado	42
2.3.3 Faja transportadora	42
2.3.4 Lixiviación	42
2.3.5 Planta de procesos	43
2.3.6 Fundición	43
CAPITULO III – CONCEPTOS BASICOS DE LOS NEUMATICOS	
3.1 IMPORTANCIA Y ESCASES DE LOS NEUMÁTICOS OTR	44
3.2 DEFINICIÓN DE NEUMÁTICO OTR	46
3.3 PARTES DEL NEUMÁTICO	48
3.3.1 Banda de rodamiento	45
3.3.2 Flanco	49

3.3.3 Talón	49
3.3.4 Carcasa	49
3.3.5 Butilo o goma interior (calandraje)	49
3.4 TIPOS DE NEUMÁTICOS	50
3.4.1 Neumáticos radiales	50
3.4.2 Neumáticos convencionales o diagonales	52
3.5 COMPARACIÓN ENTRE NEUMÁTICOS RADIAL / CONVENCIONAL	53
3.6 FABRICACIÓN DE NEUMÁTICOS	57
3.6.1 Proceso	57
3.6.2 Triturado	58
3.6.3 Capas	58
3.6.4 Banda de rodamiento	59
3.6.5 Vulcanización	59
3.6.6 Inspección	59
3.7 DESCRIPCIÓN DE NEUMÁTICOS	60
3.7.1 Neumáticos Bridgestone	60
3.7.2 Neumáticos Michelin	61
3.8 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LOS NEUMÁTICOS	62
3.9 AROS DE NEUMÁTICOS OTR	65
3.9.1 Puntos de seguridad	66
3.9.2 Fallas y fracturas	66
3.9.3 Partes de un aro	67
3.9.4 Inspección de aros de neumáticos	69
3.10 NEUMÁTICOS REENCAUCHADOS	69

3.10.1	Importancia del reencauche de neumáticos OTR	72
3.10.2	consideraciones para enviar un neumático a reencauche	73
3.10.3	Proceso de reencauche	78
3.10.4	Cuatro Conceptos - Reencauche	79
3.11	TIPOS DE REPARACIONES	79
3.11.1	Reparación preventiva	79
3.11.2	Reparación correctiva menor	79
3.11.3	Reparación correctiva mayor	80

CAPITULO IV – ESTUDIO DE LOS FACTORES PRINCIPALES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DE LOS NEUMATICOS.

4.1	TIPOS DE DAÑOS CAUSADOS EN LOS NEUMÁTICOS	82
4.1.1	Perforación de Banda de Rodamiento	82
4.1.2	Retención de piedras en escultura de B.R	82
4.1.3	Grietas en el fondo de la escultura	83
4.1.4	Cortes en el hombro	83
4.1.5	Desgaste regular normal alcanzando las lonas cima	84
4.1.6	Bolsas aisladas o circunferenciales, protuberancias	84
4.1.7	Deterioro localizado en el flanco	85
4.1.8	Roca entre neumáticos	85
4.1.9	Arrancamientos de elementos de la escultura	86
4.1.10	Deterioro de la goma interior por flexiones importantes de los flancos durante el rodaje	86
4.1.11	Deterioro localizado profundo de lonas de cima por oxidación	87
4.1.12	Separacion entre lonas de cima	87

4.2	ESTUDIO DE VÍAS	88
4.3	ESTUDIO DE VELOCIDADES	92
4.4	SEGUIMIENTO DIARIO DE ESTADO DE VÍAS, DESCARGA, ZONAS DE CARGUÍO, CENTRADO DE CARGAS EN MINA PIERINA	94
4.4.1	Influencia de las vías en el rendimiento de neumático	94
4.4.2	Cuidados al momento de cargar a los camiones	97
4.4.3	Estudio de sobrecarga en mina Pierina	97
4.4.4	Influencia de la Carga útil en los neumáticos	100
4.5	ESTUDIO DE TEMPERATURAS EN MINA PIERINA	102
4.5.1	Objetivos	104
4.5.2	Técnica aplicada	104
4.5.3	Toma de datos de temperaturas con Termocupla y Laser	105
4.5.4	Grafico de temperaturas con Termocupla y Laser para cada camión y posición	110
4.5.5	Observaciones	118
4.5.6	Determinación de mayor temperatura interior en función a temperaturas exteriores	118
4.6	ESTUDIO DE TKPH	121
4.6.1	Importancia de TKPH	121
4.6.2	TKPH hallados en Mina Pierina	125
4.6.2.1	Estudio de TKPH DE CAMION CAT 785C -13(2 tomas)	127
4.6.2.2	Estudio de TKPH DE CAMION CAT 785C -11	131
4.7	PRESIONES	133

**CAPITULO V – ANALISIS DE RENDIMIENTO, PERIDADAS Y CONSUMO
DE NEUMATICOS**

5.1	MATERIALES DE ESTUDIO	142
5.1.1	Población	142
5.1.2	Muestra	142
5.1.3	Equipos	142
5.1.4	Instrumentos	142
5.2	ESTADÍSTICA Y RENDIMIENTO DE NEUMÁTICOS ACUMULADO HASTA AGOSTO DEL 2013 EN MINA PIERINA	143
5.3	ESTUDIO DE PÉRDIDA DE NEUMÁTICOS	148
5.4	INFLUENCIA DE LOS DAÑOS O CORTES EN LA ROTACIÓN DE REUMÁTICOS	153
5.4.1	Neumáticos que trabajaron en Posición 1 y 2, se muestra las horas con las que salieron para reparación	151
5.4.2	Neumáticos que trabajaron en Posición 3 y 4, se muestra las horas con las que salieron para reparación	159
5.4.3	Neumáticos que trabajaron en Posición 5 y 6, se muestra las horas con las que salieron para reparación	147

**CAPITULO VI – ANALISIS DE DATOS Y RESULTADOS DE
RENDIMIENTOS Y COSTOS DE LOS NEUMATICOS ORIGINALES Y
REENCAUCHADOS**

6.1	TASA DE DESGASTE PARA CADA POSICIÓN DE LOS NEUMÁTICOS	167
------------	--	-----

6.1.1	Gráficos tasa de desgaste de neumáticos que no fueron Rencauchados	177
6.1.2	Gráficos tasa de desgaste para neumáticos que se fueron a reencauche	186
6.2	ANÁLISIS DE NEUMÁTICOS REENCAUCHADOS	170
6.3	ANÁLISIS DE LOS COSTOS PARA REENCAUCHADOS Y NO REENCAUCHADOS Y AUMENTO EN EL RENDIMIENTO DE LOS NEUMÁTICOS	186
6.3.1	Comparación de costos entre neumáticos que son enviados a reencauche vs neumáticos que no son enviados a reencauche	186
6.3.2	Comparación de costos horario neumáticos original vs reencauche y rendimiento trabajando en el eje de la tracción	204
6.3.2.1	Hallando el costo por hora para neumáticos originales (que no fueron a reencauche)	204
6.3.2.2	Hallando el costo/ hora para neumáticos reencauchados	205
6.4	SIMULACIÓN DE NEUMÁTICOS ORIGINALES VS NEUMÁTICOS REENCAUCHADOS DE CAT 785 C ARO 33.00R51	208
6.4.1	Utilizando solo 6 neumáticos originales para cada camión	208
6.4.2	Costo al trabajar con solo 2 neumáticos reencauchados	208
6.4.3	Costo al trabajar con solo 4 neumáticos originales por camión	209
6.4.4	Cuadro de resumen de beneficio de reencauche en camiones CAT 785C para 1 año	212
6.5	DEMOSTRACIÓN DEL AUMENTO DE RENDIMIENTO EN NEUMÁTICOS AL UTILIZAR REENCAUCHADOS	213
6.5.1	Demostración del aumento de rendimiento en neumáticos Pos 1	213

y 2 al utilizar neumáticos reencauchados en tracción

6.5.2 Demostración del aumento de rendimiento de neumáticos

217

originales al utilizar neumáticos reencauchadas en Pos. 5 y 6

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

TABLA 2.1	Concesiones que conforman la UEA PIERINA	
TABLA 2.2	Concesión de beneficio PIERINA	
TABLA 2.3	Producción por año	
TABLA 4.1	Datos de velocidad ,radio de curvatura,posición, aceleración	
TABLA 4.2	Rangos de las cargas para los camiones 785C	
TABLA 4.3	Datos de pesaje de camiones	
TABLA 4.4	Capacidad de carga en función del tamaño del neumático	
TABLA 4.5	Datos de temperatura de camión 57 y camión 785C 09	
TABLA 4.6	Datos de temperatura de camión 785C 02 y 05	
TABLA 4.7	Rango de temperaturas para evitar daños en los neumáticos	
TABLA 4.8	Coeficiente de K1	
TABLA 4.9	Coeficiente K2	
TABLA 4.10	Datos de distancia, velocidades, cargas para hallar el TKPH	
TABLA 4.11	Presiones recomendadas para cada tipo marca de neumático y posición en frío y caliente	
TABLA 5.1	Consumo de neumáticos por mes	
TABLA 5.2	Consumo de neumáticos por marca y por mes	
TABLA 5.3	Neumáticos Bridgestone desechados hasta Agosto del 2013	
TABLA 5.4	Reencauchados enviados a SCRAP hasta Agosto del 2013	
TABLA 5.5	Neumáticos enviados a desecho	
TABLA 5.6	Numero de neumáticos perdidos por camión y por posición	
TABLA 5.7	Tipos de daños por los cuales se fue a desecho los neumáticos	
TABLA 5.8	Tipos de daños sufridos, horas al momento del daño y las horas	

que duro después de ser reparado en posiciones 1 y 2

TABLA 5.9 Daños sufridos, horas al momento del daño y la duración después de ser reparados en posiciones 3 y 4

TABLA 5.10 Daños sufridos en posición 5 y 6

TABLA 5.11 Duración total de neumáticos reparados por cada posición

TABLA 6.1 Rendimiento de neumáticos que no fueron reencauchados

TABLA 6.2 Estadística de rendimiento de neumáticos originales

TABLA 6.3 Tasa de desgaste para neumáticos no reencauchados

TABLA 6.4 Tasa de desgaste para cada posición en promedio de todos los camiones en Mina

TABLA 6.5 Datos de neumáticos que fueron enviados para reencauche

TABLA 6.6 Rendimiento de los neumáticos reencauchados por posición

TABLA 6.7 Relación de hrs al ser enviado a recap y las hrs duradas después del reencauche

TABLA 6.8 Hrsrecap en función de las hrs antes de ser reencauchados

TABLA 6.9 Comparación de costo/hora

TABLA 6.10 Comparación de costo por hora de neumáticos originales y reencauchados

TABLA 6.11 Ahorro al utilizar neumáticos reencauchados

TABLA 6.12 Resumen de costos y se muestra el ahorro al utilizar neumáticos reencauchados

TABLA 6.13 Reducción en el costo horario en dólares

TABLA 6.14 Tasa de desgaste para cada camión en promedio de neumáticos

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

FIGURA 2.1	Mapa ubicación Mina Pierina	
FIGURA 2.2	Carguío de camiones 785C con cargador Komatsu	
FIGURA 3.1	Funciones del neumático	
FIGURA 3.2	Partes del neumático	
FIGURA 3.3	Funciones de los componentes de un neumático Radial	
FIGURA 3.4	Mejor resistencia al corte y penetración de neumáticos Radiales	
FIGURA 3.5	Comparación en la construcción de neumáticos radiales con convencionales	
FIGURA 3.6	Partes de neumáticos Radiales y Convencionales	
FIGURA 3.7	Comparativo entre neumático Radial y Convencional	
FIGURA 3.8	Resistencia Radial vs Convencional	
FIGURA 3.9	Diferencias en el diseño del neumático	
FIGURA 3.10	Comportamiento de radial vs convencional	
FIGURA 3.11	Capas de los neumáticos radial vs convencional	
FIGURA 3.12	Diferencias de diseño en el neumático	
FIGURA 3.13	El trabajo de la banda de rodamiento	
FIGURA 3.14	Influencia en la comodidad para el conductor	
FIGURA 3.15	Proceso de fabricación	
FIGURA 3.16	Insumos para la fabricación de neumáticos	
FIGURA 3.17	Descripción neumático Radial Bridgestone para OTR	
FIGURA 3.18	Especificaciones de neumático OTR	
FIGURA 3.19	Descripción de neumático Michelin	

FIGURA 3.20 Relación H/S

FIGURA 3.21 Relación de la escultura de los neumáticos para cada tipo de equipo y terreno

FIGURA 3.22 Clasificación TRA de neumáticos

FIGURA 3.23 Resistencia vs velocidad en los neumáticos Michelin

FIGURA 3.24 Resistencia vs velocidad en los neumáticos Bridgestone

FIGURA 3.25 Forma de ensamble correcto del anillo de seguro

FIGURA 3.26 Daños encontrados

FIGURA 3.27 Componentes de un aro

FIGURA 3.28 Inspección de aros

FIGURA 3.29 Porcentaje de producción de neumáticos por fabricante

FIGURA 3.30 Inspección de estado de los neumáticos para reencauche

FIGURA 3.31 Neumáticos reencauchados

FIGURA 3.32 Raspado de neumáticos

FIGURA 3.33 Pulido

FIGURA 3.34 Proceso de reencauche

FIGURA 3.35 Condiciones que afectan en los neumáticos

FIGURA 3.36 Zonas afectadas para ser reparadas

FIGURA 4.1 Diagrama de pescado

FIGURA 4.2 Perforación en neumáticos que llegan hasta el butilo

FIGURA 4.3 Piedra incrustada en la banda de rodadura del neumático

FIGURA 4.4 Piedras en el fondo de la escultura con o sin arrancamientos

FIGURA 4.5 Corte en el hombro del neumático

FIGURA 4.6 Desgaste en banda de rodadura

FIGURA 4.7 Protuberancias

FIGURA 4.8 Daños en el flanco

FIGURA 4.9 Roca incrustada entre neumáticos

FIGURA 4.10 Arrancamiento de elementos en banda de rodamiento

FIGURA 4.11 Daño en el butilo

FIGURA 4.12 Oxidación en los cables de protección del neumático

FIGURA 4.13 Separación de lonas

FIGURA 4.14 Rutas principales estudiadas

FIGURA 4.15 Ruta 1 y comportamiento del neumático

FIGURA 4.16 Ruta 2 y comportamiento del neumático

FIGURA 4.17 Ruta 3 y comportamiento del neumático

FIGURA 4.18 Ruta 4 y comportamiento del neumático

FIGURA 4.19 Rutas para el estudio de velocidades

FIGURA 4.20 Rutas seguidas para el estudio de vías

FIGURA 4.21 Efectos del estado de las vías en el rendimiento de los neumáticos

FIGURA 4.22 Mantenimiento de la vía dentro del tajo

FIGURA 4.23 Centrado de carga

FIGURA 4.24 Carga mal centrado

FIGURA 4.25 Nivel de piso

FIGURA 4.26 Camiones mal cargados y exceso ,roca dañando neumaticos

FIGURA 4.27 Diagrama de distribución de cargas

FIGURA 4.28 Camión sobrecargado derramando material

FIGURA 4.29 Rocas de gran tamaño en la tolva

FIGURA 4.30 Camión sobrecargado

FIGURA 4.31 Variación de la Carga en función del Volumen del neumático

FIGURA 4.32 Temperatura de los neumáticos

FIGURA 4.33 Daños en los neumáticos por temperatura elevada

FIGURA 4.34 Puntos de medición en el neumático

FIGURA 4.35 Formas para medición de temperatura

FIGURA 4.36 Medición a distancia de la temperatura

FIGURA 4.37 Formato para la toma de datos en campo de temperatura

FIGURA 4.38 Temperatura medido con termocupla para el camión 57 de la posición 1

FIGURA 4.39 Temperatura medida con laser de la posición 1 de camión 57

FIGURA 4.40 Mostramos las presiones tomadas durante la medición de temperatura de los neumáticos

FIGURA 4.41 Medida de temperatura con Termocupla para la posición 2

FIGURA 4.42 Medida de temperatura con Laser para la posición 2

FIGURA 4.43 Medida de la presión para la posición 2

FIGURA 4.44 Medida de temperatura con Termocupla pos 1

FIGURA 4.45 Medida de temperatura con Laser pos 1

FIGURA 4.46 Medida de Presión para pos 1

FIGURA 4.47 Medida de temperatura con Termocupla para pos 2

FIGURA 4.48 Medida de temperatura con Laser para pos 2

FIGURA 4.49 Medida de las Presiones para pos 2

FIGURA 4.50 Medida de temperatura con Termocupla para pos 1

FIGURA 4.51 Medida de temperatura con Laser para pos 1

FIGURA 4.52 Medida de Presiones para pos 1

FIGURA 4.53 Medida de temperatura con Termocupla para pos 2

FIGURA 4.54 Medida de temperatura con Laser para pos 2

FIGURA 4.55 Medida de Presión para pos 2

FIGURA 4.56 Medida de temperatura con Termocupla para pos 1

FIGURA 4.57 Medida de temperatura con Laser para pos 1

FIGURA 4.58 Medida de Presión para pos 1

FIGURA 4.59 Medida de Temperatura con Termocupla para pos 2

FIGURA 4.60 Medida de Temperatura con Laser para pos 2

FIGURA 4.61 Medida de temperatura con Laser para pos 2

FIGURA 4.62 Temperatura interior en función de la temperatura exterior

FIGURA 4.63 Comportamiento del neumático

FIGURA 4.64 Distribución de carga vacío y cargado

FIGURA 4.65 Inspección de vías

FIGURA 4.66 Condición de vías, fuerzas que afectan a los neumáticos

FIGURA 4.67 Condiciones que afectan en la zona de descarga

FIGURA 4.68 TKPH operacional vs TKPH del neumático

FIGURA 4.69 Rutas seguida por el camión 11

FIGURA 4.70 TKPH operacional vs TKPH del neumático

FIGURA 4.71 Influencia de sobre o bajo inflado en los neumáticos

FIGURA 4.72 Influencia de la presión en el rendimiento de los neumáticos

FIGURA 4.73 Variación de la presión manteniéndose cerca al recomendado

FIGURA 4.74 Variación de la presión manteniéndose ligeramente por encima de lo recomendado

FIGURA 4.75 Dos puntos bajos de presión y picos respecto al recomendado

FIGURA 4.76 Presiones dentro de lo recomendado

FIGURA 4.77 Picos altos de presión en algunos puntos

FIGURA 4.78 Presiones ligeramente por encima de lo recomendado

FIGURA 4.79 Presiones por encima de lo recomendado

FIGURA 4.80 Enero hasta Febrero se tiene presiones altas

FIGURA 4.81 Presencia de picos de las presiones

FIGURA 4.82 Presiones de neumático 3900 reencauchado

FIGURA 5.1 Consumo de neumáticos por mes durante el año

FIGURA 5.2 Neumáticos utilizados de las diferentes marcas

FIGURA 5.3 Rendimiento por marca durante el 2013

FIGURA 5.4 Neumáticos perdidos por posición durante el 2013

FIGURA 5.5 Neumáticos perdidos por cada camión durante el 2013

FIGURA 5.6 Tipos de daños sufridos por los neumáticos hasta Agosto 2013 y enviados a SCRAP

FIGURA 5.7 Cantidad neumáticos perdidos y por el tipo de daño acumulado hasta Octubre del 2013

FIGURA 5.8 Horas rodadas por marca antes de ser enviados a desecho

FIGURA 5.9 Rotación de neumáticos en Mina Pierina

FIGURA 5.10 Cantidad y porcentaje por el tipo de daño sufrido en pos. 1 y 2

FIGURA 5.11 Horas con los que sale para reparación de pos. 1 y 2

FIGURA 5.12 Duración después de ser reparadas retirados de pos. 1 y 2

FIGURA 5.13 Horas totales rendidas retirados de pos. 1 y 2

FIGURA 5.14 Cantidad y porcentaje por el tipo de daño sufrido en pos.3 y 4

FIGURA 5.15 Horas de neumáticos retirados por daños sufrido en pos.3 y 4

FIGURA 5.16 Horas rendidas después de ser reparados retirado de pos.3, 4

FIGURA 5.17 Horas totales rendidas retirados de pos. 3 y 4

FIGURA 5.18 Cantidad y porcentaje por el tipo de daño sufrido en Pos.5 y 6

FIGURA 5.19 Horas rendidas al momento de ser retirado de pos. 5 y 6

FIGURA 5.20 Horas rendidas después de reparación retirado de pos. 5 y 6

FIGURA 5.21 Horas totales rendidas retirado de pos. 5 y 6

FIGURA 5.22 Neumático con corte en banda de rodamiento

FIGURA 6.1 Horas rendidas de neumáticos originales

FIGURA 6.2 Horas rendidas en eje delantero

FIGURA 6.3 Cocada consumida en eje delantero

FIGURA 6.4 Cocada de neumáticos originales retirados a SCRAP

FIGURA 6.5 Tasa desgaste pos. 1 originales

FIGURA 6.6 Tasa desgaste pos. 2 originales

FIGURA 6.7 Tasa desgaste Pos. 3 originales

FIGURA 6.8 Tasa desgaste pos. 4 originales

FIGURA 6.9 Tasa desgaste pos. 5 originales

FIGURA 6.10 Tasa desgaste pos. 6 originales

FIGURA 6.11 Tasa desgaste promedio vs posición

FIGURA 6.12 Tasa de desgaste en el eje direccional y tracción

FIGURA 6.13 En el eje direccional el consumo de mm/hr es menor respecto al eje de tracción

FIGURA 6.14 Consumo de cocada/ hora en eje direccional y tracción

FIGURA 6.15 Consumo de cocada /hora en eje direccional y tracción 3934

FIGURA 6.16 Consumo de cocada /hora en eje direccional y tracción 3948

FIGURA 6.17 Consumo de cocada /hora en eje direccional y tracción 3956

FIGURA 6.18 Consumo de cocada/ hora de reencauchado en eje direccional y tracción 3759

FIGURA 6.19 Consumo de cocada /hora de reencauchado en eje direccional y tracción 3795

FIGURA 6.20 Consumo de cocada /hora de reencauchado en eje direccional y

tracción 3809

FIGURA 6.21 Tasa desgaste para cada posición por marca de neumático

FIGURA 6.22 Tasa desgaste promedio para cada posición y por camiones

FIGURA 6.23 Cocada consumida en promedio de neumáticos en el 2013

FIGURA 6.24 Tasa de utilización de las cocadas de neumáticos en el 2013

FIGURA 6.25 Neumático en buen estado para reencauche

FIGURA 6.26 Horas rendidas primera vida

FIGURA 6.27 Cocada que sale para reencauche

FIGURA 6.28 Rendimiento como reencauchado

FIGURA 6.29 Rendimiento total de los neumáticos

FIGURA 6.30 Cocada final para Scrap

FIGURA 6.31 Rendimiento de los neumáticos reencauchados en cada pos.

FIGURA 6.32 Rendimiento de neumáticos reencauchados en pos. 3

FIGURA 6.33 Rendimiento de neumáticos reencauchados en pos. 4

FIGURA 6.34 Rendimiento de neumáticos reencauchados en pos. 5

FIGURA 6.35 Rendimiento de neumáticos reencauchados en pos. 6

FIGURA 6.36 Rendimiento en hrs de reencauchados por posición

FIGURA 6.37 Motivos de retiro de los neumáticos reencauchados

FIGURA 6.38 Neumáticos reencauchados perdidos por posición

FIGURA 6.39 Tasa desgaste de reencauchados para pos. 3

FIGURA 6.40 Tasa desgaste de reencauchados para pos. 4

FIGURA 6.41 Tasa desgaste de reencauchados para pos. 5

FIGURA 6.42 Tasa desgaste de reencauchados para pos. 6

FIGURA 6.43 Vista de neumáticos reencauchados instalados en camión 08

INTRODUCCIÓN

La necesidad de esta tesis surge del problema de escasez de neumáticos en el mundo esto afecta de manera considerable los costos del ciclo de minado como es el costo de transporte de material en minería, los neumáticos significan en el transporte la base del ciclo de minado en todas las minas en la actualidad, por ello hay una necesidad de aumentar el rendimiento de estos neumáticos reduciendo los costos ya que se cuenta con poco stock.

Este problema de escases de neumáticos se acentúa más en épocas de lluvia las vías, las zonas de carguío las zonas de descarga se ven afectados provocando en los neumáticos cortes, daños por presencia de rocas una vez presentado el corte el agua comienza a ingresar en estos cortes afectando seriamente los cables de la carcasa disminuyendo dramáticamente la vida de los neumáticos.

Esta Tesis plantea la opción de utilizar el reencauche como una buena alternativa para aumentar la vida de los neumáticos en posición 1, 2,3 y 4 de los camiones CAT 785C en Mina Pierina , esto gracias a que se demuestra que la tasa de desgaste en neumáticos que se encuentran en posición 1 y 2 sufren menor desgaste en promedio 120.2 hr/mm, en cambio en posiciones 3 y 4 el desgaste es mayor en promedio 70.24 hr/mm por ello cuando en las minas no se cuenta con neumáticos

reencauchados que generalmente son colocados en posición 5 y 6 y también pueden ser colocados en 3 y 4, se tiene el problema cuando un neumático en posición 3 o 4 sufre un corte u otro daño y no se tiene neumáticos reparados para su cambio se sacrifica los neumáticos de las posición 1 y 2 para ser rotados hacia la posición de tracción con ello aumentado su tasa de desgaste y quitándole horas de vida por rotación prematura lo mismo sucede con los neumáticos de posición 3 y 4 que tienen que ser rotados a posición 5 y 6 donde es el lado ciego del equipo donde sufre la más alta tasa de desgaste, en cambio si se tiene neumáticos reencauchados en stock estos pueden ser colocados en posición de tracción donde sufrió el corte el neumático y no habría necesidad de hacer rotación prematura de neumáticos de posición 1 y 2 o de neumáticos 3 y 4 ya que conviene que estos se encuentren trabajando en esas posiciones donde la tasa de desgaste es mucho menor. Además los reencauchados cuando son instalados en posiciones 3 y 4 nos permiten mantener más tiempo los neumáticos de posición 1 y 2 en su misma posición ya que la tasa de desgaste es menor y con ello se logra conservar y aumentar el rendimiento en horas de estos neumáticos como se demostrara más adelante. Además cuando a los neumáticos originales dejamos que se desgasten hasta el final sin mandar a reencaucharlo estos generalmente duran en promedio de 5473 horas, en cambio si estos neumáticos son enviados para reencauche esto de acuerdo a la cocada y condiciones del neumático como la banda de rodamiento el estado de los flancos el talón, etc. estos neumáticos al final sumaran una vida promedio de 7385 horas de vida, aumentado considerablemente el rendimiento y el costo total de reencauchas es mucho menor en comparación si dejamos que un neumático original desgaste hasta el final. Se realizaran cuadros estadísticos para su mejor análisis.

Estos datos son recopilados de la Empresa Neuma Perú donde todos los días se toma medidas de presión , cocada , se revisa en campo el estado de los neumáticos si presentan cortes en la Banda de rodamiento, en el Flanco en el hombro, etc. Estos datos obtenidos de campo junto con los cambios de neumáticos que se hace todos los días en taller de enllante de Neuma se ingresan al Programa TOTAL TYRE CONTROL (TTC) se tiene entonces la data para hacer el análisis del porcentaje de desgaste, las horas acumuladas, en que camión están instalados cada neumático, presiones, cocadas, estado de cada neumático para la mejor administración.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 MARCO TEÓRICO

La mina Pierina está ubicada en el distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, a 13 kilómetros del pueblo de Jangas, entre los 3.800 y 4.200m. El yacimiento inició su producción en 1998.

Pierina está diseñada como una mina a tajo abierto construida con formación tipo gradas y con bancos de 10 metros de altura. Para obtener el mineral se utilizan perforadoras que realizan excavaciones de 10,5 metros de profundidad. Allí se coloca anfo para realizar el proceso de voladura.

Este material es transportado por equipos de acarreo alrededor de 80000 toneladas métricas entre mineral y desmonte. Una vez en la chancadora /trituradora primaria la roca es reducida hasta una medida menor a los 15 centímetros, luego este material es trasladado con una correa o faja transportadora hasta la segunda estación de chancado/trituración donde se reduce hasta menos de 4 centímetros. Luego este material será depositado en la tolva de los camiones mineros que luego transportaran a la cancha de

lixiviación, donde se le aplicara un goteo de solución lixiviante de cianuro de sodio disuelta en agua.

1.2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

En la mina Pierina Barrick se trabaja actualmente con camiones 3 (785B) y 13 (785C) para el proceso de acarreo, se tiene también camiones 777 CAT que son utilizadas como cisternas para el regadío de vías, como equipo de carguío de se tiene 6 cargadores, 2 (992G), 2 (994 CAT) y 2 cargadores komatsu WA1200, como equipo auxiliar se tiene 2 Toritos 834B, 2 moto niveladoras 16H.

La empresa que se encarga del seguimiento de todos estos equipos es NEUMA PERU CONTRATISTAS GENERALES SAC., los cuales realizan todos los días medidas de presión ,cocadas, verifican en campo el estado de los neumáticos la temperatura además vías de acarreo, zonas de carguío, zonas de descarga , pendientes todo esto para aumentar el rendimiento de los neumáticos

La necesidad de esta tesis surge del problema de escasez de neumáticos en el mundo esto afecta de manera considerable los costos del ciclo de minado como es el costo de transporte de material en minería, los neumáticos significan en el transporte la base del ciclo de minado en todas las minas en la actualidad, por ello hay una necesidad de aumentar el rendimiento de estos neumáticos reduciendo los costos ya que se cuenta con poco stock. Esto se acentúa mas en épocas de lluvia donde los neumáticos presentan más cortes son los más sensibles ya que les afecta

el agua que afecta seriamente los cables de la carcasa aumentando dramáticamente la vida de los neumáticos

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por ello esta Tesis plantea la opción de utilizar el reencauche como una buena opción para aumentar la vida de los neumáticos y reduciendo costos en posición 1, 2,3 y 4. esto gracias a que se demuestra que la tasa de desgaste en neumáticos que se encuentran en posición 1 y 2 sufren menor desgaste en cambio en posiciones 3 y 4 el desgaste es mayor y en posiciones 5 y 6 es aun más acelerado la tasa de desgaste , al utilizar neumáticos reencauchados disminuimos la compra de neumáticos nuevos se justifica en el costo final , se obtiene mayor rendimiento si utilizamos 4 reencauchados en el eje de la tracción.

1.4 OBJETIVOS

- Demostraremos los beneficios de utilizar neumáticos reencauchados en el aumento de la vida y reducción de costos de neumáticos posición 1, 2, 3 y 4.
- Hallaremos la tasa de desgaste por posición en eje direccional y de tracción.
- Se hará una comparación de costos de neumáticos originales que son rodados hasta el final vs neumáticos que son enviados a reencauche.
- Aumento de la vida en neumáticos gracias al reencauche con un costo total menor.

- Ejemplos de casos de cortes o daños en diferentes posiciones 1, 2, 3, 4,5 y 6 y como ayudaría tener neumáticos reencauchados.
- Determinar cuánto durara los neumáticos cuando trabajan originales con reencauchados al mismo tiempo.
- Influencia de las horas con que fue enviado un neumático original a reencauche para la duración como neumático reencauchado.
- Reducción en el costo anual y reducción en la compra de neumáticos nuevos

1.5 HIPÓTESIS

Quando se envía los neumáticos a reencauche se obtiene mayor rendimiento en horas del neumático a un menor costo total comparado frente a si no se enviara a reencauche, se obtiene un menor costo en \$/hr al utilizar neumáticos reencauchados en el eje de la tracción y aumento del rendimiento de los neumáticos originales al trabajar con reencauchados

1.6 METODOLOGÍA DEL TRABAJO

El estudio combinó observaciones y acopio de información de campo y trabajos de gabinete, utilizando técnicas adecuadas, seleccionadas, entre las alternativas disponibles.

- Actividades de campo:
- Medidas de cocadas
- Medidas de presión

- Fotos de los estados de los neumáticos
- Actividades de Gabinete
- Ingresar toda la data que se recoge todos los días en el TTC
- Ingreso de presión , cocada,
- Se tiene información del Dispatch sobre las horas rodadas del neumático, el tonelaje que lleva el camión por viaje, el número total de viajes, etc.

Se actualiza todos los días esta información en el TTC, se ingresa los cambios de posición de los neumáticos de cada camión con cuanto de cocada, cual es el porcentaje de desgaste y con cuantas horas está siendo rotado este neumático, con cuantas horas esta se fue a reparación, con cuantas horas se envió a reencauche, con cuanto de cocada regreso el reencauche se realiza estadística de todos los neumáticos.

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES

2.1 UBICACIÓN Y COMUNIDADES

2.1.1 Ubicación política

La Mina Pierina se encuentra en el lado oriental de la Cordillera Negra en el Centro Norte del Perú. Se ubica a unos 10 km al noroeste de la ciudad de Huaraz, Capital del departamento de Ancash. La mina se ubica en la jurisdicción del Distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, a una altura que fluctúa entre los 3800 y los 4200 msnm

2.1.2 Ubicación geográfica e hidrológica

Geográficamente la mina Pierina se encuentra entre las coordenadas siguientes (PSAD 56):

- 8, 948,700 N a 8, 956,500 N; y
- 211,300 E a 218,000 E.

Hay 3 micros cuencas en el área de influencia de la mina: la quebrada Llacash, la quebrada Pucauran y la quebrada Pacchac. Estas son tributarias del río Santa que drena sus aguas hacia el océano Pacífico.



Figura 2.1- Mapa ubicación Mina Pierina

Fuente: <https://earth.google.es>

2.1.3 Descripción físico-biológica

La mina Pierina se localiza en la Cordillera Andina Occidental del Perú, que se divide en tres zonas muy bien definidas: la Cordillera Blanca, el valle del río Santa y la Cordillera Negra, que van paralelamente en dirección noroeste a sudeste. La Cordillera Negra situada al oeste del río Santa, donde se ubica la mina, es llamada así por la ausencia de nevados y glaciares. Es una cadena de montañas con picos que alcanzan los 5000 msnm.

2.1.4 Clima

El lugar donde se ubica mina Pierina experimenta un clima estacional con inviernos muy secos y veranos relativamente lluviosos. Las temperaturas máximas y las temperaturas mínimas fluctúan entre 14.9 y -11.7 °C. El promedio anual de lluvias en la Cordillera Negra varía entre 550 mm y 600 mm por año y se produce principalmente de octubre a marzo. La dirección predominante para los vientos ligeros (menos de 3 m/s) se da desde el sur. Los vientos más fuertes muestran una predominante dirección norte.

2.1.5 Calidad del aire

Antes de la puesta en marcha de la mina y durante su operación, se han realizado monitoreos periódicos en la zona de impacto y de los componentes de las instalaciones generadoras de emisiones gaseosas (retorta, horno de fundición y laboratorio). Las mediciones incluyeron las concentraciones de PM10, TSP, plomo y arsénico en el ambiente, y NOx, SO2, CO, arsénico, plomo y mercurio en las emisores de gases. Los resultados, tanto de PM10 como de TSP, indican que los niveles de partículas en la zona de la mina son aproximadamente 2 veces más bajos

que los niveles registrados en las ciudades de Jangas y Huaraz. Ninguno de los valores registrados de plomo o arsénico han excedidos los límites establecidos.

2.1.6 Suelo

Los principales tipos de suelo dentro del área del proyecto Pierina son: Pierina, Pierina-Colca, Colca-Pierina y Cuncashca. Tienen una fertilidad baja, no son adecuados para el cultivo y son susceptibles de erosión. En las cercanías de la mina se encuentra la unidad de suelo Eslabón que tiene fertilidad baja a media y podría servir para la rehabilitación.

2.1.7 Recursos hídricos

El aporte de descarga de los 3 micros cuencas que drenan desde el área de Pierina al río Santa es muy bajo, en relación con el caudal de este último. Los cursos de agua que discurren por la zona son efimeros debido a tres factores: la pequeña extensión de la cuenca, la baja precipitación y las derivaciones de agua con fines agrícolas.

Las características morfológicas del sitio no favorecen la infiltración de la precipitación a los sistemas de aguas subterráneas. En el área de la mina, las aguas subterráneas regionales fluyen a través del basamento de roca desde el suroeste y afloran en manantiales o directamente en el cauce de las quebradas que discurren hacia el río Santa.

2.1.8 Calidad del agua

MBM ha implementado un plan de monitoreo de calidad del agua desde el inicio de sus operaciones en la mina Pierina. Los puntos de monitoreo están referidos a las distintas zonas de la mina, sobre el río Santa y en las principales quebradas que descargan desde la zona de la mina. Los resultados indican que se cumple con los estándares especificados por el MINEM para efluentes.

Desde los comienzos de la operación se ha monitoreado la calidad del agua del río Santa. Se ha notado que este ha sufrido cambios en la calidad de sus aguas, que no están asociados a las actividades de la mina. En las estaciones de muestreo ubicadas aguas arriba del área de influencia de la mina se han registrado los siguientes incrementos: pH de 7 a 7.3, y sólidos suspendidos de 39 a 120 mg/L. El río sigue presentando niveles elevados de coliformes totales y coliformes fecales, que exceden los parámetros de la

Ley de Aguas. Las concentraciones de nitratos han disminuido significativamente, a pesar de que se encuentran aún por encima de los parámetros establecidos. El monitoreo de las descargas de la mina ha documentado que las concentraciones de cianuro, arsénico, cadmio, zinc, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y selenio permanecen por debajo de los límites permisibles.

2.1.9 Zonas de vida

Las actividades de la operación minera se han desarrollado principalmente en dos zonas de vida: bosque húmedo montano tropical (bh-MT) y páramo

muy húmedo subalpino tropical (pmh-SaT). La zona del tajo y el lado este del botadero se encuentran en la primera zona de vida. La parte oeste del botadero y toda la pila de lixiviación se encuentran ubicadas en la segunda. El límite noreste de la operación minera se superpone con una parte de la zona de vida estepa montano tropical (e-MT).

2.1.10 Flora terrestre

Dentro de la zona de la mina se encontraron aproximadamente 285 especies de flora terrestre y 20 especies de flora acuática. Los detalles de las especies involucradas pueden revisarse en los EIAs. En la sección correspondiente al monitoreo biológico se detallan algunas de las especies de flora que deben ser monitoreadas para evaluar los impactos de las actividades de cierre.

2.1.11 Fauna

Dentro de la zona de la mina se encontraron aproximadamente 80 especies de fauna terrestre (16 mamíferos, 56 aves, 2 reptiles y 2 anfibios).

2.1.12 Concesiones mineras

MBM cuenta con las 8 concesiones mineras que conforman la Unidad Económica Administrativa (UEA) Pierina y una concesión de beneficio. El área cubierta por las mismas se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2.1-Concesiones que conforman la UEA PIERINA

Nombre	Área (Ha)	Ficha de inscripción	Fecha de inscripción a favor de MBM
IRENE 1-500	500	295034	17/05/1996
LUDMIR 1-1000	1,000	296301	06/03/1997
PAT 1-300	300	296281	06/03/1997
PIERI 100	100	295333	06/03/1997
SAN JUAN 1-800	800	296292	06/03/1997
MOISES 1-1000	1,000	297236	13/10/1997
TARICA	700	296319	06/03/1997
PIERINA	1,000	299101	12/09/1993

Fuente: Mina Pierina

Tabla 2.2-Concesión de Beneficio PIERINA

Concesión de beneficio	Área (ha)	Resolución que otorga el título	Fecha de la resolución
Misquichilea	1,350	RD 259-98-EM/DGM	17/09/1998
		RD 109-2003-MEM-DGM/PDM	19/08/2003
Total	6,750		

Fuente: Mina Pienna

2.1.13 Comunidades involucradas

Hay un total de 11 poblaciones identificadas como grupos de interés que incluyen: 4 comunidades campesinas (San Isidro, Cuncashca, Shecta, Ramón Castilla); 2 centros poblados menores (Huanja y Mataquita); y 5 caseríos (Atupa, Chaquecyaco, Mareniyoc, Tinyash, Antahurán).

2.1.14 Marco legal

El cierre de minas en el Perú está normado por la Ley N° 28090 (Ley), su Reglamento aprobado por el Decreto Supremo N° 033-2005-EM (Reglamento). La Ley y el Reglamento establecen las obligaciones y procedimientos que los titulares mineros deben cumplir en lo referido a la

elaboración, presentación e implementación del plan de cierre y la constitución de las garantías ambientales.

Asimismo, dicha ley determina la competencia del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) en la evaluación, aprobación, fiscalización y control de los planes de cierre de minas.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA MINA

2.2.1 Historia de la mina

El estudio de factibilidad para el proyecto Pierina fue iniciado en 1996. El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) fue preparado por la empresa consultora peruana Klohn Crippen-SVS S.A. (KC-SVS) y aprobado en 1997 por el MINEM.

La construcción de las instalaciones de la mina se inició en setiembre de 1997 y culminaron en noviembre del 1998. La operación de la mina se inició en noviembre de 1998. Consiste en un tajo abierto, explotado utilizando el método de voladura convencional. La roca de desmonte es llevada por camiones hacia un botadero. El oro es recuperado a través de un método tradicional en una pila de lixiviación con cianuro de sodio. Las instalaciones auxiliares necesarias para la operación de la mina incluyen oficinas y edificios de administración, laboratorios, almacenes, talleres de mantenimiento, instalaciones para emergencias, distribución de energía eléctrica, abastecimiento de agua, caminos, tanques de almacenamiento para combustibles y reactivos, instalaciones de tratamiento de agua, estructuras de drenaje y áreas de almacenamiento de explosivos. Las

estadísticas de producción de mineral y desmonte hasta finales del año 2005 se muestran en la tabla 2.3

Tabla 2.3- Producción por año

Año	Mineral (m³)	Desmonte (m³)	Total (m³)
1998	568.992	356.876	925.868
1999	8.379.849	6.325.012	14.704.861
2000	8.221.810	10.658.072	18.879.882
2001	9.117.048	9.836.328	18.953.376
2002	8.988.479	9.318.297	18.306.776
2003	9.123.522	12.076.033	21.199.555
2004	6.463.197	12.676.158	19.139.355
2005	6.254.139	16.762.031	23.016.170
TOTAL	57.117.037	78.008.807	135.125.844

Fuente: Mina Pierina

Los componentes incluidos en el plan de cierre incluyen las instalaciones de mina superficial, las instalaciones de procesamiento del mineral y manejo de residuos y las instalaciones auxiliares, así como las canteras para material de préstamo, caminos de acceso y en general todas las componentes que forman parte de la operación minera.

2.2.2 Mina

Pierina cuenta con un solo tajo abierto, considerado una zona central denominada el Pit Centro, y con otras zonas secundarias. Al norte se encuentran las zonas Piruro y el Pit Satelital, y al sur la zona denominada Cuerpo Sur.

2.2.3 Pila de lixiviación

La pila de lixiviación se ubica al oeste de la planta de procesos y sobre la quebrada Pacchac, a una altitud que varía entre los 3980 y los 4180 msnm. La pila de lixiviación se ha construido como un relleno de valle sobre un revestimiento compuesto de geomembrana con un sistema de colección de la solución enriquecida, un sistema de captación de fugas y un sistema de sub drenaje debajo del revestimiento.

La configuración final de la pila de lixiviación cubrirá un área total de aproximadamente 129 ha y tendrá una profundidad final máxima de aproximadamente 280 m.

2.2.4 Botadero de desmonte

Se ubica en la quebrada Pacchac, en un sector llamado Ruri de la subcuenca denominada Quinquishinca, entre el tajo abierto y la pila de lixiviación, a una elevación promedio de 4145 msnm.

El área final del botadero es de aproximadamente 169 ha. La producción total de desmonte será de 256 millones de toneladas, con un volumen total de 128,000,000 m³.

2.2.5 Instalaciones del manejo de agua

Las instalaciones de manejo de agua de los procesos de producción están ligadas al circuito y operaciones de lixiviación. El sistema de manejo de aguas pluviales al término de la explotación del tajo estará constituido por canales de derivación y canales de drenaje de instalaciones.

Los canales de derivación cortan los flujos de las cumbres de las quebradas Pacchac y Pucaurán que bajan hacia las instalaciones de la pila de lixiviación, el botadero y el tajo. Las obras mayores de desvío de aguas se concentran en la cuenca Pacchac, puesto que las áreas de esorrentia sobre el tajo son mucho menores.

2.2.6 Planta de beneficio

Las instalaciones de procesamiento de lixiviación en pila comprenden las operaciones de chancado, lixiviación y manejo de la solución, una planta de recuperación de oro y una instalación de tratamiento de la solución pobre.

2.2.7 Instalaciones auxiliares

Las instalaciones auxiliares incluyen: Oficinas, Laboratorios, Almacenes, Talleres de mantenimiento, Transmisión y distribución de energía, Caminos, Cercado, Instalaciones de salud, Abastecimiento de agua, Tratamiento de aguas servidas, Equipo de monitoreo, Estructuras de control de drenaje, Instalaciones de almacenaje de combustible, aceites y sustancias químicas y Polvorín.

2.2.8 Áreas de materiales de préstamo

Las áreas de material de préstamo consideradas en la mina Pierina son:

- Las canteras 1, 2, Canteras Chontarangra Este y Oeste de material.
- 22 acopios de suelo orgánico; y
- 06 canteras de material fino (material limo-arcilloso).

2.3 PROCESO DE EXTRACCIÓN EN PIERINA

2.3.1 Minado

Pierina está diseñada como una mina a tajo abierto construida con formación tipo gradas y con bancos de 10 metros de altura. El proceso de carguío se muestra en la figura 2.2



Figura 2.2- Carguío de camiones 785C con cargador Komatsu

Fuente: Inspección de vías NEUMA PERU-PIERINA

Para obtener el mineral se utilizan perforadoras que realizan excavaciones de 10,5 metros de profundidad. Allí se coloca ANFO (mezcla de petróleo con nitrato de amonio) para realizar el proceso de voladuras controladas.

El material removido es cargado a los volquetes con cargadores frontales (CAT 994, 992G y Komatsu WA-1200). Luego, los camiones mineros (CAT 785) de 148 toneladas de capacidad y volquetes (Komatsu 730E) de 183 toneladas métricas transportan mineral a hacia los botaderos establecidos. Diariamente se mueven más de 80.000 toneladas métricas entre mineral y desmonte. Camiones cisterna riegan constantemente la mina para evitar el polvo en el ambiente.

2.3.2 Chancado

Una vez en la chancadora/trituradora primaria, la roca es reducida hasta una medida menor a los 15 centímetros. Luego, este material es trasladado con una correa o faja transportadora hasta la segunda estación de chancado/trituración, donde se reduce hasta menos de 4 centímetros.

2.3.3 Faja transportadora

El mineral, ya reducido de tamaño, recorre 2,4 kilómetros en una faja transportadora con una capacidad de hasta 2.600 toneladas métricas por hora para ser depositado en una tolva que permite dosificar la carga del peso de los camiones mineros, que luego lo transportarán a la cancha de lixiviación para la siguiente etapa del proceso.

2.3.4 Lixiviación

El mineral transportado por los camiones mineros es depositado por pilas en la de lixiviación. Luego, para separar el oro y la plata contenidos en el mineral, se le aplica un goteo de solución lixivante de cianuro de sodio disuelta en agua.

Mediante un sistema de tuberías, la solución recolectada en el fondo de la cancha de lixiviación -solución rica en oro y plata- es enviada hacia la planta de procesos.

Las canchas de lixiviación están especialmente diseñadas para trabajar con productos químicos y evitar la contaminación del suelo, ya que en su estructura tienen capas de material aislante (geo membrana) en toda la base de la cancha.

2.3.5 Planta de procesos

La solución -producto del proceso de lixiviación y que contiene oro y plata- es filtrada. Se le extrae el oxígeno mediante una torre de vacío y se le añade polvo de zinc para lograr la precipitación de los metales valiosos. Esta solución se bombea a los filtros de prensa donde queda atrapado el metal valioso. El líquido sobrante es devuelto al proceso de lixiviación en un circuito cerrado. Este proceso no produce relaves.

2.3.6 Fundición

Una vez completado el proceso anterior, el precipitado se extrae de los filtros-prensa para después ser secado en las retortas. Una vez seco, se mezcla con fundentes y se carga en hornos donde es fundido y moldeado.

Así se obtienen las barras de oro y plata (dore) que son empacadas para su embarque.

CAPITULO III

CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS NEUMATICOS

3.1 IMPORTANCIA Y ESCASES DE LOS NEUMÁTICOS OTR

Los distintos fabricantes han desarrollado una amplia variedad de diseños y especificaciones de neumáticos de acuerdo a las normas internacionales aceptadas, que son aquellas establecidas por la TRA (Tire and Rim Association) en Estados Unidos y por la ETRTO (European Tire and Rim Technical Organization) en Europa. Mediante estas Normas se regulan las capacidades de carga, presiones de inflado, dimensiones (anchos y diámetros), así como los aros respectivos y sus accesorios. Entonces, para cada tipo de aplicación y condiciones de trabajo debe utilizarse un neumático que mejor se ajuste a esas condiciones; pero desde hace algunos años, por la crisis de neumáticos, las condiciones de trabajo deben adaptarse al neumático encontrado en el mercado, principalmente en el sector minero.

En el año 2004 el sector de neumáticos afrontó dificultades por la escasez de materia prima, derivada del crecimiento de consumo por parte de la

industria norteamericana y una mayor demanda en China, pero la situación se vislumbra más difícil ahora, por los daños causados por fenómenos naturales al principal abastecedor de hule natural: Indonesia.

La competencia china, que incrementó su producción de artículos como llantas, mangueras, bandas, entre otras, también llevó a una mayor demanda de esa nación de las materias primas, provocando un desabasto mundial y menor competencia de otros productores en los mercados.

Si se tiene en cuenta que el volumen de neumáticos OTR sólo representa hoy el 5,5% del total de la cifra del negocio de los fabricantes de neumáticos en general, con la producción de este producto ya vendido hasta el próximo año, las fábricas no han planeado nuevas inversiones para expandir su producción siendo cualquier inversión muy elevada para esperar un retorno a cinco años plazo, lo cual ha comenzado a dificultar el abastecimiento para la minería.

Debido a esta inestabilidad del mercado, las compañías mineras han tenido que lidiar con imponderables a la hora de conocer cuál será su propia necesidad de consumo de neumáticos durante un año, de acuerdo a su presupuesto y en base a esto, planificar con su proveedor las entregas parciales con la debida anticipación.

Asimismo su mantenimiento en el área de operaciones de la propia faena para asegurar que se ejecuten los programas estipulados y que tienen que ver con el viraje, la rotación y cambio de neumáticos.

A lo anterior, se suman acciones complementarias que tienen que ver con la limpieza de las pistas de desplazamiento de los camiones y de esta forma, asegurar el óptimo aprovechamiento de los OTR con el fin de prolongar su vida útil mediante un menor consumo

3.2 DEFINICIÓN DE NEUMÁTICO OTR

Es un depósito de aire, cubierto de caucho, que sirve como superficie de rodamiento. Es un componente de SEGURIDAD y único elemento de unión entre el suelo y el vehículo.

Sus funciones son:

- Soportar la carga
- Transmitir el par motor
- Dirigir el vehículo
- Participar en la suspensión y el confort
- Participar en la estabilidad

Cuatro Funciones Importantes de un Neumático



- Que modelo de Camión?
- Tiene Tolva Light?
- Se ha hecho estudio de pesaje?
- Como es la distribución de carga?
- Hay pendientes muy fuertes?
- Que presión se está usando?
- Hay cambios importantes en la densidad del material?



- Cual es el tamaño estándar de las piedras?
- Como es el estado de suspensiones?
- Hay caídas de material?
- Cuanto es la velocidad de operación?
- El camino es plano?



- Llueve en la mina?
- Cuantos meses llueve/cuando?
- Se carga hacia arriba o hacia abajo?
- Cual es la velocidad de operación?
- Hay patinaje?
- Velocidad de desgaste?



- La mina es plana o rajo abierto?
- Se ven rasguños horizontales en la banda?
- Hay casos de separación en el talón?
- Están las curvas bien diseñadas?

Figura 3.1 – Funciones del neumático

Fuente: PRO-ACTIVOS (seminario de estructuras)

Para cumplir con sus funciones el neumático debe tener varias características y propiedades, tales como:

- Diseño (dibujo o escultura de la Banda de Rodado)
- Contextura (Radial, Convencional o Mixto)
- Tipo (E - L - G)
- Dureza de Goma
- Resistencia (Corte y Temperatura)

- Profundidad de Dibujo

Otro aspecto importante es la adherencia del neumático. Tenga en cuenta que está es menor si la carretera está mojada o tiene arena. La mayor adherencia se consigue en carreteras secas y limpias. A parte de este factor la adherencia depende de aspectos como el tipo y profundidad del dibujo (el desgaste de los neumáticos), el tipo de estructura (radial o diagonal), la presión del neumático, la marca y el modelo. Los neumáticos tienen fecha de caducidad ya que pasado un tiempo pierden sus características. Debemos verificar esta fecha antes de comprarlos para no llevarnos sorpresas. Aparece también marcada, junto al código del neumático en la parte lateral. La vida de un neumático viene a ser de unos cuatro a cinco años, con independencia del número de kilómetros que tengan.

3.3 PARTES DEL NEUMÁTICO

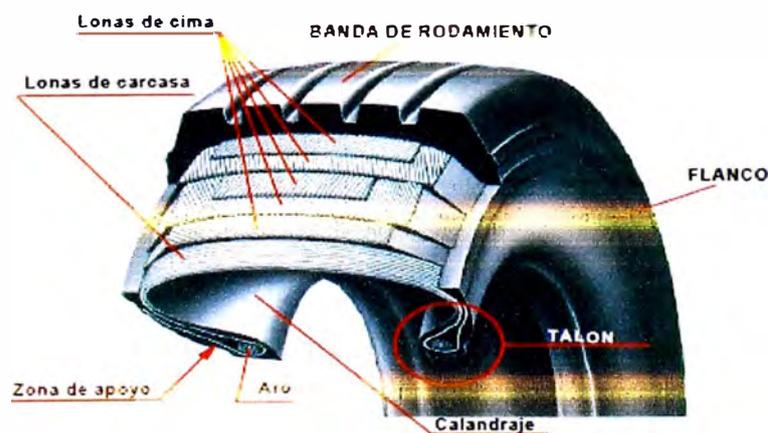


Figura 3.2- Partes del neumático

3.3.1 Banda de rodamiento

Asegurar adherencia y motricidad, resistir al desgaste con una forma regular del mismo, resistir agresiones del suelo sobre el que evoluciona, participar en el confort, participar en la direccionalidad.

3.3.2 Flanco

Soportar las constantes flexiones mecánicas, resistir a las agresiones externas y climáticas, participar en la estabilidad, participar en el confort, transmitir el movimiento de la rueda a la banda de rodamiento.

3.3.3 Talón

Fijar la cubierta a la llanta, realizar la hermeticidad (en cubiertas TL), asegurar la transmisión, los esfuerzos de aceleración y de frenada, impedir el aumento de diámetro de la cubierta, participar en la seguridad.

3.3.4 Carcasa

Soporta la carga y la velocidad con ayuda de la presión de inflado, participa en la estabilidad, participa en el confort, participa en el rendimiento.

3.3.5 Butilo o goma interior (calandraje)

Es una lámina de caucho que recubre el interior del neumático para uso sin cámara, de talón a talón.

Mantiene constante la presión de inflado, a la vez que reduce el peso y simplifica el mantenimiento por eliminación de la cámara. Este caucho, sintético, no poroso, tiene la cualidad de ser impermeable a los gases.

3.4 TIPOS DE NEUMÁTICOS

En el neumático de carcasa radial, los hilos de la carcasa están dispuestos perpendicularmente al sentido de rotación, o sea, "radial "en la vista lateral. Por su estructura, el neumático radial es deformable, permitiendo así absorber las irregularidades del terreno y tener una mejor superficie de contacto.

La carcasa de un neumático diagonal o convencional se compone de numerosas capas de hilos engomados, cuyos bordes están dispuestos alrededor del núcleo del talón (este núcleo garantiza el ajuste del neumático a la llanta). El número de lonas determina la capacidad de carga del neumático. Los neumáticos de carcasa diagonal estaban compuestos lonas de rayón o de nylon.

3.4.1 Neumáticos radiales

Cada parte del neumático, flancos y banda de rodamiento, trabaja independientemente. Las flexiones del flanco no se transmiten a la banda por lo que: se reducen las deformaciones de la superficie de contacto con el suelo; se reducen las fricciones con el suelo, no existe desplazamiento entre lonas de la carcasa.

Ventajas:

Aumento del rendimiento (horas, km), mejora de la adherencia: mayor motricidad, facilidad de evolución sobre todo tipo de suelos, disminución del consumo de combustible debido a la menor resistencia al rodaje, confort, resistencia a las perforaciones.

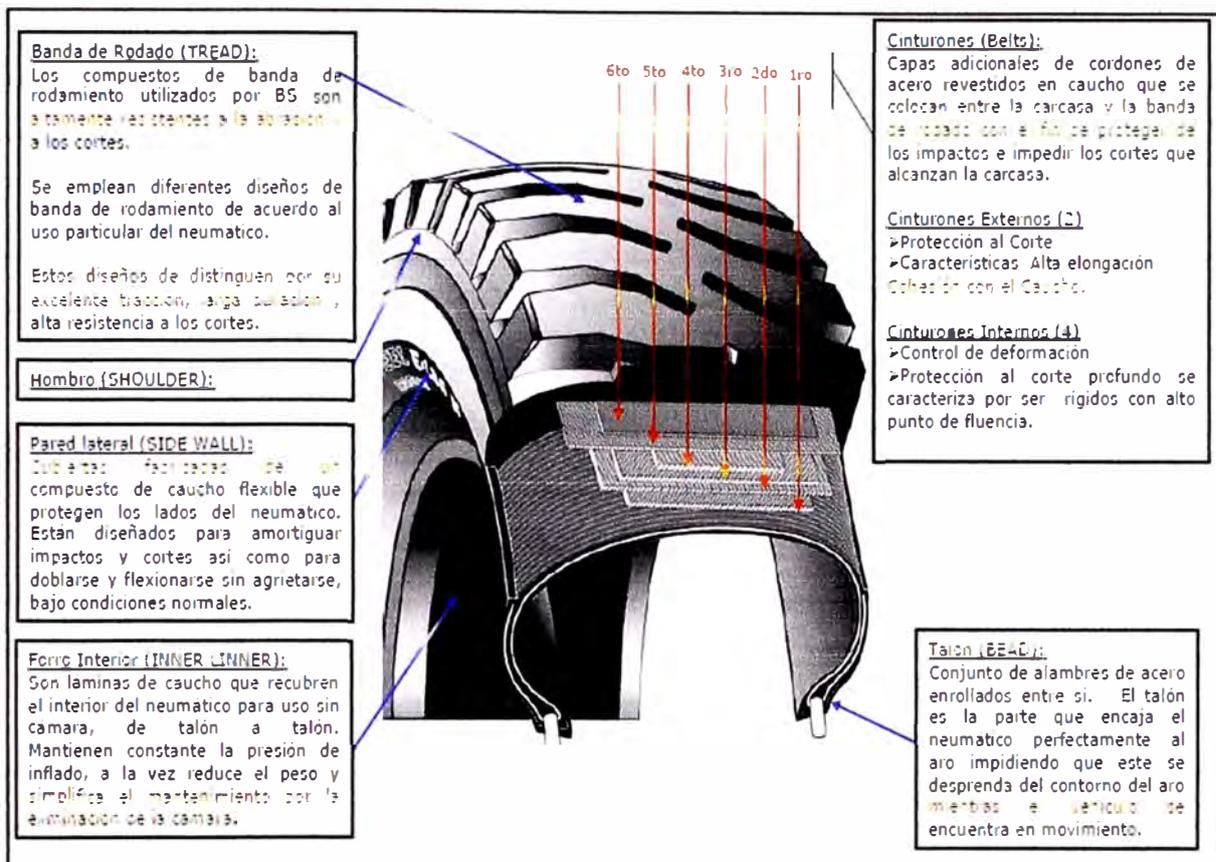


figura 3.3- Funciones de los componentes de un neumático Radial

Fuente: BRIDGESTONE. Data Book of the Road Tires.

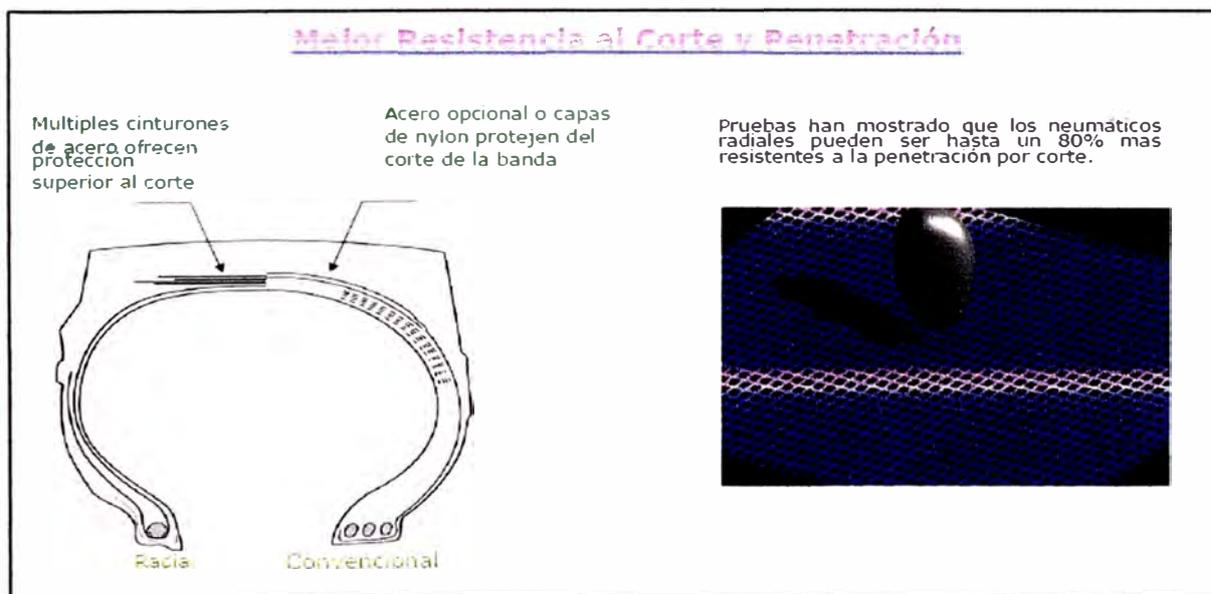


Figura 3.4- Mejor resistencia al corte y penetración de neumáticos Radiales

Fuente: BRIDGESTONE. Data Book of the Road Tires.

3.4.2 Neumáticos convencionales o diagonales

La banda de rodadura es solidaria de los flancos. Así, cuando rueda un neumático, todas las Flexiones son transmitidas a la banda de rodadura originando: una deformación de la superficie de contacto con el suelo; fricciones con el suelo. Las lonas de la carcasa tienen tendencia a desplazarse las unas de las otras, lo que trae consigo: un desgaste más rápido, una menor adherencia, consumo de combustible más elevado.

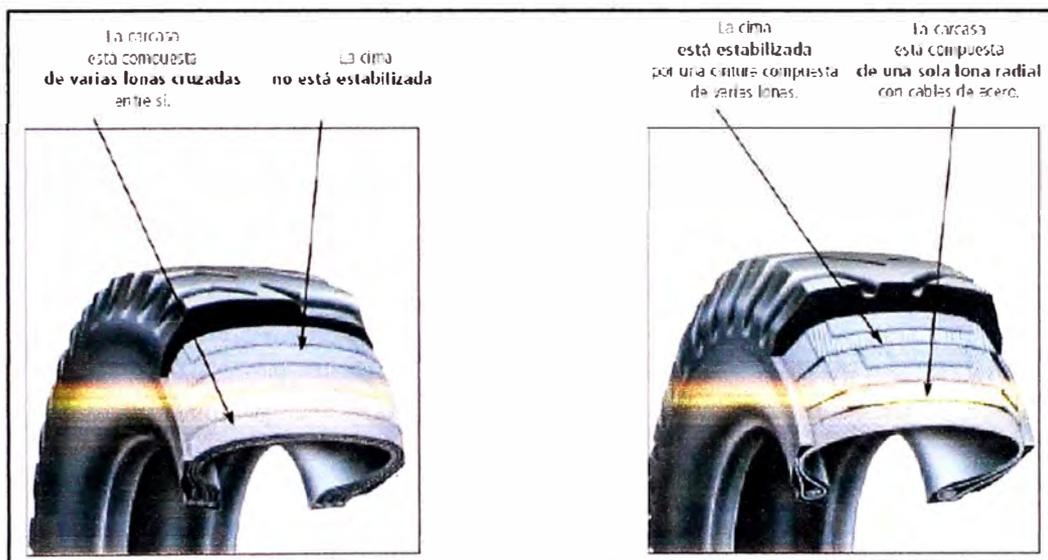


Figura 3.5- Comparación en la construcción de neumáticos radiales con convencionales

Fuente: NEUMA PERU- Curso de neumáticos- Pierina

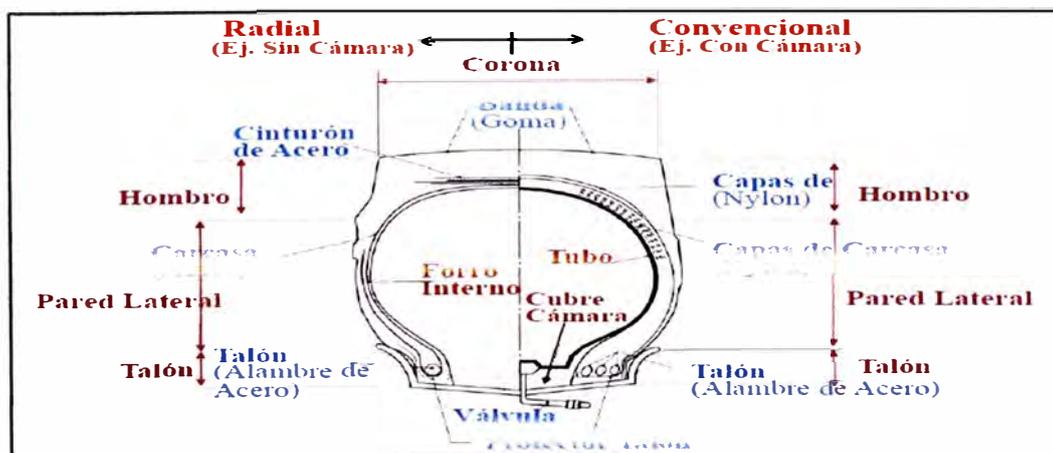


Figura 3.6- Partes de neumáticos Radiales y Convencionales

Fuente: BRIDGESTONE. Data Book of the Road Tires.

3.5 COMPARACIÓN ENTRE NEUMÁTICOS RADIAL / CONVENCIONAL

Los neumáticos radiales ofrecen un mejor desempeño para más aplicaciones en comparación al convencional como se muestra en el siguiente figura:

	Radial	Convencional
Vida de la Banda de rodado		
Resistencia al calor		
Resistencia al corte de banda		
Resistencia al corte Lateral		
Tracción		
Flotación		
Estabilidad		
Economía de Combustible		
Reparabilidad		
Disponibilidad de Medidas		

Figura 3.7- Comparativo entre neumático Radial y Convencional

Fuente: BRIDGESTONE. Data Book of the Road Tires.

Ventajas del neumático Radial v/s Convencional, en el gráfico se tiene la Fuerza necesaria de un objeto para penetrar un neumático.

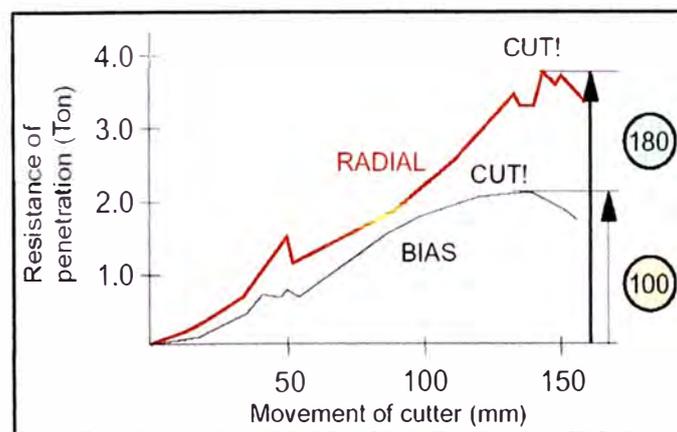


Figura 3.8- Resistencia Radial vs Convencional

Fuente: BRIDGESTONE. Data Book of the Road Tires.

El neumático radial es alrededor de un 80% más resistente que un convencional. El neumático Radial sufre menos daños por cortes aún

durante severas operaciones. Mejor resistencia a la tracción, los neumáticos Radiales son más resistentes comparados con los convencionales.

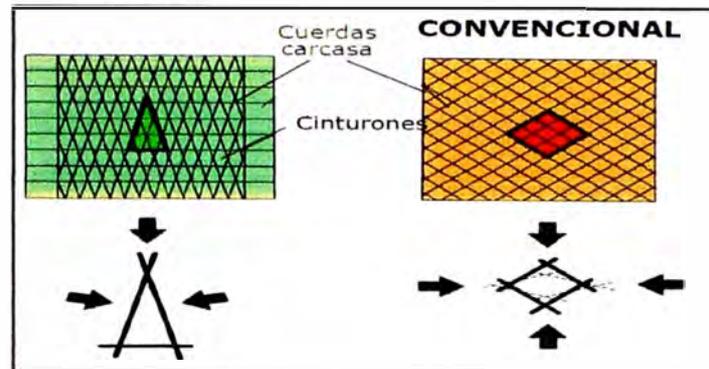


Figura 3.9- Diferencias en el diseño del neumático

Fuente: BRIDGESTONE Data Book of the Road Tires.

Mejor uso y resistencia: menor distorsión del movimiento triangular de la banda de rodado, mayor rigidez de la banda de rodado apoyada por fuertes correas de acero impide el movimiento de la banda de rodado para mayor resistencia al uso.

En el movimiento triangular hay menos deformación, en cambio en el movimiento pentagonal hay más deformación.

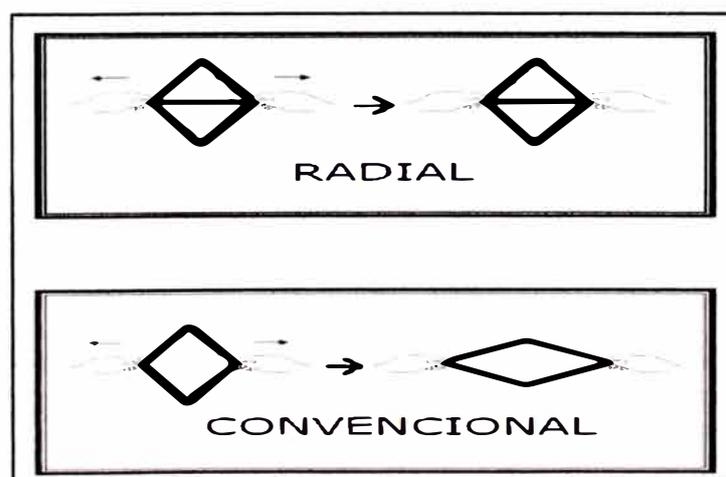


Figura 3.10- Comportamiento de radial vs convencional

Fuente: BRIDGESTONE Data Book of the Road Tires.

La distorsión en la banda de rodado se puede apreciar al momento en que el camión realiza un giro en la ruta produciéndose distorsiones y esfuerzos internos en la banda de rodado.

Los neumáticos Radiales poseen mayor resistencia en la banda de rodado debido al tipo de movimiento triangular que impide la distorsión de los cinturones.

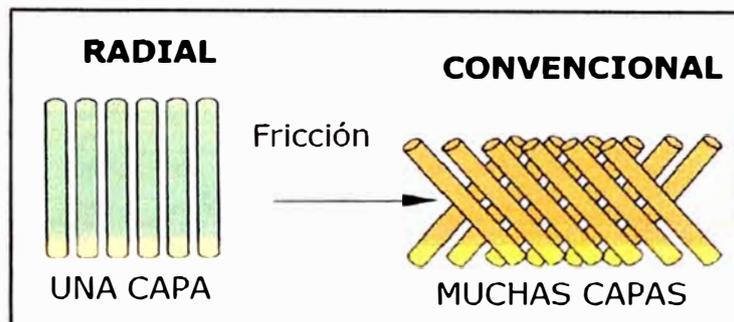


Figura 3.11-Capas de los neumáticos radial vs convencional

Fuente: BRIDGESTONE Data Book of the Road Tires.

Otra ventaja es menor generación de calor en los neumáticos radiales, esto porque no existe fricción entre capas y menos banda de rodado que se retuercen o rocen, tienen más eficiencia en la disipación de calor o baja generación de calor, como se observa en el gráfico.

Ventajas adicionales:

- Mayor rigidez en la banda
- Distribución uniforme de peso
- Mayor superficie de contacto (tracción-flotación)
- Menor resistencia al rodaje (menor consumo de combustible)

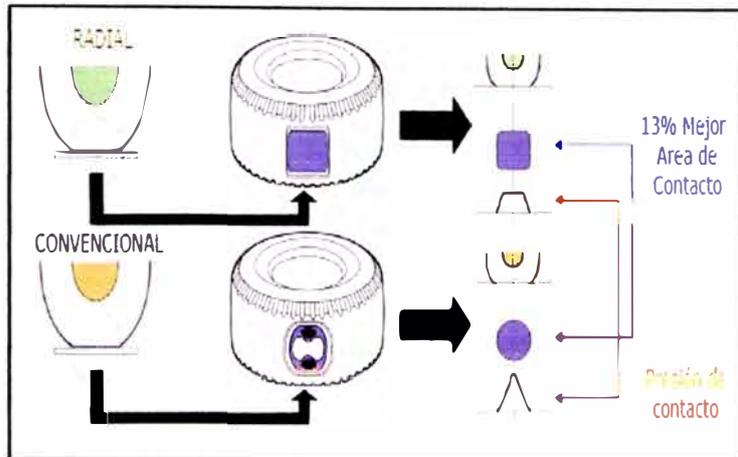


Figura 3.12-Diferencias de diseño en el neumático

Fuente: BRIDGESTONE Data Book of the Road Tires.

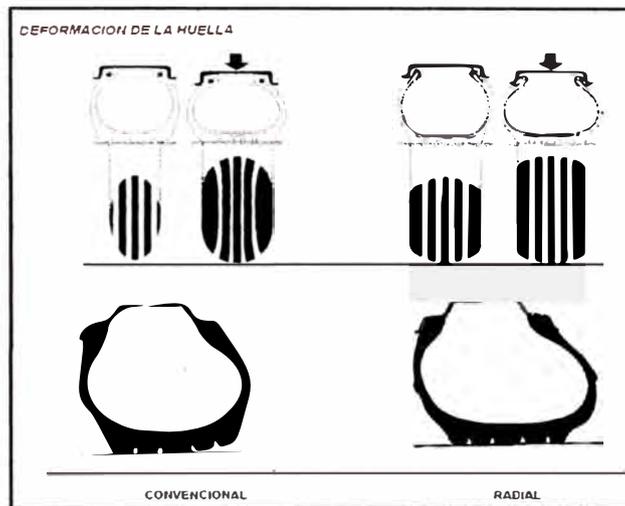


Figura 3.13- El trabajo de la banda de rodamiento

Fuente: MICHELIN Data Book of the Road Tires.

Mayor confort al andar:

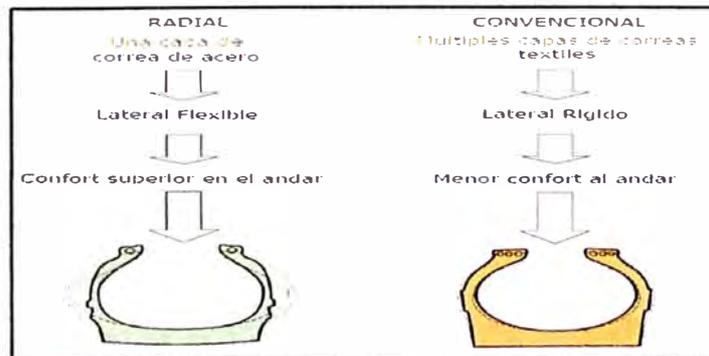


Figura 3.14- Influencia en la comodidad para el conductor

Fuente: BRIDGESTONE Data Book of the Road Tires.

Bajo consumo de combustible, este es uno de los factores más influyentes en el consumo de combustible es la resistencia al rodar, la resistencia al rodar es causada por la desviación del neumático. El bajo consumo de combustible es logrado por la minimización de la resistencia al rodar a través de un contacto estable con la tierra lo cual resulta de la rigidez de la banda de rodado. Es de 5 a 10% mejor.

3.6 FABRICACIÓN DE NEUMÁTICOS

3.6.1 Proceso

Las materias primas, incluidos los pigmentos, sustancias químicas y hasta 30 tipos diferentes de caucho, se unen en enormes mezcladoras denominadas "máquinas Banbury", que funcionan sometidas a un enorme calor y presión. Mezclan todos los ingredientes hasta formar un compuesto negro y gomoso que se triturará una y otra vez.

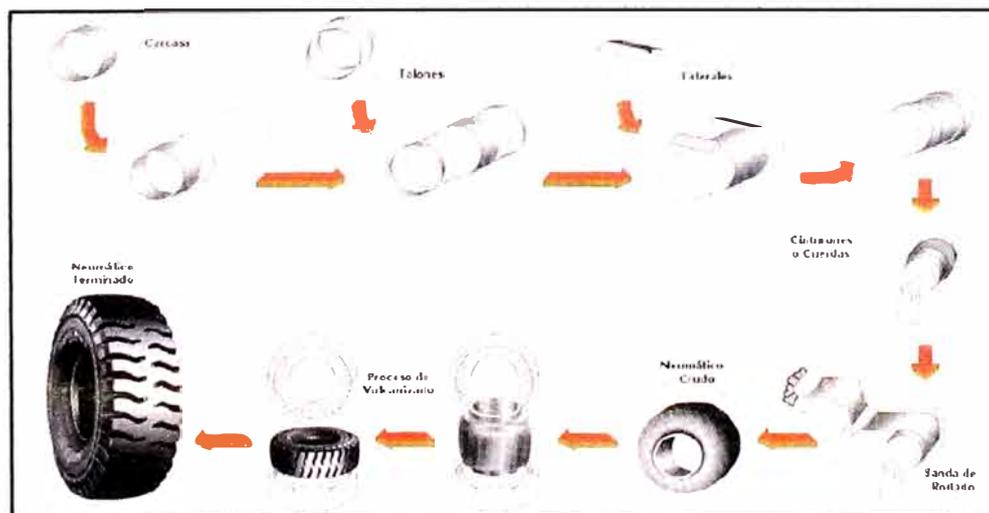


Figura 3.15- Proceso de fabricación

Fuente: BRIDGESTONE Data Book of the Road Tires.



figura 3.16- Insumos para la fabricación de neumáticos

Fuente: NEUMA PERU (curso de neumáticos).

3.6.2 Triturado

Una vez enfriado, el caucho se procesa en láminas gruesas que se trasladan a las laminadoras, que preparan los diferentes compuestos para los molinos de triturado, donde se cortan en láminas que pasarán a ser los flancos, las bandas de rodamiento y demás partes del neumático. Otro tipo de revestimiento de caucho cubre la tela que se utilizará para fabricar el cuerpo del neumático. Para ello se utilizan distintos materiales: poliéster, rayón o nylon.

3.6.3 Capas

A continuación se colocan dos capas de tejido textil; después se añade otro par de capas en forma de cinturón, destinadas a resistir el efecto del roce entre la llanta y el neumático.

3.6.4 Banda de rodamiento

Ahora el fabricante agrega unos cables de acero, resistentes a los pinchazos y que sujetan la banda de rodamiento firme contra el pavimento. La banda de rodamiento es la última parte del neumático.

Después de que los rodillos automáticos presionen todas las piezas unas contra otras, el neumático, ahora denominado "neumático verde", ya está listo para la vulcanización y la inspección.

3.6.5 Vulcanización

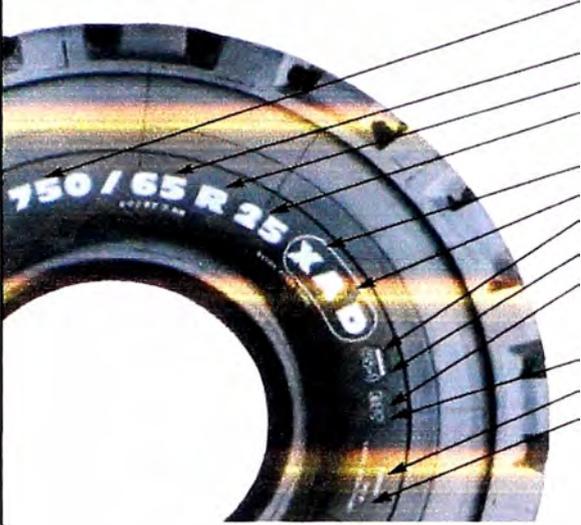
La prensa de vulcanización le da a los neumáticos su forma final y el diseño o dibujo específico de la banda de rodamiento. Unos moldes calientes dan forma y vulcanizan el neumático; estos moldes contienen el diseño de la banda de rodamiento, las marcas de los flancos que ponen cada fabricante y las que exige la ley. Los neumáticos se vulcanizan a más de 300 grados entre 12 y 25 minutos, según su tamaño.

3.6.6 Inspección

Si hubiera algún problema en el neumático (o, simplemente, parece que pudiera haberlo, aunque sea una mínima imperfección), se rechaza. Algunas fallas los detectan los ojos y las manos especializadas del inspector, y otros los detectan máquinas específicas. La inspección no se limita a la superficie. Algunos neumáticos se retiran de la línea de producción y son sometidos a Rayos X para detectar cualquier fallo interno. Además, los ingenieros de control de calidad cortan, de manera regular y aleatoria, algunos neumáticos

3.7.2 Neumáticos Michelin

Ejemplo de marcaje : 750/65 R 25 XAD 65-1 SUPER E3T TL 190B



750 : Ancho de sección (en milimétrico) (en algunos casos nos podemos encontrar un marcaje en pulgadas).

65 : Relación de aspecto ($H/S = 0,65$).

R : Estructura radial.

25 : Diámetro entre ejes en pulgadas.

X : Radial Michelin

AD : Forma de la escultura.

65 : Serie 65 ($H/S = 0,65$)

1 : Primera evolución de la escultura

SUPER E3 : Código de identificación normalizado (ver p. 6) (neumático con prof. de escultura importante para transporte)

T : Cód. de utilización Michelin (p. 6) (neumático tracción).

Tubeless : (sin cámara).

190 B : Índice de carga y código de velocidad del neumático
 - 190 corresponde a una carga de 10600 kg
 - B corresponde a una velocidad máxima de 50 km/h (30 mph)

Observar que los neumáticos de Minería y Obras Públicas llevan en su flanco, un índice de carga/código de velocidad (como arriba), o bien una o más estrellas (1* para neumáticos de trabajo, 2* o 3* para neumáticos de transporte).
 El tipo de goma (A, A4, B, B4, C, C4) y la profundidad de dibujo (SUPER, D1, D2) son algunas veces indicados.

Figura 3.19-Descripción de neumático Michelin

Fuente: MICHELIN Data Book of the Road Tires.

Varios tipos de Gomas

- Tipo A4: Particularmente resistente a cortes, arrancamientos y abrasión.
- Tipo A : Particularmente resistente a los cortes, arrancamientos, abrasión y a velocidades Medias más elevadas que el tipo A4
- Tipo B4: Compromiso entre la resistencia a la abrasión y al calentamiento sobre suelos de poca agresividad.
- Tipo B : Resistencia al calentamiento sobre suelos poco agresivos
- Tipo C4: Particularmente adaptado a los rodajes muy rápidos en ciclos largos.

- Tipo C : Muy resistente al calentamiento durante largos trayectos y rodaje intensivo.

3.8 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LOS NEUMÁTICOS

Se muestra en la figura 3.20 la relación que existe entre la altura y el ancho de los neumáticos OTR.

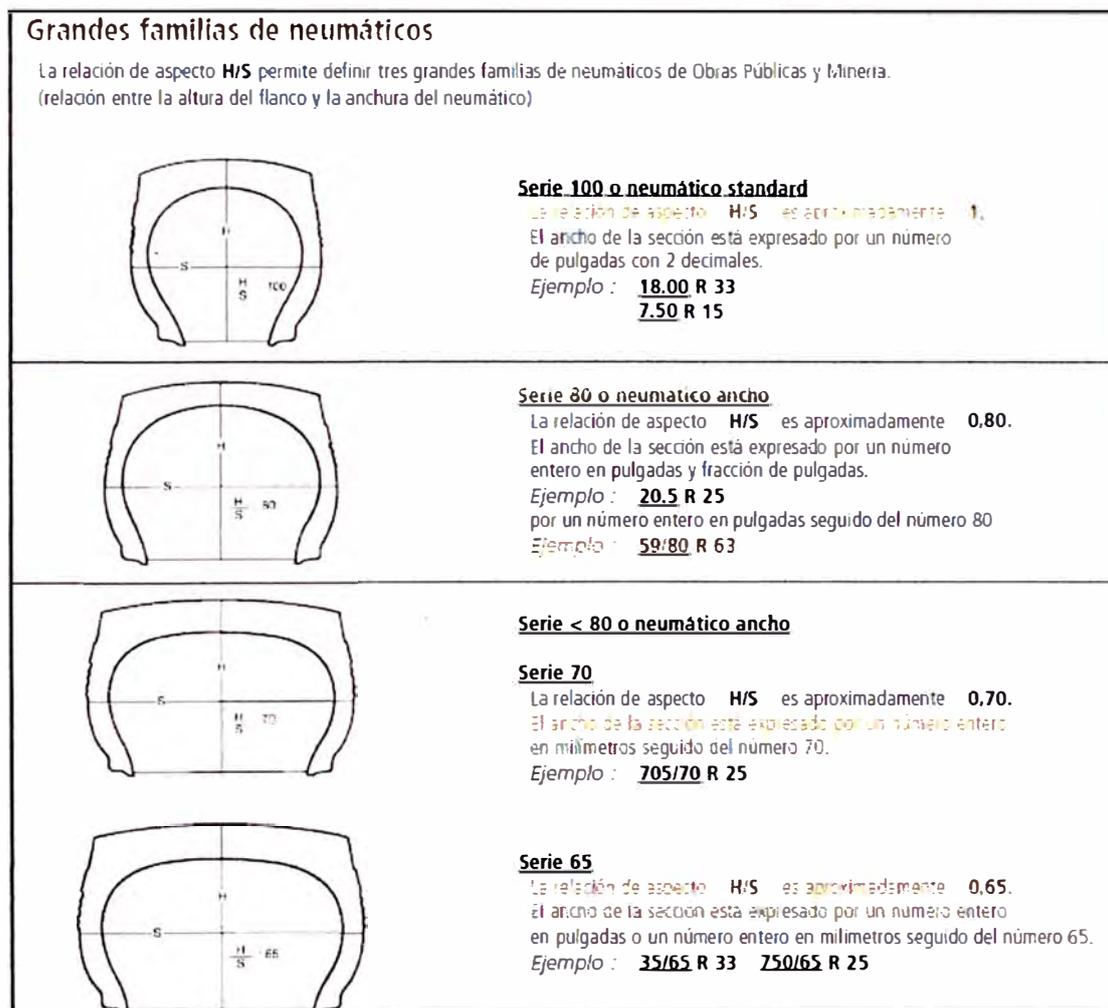


Figura 3.20- Relación H/S

Fuente: Informaciones Técnicas obras Públicas y Minería-MICHELIN

Se distinguen cuatro grandes familias de neumáticos de Minería y Obras Públicas, caracterizadas por su diferente profundidad del dibujo (o altura de banda de rodadura), y cuya elección es función de la utilización y de la naturaleza del suelo.

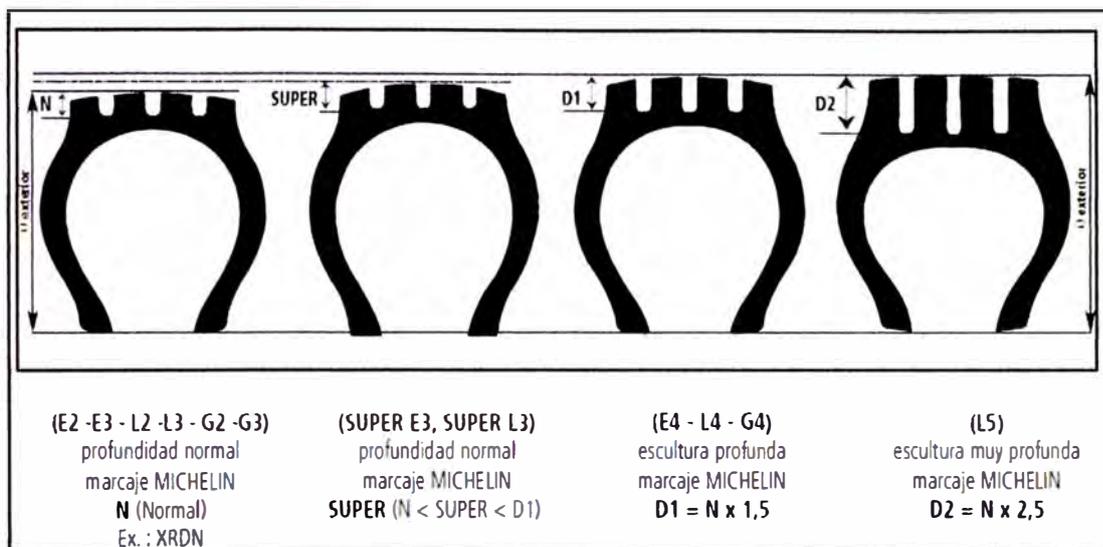


Figura 3.21- Relación de la escultura de los neumáticos para cada tipo de equipo y terreno

Fuente: Informaciones Técnicas obras Publicas y Minería-MICHELIN

Mostramos el siguiente gráfico con la clasificación de los neumáticos de acuerdo al equipo y tipo de terreno:

Servicio	Clasificación TRA	Banda de Rodamiento		Diseño	
		Convencional	Radial	Convencional	Radial
 Movedor de tierras	E-1 Dirección	W-Rib			
	E-2 Tracción	Fast Grip, G-Lug, V-Grip V-Grip S	V-Steel K-Traction	V-Steel F-Traction	V-Steel E-Lug
	E-3 Roca	R-Lug, W-Lug, E-Lug Veblock, Veblock 2	V-Steel K-Traction	V-Steel F-Traction	
	E-4 Banda profunda para rocas	R-Lug S, R-Lug S2, E-Lug S, E-Lug S2	V-Steel E-Lug S	V-Steel R-Lug S	V-Steel W-Traction S
	E-7 Flotación	Alligator, Sand Clipper, Sand Clipper 2, S-Lug	V-Steel Jamal		
	G-1 Dirección	Rib Grader			
	G-2 Tracción	Fast Grip, G-Lug	V-Steel K-Traction		
G-3 Roca	R-Lug, W-Lug	V-Steel K-Traction			
 Cargador y topadora	L-2 Tracción	Fast Grip, G-Lug	V-Steel K-Traction		
	L-3 Roca	R-Lug, W-Lug, T-Lug V-lug	OR32	V-Steel K-Traction	
	L-4 Banda profunda para rocas	R-Lug S, R-Lug S2, N-Lug			
	L-4S Banda lisa profunda	Smooth Tread M			
	L-5 Banda extra profunda para rocas	D-Lug, M-Lug S			
	S-5S Banda lisa extra profunda	Smooth Tread-MS			

Figura 3.22- Clasificación TRA de neumáticos

Fuente: Manual OTR BRIDGESTONE 2009

Existen los siguientes compuestos de goma

Variación entre la resistencia y la velocidad neumáticos Michelin:

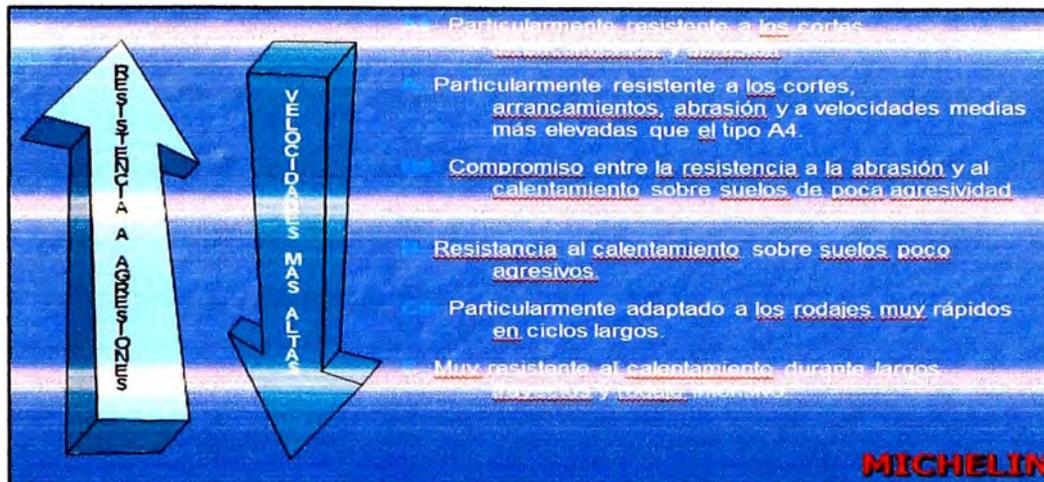


Figura 3.23- Resistencia vs velocidad en los neumáticos Michelin

Fuente: MICHELIN Data Book of the Road Tires.

Variación entre la resistencia y la velocidad neumáticos Bridgestone:

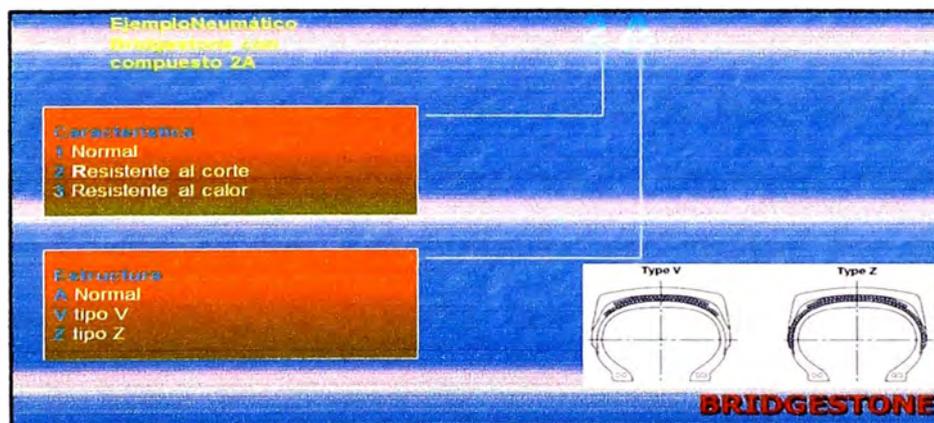


Figura 3.24- Resistencia vs velocidad en los neumáticos Bridgestone

Fuente: BRIDGESTONE Data Book of the Road Tires

Ejemplos de tipo de compuesto

VELOCIDAD MÁXIMA Y VELOCIDAD MEDIA

27.00R49 XKD1 50 KM/H MÁXIMA

27.00R49 XKD1A4 E4 14 KM/H MEDIA

27.00R49 XKD1A E4 18 KM/H MEDIA

27.00R49 XKD1B4 E4 22 KM/H MEDIA

Tenemos neumáticos con cámara (TUBE TYPE) son neumáticos que utilizan cámara de aire y protector para retener el aire dentro del neumático, asegurando la estanqueidad. Pero los neumáticos más utilizados en minería son los sin cámara (TUBELES) son neumáticos que no utilizan cámara de aire y protector para retener el aire dentro del neumático. Existen confecciones con carcasa de:

- (*) Se montan en palas, bulldozers, etc.
- (**) Transporte
- (***) Grúas, equipo subterráneo

3.9 AROS DE NEUMÁTICOS OTR

Aros y llantas de equipos fuera de carretera están frecuentemente sujetos a cargas y presiones de inflados a sus capacidades máximas. Por esta razón los aros y sus componentes deben ser inspeccionados constantemente. Como cualquier otro componente de una máquina, los aros y sus componentes tiene una VIDA UTIL. Es necesario controlar las horas de uso de los aros y sus componentes para asegurar que las inspecciones y mantenimientos están hechos en las fechas especificadas y que los aros y componentes no exceden su vida útil.

La vida útil de los aros deben ser especificados por la mina, según las condiciones de trabajo, ya que cada mina tiene diferentes condiciones de terreno y controles de mantención. Como estos aros están considerados como RECIPIENTES DE PRESION (pressure vessels) con la potencia de

energía muy alta es de gran importancia trabajar con mucho cuidado al dar servicio a estos componentes.

3.9.1 Puntos de seguridad

- Siempre quédese fuera de la zona de trayectoria cuando se está inflando o trabajando con aros y llantas.
- Asegúrese que el neumático este completamente desinflado antes de hacer cualquier trabajo.
- Nunca realice trabajos en el aro con el neumático montado.
- Limpie, inspeccione los aros o componentes dañados o gastados.
- Siempre reemplace los componentes defectuosos. los accesorios de los aros no son reparables y deben ser reemplazados si existe una falla.

3.9.2 Fallas y fracturas

Al inspeccionar los componentes del ensamble por distorsión, se debe buscar cualquier condición que no es típica de la forma simétrica de un ensamble apropiado.

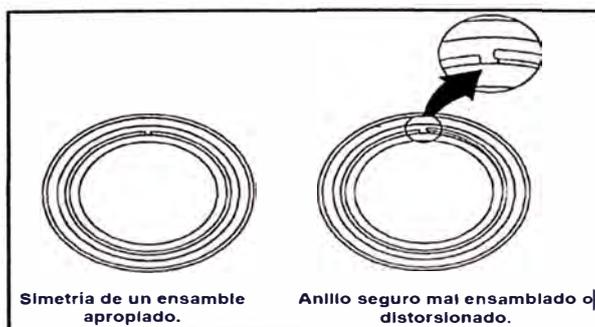


Figura 3.25- Forma de ensamble correcto del anillo de seguro

Fuente: BRIDGESTONE Data Book of the Road Tires

La pieza más importante de la simetría del ensamble es el anillo seguro. El anillo seguro debe ser completamente encajado en la ranura de la sección delantera. Si uno de los puntos del anillo seguro está fuera de la ranura o fracturado, la pieza debe ser cambiada inmediatamente.

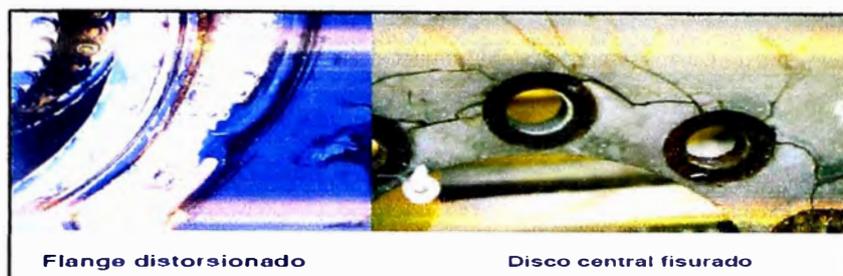


Figura 3.26- Daños encontrados

Fuente: BIDGESTONE Of the Road Tires (semana tecnológica de maquinaria pesada)

3.9.3 Partes de un aro

Se muestra en el siguiente gráfico las partes de un aro para neumáticos.

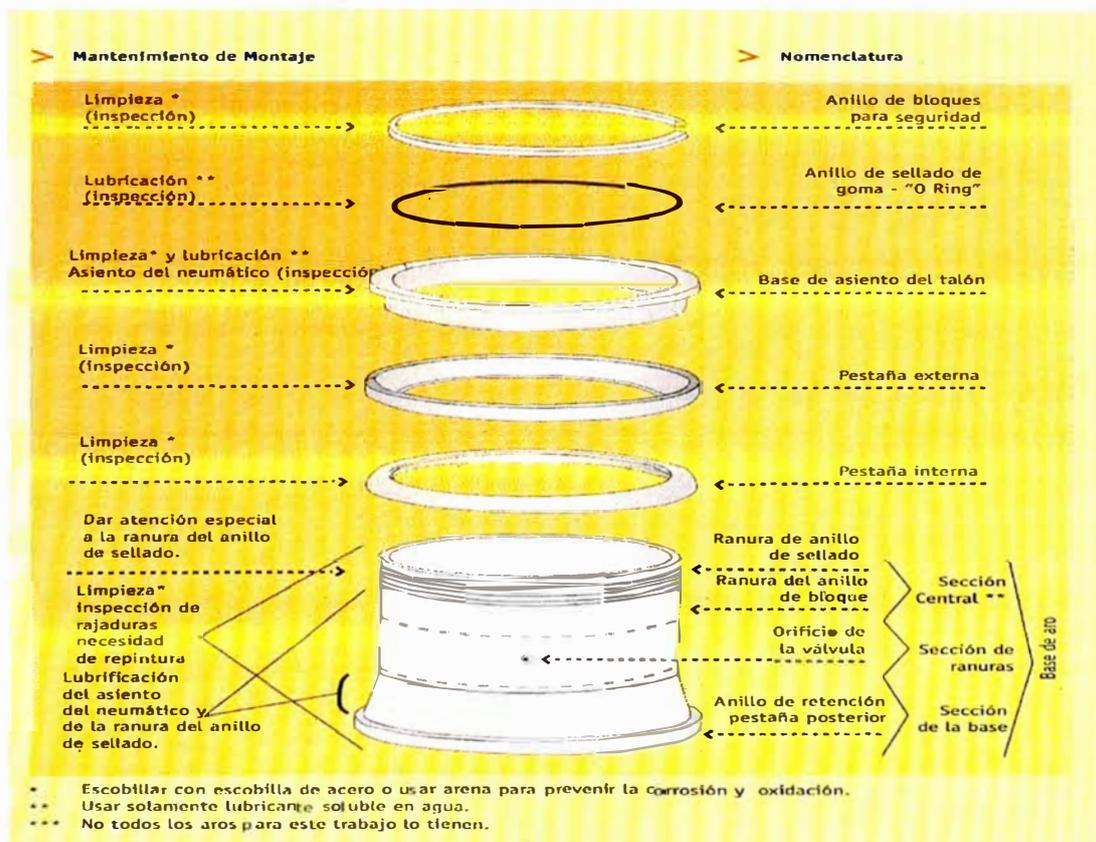


Figura 3.27-Componentes de un aro

Fuente: NEUMA PERU- (curso de aros)

3.9.4 Inspección de aros de neumáticos

Al inspeccionar los componentes del ensamble por distorsión, se debe buscar cualquier condición:



Figura 3.28-Inspección de aros

Fuente: NEUMA PERU- (curso de aros)

- Inspeccionar que la base del aro y los componentes se encuentren en buenas condiciones (libres de desgaste, grietas, deformación) antes de proceder. Remover el lodo y el óxido completamente. Si el óxido es profundo, limpie con una arenadora.
- Verificar la parte estriada de la base del aro, pues con el talón del neumático permiten un sello hermético.
- Verificar que la ranura del Oring no se encuentre oxidada o agrietada.
- Verificar que no esté desgastada el ángulo de inclinación de la base.

La mayoría de las fallas que describimos anteriormente pueden ser detectadas cuando están recién comenzando, por eso es muy importante hacer una inspección detallada del aro y sus componentes en fechas especificadas con el aro y los componentes desarmados.

El tiempo ideal para hacer estas inspecciones se realizan cuando se cambia la llanta y debe ocurrir dentro de las 4000 y 8000 horas de servicio. Las

fechas óptimas especificadas por las inspecciones deben ser programadas según las condiciones de la mina. Las minas que trabajan con cargas pesadas, malas condiciones de terreno o altas velocidades en sus máquinas deben hacer las inspecciones más frecuentes. También deben considerar la vida del aro (horas en servicio) cuando se programan las inspecciones. Aros y componentes con más de 15000 horas de servicio deben ser inspeccionados en forma más frecuente que aros y componentes nuevos.

3.10 NEUMÁTICOS REENCAUCHADOS

3.10.1 Importancia del reencauche de neumáticos OTR

Como se mencionó en párrafos anteriores, las empresas mineras en el mundo entero tienen serias dificultades para el suministro de los neumáticos nuevos para operar su equipo. Esta dificultad se deja sentir a partir del mes de Junio del año 2004, cuando los fabricantes de neumáticos empiezan a retrasar sus embarques o lotes de neumáticos comprometidos, creando una situación de incertidumbre en la producción de las empresas mineras.

Por otro lado el gran desarrollo de los países asiáticos como, China principalmente, quien inicia grandes obras de infraestructura y requiere del abastecimiento de equipos mueve tierra de gran dimensión y juntamente con estos, el abastecimiento de neumáticos, crea un desbalance en la producción mundial de neumáticos, que en mayor proporción eran abastecidos por los dos fabricantes de mayor prestigio en el mundo, estos son Bridgestone y Michelin

De acuerdo a un boletín elaborado en Junio del 2004 por la firma Otraco una de las empresas más prestigiosa del mundo en el manejo de neumáticos (Tire Management), se afirma que la demanda de los neumáticos mueve tierra se ha incrementado dramáticamente, principalmente por el gran crecimiento en la demanda de los productos de la minería, tales como hierro, cobre, nickel, bauxita, entre otros y la demanda de productos energéticos como carbón.

También se afirma que la demanda de los neumáticos OTR no va acompañada por un incremento equivalente en el suministro de neumáticos nuevos lo que va a generar una escasez así como un incremento en el precio de los neumáticos OTR. Los neumáticos que más interesan a la gran minería son aquellos que se utilizan en los Dumpers de 140 TM de capacidad o mayores.

Durante el año 2002 se consumieron en neumáticos para los camiones Dámper, aproximadamente, 590 millones de dólares USA, Estados Unidos de Norteamérica y Canadá en conjunto constituyen el mayor mercado de estos grandes neumáticos, luego viene Sudamérica que debido a la gran expansión principalmente en Perú, Brasil y Chile se considera como el segundo mercado más grande, y finalmente sigue Australia. Solamente Michelin y Bridgestone producen los neumáticos para los grandes Dumpers, aquellos de 270 Ton hacia arriba.

El siguiente cuadro muestra la participación de los principales fabricantes de neumáticos gigantes a nivel mundial.

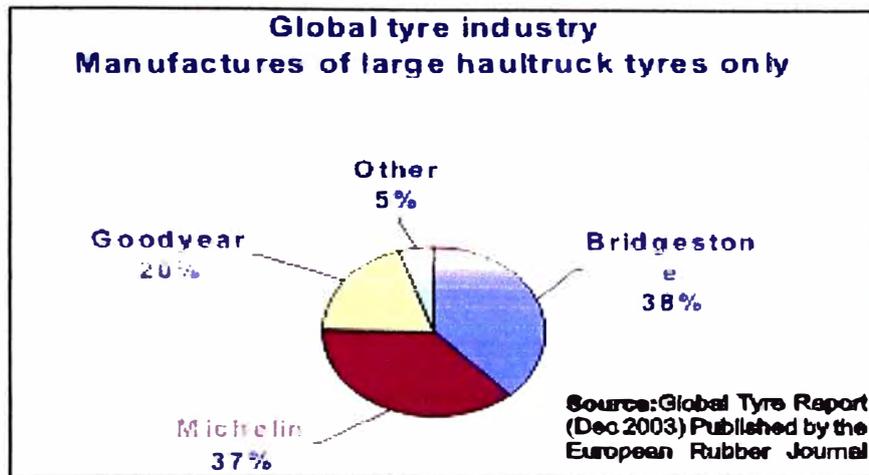


Figura 3.29- Porcentaje de producción de neumáticos por fabricante

Fuente: Boletín RENOVA

Para evitar quedarse sin stock de neumáticos (la mejor opción el REENCAUCHADO). Durante muchos años existió la idea de que los neumáticos gigantes NO ERAN REENCAUCHABLES, debido a un cierto desprestigio creado por algunas plantas de reencauche de Norteamérica, que no contaban con el equipo adecuado, la tecnología y los materiales para procesar con éxito estos neumáticos, esta mala experiencia fue utilizada como una propaganda negativa para algunos fabricantes de neumáticos la misma que era transmitida a los usuarios sobre todo afirmando que el reencauche no era seguro porque su carcasa no estaba garantizada por ellos mismos para ser reencauchada. Este mito se rompe a principios del año 2002 cuando la empresa Cía. Minera Antamina entrega a la empresa Renova dos neumáticos 40.00R57 marca Michelin que habían sido reconocidos como Scrap por el mismo fabricante. Obteniendo buenos resultados.

Se inicia entonces un programa de reencauche con la finalidad de reducir los costos operativos en función de la reducción de compra de neumáticos

nuevos. Todos los neumáticos reencauchados por seguridad trabajan solo en el eje de tracción, se demuestra que en mina Pierina los neumáticos reencauchados presentan un mayor rendimiento (Hr/mm) en periodo de lluvias es superior al de los neumáticos nuevos y el costo operativo US\$/Hora es mucho menor que el de un neumático nuevo.

Estos resultados son tan satisfactorios que los usuarios del reencauche han descubierto otras ventajas como:

- Prolongar la vida del neumático nuevo mediante el reencauche, es decir darle una segunda vida a su carcasa.
- Extender el rendimiento en horas o kilómetros de los neumáticos nuevos mediante el uso de neumáticos reencauchados, manteniendo por más tiempo los neumáticos nuevos en las posiciones delanteras.
- Reducir los costos de los neumáticos nuevos como consecuencia de una mayor duración o rendimiento.
- Reducción importante en la compra de neumáticos nuevos y en consecuencia reducción en su presupuesto de neumáticos (más adelante demostraremos todo esto)
- Mejora de rendimientos en Mina Pierina sobre todo en épocas de lluvia frente al rendimiento de los neumáticos nuevos.
- El reencauchado en Mina Pierina nos ha permitido mantener la flota rodando aun en los periodos de crisis o desabastecimiento de neumáticos nuevos.

Los beneficios del reencauche de llantas son diversos, entre ellos podemos encontrar que el rendimiento kilométrico es similar a la llanta nueva, menor

costo por kilómetro, el costo de la llanta reencauchada es entre el 30 y el 50% menos que la nueva, el reencauche se puede hacer en diferentes diseños, sin tener en cuenta el diseño de la llanta original; disminuye los desechos sólidos (impacto ambiental), y contribuye al ahorro de energía, pues reencauchar conserva cientos de millones de galones de petróleo cada año. El reencauchado nos permite mantener a nuestra flota seguir operativo.

3.10.2 Consideraciones para enviar un neumático a reencauche

Es bastante importante tener en cuenta las siguientes consideraciones para poder enviar los neumáticos a reencauche, no todos los neumáticos pueden ser reencauchados deben realizarse primero los siguientes pasos:

- Limpiar la llanta
- Registrar la llanta ,Número de Serie, Profundidad de Banda, Reparaciones, Medida y Diseño, Rendimiento actual
- Inspección de Talón Exterior, Flanco Interno, Flanco Exterior, Talón Interno, Banda de Rodamiento.
- Codificación de daños
- Características de Llantas Aptas para Reencauche

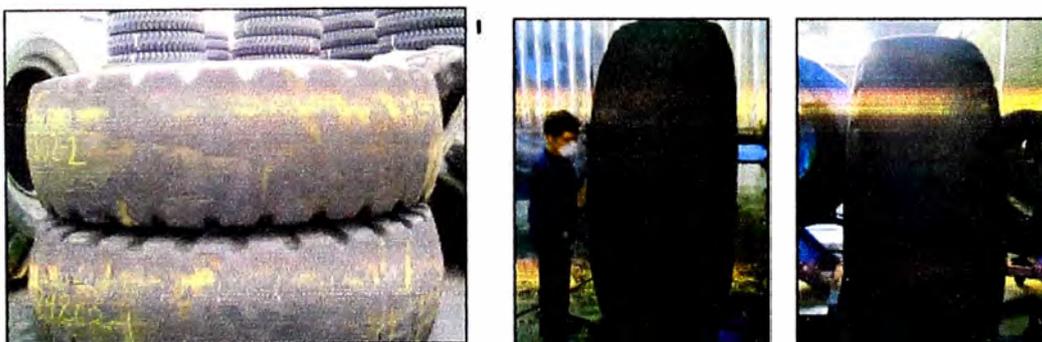


Figura 3.30-Inspeccion de estado de los neumáticos para reencauche

Se debe cumplir con lo siguiente para enviar un neumático a reencauche para que el rendimiento sea el mejor.

- Considerar el Remanente de Profundidad de Banda
- Descartar Fatiga de la llanta.
- Detectar Fisuras o síntomas de fatiga que afecten la estructura de la llanta.
- Cantidad de Reencauches y/o Reparaciones.
- Rendimiento, Historial de Presiones, Estadística de TKPH.
- Descartar Contaminación de Hidrocarburos.
- Descartar Daños Irreparables.
- Descartar Desgastes Irregular, etc.

Consejos para Preservar Llantas para Reencauche:

- Cambiar de Actitud / Capacitación al Personal de O&M
- Actualizar permanentemente la información de llantas para reencauche en las OT's.
- Presentar un Estudio de Análisis de Scrap Mensuales.
- Mantener un archivo de imágenes de llantas seleccionadas para reencauche.
- Monitorear índices de llantas (Índice de reencauche., rendimiento, TKPH).
- Optimizar los trabajos de inspección de llantas. (Taller, Campo, etc.).
- Optimizar Los Trabajos de Operaciones.
- Menor cantidad de Curvas.
- Peraltes adecuados.
- Pendientes menos pronunciadas, Ciclos más cortos.

- Limpieza eficiente de vías / zonas de carga y descarga.
- Evitar las malas distribuciones de carga y sobrecargas.

3.10.3 Proceso de Reencauche

Es el proceso mediante el cual el neumático usado es Reparado, embandado, vulcanizado y dibujado para volver a utilizarse.



Figura 3.31-Neumáticos reencauchados

Fuente: Boletín RENOVA

Inspección inicial, en la que a priori se puede calificar si el neumático es apto o no para recibir el proceso de reencauche.

Inspección electrónica, dará la aprobación de rechazo según que el innerliner o butilo se encuentre en perfectas condiciones de talón a talón (pestaña a pestaña). Inspección por interferometría, equipo también conocido como Sherografía que nos permite inspeccionar separaciones entre los componentes de la estructura de la carcasa también de talón a talón (pestaña a pestaña).

Raspado, es la actividad de desbaste del material sobrante de la banda de rodamiento.



Figura 3.32-Raspado de neumáticos

Fuente: Boletín RENOVA

En esta estación RENOVA garantiza la igualdad en la circunferencia, radio de raspado y espesor del remanente de caucho sobre las telas de acero, así como el mismo diámetro final en los neumáticos de la misma marca, medida y diseño original.

Pulido, estación de retoques de averías, donde el neumático es tratado con el máximo cuidado, empleando las herramientas más adecuadas para la reparación de los daños.



Figura 3.33-Pulido

Fuente: Boletín RENOVA

Así mismo, en esta estación se tiene una cabina cerrada para evitar la contaminación sobre la superficie que se prepara en el resto de proceso de la planta.

Cementado, es la estación donde se aplica el cemento de vulcanización, de manera uniforme bajo el sistema Air less (por presurización en ausencia de humedad) dentro de una cabina. Una de las finalidades del cementado es proteger la superficie recién pulida de contaminación ambiental como la humedad y el polvo.

Embandado, es la aplicación de la banda de rodamiento en la carcasa. La aplicación es de manera automática, mediante un panel de control donde se establece el tipo de banda, la longitud de circunferencia del neumático, el centrado (Off-set) y el ancho de banda solicitado.

Embandado: anillo laser 360°, es una banda precurada en forma de anillo sin "costura" alguna y con una extensión en la zona de los hombros que dibuja perfectamente el radio del neumático nuevo en esta zona. Encaja perfectamente sobre el neumático raspado para alojar esta banda eliminando el stress comúnmente generado entre la banda plana y la carcasa. El uso de la Banda Precurada Láser 360° se traduce en: mejor desempeño del reencauche, producto más seguro y confiable, mayor duración de la carcasa, por ende la reducción de costos, confort en el manejo y una mejor apariencia del producto.

Vulcanizado, En esta fase del proceso se efectúa la unión entre la banda de rodamiento y la carcasa del neumático, mediante la goma cojín (cushion gum) aplicando adecuadamente los tres parámetros de vulcanización: Tiempo, Temperatura y Presión.



Figura 3.34 Proceso de reencauche

Fuente: Boletín RENOVA

Para el cargado de los neumáticos se cuenta con un transfer (intercambiador) que mejora las condiciones de trabajo y la eficiencia del control individual de los neumáticos a través de un sistema computarizado.

Inspección final, para garantizar nuestro producto, RENOVA inspecciona cada uno de los neumáticos en la máquina de inspección por interferometría, donde es evaluado minuciosamente de pestaña a pestaña.

3.10.4 Cuatro Conceptos - Reencauche

Para enviar a reencauche un neumático debemos conocer lo siguiente:

Zonas Estructurales: debemos conocer el estado del núcleo o aro, cable carcasa, cinturones de estabilización y trabajo, cable de retorno (FE)

Zonas Irreparables: si un neumático presenta daños en cable retorno - zona estructural (FE) ***, núcleo o aro, daños fuera de especificaciones técnicas no podrá ser reencauchado.

Zonas de Protección y demás: Cinturones de Protección, Cable de Retorno***, Refuerzos de Talón y Flanco, Caucho de la B/R y Flanco

Subbanda (Under treading): Adhesión entre los Cinturones y B/R, Disipación de calor, Permite Reencauchar

Los siguientes factores afectan a los neumáticos para enviarlo después a reencauche:

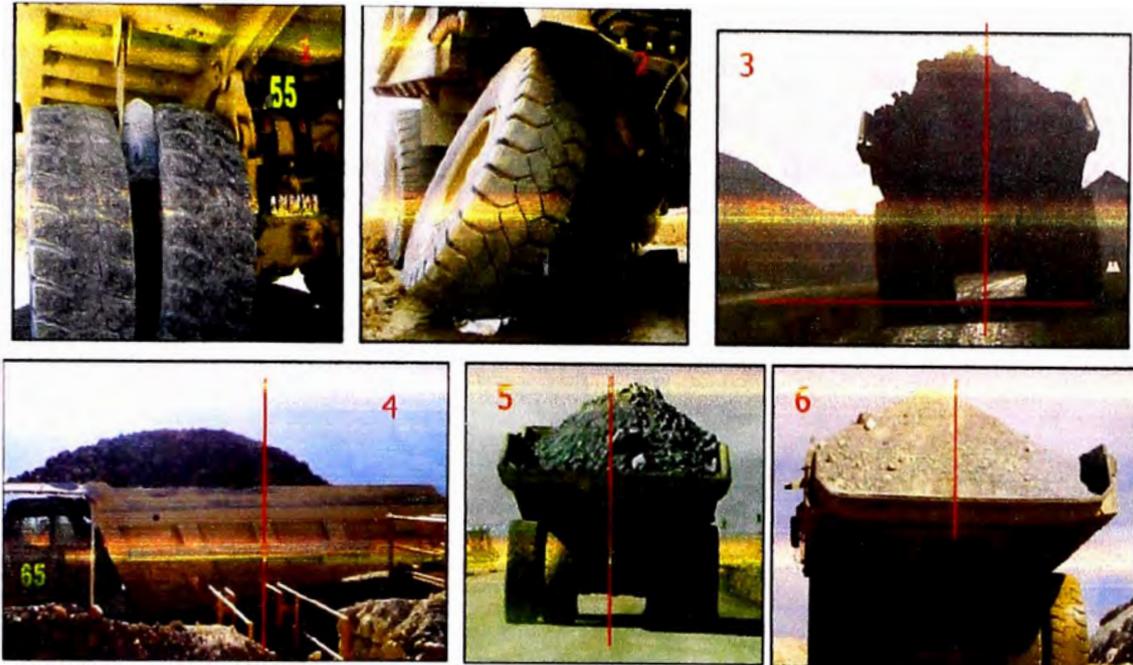


Figura 3.35-Condiciones que afectan en los neumáticos

Fuente: NEUMA PERU (Inspección de vías)

3.11 TIPOS DE REPARACIONES

3.11.1 Reparación preventiva

Definición: estos daños se trabajan en mina

Son daños que afectan:

- Caucho
- Telas de protección

3.11.2 Reparación correctiva menor

Definición : son daños que llegan a afectar la estructura de la llanta

Se corrigen en mina

- Caucho
- Telas de protección
- Telas de trabajo

3.11.3 Reparación correctiva mayor

Definición : son daños que llegan a afectar la estructura de la llanta

- Caucho
- Telas de protección
- Telas de trabajo
- Medidas telas de trabajo

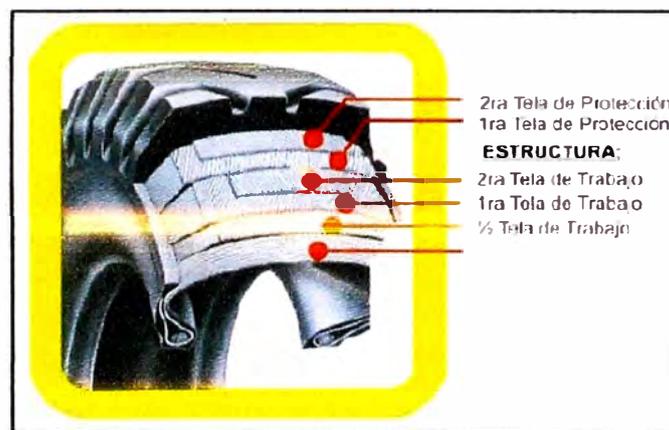


Figura 3.36-Zonas afectadas para ser reparadas

Fuente: NEUMA PERU (Curso de neumáticos)

CAPITULO IV

ESTUDIO DE LOS FACTORES PRINCIPALES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DE LOS NEUMATICOS

Se ha identificado las causas principales que afectan en el rendimiento de los neumáticos, a continuación mostramos a detalle el estudio, los resultados como estudio de vías, estudio de temperatura, cargas, velocidades, etc.

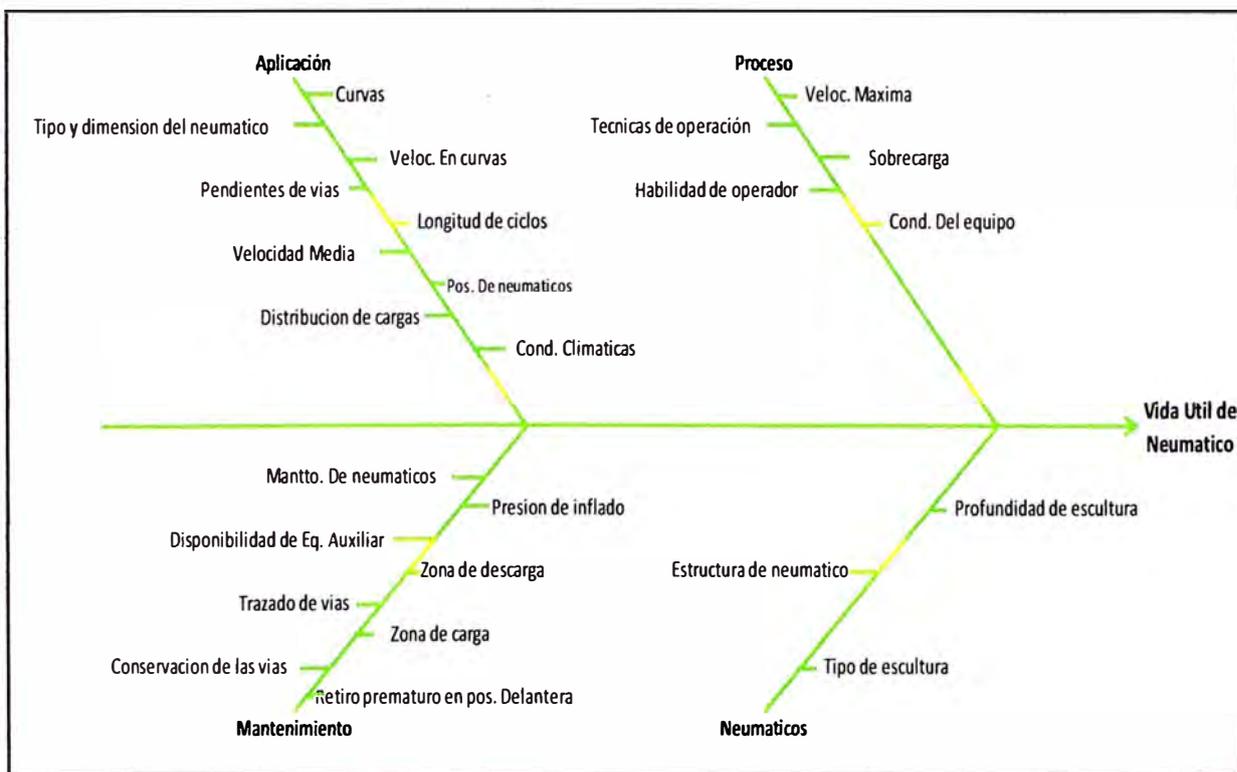


Figura 4.1- Diagrama de pescado (vida útil de neumático)

4.1 TIPOS DE DAÑOS CAUSADOS EN LOS NEUMÁTICOS

4.1.1 Perforación de Banda de Rodamiento

Definición: Perforación, atravesando la banda de rodamiento de parte a parte. Herida accidental por objeto perforante. A reparar o a reencauchar (en función de la escultura restante y si la dimensión es aceptada), después, medir la herida y comparar si está dentro de las tolerancias.

Prevención: Hacer pasar más a menudo las máquinas para limpiar las pistas (niveladora, bulldozer).

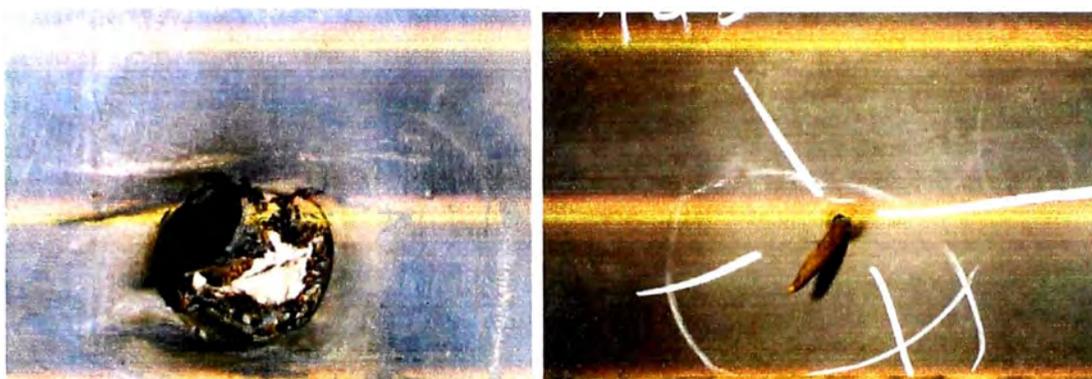


Figura 4.2-Perforación en neumáticos que llegan hasta el butilo

Fuente: NEUMA PERU-PIERINA (curso de neumáticos)

4.1.2 Retención de piedras en escultura de banda rodamiento

Causa(s): Rodaje sobre pistas con numerosas piedras.

Prevención: Hacer pasar más a menudo las máquinas para limpiar las pistas (niveladora, bulldozers). En el caso de que la retención de piedras no sea generalizada, utilizar una palanca para retirar piedras que pudieran dañar las lonas.



Figura 4.3- Piedra incrustada en la banda de rodamiento del neumático

Fuente: NEUMA PERU- PIERINA (curso de neumáticos)

4.1.3 Grietas en el fondo de la escultura

Causa(s): Grietas localizadas: rodaje sobre obstáculo (bloque, calzo,...) que puede provocar ó crea un brazo palanca entre el borde de los tacos y el hombro. Si la dimensión es aceptada para reencauchas, enviarla pronto.

PREVENCION: Hacer pasar más a menudo las máquinas para limpiar las pistas (niveladora, bulldozer). Modificar las pistas dejarlas más planas.

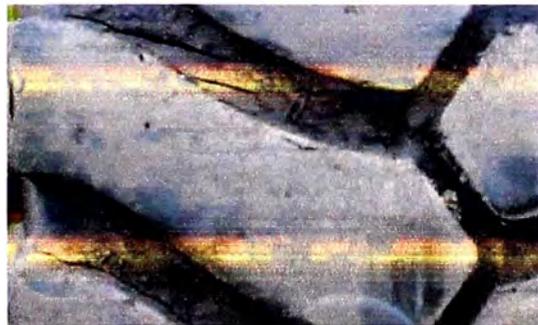


Figura 4.4- Piedras en el fondo de la escultura, con o sin arrancamientos

Fuente: NEUMA PER-PIERINA (curso de neumáticos)

4.1.4 Cortes en el hombro

CAUSA(S): Cortes agrandados por flexiones importantes debidas a una sobrecarga y mal centrado de carga. Continuar el rodaje hasta la lona de protección si el desgaste es importante y la dimensión no es reencauchable. De lo contrario enviar para recauchutar, enviarla antes de que las grietas lleguen a las lonas.

PREVENCIÓN: Vigilar los cortes en máquinas de transporte. Si el desgaste es poco importante, realizar una reparación preventiva antes de la aparición de las lonas. Si no, continuar el rodaje, pero vigilar.

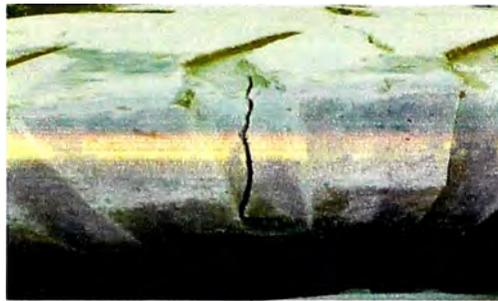


Figura 4.5- Corte en el hombro del neumático

Fuente: NEUMA PERU-PIERINA (curso de neumáticos)

4.1.5 Desgaste regular normal alcanzando las lonas cima

CAUSA(S) PROBABLE(S): Desgaste normal muy avanzado. Desecho, salvo si solo alcanza la lona de protección que se envía a reencauchar.

PREVENCIÓN: Desmontar el neumático cuando la escultura haya desaparecido, continuar el rodaje hasta la aparición de la primera lona.



Figura 4.6- Desgaste en banda de rodamiento

Fuente: NEUMA PERU-PIERINA (curso de neumáticos)

4.1.6 Bolsas aisladas o circunferenciales, protuberancias.

CAUSA(S) PROBABLE(S): Sobrepasar la carga nominal de la cubierta. Vigilar la evolución; si las bolsas se abren, hacer examinar por el fabricante del neumático para reparación eventual. Si no, desecho.

PREVENCIÓN: Verificar si dicho daño compromete la estructura no usar herramientas punzo cortantes llamar a especialistas.



Figura 4.7-Protuberancias

Fuente: NEUMA PERU-PIERINA (curso de neumáticos)

4.1.7 Deterioro localizado en el flanco

CAUSA(S) PROBABLE(S): Evolución de agresiones o roces frecuentes, seguidos de numerosas flexiones. Realizar una reparación preventiva antes de que aparezca alguna lona, en el caso de ligero desgaste.

PREVENCION: Vigilar los cortes en las máquinas de transporte. Analizar los sitios con riesgo al momento del carguío. Moto niveladora, bulldozer



Figura 4.8-Daños en el flanco

Fuente: NEUMA PERU-PIERINA (Curso de neumáticos)

4.1.8 Roca entre neumáticos

CAUSA(S) PROBABLE(S): Objeto introducido entre llantas gemelas.

PREVENCION: Asegurarse de la existencia del quitapiedras (evitando la penetración de objetos entre llantas gemelas). Hacer pasar más a menudo las máquinas para limpiar las pistas (niveladora, bulldozer) o para machacar las piedras



Figura 4.9- Roca incrustada entre neumáticos

Fuente: Inspección de vías NEUMA PERU-PIERINA

4.1.9 Arrancamientos de elementos de la escultura

CAUSA(S) PROBABLE(S): Cortes al rodar sobre terrenos agresivos.

PREVENCION: Buscar las causas del patinaje (subida en vacío, suelo blando). Hacer pasar más a menudo las máquinas para limpiar las pistas (niveladora, bulldozer) o para machacar las piedras (apisonadora). Primera fase: Goma interior de la cubierta esponjosa y suelta en la o las zonas de flexión. Segunda fase: cables visibles, separados de la goma que les recubre.



Figura 4.10-Arrancamiento de elementos en banda de rodamiento

Fuente: NEUMA PERU (Curso de neumáticos)

4.1.10 Deterioro de la goma interior por flexiones importantes de los flancos durante el rodaje.

CAUSA(S) PROBABLE(S): Rodaje sin aire. DESTINO: Desecho.

PREVENCION: Verificar regularmente las presiones, para detectar a tiempo una fuente de fugas (reventón, junta de válvula, llanta fisurada). Rodaje con neumático totalmente pinchado. Pesar y adaptar la presión aconsejada.



Figura 4.11-Daño en el butilo

Fuente: Inspección de vías NEUMA PERU-PIERINA

4.1.11 Deterioro localizado profundo de lonas de cima, por oxidación

CAUSA (S) PROBABLE (S) : Penetración de humedad como consecuencia de cortes en banda de rodamiento o retención de piedras. Daño agravado por una temperatura de funcionamiento elevada de la cubierta. **DESTINO:** Desecho.

PREVENCION: Evitar el riego abundante en las pistas. Seleccionar el tipo de cubierta más adecuado. Hacer pasar más a menudo las máquinas para limpiar.



Figura 4.12- Oxidación en los cables de protección del neumático

Fuente: NEUMA PERU (Curso de neumáticos)

4.1.12 Separación entre lonas de cima.

CAUSA(S) PROBABLE(S): térmico: calentamiento producido por ciclos largos y numerosos, sobrepasando la carga nominal de la cubierta,

manifestándose por goma pegajosa. Fuerte deriva de los neumáticos delanteros (curvas cerradas a alta velocidad). mecánico: arrastres importantes reconocibles por goma no pegajosa. Presión insuficiente. DESTINO: Desecho.

PREVENCION: Estudiar las condiciones de utilización: trazado de las pistas, carga presión. Asegurarse del TKPH (TMPH) este en los rangos permitidos.



Figura 4.13-Separación de lonas

Fuente: NEUMA PERU (Curso de neumáticos)

4.2 ESTUDIO DE VÍAS

Se realizó un estudio de vías en mina Pierina, tomando las siguientes rutas los cuales son las más transitadas en la operación como se observa en la figura 4.2

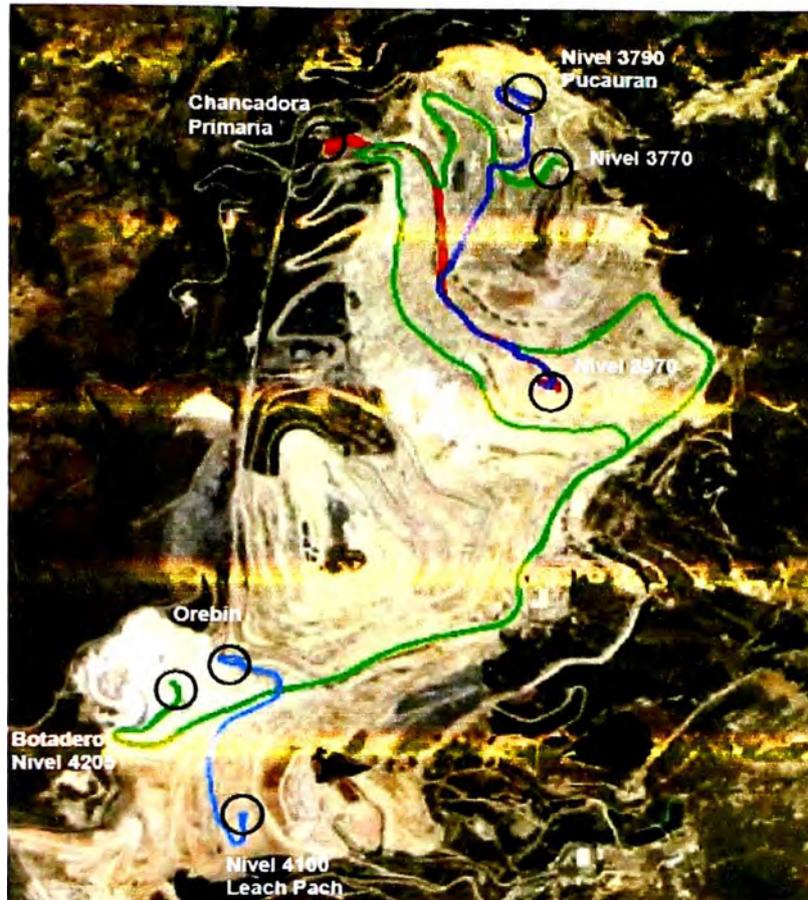


Figura 4.14 Rutas principales estudiadas

Fuente: NEUMA PERU estudio de vías

RUTAS:

- Ruta1: Orebin–Nivel 4100 (Leach Pad Lixiviación).
- Ruta2: Nivel 3970 –Chancadora Primaria.
- Ruta3: Nivel 3970 –Nivel 3790 Pucauran.
- Ruta4: Nivel 3770 –Nivel 4205 Botadero.

Estudio realizado en el camión Caterpillar 785C: MD-704

Todas las pendientes superiores al 8% incrementarán la carga que soportan los neumáticos del eje afectado debido a la transferencia de carga, por lo

cual se generará un mayor desgaste del neumático, se utilizó el equipo VBOX

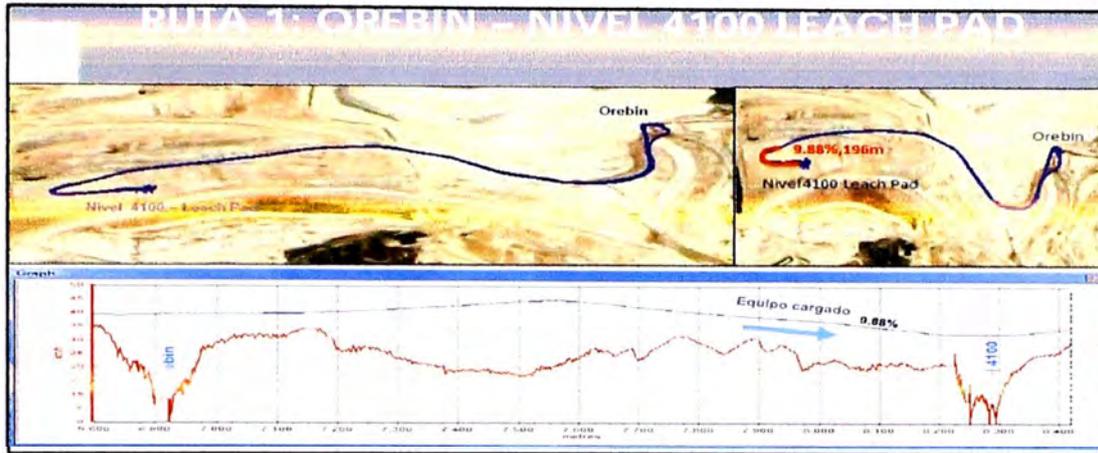


Figura 4.15-Ruta 1 y comportamiento del neumático

Fuente: NEUMA PERU estudio de vías

- En este tramo el eje más afectado es el delantero, por trasladarse el equipo cargado en bajada con rampas superiores a 8%.
- La mayor pendiente de esta ruta es de 9.88%.

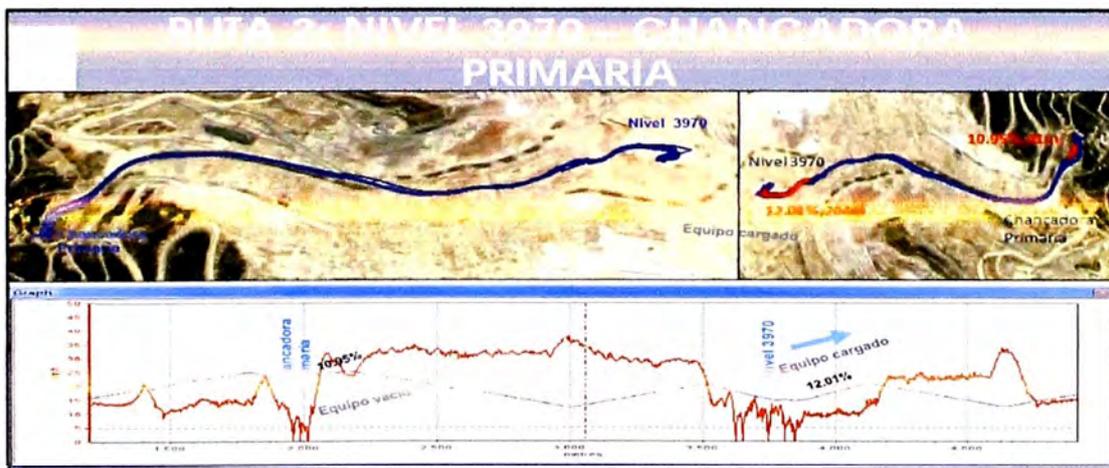


Figura 4.16-Ruta 2 y comportamiento del neumático

Fuente: NEUMA PERU estudio de vías

- En este tramo el eje más afectado es el Posterior, por trasladarse el equipo cargado en subida con rampas superiores a 8%.
- La mayor pendiente de esta ruta es de 12.01%

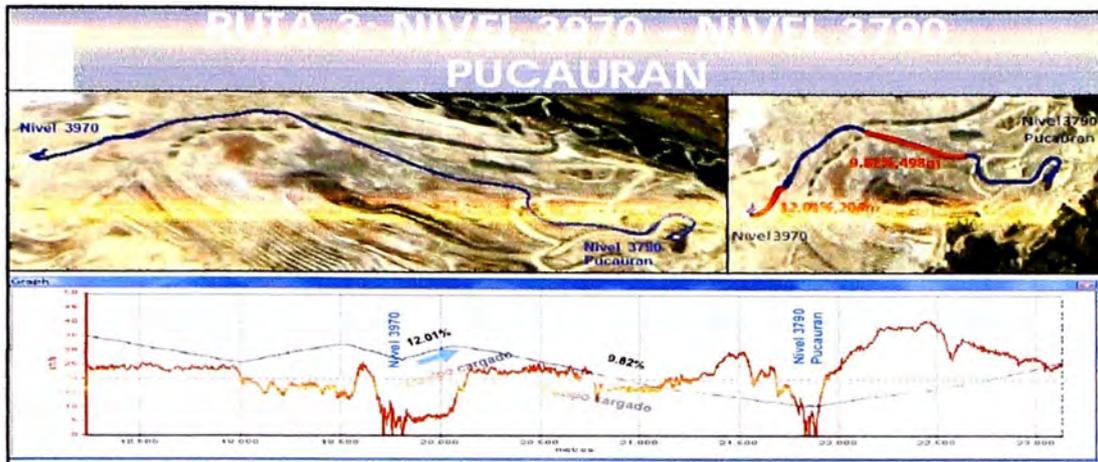


Figura 4.17-Ruta 3 y comportamiento del neumático

Fuente: NEUMA PERU estudio de vías

- En este tramo el eje más afectado es el Delantero, por trasladarse el equipo cargado en bajada con una rampa de 9.82%.
- La mayor pendiente de esta ruta es de 12.01%

La Ruta 4 (Nivel 3770-Nivel 4205 Botadero) es el ciclo que presenta la mayor cantidad de pendientes superiores al 8% y seguidas, en total 9 que van desde 9.16% hasta 11.62%. También presenta el ciclo más largo de los cuatro estudiados (12.66 Km)

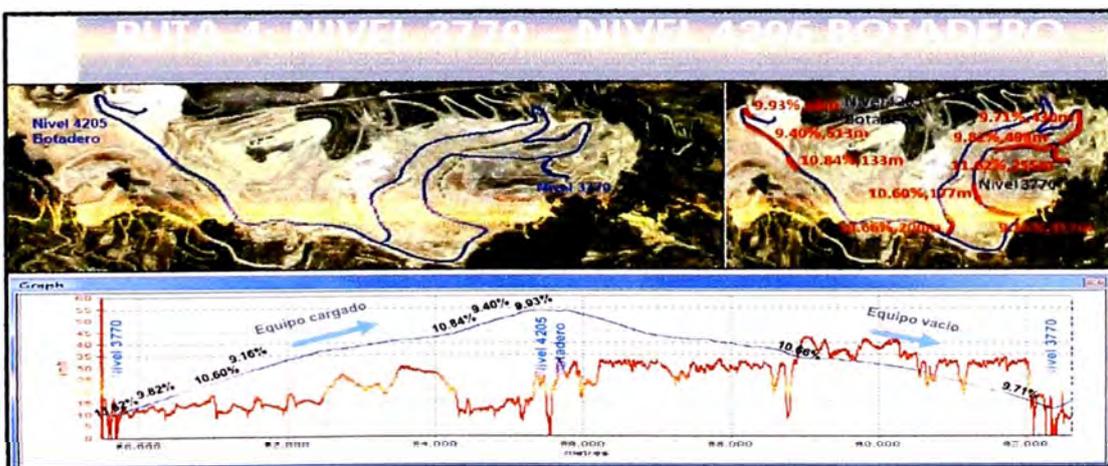


Figura 4.18-Ruta 4 y comportamiento del neumático

Fuente: NEUMA PERU estudio de vías

- En este tramo el eje más afectado es el Posterior, por trasladarse el equipo cargado en subida con rampas superiores a 8%.

- La mayor pendiente de esta ruta es de 11.62%.

4.3 ESTUDIO DE VELOCIDADES

Velocidades ingreso a curvas se tiene los siguientes resultados:

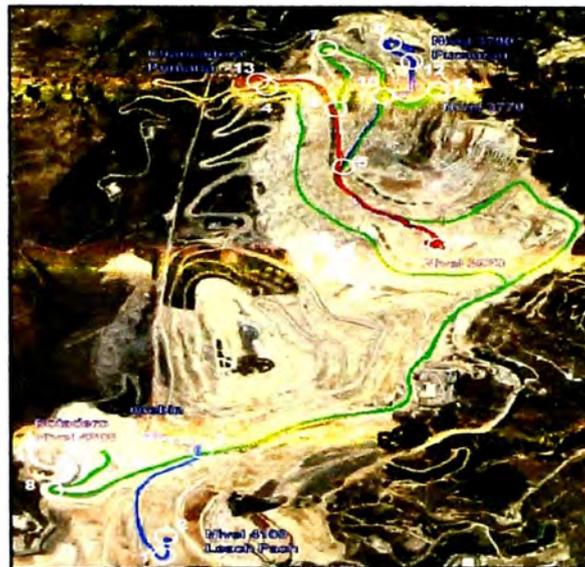


Figura 4.19-Rutas para el estudio de velocidades

Fuente: NEUMA PERU estudio de velocidades

Tabla 4.1-Datos de velocidad ,radio de curavtura,posición, aceleración

	(Km/h)	(m)	(m)	(posición)	
1	0.255	21	15	Cargado	2
1	0.304	29	22	Vacio	1
2	0.225	17	12	Cargado	2
3	0.215	35	46	Cargado	1
4	0.215	35	46	Cargado	1
5	0.284	27	23	Vacio	1
6	0.340	23	14	Vacio	2
7	0.442	42	33	Vacio	1
8	0.308	27	21	Vacio	2
9	0.165	21	22	Cargado	1
10	0.215	35	46	Cargado	1
11	0.214	21	17	Vacio	1
12	0.218	34	44	Vacio	1
13	0.229	32	37	Vacio	1
14	0.245	23	17	Vacio	1

Fuente: NEUMA PERU - Pierina

Observaciones:

De las rutas estudiadas se han encontrado 14 curvas que de acuerdo a los datos podrían originar SEPARACIONES MECÁNICAS en los neumáticos.

La máxima aceleración para Camión Cargado es de 0.15g y para Camión Vacío es de 0.20g. Los excesos al ingresar a las curvas en la mayoría de los casos se presentan con el Camión sin Carga.



Figura 4.20- Rutas seguidas para el estudio de vías

Fuente: NEUMA PERU estudio de velocidades

Resultados:

En las rutas estudiadas se encontraron 14 pendientes superiores al 8%, lo cual perjudica a los neumáticos por sobrecarga.

Se encontraron 14 curvas con excesos de velocidad al tomar estas. Algunos casos obedecen a radios de giros reducidos, pero también tienen que ver con la operación. Se deben definir las velocidades de ingreso a las curvas y estas deben ser de conocimiento de los operadores mediante letreros, instructivos, etc.

En la operación de Pierina los factores que tendrán mayor impacto (negativo) en el rendimiento de los neumáticos son las: PENDIENTES y los INGRESOS A CURVAS.

4.4 SEGUIMIENTO DIARIO DE ESTADO DE VÍAS, DESCARGA, ZONAS DE CARGUÍO, CENTRADO DE CARGAS EN MINA PIERINA.

En la mina todos los días se hace una inspección del estado de las vías, zonas de carguío, zonas de descarga porque todos estos factores influyen directamente en el rendimiento del neumático

4.4.1 Influencia de las vías en el rendimiento de neumático.

Todos los neumáticos que trabajan en mina están expuestas generalmente a superficies rugosas donde hay piedras, pedazos de metal ,agua , barro, hielo, etc.

Estos se dan en zonas de carga, zonas de descarga, curvas y vías con pendientes. El efecto de estas condiciones afectan directamente en la vida de los neumáticos como se observa en la tabla: Para superficies o vías con rocas de considerable tamaño, trabajando al 100% de carga el neumático solo rendira la vida del neumático un 75%. Para superficies con piedras aisladas, trabajando con el 100% de carga el neumático , el neumático solo llegara a un 90% de vida. Para superficies libres de rocas , trabajando el neumático a un 100% de carga, el neumático tendra una vida promedio de 100%.

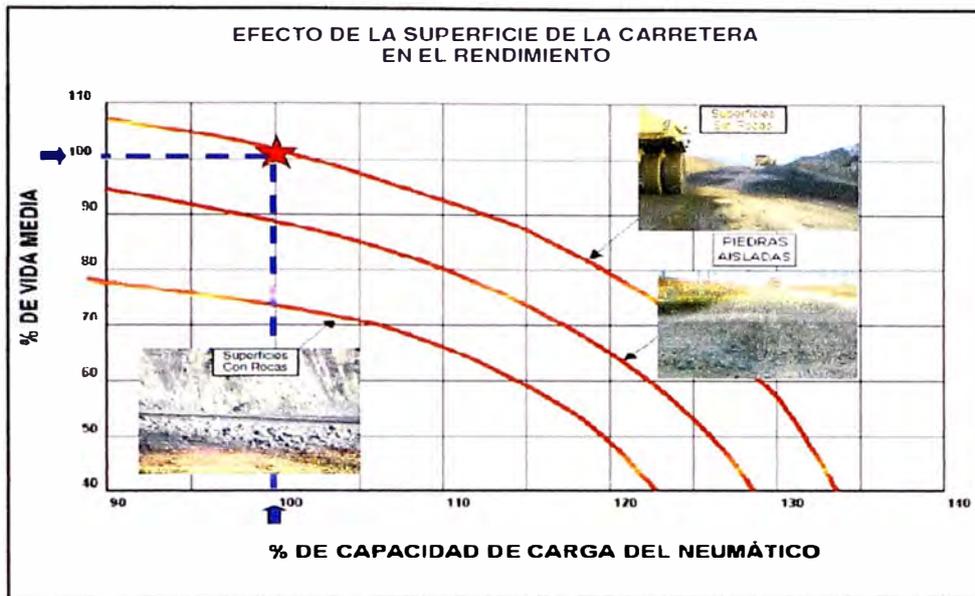


Figura 4.21- Efectos del estado de las vías en el rendimiento de los neumáticos

Fuente: BRIDGESTONE Off The Road Tires

Se hace un reporte y se envía a Operaciones Mina y mantenimiento, para corregir de inmediato las condiciones observadas en campo. Ejemplo



Figura 4.22-Mantenimiento de la vía dentro del tajo

Fuente: NEUMA PERU estudio de vías

Nivel 4000, se observa la vía limpia, se tiene equipo de limpieza realizando mantenimiento de vías lastrando con material en la zona de salida del tajo.

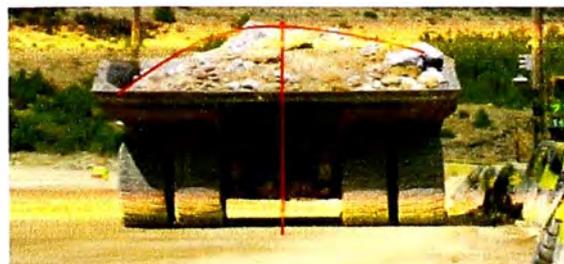


Figura 4.23- Centrado de carga

Fuente: NEUMA PERU estudio de cargas

En la chancadora se observa al MD723 tiene la carga inclinada hacia el lado derecho, esto causa sobrecargas en las posiciones hacia donde se inclina la carga.

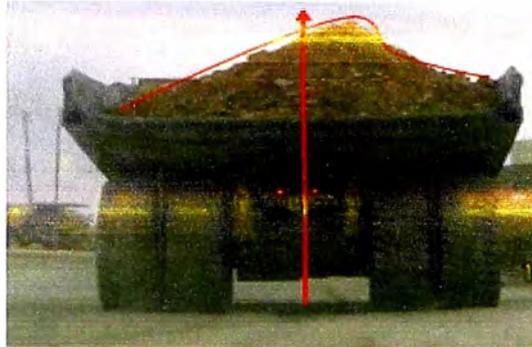


Figura 4.24- Carga mal centrado

Fuente: NEUMA PERU estudio de cargas

Se observa al MD 721, con la carga mal centrada, camino hacia Paradero Ruri, el tener las cargas mal centradas genera que se produzcan sobrecargas en las posiciones hacia donde se inclina la carga dañando seriamente su rendimiento.



Figura 4.25-Nivel de piso

Fuente: NEUMA PERU estudio de cargas

Nivel 3970 se observa que el frente de carguío donde operaba el Cargador N° 6 presentaba un ligero desnivel, se debe coordinar para mejorar el nivelado del frente y así evitar que se generen mal centrados de cargas. En

la zona de carguío se debe mantener libre de rocas, desnivel en el terreno, acumulación de agua, barro, ondulaciones para evitar cortes en neumáticos.

4.4.2 Cuidados al momento de cargar a los camiones

Se debe evitar el exceso de carga ya que la caída de material provoca cortes en las llantas, esta es netamente responsabilidad del operador de pala. El operador debe estar atento para no carga en exceso y derramar rocas. La carga en exceso provoca caída de material en las rutas, zonas de pendientes y curvas.

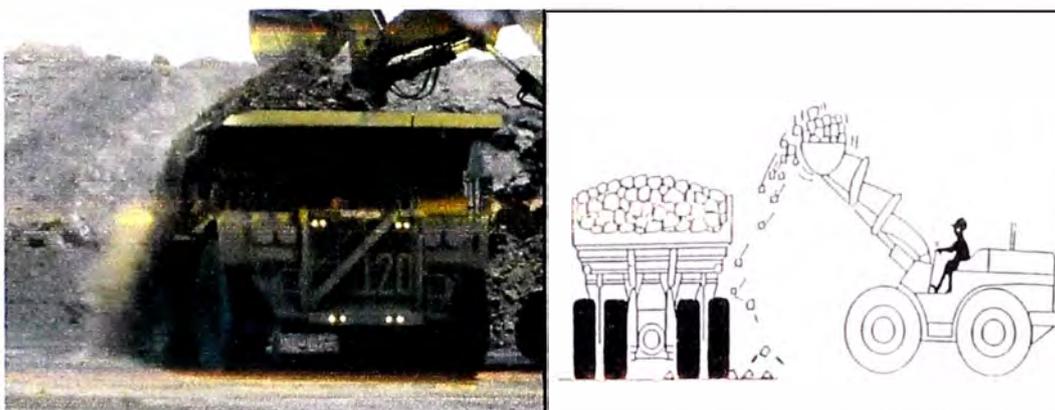


Figura 4.26-Camiones mal cargados y exceso,roca dañando neumaticos

Fuente: BRIDGESTONE Off The Road Tire

4.4.3 Estudio de sobrecarga en mina Pierina

PORCENTAJE DE CARGAS EN CAMIONES 785C EN MINA PIERINA

El tonelaje target de los 785C es de 138-140 Ton como se muestra en la tabla 4.2 lo ideal es que se evite las cargas bajas pues se pierde producción y también se evita las sobrecargas mayores al 20% pues esto afecta al equipo y neumáticos.

El neumático está diseñado para resistir una cierta cantidad de carga no se puede ampliar las tolvas de los camiones sin tener en cuenta esta restricción para no afectar la vida de los neumáticos.

Tabla 4.2 –Rangos de las cargas para los camiones 785C

ton target 785 c	138 - 140 Ton
------------------	---------------

Fuente: Propia

Para realizar el estudio se ha hecho el pesaje de todos los camiones en diferentes fechas, mostramos algunos de los datos, como se muestra en la

Tabla 4.3

Tabla 4.3- Datos de pesaje de camiones

[DATA]	FECHA					tonelaje
V01	31-oct-13	18.9	241.4	5484.3	38	144.3237
V02	31-oct-13	10	112.1	2589	17	152.2941
V03	31-oct-13	10.9	142.4	2871.1	19	151.1105
V04	31-oct-13	20.3	261.8	6026	39	154.5128
V05	31-oct-13	19.1	246.1	5493.4	36	152.5944
V06	31-oct-13	19.5	240.8	5121.4	34	150.6294
V07	31-oct-13	20.5	259.1	5904.7	39	151.4026
V10	31-oct-13	11	136.8	2930.7	19	154.2474
V11	31-oct-13	18.4	229.5	5442.6	36	151.1833
V12	31-oct-13	14.1	186.9	4506.6	30	150.22
V01	30-oct-13	13	160.1	2800.1	19	147.3737
V03	30-oct-13	16.4	169	3748.5	25	149.94
V04	30-oct-13	15.4	174.5	3615.5	24	150.6458
V05	30-oct-13	15.4	185.3	3763.8	25	150.552
V06	30-oct-13	16.2	177.7	3431.3	23	149.187
V07	30-oct-13	14.2	157.6	3362.7	22	152.85
V09	30-oct-13	6.6	56.4	1328.4	9	147.6
V11	30-oct-13	16.3	168	3566	24	148.5833
V12	30-oct-13	12.6	125.8	2833.9	19	149.1526
V01	29-oct-13	18.5	241.9	3981	27	147.4444
V03	29-oct-13	14.6	175.5	3114.3	21	148.3
V04	29-oct-13	21.1	259.4	4241.3	28	151.475
V05	29-oct-13	21	301.3	4748.7	31	153.1839
V06	29-oct-13	20.3	263.4	4155.3	28	148.4036
V07	29-oct-13	19.5	260.8	4180.2	28	149.2929
V08	29-oct-13	4.1	46.2	1040.2	7	148.6
V09	29-oct-13	21.5	270.4	4373.9	30	145.7967
V10	29-oct-13	1.2	14.9	148	1	148
V11	29-oct-13	20.7	271.2	4264.1	29	147.0379
V12	29-oct-13	3.8	41.8	601.2	4	150.3
V01	28-oct-13	20.1	305.5	4073.5	28	145.4821

V03	28-oct-13	20.6	282.6	4006.7	27	148.3963
V04	28-oct-13	20.6	313.5	4725.1	31	152.4226
V05	28-oct-13	18.6	287.3	4023.1	27	149.0037
V06	28-oct-13	19.9	308.3	4068.6	27	150.6889
V07	28-oct-13	19.2	294.4	4380.8	30	146.0267
V08	28-oct-13	21.5	345.1	4713.4	32	147.2938
V10	28-oct-13	19.3	294.6	4489.3	30	149.6433
V11	28-oct-13	4.5	70.3	1028	7	146.8571
V12	28-oct-13	2.9	39.2	453.8	3	151.2667

Fuente: Pierina-Control Mina

En los datos de distribución de cargas para la prueba periódica, podemos observar que se han encontrado 32.7% de las cargas en el rango (110%-120%)-sobrecarga, y 11.35% con sobrecarga mayor al 120%, Por lo que el índice de distribución de carga se encuentra en un nivel "J". (Inaceptable).

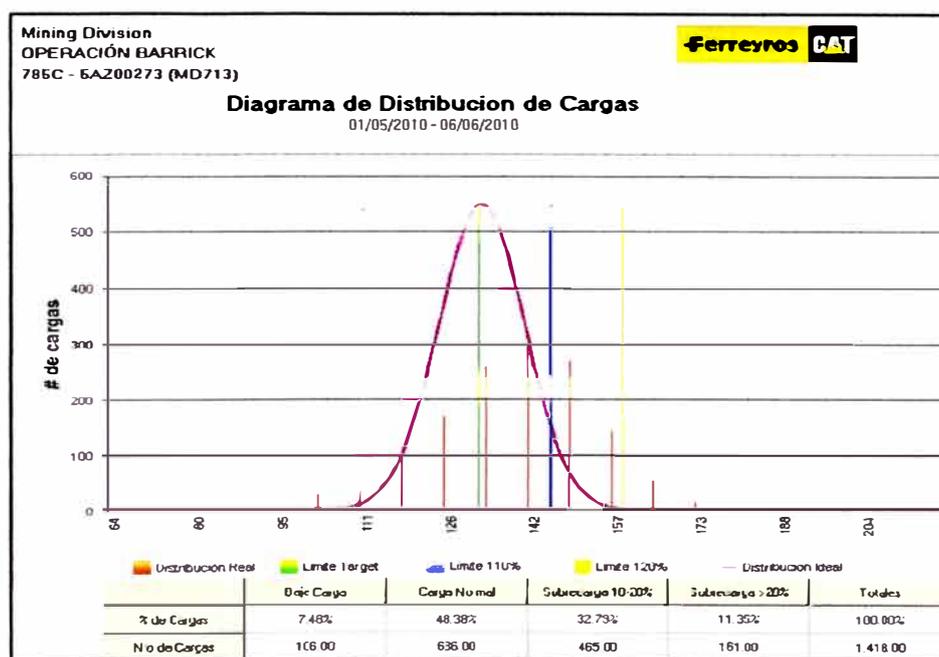


Figura 4.27- Diagrama de distribución de cargas

Fuente: FERREYROS CAT estudio de cargas

Se asumió como target en la unidad evaluada el registro anterior de evaluación real para este equipo (138 -140) ton. En esta evaluación del 2010 se tiene un registro de carga promedio de aproximadamente 156 ton (sobrecargado), Las sobrecargas afectan directamente en el aumento de

Rack y Vías; y por lo tanto en los sobreesfuerzos de: Frame, Suspensiones, Mandos finales, Ruedas, etc.



Figura 4.28- Camión sobrecargado derramando material

Fuente: NEUMA PERU-PIERINA (Estudio de cargas)

El exceso de carga, alta velocidad y curvas ocasionan caída de material.

Estas rocas producen severos cortes en los neumáticos la cual se incrementa en los turnos de noche.



Figura 4.29-Rocas de gran tamaño en la tolva

Fuente: NEUMA PERU-PIERINA (Estudio de vías)

Explicar cada una de las daños producidos por sobre carga.

- 1.- sobrecalentamiento (separación a nivel de hombro etc.)
- 2.- mayor carga = mayor impacto con las rocas
- 3.- fatiga de material a nivel de hombros y talón.

4.4.4 Influencia de la Carga útil en los neumáticos

El operador de la Pala es el responsable de controlar la cantidad de Carga llenada en cada camión y por consiguiente el peso de cada Neumático.

1. La carga de cada camión debe mantenerse de acuerdo a los límites especificados descritos por cada equipo. A toda costa la sobrecarga debe ser evitada.
- 2.- Para obtener una carga máxima por cada Neumático debemos referirnos a la tabla de Carga-Presión y determinar la carga admisible por Neumático de acuerdo al tamaño y al tipo de Neumático.
- 3.- Problemas de sobrepeso derivan inevitablemente a daños prematuros en los Neumáticos y disminución de su vida útil.



Figura 4.30- Camión sobrecargado

Fuente: NEUMA PERU (curso de neumáticos)

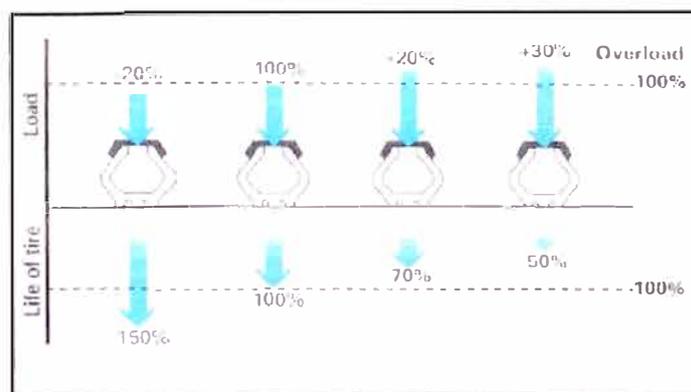
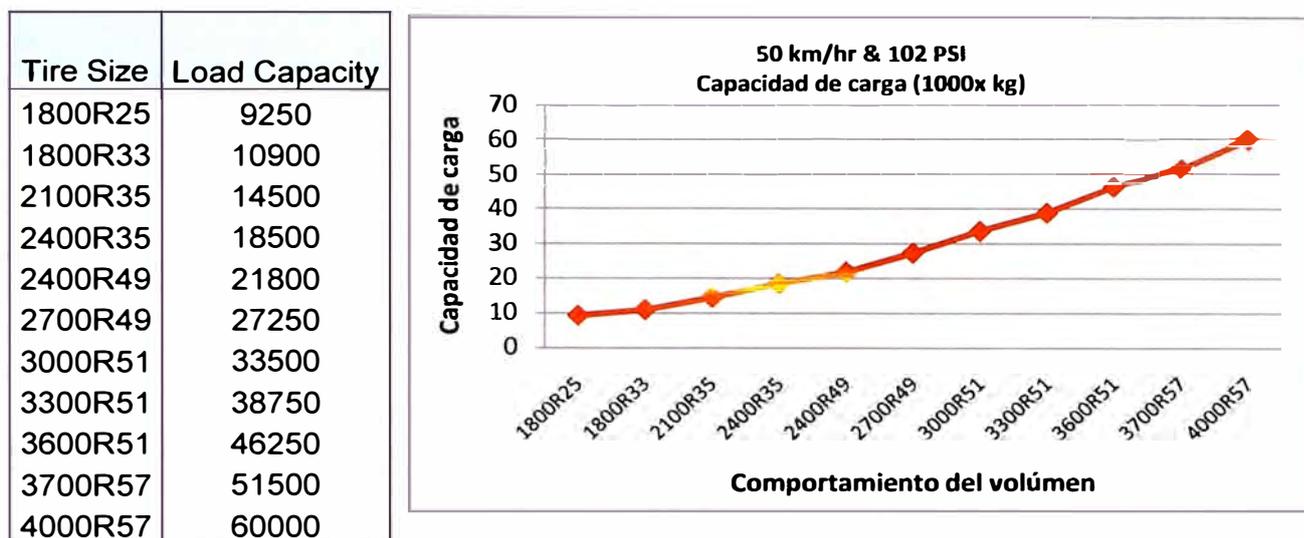


Figura 4.31-Variación de la Carga en función del Volumen del neumático

Fuente: BRIDGESTONE Off The Road Tires

Tabla 4.4-Capacidad de carga en función del tamaño del neumático



Fuente: BRIDGESTONE Off The Road Tires

4.5 ESTUDIO DE TEMPERATURAS EN MINA PIERINA

Siendo la temperatura de los neumáticos una imagen directa de sus condiciones de trabajo, su conocimiento proporcionará valiosa información sobre cómo están trabajando y prevenir posibles fallas.

La temperatura en la superficie exterior del neumático es un factor importante, pero más aún es conocer la existente en el interior de la misma. Lo ideal es medir la temperatura del aire o nitrógeno con el que está inflado el neumático y en condiciones de trabajo, para lo cual existen sistemas complejos.

Cuando un neumático rueda, sus flancos flexionan continuamente bajo el peso de la carga, y estas flexiones producen fricciones transformándose en calor. La cantidad de calor generado en un neumático, aumenta a medida

que se eleva la frecuencia de flexiones de acuerdo a la carga, presión y velocidad. Los neumáticos se refrigeran por la acción del aire que circula a su alrededor y por el contacto de la banda de rodadura con el terreno

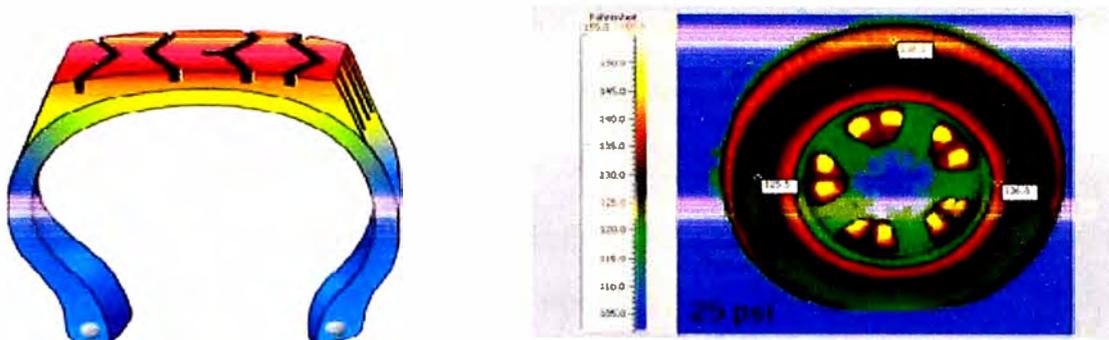


Figura 4.32-Temperatura de los neumáticos

Fuente: NEUMA PERU (estudio de temperatura)

Cuando la temperatura de la goma se aproxima a la de vulcanización del neumático, el compuesto comienza a degradarse y en consecuencia pierde sus características elásticas, produciéndose generalmente separaciones y en consecuencia pérdida prematura del neumático. Esta temperatura es aproximadamente 105°C.

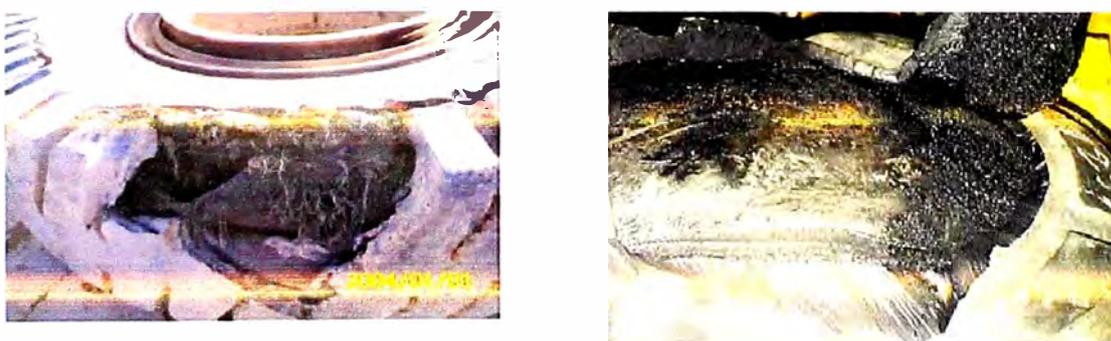


Figura 4.33-Daños en los neumáticos por temperatura elevada

Fuente: NEUMA PERU (curso de neumáticos)

Actualmente no es posible conocer si la temperatura del neumático se aproxima al límite por los métodos de medición tradicional ni mediante

cálculos de transferencia de calor por que se tendrían muchas variables y datos desconocidos.

4.5.1 Objetivos

- Conocer la temperatura de puntos estratégicos del interior de la goma mediante mediciones en el exterior del neumático y establecer relaciones.
- Determinar las condiciones seguras de operación de neumáticos, evitando separaciones por calor.
- Aprovechar al máximo sus capacidades de carga y velocidad del neumático.

4.5.2 Técnica aplicada

1. Se realizaron perforaciones en los neumáticos delanteros de los camiones Caterpillar 785C #702, #705 y #709, tal como se aprecia en el esquema, puntos P1, P2 y P3.

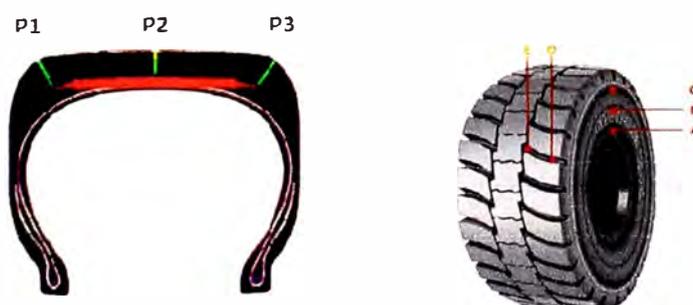


Figura 4.34- Puntos de medición en el neumático

Fuente: NEUMA PERU (estudio de temperatura)

A: Zona de apoyo (talón)

B: Flanco

C: Hombro, medido desde el flanco

D: Hombro, medido desde el fondo del dibujo de la Banda de Rodamiento

E: Banda de Rodamiento, medido desde el fondo del dibujo.

2. Se realizaron 14 mediciones de Temperaturas Internas en cada uno de los agujeros perforados en las bandas de rodamiento de los neumáticos y se registraron los valores.



Figura 4.35- Formas para medición de temperatura

Fuente: NEUMA PERU (Estudio de temperatura)

3. En simultáneo se realizaron 10 mediciones de temperaturas externas mediante el uso de un termómetro Laser a distancia en cada uno de los neumáticos y se registraron los valores. Los puntos de medición son los que se muestran en el siguiente esquema.



Figura 4.36-Medición a distancia de la temperatura

Fuente: NEUMA PERU (estudio de temperatura)

4.5.3 Toma de datos de temperaturas con Termocupla y Laser

Modelo de toma de datos en campo en Mina Pierina Figura 4.37, después ingresamos los datos como se muestra en el siguiente gráfico:

Tabla 4.5- Datos de temperatura de camión 57 y camion 785C 09

Fecha de inspección	Hora de inspección	Ruta (Niveles)	Horómetro	Equipo	Posi.	Nro. Interno	Temperatura OC (medido con termocupla)			Temperatura OC (medido con termómetro laser)					Presión (Psi)	Cocada (mm)
							1	2	3	A	B	C	D	E		
06/10/11	09:10 a.m.	Botadero - K07	21495	V57	1	7510	53	81	51							
06/10/11	11:30 a.m.	Botadero - K07	21497	V57	1	7510	64	86	56							
06/10/11	03:10 p.m.	K06 4070 - 4175 - Botadero	21501	V57	1	7510	68	89	56							
06/10/11	06:10 p.m.	K06 4070 - 4175 - Botadero	21504	V57	1	7510	72	93	75							
07/10/11	08:20 a.m.	K06 4070 - 4175 - Botadero	21516	V57	1	7510	61	88	68	40	38	35	33	38	110	89/85
07/10/11	10:40 a.m.	4070 - Botadero	21518	V57	1	7510	71	91	74	42	39	32	31	37	110	89/85
07/10/11	03:00 p.m.	4070 - Botadero	21522	V57	1	7510	78	96	81	45	46	37	36	45	110	89/85
07/10/11	05:40 p.m.	4070 - Botadero	21525	V57	1	7510	76	97	82	45	45	32	35	43	115	89/85
08/10/11	08:30 a.m.	4070 - Botadero	21536	V57	1	7510	63	84	61	42	38	33	31	59	111	89/85
08/10/11	11:10 a.m.	4070 - Botadero	21539	V57	1	7510	69	93	75	46	43	37	37	42	110	89/85
08/10/11	02:40 p.m.	4070 - Botadero	21542	V57	1	7510	75	98	82	48	47	39	51	46	112	89/85
09/10/11	09:00 a.m.	4070 - Botadero	21560	V57	1	7510	70	86	75	43	36	33	30	39	110	89/85
09/10/11	11:40 a.m.	4070 - Botadero	21563	V57	1	7510	78	92	82	46	39	34	31	40	110	89/85
09/10/11	03:40 p.m.	4070 - Botadero	21567	V57	1	7510	76	93	81	43	39	35	32	41	108	89/85
06/10/11	09:10 a.m.	Botadero - K07	21495	V57	2	7519	54	74	57							
06/10/11	11:30 a.m.	K06 4070 - 4175 - Botadero	21497	V57	2	7519	62	83	58							
06/10/11	03:10 p.m.	K06 4070 - 4175 - Botadero	21501	V57	2	7519	75	88	74							
06/10/11	06:10 p.m.	K06 4070 - 4175 - Botadero	21504	V57	2	7519	71	92	68							
07/10/11	08:20 a.m.	4070 - Botadero	21516	V57	2	7519	64	84	56	44	38	29	27	40	111	92/93
07/10/11	10:40 a.m.	4070 - Botadero	21518	V57	2	7519	72	93	73	47	36	30	29	39	112	92/93
07/10/11	03:00 p.m.	4070 - Botadero	21522	V57	2	7519	76	95	78	50	39	33	34	46	110	92/93
07/10/11	05:40 p.m.	4070 - Botadero	21525	V57	2	7519	79	98	81	49	40	32	34	46	115	92/93
08/10/11	08:30 a.m.	4070 - Botadero	21536	V57	2	7519	72	94	79	45	37	34	32	43	110	92/93
08/10/11	11:10 a.m.	4070 - Botadero	21539	V57	2	7519	68	90	75	43	40	33	31	42	112	92/93
08/10/11	02:40 p.m.	4070 - Botadero	21542	V57	2	7519	68	91	73	47	39	33	33	46	111	92/93
09/10/11	09:00 a.m.	4070 - Botadero	21560	V57	2	7519	70	91	76	42	34	30	33	41	108	92/93
09/10/11	11:40 a.m.	4070 - Botadero	21563	V57	2	7519	68	87	71	44	40	33	31	41	110	92/93
09/10/11	03:40 p.m.	4070 - Botadero	21567	V57	2	7519	74	96	81	44	37	30	29	39	112	92/93
08/10/11	09:40 a.m.	Ore Bin	97534	709	1	3915	50	72	48							
08/10/11	11:25 a.m.	K02 - Botadero	97536	709	1	3915	54	76	52							
08/10/11	02:50 p.m.	K07 - Botadero	97539	709	1	3915	58	86	40							
08/10/11	06:00 p.m.	K07 - Botadero	97542	709	1	3915	64	92	63							
07/10/11	08:30 a.m.	K06 - Botadero	97555	709	1	3915	46	78	45	43	42	33	37	33	120	84/84
07/10/11	11:45	K06 - Botadero	97559	709	1	3915	56	84	59	45	40	38	35	32	118	84/84

07/10/11	a.m. 04:00	K07 - Chancadora	97562	709	1	3915	61	87	64	49	43	40	39	35	125	84/84
07/10/11	p.m. 06:00	K07 - Chancadora	97564	709	1	3915	70	92	72	48	42	41	38	33	122	84/84
08/10/11	a.m. 08:40	K06 - Botadero	97573	709	1	3915	63	89	68	45	44	39	39	33	120	84/84
08/10/11	a.m. 11:20	Ore Bin	97576	709	1	3915	68	92	74	46	42	39	39	36	120	84/84
08/10/11	p.m. 02:40	K07 - Botadero	97578	709	1	3915	65	91	71	49	43	40	37	38	120	84/84
09/10/11	a.m. 09:20	Ore Bin	97596	709	1	3915	72	96	80	45	39	32	31	41	117	84/84
09/10/11	p.m. 12:00	K07 - Botadero	97599	709	1	3915	73	98	84	47	41	34	35	39	119	84/84
09/10/11	p.m. 04:00	K07 - Botadero	97603	709	1	3915	67	95	81	45	40	33	33	39	118	84/84
06/10/11	a.m. 09:40	Ore Bin	97534	709	2	3916	51	74	56							
06/10/11	a.m. 11:25	K02 - Botadero	97536	709	2	3916	52	81	42							
06/10/11	p.m. 02:50	K07 - Botadero	97539	709	2	3916	61	89	54							
08/10/11	p.m. 06:00	K07 - Botadero	97542	709	2	3916	63	91	61							
07/10/11	a.m. 08:30	K06 - Botadero	97555	709	2	3916	48	75	43	43	32	33	31	30	115	83/84
07/10/11	a.m. 11:45	K06 - Botadero	97559	709	2	3916	56	87	54	41	32	30	33	32	118	83/84
07/10/11	p.m. 04:00	K07 - Chancadora	97562	709	2	3916	62	91	65	43	32	29	30	29	120	83/84
07/10/11	p.m. 06:00	K07 - Chancadora	97564	709	2	3916	67	94	69	46	34	32	34	32	122	83/84
08/10/11	a.m. 08:40	K06 - Botadero	97573	709	2	3916	56	81	62	41	39	34	31	40	117	83/84
08/10/11	a.m. 11:20	Ore Bin	97576	709	2	3916	64	89	74	41	35	32	33	37	120	83/84
08/10/11	p.m. 02:40	K07 - Botadero	97578	709	2	3916	69	92	76	45	34	30	32	39	120	83/84
09/10/11	a.m. 09:20	Ore Bin	97596	709	2	3916	69	87	72	45	38	34	33	39	115	83/84
09/10/11	p.m. 12:00	K07 - Botadero	97599	709	2	3916	73	92	79	45	36	32	34	41	116	83/84
09/10/11	p.m. 04:00	K07 - Botadero	97603	709	2	3916	74	95	81	47	40	35	36	41	115	83/84

Fuente: NEUMA PERU (Estudio de temperaturas)

Tabla 4.6- Datos de temperatura de camión 785C 02 y 05

Fecha de inspección	Hora de inspección	Ruta (Niveles)	Horometro	Equipo	Pos.	Nro. Interno	Temperatura OC (medido con termocupla)			Temperatura OC (medido con termómetro laser)					Presión (Psi)	Cocada (mm)
							1	2	3	A	B	C	D	E		
06/10/11	11:50 a.m.	3810 - Botadero	100830	702	2	3920	59	86	66							
06/10/11	03:30 p.m.	Tajo - Botadero	100833	702	2	3920	62	89	68							
06/10/11	06:00 p.m.	Tajo - Botadero	100836	702	2	3920	74	96	71							
07/10/11	08:40 a.m.	3810 - Botadero	100844	702	2	3920	63	82	61	43	32	33	31	36	110	83/84
07/10/11	11:10 a.m.	3810 - Botadero	100850	702	2	3920	68	92	64	42	34	32	32	37	110	83/84
07/10/11	02:50 p.m.	3810 - Botadero	100854	702	2	3920	73	93	71	44	35	30	30	36	110	83/84
08/10/11	09:00 a.m.	3800 - Botadero	100861	702	2	3920	68	89	73	40	34	31	30	36	110	83/84
08/10/11	12:00 p.m.	Ore Bin	100864	702	2	3920	64	91	76	45	41	36	34	41	112	83/84
08/10/11	04:00 p.m.	3810 - Botadero	100866	702	2	3920	71	94	80	43	41	36	32	41	112	83/84
09/10/11	08:30 a.m.	3860 - Chancador	100892	702	2	3920	71	91	68	43	35	33	32	38	112	83/84
09/10/11	11:20 a.m.	3860 - Chancador	100895	702	2	3920	79	98	84	57	47	41	40	49	114	83/84
09/10/11	03:10 p.m.	K06 - Botadero	100899	702	2	3920	68	95	79	51	43	41	38	47	113	83/84
06/10/11	10:00 a.m.	Ore Bin	100828	702	1	3919	69	89	66							
06/10/11	11:50 a.m.	3810 - Botadero	100830	702	1	3919	66	86	62							
06/10/11	03:30 p.m.	Tajo - Botadero	100833	702	1	3919	67	88	69							
06/10/11	06:00 p.m.	Tajo - Botadero	100836	702	1	3919	69	97	83							
07/10/11	08:40 a.m.	3810 - Botadero	100844	702	1	3919	56	82	61	53	42	33	30	41	108	83/85
07/10/11	11:10 a.m.	3810 - Botadero	100850	702	1	3919	67	91	65	50	40	35	31	41	108	83/85
07/10/11	02:50 p.m.	3810 - Botadero	100854	702	1	3919	72	94	69	52	44	38	41	43	108	83/85
08/10/11	09:00 a.m.	3800 - Botadero	100861	702	1	3919	62	88	67	50	41	36	35	43	110	83/85

08/10/11	12:00 p.m.	Ore Bin	100864	702	1	3919	69	93	74	49	42	34	34	45	112	83/85
08/10/11	04:00 p.m.	3810 - Botadero	100866	702	1	3919	72	96	80	51	42	38	35	45	112	83/85
09/10/11	08:30 a.m.	3860 - Chancador	100892	702	1	3919	63	89	68	44	39	32	32	39	110	83/85
09/10/11	11:20 a.m.	3860 - Chancador	100895	702	1	3919	76	97	84	54	46	39	41	49	110	83/85
09/10/11	03:10 p.m.	K06 - Botadero	100899	702	1	3919	77	99	83	50	42	37	38	44	112	83/85
06/10/11	09:50 a.m.	3960 - K02	99976	705	1	3917	56	72	48							
06/10/11	11:55 a.m.	3810 - Botadero	99978	705	1	3917	49	86	54							
06/10/11	03:00 p.m.	4070 - Botadero	99681	705	1	3917	48	83	52							
06/10/11	06:10 p.m.	4070 - Botadero	99684	705	1	3917	58	89	61							
07/10/11	08:35 a.m.	4070 - Botadero	99697	705	1	3917	44	73	51	43	40	33	32	40	110	83/83
07/10/11	10:50 a.m.	3810 - Chancador	99699	705	1	3917	62	91	67	42	41	32	31	39	110	83/83
07/10/11	02:40 p.m.	K07 - Chancadora	99702	705	1	3917	71	96	73	45	42	35	33	40	118	83/83
07/10/11	05:30 p.m.	K07 - Chancadora	99704	705	1	3917	74	97	78	46	41	34	33	40	117	83/83
08/10/11	08:50 a.m.	Ore Bin	99716	705	1	3917	59	84	62	43	41	33	34	40	112	83/83
08/10/11	11:20 a.m.	Ore Bin	99719	705	1	3917	64	89	65	49	45	36	39	39	115	83/83
08/10/11	02:30 p.m.	K02 - Botadero	99721	705	1	3917	74	96	82	53	47	40	40	41	115	83/83
09/10/11	09:10 a.m.	K06 - 4060	99740	705	1	3917	63	89	71	57	43	37	40	42	110	83/83
08/10/11	12:00 p.m.	K07 - Botadero	99743	705	1	3917	68	93	76	53	46	37	38	42	115	83/83
09/10/11	04:20 p.m.	K06 - Botadero	99747	705	1	3917	72	98	82	56	48	38	40	43	117	83/83
06/10/11	09:50 a.m.	3960 - K02	99676	705	2	3918	58	70	54							
06/10/11	11:55 a.m.	3810 - Botadero	99678	705	2	3918	61	81	52							
06/10/11	03:00 p.m.	4070 - Botadero	99681	705	2	3918	68	90	53							
06/10/11	06:10 p.m.	4070 - Botadero	99684	705	2	3918	70	94	65							
07/10/11	08:35 a.m.	4070 - Botadero	99697	705	2	3918	52	76	48	43	42	29	32	36	108	82/83
07/10/11	10:50 a.m.	3810 - Chancador	99699	705	2	3918	58	86	61	42	37	31	30	37	108	82/83
07/10/11	02:40 p.m.	K07 - Chancadora	99702	705	2	3918	66	92	74	42	40	33	31	40	118	82/83
07/10/11	05:30 p.m.	K07 - Chancadora	99704	705	2	3918	72	96	78	43	40	34	32	41	115	82/83
08/10/11	08:50 a.m.	Ore Bin	99716	705	2	3918	58	87	59	40	38	32	31	38	110	82/83
08/10/11	11:20 a.m.	Ore Bin	99719	705	2	3918	64	91	72	44	39	32	32	36	112	82/83
08/10/11	02:30 p.m.	K02 - Botadero	99721	705	2	3918	68	94	78	47	37	30	29	34	110	82/83
09/10/11	09:10 a.m.	K06 - 4060	99740	705	2	3918	74	96	80	49	38	31	35	37	108	82/83
09/10/11	12:00 p.m.	K07 - Botadero	99743	705	2	3918	77	98	84	50	40	34	36	37	112	82/83
09/10/11	04:20 p.m.	K06 - Botadero	99747	705	2	3918	75	97	81	49	40	35	34	36	115	82/83

Fuente: Propia NEUMA PERU (Estudio de Temperatura)

4.5.4 Gráfico de temperaturas con Termocupla y Laser para cada camión y posición

GRAFICOS KOMATSU 730E#57, de la tabla 4.5 tenemos lo siguiente:

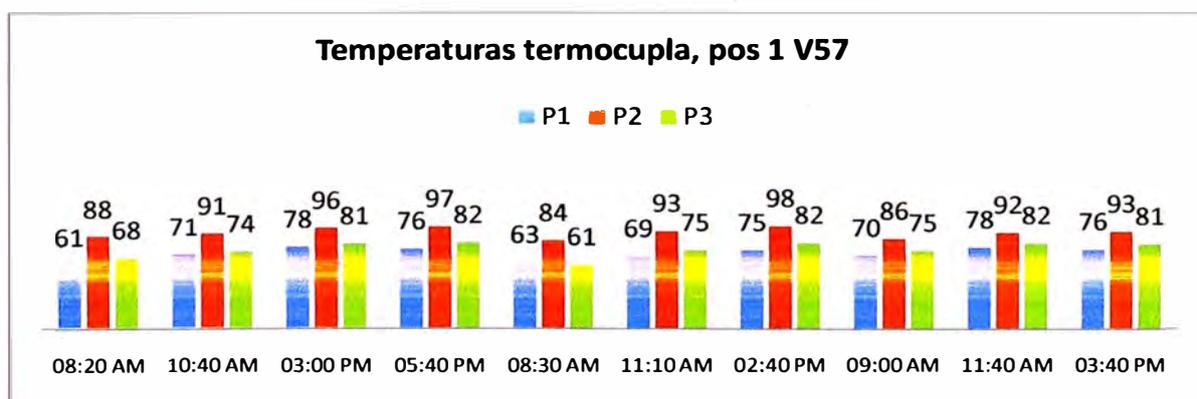


Figura 4.38-Temperatura medido con termocupla para el camión 57 de la posición 1

Fuente: Propia

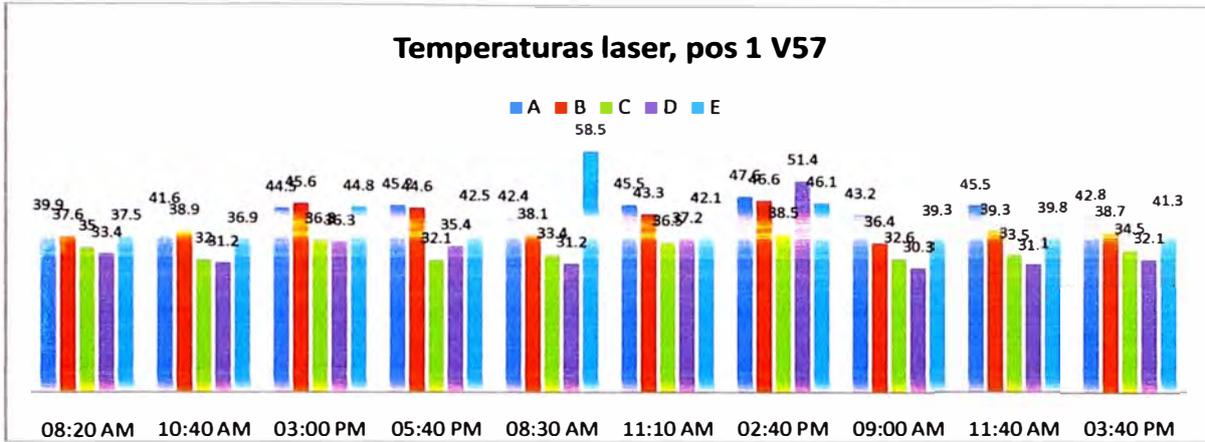


Figura 4.39-Temperatura medida con laser de la posición 1 de camión 57

Fuente: Propia

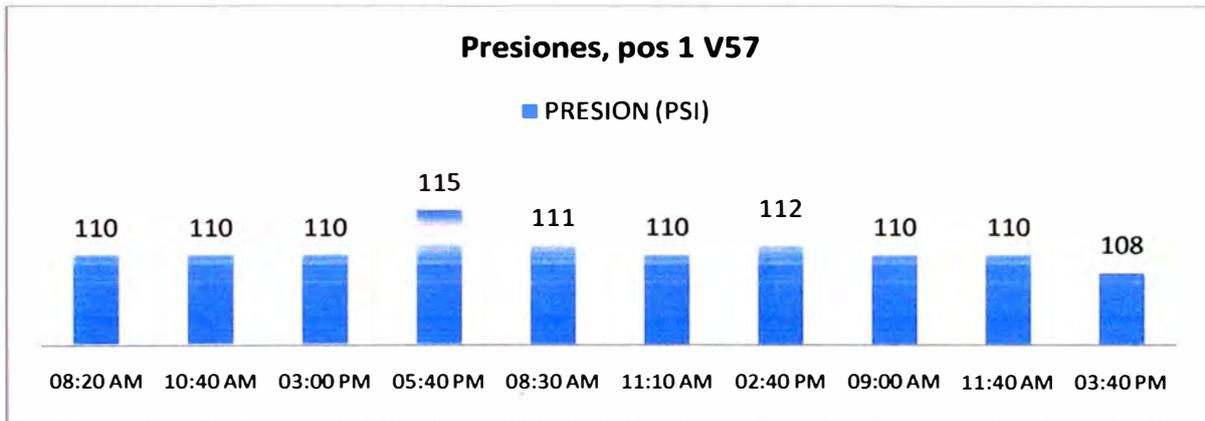


Figura 4.40-Mostramos las presiones tomadas durante la medición de temperatura de los neumáticos

Fuente: Propia

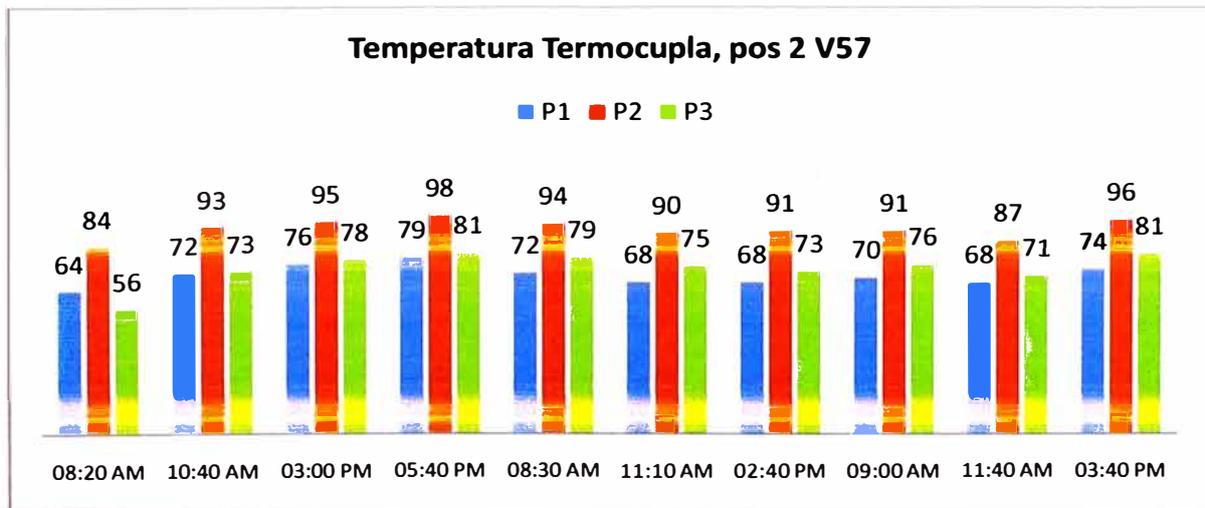


Figura 4.41-Medida de temperatura con Termocupla para la posicion 2

Fuente: Propia

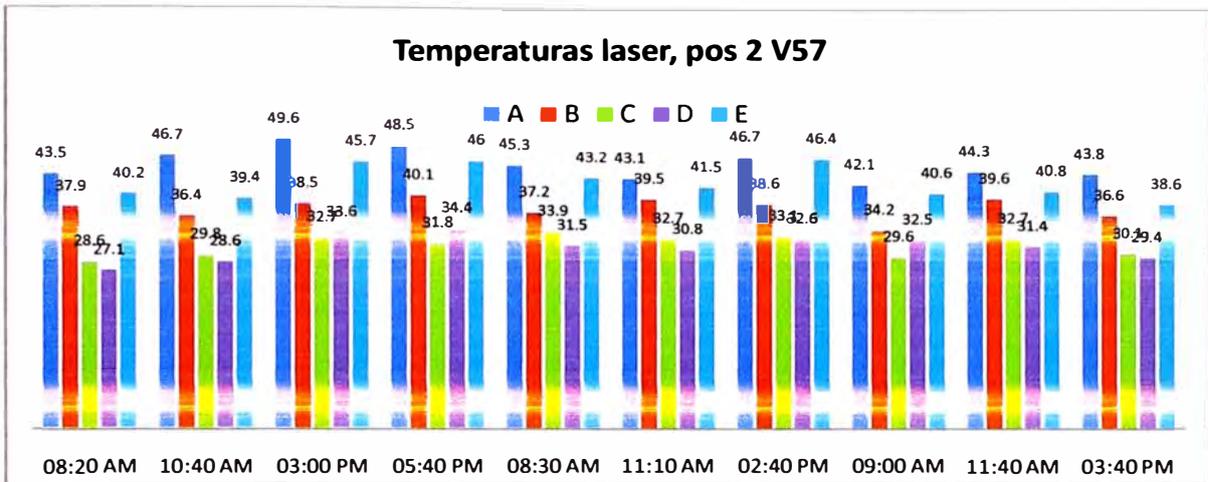


Figura 4.42-Medida de temperatura con Laser para la posicion 2

Fuente: Propia

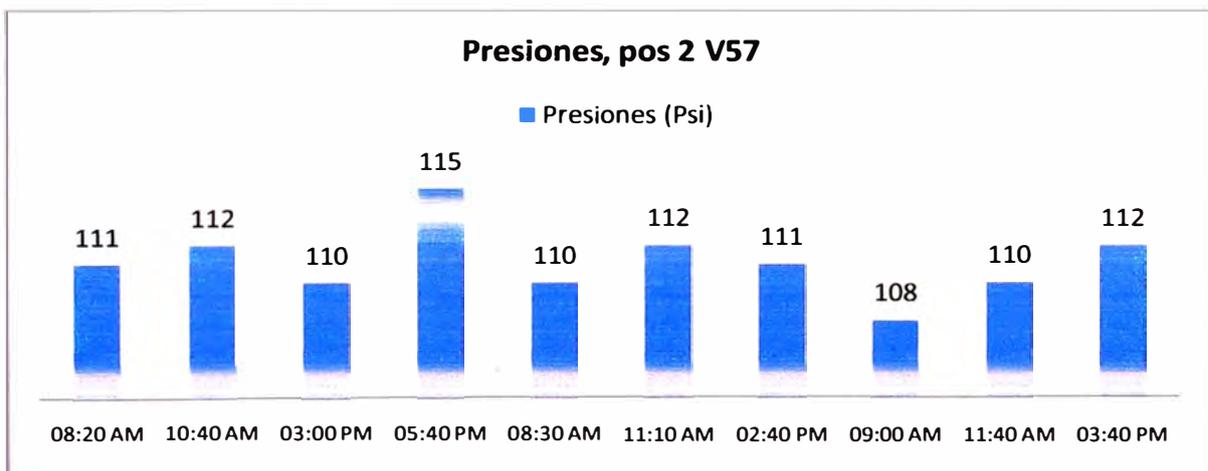


Figura 4.43-Medida de la presión para la posicion 2

Fuente: Propia

GRAFICAS CATERPILLAR 785C # 09

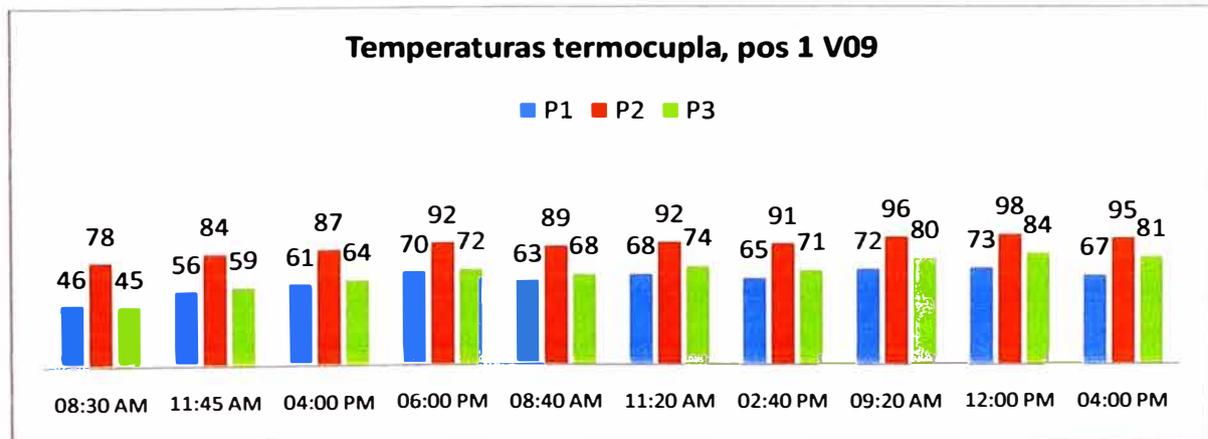


Figura 4.44- Medida de temperatura con termocupla pos 1

Fuente: Propia

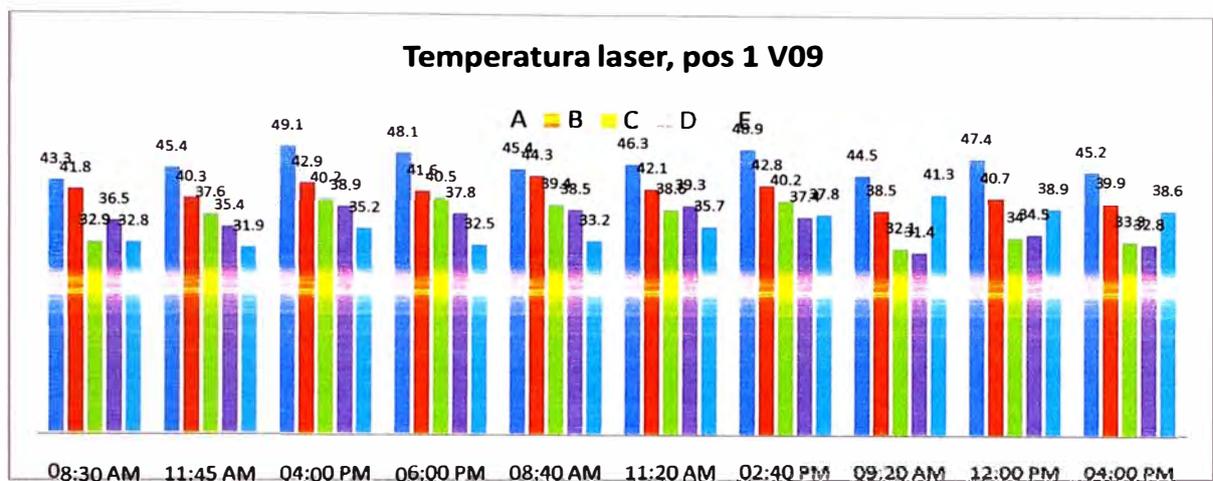


Figura 4.45- Medida de temperatura con Laser pos 1

Fuente: Propia

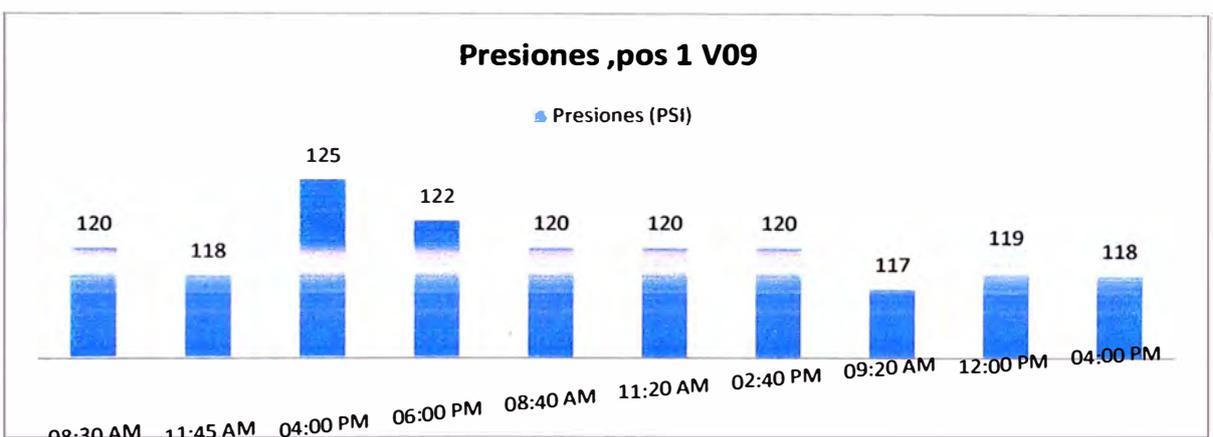


Figura 4.46- Medida de Presión para pos 1

Fuente: Propia

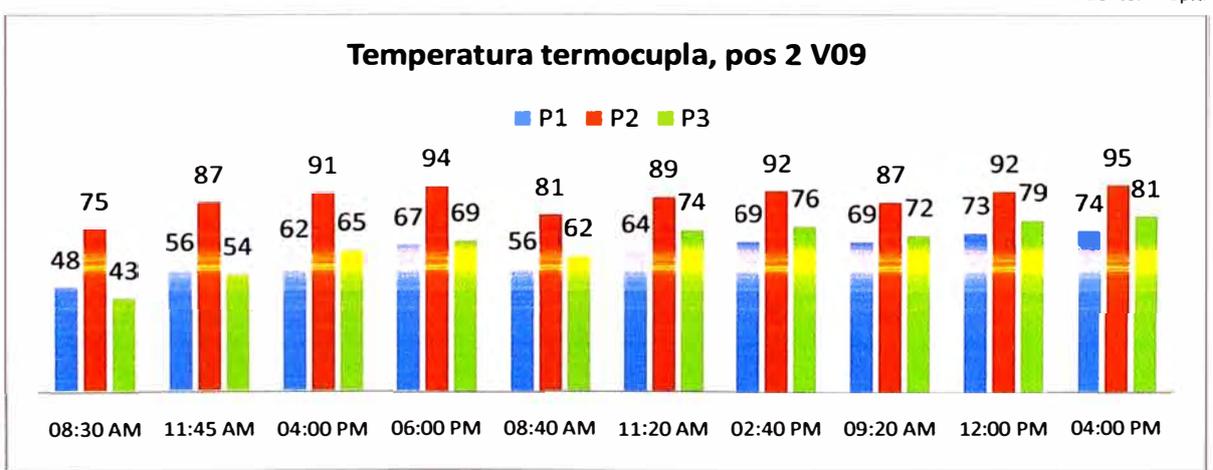


Figura 4.47- Medida de temperatura con Termocupla para pos 2

Fuente: Propia

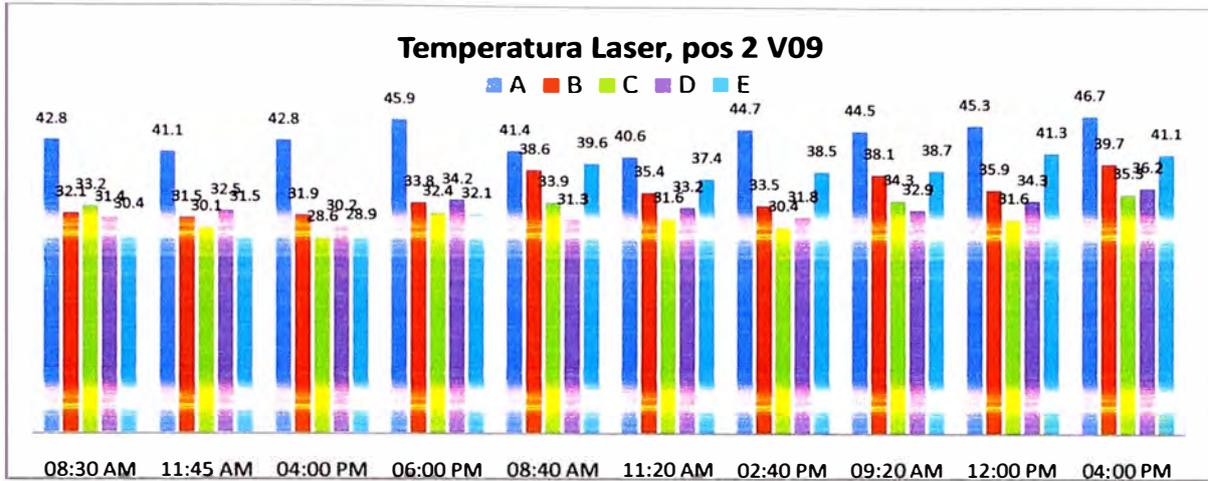


Figura 4.48- Medida de temperatura con Laser para pos 2

Fuente: Propia

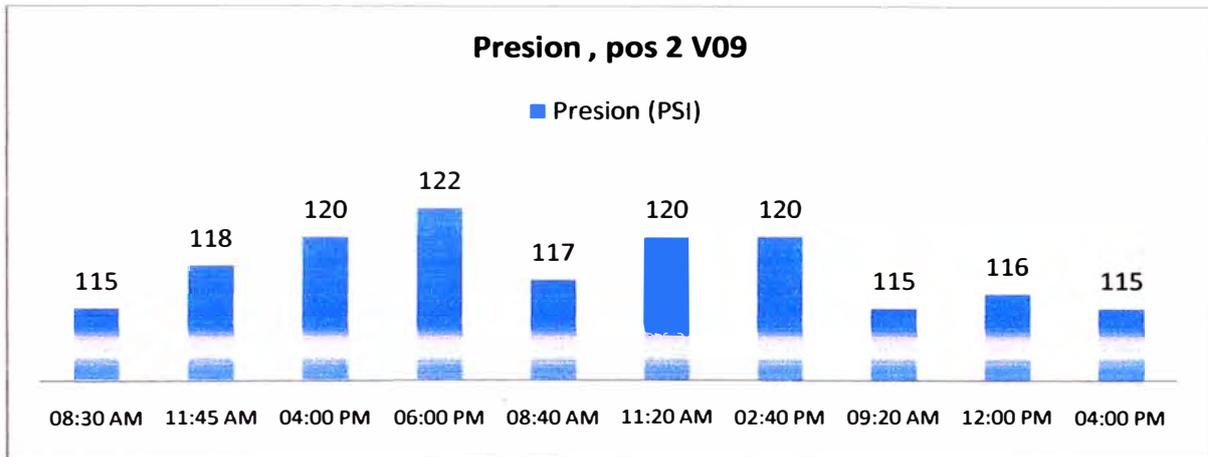


Figura 4.49- Medida de las Presiones para pos 2

Fuente: Propia

GRAFICAS CATERPILLAR 785C # 02

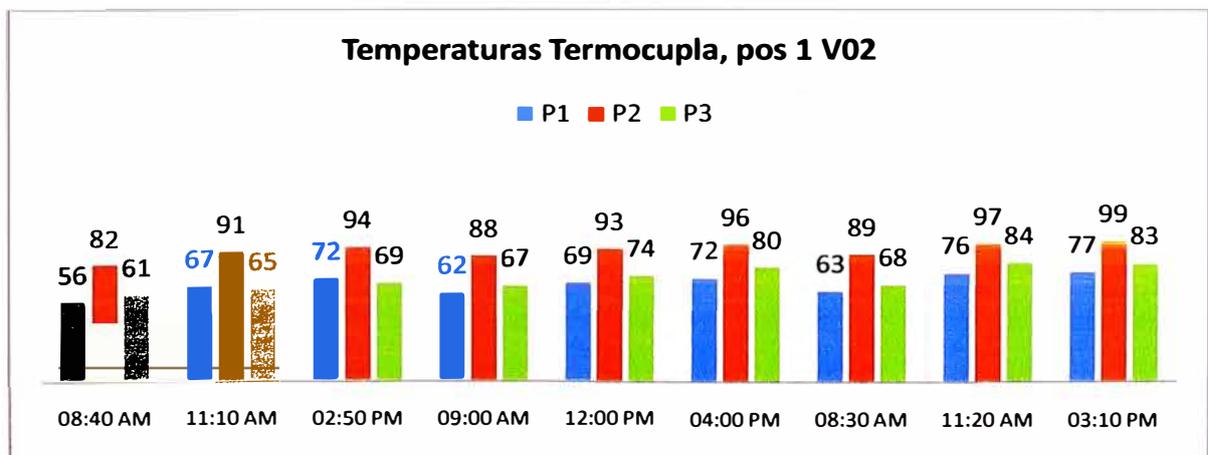


Figura 4.50- Medida de temperatura con Termocupla para pos 1

Fuente: Propia

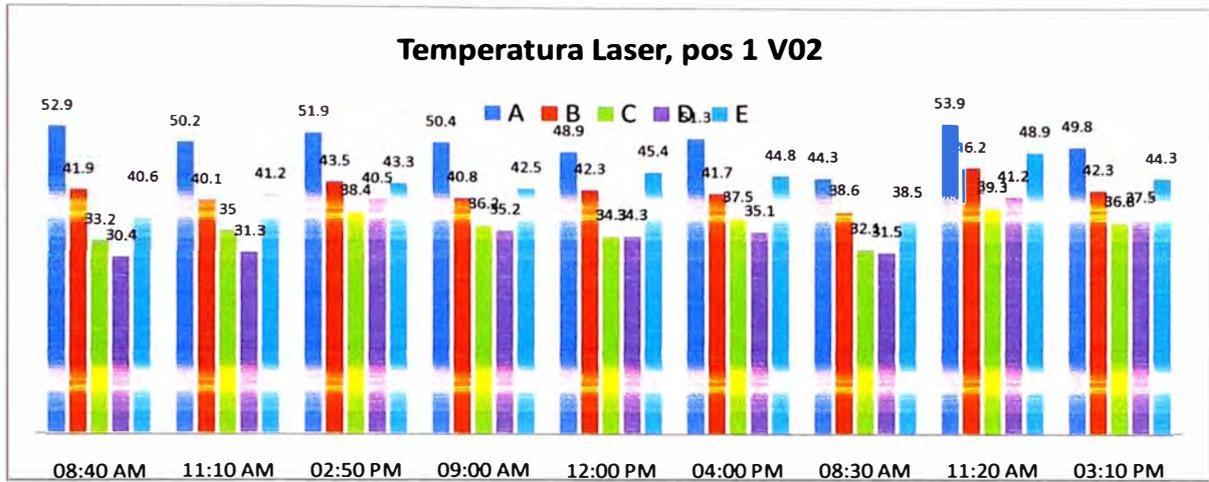


Figura 4.51- Medida de temperatura con Laser para pos 1

Fuente: Propia

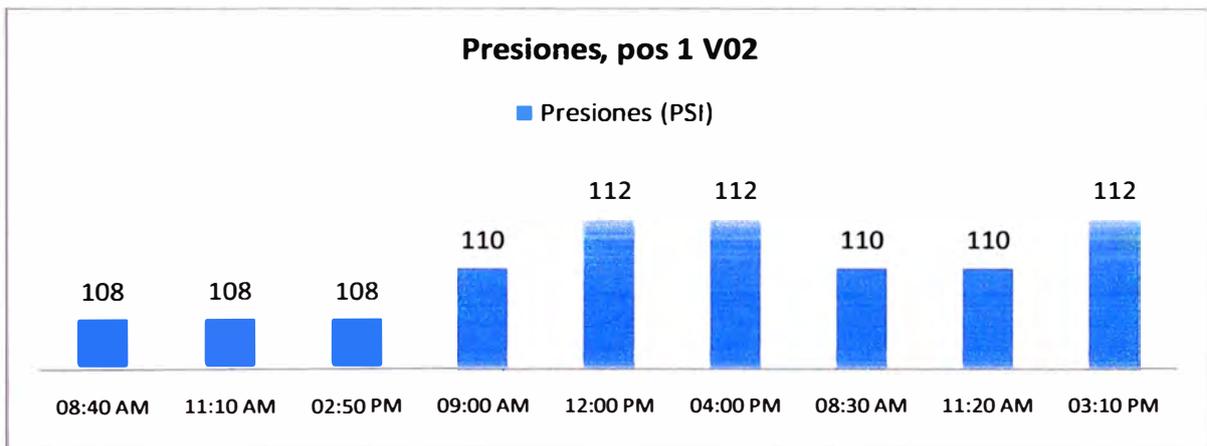


Figura 4.52- Medida de Presiones para pos 1

Fuente: Propia

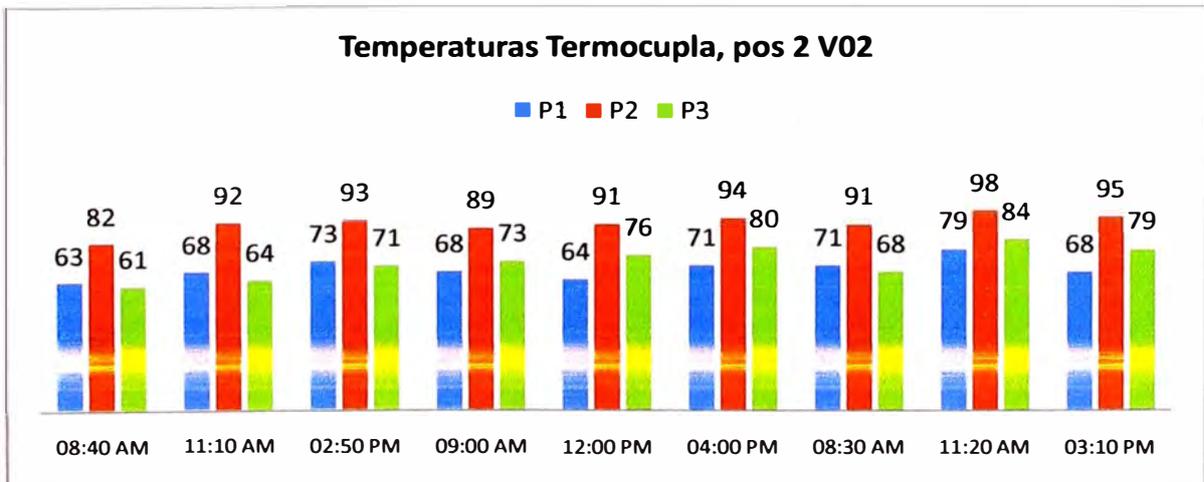


Figura 4.53- Medida de temperatura con Termocupla para pos 2

Fuente: Propia

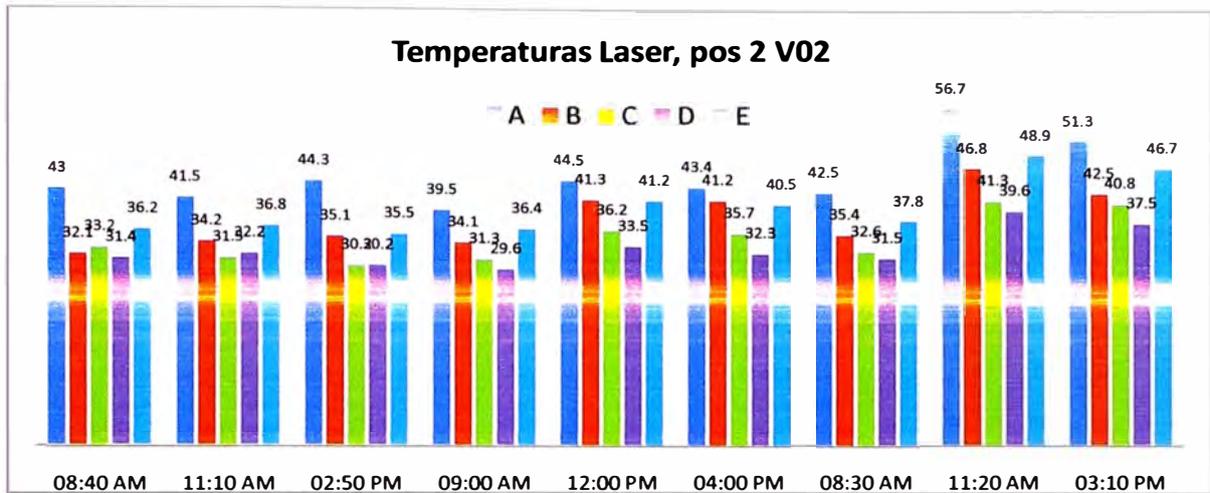


Figura 4.54- Medida de temperatura con Laser para pos 2

Fuente: Propia

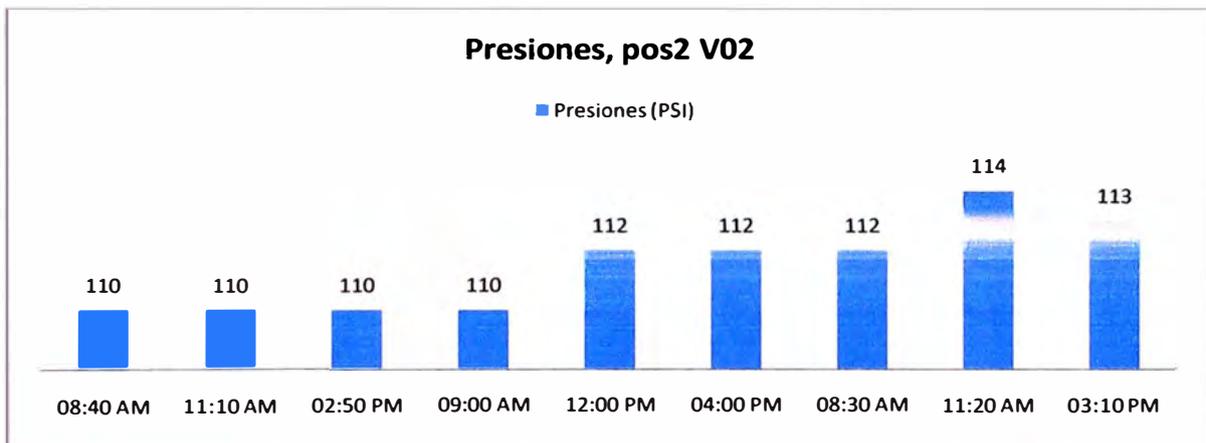


Figura 4.55- Medida de Presión para pos 2

Fuente: Propia

GRAFICAS CATERPILLAR 785C # 05

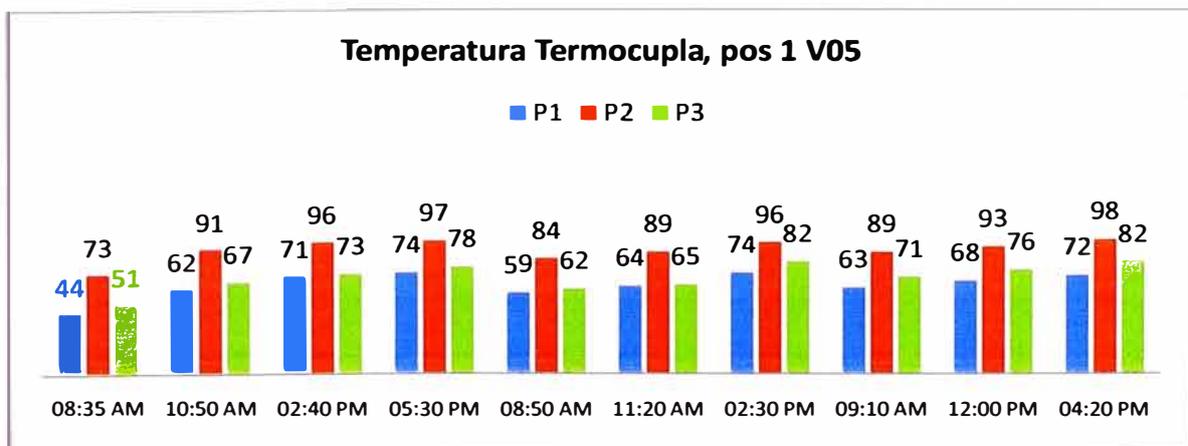


Figura 4.56- Medida de temperatura con Termocupla para pos 1

Fuente: Propia

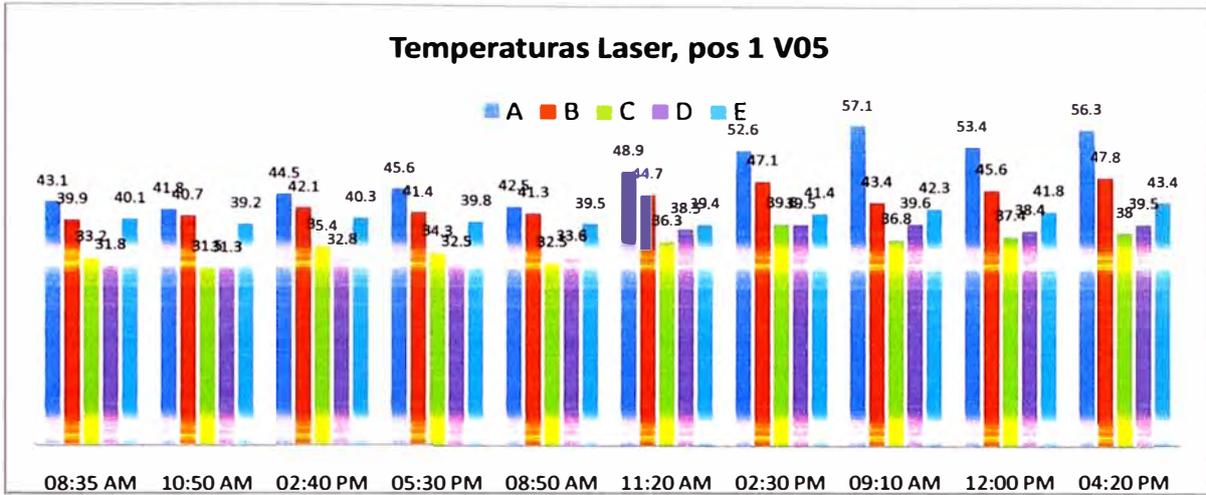


Figura 4.57- Medida de temperatura con Laser para pos 1

Fuente: Propia

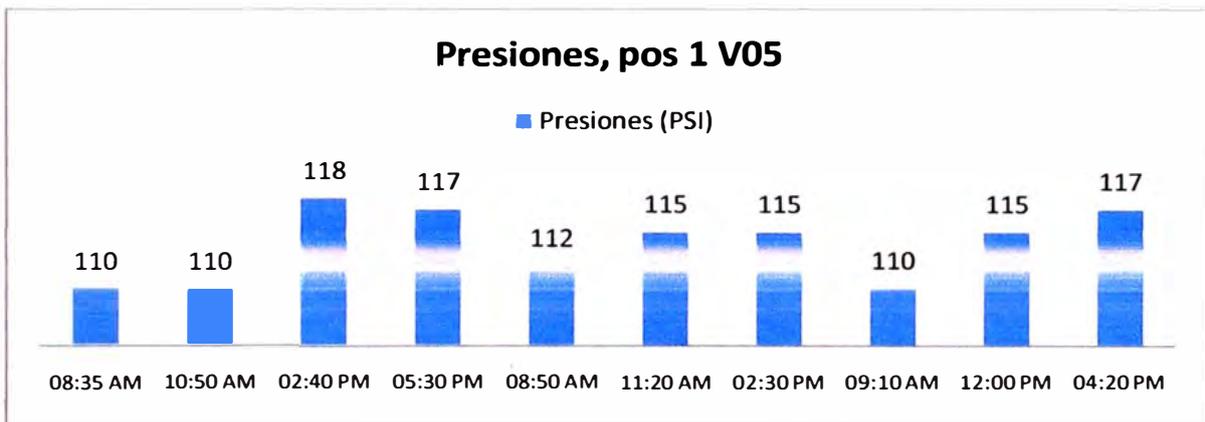


Figura 4.58-Medida de Presión para pos 1

Fuente: Propia

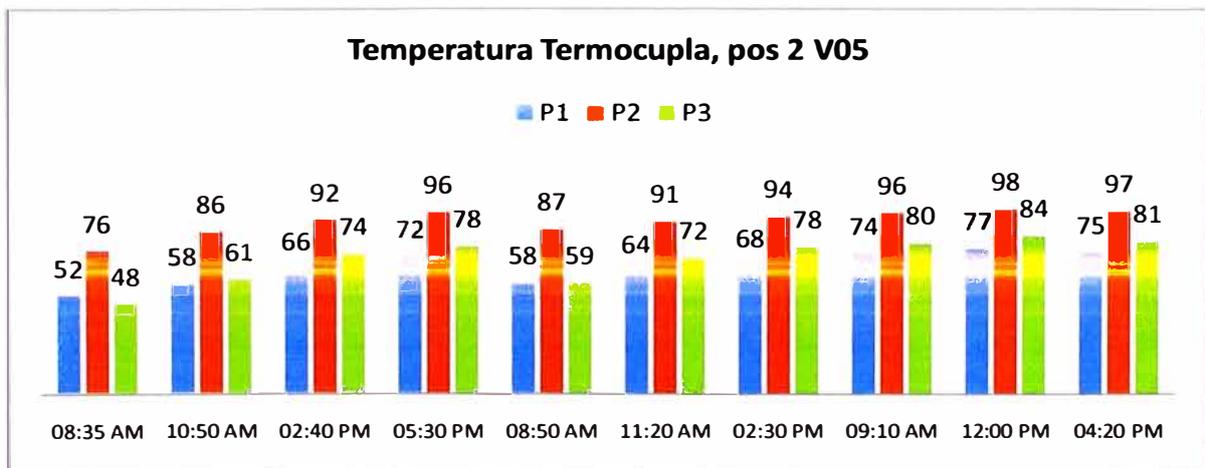


Figura 4.59- Medida de Temperatura con Termocupla para pos 2

Fuente: Propia

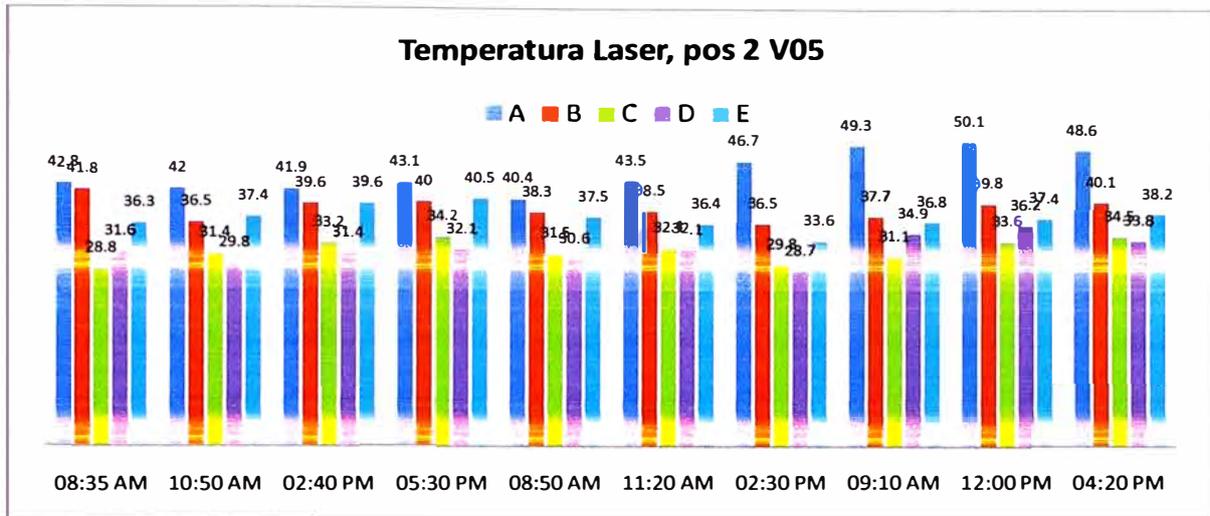


Figura 4.60-Medida de Temperatura con Laser para pos 2

Fuente: Propia

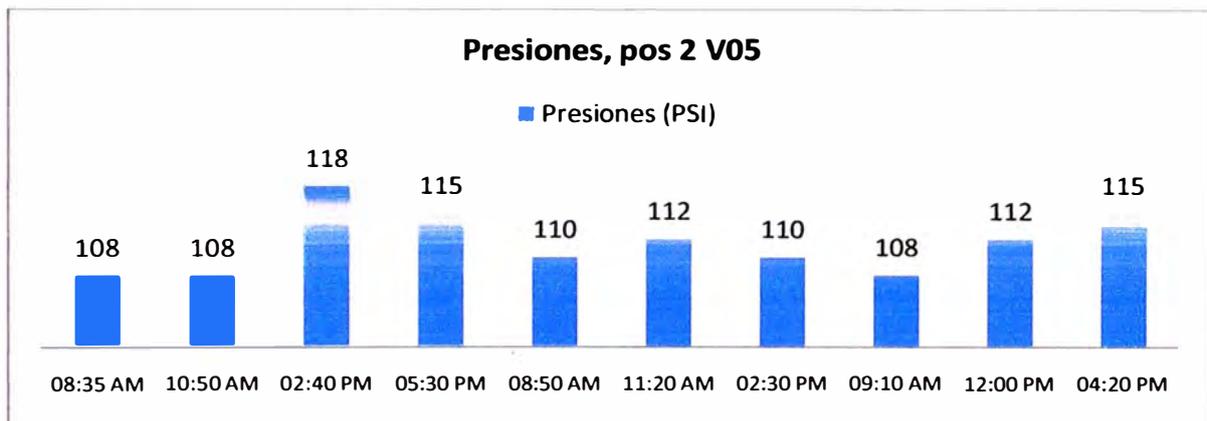


Figura 4.61 -Medida de Presiones para pos 2

Fuente: Propia

4.5.5 Observaciones

Durante este estudio, ninguna temperatura alcanzó los 105°C en el interior, pero se acercan a esta.

Mayor temperatura interior: 98°C para los camiones V57, V09 y V05; 99°C para el camión V02 medida en la goma interior del centro de la Banda de Rodamiento. Los mayores valores de temperatura interior de la goma corresponden a valores más altos de presión en caliente.

4.5.6 Determinación de mayor temperatura interior en función a temperaturas exteriores

Se comparó la temperatura interior del centro de la banda de rodamiento (por ser la mayor) con todas las temperaturas exteriores medidas con el termómetro laser a distancia y aplicando el método estadístico de regresión polinómica se encontraron 4 posibles ecuaciones. De las 4 ecuaciones encontradas la que más se ajusta al comportamiento de las temperaturas del neumático es:

$$y = 0.0994x^2 - 5.6798x + 169.51$$

Donde X representa la Temperatura medida en el punto D y el resultado de Y representa la Temperatura del interior del neumático en el punto P2, siendo D la variable independiente y P2 la variable dependiente. Esta única ley aplica a los neumáticos de posiciones delanteras de los camiones Caterpillar y Komatsu utilizados en Pierina.

No consideramos los valores de temperaturas del talón (A) por estar estas influenciadas por otras fuentes de calor (calentamiento del aro por uso de frenos). Para las demás temperaturas exteriores (puntos B, C y E), las ecuaciones encontradas presentaron mayores desviaciones.

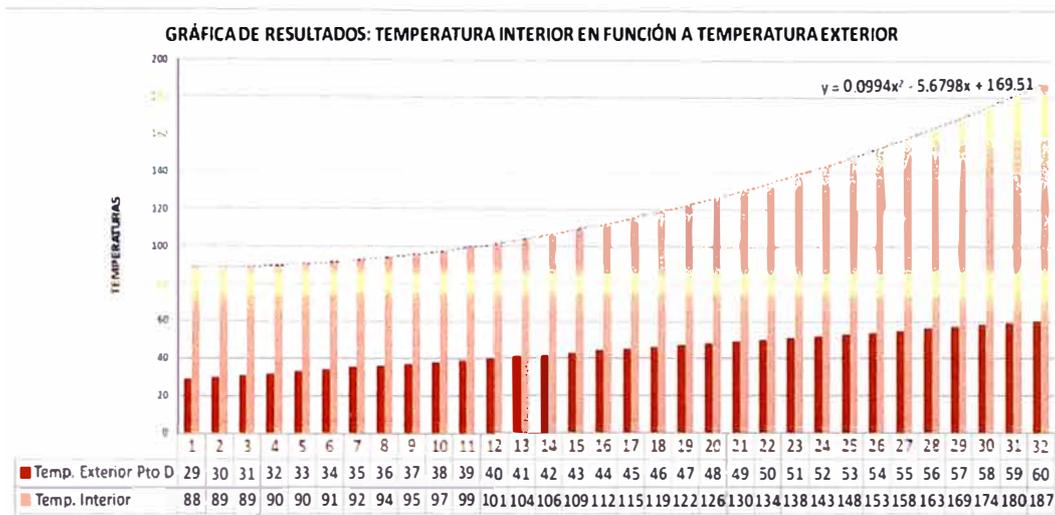


Figura 4.62-Temperatura interior en función de la temperatura exterior

Fuente: NEUMA PERU (Estudio de temperatura)

Se tabularon valores comprendidos entre 29°C y 60°C para obtener las temperaturas interiores con la ecuación encontrada. Entonces, es posible determinar la temperatura crítica aproximada del interior del neumático midiendo con un termómetro a distancia el exterior de este en el punto D (fondo del dibujo a la altura del hombro). Esta temperatura es de 42°C. En la siguiente tabla se muestran las temperaturas calculadas para los neumáticos de Caterpillar 785 en la mina Pierina.

Tabla 4.7- Rango de temperaturas para evitar daños en los neumáticos

Temp D	Temp Interior	Comentario
29.0	88.4	Condiciones normales de Operación
30.0	88.6	
31.0	89.0	
32.0	89.5	
33.0	90.3	
34.0	91.3	
35.0	92.5	Alerta preventiva: Equipo en condiciones limite de operación
36.0	93.9	
37.0	95.4	
38.0	97.2	
39.0	99.2	Alerta crítica: Equipo en condiciones Extremas de Operación
40.0	101.4	
41.0	103.7	
42.0	106.3	
43.0	109.1	
44.0	112.0	
45.0	115.2	
46.0	118.6	
47.0	122.1	
48.0	125.9	
49.0	129.9	
50.0	134.0	

- La mayor temperatura del neumático no necesariamente coincide con la mayor temperatura del día. Por lo tanto, más impacto en el aumento de temperatura tienen las constantes flexiones producidas por la operación continua que la mayor temperatura del día (ambiental).
- En todos los neumáticos estudiados los Hombros exteriores se encontraron con menor temperatura que el Hombro interior. Esto corresponde a transferencia de calor más lenta en el interior por la temperatura del motor.
- Por las temperaturas encontradas los neumáticos de los camiones 730 y 785 se encuentran al límite de su capacidad por estar muy próxima a los 105°C en que se producirá la degradación de la goma. Por lo tanto, las condiciones de carga y velocidad no deben variar (aumentar).
- Consideramos que cualquier temperatura interior que alcance los 100°C debe ser considerada como riesgosa, Según el cuadro, cuando se tengan alertas preventivas se debe coordinar con el área de Operaciones Mina para reubicar el equipo a un ciclo menos penalizante, y para alertas críticas se debe detener el equipo y determinar causa de temperatura elevada; posteriormente hacer seguimiento al neumático.
- Los neumáticos en los que se realizaron las pruebas son seminuevos (posiciones delanteras 1 y 2 con aproximadamente 7% de desgaste), razón por la cual las temperaturas se encontraron al límite. Conforme estos neumáticos se desgasten las temperaturas bajarán. El mayor riesgo de inicio de separación de un neumático es en sus primeras horas (cocada alta).
- Recomendamos el estudio del comportamiento de los neumáticos también en posiciones posteriores. Con esto predecimos daños prematuros.

4.6 ESTUDIO DE TKPH

4.6.1 Importancia de TKPH

Es importante conocer el TKPH de la mina pues con ello podremos saber si la capacidad de trabajo del neumático se ajusta a los ciclos. Es una función de temperatura de funcionamiento máximo admisible

Por qué calculamos el TKPH de un neumático?

- Para poder mantener la llanta en su zona de seguridad durante su funcionamiento
- Para obtener la mejor productividad pero siempre con seguridad (la velocidad más elevada con la carga máxima)
- Para escoger la llanta más adaptada a la mina y así reducir el costo de toneladas/kilómetro.

Por qué el neumático se calienta?

Dado que el neumático está rodando, hay una flecha y ésta causa una flexión de la estructura. Al rodar el neumático el área de contacto con el suelo crea una compresión y cuando sale del área de contacto regresa a su forma original.

La energía producida por estas acciones y flexiones disipa el calor. Si el proceso es muy rápido la temperatura aumenta fuertemente en el neumático. Si el proceso continua, la zona de temperatura aceptable será sobrepasada.

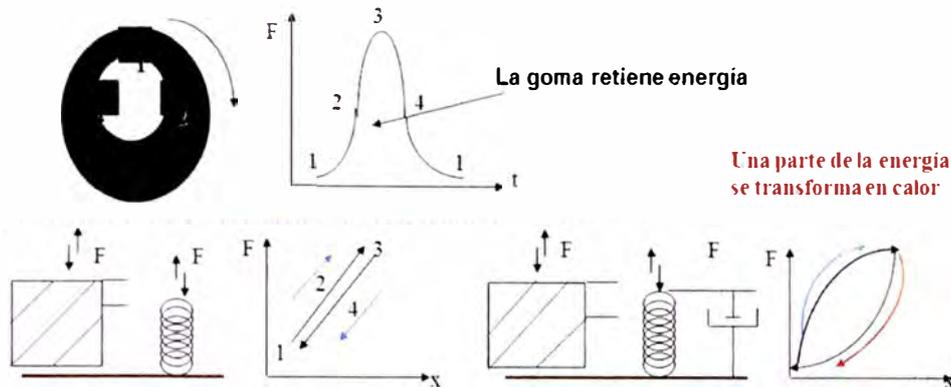


Figura 4.63- Comportamiento del neumático

Fuente: BRIDGESTONE Off The Road Tires

- El TKPH del neumático depende de la arquitectura y varía con la dimensión y el compuesto.
- Está en función de la carga y del número de kilómetros recorrida en una hora a temperatura ambiente.
- El TKPH nos ayuda a conocer la capacidad de trabajo de la llanta pero necesitamos compararlo con el TKPH real de la mina.
- El desafío proviene de las variaciones de cargas y velocidades en la faena.

MEAN TIRE LOAD (CARGA PROMEDIO NEUMÁTICO)

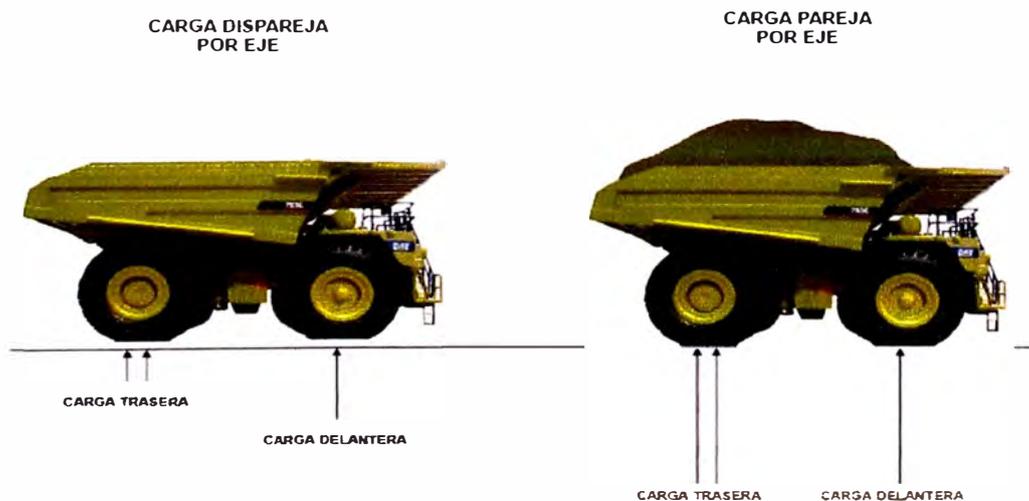


Figura 4.64-Distribución de carga vacío y cargado

Fuente: FERREYROS CAT- PIERINA

$$TKPH = Qm \times Vm \times K1 \times K2$$

Donde:

- Qm= Carga promedio por neumático
- Vm= Numero de Km recorridos en 1 hora.

Los factores K1 y K2 son coeficientes correctivos de:

- El largo del ciclo si este excede los 5 Km
- La temperatura ambiente.

Tabla 4.8- Coeficiente de K1

Coeficiente K 1 calculado														
L (km)	L (ml)	K 1	L (km)	L (ml)	K 1	L (km)	L (ml)	K 1	L (km)	L (ml)	K 1	L (km)	L (ml)	K 1
			11	6.8	1.13	21	13	1.19	31	19.3	1.21	41	25.5	1.23
			12	7.4	1.14	22	13.7	1.19	32	19.9	1.21	42	26.1	1.23
			13	8	1.15	23	14.3	1.20	33	20.5	1.22	43	26.7	1.25
			14	8.7	1.16	24	14.9	1.20	34	21.1	1.22	44	27.3	1.23
5	3.1	1.00	15	9.3	1.16	25	15.5	1.20	35	21.7	1.22	45	28	1.23
6	3.7	1.04	16	9.9	1.17	26	16.2	1.20	36	22.4	1.22	46	28.6	1.23
7	4.3	1.06	17	10.6	1.17	27	16.8	1.21	37	23	1.22	47	29.2	1.23
8	5	1.09	18	11.2	1.18	28	17.4	1.21	38	23.6	1.22	48	29.8	1.23
9	5.6	1.10	19	11.8	1.18	29	18	1.21	39	24.2	1.22	49	30.4	1.23
10	6.2	1.12	20	12.4	1.19	30	18.6	1.21	40	25	1.22	50	31	1.23

L = Longitud del ciclo en kilómetros y en millas.

Fuente: Technical Data EARTHMOVER Tyres Michelin

Tabla 4.9- Coeficiente K2

Coeficiente K 2 calculado														
Vm km (millas)	Temperatura ambiente													
	<15 °C	15 °C	17.5 °C	20 °C	22.5 °C	25 °C	27.5 °C	30 °C	32.5 °C	35 °C	37.5 °C	40 °C	42.5 °C	45 °C
	<59 °F	59 °F	63.5 °F	68 °F	72.5 °F	77 °F	81.5 °F	86 °F	90.5 °F	95 °F	99.5 °F	104 °F	108.5 °F	113 °F
10 (6)	0.400	0.425	0.488	0.550	0.613	0.675	0.738	0.800	0.863	0.925	0.988	1.050	1.113	1.175
12 (7)	0.500	0.521	0.573	0.625	0.677	0.729	0.781	0.833	0.885	0.938	0.990	1.042	1.094	1.148
14 (9)	0.571	0.589	0.634	0.679	0.723	0.766	0.813	0.857	0.902	0.946	0.991	1.036	1.080	1.125
16 (10)	0.625	0.641	0.680	0.719	0.758	0.797	0.836	0.875	0.914	0.953	0.992	1.031	1.070	1.109
18 (11)	0.666	0.681	0.715	0.750	0.785	0.819	0.854	0.889	0.924	0.958	0.993	1.028	1.063	1.097
20 (12.5)	0.700	0.713	0.744	0.775	0.806	0.838	0.869	0.900	0.931	0.963	0.994	1.025	1.056	1.088
22 (14)	0.727	0.739	0.767	0.795	0.824	0.852	0.881	0.909	0.938	0.966	0.994	1.023	1.051	1.080
24 (15)	0.750	0.760	0.786	0.813	0.839	0.865	0.891	0.917	0.943	0.969	0.995	1.021	1.047	1.073
26 (16)	0.769	0.779	0.803	0.827	0.851	0.875	0.899	0.923	0.947	0.971	0.995	1.019	1.043	1.067
28 (17)	0.785	0.795	0.817	0.839	0.862	0.884	0.906	0.929	0.951	0.973	0.996	1.018	1.040	1.063
30 (19)	0.800	0.808	0.829	0.850	0.871	0.892	0.913	0.933	0.954	0.975	0.996	1.017	1.038	1.058
32 (20)	0.812	0.820	0.840	0.859	0.879	0.898	0.918	0.938	0.957	0.977	0.996	1.016	1.035	1.055
34 (21)	0.823	0.831	0.849	0.868	0.886	0.904	0.923	0.941	0.960	0.978	0.996	1.015	1.033	1.051
36 (22)	0.833	0.840	0.858	0.875	0.892	0.910	0.927	0.944	0.962	0.979	0.997	1.014	1.031	1.049
38 (24)	0.842	0.849	0.865	0.882	0.898	0.914	0.931	0.947	0.964	0.980	0.997	1.013	1.030	1.046
40 (25)	0.850	0.856	0.872	0.888	0.903	0.919	0.934	0.950	0.966	0.981	0.997	1.013	1.028	1.044
42 (26)	0.857	0.863	0.878	0.893	0.908	0.923	0.938	0.952	0.967	0.982	0.997	1.012	1.027	1.042
44 (27)	0.864	0.869	0.884	0.898	0.912	0.926	0.940	0.955	0.969	0.983	0.997	1.011	1.026	1.040
46 (28)	0.869	0.875	0.889	0.902	0.916	0.929	0.943	0.957	0.970	0.984	0.997	1.011	1.024	1.038
48 (29)	0.875	0.880	0.893	0.906	0.919	0.932	0.945	0.958	0.971	0.984	0.997	1.010	1.023	1.036
50 (31)	0.880	0.885	0.898	0.910	0.923	0.935	0.948	0.960	0.973	0.985	0.998	1.010	1.023	1.035

Vm = velocidad media per hora de um ciclo en kilometros (o en millas)

Se permite la interpolación entre la temperatura mostrada en los encabezamientos de columna

Fuente: Technical Data EARTHMOVER Tyres Michelin

4.6.2 TKPH hallados en Mina Pierina

Acciones Realizadas durante el análisis:

Inspección de vías, verificación del estado de las mismas, de las zonas de descarga (botadero) y zona de carga.

El objetivo de esta inspección es la verificación de múltiples problemas que se pueden encontrar en las vías de acarreo y que puedan afectar considerablemente a los neumáticos, los cuales pueden ser corregidos de manera inmediata, de tal forma que estos neumáticos puedan llegar a cumplir lo proyectado como vida útil o por lo menos acercarse a este.

Pese a las constantes lluvias en la zona, se pudo encontrar vías que se encuentran en buen estado o se está tratando de que estas estén en buen estado, lo cual facilita el buen desenvolvimiento de los neumáticos:



Figura 4.65- Inspección de vías

Fuente: NEUM PERU (Inspección de vías)

Ruta: Vías cercanas a la zona de Taller Mina. Pero también podemos encontrar vías que se encuentran en condiciones bastante inadecuadas como vías con ondulamientos que ocasiona fuertes cargas dinámicas en los neumáticos, lo cuales son proyectados desde la banda de rodamiento flancos hasta los talones.

Zonas cercanas al botadero – Zona de carga.



Figura 4.66- Condición de vías, fuerzas que afectan a los neumáticos

Fuente: NEUMA PERU (Inspección de vías)

Estas cargas dinámicas originan fuerzas verticales que afectan directamente a los flancos de los neumáticos, pues la carcasa se sobre-fatiga generando a futuro roturas de cables y separaciones internas.

Es indispensable la eliminación progresiva de la forma ondulante de las vías, lo cual se puede conseguir con una constante inspección por parte de la supervisión y a la vez dar la orden a los Operadores de los equipos auxiliares para la corrección de las mismas.

Durante la inspección se pudo encontrar cerca de la zona de carga algunas rocas en las vías, las cuales sin duda, son por caídas desde las tolvas, y esto sucede en especial cuando el material que es proporcionado por el cargador, es mal distribuido en la tolva del camión.

La presencia de estas rocas y con ayuda del agua que se comporta como lubricante, se producen los cortes que a la larga generan las separaciones internas.

Es necesaria la limpieza de vías con ayuda de los equipos auxiliares como las motoniveladora y dozers. Sería recomendable el lastrado de las vías en especial aquellas que se encuentran con acumulaciones de agua y barro, esto para evitar posibles cortes por presencia de rocas sueltas camufladas por el barro



Figura 4.67- Condiciones que afectan en la zona de descarga

Fuente: NEUMA PERU (Inspección de vías)

4.6.2.1 Estudio de TKPH DE CAMION CAT 785C -13(2 tomas)

La ruta que se tomó supero los 9 km, la cual consideramos la longitud más larga, y el tiempo obtenido desde la zona de carga hasta la zona de descarga fue de aproximadamente 43 minutos. Debemos considerar que el terreno se encontraba bastante deteriorado por la ocurrencia de las lluvias que actualmente se encuentran en gran proporción.

Para el cálculo del TKPH se ha considerado información técnica del fabricante del camión como es su peso en vacío, para lo cual recomendamos se pueda recalcular ello siempre y cuando se tenga un estudio de pesajes para insertar el verdadero valor del peso del vehículo en vacío, ya que estos siempre son modificados en su estructura (Tolva o Chasis)

Camión 785C -13

TOMA 1

toma de datos:

CARGA	141	Ton
LONGITUD	9.4	Km

Datos de tiempo obtenidos

CARGADO	02:40:51	pm
	03:10:30	pm
VACIO	03:10:30	pm
	03:25:28	pm

a) Calculo del MTL Promedio

	Peso Ton	Carga x Neumático		MTL Promedio	
		Front	Rear	Front	Rear
VACIO	102.15	24.01	13.53	32	27.13
CARGADO	243.15	40.12	40.73		

b) Distribución de carga

	Front	Rear
VACIO	47%	53%
CARGADO	33%	67%

c) Cálculo del tiempo de recorrido del Ciclo y Velocidad promedio

				HORAS	PROMEDIO Km/Hr
CARGADO	02:40:51	00:29:39	00:44:37	0.744	12.63
	03:10:30				
VACIO	03:10:30	00:14:58			
	03:25:28				

Calculo del TKPH Operacional

$$TKPH = MLT \times AvgAWSS \left(\frac{Km}{Hr} \right)$$

$$TKPH = 32.06 \times 12.63 = 405.09$$

TOMA 2

toma de datos:

CARGA	148	Ton
LONGITUD	9.4	Km

Datos de tiempo obtenidos

CARGADO	03:25:28	pm
	03:53:45	pm
VACIO	03:53:45	pm
	04:08:31	pm

a) Calculo del MTL Promedio

	Peso Ton	Carga x Neumático		MTL Promedio	
		Front	Rear	Front	Rear
VACIO	102.15	24.01	13.53	32.64	27.72
CARGADO	250.15	41.27	41.9		

b) Distribución de carga

	Front	Rear
VACIO	47%	53%
CARGADO	33%	67%

c) Cálculo del tiempo de recorrido del Ciclo y Velocidad promedio

				HORAS	PROMEDIO Km/Hr
CARGADO	03:25:28	00:28:17	00:43:03	0.717	13.11
	03:53:45				
VACIO	03:53:45	00:14:46			
	04:08:31				

Calculo del TKPH Operacional

$$TKPH = MLT \times AvgAWSS \left(\frac{Km}{Hr} \right)$$

$$TKPH = 32.64 \times 13.11 = \mathbf{427.92}$$

Graficando estos dos resultados de TKPH operacional y comparando con el TKPH del Neumático se tiene lo siguiente:

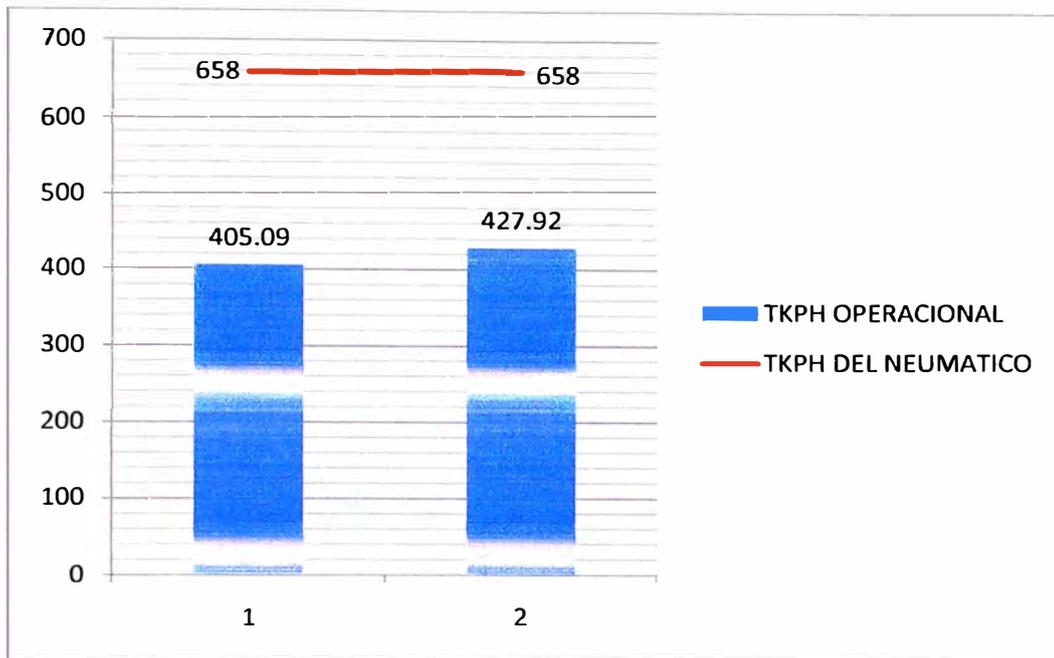


Figura 4. 68- TKPH operacional vs TKPH del neumático

Fuente: Propio

De acuerdo a los datos obtenidos, el TKPH Operacional no excede al TKPH del neumático que viene a ser $558 \times 1.18 = 658$ (1.18 Coeficiente de Ajuste de temperatura del Medio Ambiente).

Cabe resaltar que el TKPH Operacional es bastante bajo lo cual lo consideramos muy bueno, y esto se debe netamente a que la velocidad del camión es también baja, puesto que las vías, al estar bastante maltratadas por efecto de las constantes lluvias, el camión no puede desplazarse eficazmente bajo estas condiciones; en otras palabras, el Operador no aplica velocidad debido a la condición del terreno y pendiente del mismo.

Este estudio de TKPH, que viene a ser una muestra bastante pequeña de miles de puntos que pudieran existir en tan solo 1 mes, nos indica que se encuentra por debajo de lo establecido por las características técnicas del neumático (Data Book), pero no necesariamente el resto se debe encontrar

en estas mismas condiciones, para ello se debe solicitar al área que pudiera contar con información de Carga y Velocidad promedio por cada Camión y por cada ciclo, de tal manera que se pueda formar una estadística de TKPH por cada camión y por mes.

Como resumen y en línea general todo lo referente al control de los neumáticos, la comunicación y acción rápida a la solución de los diferentes problemas, es bastante buena, lo que los hace eficientes en sus labores y esto se ve reflejado en el menor consumo de los neumáticos.

Por ello se hizo otro estudio de TKPH para el camión -11, encontrándose:

4.6.2.2 Estudio de TKPH DE CAMION CAT 785C -11 4000E- CH PRIMARIA

Se tomaron los siguientes datos de campo para este camión:

VRDP 33.00R51

	38°C	18°C
TKPH E2A	558.0	658.4
TKPH E2A-LS	446.4	526.8

TRAMO 1: 4000E - CH PRIMARIA

Tabla 4.10- Datos de distancia, velocidades, cargas para hallar el TKPH

HORA		DISTANCI A Km	VELOCIDADES		CARGAS			MTL		TKP H
INICIO	FINAL		PROMEDI O	MAXIM A	VACIO	CARG A	TOTA L	FRON T	REA R	
01:12:2 0	01:49:0 5	6.159	10.1	32.6	105.12 9	141	246.12 9	33.18	31.8 0	335
01:49:0 5	02:17:2 2	6.221	13.2	33.1	105.12 9	149	254.12 9	34.66	33.0 6	458
02:17:2 2	02:45:5 4	5.896	12.4	32.6	105.12 9	168	273.12 9	38.18	36.0 5	473
03:56:4	04:33:0	6.492	10.7	42.9	105.12	143	248.12	33.55	32.1	359

9	6				9		9		2	
04:33:06	05:00:25	5.708	12.5	38.8	105.129	155	260.129	35.77	34.01	447
05:00:25	05:34:53	5.856	10.2	43.4	105.129	156	261.129	35.96	34.16	367
05:34:53	06:21:04	6.038	7.8	43.2	105.129	161	266.129	36.88	34.95	288
06:21:04	06:54:28	5.966	10.7	44.1	105.129	156	261.129	35.96	34.16	385
06:54:28	07:18:31	5.9	14.7	43.5	105.129	147	252.129	34.29	32.75	504
07:18:31	07:47:46	5.907	12.1	43.7	105.129	151	256.129	35.03	33.38	424

Fuente: NEUMA PERU

Tenemos la ruta seguida por el camión 11 en la mina



Figura 4.69- Rutas seguida por el camión 11

Fuente: NEUMA PERU

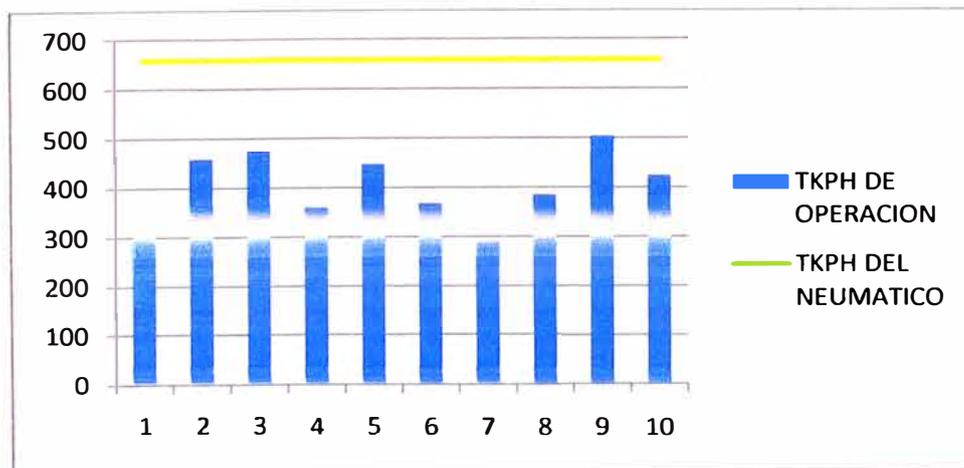


Figura 4. 70- TKPH operacional vs TKPH del neumático

Fuente: Propio

Se observa con las mediciones que se hizo en campo del CAMION 11 haciendo el ciclo desde el nivel 4000E zona de carguío hasta la Chancadora y su retorno al lugar de carguío se obtuvieron un promedio de TKPH de 404 lo cual es mucho menor al TKPH del Neumático que es de 658 , por ello estos neumáticos de Aro 51 Bridgestone pueden trabajar sin problemas, la recomendación es que se respete la velocidad tanto vació como cargado ,tener las vías en buen estado sobre todo en épocas de lluvia que son de Octubre hasta Abril, cuidar las pendientes , etc.

4.7 PRESIONES

El rendimiento de un Neumático depende del correcto mantenimiento de la presión de inflado, para lo cual el encargado de mantenimiento es el responsable directo de esta función.

La correcta presión de inflado está determinado por el Tipo de Camión, Capacidad de Carga del Neumático, Velocidad del Camión.

Una correcta presión de inflado influye directamente en la vida útil del Neumático. Se debe tener en cuenta la presión de inflado de acuerdo a la velocidad máxima permitida de operación del camión.

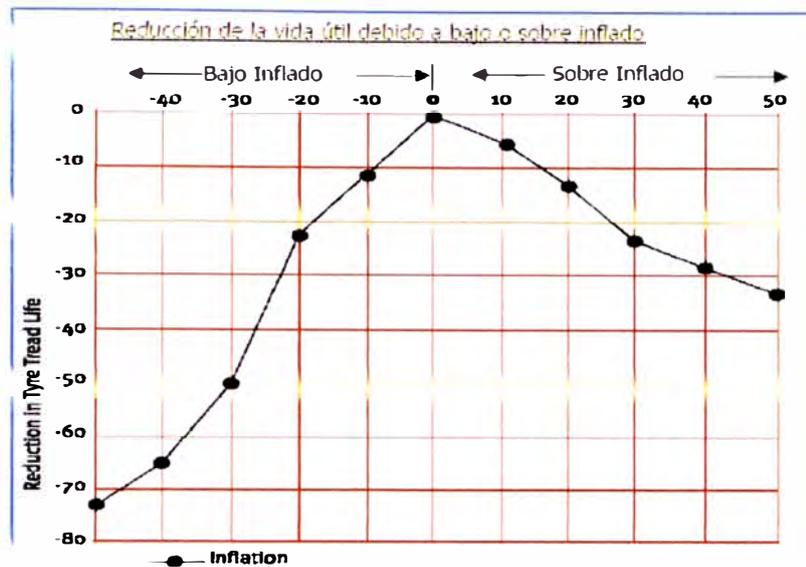


Figura 4.71- Influencia de sobre o bajo inflado en los neumáticos

Fuente: BRIDGESTONE Off The Road Tires

- 10% de bajo Inflado reduce un 10% de vida útil
- 20% de bajo Inflado reduce un 20% de vida útil
- 30% de bajo Inflado reduce un 50% de vida útil
- 10% de sobre Inflado reduce un 5% de vida útil
- 20% de sobre Inflado reduce un 10% de vida útil
- 30% de sobre Inflado reduce un 20% de vida útil

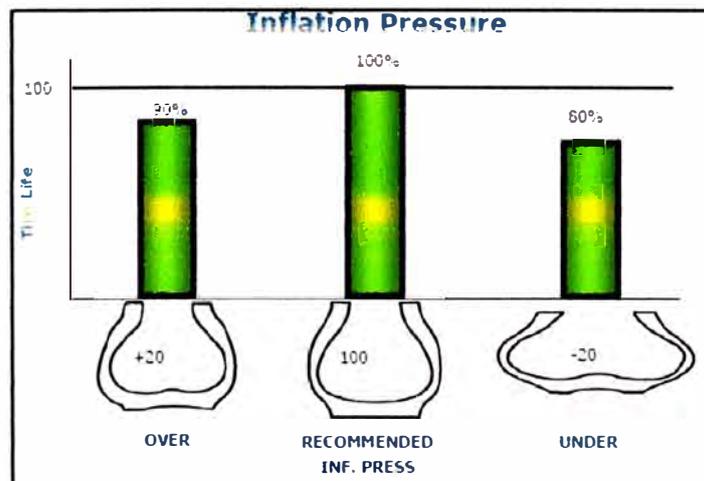


Figura 4.72- Influencia de la presión en el rendimiento de los neumáticos

Fuente: BRIDGESTONE Off The Road Tires

En el gráfico se observa la influencia cuando se tiene presión alta la vida del neumático se reduce en un 10%, cuando se tiene presión baja la vida del neumático se reduce en 20%.

Mantener la correcta presión de inflado es absolutamente necesario. Excesiva presión de inflado o bajo presión de inflado producirá daños a corto plazo en los neumáticos disminuyendo las horas de servicio en forma drástica (la vida útil se verá afectada considerablemente).

Daños típicos en neumáticos con presión de inflado debajo de lo recomendado:

- Distorsión de la pared lateral (separación en los flancos)
- Alto esfuerzo entre capas
- Desprendimiento en la zona del talón por la fricción.
- Excesivo movimiento de la banda de rodado (anormal abrasión desgaste irregular)
- Distorsión en el área del Rim (erosión de la goma) calentamiento por frotación.
- Alto esfuerzo en borde de cinturones.
- Calentamiento y desgaste en los hombros del neumático.
- Daños típicos en neumáticos con presión de inflado sobre lo recomendado
- Alta tensión en cuerdas
- Penetración por impacto
- Mayor desgaste en el centro de la banda de rodamiento

En mina Pierina se toma en campo todos los días a inicio de turno las presiones de todos los neumáticos, para evitar cualquier daño a los neumáticos. Se nivela las presiones siempre en frío.

A continuación se muestra datos de presión en Mina Pierina En Frío y en caliente:

Tabla 4.11- Presiones recomendadas para cada tipo marca de neumático y posición en frío y caliente

EQUIPO	MEDIDA	MARCA	PRESION (psi)		PRESION EN CALIENTE 20% MAS	
			DELANTERA	POSTERIOR	DELANTERA	POSTERIOR
Camión 730	37.00R57	Michelin	95	90	114	108
Camión 785	33.00R51	Michelin	95	95	114	114
Camión 777	27.00R49	Michelin	90	90	108	108
Cargador WA1200	55/80R57	Michelin	95	60	114	72
Cargador 994	55/80R57	Michelin	95	60	114	72
Cargador 992	45/65R45	Michelin	105	60	126	72
Cargador 980	29.5R25	Michelin	65	40	78	48
Tractor 834	35/65R33	Michelin	55	55	66	66
Motoniveladora 16H	23.5R25	Michelin	40	40	48	48
Camión 730	42/90R57	Bridgestone	105	105	126	126
Camión 785	33.00R51	Bridgestone	105	105	126	126
Camión 777	27.00R49	Bridgestone	105	105	126	126
Cargador WA1200	55.5/80R57	Bridgestone	102-115	75-95	122.4-138	90-114
Cargador 994	55.5/80R57	Bridgestone	102-115	75-95	122.4-138	90-114
Cargador 992	45/65R45	Bridgestone	95	60-70	114	72-84
Tractor 834	35/65R33	Bridgestone	75	40-60	90	48-72
Motoniveladora 16H	23.5R25	Bridgestone	35	50-60	42	60-72
Cargador WA1200	50/80-57	Firestone	105	45	126	54
Cargador 994	50/80-57	Firestone	105	45	126	54

Fuente: NEUMA PERU-Pierina

Los datos de Presiones obtenidos en campo de Neumáticos que no fueron enviados a REENCAUCHE, son los siguientes:

Neumático 3801

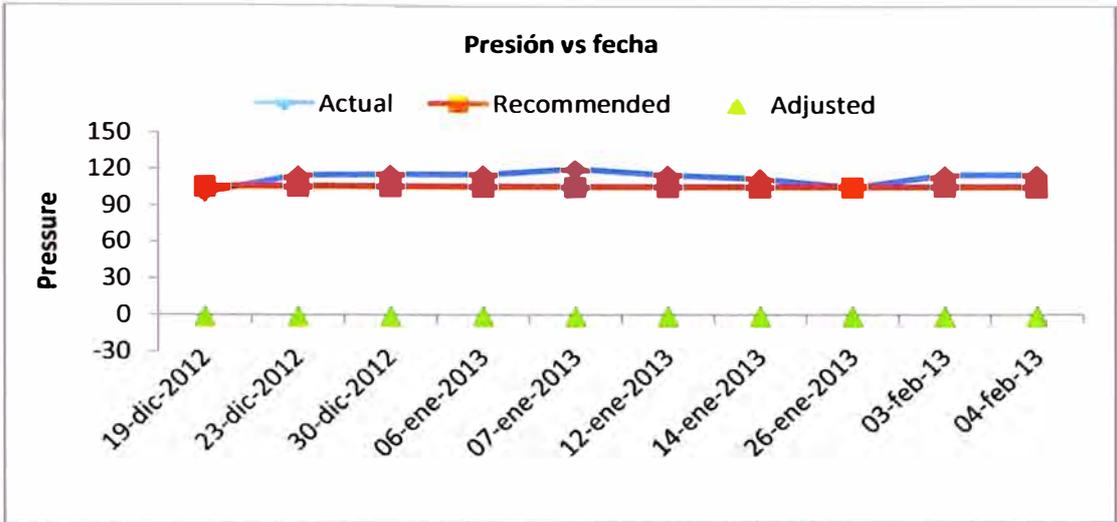


Figura 4.73- Variación de la presión manteniéndose cerca al recomendado

Fuente: NEUMA PERU TTC

Neumático 3908

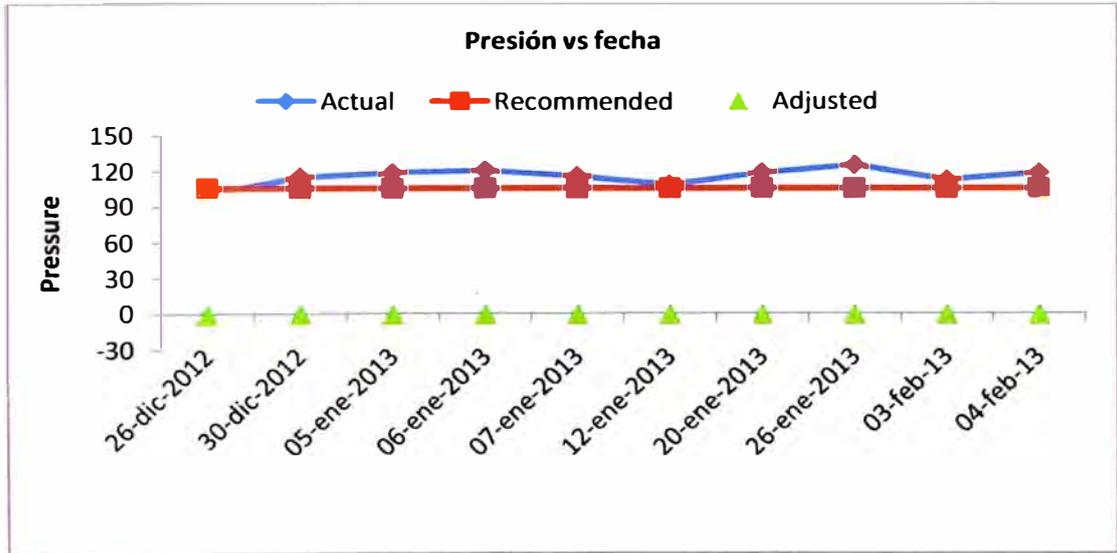


Figura 4.74- Variación de la presión manteniéndose ligeramente por encima de lo recomendado

Fuente: NEUMA PERU TTC

Neumático 3927

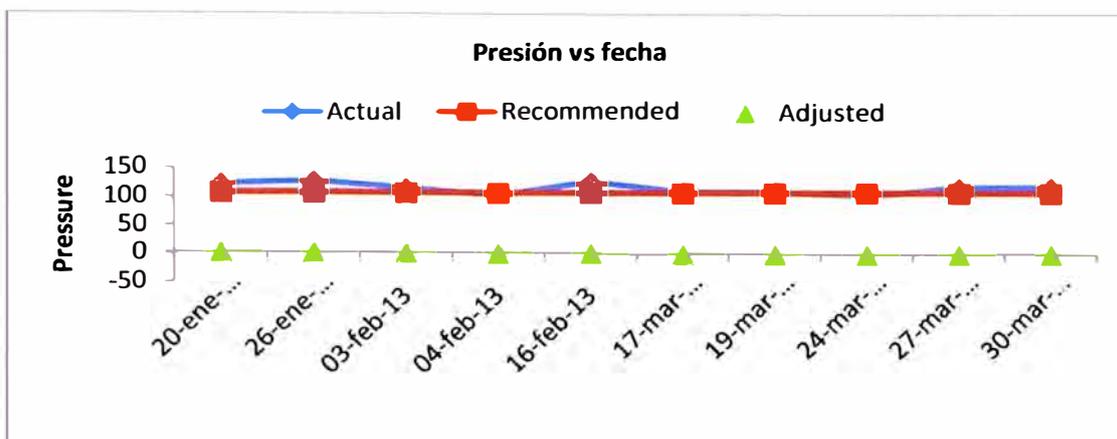


Figura 4.75- Dos puntos bajos de presión y picos respecto al recomendado

Fuente: NEUMA PERU TTC

Neumático 3951

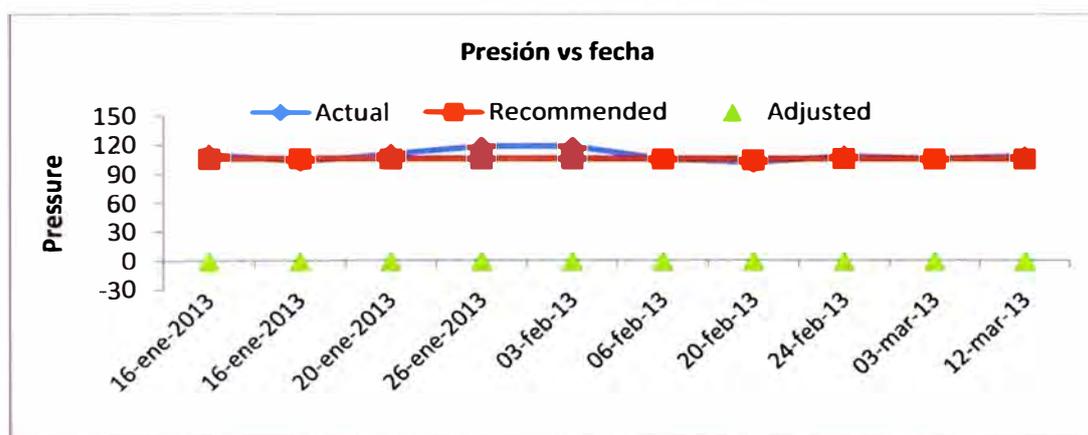


Figura 4.76- Presiones dentro de lo recomendado

Fuente: NEUMA PERU TTC

Neumático 3969

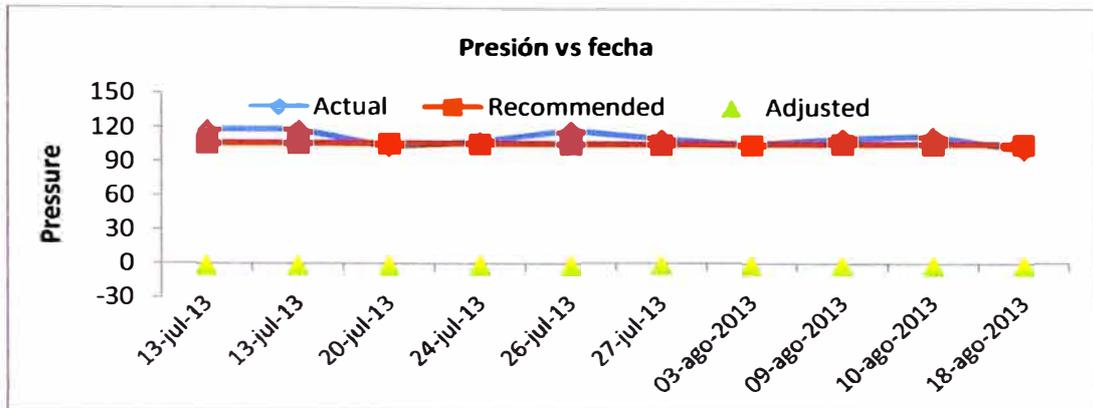


Figura 4.77- Picos altos de presión en algunos puntos

Fuente: NEUM PERU TTC

Datos de neumáticos que fueron a REENCAUCHE son los siguientes:

Neumático 3809

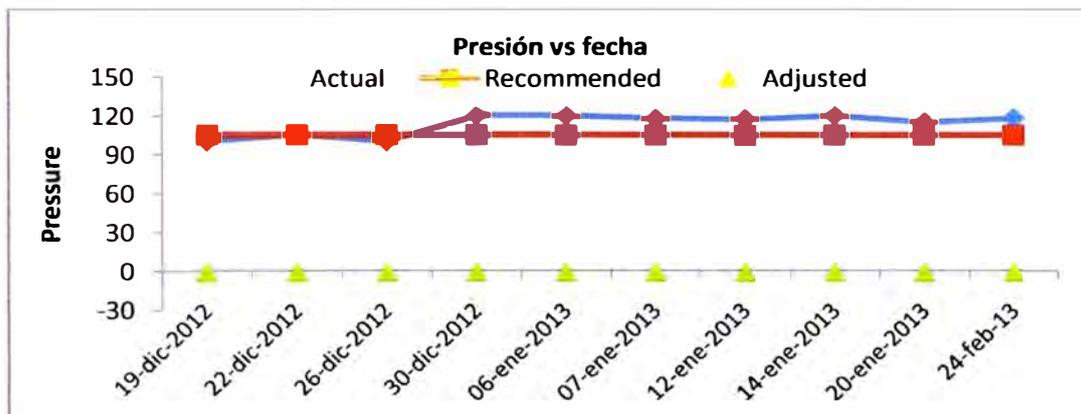


Figura 4.78- Presiones ligeramente por encima de lo recomendado

Fuente: NEUMA PERU TTC

Neumático 3829

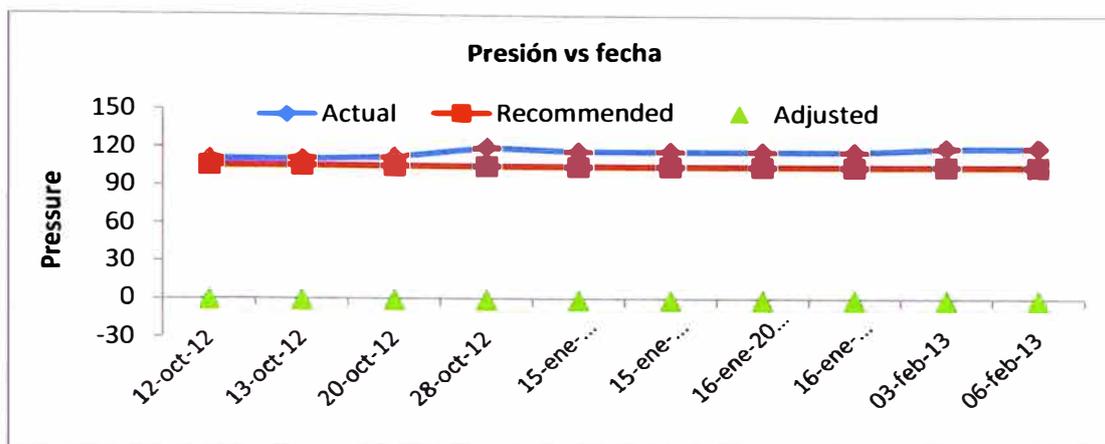


Figura 4.79- Presiones por encima de lo recomendado

Fuente: NEUMA PERU TTC

Neumático 3839

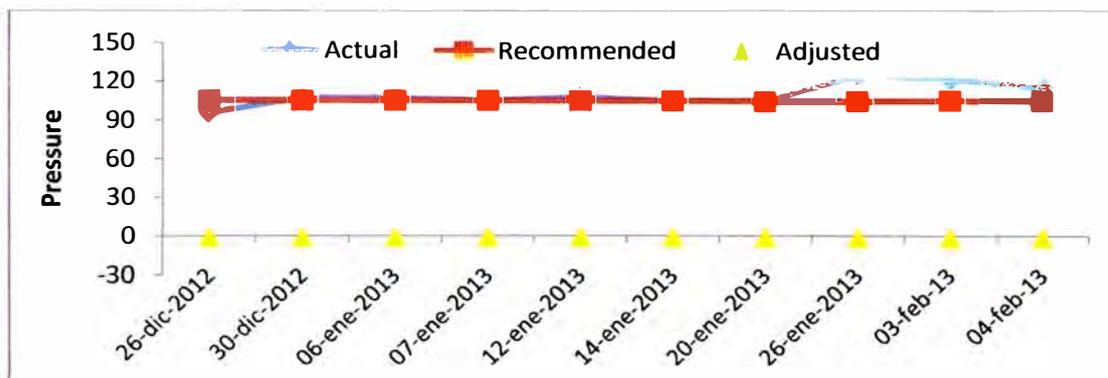


Figura 4.80- Enero hasta Febrero se tiene presiones altas

Fuente: NEUMA PERU TTC

Neumático 3872

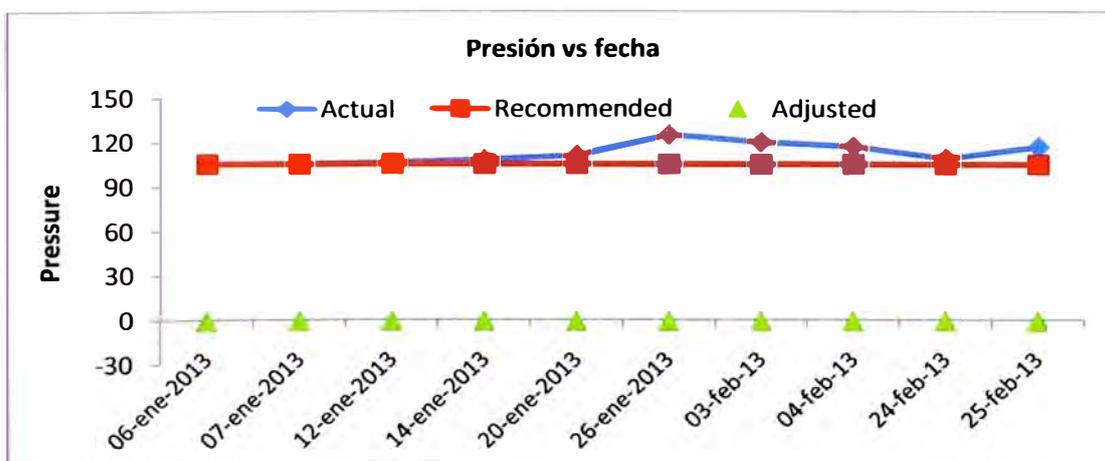


Figura 4.81- Presencia de picos de las presiones

Fuente: NEUMA PERU TTC

Neumático 3900

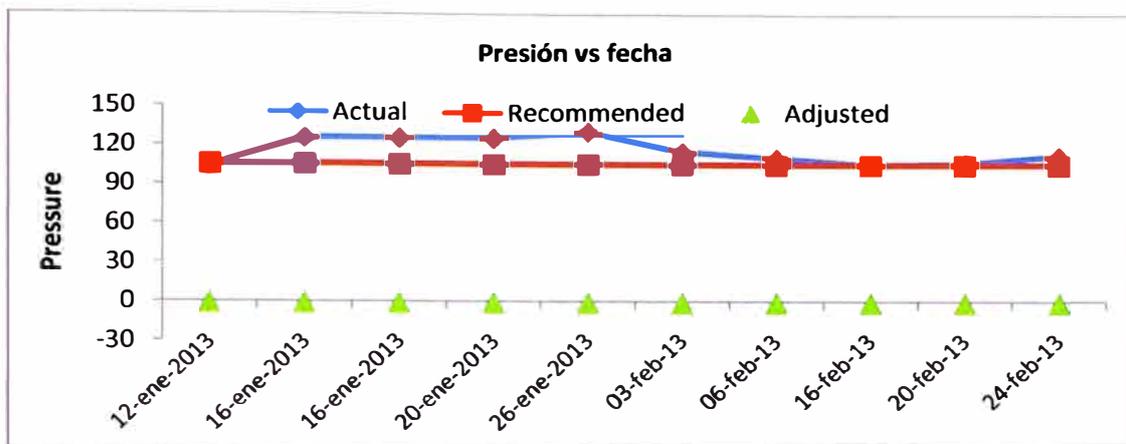


Figura 4.82- Presiones de neumático 3900 reencauchado

Fuente: NEUMA PERU TTC

Para el rendimiento de los neumáticos es importante hacer seguimiento de las presiones todos los días de acuerdo a la tabla 4.11 todos los neumáticos deben estar en este rango para que los neumáticos originales lleguen sin la carcasa fatigada para poder ser enviados a reencauche , una vez reencauchados es también importante hacer el seguimiento para prevenir la separación de la goma reencauchada en los neumáticos por presión baja por excesiva flexión además genera desgaste excesivo en los hombros, las presiones altas generan mayor desgaste en la parte central de banda de rodamiento y propenso a cortes, impactos.

CAPITULO V

ANALISIS DE RENDIMIENTO, PERIDADAS Y CONSUMO DE NEUMATICOS

5.1 MATERIAL DE ESTUDIO

5.1.1 Población

La población para esta tesis son los neumáticos aro 33.00R51 y los reencauchados para camiones CAT 785C en Mina Pierina.

5.1.2 Muestra

La muestra son los neumáticos gigantes de Aro 33.00R51, marca BRIDGESTONE originales y los mismos reencauchados para ello se tomara todos los días los remanentes de las cocadas de estos neumáticos, se mide las presiones, se inspeccionara todos los días el estado de los neumáticos como cortes, desgaste, etc. Las horas acumuladas, la posición donde se encuentran.

5.1.3 Equipos

Total Tire Control (TTC)

Control Mina

Personal de NEUMA

5.1.4 Instrumentos

Laptop, Manómetro, Termocupla, Medidor de cocada, Palancas, Camioneta, Pintura para marcar daños, Cámara fotográfica.

5.2 ESTADÍSTICA Y RENDIMIENTO DE NEUMÁTICOS ACUMULADO HASTA AGOSTO DEL 2013 EN MINA PIERINA.

Consumo de Neumáticos 2013 (Radiales, Convencionales, Reencauchados)

Tabla 5.1-Consumo de neumáticos por mes

CONSUMOS DE LLANTAS 2012 - CAMIONES Y CARGADORES													
Flota	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Acum. 2013
785	10	15	22	10	0	8	8	4					77

Fuente: NEUMA PERU TTC

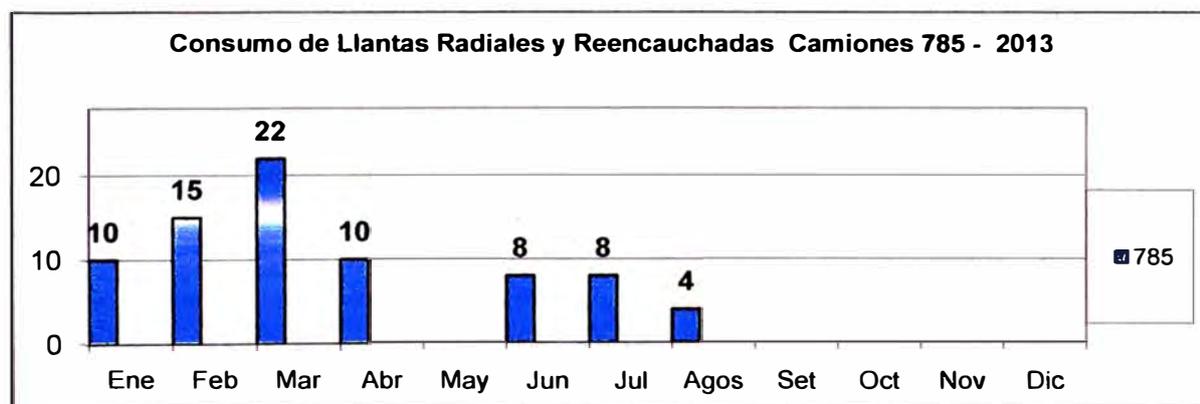


Figura 5.1- Consumo de neumáticos por mes durante el año

Fuente: NEUMA PERU TTC

Tabla 5.2- Consumo de neumáticos por marca y por mes

33.00R51	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Acum. 2012
Michelin							4	2					6
Bridgestone	10	14	17	10		6		2					59
Reencauche		1	5			2	4						12

Fuente: NEUMA PERU TTC

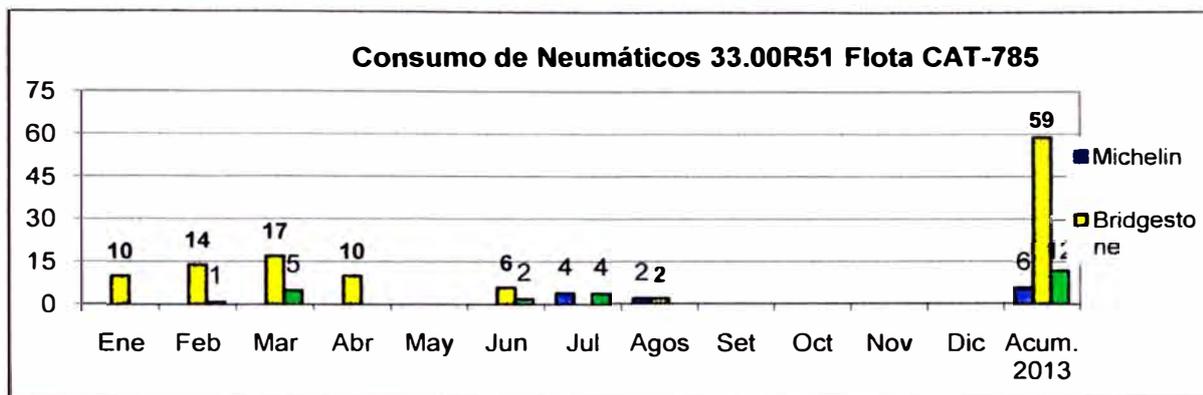


Figura 5.2- Neumáticos utilizados de las diferentes marcas

Fuente: NEUMA PERU TTC

A continuación mostramos el rendimiento de los Neumáticos en el 2013 acumulado

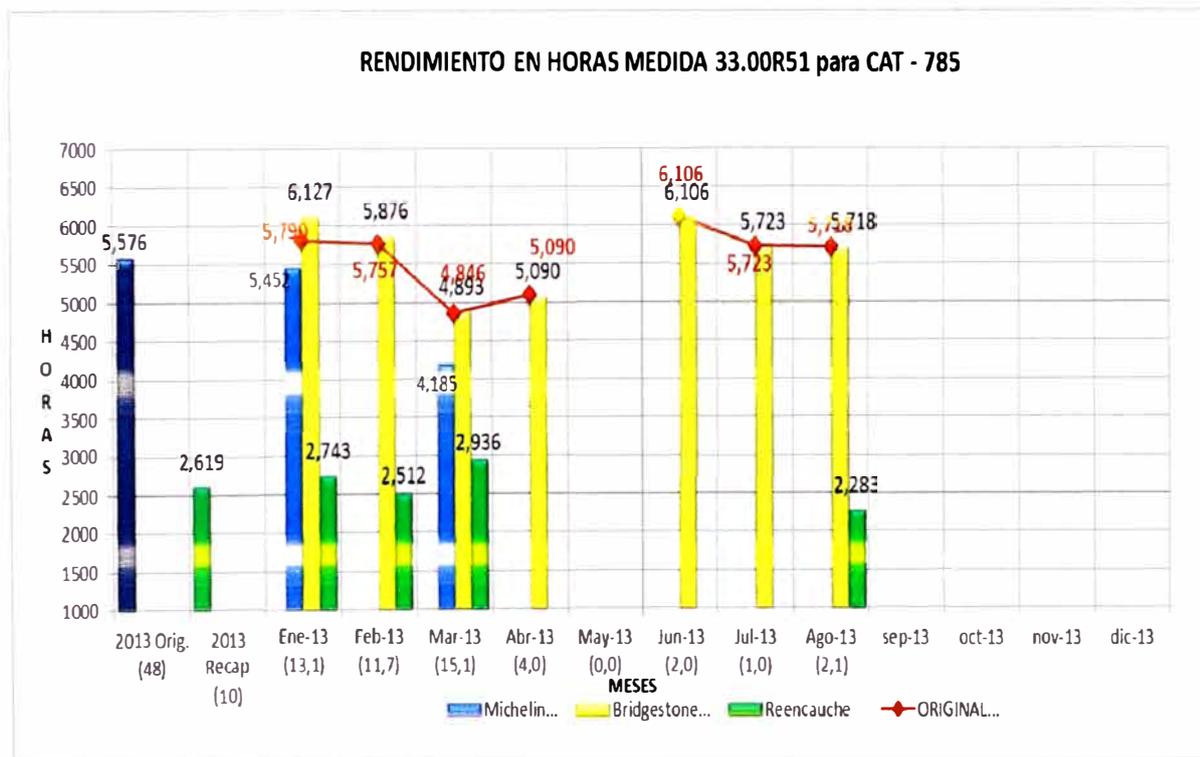


Figura 5.3- Rendimiento por marca durante el 2013

Fuente: NEUMA PERU

En la figura 5. 3 se observa que los neumáticos Bridgestone muestran el mejor rendimiento en todos los meses en comparación con los Michelin llegando incluso a picos de rendimiento de 6127 horas en cambio los

neumáticos Michelin llegaron máximo hasta 5452 horas , los neumáticos reencauchados rindieron más que la garantía que ofrecía la empresa reencauchadora llegando a picos de 2936 horas que es mucho más de lo que ofrecía como garantía 2500 horas, por ello en mina Pierina se está dando bastante énfasis en conservar los neumáticos evitando fatiga ,daños, realizando la rotación correcta, controlando las presiones temperatura para luego poderlos enviar a reencauche y obtener mayor horas de rendimiento de los neumáticos reduciendo con ello costos.

Se tiene la estadística de neumáticos desechados acumulados hasta agosto del 2013

Tabla 5.3-Neumaticos Bridgestone desechados hasta Agosto del 2013

Serie	Otra ID.	Medida, Fabricante y Especificaciones	Horas	Motivo de Retiro	Fecha de Retiro	Posición
CAMIONES, CAT 785B-C						
33.00R51						
Desecho Bridgestone VRDPY						
S0M000952	3825	BS, VRDPY 2A, 2*	6,665	DESGASTE	02/01/2013	5
S0N005726	3876	BS, VRDPY 2A, 2*	6,354	DESGASTE	02/01/2013	5
S0M006036	3881	BS, VRDPY 2A, 2*	6,239	DESGASTE	31/01/2013	6
S1R006477	3905	BS, VRDPY 2A, 2*	6,533	DESGASTE	31/01/2013	6
S1E002923	3907	BS, VRDPY 2A, 2*	6,174	DESGASTE	13/01/2013	5
S1E005834	3909	BS, VRDPY 2A, 2*	6,413	DESGASTE	18/01/2013	6
S1Y000653	3912	BS, VRDPY 2A, 2*	5,424	DESGASTE	18/01/2013	5
S1E002691	3916	BS, VRDPY 2A, 2*	5,217	DESGASTE	22/01/2013	6
S1E005833	3901	BS, VRDPY 2A, 2*	6,099	DESGASTE	05/02/2013	5
S0N005724	3877	BS, VRDPY 2A, 2*	6,388	DESGASTE	05/02/2013	6
S1N001487	3934	BS, VRDPY 2A, 2*	4,997	DESGASTE	08/02/2013	6
S1E005597	3904	BS, VRDPY 2A, 2*	6,205	DESGASTE	08/02/2013	5
S1Y000652	3908	BS, VRDPY 2A, 2*	6,394	DESGASTE	13/02/2013	5
S1A005495	3927	BS, VRDPY 2A, 2*	5,118	DESGASTE	22/02/2013	3
S1N001693	3928	BS, VRDPY 2A, 2*	5,118	DESGASTE	22/02/2013	4
S1E002924	3899	BS, VRDPY 2A, 2*	6,836	DESGASTE	27/02/2013	5
S1N000943	3932	BS, VRDPY 2A, 2*	5,634	DESGASTE	28/02/2013	6
S1Y000891	3911	BS, VRDPY 2A, 2*	4,726	DESGASTE	28/02/2013	6
S1N001084	3933	BS, VRDPY 2A, 2*	4564	DESGASTE	01/03/2013	5
S1N001483	3945	BS, VRDPY 2A, 2*	4840	DESGASTE	04/03/2013	5
S0U004888	3957	BS, VRDPY 2A, 2*	4731	DESGASTE	04/03/2013	6
S1N001285	3931	BS, VRDPY 2A, 2*	5339	DESGASTE	07/03/2013	5
S1U004885	3952	BS, VRDPY 2A, 2*	5019	DESGASTE	07/03/2013	6
S1N006627	3949	BS, VRDPY 2A, 2*	4965	DESGASTE	11/03/2013	5
S1N001139	3942	BS, VRDPY 2A, 2*	4870	DESGASTE	11/03/2013	6
S1M00174	3961	BS, VRDPY 2A, 2*	4637	DESGASTE	13/03/2013	5

S1N006127	3962	BS, VRDPY 2A, 2*	4637	DESGASTE	13/03/2013	6
S1N001355	3941	BS, VRDPY 2A, 2*	5161	DESGASTE	15/03/2013	5
S1U004887	3951	BS, VRDPY 2A, 2*	4984	DESGASTE	15/03/2013	6
S1N001283	3946	BS, VRDPY 2A, 2*	4717	CORTE EN EL FLANCO	15/03/2013	6
S1N006623	3956	BS, VRDPY 2A, 2*	4690	DESGASTE	16/03/2013	5
S1A005495	3927	BS, VRDPY 2A, 2*	5341	DESGASTE CENTRAL B.R.	31/03/2013	6
S1A004829	3947	BS, VRDPY 2A, 2*	5227	DESGASTE	03/04/2013	5
S1A005199	3948	BS, VRDPY 2A, 2*	5022	DESGASTE	03/04/2013	6
S1N000174	3965	BS, VRDPY 2A, 2*	5056	DESGASTE	14/04/2013	5
S1N000875	3966	BS, VRDPY 2A, 2*	5056	DESGASTE	14/04/2013	6
S1N006371	3959	BS, VRDPY 2A, 2*	6008	DESGASTE	26/06/2013	5
S1L002010	3963	BS, VRDPY 2A, 2*	6203	DESGASTE	26/06/2013	6
S1J005560	3970	BS, VRDPY 2A, 2*	5723	DESGASTE	11/07/2013	5
S1N006124	3950	BS, VRDPY 2A, 2*	5214	DESGASTE	21/08/2013	5
S1U004680	3969	BS, VRDPY 2A, 2*	6221	DESGASTE	21/08/2013	6
			5,482	41		

Fuente: NEUMA PERU TTC

Tabla 5.4- reencachados enviados a SCRAP hasta Agosto del 2013

Serie	Otra ID.	Medida, Fabricante y Especificaciones	Horas	Motivo de Retiro	Fecha de Retiro	Posición
Desecho Bridgestone VRDPY / Renova						
S0M000441	3829					
Primera Vida		33.00R51, BS,VRDPY 2A, 2*	2,769	CORTE EN BR	07/10/2011	6
Segunda Vida		33.00R51, REN, RECAP, 2*	3,516	DESGASTE CENTRAL B.R.	14/02/2013	6
S0B002753	3854					
Primera Vida		33.00R51, BS,VRDPY 2A, 2*	5,164	DESGASTE	14/05/2012	6
Segunda Vida		33.00R51, REN, RECAP, 2*	2,570	DESGASTE	21/02/2013	5
S0U001098	3839					
Primera Vida		33.00R51, BS,VRDPY 2A, 2*	5,017	DESGASTE	14/05/2012	5
Segunda Vida		33.00R51, REN, RECAP, 2*	2,376	DESGASTE	23/02/2013	5
S1R005575	3900					
Primera Vida		33.00R51, BS,VRDPY 2A, 2*	4,249	DESGASTE	21/05/2012	6
Segunda Vida		33.00R51, REN, RECAP, 2*	2,672	DESGASTE	26/02/2013	6
S0A003602	3872					
Primera Vida		33.00R51, BS,VRDPY 2A, 2*	4,575	DESGASTE	07/04/2012	5
Segunda Vida		33.00R51, REN, RECAP, 2*	2,436	DESGASTE	27/02/2013	6
S0N003042	3809					
Primera Vida		33.00R51, BS,VRDPY 2A, 2*	3,818	DESGASTE	24/05/2011	4
Segunda Vida		33.00R51, REN, RECAP, 2*	2,936	DESGASTE	01/03/2013	6
			2,751	6		

Fuente: NEUMA PERU TTC

Tabla 5.5-Neumaticos enviados a desecho

Serie	Otra ID.	Medida, Fabricante y Especificaciones	Horas	Motivo de Retiro	Fecha de Retiro	Posición
Desecho Bridgestone VRLS						
S0Y004880	3873	33.00R51, BS, VRLS 2A, 2*	5,388	DESGASTE	10/02/2013	5
SOA003115	3880	33.00R51, BS, VRLS 2A, 2*	5,050	DESGASTE	10/02/2013	6
			5,219	2		
Desecho VRLS/Renova						
SOA003113	3816					
Primera Vida		BS, 33.00R51, VRLSA, 2*	3,517	DESGASTE	27/09/2011	5
Segunda Vida		33.00R51, REN, RECAP, 2*	2,743	DESGASTE	23/01/2013	5
			6,260	1		
Desecho Michelin XDR						
KLJ0056L9A	3922	33.00R51, MICH, XDR B4, 2*	4,916	DESGASTE	04/01/2013	6
YVC0024E2A	3892	33.00R51, MICH, XDR B4, 2*	6,749	DESGASTE	04/01/2013	5
KLJ0394L1A	3935	33.00R51, MICH, XDR B4, 2*	5,072	DESGASTE	29/01/2013	5
KLJ0517L8A	3936	33.00R51, MICH, XDR B4, 2*	5,072	DESGASTE	29/01/2013	6
KLJ0515L0A	3944	33.00R51, MICH, XDR B4, 2*	4,185	CORTE EN EL FLANCO	09/03/2013	4
			5,199	5		
Desecho Michelin XDR / Renova						
YVC0037E9A	3895					
Primera Vida		33.00R51, MICH, XDR B4, 2*	5,182	DESGASTE	23/04/2012	5
Segunda Vida		33.00R51, REN, RECAP, 2*	2,241	DESGASTE	15/02/2013	6
SLH0360F9B	3732					
Primera Vida		33.00R51, MICH, XDR B4, 2*	5,083	DESGASTE	07/12/2010	5
Segunda Vida		33.00R51, REN, RECAP, 2*	2,343	DESGASTE	26/02/2013	5
KLJ0054L1A	3914					
Primera Vida		33.00R51, MICH, XDR B4, 2*	4,710	DESGASTE	14/11/2012	5
Segunda Vida		33.00R51, REN, RECAP, 2*	2,283	SEPARACION MECANICA	14/08/2013	4
			2,292	2		

Fuente: NEUMA PERU TTC

De tablas 5.3, 5.4 y 5.5 el total de neumáticos enviados desecho hasta Agosto del 2013= 57 NEUMATICOS

5.3 ESTUDIO DE PÉRDIDA DE NEUMÁTICOS

Este estudio nos va a permitir saber en qué posición y qué clase de daño sufrió el neumático obligándonos a realizar el retiro de este neumático para su reparación preventiva o correctiva, afectando con ello la rotación óptima afectando también para su segunda vida como reencauchado a continuación mostramos dato tomados y la estadística de neumáticos perdidos por posición hasta Diciembre 2013

Tabla 5.6-Numero de neumáticos perdidos por camión y por posición

CAT 785C	POS 1	POS 2	POS 3	POS 4	POS 5	POS 6	TOTAL
V01	0	0	0	0	3	3	6
V02	0	0	1	3	3	1	8
V03	0	0	0	0	4	2	6
V04	0	0	0	0	2	3	5
V05	0	0	0	0	2	2	4
V06	0	0	0	0	2	1	3
V07	0	0	2	2	2	2	8
V08	0	0	1	1	3	5	10
V09	0	0	0	0	3	3	6
V10	0	0	0	0	3	2	5
V11	0	0	0	0	5	4	9
V12	0	0	0	0	2	2	4
V13	0	0	0	0	2	2	4
TOTAL	0	0	4	6	36	32	78

Fuente: NEUMA PERU TTC

Se observa en la tabla 5.6 que en posiciones delanteras pos 1 y 2 no se ha reportado pérdida de neumáticos para SCRAP, en pos 3 y 4 se tiene en total 10 neumáticos perdidos, en posición 5 y 6 es donde se observa la mayor cantidad de neumáticos que salieron para Scrap, esto porque aquí están los neumáticos con mayor horas rodadas, con cortes acumulados, fatiga de la carcasa, etc. En total en las pos 5 y 6 se tuvo 78 neumáticos perdidos enviados a SCRAP.

Se muestra a continuación pérdida de neumáticos por posición, por camión:

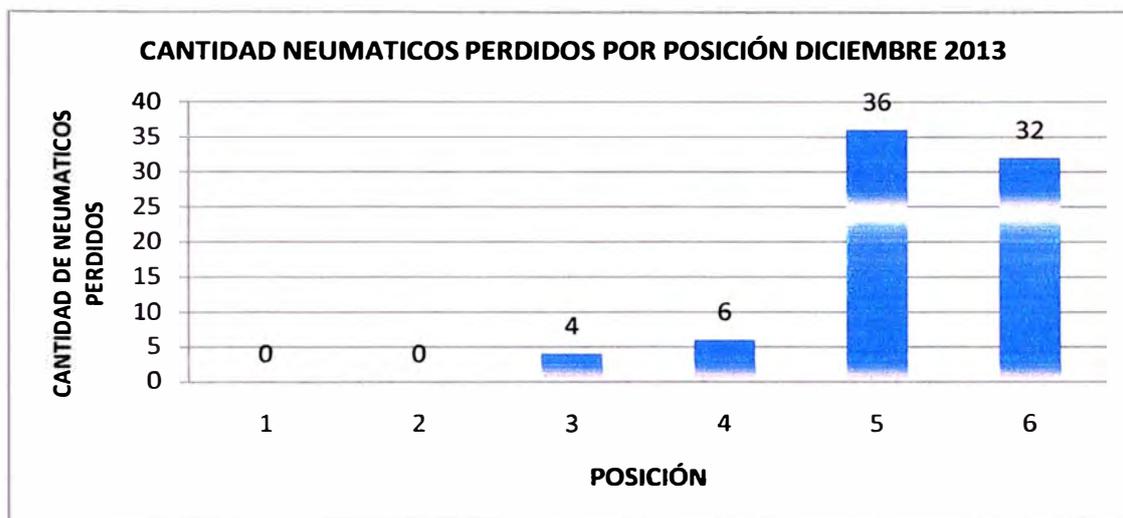


Figura 5.4- Neumáticos perdidos por posición durante el 2013

Fuente: NEUMA PERU TTC

En la figura 5.4 es importante porque nos muestra la cantidad de neumáticos perdidos por posición hasta Diciembre 2013, se observa que en Mina Pierina la mayor pérdida de neumáticos se da en la posición 5 y 6 esto se da porque esta es la última posición donde son rotados los neumáticos acá llegan con la carcasa fatigada con mayor cantidad de daños como cortes, baja cantidad de remanente, es el lado ciego del equipo, son las posiciones donde sufren mayores daños. Se observa además que en las posiciones del eje de la tracción no se ha reportado pérdida de neumáticos esto es porque aquí son colocados neumáticos nuevos siempre por seguridad, son las posiciones donde el operador tiene más visibilidad para protegerlos.

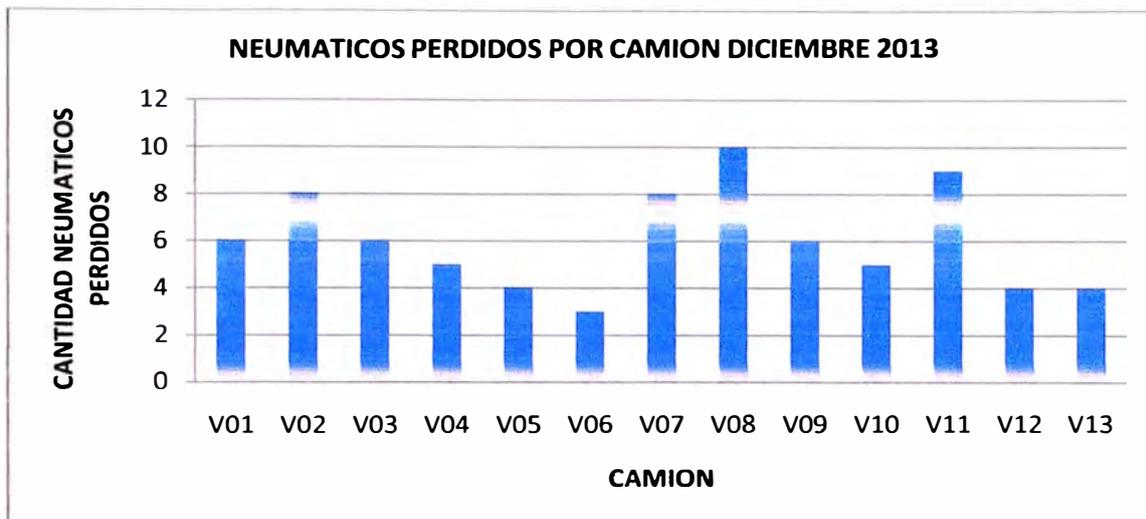


Figura 5.5- Neumáticos perdidos por cada camión durante el 2013

Fuente: NEUMA PERU TTC

Se observa que el camión 08 presenta la mayor cantidad de pérdida de neumáticos y la menor cantidad de neumáticos perdidos fue en el camión 06 esto es un factor que depende mucho del operador, de las condiciones de las vías, zonas de descarga, zonas de carguío, de la cantidad de carga que ha llevado, del TKPH, la velocidad con el cual trabajo, etc.

De las tablas 5.3, 5.4 y 5.5 tenemos los datos de tipos de daños por los cuales los neumáticos salieron para Scrap hasta Agosto del 2013

Tabla 5.7- Tipos de daños por los cuales se fue a desecho los neumáticos

Tipo de daño	porcentaje	cantidad
Desgaste	94.74%	54
Perforación por Objeto Extraño	0.00%	0
Daño en el Talón	0.00%	0
Impacto en la B.R.	0.00%	0
Impacto en el Flanco	0.00%	0
Arrancamientos B.R.	0.00%	0
Separación Mecánica	1.75%	1
Separación x Calor	0.00%	0
Rodada Baja	0.00%	0
Corte en Flanco	3.51%	2
Falla en Reparación	0.00%	0
TOTAL	100.00%	57

Fuente: NEUMA PERU

De la tabla 5.7 se tiene la mayor cantidad de neumáticos perdidos se da por desgaste esto quiere decir por consumo de la cocada y no por daños esto es bastante importante ya que esto nos demuestra la buena gestión que se realiza en el manejo de los neumáticos en Mina Pierina, en segundo lugar son por cortes en flanco y por separación.

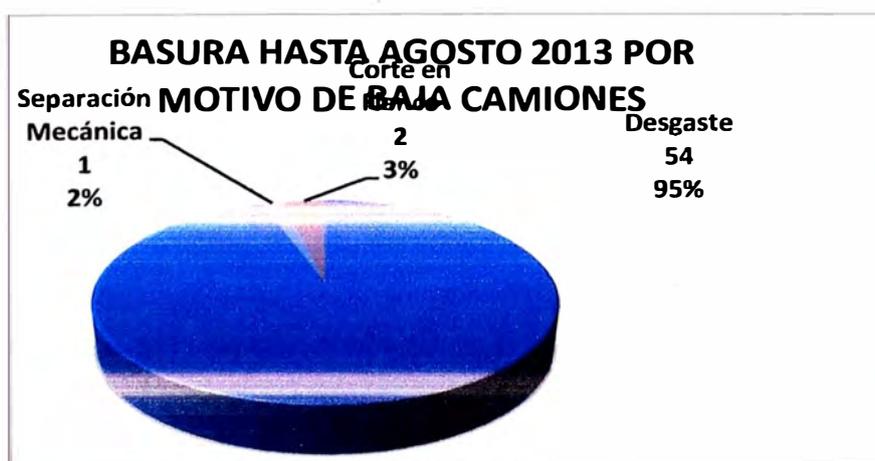


Figura 5.6- Tipos de daños sufridos por los neumáticos hasta Agosto 2013 y enviados a SCRAP

Fuente: NEUMA PERU TOTAL TIRE CONTROL

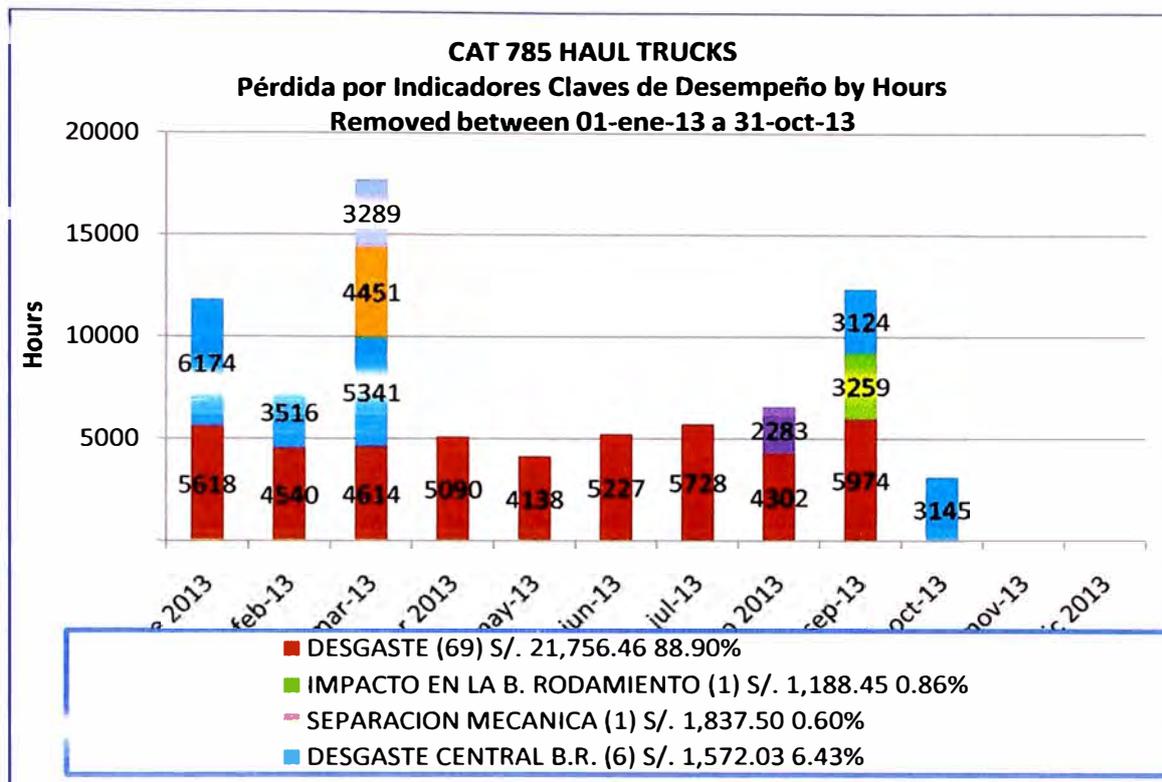


Figura 5.7- Cantidad neumáticos perdidos y por el tipo de daño acumulado hasta Octubre del 2013

Fuente: NEUMA PERU TTC

En el gráfico 5.8 muestra datos importantes de cuantas horas trabajaron los neumáticos en eje direccional y de tracción antes de ser enviados como desecho, mostrándose que los neumáticos Bridgestone tienen la mayor cantidad de horas rodadas antes de pasar como SCRAP en promedio 5473 horas a rodado en cambio los neumáticos Michelin en promedio llegan a tan solo 4500 horas y los neumáticos reencauchados han rodado en promedio 2572 horas antes de ser enviados como desecho.

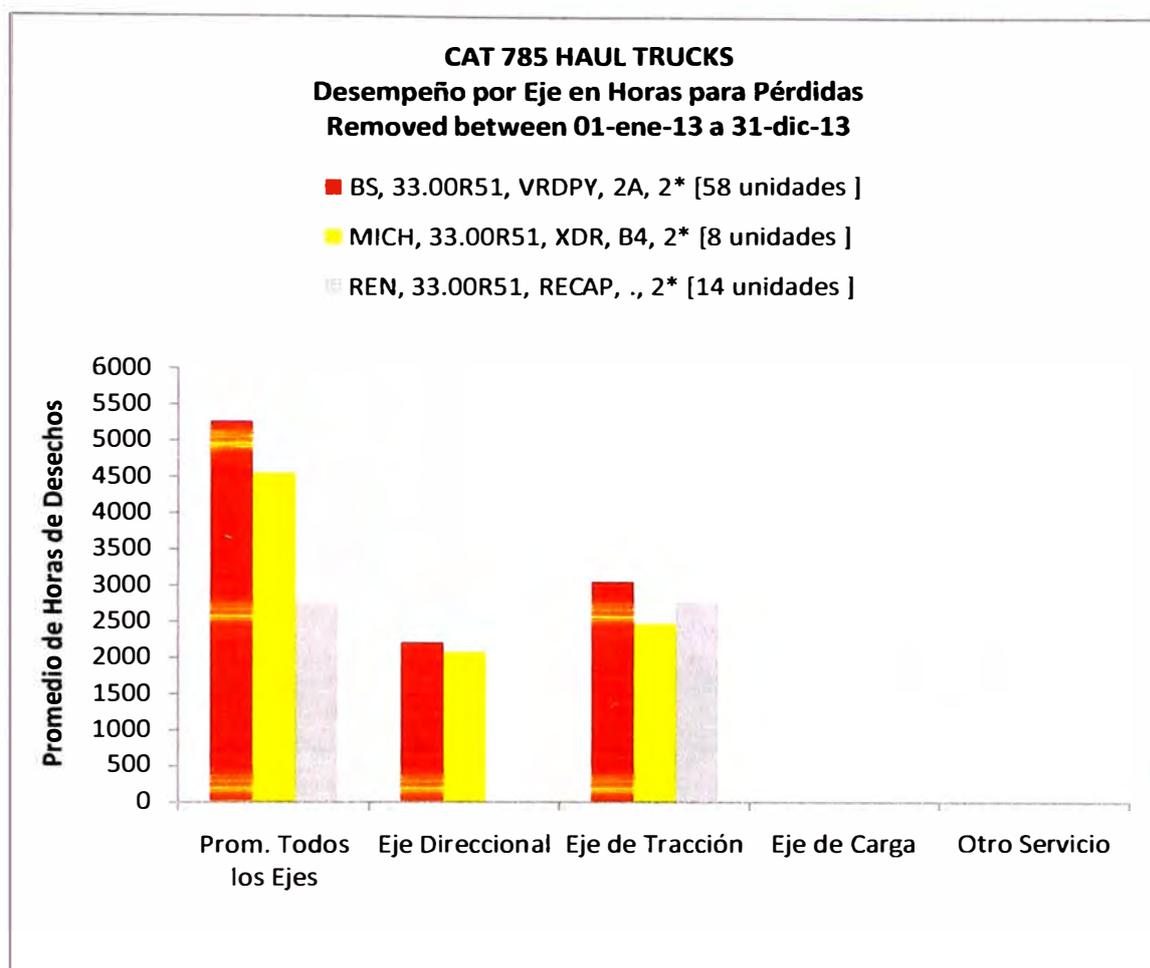


Figura 5.8- Horas rodadas por marca antes de ser enviados a desecho

Fuente: NEUMA PERU TTC

5.4 INFLUENCIA DE LOS DAÑOS O CORTES EN LA ROTACIÓN DE NEUMÁTICOS

La rotación de los neumáticos en Mina Pierina son de la siguiente forma los neumáticos pos 1 y 2 al 30% se rotan a posición 3 y 4 y al 60% estos pasan a posiciones 5 y 6 respectivamente , esto se hace para generar stock , mantener o aumentar el rendimiento de los neumáticos . Estas rotaciones planeadas no siempre se cumplen ya que en la operación los neumáticos sufren daños obligándonos a realizar rotaciones antes de tiempo, esto

genera un gran problema si no se cuenta con el stock suficiente como neumáticos reparados, neumáticos reencauchados.

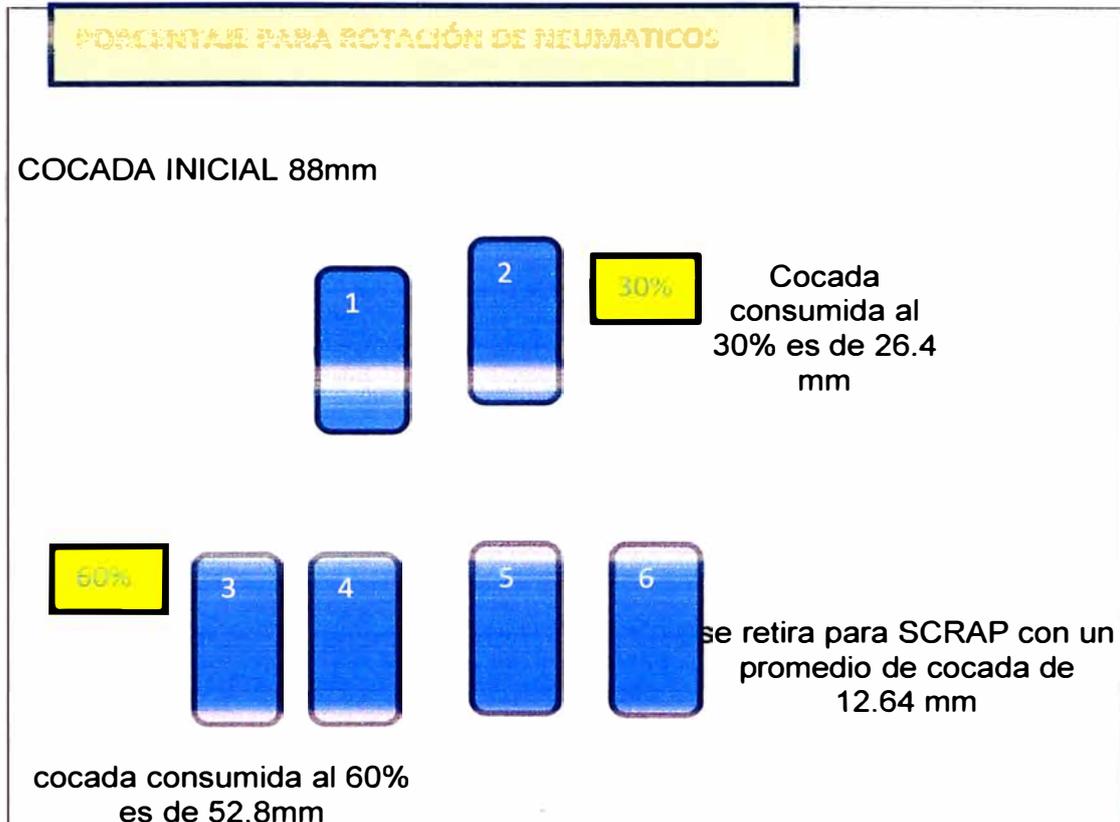


Figura 5.9- Rotación de neumáticos en Mina Pierina

Fuente: NEUMA PERU

A continuación mostramos una estadística indicándonos a las cuantas horas en promedio se generan los cortes en cada posición en Mina Pierina, afectando esto la rotación planeada que se tenía para los neumáticos:

5.4.1 Neumáticos que trabajaron en Posición 1 y 2, se muestra las horas con las que salieron para reparación.

Tabla 5.8-Tipos de daños sufridos, horas al momento del daño y las horas que duro después de ser reparado en posiciones 1 y 2

Neumático	Marca	Posición	Camión	Motivo	Costo \$	Hrs antes	Hrs después	total de hr
3878	BS, 33.00R51	1	V13	Corte en B. Rodamiento	2000	2232	3084	5316
3888	MICH, 33.00R51	1	V06	Corte en Flanco	2000	2828	3817	6645
3911	BS, 33.00R51	1	V13	Corte en B. Rodamiento	2000	2089	2627	4716
3919	MICH,33.00R51	1	V02	Corte en Hombro	2000	1044	3817	4861
3927	BS, 33.00R51	1	V10	Corte en B.R	2000	2452	2889	5341
3939/0	MICH,33.00R51	1	V01	Corte en B. Rodamiento	2000	2519	1053	3572
3941	BS, 33.00R51	1	V08	Corte en B. Rodamiento	2000	2367	2794	5161
3945	BS, 33.00R51	1	V13	Corte en B. Rodamiento	2000	1197	3643	4840
3949	BS, 33.00R51	1	V09	Corte en Flanco	2000	2778	2187	4965
3950	BS, 33.00R51	1	V04	Corte en B. Rodamiento	2000	2190	3024	5214
3956	BS, 33.00R51	1	V11	Corte en Hombro	2000	1620	3070	4690
3967/0	BS, 33.00R51	1	V10	Corte en B. Rodamiento	2000	2770	2346	5116
3969	BS, 33.00R51	1	1	Corte en B. Rodamiento	2000	1741	4480	6221
3971/0	BS, 33.00R51	1	V11	Corte en B. Rodamiento	2000	2306	2606	4912
3974/0	BS, 33.00R51	1	V02	Corte en B. Rodamiento	2000	2037	2040	4077
3978	BS, 33.00R51	1	V08	Corte en Flanco	2000	1873	2606	4479
3864	BS, 33.00R51	2	V07	Corte en B. Rodamiento	2000	2636	2289	4925
3868	BS, 33.00R51	2	V12	Corte en B. Rodamiento	2000	1032	2551	3583
3928/0	BS, 33.00R51	2	V10	Corte en B. Rodamiento	2000	2452	2666	5118
3931	BS, 33.00R51	2	V09	Corte en Flanco	2000	2743	2596	5339
3940/0	MICH,33.00R51	2	V01	Corte en B. Rodamiento	2000	2519	1053	3572
3946	BS, 33.00R51	2	V11	Corte en B. Rodamiento	2000	2787	1930	4717
3947	BS, 33.00R51	2	V09	Corte en B. Rodamiento	2000	2500	2209	4709
3948	BS, 33.00R51	2	V05	Corte en B. Rodamiento	2000	1896	3126	5022
3951	BS, 33.00R51	2	V04	Corte en B. Rodamiento	2000	2190	2794	4984
3953/0	MICH,33.00R51	2	V02	Corte en Hombro	2000	2279	1010	3289
3957	BS, 33.00R51	2	V11	Corte en B.R	2000	1088	3643	4731
3960/0	BS, 33.00R51	2	V12	Corte en B R	2000	3189	1484	4673
3968/0	BS, 33.00R51	2	V10	Corte en B. Rodamiento	2000	2767	2346	5113
3970	BS, 33.00R51	2	V13	Corte en B.R	2000	1741	3982	5723
3972/0	BS, 33.00R51	2	V11	Corte en Flanco	2000	2948	2040	4988

Fuente: NEUMA PERU TTC

Obteniéndose los siguientes resultados de la tabla 5.8:

Fuente: Propio

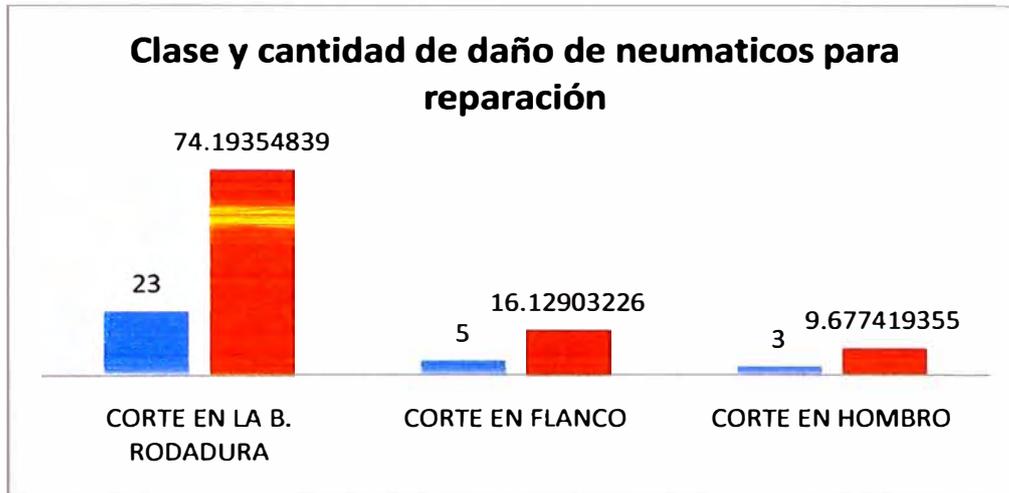


Figura 5.10- Cantidad y porcentaje por el tipo de daño sufrido en pos. 1 y 2

Fuente: Propio

Promedio de horas con los que sale un neumático de Pos. 1 y 2 por daños para su reparación en promedio según el Histograma es de: 2220 hrs.

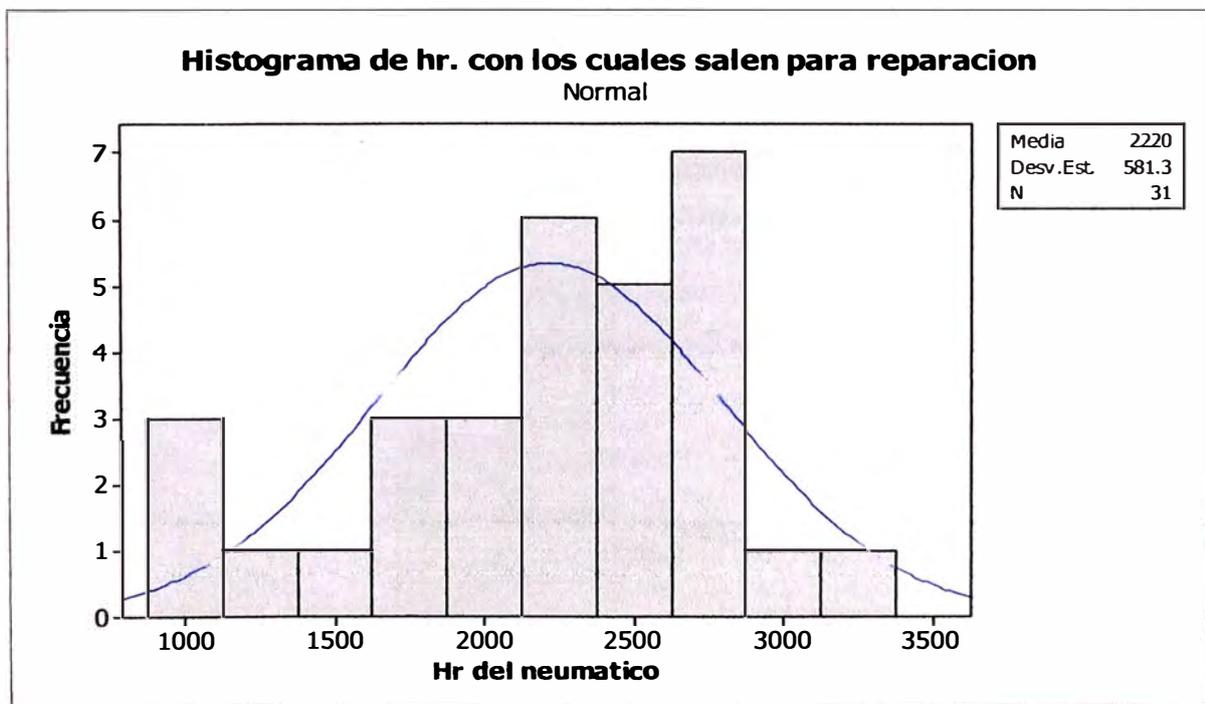


Figura 5.11- Horas con los que sale para reparación de pos. 1 y 2

Fuente: Propio

Horas de duración de los neumáticos después de ser reparados en promedio es de: 2639 hrs.

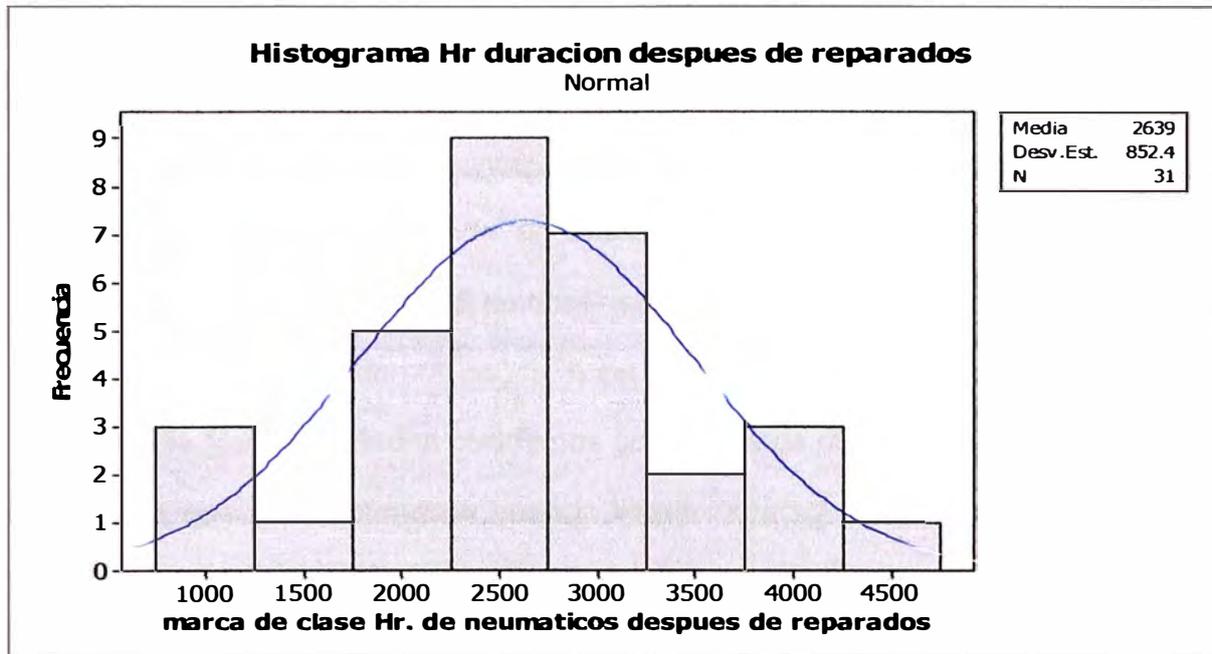


Figura 5.12-Duracion después de ser reparadas retirados de pos. 1 y 2

Fuente: Propio

Horas totales rendidas por estos neumáticos que salieron por reparaciones, el promedio es de: 4858 hrs.

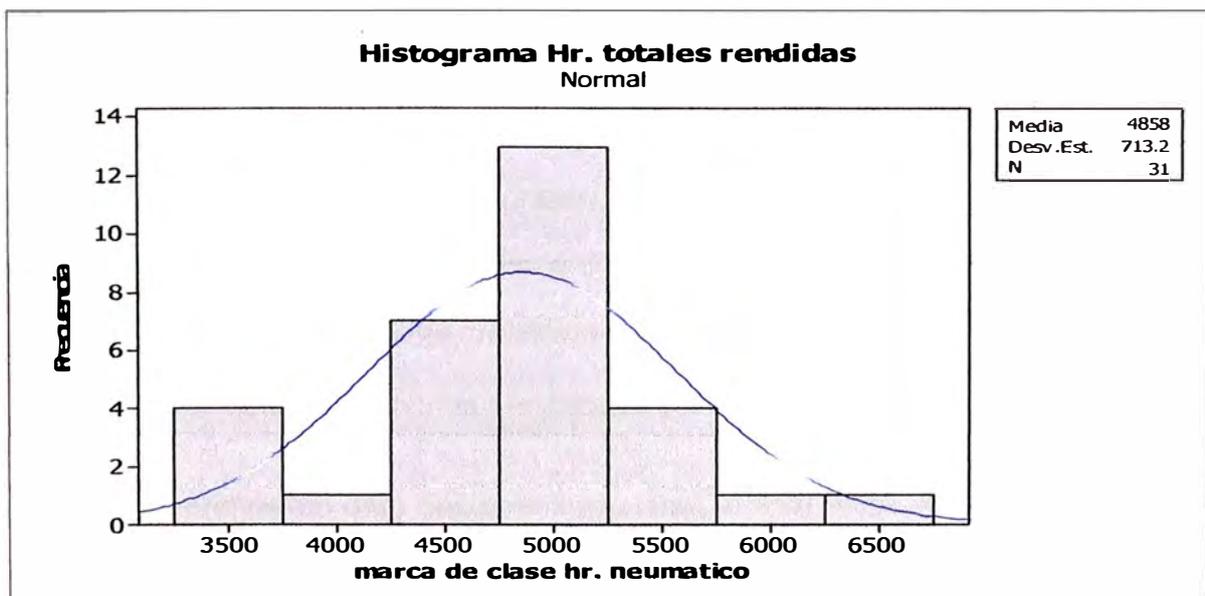


Figura 5.13-Horas totales rendidas retirados de pos. 1 y 2

Fuente: Propio

En la tabla 5.8 se observa que algunos neumáticos en posición 1 y 2 salieron con horas menos de lo planeado se tuvo que hacer el cambio obligatorio de neumáticos y enviarlo para reparación, estos neumáticos al regresar luego como reparados ya no podrán ser colocados en posiciones delanteras por un tema de seguridad y tendrán que ser colocadas entonces en el eje de tracción afectándole la tasa de desgaste que es más acelerado en esas posiciones disminuyendo con ello su rendimiento final. De la tabla 5.8 se observa que en promedio en posición 1 y 2 los neumáticos están saliendo por daños a las 2220 horas. Pero si en Mina contamos con Stock de Reencauchados podríamos colocar estos reencauchados en posición 5 o 6 para que este neumático cuando llegue reparado trabaje el mayor tiempo posible en posición 3 o 4 para que su rendimiento o vida final no se vea afectado demasiado ya que la tasa de desgaste en posición 3 y 4 es de 70.24 hr/mm en cambio en posición 5 y 6 en promedio la tasa de desgaste es de 43.65hr/mm. Entonces observamos como el reencauchado influye en el rendimiento de otros neumáticos que están en posiciones con menor tasa de desgaste.

Se observa que los neumáticos que salieron de la posición 1 y 2 por daños como cortes, después de ser reparados e instalados en los camiones duran un aproximado de 2639 horas adicionales, esto es más que cuando sale de las posiciones de tracción esto se debe a que la carcasa a un está más conservada, tienen a un buen remanente, menores daños, generalmente son colocados en posición 3 o 4, donde son menos penalizante para el rendimiento del neumático.

Pero se desprende un dato bastante importante al final estos neumáticos que han sufrido cortes en posiciones 1 o 2 y son reparados y luego son instalados en el camión, el total de horas que duró el neumático en promedio es 4858 horas esto es

mucho menor si comparamos cuando el corte se dio cuando estuvo en posición trasera o tracción. Como veremos más adelante.

5.4.2 Neumáticos que trabajaron en Posición 3 y 4, se muestra las horas con las que salieron para reparación.

Tabla 5.9- Daños sufridos, horas al momento del daño y la duración después de ser reparados en posición 3 y 4

Neumático	Marca	Posición	Camión	Motivo	Costo \$	Hrs antes	Hrs después	total de hr
3827	BS, 33.00R51	3	V04	Corte en B. Rodamiento	2000	3601	2702	6303
3840	BS, 33.00R51	3	V02	Corte en Hombro	2000	3862	1933	5795
3846	BS, 33.00R51	3	V06	Corte en B. Rodamiento	2000	4292	2107	6399
3866	BS, 33.00R51	3	V07	Corte en Hombro	2000	3011	1770	4781
3877	BS, 33.00R51	3	V09	Corte en Flanco	2000	4552	1826	6378
3880	BS, 33.00R51	3	V09	Corte en B. Rodamiento	2000	3911	1139	5050
3902	BS, 33.00R51	3	V23	Corte en B. Rodamiento	2000	3821	2362	6183
3903	MICH, 33.00R51	3	V12	Corte en B. Rodamiento	2000	2375	3470	5845
3907	BS, 33.00R51	3	V13	Corte en B. Rodamiento	2000	2560	3614	6174
3909	BS, 33.00R51	3	V08	Corte en B. Rodamiento	2000	3342	3071	6413
3910	BS, 33.00R51	3	V07	Corte en Flanco	2000	3413	2575	5988
3912	BS, 33.00R51	3	V13	Corte en B. Rodamiento	2000	3775	1649	5424
3932	BS, 33.00R51	3	V10	Corte en B. Rodamiento	2000	3804	1813	5617
3933	BS, 33.00R51	3	V07	Corte en B. Rodamiento	2000	2341	2223	4564
3962	BS, 33.00R51	3	V07	Corte en Hombro	2000	3036	1601	4637
3985	BS, 33.00R51	3	V12	Corte en Flanco	2000	2728	2244	4972
3825	BS, 33.00R51	4	V13	Corte en Flanco	2000	5643	1022	6665
3837	BS, 33.00R51	4	V23	Corte en B. Rodamiento	2000	4269	2085	6354
3850	BS, 33.00R51	4	V06	Corte en B. Rodamiento	2000	2908	3281	6189
3867	BS, 33.00R51	4	V10	Corte en Flanco	2000	2794	1770	4564
3871	BS, 33.00R51	4	V07	Corte en Hombro	2000	2816	2608	5424
3872/0	BS, 33.00R51	4	V09	Corte en B. Rodamiento	2000	3027	1549	4576
3889	MICH, 33.00R51	4	V12	Corte en B. Rodamiento	2000	3638	2989	6627
3898	BS, 33.00R51	4	V02	Corte en Flanco	2000	3811	1451	5262
3901	BS, 33.00R51	4	V02	Corte en B. Rodamiento	2000	4648	1460	6108
3904	BS, 33.00R51	4	V03	Corte en B. Rodamiento	2000	4899	1296	6195
3906/0	BS, 33.00R51	4	V07	Corte en B. Rodamiento	2000	3847	2319	6166
3908	BS, 33.00R51	4	V11	Corte en Flanco	2000	4764	1630	6394
3920/0	MICH, 33.00R51	4	V02	Corte en B. Rodamiento	2000	2426	578	3004
3923	BS, 33.00R51	4	V07	Corte en B. Rodamiento	2000	3083	2564	5647
3929	BS, 33.00R51	4	V23	Corte en B. Rodamiento	2000	3403	2362	5765
3934	BS, 33.00R51	4	V10	Corte en Flanco	2000	3691	1306	4997
3942	BS, 33.00R51	4	V06	Corte en B. Rodamiento	2000	2683	2187	4870
3961	BS, 33.00R51	4	V07	Corte en B. Rodamiento	2000	3036	1601	4637

Fuente: NEUMA PERU TTC

Obteniéndose los siguientes promedios de la tabla 5.9:

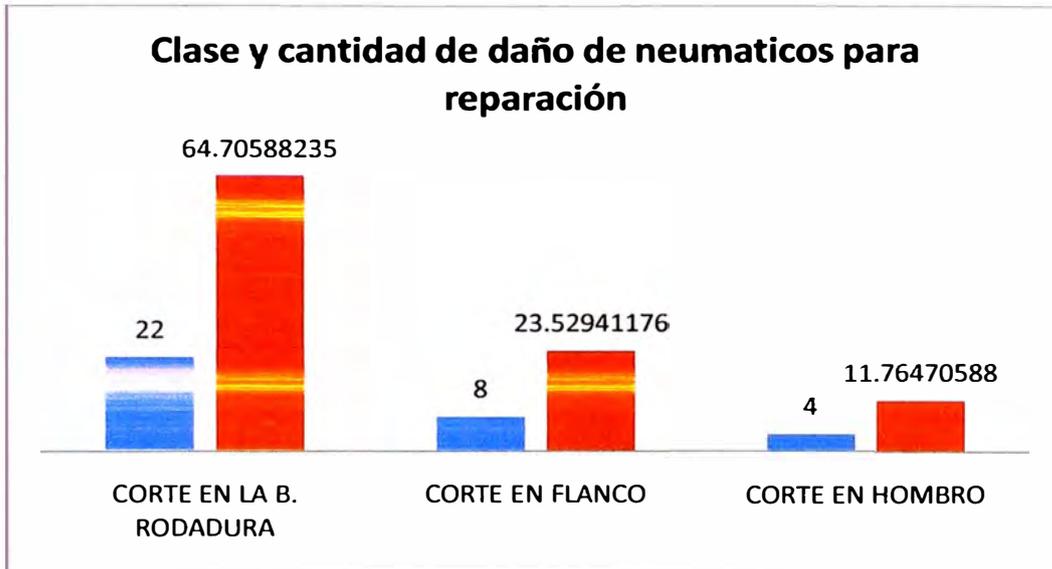


Figura 5.14- Cantidad y porcentaje por el tipo de daño sufrido en pos. 3 y 4

Fuente: Propio

Promedio de horas con los que sale un neumático de Pos. 3 y 4 por daños para su reparación en promedio según el Histograma es de: 3524 hrs.

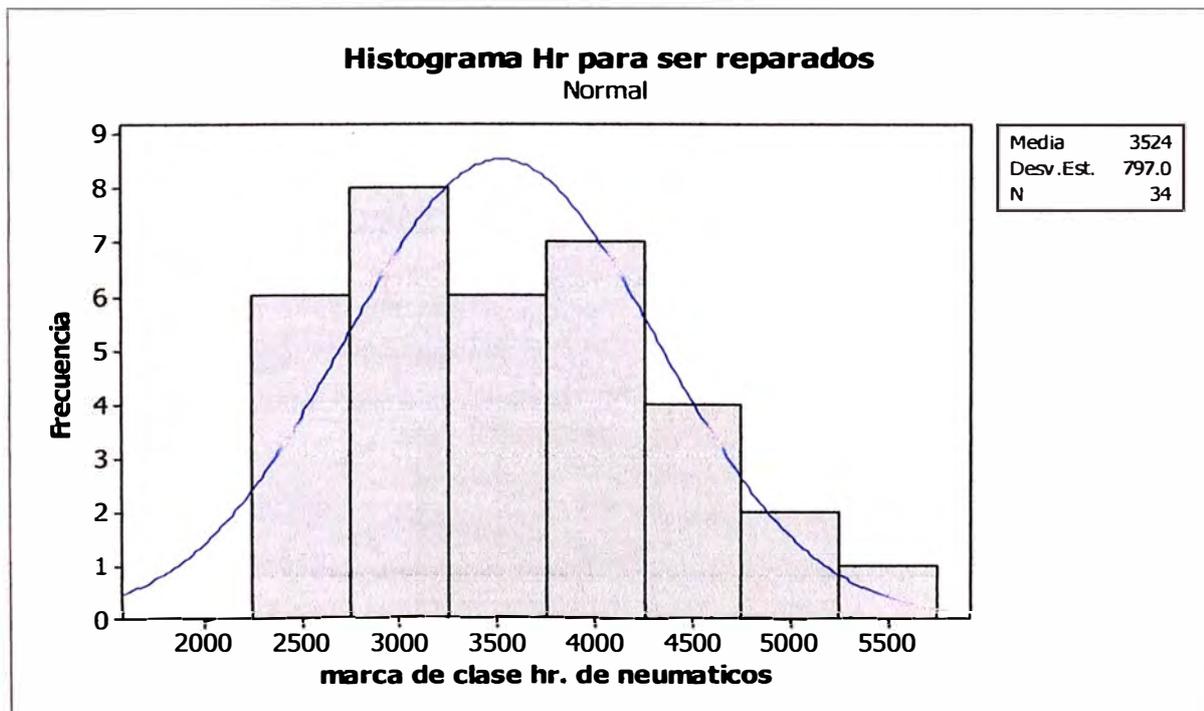


Figura 5.15-Horas de neumáticos retirados por daños sufrido en pos. 3 y 4

Fuente: Propio

Horas de duración de los neumáticos después de ser reparados en promedio es de: 2063 hrs.

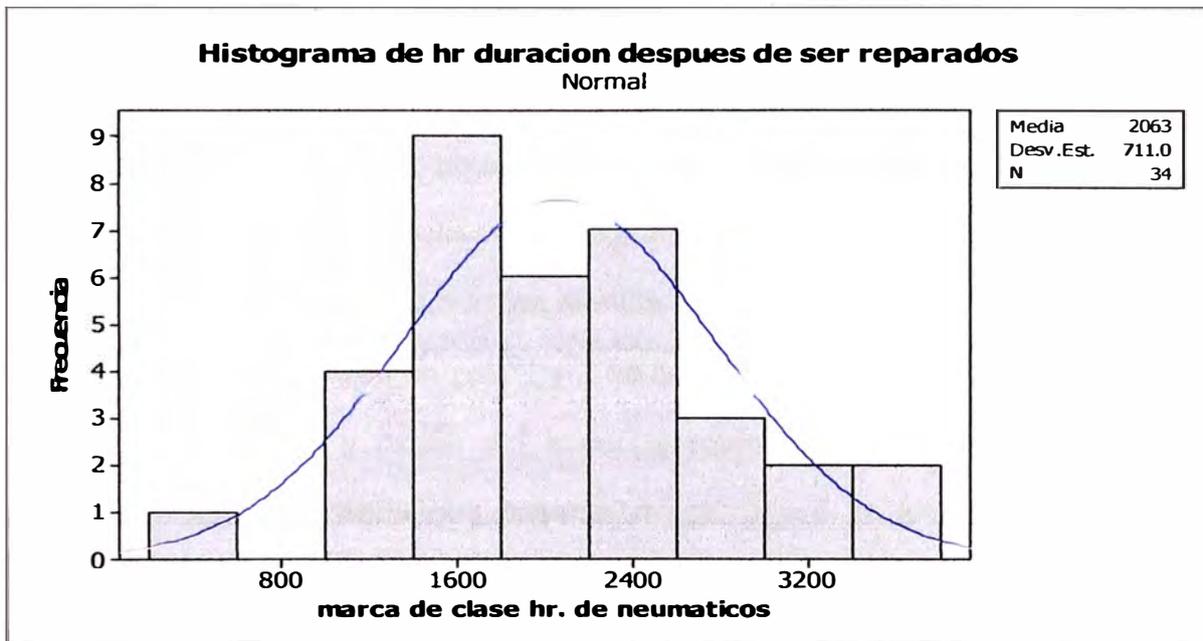


Figura 5.16- Horas rendidas después de ser reparados retirado de pos. 3 y 4

Fuente: Propio

Horas totales rendidas por estos neumáticos que salieron por reparaciones, el promedio es de: 5587 hrs.

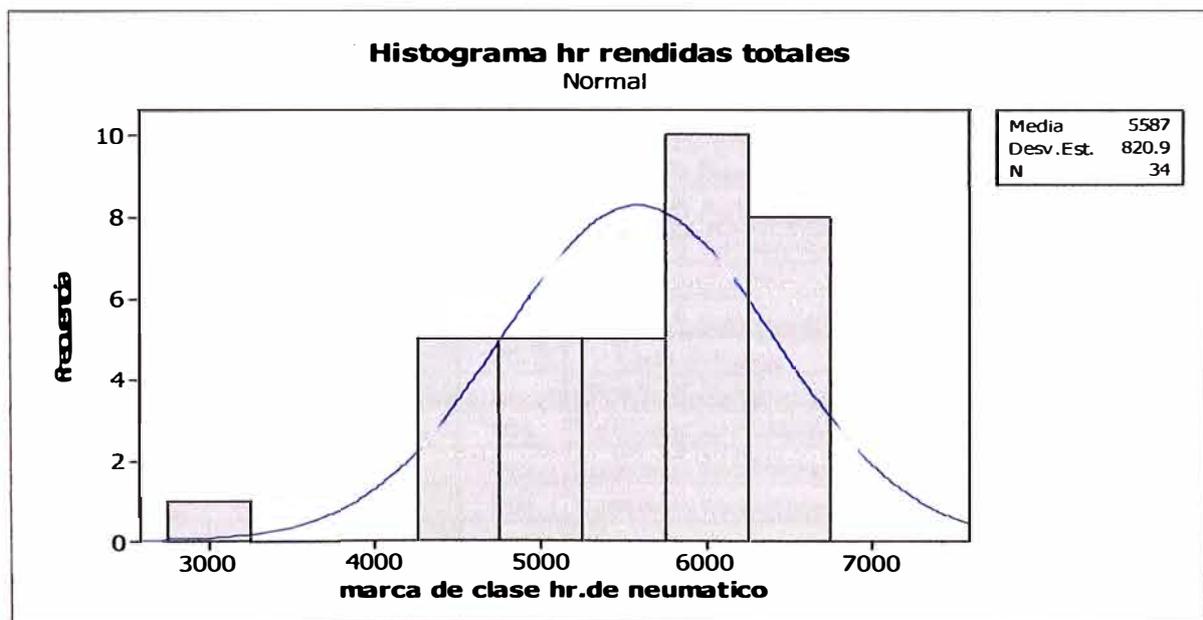


Figura 5.17- Horas totales rendidas retirados de pos. 3 y 4

Fuente: Propio

En la tabla 5.9 se observa en las posiciones 3 y 4 se producen los cortes en promedio a las 3524 horas, pero se observa también que se tiene neumáticos retirados para reparación con horas muy bajas en la tabla anterior estos afectan el rendimiento del neumático ya que cuando se producen cortes en posiciones 3 o 4 y no se cuenta con stock de neumáticos para esa posición la única solución es realizar rotación obligatoria esto es los neumáticos de pos. 1 y 2 tienen que pasar a posición 3 y 4, colocando neumáticos nuevos en pos. 1 y 2, el problema es que los neumáticos que estuvieron en pos. 1 y 2 no llegaron a cumplir el 30% de desgaste que estuvo planeado y recién ahí hacer la rotación, al no cumplir la rotación planeada a los neumáticos que pasaron a pos. 3 y 4 se le está afectando su rendimiento pues la tasa de desgaste es más rápido en 3 y 4 con respecto a la pos.1 y 2. Pero comparando el rendimiento total de horas que duró el neumático se observa que cuando el corte se da en pos. 3 o 4 las horas totales finales de rendimiento son más con respecto a si el corte se hubiera dado en posición 1 o 2, donde horas totales en promedio pos 3 o 4 es de 5587 horas.

en posición 5 y 6

Neumático	Marca	Posición	Camión	Motivo	Costo \$	Hrs antes	Hrs después	total de hr
3836	BS, 33.00R51	5	V04	Corte en B. Rodamiento	2000	3940	2853	6793
3838	BS, 33.00R51	5	V23	Corte en B. Rodamiento	2000	4185	1320	5505
3839/0	BS, 33.00R51	5	V03	Corte en B. Rodamiento	2000	4211	806	5017
3854/0	BS, 33.00R51	5	V13	Corte en B. Rodamiento	2000	4358	807	5165
3859	BS, 33.00R51	5	V09	Corte en B. Rodamiento	2000	4512	2067	6579
3893	MICH, 33.00R51	5	V12	Corte en B. Rodamiento	2000	3699	3175	6874
3975	BS, 33.00R51	5	V01	Corte en Flanco	2000	4139	1715	5854
3976/0	BS, 33.00R51	5	V07	Corte en B. Rodamiento	2000	4200	1126	5326
3826	BS, 33.00R51	6	V03	Corte en B. Rodamiento	2000	4404	1320	5724
3847	BS, 33.00R51	6	V02	Corte en B. Rodamiento	2000	4038	2023	6061
3875	BS, 33.00R51	6	V04	Corte en B. Rodamiento	2000	4530	1829	6359
3977	BS, 33.00R51	6	V07	Corte en B. Rodamiento	2000	4632	1638	6270

Fuente: NEUMA PERU TTC

En estas posiciones 5 y 6 se presentan la mayor cantidad de daños como cortes en los neumáticos pero lastimosamente no todos estos daños son reparables por tamaño del daño, por la cantidad, y sobre todo por las horas del neumático y también por el remanente que le queda, el costo al enviar a repararlo no conviene, solo algunos de acuerdo a lo que se mencionó son reparables.

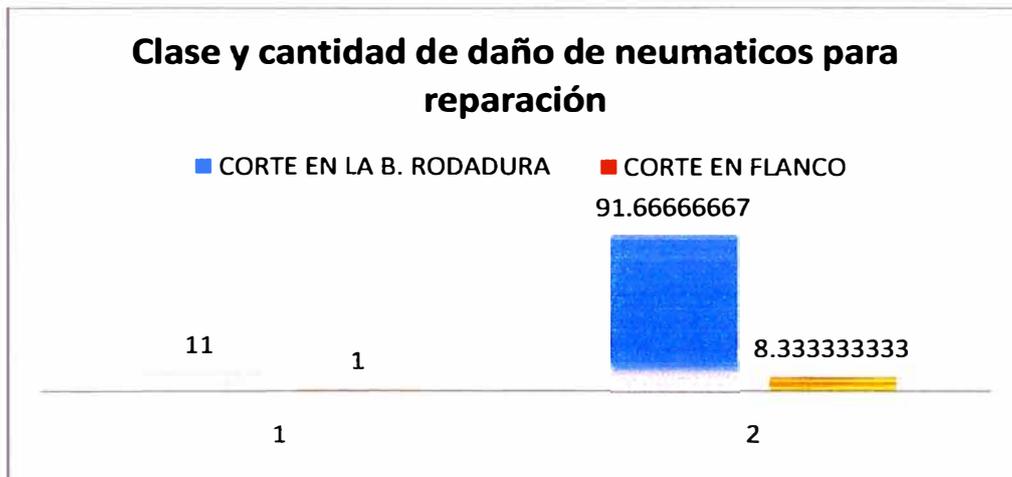


Figura 5.18- Cantidad y porcentaje por el tipo de daño sufrido en pos. 5 y 6

Fuente: Propio

Estadísticas descriptivas: Hr. de neumáticos al ser enviados a reparación

N para

Variable	N	N*	Media	Desv.Est.	Mínimo	Mediana	Máximo	Modo	moda
C9	12	0	4237.3	268.3	3699.0	4205.5	4632.0	*	0

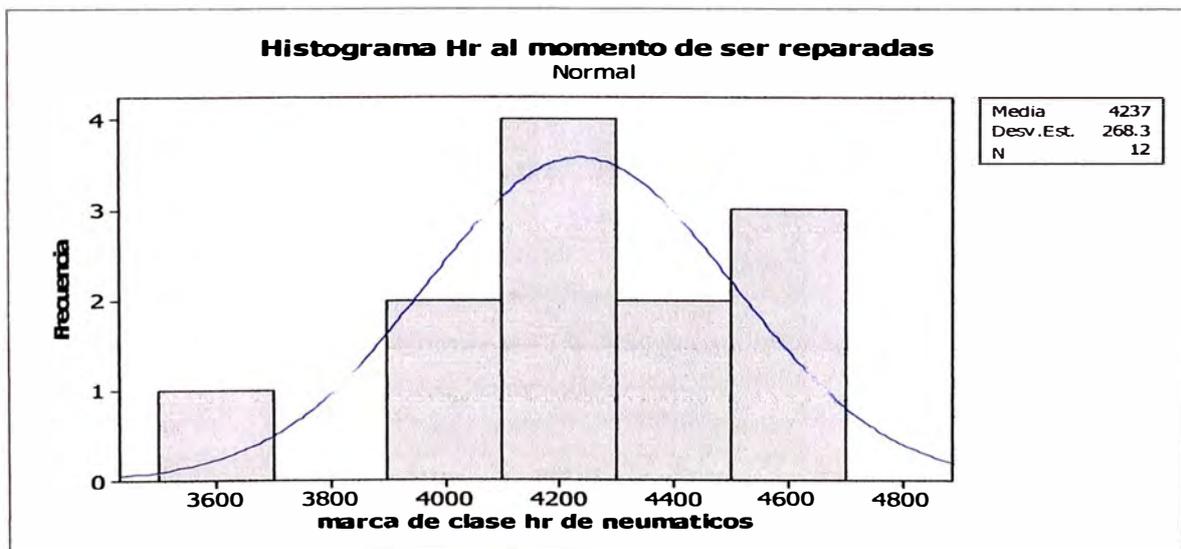


Figura 5.19- Horas al momento de ser retirado de pos. 5 y 6

Fuente: Propio

Estadísticas descriptivas: Hr. de rendimiento después de ser reparadas

Variable	N	N*	Media	Desv. Est.	Minimo	Mediana	Máximo	Modo	moda
C10	12	0	1723	737	806	1677	3175	1320	2

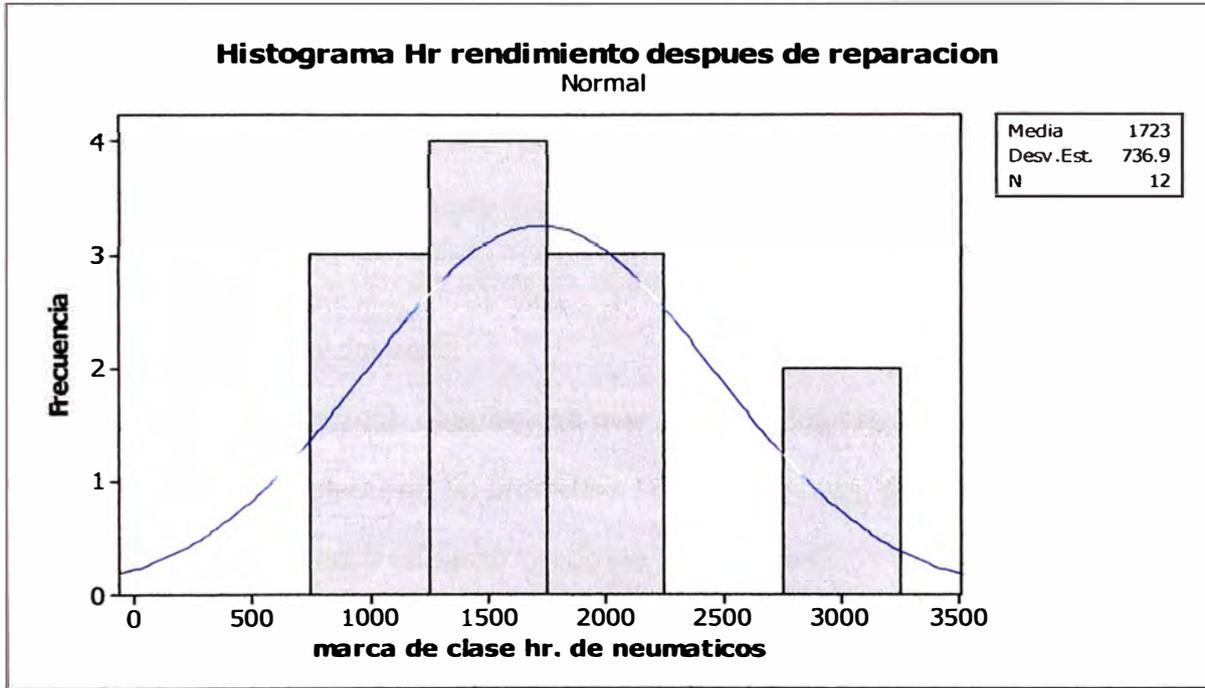


Figura 5.20- Horas rendidas después de reparación retirado de pos. 5 y 6

Fuente: Propio

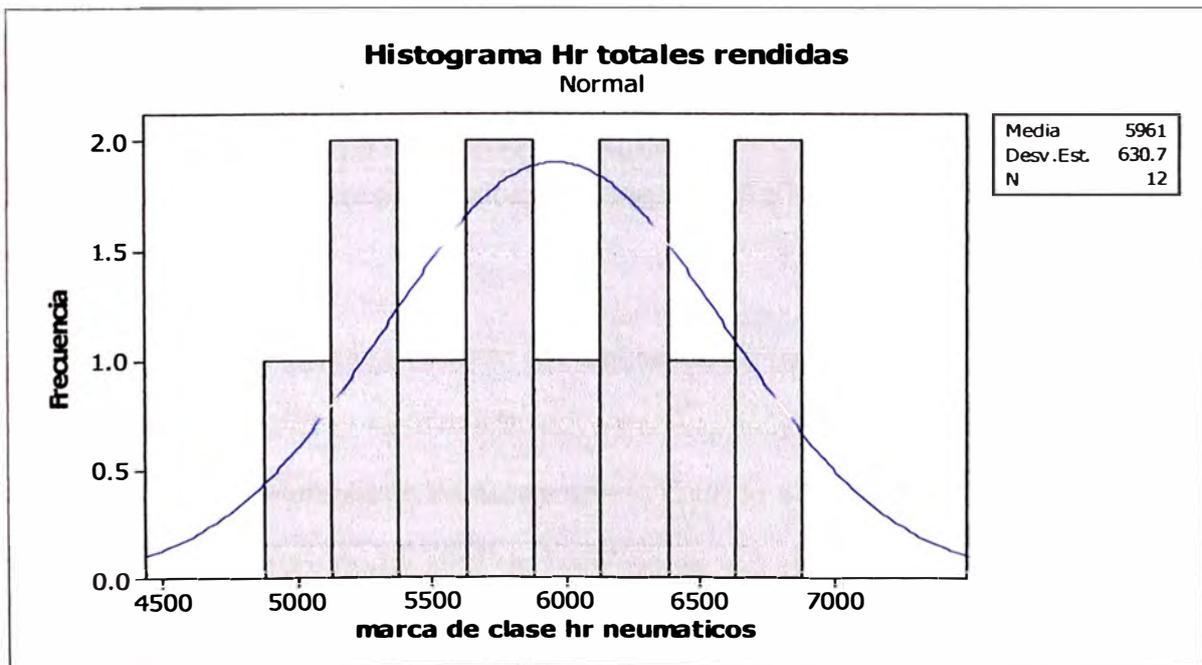


Figura 5.21- Horas totales rendidas retirado de pos. 5 y 6

Fuente: Propio

Los cortes, daños son más frecuentes y severos en los neumáticos en posiciones 5 y 6, por el desgaste avanzado, fatiga de la carcasa, horas del neumático, por ser lado ciego del operador, etc.

Los cortes o daños en estas posiciones se da en promedio a las 4205 horas, aquí se evalúa si hay condiciones para que siga rodando o enviarle a reparación o de lo contrario ver las condiciones si es que sirve para enviar a reencauche generalmente lo reparan ahí, todo esto de acuerdo al remanente que tenga, a las horas del neumático, el tamaño del corte.

De la tabla 5.10 los neumáticos que sufrieron cortes en posiciones 5 o 6 y luego de ser reparadas duran en promedio 1677 horas más, pero en la vida total del neumático se ve que dura un aproximado de 5961 horas

“Si se va presentar cortes en los neumáticos procurar que no se dé en posiciones 1 o 2 puesto que esto afecta drásticamente en el rendimiento total o vida del neumático”, como se observa en el siguiente gráfico:

Tabla 5.11- Duración total de neumáticos reparados por cada posición

	HORAS
Duración total promedio (por corte pos. 1 o 2)	4858
Duración total promedio(por corte pos. 3 o 4)	5587
Duración total promedio (por corte pos. 5 o 6)	5961

Fuente: Propio

En la tabla 5.11 se muestra cuando el corte se da en neumáticos en posición 1 y 2 y son reparadas al final el rendimiento de este neumático en promedio será de 4858 horas, pero este rendimiento va aumentando cuando el daño se da en posiciones 3 y 4 el rendimiento promedio será de 5587 horas, en cambio cuando el daño se da en posiciones 5 y 6 y estos son aptos para ser reparados estos duraran un promedio de 5961 horas.

La idea es evitar daños a toda costa en los neumáticos pero si es que este se da lo mejor que se dé es cuando este en posiciones 5 y 6 para que no le afecte mucho su rendimiento final.



Figura 5.22- Neumático con corte en banda de rodamiento

Fuente: NEUMA PERU (Taller de reparaciones)

En esta imagen se observa el daño las 3 horas, en la posición 2 en el camión 04 el corte es de longitud 110x100mm, al mismo tiempo se muestra un neumático reparado donde se observa el acabado final dándole la apariencia original en el dibujo, permitiéndonos esto evitar que el neumático se dañe mas pues el agua las rocas pueden en forma rápida acelerar el daño haciendo que el neumático sea retirado a SCRAP originando con ello mayor consumo de neumáticos y elevando los costos y paradas no planificadas del equipo para realizar cambios afectando con ello la producción en mina.

CAPITULO VI

ANALISIS DE DATOS Y RESULTADOS DE RENDIMIENTOS Y COSTOS DE LOS NEUMATICOS ORIGINALES Y REENCAUCHADOS

6.1 Tasa de desgaste para cada posición de los neumáticos

Del TTC se obtuvo la data de los neumáticos las horas, la cocada desgastada por cada posición donde trabajo el neumático, con esta información se construyó la siguiente tabla para poder hallar la tasa de desgaste. Este parámetro es bastante importante para saber el rendimiento que tendrán los neumáticos, con ello podremos saber en qué posición desgastan más y donde conviene mantener los neumáticos.

Se muestra la tabla 6.1, se analizó un total de 39 neumáticos donde se tiene todo su historial de horas , las posiciones donde trabajaron , el desgaste en cada posición ,tipos de daños sufridos , las horas totales de cada neumático, con todo ello se halló la tasa de desgaste con la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de Desgaste} = \frac{\text{Horas en cada posición}}{\text{Desgaste de cocada en cada posición}}$$

En la tabla 6.1 tenemos datos importantes como desgaste horas rendidas, en cada posición, tasa de desgaste, motivo de retiro y la posición.

Tabla 6.1- Rendimiento de neumaticos que no fueron reencauchados

hora s total es dura das	Neum atico	hora s posi cion 1	hora s posi cion 2	hora s posi cion 3	hora s posi cion 4	hora s posi cion 5	hora s posi cion 6	desg aste pos 1 (mm)	desg aste pos 2 (mm)	desg aste pos 3 (mm)	desg aste pos 4 (mm)	desg aste pos 5 (mm)	desg aste pos 6 (mm)	tasa desg aste posic ion 1	tasa desg aste posic ion 2	tasa desg aste posic ion 3	tasa desg aste posic ion 4	tasa desg aste posic ion 5	tasa desg aste posic ion 6	motivo de retiro	posi cion
635 4	3876	3069		433	1483	347	1022	18.5		5.5	26	5.5	28.5	166		78.7	57	63.1	38.6	Desgaste	6
610 8	3901	1912			2736	1460		13			40	35		147. 1			68.4	41.7 1		Desgaste	5
619 5	3904	2941			1958	1296		21			31	36		140			63.1 6	36		Desgaste	5
639 4	3908	2486			2278	1630		20.5			28	28.5		121. 3			81.3 6	57.1 9		Desgaste	5
471 6	3911	2089		2274			353	17.5		42.5			18	119. 4		53.5 1			19.6 1	Desgaste	6
511 8	3927	2452		2666				23.5		43				104. 3		62				Desgaste C.	3
533 9	3931	1719	1024		1812	784		16.5	10		32	17		104. 2			56.6 3	46.1 2		Desgaste	5
456 4	3933	975		2817		772		15.5		39		31		62.9		72.2 3		24.9		Desgaste	5
516 1	3941	2367			846	1948		16			22.5	40.5		147. 9			37.6	48.1		Desgaste	5
484 0	3945	1197			1674	1969		15			19.5	43.5		79.8			85.8 5	45.2 6		Desgaste	5
522 7	3947	1896	1122		1062	1147		17.5	7.5		15.5	34.5		108. 3			68.5 2	33.2 5		Desgaste	5
496 5	3949	2778				2187		30				50		92.6				43.7 4		Desgaste	5
521 4	3950	2190			2255	769		19.5			39	19.5		112. 3			57.8 2	39.4 4		Desgaste	5
501 9	3952	596		3639			784	8.5		49.5			22	70.1 2		73.5 2			35.6 4	Desgaste	6
469 0	3956	1620			2276	794		15.5			33.5	29		104. 5			67.9 4	27.3 8		Desgaste	5
589 0	3959	3189			1018	1683		23.5			27	34		135. 7			37.7	49.5		Desgaste	5
463 7	3961	2732			1354	551		24			29	26.5		113. 8			46.6 9	20.7 9		Desgaste	5
505 6	3965	2678			798	1580		23			10.5	41.5		116. 4			46.6 9	38.0 7		Desgaste	5
622 1	3969	1741		1948			2532	11		33.5			34.5	158. 3		58.1 5			73.3 9	Desgaste	6
594 3	3825		1628		3293	1022			17		39	32					84.4 4	31.9 4		Desgaste	5
637 8	3877		3069	1483				18.5	23.5				34	165. 9	63.1 1				53.7 1	Desgaste	6
623 9	3881		3208		964	1635	432	28.5		19	24.5	7		112. 6		50.7 4	66.7 3	61.7 1		Desgaste	6
683 6	3899		3241	1842		60	1693	26.5	16.5		10	32.5		122. 3	111. 6		6	52.0 9		Desgaste	6
655 4	3905		2941	1525		431	1657	22	24		8.5	26.5		133. 7	63.5 4		50.7 1	62.5 3		Desgaste	6
617 4	3907		1890	670	3439	175		13.5	10.5	44	20			140	63.8 1	78.1 6	8.75			Desgaste	5
641 3	3909		2486	2278			1649	19	26.5				26.5	130. 8	85.9 6			62.2 3		Desgaste	6
542 4	3912		2089	1686		1649		17	27.5			43.5		122. 9	61.3 1		37.9 1			Desgaste	5
521 6	3916		1378	348		2501	989	19	8			36	15	72.5 3	43.5		69.4 7	65.9 3		Desgaste	6
561 7	3932		1720	2084	1460	353		16.5	20	25	12.5			104. 2	104. 2	58.4	28.2 4			Desgaste	5
499 7	3934		1607		2084		1306	25.5		20.5			28	63.0 2		101. 7		46.6 4		Desgaste	6

4870	3942	856	1827	2187	10	15.5	57	85.6	117.9	38.37	Desgaste	6									
4717	3946	2787	1062	868	21	14	22	132.7	75.86	39.45	Corte en flanco	6									
5022	3948	1896	2276	850	16.5	27.5	36.5	114.9	82.76	23.29	Desgaste	6									
4984	3951	2190	846	1948	17	16.5	40	128.8	51.27	48.7	Desgaste	6									
4731	3957	1088	1674	1969	11.5	20	54	94.61	83.7	36.46	Desgaste	6									
4637	3962	2732	1354	551	25	28.5	26.5	109.3	47.51	20.79	Desgaste	6									
6203	3963	3384	1136	1683	21	29	30.5	161.1	39.17	55.18	Desgaste	6									
5056	3966	2678	798	1580	21.5	12.5	42.5	124.6	63.84	37.18	Desgaste	6									
5723	3970	1741	1948	2034	13	34.5	30	133.9	56.46	67.8	Desgaste	5									
5473		2297	2188	1984	1828	1492	1476	18.39	18.43	24.64	27.55	31.66	32.62	121.9	121.7	75.27	70.95	46.08	45.87	Promedio	

2241.539216	Rendimiento promedio pos. 1 y 2
3231.332579	Rendimiento promedio tracción

Fuente: NEUMA PERU TTC

De la tabla 6.1 se obtiene para los neumáticos Originales lo siguiente:

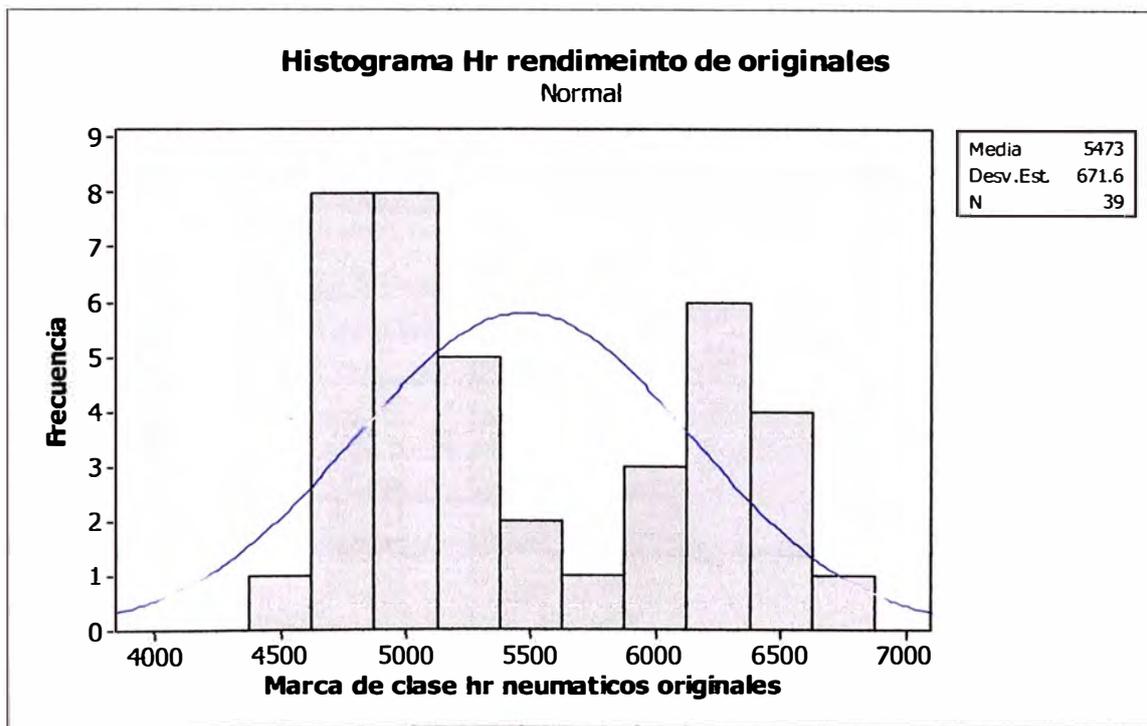


Figura 6.1- Horas rendidas de neumáticos originales

Fuente: Propio

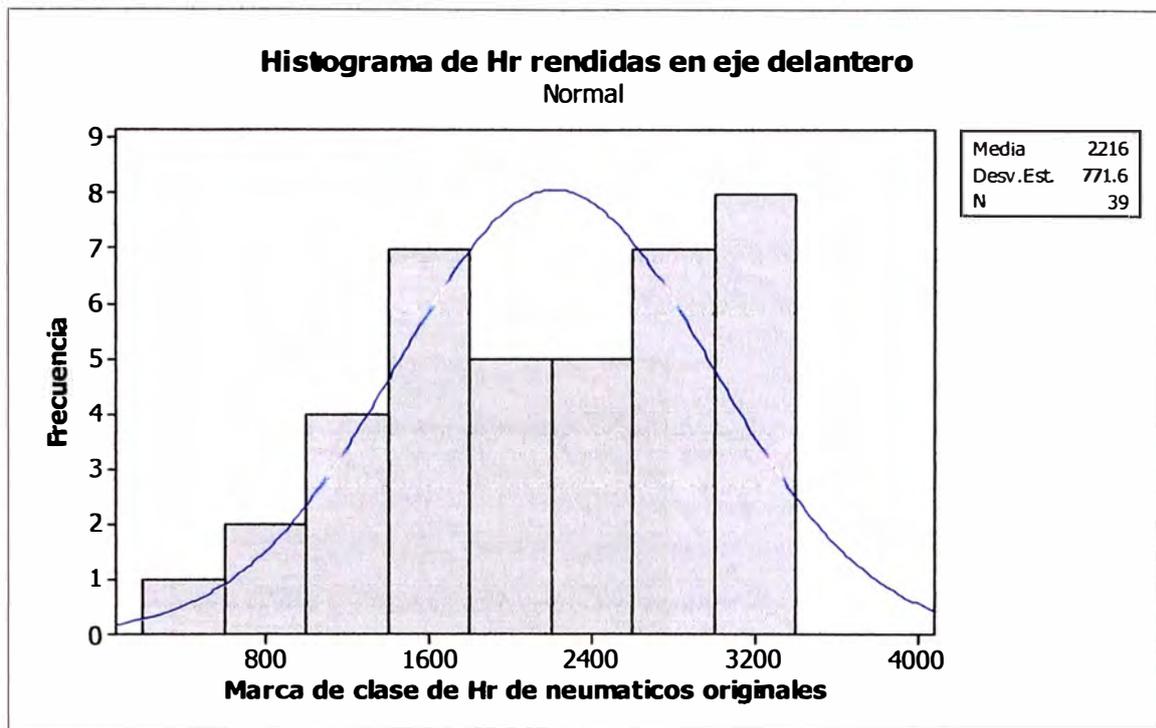


Figura 6.2- Horas rendidas en el eje delantero

Fuente: Propio

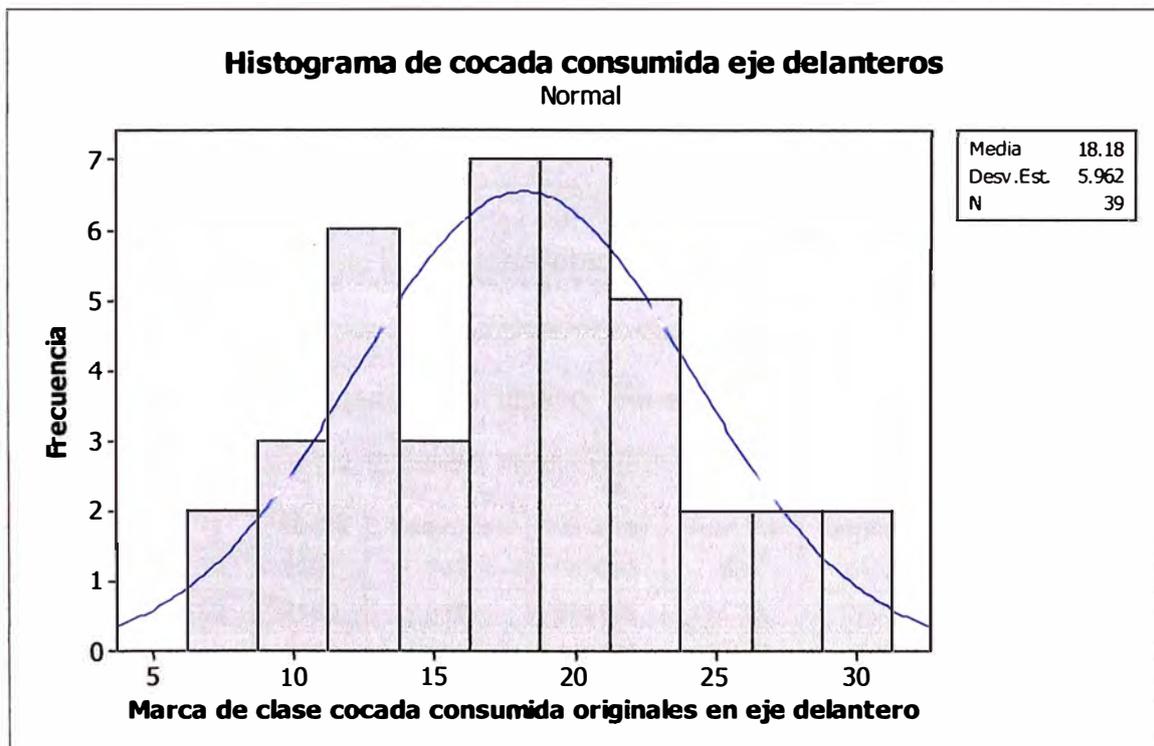


Figura 6.3- cocada consumida en eje delantero

Fuente: Propio

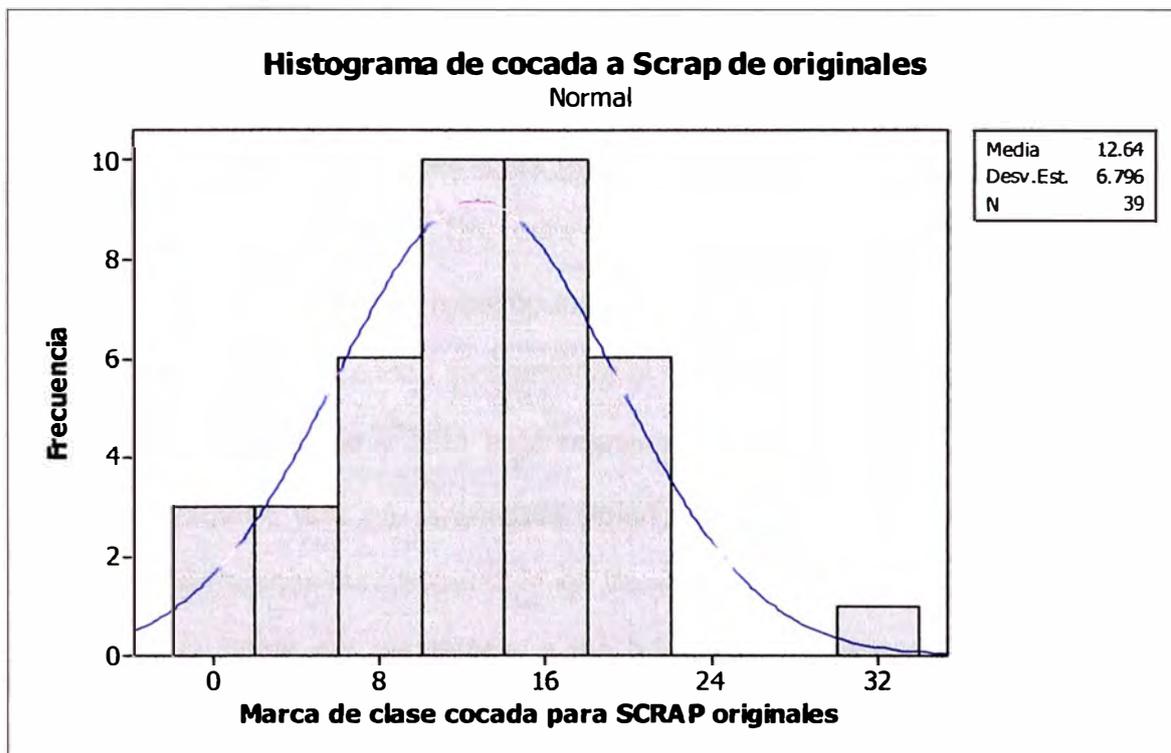


Figura 6.4- Cocada de neumáticos Originales retirados a SCRAP

Fuente: Propio

Horas totales logradas es de 5473 hrs, además se obtiene el promedio de rendimiento de los neumáticos en posición 1 y 2 es de 2216 hrs, por lo tanto el promedio de rendimiento en horas de neumáticos que trabajaron en tracción (pos. 3, 4,5 y 6) es de 3257 hrs. Estos datos obtenidos son bastantes importantes para el análisis más adelante cuando comparemos costos de neumáticos nuevos versus reencauchados, para determinar el ahorro, beneficio de los reencauchados, etc.

Tabla 6.2- Estadística Rendimiento de neumáticos originales

Variable	N	Media	Desv. Est.	Varianza	Coef Var	Mediana	Modo	moda
Hrs. Pos. 1	19	2251	743	552066	33	2452	*	0
Hrs. Pos. 2	20	2182	816	665198	37.38	1993	*	0
Hrs. Pos. 3	19	1895	688	446175	35.25	1842	*	0
Hrs. Pos. 4	20	1782	803	644325	45.06	1820	*	0
Hrs. Pos. 5	22	1449	521	271301	35.95	1520	*	0
Hrs. Pos. 6	18	1307	677	457794	51.79	1443	353	2

Fuente: Propia

La mediana para el rendimiento de los neumáticos son: Posición 1 es de 2452 hrs, en la posición 2 las horas rendidas en promedio es de 1993 hrs, para la posición 3 es de 1842 hrs, para la posición 4 las horas en promedio rendida es de 1820 hrs, para la posición 5 es de 1520 hrs, para la posición 6 es de 1443 hrs, se observa que a medida que se hace la rotación los neumáticos duraran menos horas en las posiciones de tracción. La idea es mantener el mayor tiempo posible los neumáticos en posiciones delanteras y esto está relacionado con el consumo de la cocada donde observamos que en posiciones delanteras en general el consumo de la cocada ha sido menos con respecto al eje de la tracción y es debido a la carga que soportan, a la fatiga del neumático, a las horas acumuladas de trabajo, etc. La relación que existe o la que buscamos es que se consuma la menor cantidad de cocada al mayor tiempo posible (horas) para el buen rendimiento de los neumáticos.

Tasa de desgaste de para cada posición:

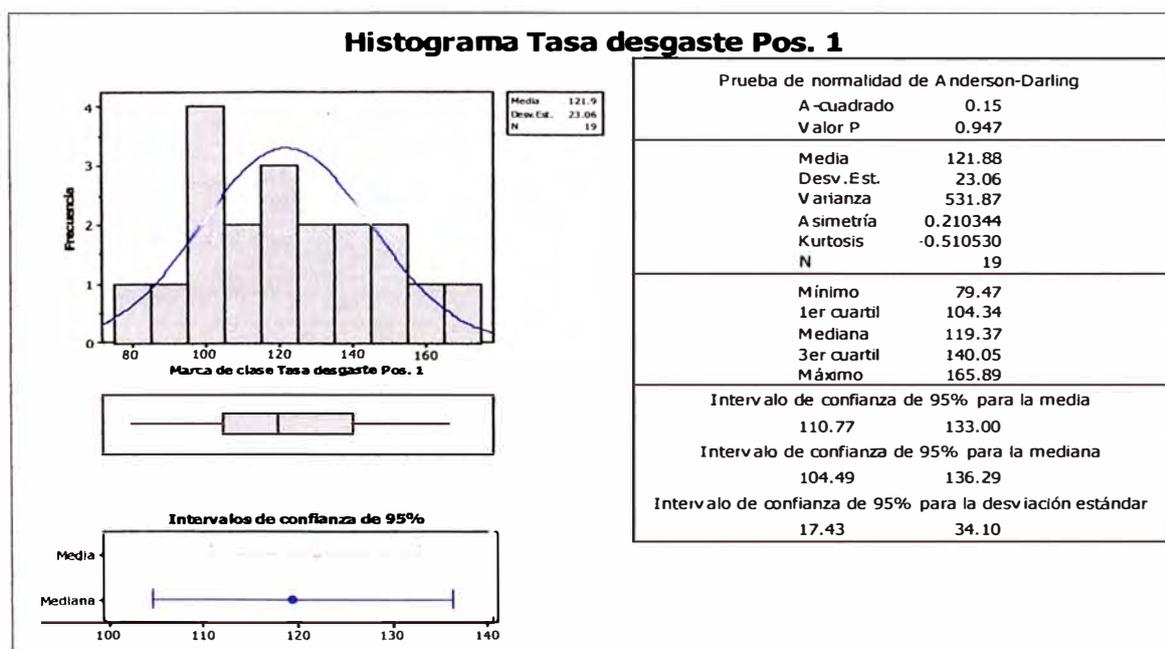


Figura 6.5- Tasa desgaste Pos.1 Originales

Fuente: Propio

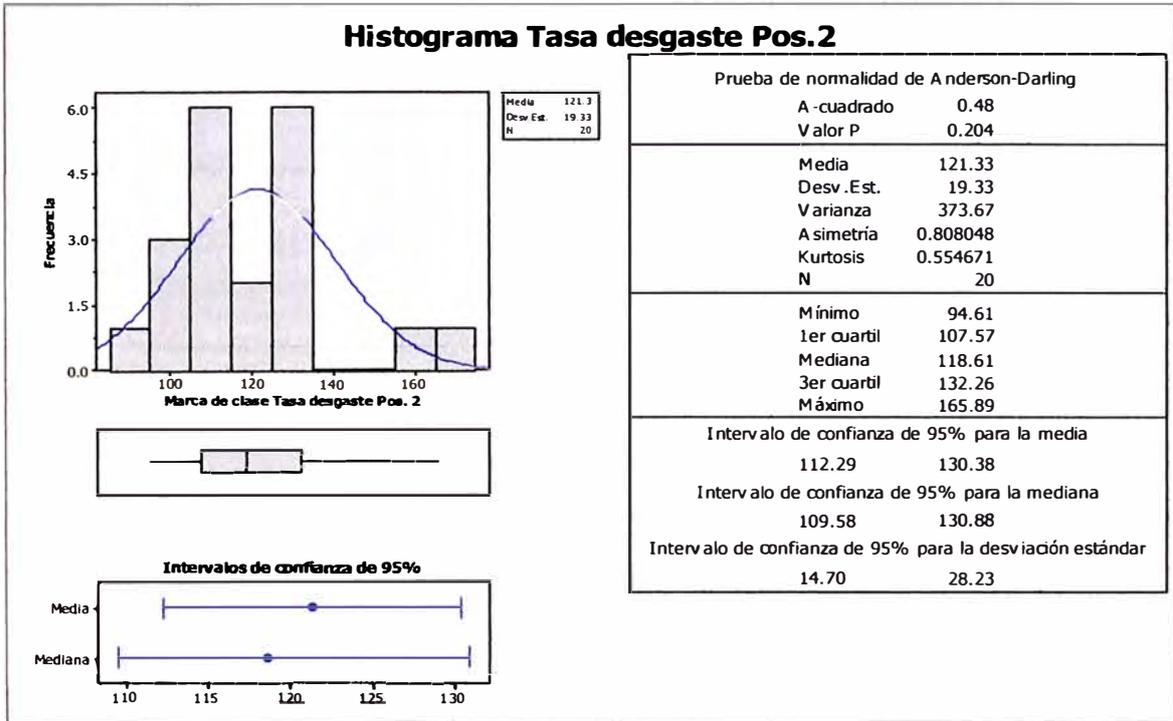


Figura 6.6- Tasa desgaste Pos.2 Originales

Fuente: Propio

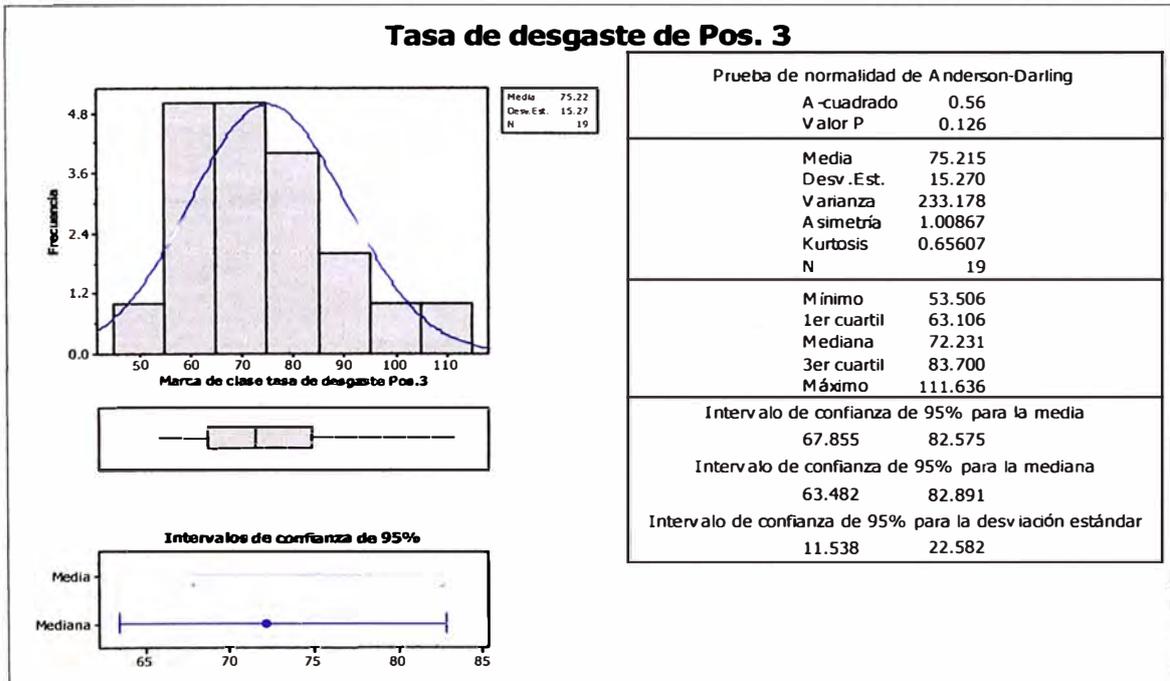


Figura 6.7- Tasa desgaste Pos.3 Originales

Fuente: Propio

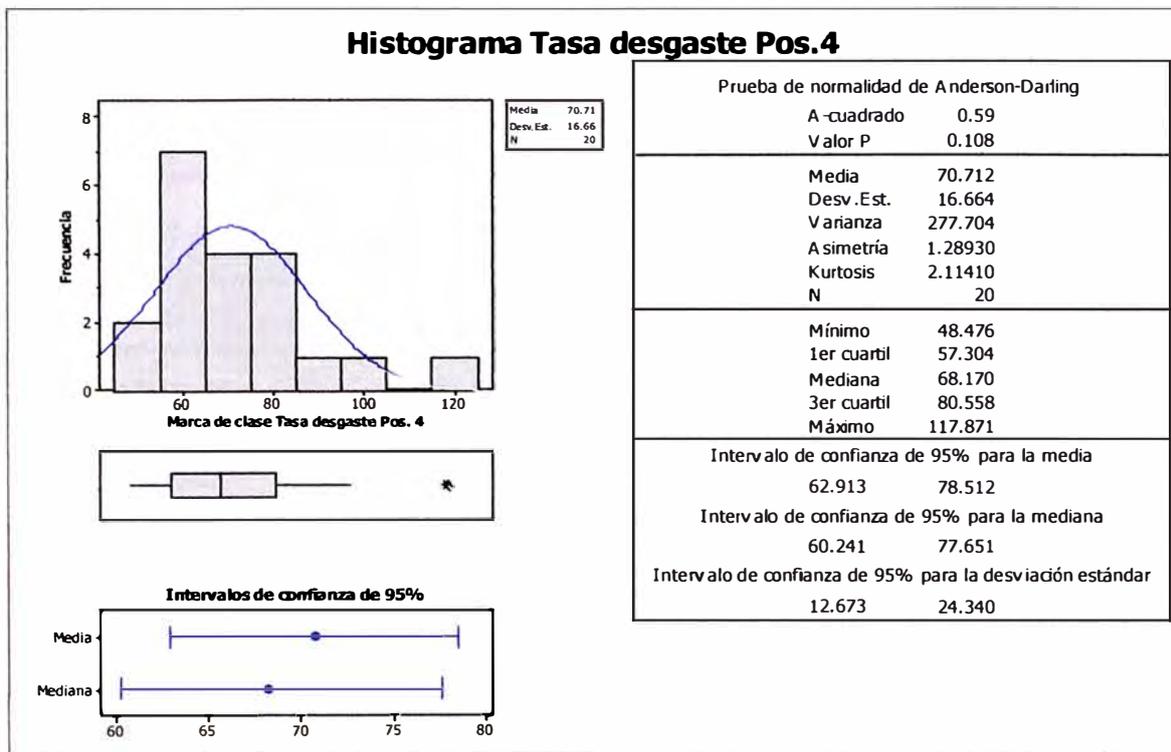


Figura 6.8- Tasa desgaste Pos. 4 Originales

Fuente: Propio

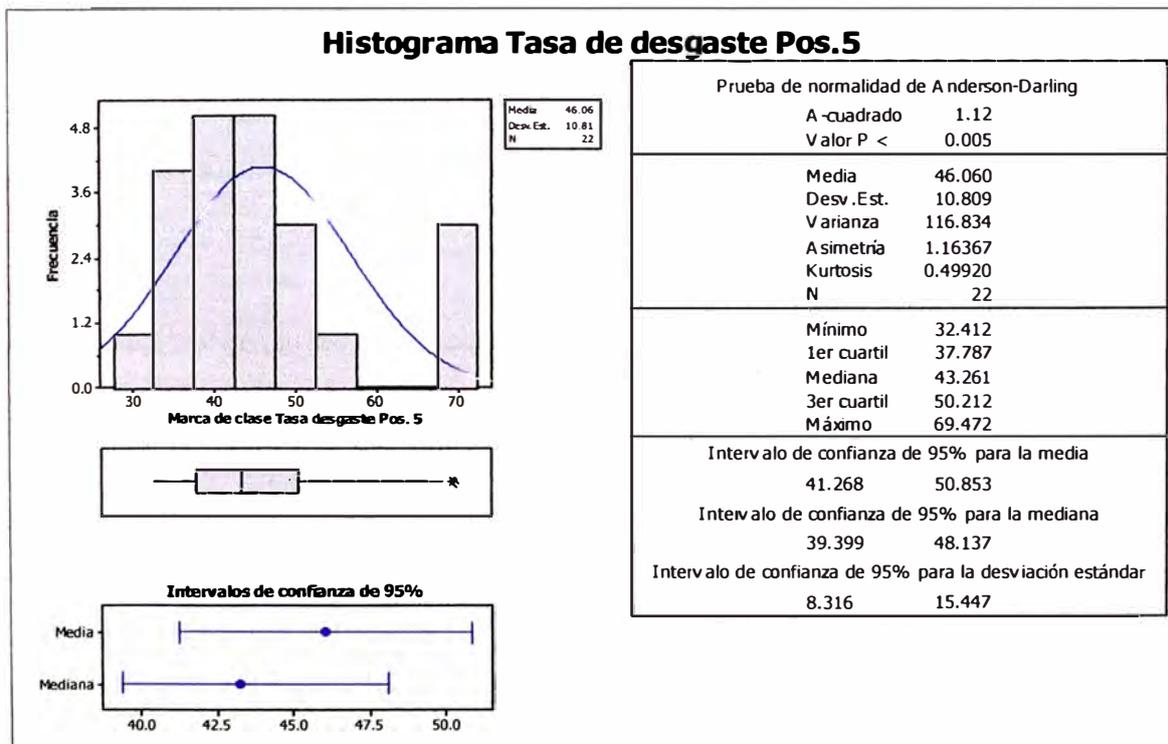


Figura 6.9- Tasa desgaste Pos. 5 Originales

Fuente: Propio

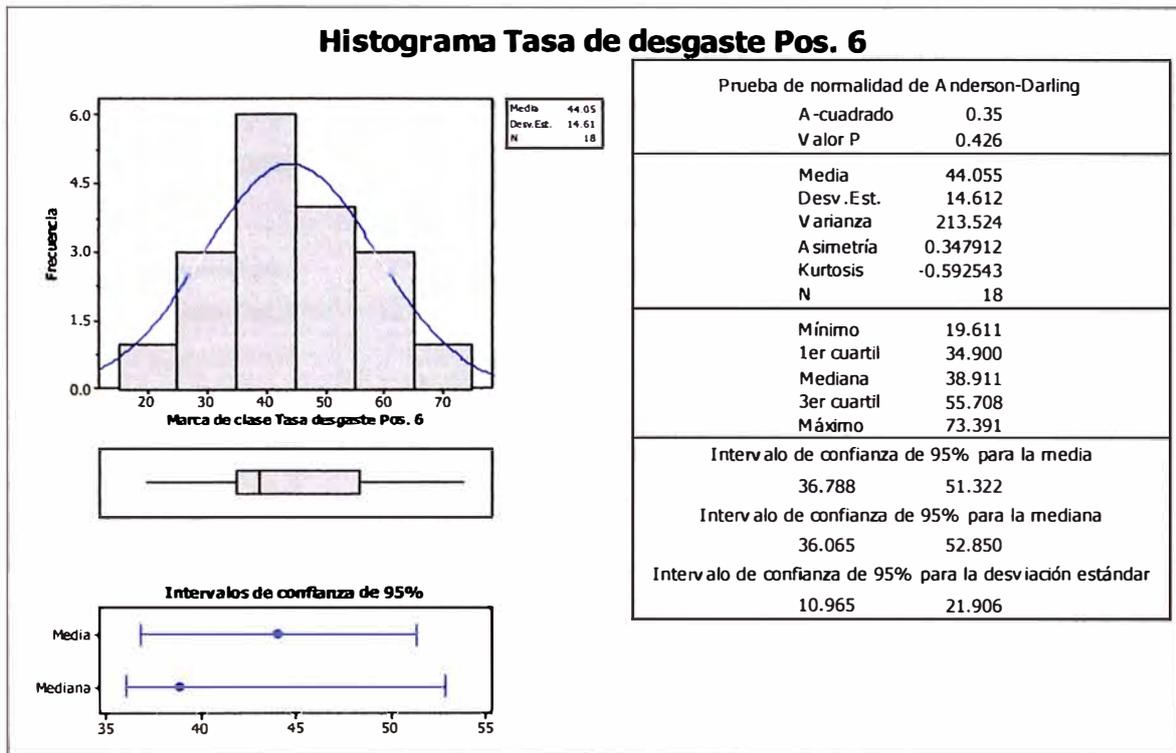


Figura 6.10- Tasa desgaste Pos. 6 Originales

Fuente: Propio

En esta tabla 6.3 se tiene la tasa de desgaste hallada de los neumáticos para cada posición en Mina Pierina, son los siguientes:

Tabla 6.3- Tasa de desgaste para neumáticos no reencauchados

Variable	Media	Desv.Est.	Varianza	Coef Var	Mediana	Moda
Tasa desgaste Pos.1	121.88	23.06	531.87	18.92	119.37	*
Tasa desgaste Pos.2	121.33	19.33	373.67	15.93	118.61	*
Tasa desgaste Pos.3	75.22	15.27	233.18	20.3	72.31	*
Tasa desgaste Pos.4	70.71	16.66	277.7	23.57	68.17	*
Tasa desgaste Pos.5	46.06	10.81	116.3	23.47	43.26	*
Tasa desgaste Pos.6	44.05	14.61	213.52	33.17	38.91	*

Fuente: Propia

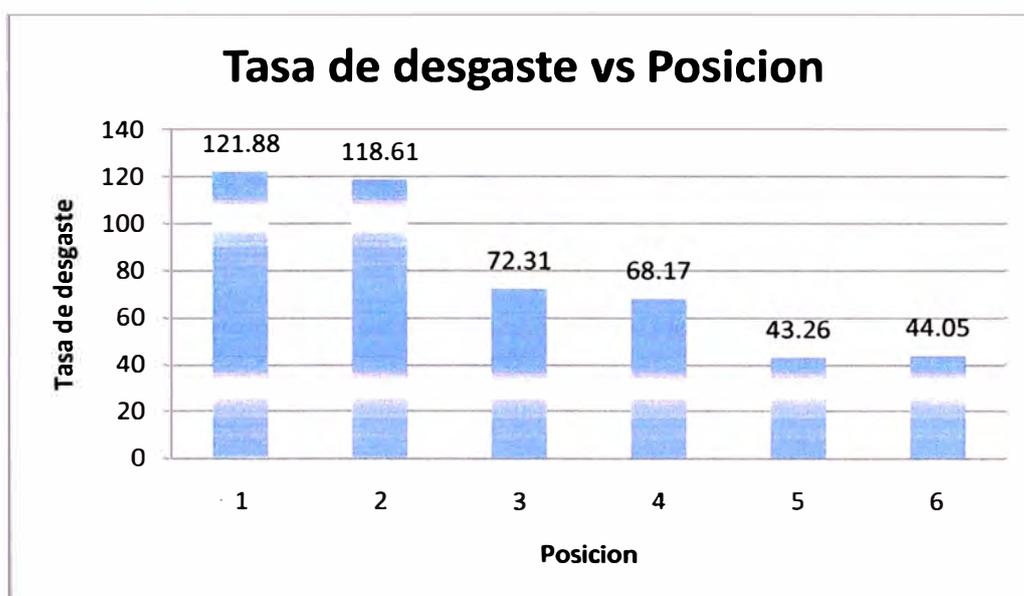


Figura 6.11 Tasa desgaste promedio vs posición

Fuente: Propia

De este cuadro se demuestra que el neumático en posiciones delanteras (pos. 1 y pos.2) para que desgaste 1 mm tiene que pasar 120.2 horas en promedio , conviene entonces tener el neumático en posiciones delanteras para aumentar su tiempo de vida ya que este lugar es también un lugar visible para el operador , además cuando el camión está cargado los neumáticos delanteros soportan menor carga con respecto a los neumáticos posteriores (pos. 3,4,5 y 6) pero por

procedimiento en Mina Pierina y con el fin de hacer la rotación de neumáticos y con el fin de generar stock la rotación de neumáticos delanteros hacia posteriores se hace al 30% de desgaste de la cocada inicial del neumático.

Por otro lado en posiciones 3 y 4 la tasa de desgaste en promedio es de 70.24 hr/mm es mucho mayor con respecto a posiciones delanteras, esto quiere decir que en solo 70.24 horas desgastara 1 mm la cocada del neumático reduciendo la vida del neumático en forma más acelerada, además debemos recordar que en estas posiciones sufren de cortes daños los neumáticos, se debe hacer la rotación del neumático al 63% de desgaste de la cocada inicial pasar a las pos. 5 y 6 respectivamente.

En las posiciones 5 y 6 la tasa de desgaste es la más acelerada ya que en promedio se tiene 43.7 hr/mm esto quiere decir que en 43.7 horas se desgastara 1 mm la cocada del neumático acortando rápidamente la vida de los neumáticos en estas posiciones, además estas posiciones son el lado ciego del operador según la estadística que se tiene es en estas posiciones donde sufren mayor desgaste, cortes en banda de rodamiento, en flanco, hombros, perdida de neumáticos por impacto, etc.

Más adelante estos datos serán de suma importancia cuando comparemos con neumáticos reencauchados.

6.1.1 Gráficos tasa de desgaste de neumáticos que no fueron reencauchados:

Donde se observa en cada gráfico el desgaste de la banda rodante en función de las horas de los neumáticos en el eje direccional y en la tracción.

Neumático 3825

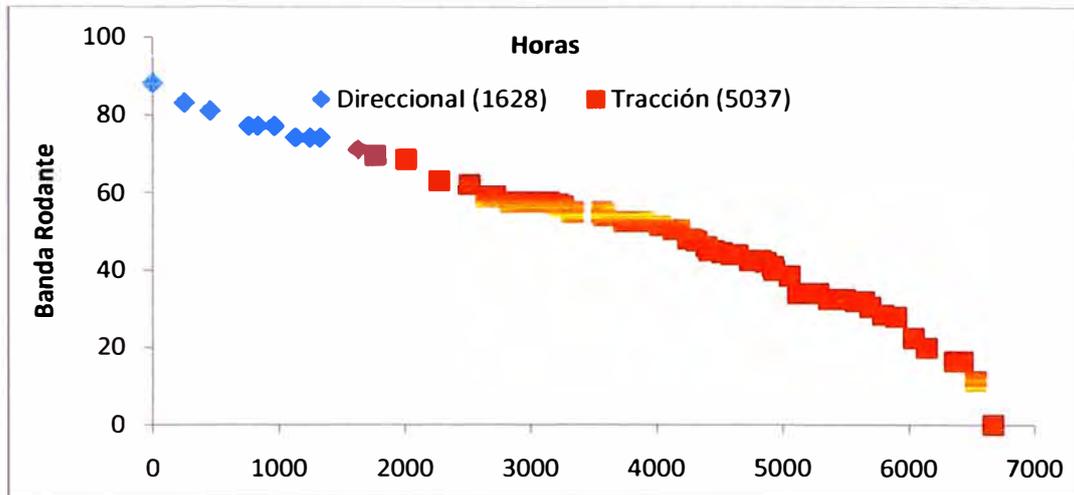


Figura 6.12- Tasa de desgaste en el eje direccional y tracción

Fuente: NEUMA PERU (TTC)

Neumático 3876

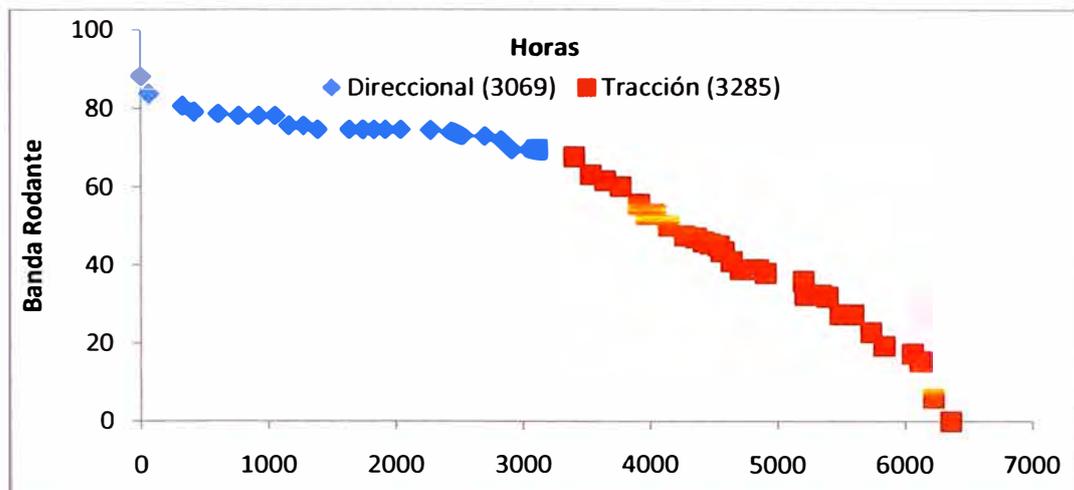


Figura 6.13-En el eje direccional el consumo de mm/ hr es menor respecto al eje de tracción

Fuente: NEUMA PERU (TTC)

En este gráfico del neumático 3876, el neumático trabaja en el eje direccional un aproximado de 3069 horas se observa que en este eje el consumo de cocada es 15mm mucho menor con respecto cuando trabaja en la tracción donde se ve que el consumo de cocada es mayor y acelerado pues desgasta 54mm en tan solo 3285 horas. Este neumático trabaja con

neumáticos reencauchados en la tracción por ello le permitió alcanzar un total de 6354 horas.

Neumático 3912

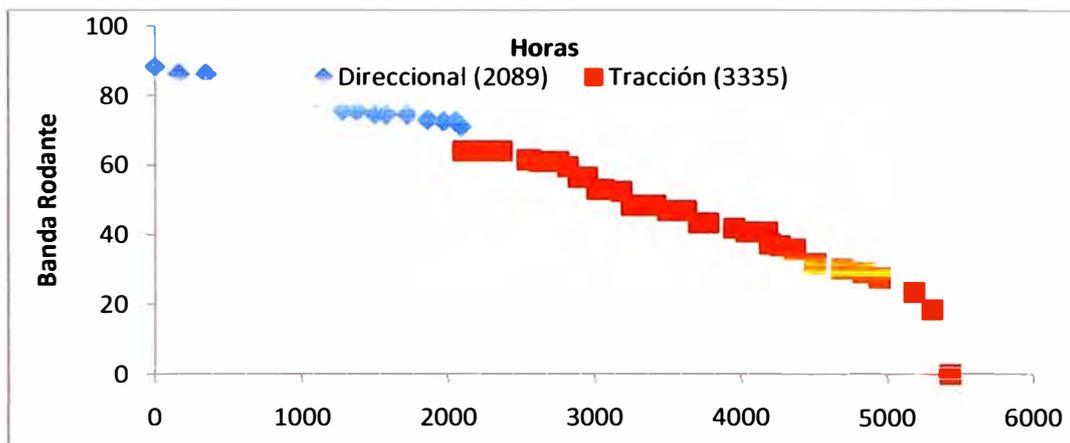


Figura 6.14- Consumo de cocada /hora en eje direccional y tracción

Fuente: NEUMA PERU (TTC)

En este neumático 3912 se observa que se consumió de cocada un aproximado de 16 mm en tan solo 2089 horas perjudicando su rendimiento final que solo fue de 5424 horas totales

Neumático 3934

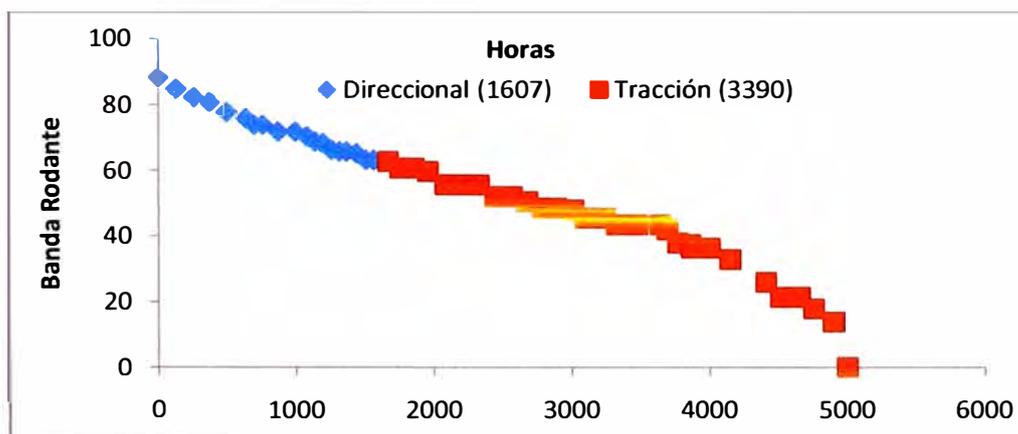


Figura 6.15- Consumo de cocada /hora en eje direccional y tracción 3934

Fuente: NEUMA PERU(TTC)

En este neumático 3934 se observa una mala gestión para el rendimiento final, se observa que en el eje direccional se consumió un aproximado de cocada de 20mm

en tan sólo 1607 horas este es un desgaste demasiado acelerado perjudicando por completo en el rendimiento final del neumático que solo duro en total 4497 horas muy por debajo del promedio.

Neumático 3948

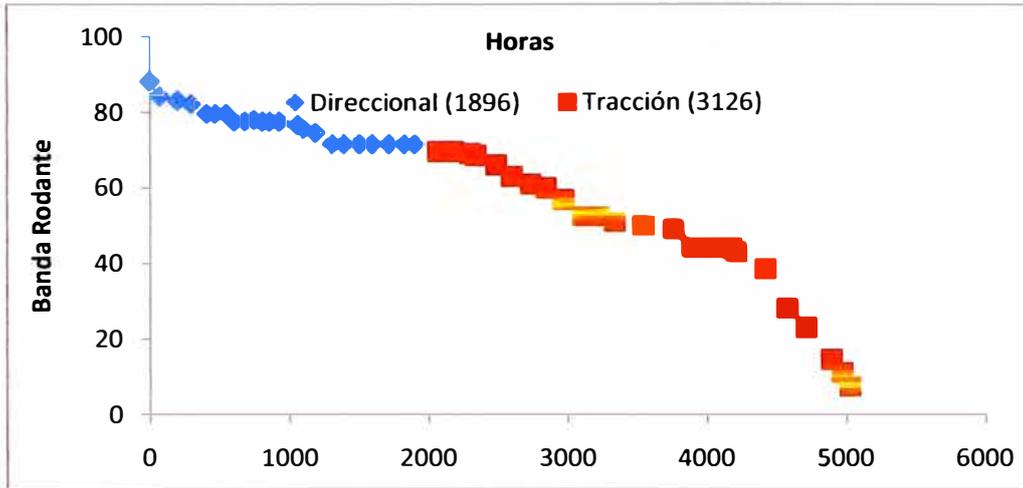


Figura 6.16- Consumo de cocada/ hora en eje direccional y tracción 3948

Fuente: NEUMA PERU (TTC)

En este grafico se observa como es el desgaste para un neumático que trabaja en el eje de la tracción se ve que el desgaste de la cocada es menor en unas 1500 horas a partir de ahí empieza el desgaste acelerado en pocas horas.

Neumático 3956

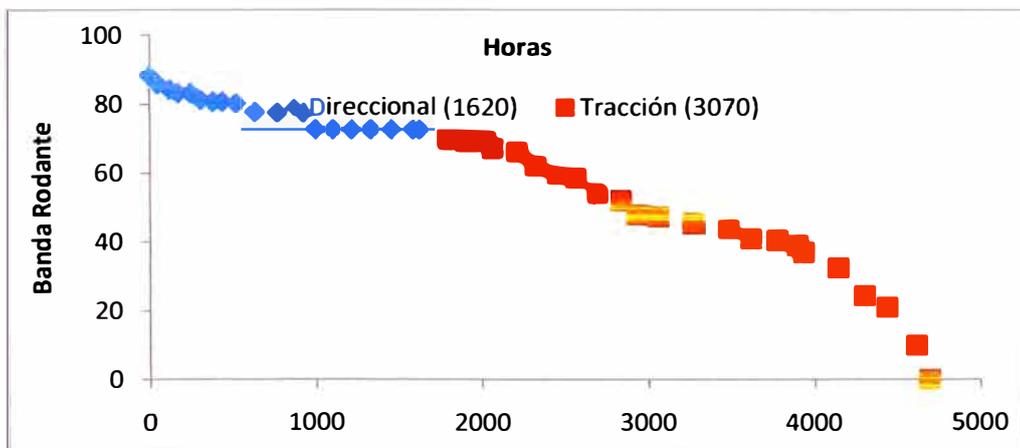


Figura 6.17- Consumo de cocada / hora en eje direccional y tracción 3956

Fuente: NEUMA PERU (TTC)

En este grafico el desgaste cocada en el eje direccional es menos acelerada en cambio cuando este neumático es trasladado al eje de la tracción su desgaste es acelerado. Por ello es importante mantener el mayor tiempo posible los neumáticos en el eje delantero para que su rendimiento final se ha el más alto.

6.1.2 Gráficos tasa de desgaste para neumáticos que se fueron a reencauche:

En estos gráficos se observa la tasa de desgaste de los neumáticos en su primera vida antes de ser reencauchados y al mismo tiempo su tasa de desgaste como reencauchado, se observa como varía en función de las horas.

Neumático 3759

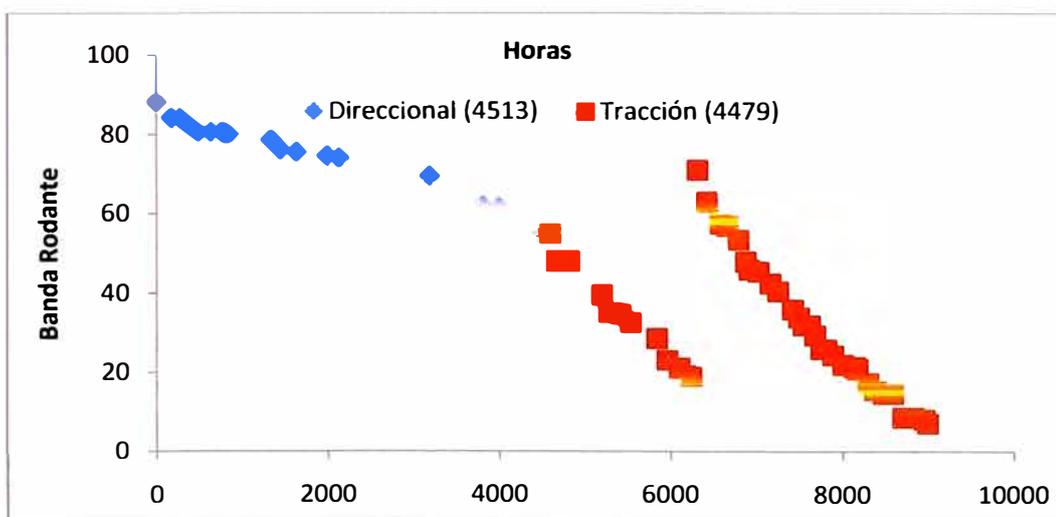


Figura 6.18- Consumo de cocada / hora de reencauchado en eje direccional y tracción 3759

Fuente: NEUMA PERU (TTC)

Este neumático 3759 se tiene la tasa de desgaste antes de ser reencauchado y después la tasa de desgaste cuando fue reencauchado, se observa cuando trabajo en el eje direccional su desgaste fue 30mm en un promedio de 4000 horas luego fue rotado al eje de la tracción durando hasta las 6000 horas antes de ser enviado para ser reencauchado, se tiene

también el desgaste en la tracción donde se consumió en promedio 65mm en 3000 horas en promedio. Por seguridad estos neumáticos reencauchados solo trabajan en el eje de la tracción en donde la tasa de desgaste es más acelerado permitiéndonos mantener los demás neumáticos en el eje de la tracción para que su rendimiento final se ha superior al promedio.

Neumático 3795

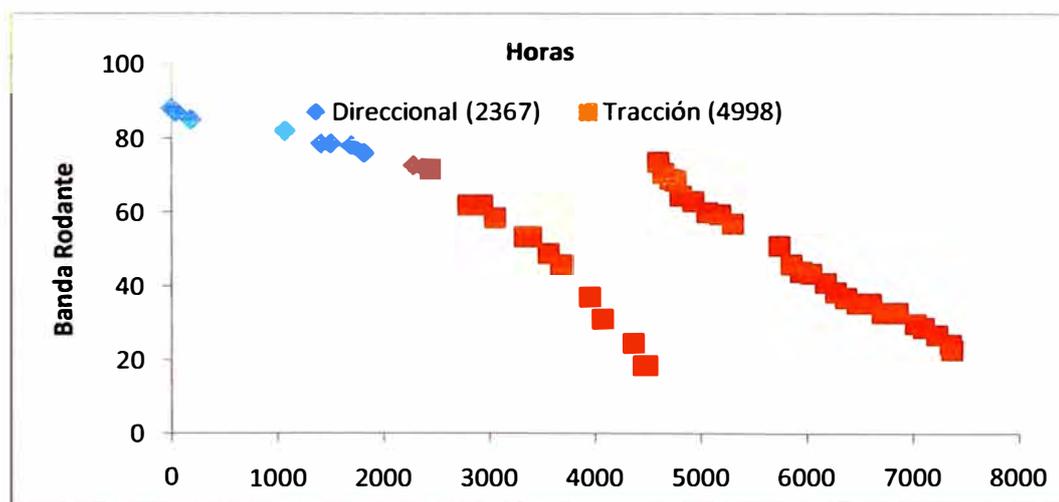


Figura 6.19- Consumo de cocada / hora de reencauchado en eje direccional y tracción 3795

Fuente: NEUMA PERU (TTC)

Este neumático antes de ser enviado a reencauche trabajó en el eje direccional unas 2500hr desgastando 18mm de cocada luego fue rotado a la tracción donde el desgaste es más acelerado en pocas horas, enviando a reencauche a las 4500hr en promedio luego su comportamiento como reencauchado en el eje de la tracción es 60mm de cocada consumida en 2500 hr de trabajo.

Neumático 3809

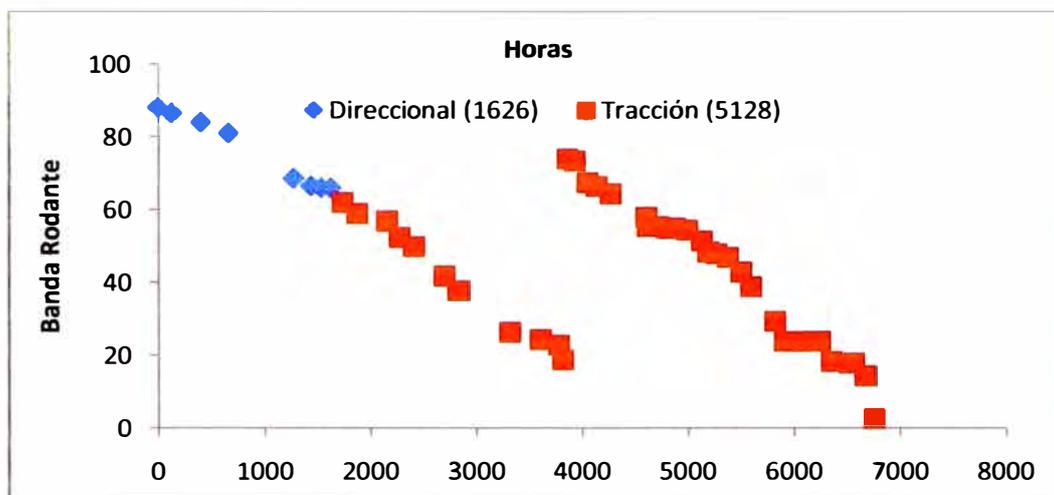


Figura 6.20- Consumo de cocada /hora de reencauchado en eje direccional y tracción 3809

Fuente: NEUMA PERU (TTC)

Este neumático fue enviado a reencauche a las 4000 hr en promedio y su tasa de desgaste en el eje de la tracción se mantiene, más adelante hallaremos la tasa de desgaste por los reencauchados en todas las posiciones de la tracción.

A continuación en la figura 6.21 mostramos la tasa de desgaste para cada posición analizado por fabricante de neumático para Mina Pierina, se observa que los neumáticos Bridgestone tienen mejor tasa de desgaste quiere decir que para que desgaste 1 mm tiene que pasar más horas en todas las posiciones, seguida por los neumáticos Michelin se observa también una comparación en la tracción donde tenemos el comparativo entre los tres Bridgestone, Michelin y Reencauchados donde la tasa de desgaste de los neumáticos Bridgestone en la tracción (promedio pos. 3,4,5 y 6) es de aproximadamente 54 hr/mm la de los neumáticos Michelin es de 55 hr/mm en cambio los reencauchados tienen una tasa de desgaste de aproximadamente 38 hr/mm.

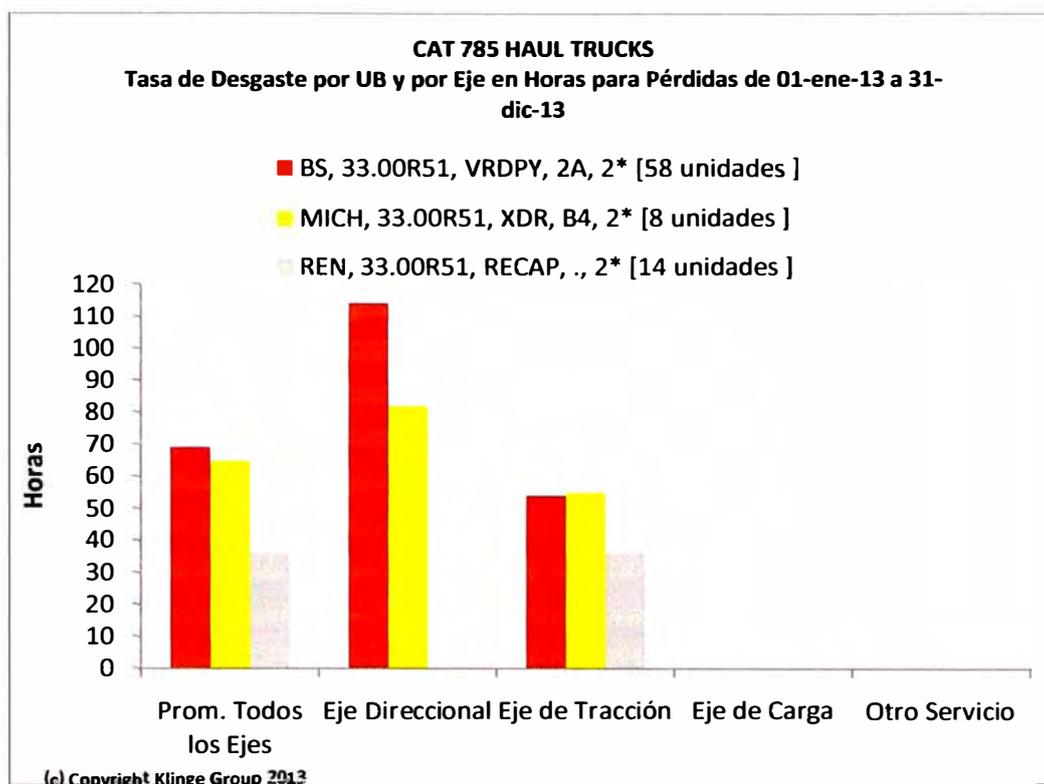


Figura 6.21- Tasa desgaste para cada posición por marca del neumático

Fuente: NEUMA PERU (TTC)

A continuación se muestra los resultados de la Tasa de desgaste acumulado a Diciembre año 2013 para cada camión

Tabla 6.4- Tasa de desgaste para cada posición en promedio de todos los camiones en Mina

Vehículo	Posición					
	1	2	3	4	5	6
V01	113.194444 4	118.11594 2	67.35537 2	62.2137404 6	39.563106 8	45.277777 8
V02	126.584615 4	106.83116 9	57.24637 7	62.6984127	58.316546 8	76.862745 1
V03	127.294117 6	127.29411 8	84.37894 7	80.9696969 7	52.458333 3	67.342465 8
V04	124.716417 9	103.16049 4	57.36054 4	63.3030303 57.114094	57.114094	57.232876 7
V05	110.613636 4	103.55319 1	70.50359 7	78.3934426 2	51.502645 5	63.207792 2
V06	112.506666 7	111.02631 6	82.72549	66.9682539 7	27.876543 2	28.948717 9
V07	77.3653846 2	78.882352 9	70.18181 8	63.8496240 6	41.575342 5	35.928994 1
V08	121.051282	112.40476	59.84810	59.4716981	50.859375	56.120689

	1	2	1	1		7
V09	117.810810 8	78.094339 6	87.18	57.4861111 1	20.849315 1	45
V10	108.170731 7	108.17073 2	79.62831 9	74.3636363 6	57.225806 5	62.027972
V11	115.655172 4	117.39759	87	81.8823529 4	52.248648 6	55.245714 3
V12	122	125.8125	88.97368 4	79.5529411 8	96	96
V13	103.5	98.603174 6	49.94871 8	52.6486486 5	32.466666 7	38.447368 4

Fuente: NEUMA PERU (TTC)

Con los datos de la tabla 6.4 graficamos la tasa de desgaste para cada posición de los camiones donde es un promedio del año donde se observa la variación para cada camión y posición.

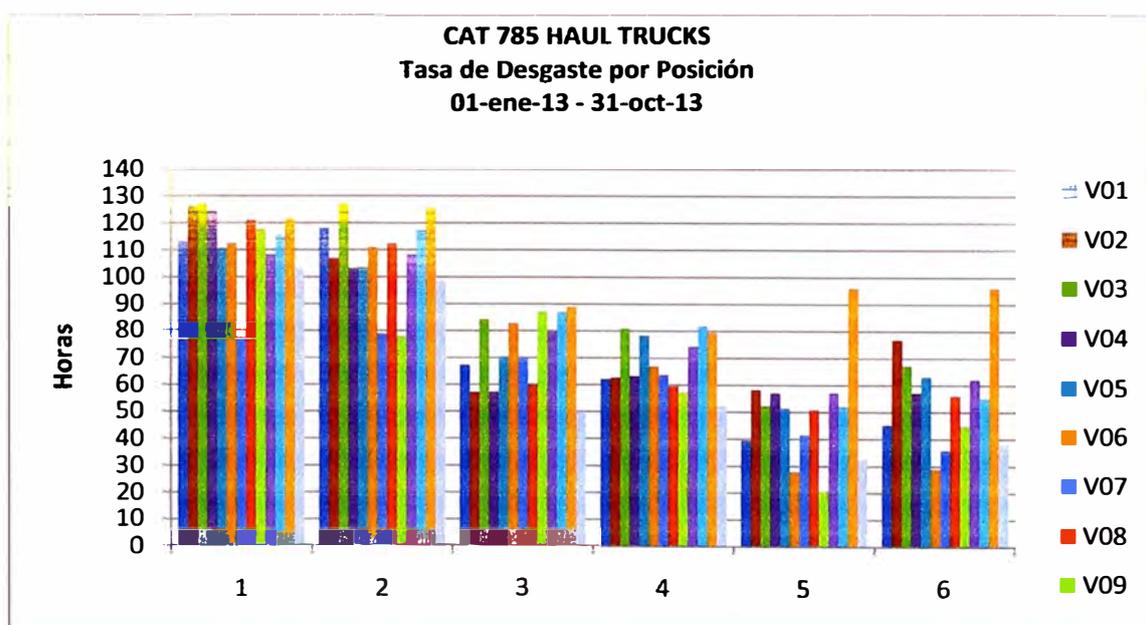


Figura 6.22-Tasa de desgaste promedio para cada posición y por camiones

Fuente: NEUMA PERU (TTC)

En la siguiente figura 6.23 mostramos el porcentaje de utilización total de los neumáticos con respecto a la cocada inicial, lo que se consume de cocada antes que se retire a Scrap es de 85.64%, en épocas de lluvia el consumo de la banda de rodamiento es mayor = 89.98%, mayor al promedio del año.

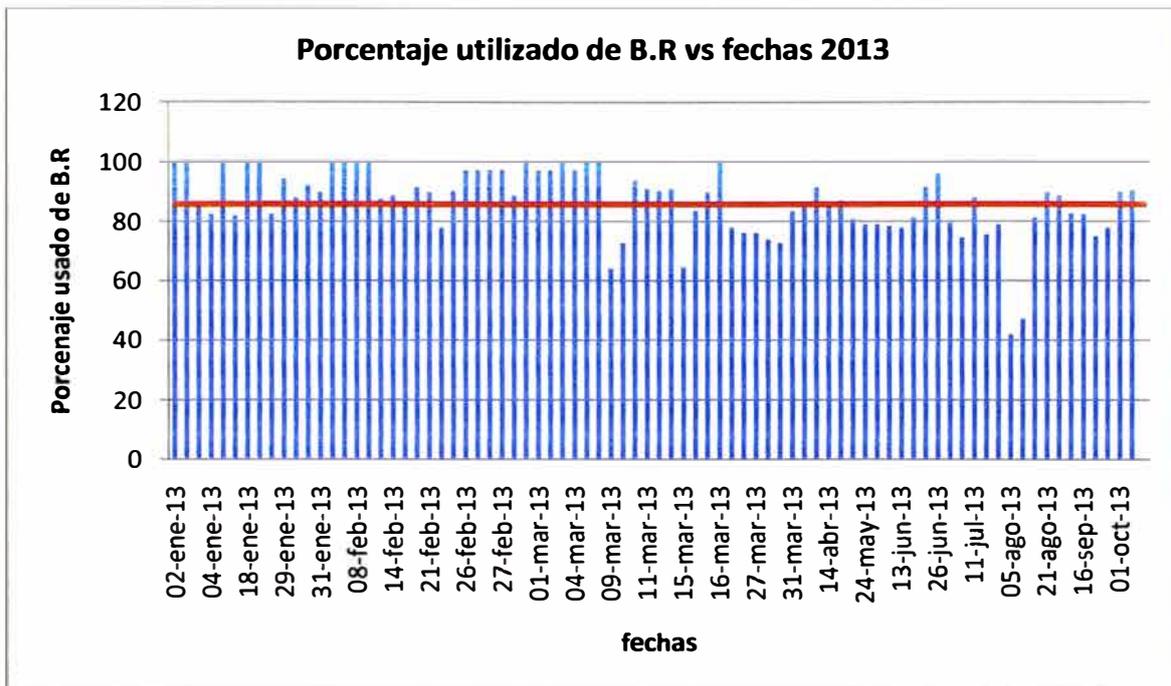


Figura 6.23- Cocada consumida en promedio de neumáticos en el 2013

Fuente: NEUMA PERU (TTC)

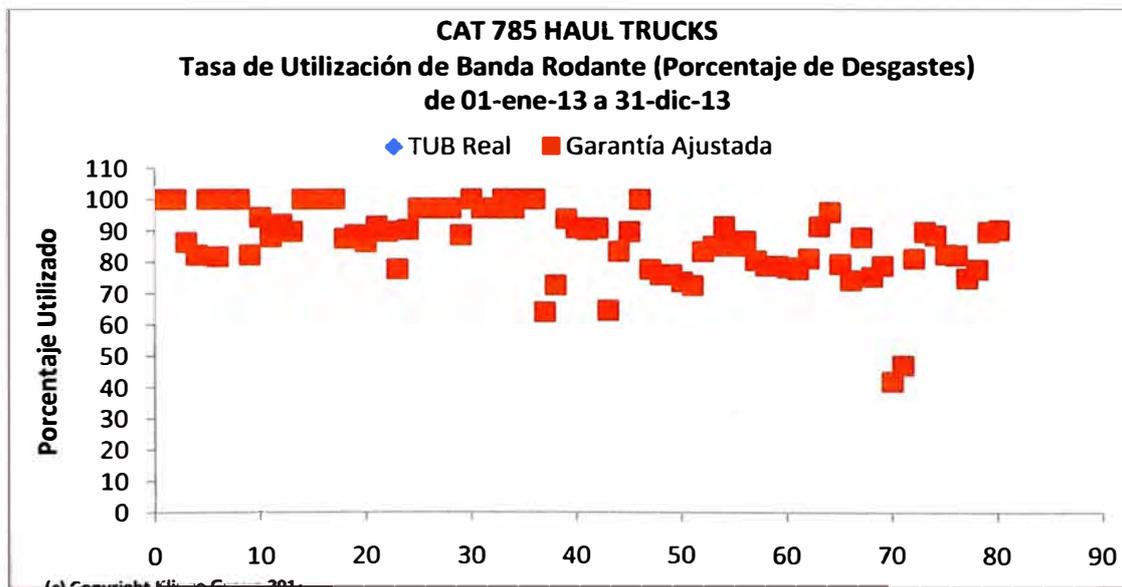


Figura 6.24- Tasa de utilización de las cocadas de neumáticos en el 2013

Fuente: Neuma Perú- Pierina

6.2 ANÁLISIS DE NEUMÁTICOS REENCAUCHADOS

En este análisis vamos a poder determinar cuántas horas en promedio duran los neumáticos reencauchados en mina Pierina, se va a determinar

cómo influye las horas con las cuales se envía a reencauche y las horas totales que rendirán, la cocada promedio con el cual se envió a reencauche, se va a determinar cómo influye en la duración de los reencauchados de acuerdo en la posición donde son instalados estos neumáticos reencauchados.

Realizaremos una estadística de las causas por las cuales son retirados los neumáticos reencauchados y a cuanto de cocada.

Mostramos unas fotos de neumáticos reencauchados



Figura 6.25- Neumático en buen estado para reencauche

Inspección del talón y flanco, daños que afectan cables y su evaluación para reencauche.

Fuente: NEUMA PERU-PIERINA

Se tiene los siguientes datos de Mina Pierina, donde se observa a las cuantas horas y cocada se ha enviado a reencauche, también tenemos el tiempo que rindió cada neumático reencauchado y con cuanto de cocada se fue a Scrap (basura), cuantas horas duro en total.

Tabla 6.5- Datos de neumáticos que fueron enviados para reencauche

Neumático	Posición	Motivo de retiro	Fecha Desmontaje	Total Cost \$	Cocada Enviada para Reencauche	Horas Primera Vida	Cocada RECAP inicial	Horas de duración RECAP	Cocada final a scrap	Total de horas de vida del neumático
3666	5	DESGASTE	12/09/11	9800	23:26	6349	75	3255	14:18	9679
3759	4	DESGASTE	09/07/12	9800	18:20	6239	75	2753	12:2	9067
3906	6	Desgaste central B.R.	16/09/13	9800	16:17	6166	75	3124	17:14	9365
3745	6	DESGASTE	19/06/12	9800	15:18	5749	75	2438	9:0	8262
3643	6	DESGASTE	29/03/11	9800	15:22	5708	75	1738	13:8	7521
3706	6	DESGASTE	24/11/11	9800	18:20	5673	75	3806	12:5	9554
3708	6	DESGASTE	27/12/11	9800	20:18	5624	75	2138	9:11	7837
3709	5	Separación por calor	26/11/11	9800	22:20	5624	75	1580	26:30	7279
3885	6	IMPACTO EN B. R	16/09/13	9800	22:22	5566	75	3259	11:14	8900
3748	5	DESGASTE	28/11/11	9800	30:23	5461	75	2698	12:15	8234
3722	6	DESGASTE	28/11/11	9800	18:16	5429	75	2698	8:8	8202
3723	3	DESGASTE	07/11/11	9800	17:22	5362	75	3049	9:12	8486
3417	3	DESGASTE	27/03/11	9800	21:24	5309	75	1678	24:26	7062
3714	5	DESGASTE	18/07/12	9800	17:13	5215	75	2519	0:12	7809
3895	6	DESGASTE	15/02/13	9800	11:19	5182	75	2241	13:11	7498
3854	4	DESGASTE	21/02/13	9800	26:26	5165	75	2570	9:9	7810
3749	3	DESGASTE	20/11/11	9800	22:27	5147	75	3228	13:15	8450
3732	5	DESGASTE	26/02/13	9800	16:18	5083	75	2343	2:3	7501
3590	5	DESGASTE	22/02/12	9800	17:22	5049	75	2925	5:3	8049
3839	4	DESGASTE	23/02/13	9800	19:23	5017	75	2376	7:10	7468
3738	4	DESGASTE	07/11/11	9800	18:14	5000	75	3049	10:12	8124
3665	6	DESGASTE	27/03/11	9800	24:20	4964	75	1678	25:21	6717
3514	6	DESGASTE	12/09/11	9800	25:23	4956	75	3255	10:16	8286
3628	5	DESGASTE	09/11/10	9800	28:26	4867	75	2943	26:32	7885
3626	6	DESGASTE	18/12/10	9800	22:22	4847	75	2891	8:8	7813
3671	4	DESGASTE	30/03/11	9800	26:25	4772	75	1718	5:5	6565
3721	5	Arrancamiento B. R.	19/11/11	9800	27:25	4755	75	2410	25:17	7240
3688	6	DAÑO EN TALON	01/12/11	9800	19:14	4751	75	3126	16:4	7952
3596	4	DESGASTE	29/03/11	9800	20:21	4739	75	1738	10:5	6552
3914	4	Separación Mecánica	14/08/13	9800	13:13	4710	75	2283	16:17	7068
3593	5	CORTE EN LA B. R	16/06/10	9800	37:37	4662	75	2068	18:24	6805
3689	6	Arrancamiento B. R.	22/07/11	9800	29:27	4654	75	2243	29:36	6972
3571	6	DAÑO EN TALON	24/05/10	9800	22:23	4611	75	2313	21:11	6999
3872	3	DESGASTE	27/02/13	9800	12:08	4576	75	2436	2:3	7087
3716	4	IMPACTO EN FLANCO	09/12/11	9800	28:23	4565	75	2607	28:25	7247
3705	5	DESGASTE	19/06/12	9800	22:22	4565	75	2438	7:13	7078
3700	6	DESGASTE	18/07/12	9800	22:19	4526	75	2519	8:0	7120
3795	5	CORTE EN FLANCO	29/10/12	9800	20:17	4495	75	2870	18:28	7440
3605	6	DAÑO EN TALON	09/07/10	9800	26:22	4465	75	2490	21:12	7030
3639	5	DESGASTE	30/03/11	9800	25:19	4390	75	1718	12:8	6183
3802	6	DESGASTE	02/11/12	9800	21:24	4296	75	3668	20:17	8039
3900	3	DESGASTE	26/02/13	9800	24:23	4248	75	2672	2:3	6995
3612	3	Separación por calor	26/11/10	9800	23:14	4156	75	3148	18:22	7379
3492	3	CORTE EN FLANCO	25/05/10	9800	17:23	4130	75	1322	35:39	5527
3777	4	DESGASTE	20/11/11	9800	23:25	4102	75	3228	9:9	7405
3588	5	IMPACTO EN B. R	20/10/10	9800	22:24	3992	75	1776	39:46	5843
3663	4	DESGASTE	26/11/10	9800	18:25	3982	75	3148	23:18	7205
3610	5	DAÑO EN TALON	24/05/10	9800	25:17	3956	75	1986	11:18	6017
3719	5	DESGASTE	10/11/11	9800	23:22	3942	75	3560	14:21	7577
3587	3	DESGASTE	14/04/11	9800	22:24	3941	75	1877	5:5	5893

3619	4	DAÑO EN TALON	17/12/10	9800	27:23	3848	75	2420	10:12	6343
3809	6	DESGASTE	01/03/13	9800	19:19	3818	75	2936	2:3	6829
3674	6	DESGASTE	08/08/11	9800	24:26	3800	75	2631	16:20	6506
3761	5	DESGASTE	22/02/12	9800	12:17	3694	75	3328	6:10	7097
Promedio					21.19	4813	2572.39	13	746	0

Fuente: NEUMA PERU TTC

De esta tabla 6.5 obtenemos datos importantes para el análisis de los neumáticos reencauchados:

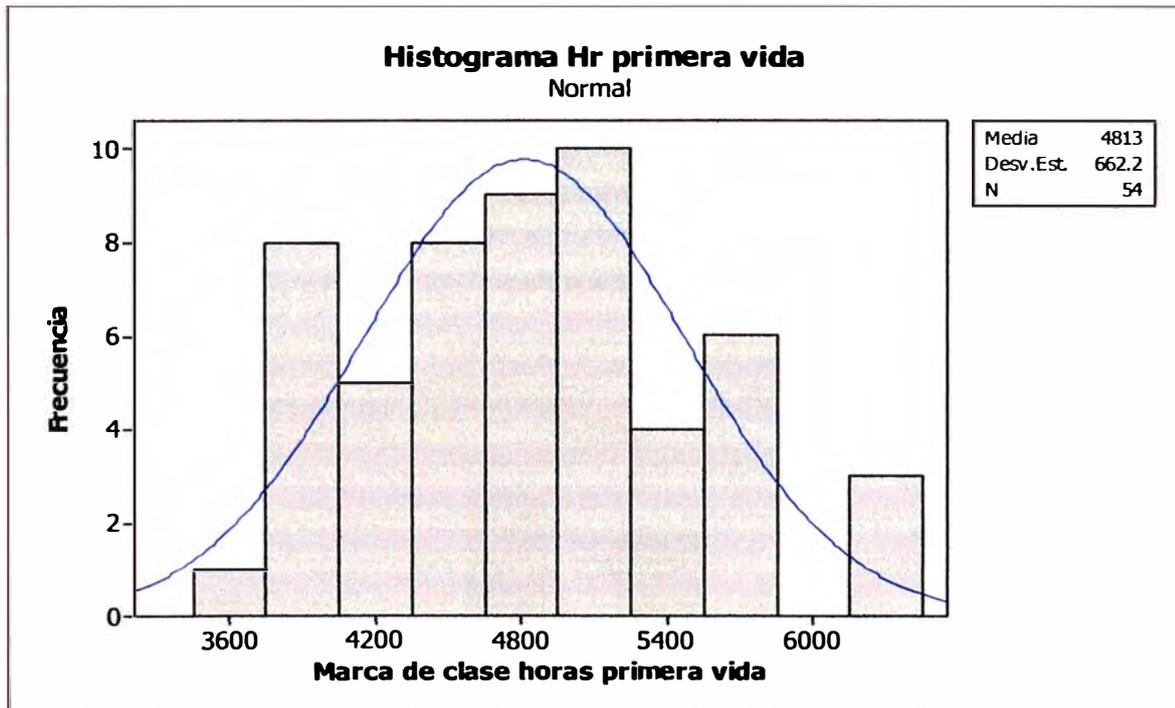


Figura 6.26- Horas rendidas primera vida

Fuente: Propio

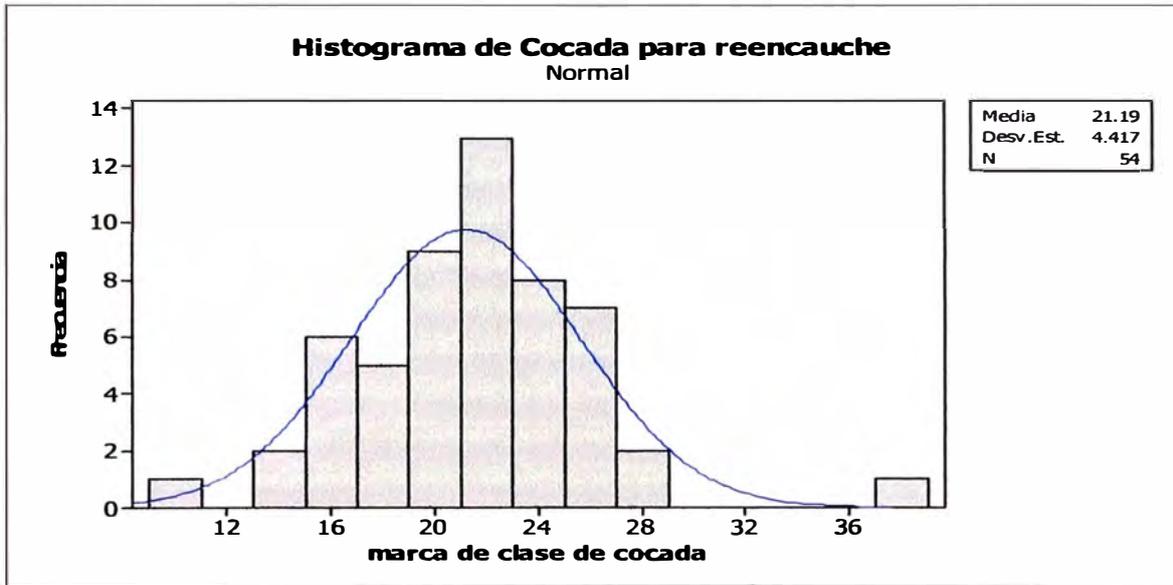


Figura 6.27- Cocada que sale para reencauche

Fuente: Propio

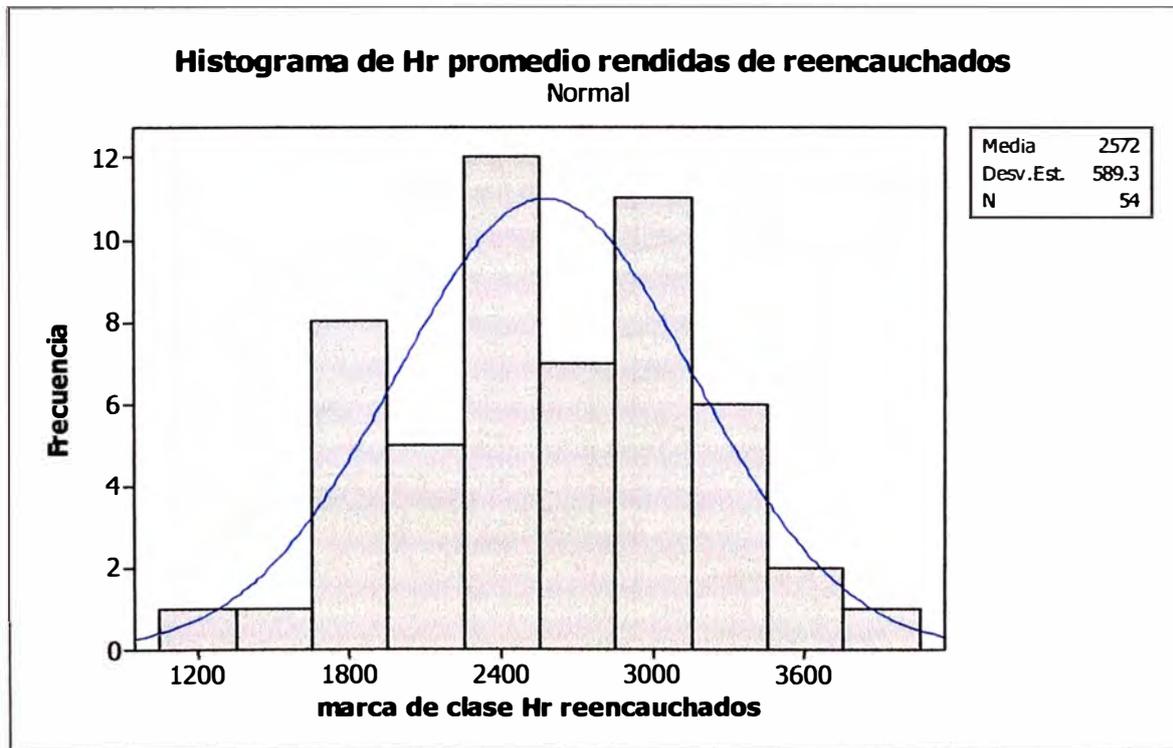


Figura 6.28- Rendimiento como reencauchado

Fuente: Propio

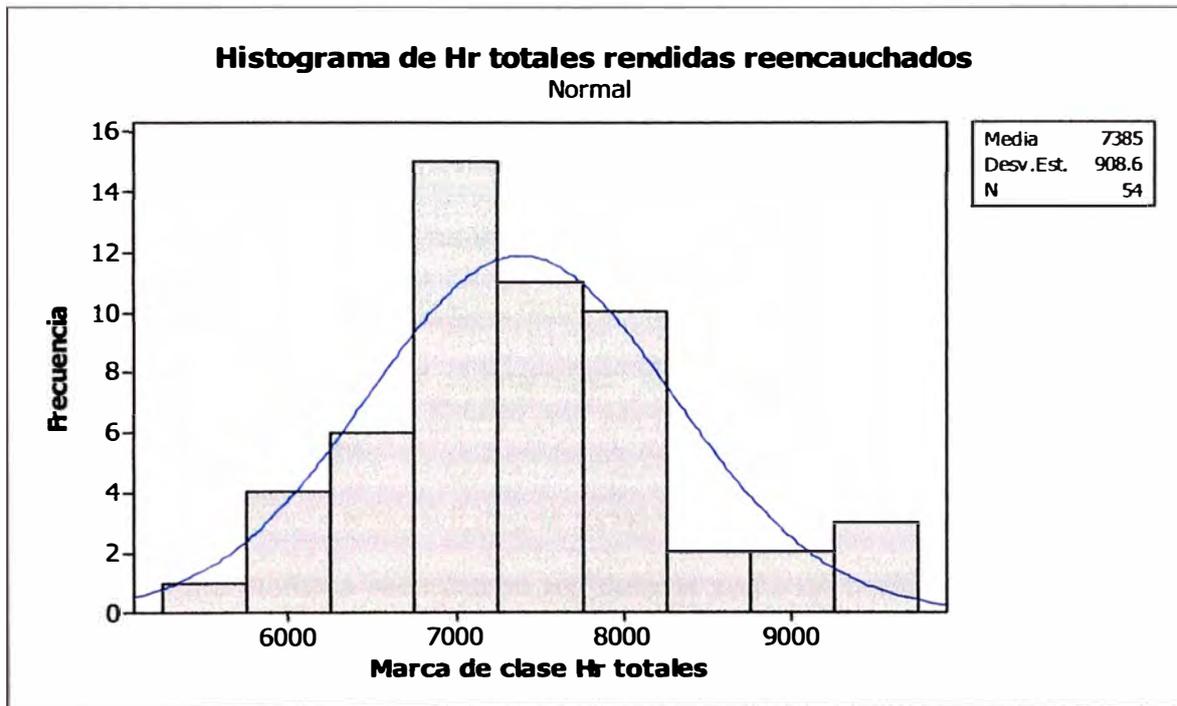


Figura 6.29- Rendimiento total de los neumáticos

Fuente: Propio

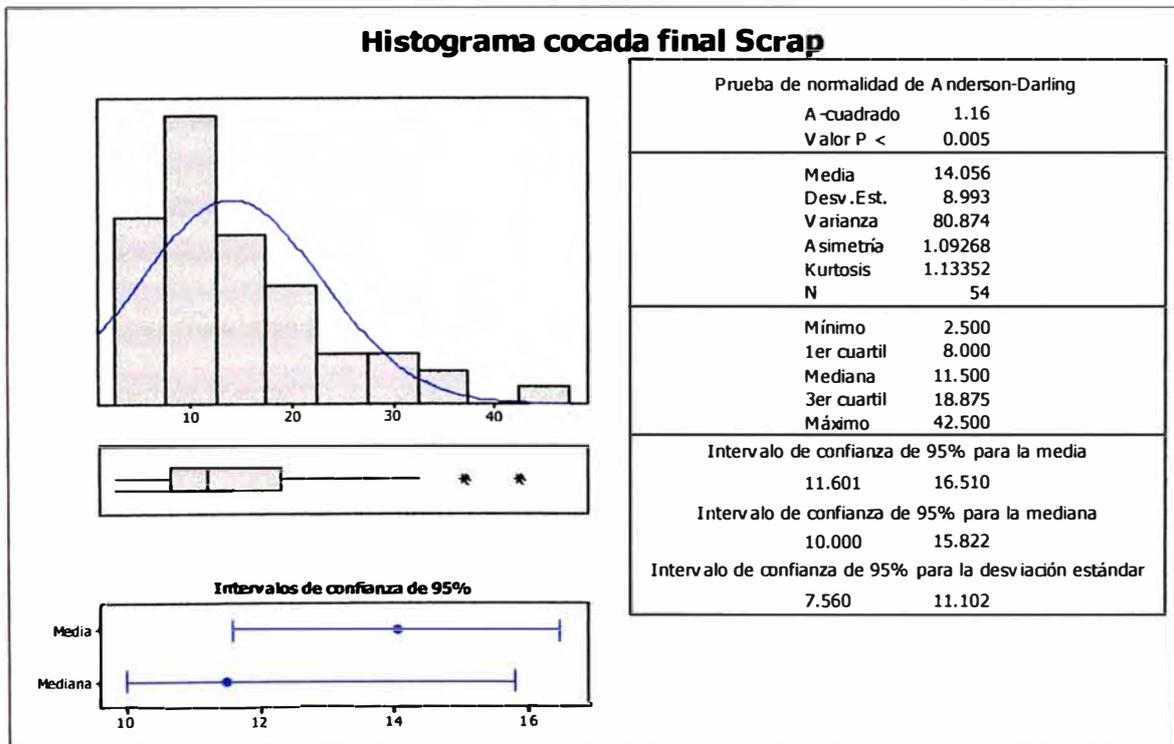


Figura 6.30- Cocada final para Scrap

Fuente: Propio

- De la tabla se obtiene que el rendimiento promedio de los neumáticos reencauchados es de: 2572 horas.
- Las horas promedio con el cual se envían a reencauche es de: 4813 horas
- Cocada promedio del neumático con el cual se envía a reencauche es de: 21.19mm, por teoría se sabe que se debe enviar a un promedio de 20mm.
- La cocada con el cual el neumático reencauchado se envía a SCRAP en promedio es de: 11.5 mm.

Se demuestra con esta tabla 6.5 que el rendimiento promedio total en horas de los neumáticos que fueron a reencauche (es decir la suma de horas primera vida más horas como reencauchadas) es de 7385 horas, en cambio los neumáticos que no fueron para reencauche solo duran en promedio 5473 horas, esto nos demuestra lo siguiente:

$$7385\text{hr} - 5473\text{hr} = 1912\text{hr}$$

Esto quiere decir que en promedio se gana 1912 horas cuando se envía los neumáticos a reencauchados al ganar más horas y el costo/hora del reencauchado es mucho menor al utilizar y compáralo en el eje de la tracción esto será demostrado más adelante.

De esta tabla también se observa que hay neumáticos reencauchados que han llegado hasta 9679 horas totales con 3255 horas como reencauchado sobrepasando largamente en rendimiento a los neumáticos que no fueron a reencauche.

En la figura 6.31 se muestra el rendimiento de cada neumático reencauchado en función de la posición donde trabajaron en el camión.

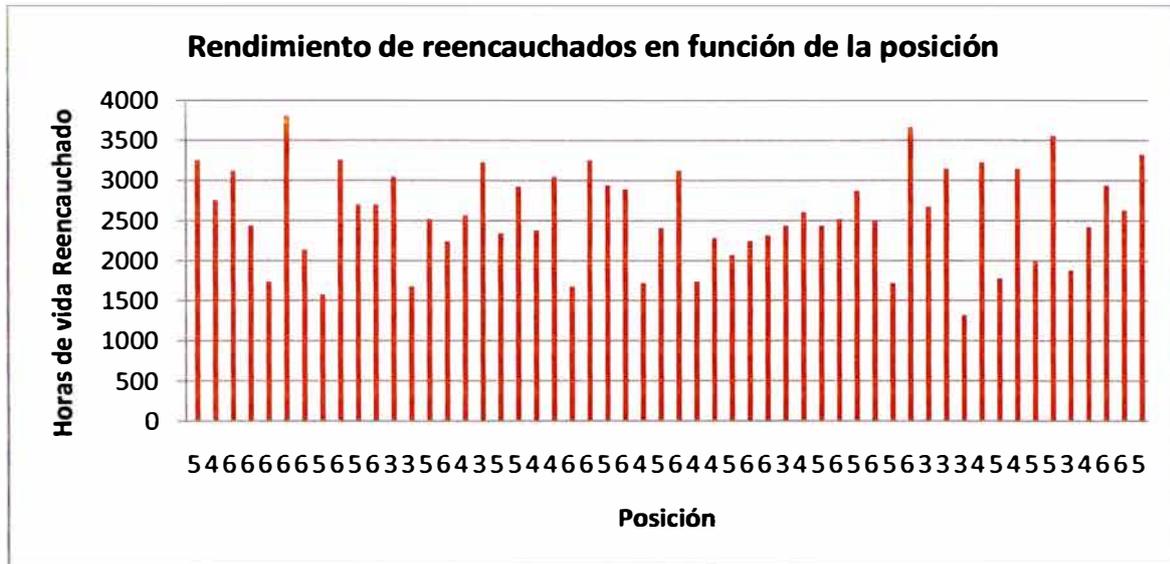


Figura 6.31- Rendimiento de los neumáticos renecauchados en cada pos.

Fuente: NEUMA PERU TTC

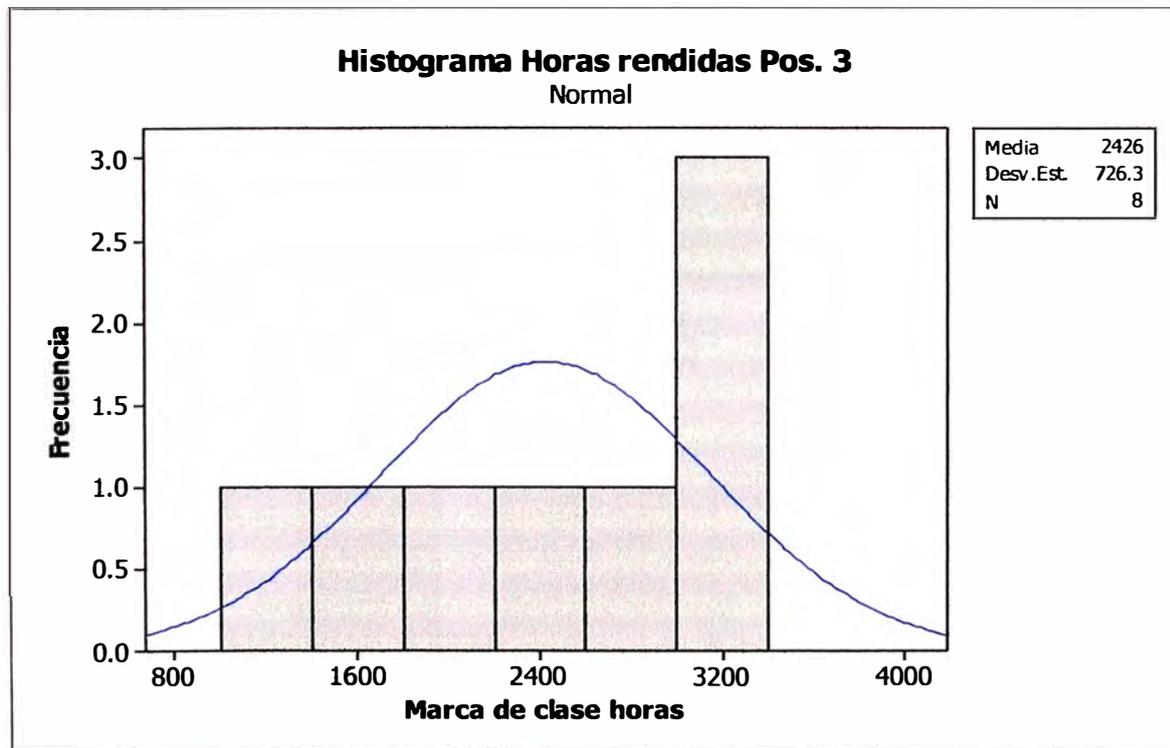


Figura 6.32- Rendimiento de neumáticos renecauchados en pos. 3

Fuente: Propio

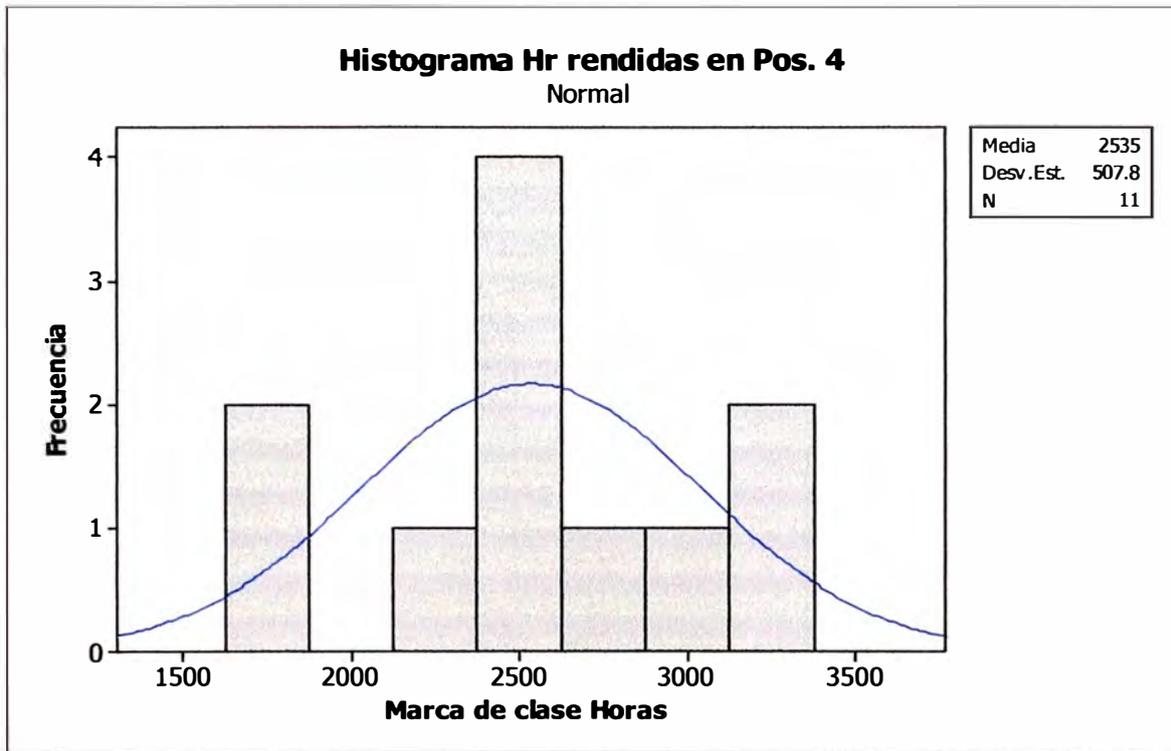


Figura 6.33- Rendimiento de neumáticos reencauchados en pos. 4

Fuente: Propio

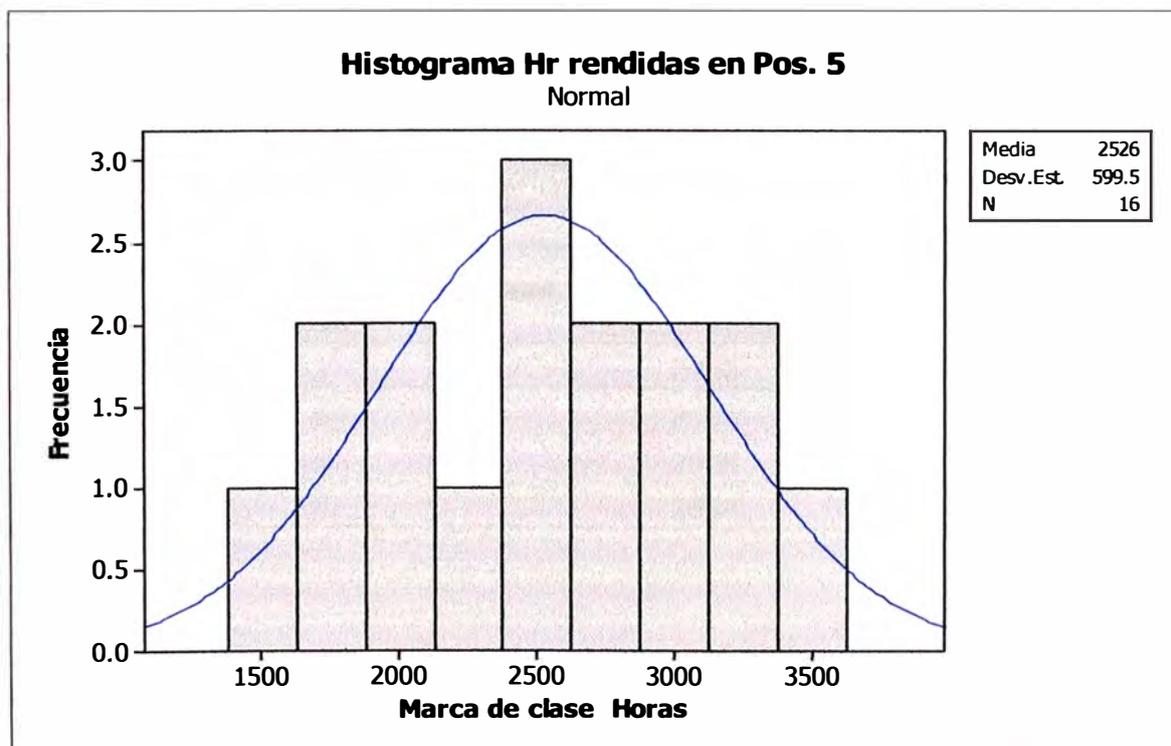


Figura 6.34- Rendimiento de neumáticos reencauchados en pos. 5

Fuente: Propio

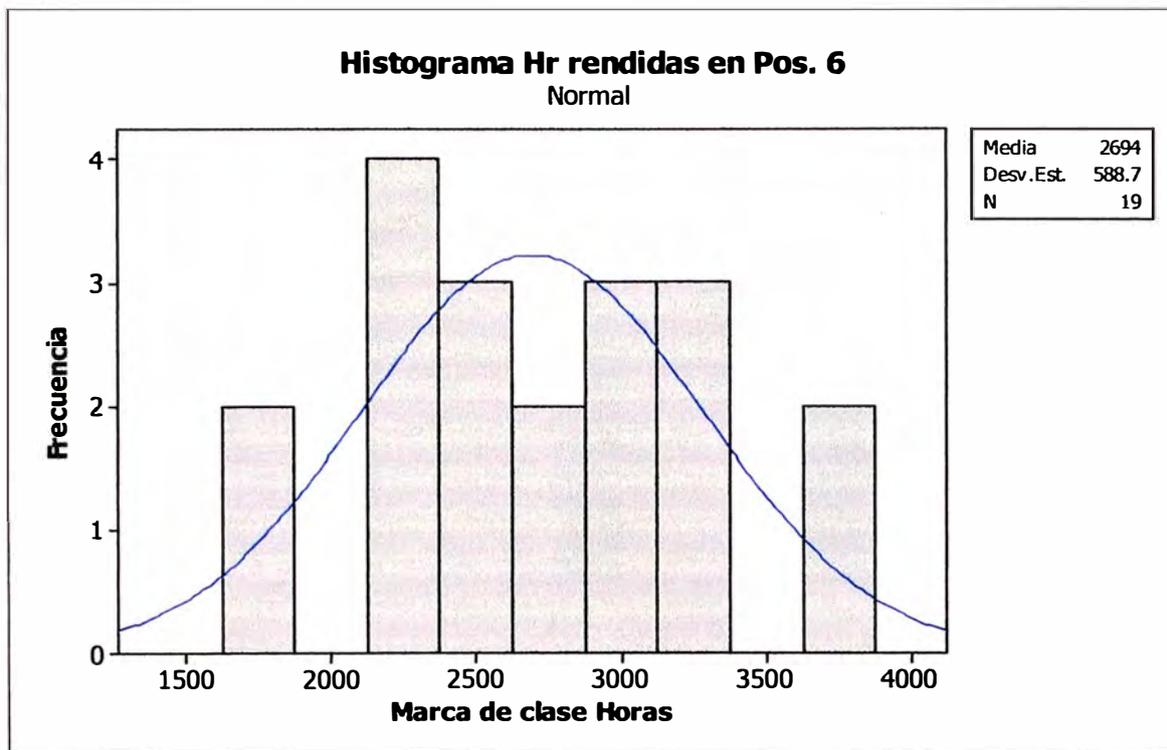


Figura 6.35- Rendimiento de neumáticos reencauchados en pos. 6

Fuente: Propio

La tabla 6.6 nos indica el rendimiento de los neumáticos reencauchados en función de la posición, estos datos fueron hallados de la tabla 6.5.

Tabla 6.6-Rendimiento de los neumáticos reencauchados por posición

Posición	Horas promedio rendimiento de reencauchados
3	2426
4	2535
5	2526
6	2694

Fuente: Propio

Se observa que el rendimiento para los neumáticos reencauchados es similar en cualquiera de las posiciones del eje de la tracción, la tasa de desgaste es también similar para estas posiciones. En conclusión tienen el desgaste parecido al

neumático original cuando trabajan en las posiciones 5 y 6 esto quiere decir que el material con el cual está hecho estos neumáticos reencauchados desgastan más rápido pero justifica su costo/hr como lo demostraremos a mas adelante.

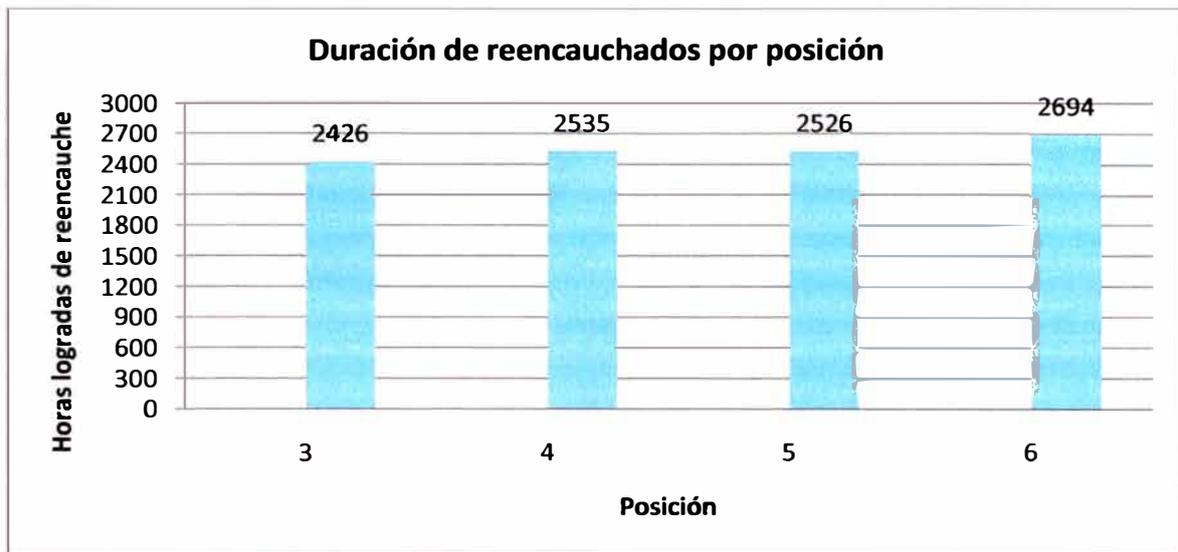


Figura 6.36- Rendimiento en hrs de reencauchados por posición

Fuente: Propio

De la tabla 6.5 se tiene el siguiente grafico que nos muestra el motivo de retiro de los reencauchados y la cantidad. Donde se observa que el 68% de retiro de los neumáticos reencauchados se dio por desgaste, esto quiere decir que no fueron por el tema de daños. Se está trabajando actualmente para que los neumáticos reencauchados salgan para scrap por desgaste y no por temas de cortes, se sabe que los reencauchados generalmente no se reparan, por ello la importancia de cuidarlos para justificar su costo y aumentar su rendimiento, todo esto se logra con el apoyo de operaciones minas, limpiando las vías, lastrando constantemente, teniendo equipo auxiliar en las zonas críticas de la mina.

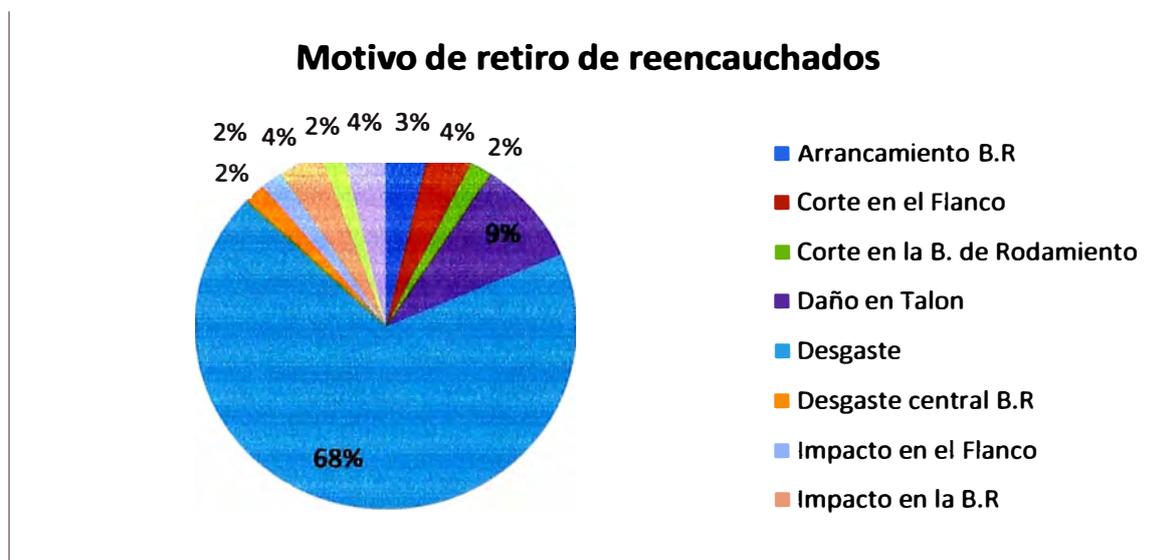


Figura 6.37- Motivos de retiro de los neumáticos reencauchados

Fuente: NEUMA PERU TTC

En la figura 6.38 mostramos la cantidad de neumáticos reencauchados perdidos por posición:

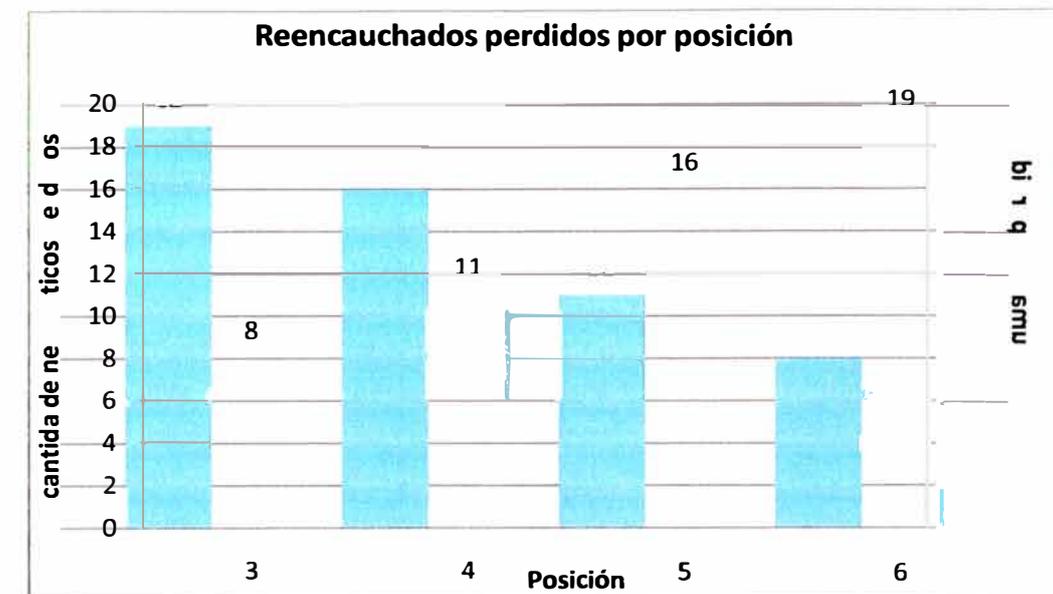


Figura 6.38- Neumáticos reencauchados perdidos por posición

Fuente: Propio

Es en la posición 5 y 6 donde colocamos reencauchados, es el lado ciego del operador, donde sufren mayores daños, son las posiciones donde existe mayor tasa de desgaste por ello la mayor cantidad de neumáticos perdidos en estas posiciones.

Algunas personas tienen la mala idea que para enviar un neumático para reencauche depende mucho de las horas de la primera vida fundamentalmente con el estado de la carcasa, para que el neumático reencauchado tenga un buen rendimiento que dure más horas sobre el promedio. Piensan que si en la primera vida el neumático duró un promedio de 5000 hrs o más este neumático cuando vuelva reencauchado su rendimiento en horas será mayor que el promedio, en cambio si se envía el neumático para reencauche con menos de 5000 horas se cree que el rendimiento del neumático será menor al promedio.

Pero según la tabla 5.17 se demuestra que esto no es necesariamente verdad:

Tabla 6.7-Relación de hrs. al ser enviado a recap. y las hrs. duradas después del reencauche

HORAS PRIMERA VIDA	HORAS RECAP	Total de horas de vida del neumático
6349	3255	9604
6239	2753	8992
6166	3124	9290
5749	2438	8187
5708	1738	7446
5673	3806	9479
5624	2138	7762
5624	1580	7204
5566	3259	8825
5461	2698	8159
5429	2698	8127
5362	3049	8411
5309	1678	6987
5215	2519	7734
5182	2241	7423
5165	2570	7735
5147	3228	8375
5083	2343	7426
5049	2925	7974
5017	2376	7393
5000	3049	8049
4964	1678	6642
4956	3255	8211
4867	2943	7810
4847	2891	7738
4772	1718	6490
4755	2410	7165
4751	3126	7877
4739	1738	6477
4710	2283	6993
4662	2068	6730
4654	2243	6897
4611	2313	6924
4576	2436	7012
4565	2607	7172
4565	2438	7003
4526	2519	7045
4495	2870	7365
4465	2490	6955
4390	1718	6108
4296	3668	7964
4248	2672	6920
4156	3148	7304
4130	1322	5452
4102	3228	7330
3992	1776	5768
3982	3148	7130
3956	1986	5942
3942	3560	7502
3941	1877	5818
3848	2420	6268
3818	2936	6754
3800	2631	6431
3694	3328	7022

Fuente: NEUMA PERU TTC

En esta tabla 6.7 están ordenados los neumáticos de mayor a menor las horas antes de enviar a reencauche el neumático, se resalta con color amarillo aquellos neumáticos que en primera vida tuvieron altas horas pero luego estos mismos neumáticos como reencauchados rindieron menos que el promedio de los neumáticos reencauchados.

Además en esta tabla resalto con color celeste aquellos neumáticos que en primera vida tuvieron pocas horas antes de ser enviados para reencauche pero como neumáticos reencauchados rindieron más que el promedio de reencauche.

Demostrándonos que las horas de rodado antes de ser enviado a reencauche en algunos neumáticos no se cumple, pues algunos neumáticos con buenas horas de rodado en su primera vida y luego como reencauchado rindieron menos que aquellos neumáticos que tuvieron pocas horas de rodado antes de ser enviado a reencauche, y lo contrario se cumple para algunos neumáticos con pocas horas de rodado en primera vida rindieron más que el promedio como reencauchado. Entonces para la duración solo como reencauchado no influye mucho las horas anteriores del neumático antes de ser enviado para reencauche, pues la variación en horas Recap es de solo 112.7 horas en promedio. Entonces para enviar a reencauche no debemos preocuparnos mucho de las horas anteriores para el rendimiento que pueda tener como reencauchado pues será el mismo si el neumático hubiera recorrido pocas o bastantes horas, lo más importante es verificar el estado del neumático, los daños que tenga como cortes, tamaño del daño, cocada, separaciones, etc.

Pero otra cosa es analizando el rendimiento total del neumáticos sumando todas sus vidas, ahí si conviene enviar a reencauche los neumáticos que tengan mayor

horas en su primera vida, para que el rendimiento total se ha el máximo para los neumáticos.

De esta tabla 6.7 se filtra la siguiente información importante:

Tabla 6.8-Horas recap en función de las hrs antes de ser reencauchados

	horas primera vida	horas recap	horas totales
mayores a 5000 Hr primera vida	5506	2641.2	8147
menores a 5000 Hr primera vida	4405	2528.6	6933

La variación no es mucha el estado de la carcasa con el que sale los neumáticos influye mucho en la duración como reencauchado, en las horas totales si se observa que conviene sacar el neumático con las más altas horas en primera vida que rueda todo lo que se pueda para que al final el total del rendimiento del neumático llegue a los 9500 hr.

Fuente: NEUMA PERU TTC

Se demuestra que conviene sacarle el máximo rendimiento en horas al neumático antes de enviarlo para reencauche, pues como hora recap duraran más y la vida total del neumático será buena en promedio 8147 horas.

Hallemos la tasa de desgaste para los neumáticos reencauchados en cada posición

Para posición 3

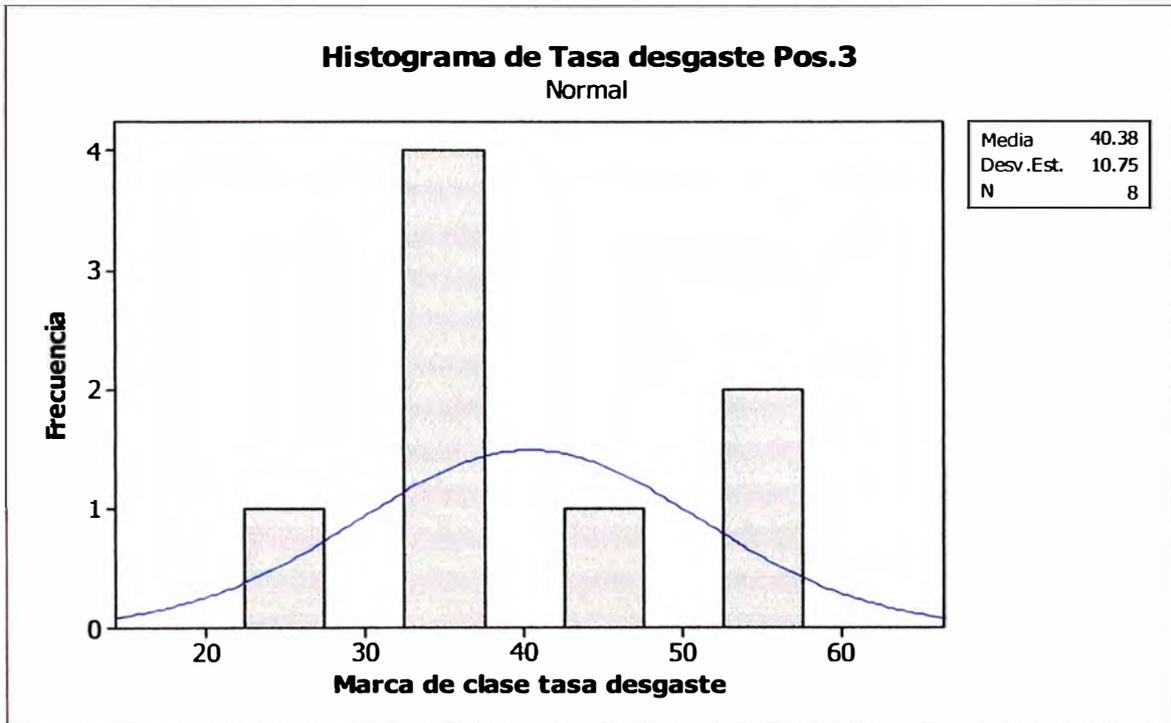
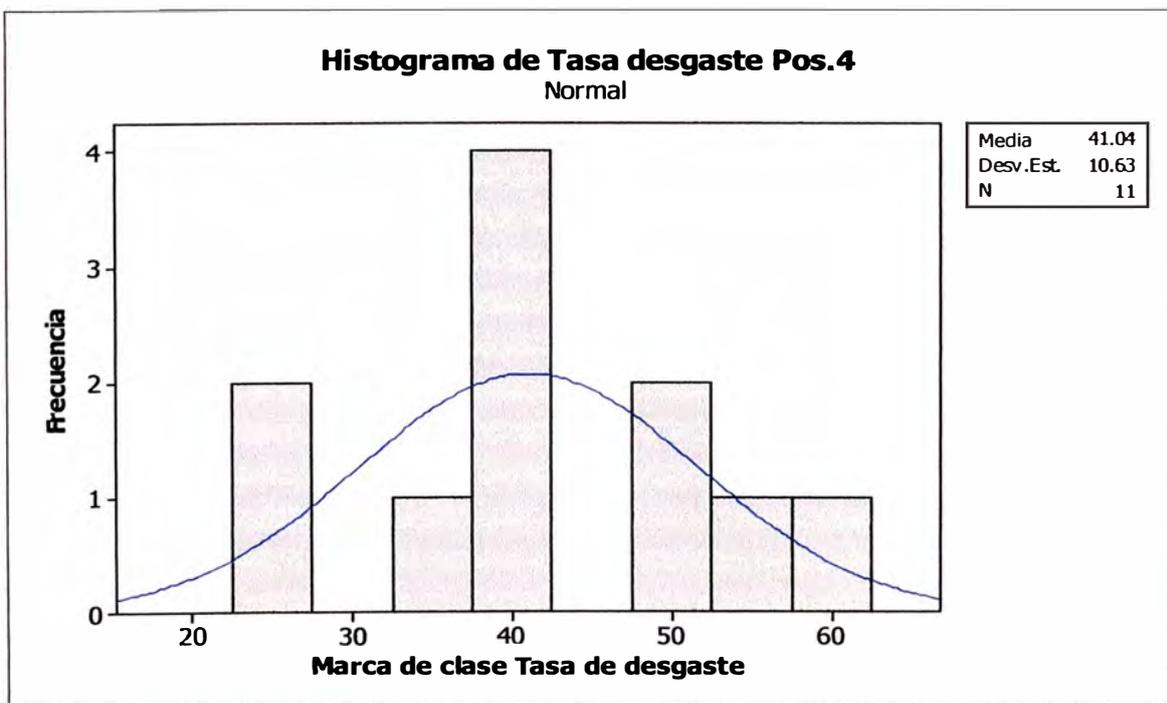


Figura 6.39-Tasa de desgaste de reencauchados para Pos. 3

Fuente: Propio

Para posición 4

Tabla 6.40-Tasa de desgaste de reencauchados para Pos. 4



Fuente: Propio

Para posición 5

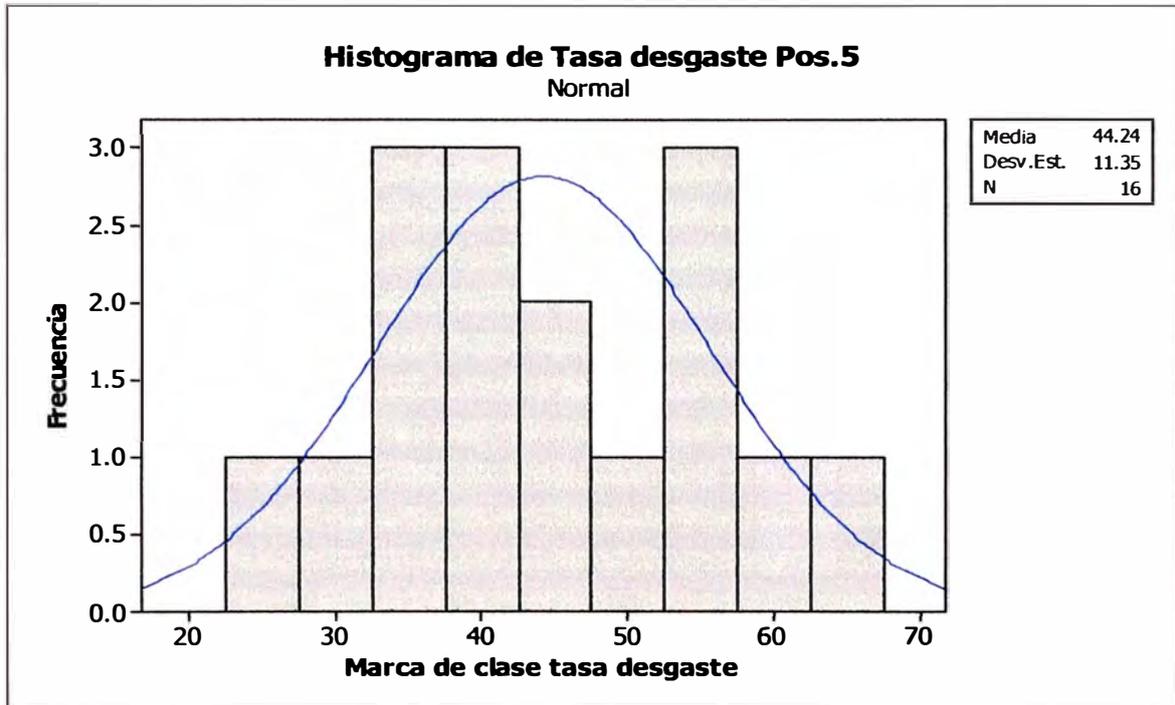
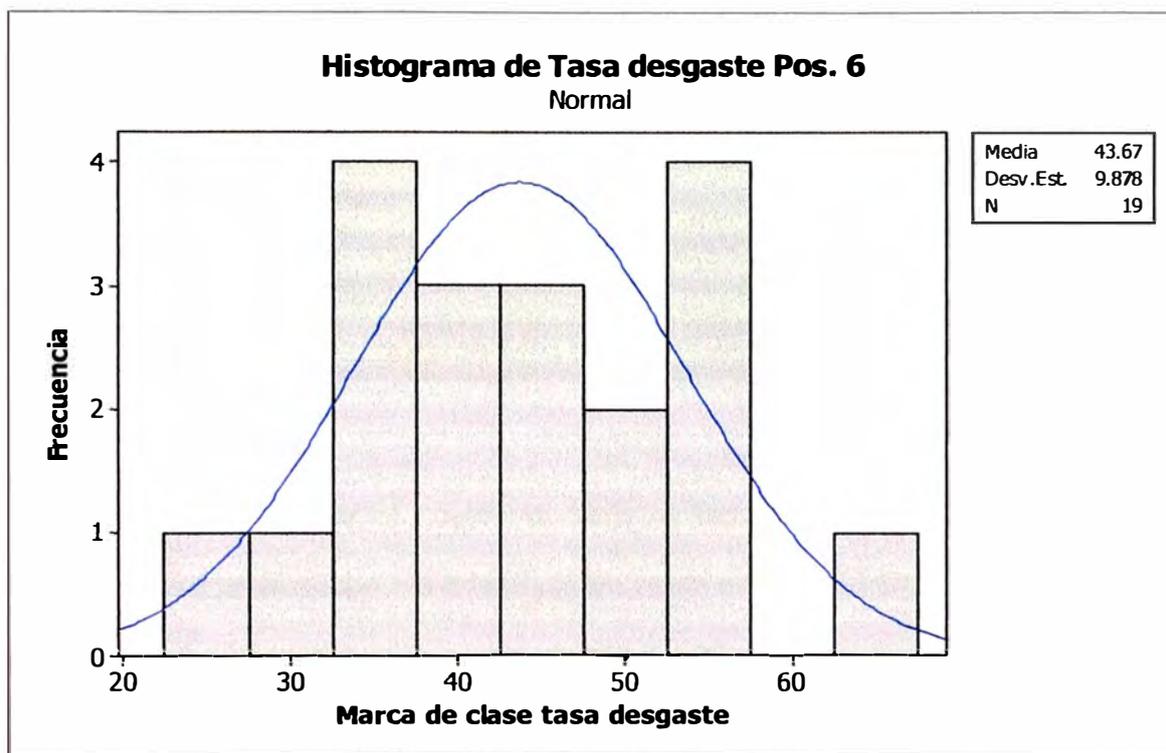


Figura 6.41-Tasa de desgaste de reencauchados para Pos. 5

Fuente: Propio

Para posición 6

Tabla 6.42-Tasa de desgaste de reencauchados para Pos. 6



Fuente: Propio

La tasa de desgaste de los neumáticos reencauchados para las cuatro posiciones en la tracción es prácticamente el mismo en promedio 42.33horas/mm, cercano a la tasa de desgaste de los neumáticos originales en las posiciones 5y 6.

Esto nos demuestra que los neumáticos reencauchados pueden trabajar sin problema en cualquiera de las posiciones del eje de la tracción pues su rendimiento será en promedio el mismo y recalcando por seguridad los reencauchados solo son colocados en el eje de la tracción.

6.3 Análisis de los costos para Reencauchados y no reencauchados y aumento en el rendimiento de los neumáticos.

6.3.1 Comparación de costos entre neumáticos que son enviados a reencauche vs neumáticos que no son enviados a reencauche

Con los datos hallados anteriormente se tiene la siguiente tabla 6.9

Tabla 6.9- Comparación de costo/hora

NEUMATICO ENVIADO A REENCAUCHE		NEUMATICO NO ENVIADO A REENCAUCHE	
se envía a recap a las hr	4813	Total de hrs rendidas por el neumático	5473
duración de recap hr	2572	costo original neumático	24216
total horas rendidas	7385	costo de reparación	2000
costo original \$	24216	costo total \$	26216
costo reencauche	9800		
costo total \$	34016		
\$/hr	4.61	\$/hr	4.79

Fuente: Propio

Donde observamos que el costo por hora es menor para neumáticos que son enviados para reencauche, la diferencia en costo es de 0.18 \$/hr, demostrándonos con esto que conviene enviar a reencauche los neumáticos, pero el beneficio más grande se da cuando estos neumáticos son enviados para reencauche y luego cuando son instalados en la tracción aumentaran el rendimiento y permitirán reducir el costo de los neumáticos originales como se demostró en los análisis anteriores.

6.3.2 Comparación de costo horario neumático original vs reencauche y rendimiento trabajando en el eje de la tracción

Con los datos hallados anteriormente podemos hacer una comparación de neumáticos originales contra neumáticos reencauchados trabajando en el eje de la tracción.

6.3.2.1 Hallando el costo por hora para neumáticos originales (que no fueron a reencauche)

De la tabla 6.1 se halla que los neumáticos originales son enviados a Scrap con cocada promedio de = 12.64 mm de remanente.

Lo que se consume en promedio en posiciones delanteras (pos. 1 y 2) es de 18.18 mm de cocada, entonces el promedio de cocada o remanente para las

posiciones de tracción (pos. 3, 4,5 Y 6) sonde 57.18 mm para ser consumido en neumáticos originales. De la tabla 6.1 los neumáticos originales tienen un costo aproximado de \$24216.0 para esta época, la cocada con el que vienen estos neumáticos nuevos originales es de 88mm de cocada, con estos datos hallamos el costo/milímetro si se consumiera todo los 88mm de cocada del neumático:

$$\text{costo /milimetro} = \frac{24216}{88} = 275.18 \$/mm$$

De la tabla 6.1 tenemos el promedio de horas rendidas en total de los neumáticos originales que no fueron a reencauche encontrándose como promedio 5473 horas, ya teníamos hallado el rendimiento promedio de los neumáticos en el eje posterior es de 3257 horas, como se halló en el párrafo anterior el remanente para el eje posterior es de 57.18 mm, con todo esto podemos hallar el costo en el eje posterior para neumáticos originales:

$$\text{costo en eje posterior} = \frac{\text{costo}}{\text{milimetro}} \text{ total } X \text{ milimetros consumidos en tracción}$$

$$\text{costo en eje posterior} = \frac{275.18 \$}{mm} x 57.18mm$$

$$\text{costo en eje posterior} = \$15734.79$$

Entonces el costo por hora en la tracción para neumáticos originales (que no fueron para reencauche) es de:

$$\text{costo/hora} = \frac{15734.79}{3257} = 4.83 \$/hr$$

6.3.2.2 Hallando el costo/hora para neumáticos reencauchados

Los neumáticos reencauchados tienen un precio promedio de \$ 9800, estos vienen con una cocada de 75mm, de la figura 6.28 se tiene el promedio de

rendimiento en horas de todos los neumáticos reencauchados dándonos un promedio de 2572 horas.

Estos neumáticos reencauchados son retirados a SCRAP con un remanente promedio de 11.5 mm, como se hallo antes, entonces la cocada real que se puede consumir en promedio del neumático reencauchado es de:

$75-11.5=63.5\text{mm.}$, este es el valor real de consumo de cocada de neumáticos reencauchados en promedio.

Con todos estos datos podemos hallar el costo/mm si la cocada de neumático se consumiera en su totalidad es decir los 75mm.

$$\text{costo/milimetro} = \frac{9800}{75} = 130.67 \text{ \$/mm}$$

Por lo tanto el costo en el eje de la tracción trabajando con neumáticos reencauchados es de

$$\text{costo en eje posterior} = \frac{\text{costo}}{\text{milimetro}} \text{ total } \times \text{milímetros consumidos en tracción}$$

$$\text{costo en eje posterior} = 130.67 \text{ \$/mm} \times 63.5\text{mm}$$

$$\text{costo en eje posterior} = \$ 8297.55$$

Hallando el costo /hora de los neumáticos reencauchados trabajando en el eje de la tracción es de:

$$\text{costo/hora} = \frac{8297.55}{2572} = 3.23 \text{ \$/hr}$$

Se muestra cuadro comparativo neumáticos originales vs reencauchados.

Tabla 6.10- Comparación de costos por hora de neumáticos originales y reencauchados

NEUMATICO ORIGINAL		REENCAUCHADO	
Costo Original	\$24,216.000	Costo Reencauche	\$9,800.000
Cocada Inicial (milímetros)	88	Cocada Inicial (mm.)	75
Costo x milímetros	\$275.18	Costo x mm.	\$130.67
Rendimiento Horas Total	5473	cocada efectiva de consumo	63.5
Rendimiento Hrs. Eje Posterior	3257	Garantía Horas	2572
Remanente mm. Delant. a Posterior (mm.)	57.18		
Costo eje (Posterior)	\$15,734.79	Costo eje (Posterior)	\$8,297.55
Costo US x Hrs. (Posterior)	\$4.83	Costo US x Hrs.	\$3.23

Fuente: Propio

De esta tabla 6.10 observamos que el costo de neumáticos originales en la tracción es de 4.83 \$/hr y de los neumáticos reencauchados es de 3.23 \$/hr, demostrándose entonces que conviene tener neumáticos reencauchados en el eje de la tracción pues la diferencia en costo por hora es de 1.6 \$/hr.

Comparando costos en el eje de la tracción el costo de neumático original en la tracción es de \$15734.79, en cambio el costo en la tracción para neumáticos reencauchados es de \$8297.55. Encontrándose los siguientes resultados:

Tabla 6.11- Ahorro al utilizar neumáticos reencauchados

Diferencia en Costo	53%
Ahorro Significativo	47%
Ahorro en \$ por 1 Llanta	\$7,437.24

Fuente: Propio

Por lo tanto colocando neumáticos reencauchados en la tracción en vez de neumáticos originales nos permite tener un ahorro de \$ 7,437.24 por neumático, este ahorro es bastante significativo pues además nos permite mantener los neumáticos originales en posiciones con menos tasas de desgaste permitiendo obtener rendimientos superiores a 5500 horas conservando la carcasa para futuro reencauche aumentando con ello más

su rendimiento total y disminuyendo con ello el consumo de neumáticos en la Mina Pierina.

6.4 SIMULACIÓN DE NEUMÁTICOS ORIGINALES VS NEUMÁTICOS REENCAUCHADOS DE CAT 785 C ARO 33.0R51

Demostraremos el beneficio económico de usar 4 neumáticos originales trabajando con 2 neumáticos reencauchados en el eje de la tracción para ello utilizaremos los datos hallados anteriormente como son las horas promedio de rendimiento de los neumáticos originales, costo, cocada inicial, etc. En esta tesis estamos trabajando con 13 camiones 785C CAT, para la producción en la mina.

6.4.1 Utilizando solo 6 neumáticos originales para cada camión

Iniciamos la simulación hallando el costo utilizando solo 6 neumáticos originales que pueden ser nuevos o reparados de stock, sin utilizar para nada neumáticos reencauchados. Todo esto calculado para 1 año cuanto es lo que se va a ahorrar en la mina en cuanto a neumáticos.

NEUMÁTICOS ORIGINALES

NUMERO DE CAMIONES	NUMERO DE NEUMATICOS EN LOS CAMIONES	PROMEDIO HORAS DE RODADO DEL NEUMATICO
13	6	5,473

Costo Horario (Dólares)

COSTO DEL NEUMATICO NUEVO \$	PROMEDIO HORAS DE RODADO	COSTO /HORA
\$24,216.000	5,473	\$4.42

Duración en meses del neumático

PROMEDIO HORAS QUE DURA UN NEUMATICO	PROMEDIO DE RODADO MENSUAL	DURACIÓN DEL NEUMATICO (MESES)
5,473	550	9.95

Consumo anual de neumáticos

NUMERO DE CAMIONES	NUMERO DE NEUMATICOS EN LOS CAMIONES	DURACIÓN DEL NEUMATICO (MESES)	CONSUMO ANUAL DE NEUMATICOS
13	6	9.95	

13	6	9.95	94.06
----	---	------	-------

Costo anual consumo de neumáticos

CONSUMO ANUAL DE NEUMATICOS	VALOR DE NEUMATICO NUEVO	CONSUMO ANUAL VALORIZADO
94.06	\$24,216.000	\$2,277,853.63

Horas de rodado anual

PROMEDIO HORAS DE RODADO DE NEUMATICO	CONSUMO ANUAL DE NEUMATICOS	HORAS DE RODADO AL AÑO
5,473	94.06	514,800

Para hallar este costo se tiene un promedio de rodado por mes de los neumáticos de 550 horas.

Se halla el total de neumáticos originales que se va a utilizar para los 13 camiones durante un año, que son en total de 94 neumáticos originales para garantizar el normal funcionamiento de los camiones y no queden parados por falta de neumáticos.

Dándonos como resultado el costo cuando se trabaja solo con 6 neumáticos originales para los 13 camiones todo esto para 1 año, el costo es de \$ 2277853.63

6.4.2 Costo al trabajar con solo 2 neumáticos reencauchados

Ahora hallemos el costo para los neumáticos reencauchados y la cantidad de neumáticos de reencauchados que se va a utilizar durante un año para ello utilizaremos los datos hallados anteriormente como el promedio de rendimiento en horas de neumáticos reencauchados, colocando solo 2

neumáticos reencauchados en el eje de la tracción, con 550 horas de rodado en el mes en promedio. Como se muestra en el siguiente gráfico:

NEUMATICO REENCAUCHADO

NUMERO DE CAMIONES	NUMERO DE NEUMATICOS EN LOS CAMIONES	PROMEDIO HORAS DE RODADO POR GRANTIA (LOTE DE 6)
13	2	2,572

Costo horario (Dólares)

COSTO DEL NEUMATICO NUEVO	PROMEDIO HORAS DE RODADO POR GRANTIA (LOTE DE 6)	COSTO /HORA
\$9,800.00	2,572	\$3.81

Duración en meses del neumático

PROMEDIO HORAS DE RODADO POR GRANTIA (LOTE DE 6)	PROMEDIO DE RODADO MENSUAL	DURACIÓN DEL NEUMATICO (MESES)
2,572	550	4.68

Consumo anual de neumáticos

NUMERO DE CAMIONES	NUMERO DE NEUMATICOS EN LOS CAMIONES	DURACIÓN DEL NEUMATICO (MESES)	CONSUMO ANUAL DE NEUMATICOS
13	2	4.68	66.7

Costo anual consumo de neumáticos

CONSUMO ANUAL DE NEUMATICOS	COSTO DEL NEUMATICO NUEVO	CONSUMO ANUAL VALORIZADO
66.7	\$9,800.00	\$653,742.52

Horas de rodado anual

PROMEDIO HORAS DE RODADO POR GRANTIA (LOTE 6)	CONSUMO ANUAL DE NEUMATICOS	HORAS DE RODADO AL AÑO
2,572	66.7	171,600

Encontrándose el costo para 2 neumáticos reencauchados por camión durante un año dándonos como costo \$ 653742.52, el número de neumáticos reencauchados necesarios durante un año es de 67 neumáticos para garantizar operativo los 13 camiones 785C.

6.4.3 Costo al trabajar con solo 4 neumáticos originales por camión

Ahora hallemos el costo cuando se trabaja solo con 4 neumáticos originales para 13 camiones durante un año asumiendo que estos van a trabajar con 2 reencauchados, en la siguiente tabla se muestra:

NEUMATICO ORIGINALES

NUMERO DE CAMIONES	NUMERO DE NEUMATICOS EN LOS CAMIONES	PROMEDIO HORAS DE RODADO
13	4	6012.57

Costo Horario (Dólares)

COSTO DEL NEUMATICO NUEVO	PROMEDIO HORAS DE RODADO	COSTO /HORA
\$24,216.000	6012.57	\$4.03

Consumo anual de neumáticos

NUMERO DE CAMIONES	NUMERO DE NEUMATICOS EN LOS CAMIONES	DURACIÓN DEL NEUMATICO (MESES)	CONSUMO ANUAL DE NEUMATICOS
13	4	10.93	57.1

Costos anual consumo de neumáticos

CONSUMO ANUAL DE NEUMATICOS	COSTO DEL NEUMATICO NUEVO	CONSUMO ANUAL VALORIZADO
57.1	\$24,216.000	\$1,382,259.37

Horas de rodado anual

PROMEDIO HORAS DE RODADO	CONSUMO ANUAL DE NEUMATICOS	HORAS DE RODADO AL AÑO
6,013	57.1	343,200

De esta tabla se halla que el costo para un año de 4 neumáticos originales para los 13 camiones es de \$ 1382259.37, con un total de 57 neumáticos originales que se va a consumir. Con todos estos datos hallados de la simulación de los neumáticos para un año podremos hallar el ahorro al

utilizar neumáticos reencauchados en los 13 camiones como se observa en la siguiente tabla:

6.4.4 Cuadro Resumen de beneficio de reencauche en camiones CAT 785C para 1 año

costo anual (4 originales + 2 reencauchados) = \$ 1382259.37 + \$ 653742.52

costo anual (4 originales + 2 reencauchados) = \$ 2036001.89

Por lo tanto el ahorro anual en presupuesto utilizando 2 reencauchados es la diferencia entre el costo de 6 neumáticos originales para un año menos el costo de 4 originales con 2 neumáticos reencauchados:

Ahoro en presupuesto anual = \$ 2277853.63 – \$ 2036001.89

Ahoro en presupuesto anual = \$ 241851.74

Tabla 6.12-Resumen de costos y se muestra el ahorro al utilizar neumáticos reencauchados

Costo anual Consumo de Neumáticos Originales (6 neumáticos).	\$2,277,853.63
Costo anual Consumo de Neumáticos Originales (4 neumáticos).	\$1,382,259.37
Costo anual Consumo de Neumáticos Reencauchados (2 neumáticos).	\$653,742.52
Costo anual Consumo de Neumáticos Originales + Reencauche (4 + 2 neumáticos).	\$2,036,001.89
Ahoro en presupuesto anual	\$241,851.74

Fuente: Propio

Entonces el ahorro que se obtiene al utilizar 2 neumáticos reencauchados con 4 neumáticos originales para 13 camiones durante un año es de \$ 241,851.74 este es un ahorro bastante importante para reducir los costos en mina por lo tanto demostramos la importancia de utilizar neumáticos reencauchados para reducir costos y aumentar el rendimiento de los neumáticos.

Tabla 6.13-Reducción en el costo horario en dólares

Reducción en el Costo/Horario	\$0.40
* Reducción en la compra de neumáticos nuevos	\$895,594.26

Fuente: Propio

Obteniéndose en total una reducción en costos de 11.5%

6.5 Demostración del aumento de rendimiento en neumáticos al utilizar reencauchados.

Hallaremos el rendimiento para las posiciones 1 y 2 al utilizar reencauchados en la tracción y el aumento del rendimiento en posiciones 3 y 4 al utilizar reencauchados en pos 5 y 6

6.5.1 Demostración del aumento de rendimiento en neumáticos Pos 1 y 2 al utilizar neumáticos reencauchados en tracción

Tenemos la tasa de desgaste hallados para cada posición

Tabla 6.14-Tasa de desgaste para cada posición en promedio de neumáticos

tasa desgaste 1	121.88	hr/mm
tasa desgaste 2	118.61	hr/mm
tasa desgaste 3	72.31	hr/mm
tasa desgaste 4	68.17	hr/mm
tasa desgaste 5	43.26	hr/mm
tasa desgaste 6	44.05	hr/mm

Fuente: Propio

Demostraremos cuantas horas más se gana en posiciones delanteras utilizando neumáticos reencauchados, para ello tenemos los siguientes datos:

MEDIDA: 33.00R51

Rendimiento Total promedio: 5473 Hrs.

OTD Original. : 88 mm.

Costo Nuevo: \$ 24216.00

$$\frac{\text{Costo general}}{\text{Hora}} = \frac{24216}{5473} = 4.42 \text{ \$/hr}$$

$$\text{costo/mm} = \frac{24216}{88} = 275.18 \text{ \$/mm}$$

Sin Reencauche el Rendimiento es: 5473 horas.

RTD Final= 12.64 mm en Realidad el neumático esta fuera de uso RTD final=0

Eje Delantero promedio = 2216 Horas

Eje Posterior promedio = 3257 Horas

5473 Horas Vida Útil sin Reencauche.

Salida del neumático del eje Delantero: Consumo de la cocada en eje direccional al momento de salir es de: 18.18 mm

$$\text{Costo del neumático eje delantero} = \frac{18.18 \text{ mm} \times 275.18 \text{ \$}}{\text{mm}} = \$5002.77$$

$$\text{Costo del neumático eje posterior} = \frac{69.82 \times 275.18 \text{ \$}}{\text{mm}} = \$19213.07$$

Cuando los neumáticos de la Pos. 5 y 6 salen, las posiciones 3 y 4 pasan a la Pos. 5 y 6, en Reemplazo de la Pos. 3 y 4 entran 2 neumáticos Reencauchados.

Cuando esto se hace los neumáticos en posición 1 y 2 permanecen en esa posición permitiéndonos hacer cumplir la rotación al 30% de consumido la

cocada rotar hacia posición 3 y 4 permitiéndonos obtener más horas en posiciones 1 y 2.

De los datos se observa que solo se está consumiendo en promedio 18.18mm en eje delantero cuando deberíamos de consumir hasta 26.4 mm y esto no se puede lograr porque se presentan daños en posiciones 3 y 4 o en 5 y 6 y al no tener reencauchados nos obliga a realizar rotaciones prematuras, pero si tenemos reencauchados podremos desgastar hasta 24.6 mm en posiciones delanteras que es lo ideal, entonces hallemos las horas que se logran al cumplir la rotación del 30% del eje delantero, tasa desgaste promedio en eje delantero es de 120.2 hr/mm:

$$\text{Horas logradas pos. 1 y 2} = \frac{120.2hr}{mm} \times 26.4mm = 3173.3 \text{ hr}$$

Costo de los neumáticos nuevos en Pos. 1 y 2 en esta nueva situación:

$$\text{Costo neumático pos. 1 y 2} = \frac{26.4mm \times 275\$}{mm} = \$7260$$

$$\text{Valor del neumático por rodar eje posterior} = \$24216 - \$6769.43 = \$16956$$

Entonces nos queda como remanente en cocada para las posiciones de tracción una cocada de 61.6 mm. Pero por teoría la rotación de los neumáticos se tiene, como el 60% de 88mm es 52.8 mm esta es la cocada que tenemos que repartir primero en posición 3 ó 4 y luego rotarlo a la posición 5 ó 6 donde este neumático será retirado para SCRAP.

Como ya se consumió un total de 26.4 mm en el eje de delantero nos queda para la posición 3 ó 4 como remante para consumir en esta posición:

$$\text{Remanente para pos. 3 o 4} = 52.8 - 26.4 = 26.4mm$$

Hallemos ahora la cantidad de horas que rendirá esta cocada de 26.4 mm

La tasa de desgaste promedio para las posiciones 3 ó 4 es de 70.24 hr/mm

$$\text{Horas rendidas en pos. 3 o 4} = 26.4\text{mm} \times 70.24\text{hr/mm} = 1854.3 \text{ hr}$$

Ahora cuando este neumático sea rotado a posición 5 ó 6 tendrá como remanente o cocada de:

$$\text{Remanente para pos. 5 o 6} = 88 - 52.8 - 12.64 = 22.56\text{mm}$$

Como la tasa de desgaste en posición 5 ó 6 es de 43.66 hr/mm, hallamos:

$$\text{Horas rendidas en pos. 5 y 6} = \frac{22.56\text{mm} \times 43.66\text{hr}}{\text{mm}} = 984.97\text{hr}$$

Entonces la cantidad en horas rendidas por neumáticos originales cuando trabajan con neumáticos reencauchados en la tracción es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{horas rendidas trabajando con reencauchados} &= 3173.3 + 1854.3 + 984.97 \\ &= 6012.57 \text{ horas} \end{aligned}$$

En cambio cuando trabajan sin neumáticos reencauchados las horas rendidas promedio son solo de 5473 horas, demostrándose con ello las horas adicionales que se gana al mantener más tiempo los neumáticos en posición 1 ó 2 hasta las 3173.3 horas en promedio, gracias a neumáticos reencauchados:

$$\text{horas ganadas al trabajar con reencauchados} = 6012.57 - 5473 = 539.6 \text{ horas}$$

6.5.2 Demostración del aumento de rendimiento de neumáticos originales al utilizar neumáticos reencauchados en Pos. 5 y 6

Cuando los neumáticos originales se encuentran trabajando en posición 3 ó 4 y sucede que sufre un corte o daño un neumático de pos. 5 ó 6 que nos obligue a sacar este neumático y forzándonos a realizar rotación prematura reduciendo el rendimiento de los neumáticos pos. 3 y 4 ya que la tasa de desgaste es mayor para la pos. 5 y 6, por ello conviene mantener estos neumáticos en posiciones con menor aceleración de desgaste.

Como se halló si realizamos la rotación al 30% y 60% lograremos obtener rendimientos altos, pero si utilizamos reencauchados el beneficio será mayor:

Utilizando neumáticos reencauchados en Pos. 5 y 6, ya se tiene calculado horas logradas en Pos 1 y 2 es de 3173.3 hrs,

Tenemos como cocada remanente entonces 48.96mm para la tracción pero si tenemos reencauchados en las posiciones 5 y 6, podemos hacer que este neumático original se quede trabajando hasta el final en la posición 3 y 4 aumentando con ello su rendimiento pues la tasa de desgaste es mas favorable con respecto a la posición 5 y 6 obteniendo con ello :

$$\text{Horas rendidas en pos 3 y 4} = 48.96\text{mm} \times 70.24 \frac{\text{hr}}{\text{mm}} = 3438.95 \text{ hrs}$$

Siendo retirado de esta posición para ser enviado a reencauche de acuerdo a las condiciones como se encuentre el neumático, aumentando mas con ello su vida total y reduciendo costos significativamente.

$$\text{horas totales con reencauchados en pos. 5 y 6} = 3173.3 + 3438.95 = 6612.25 \text{ horas}$$

En cambio cuando se trabaja sin reencauchados el rendimiento es solo en promedio de 5473 horas

$$\text{horas ganadas al trabajar con reencauchados} = 6612.25 - 5473 = 1139.25 \text{ horas}$$

Así tenemos muchas formas, por ejemplo si colocamos 4 reencauchados en la tracción y permitiendo que los originales trabajen solo en eje delantero el rendimiento es mucho mayor, pero todo esto siempre y cuando no sufran daños estos neumáticos obligándonos a realizar cambios prematuros o rotaciones generando la disminución significativa de su rendimiento total y esto también depende mucho del stock suficiente que se tenga de

reencauchados, ya que cada 2572 hrs en promedio se debe cambiar por otros reencauchados.

Si los neumáticos originales trabajan solo en eje Pos. 1 o 2 las horas totales serian: con cocada para consumir = $88 - 12.64 = 75.36$ mm

$$\text{Horas logradas en Pos. 1 o 2} = \frac{75.36 \text{ mm} \times 120.2 \text{ hr}}{\text{mm}} = 9085.27 \text{ hrs}$$

Ganándose entonces = $9085.27 - 5473 = 3585.27$ hrs.

A continuación mostramos fotos de neumáticos reencauchados en Posición 5 y 6 n el Camión 08 CAT 785C, se observa el diseño de la banda de rodamiento muy similar al original Bridgestone.



Figura 6.43- Vista de neumáticos reencauchados instalados en camión 08

Fuente: NEUMA PERU-PIERINA TALLER

CONCLUSIONES

1. En las rutas estudiadas se encontraron 14 pendientes superiores al 8%, lo cual perjudica a los neumáticos por sobrecarga además genera desgaste acelerado. En el estudio de vías se encontraron 14 curvas con excesos de velocidad al tomar estas. Algunos casos obedecen a radios de giros reducidos, pero también tienen que ver con la operación. Las velocidades juegan un papel importante en el rendimiento de los neumáticos ya que estas generan el recalentamiento incrementando la temperatura interna del neumático y como consecuencia el aumento de la presión dentro del neumático.
2. En la operación de Pierina los factores que mayor impacto (negativo) tienen en el rendimiento de los neumáticos son las: PENDIENTES y los INGRESOS A CURVAS ya que estas generan desgaste irregulares en la banda de rodadura, genera recalentamiento en los neumáticos al aumentar la temperatura al no controlar las velocidades en las curvas todo esto genera daños como separación mecánica, térmica.
3. El cuidado de las vías en Mina Pierina es constante el personal de Neuma Perú constantemente inspecciona el estado de esta y os reporta en su momento oportuno, se le capacita constantemente a los operadores de

camiones el evitar sobrecargar el camión para no derramar material en la zona de carga, en las vías, en la descarga que generan cortes en los neumáticos.

4. En el estudio de cargas de los camiones nos ha dado como resultado que un 32.7% de las cargas está en el rango (110%-120%)-sobrecarga, y 11.35% con sobrecarga mayor al 120% (se debe evitar en todo momento), las sobrecargas afectan directamente en el aumento de Vías; y por lo tanto en los sobreesfuerzos de: Frame, Suspensiones, Mandos finales, Ruedas, etc.
5. En el estudio de temperaturas se encontró que la mayor temperatura del neumático no necesariamente coincide con la mayor temperatura del día. Por lo tanto, más impacto en el aumento de temperatura tienen las constantes flexiones producidas por la operación continua que la mayor temperatura del día (ambiental). En todos los neumáticos estudiados los Hombros exteriores se encontraron con menor temperatura que el Hombro interior. Esto corresponde a transferencia de calor más lenta en el interior por la temperatura del motor. Por las temperaturas encontradas los neumáticos de los camiones se encuentran al límite de su capacidad por estar muy próxima a los 105°C en que se producirá la degradación de la goma. Por lo tanto, las condiciones de carga y velocidad no deben variar (aumentar).
6. Consideramos que cualquier temperatura interior que alcance los 100°C debe ser considerada como riesgosa, cuando se tengan alertas preventivas se debe coordinar con el área de Operaciones Mina para reubicar el equipo

a un ciclo menos penalizante, y para alertas críticas se debe detener el equipo y determinar causa de temperatura elevada; posteriormente hacer seguimiento al neumático.

7. Los neumáticos en los que se realizaron las pruebas son seminuevos (posiciones delanteras 1 y 2 con aproximadamente 7% de desgaste), razón por la cual las temperaturas se encontraron al límite. Conforme estos neumáticos se desgasten las temperaturas bajarán. El mayor riesgo de inicio de separación de un neumático es en sus primeras horas (cocada alta).
8. En el estudio de TKPH se demostró que el TKPH Operacional no excede al TKPH del neumático que viene a ser $558 \times 1.18 = 658$ (1.18 Coeficiente de Ajuste de temperatura del Medio Ambiente). Cabe resaltar que el TKPH Operacional es bastante baja lo cual lo consideramos muy bueno, y esto se debe a los ciclos adecuados donde trabaja el equipo a la importancia que operaciones mina está dando en el cuidado de los neumáticos como por ejemplo no sobrecargando los camiones, la velocidad, etc.
9. Este estudio de TKPH, que viene a ser una muestra bastante pequeña de miles de puntos que pudieran existir en tan solo 1 mes, nos indica que se encuentra por debajo de lo establecido por las características técnicas del neumático (Data Book), pero no necesariamente el resto se debe encontrar en estas mismas condiciones, para ello se debe solicitar al área que pudiera contar con información de Carga y Velocidad promedio por cada Camión y por cada ciclo, de tal manera que se pueda formar una estadística de TKPH por cada camión y por mes. Como resumen y en línea general todo lo

referente al control de los neumáticos, la comunicación y acción rápida a la solución de los diferentes problemas, es bastante buena, lo que los hace eficientes en sus labores y esto se ve reflejado en el menor consumo de los neumáticos.

10. Mantener la correcta presión de inflado es absolutamente necesario.

Excesiva presión de inflado o bajo presión de inflado producirá daños a corto plazo en los neumáticos disminuyendo las horas de servicio en forma drástica (la vida útil se verá afectada considerablemente). Se ha demostrado que en mina Pierina se tiene un estricto monitoreo de las presiones pues este es un factor crucial para el rendimiento de los neumáticos se observa que están o se mantienen en promedio en 105°C a 120°C para que los neumáticos originales lleguen sin la carcasa fatigada para poder ser enviados a reencauche , una vez reencauchados es también importante hacer el seguimiento para prevenir la separación de la goma reencauchada en los neumáticos por presión baja por excesiva flexión además genera desgaste excesivo en los hombros, las presiones altas generan mayor desgaste en la parte central de banda de rodamiento y propenso a cortes, impactos.

11. Se ha encontrado datos importantes como para los neumáticos no reencauchados en promedio su rendimiento es de 5473 horas, además se obtiene el promedio de rendimiento de los neumáticos en posición 1 y 2 es de 2216 horas, por lo tanto el promedio de rendimiento en horas de neumáticos que trabajaron en tracción (posición 3, 4,5 y 6) es de 3257 horas. Se observa que a medida que se hace la rotación los neumáticos duraran menos horas en las posiciones de tracción

12. La tasa de desgaste de los neumáticos de acuerdo a la posición donde trabaja, son para posiciones delanteras (pos. 1 y pos.2) para que desgaste 1 mm tiene que pasar 120.2 horas en promedio , conviene entonces tener el neumático en posiciones delanteras para aumentar su tiempo de vida ya que este lugar es también un lugar visible para el operador , además cuando el camión está cargado los neumáticos delanteros soportan menor carga con respecto a los neumáticos posteriores (pos. 3,4,5 y 6) pero por procedimiento en Mina Pierina y con el fin de hacer la rotación de neumáticos y con el fin de generar stock la rotación de neumáticos delanteros hacia posteriores se hace al 30% de desgaste de la cocada inicial del neumático. Por otro lado en posiciones 3 y 4 la tasa de desgaste en promedio es de 70.24 hr/mm es mucho mayor con respecto a posiciones delanteras, reduciendo la vida del neumático en forma más acelerada, además debemos recordar que en estas posiciones sufren de cortes daños los neumáticos, se debe hacer la rotación del neumático al 63% de desgaste de la cocada inicial pasar a las pos. 5 y 6 respectivamente. En las posiciones 5 y 6 la tasa de desgaste es la más acelerada ya que en promedio se tiene 43.6 hr/mm acortando rápidamente la vida de los neumáticos en estas posiciones, además estas posiciones son el lado ciego del operador según la estadística que se tiene es en estas posiciones donde sufren mayor desgaste, cortes en banda de rodamiento, en flanco, hombros, perdida de neumáticos por impacto, etc.
13. Se demostró que los neumáticos Bridgestone muestran el mejor rendimiento en todos los meses durante el 2013 en comparación con los Michelin llegando incluso a picos de rendimiento de 6127 horas en cambio los

neumáticos Michelin llegaron máximo hasta 5452 horas , los neumáticos reencauchados rindieron más que la garantía que ofrecía la empresa reencauchadora llegando a picos de 2936 horas que es mucho más de lo que ofrecía como garantía 2500 horas, por ello en mina Pierina se está dando bastante énfasis en conservar los neumáticos evitando fatiga ,daños, realizando la rotación correcta, controlando las presiones temperatura para luego poderlos enviar a reencauche y obtener mayor horas de rendimiento de los neumáticos reduciendo con ello costos.

14. La cantidad de neumáticos perdidos se da de la siguiente manera en posiciones delanteras pos 1 y 2 no se ha reportado pérdida de neumáticos para SCRAP, en pos 3 y 4 se tiene en total 10 neumáticos perdidos, en posicione 5 y 6 es donde se observa la mayor cantidad de neumáticos que salieron para Scrap, esto porque aquí están los neumáticos con mayor horas rodadas, con cortes acumulados, fatiga de la carcasa, etc. En total en las pos 5 y 6 se tuvo 78 neumáticos perdidos enviados a SCRAP. La mayor cantidad de neumáticos perdidos se da por desgaste esto quiere decir por consumo de la cocada y no por daños esto es bastante importante ya que esto nos demuestra la buena gestión que se realiza en el manejo de los neumáticos en Mina Pierina, en segundo lugar son por cortes en flanco y por separación.

15. Los neumáticos de posición 1 y 2 salieron para reparación con 2220 horas esto es menos de lo planeado se tuvo que hacer el cambio obligatorio de neumáticos y enviarlo para reparación obligándonos a realizar rotación prematura , pues estos neumáticos al regresar luego como reparados ya no pudieron ser colocados en posiciones delanteras por un tema de seguridad

y tuvieron que ser colocadas en el eje de tracción afectándole la tasa de desgaste que es más acelerado en esas posiciones disminuyendo con ello su rendimiento final. Las horas que duraron después de ser reparados fueron de 2639 horas durando un total el neumático 4858 horas esto es mucho menor si comparamos cuando el corte se dio cuando estuvo en posición trasera o tracción. Como veremos más adelante. Por ello la gestión en el manejo de los neumáticos es crítico en cada inspección que se hace todos los días aparte de la presión, temperatura el identificar cortes en banda de rodamiento, en flanco, en hombros, etc. es crítico una vez identificado se planifica su retiro de inmediato de acuerdo al daño para que sean reparaciones preventivas y no correctivas que al final afectaran drásticamente en la vida del neumático. En todo momento se debe inspeccionar las vías las zonas de carguío, descargas, evitar sobrecargas, evitar daños en los neumáticos para no perjudicar su rendimiento y rotación planificada.

16. En las posiciones 3 y 4 se producen los cortes en promedio a las 3524 horas, comparando el rendimiento final o total de horas que duró el neumático se observa que cuando el corte se da en posición 3 o 4 las horas totales finales de rendimiento son más con respecto a si el corte se hubiera dado en posición 1 o 2, donde horas totales en promedio pos 3 o 4 es de 5587 horas.
17. En las posiciones 5 y 6 se presentan la mayor cantidad de daños como cortes en los neumáticos pero lastimosamente no todos estos daños son reparables por tamaño del daño, por la cantidad, y sobre todo por las horas del neumático y también por el remanente que le queda, el costo al enviar a

repararlo no conviene, solo algunos de acuerdo a lo que se mencionó son reparables. Los cortes daños son más frecuentes y severos en los neumáticos en posiciones 5 y 6, por el desgaste avanzado, fatiga de la carcasa, horas del neumático, por ser lado ciego del operador, etc. Los cortes o daños en estas posiciones se da en promedio a las 4205 horas, aquí se evalúa si hay condiciones para que siga rodando o enviarle a reparación o de lo contrario ver las condiciones si es que sirve para enviar a reencauche generalmente lo reparan ahí, todo esto de acuerdo al remanente que tenga, a las horas del neumático, el tamaño del corte. Luego de ser reparadas duran en promedio 1677 horas más, pero en la vida total del neumático se ve que dura un aproximado de 5961 horas "Si se va presentar cortes en los neumáticos procurar que no se dé en posiciones 1 o 2 puesto que esto afecta drásticamente en el rendimiento total o vida del neumático. La idea es evitar daños a toda costa en los neumáticos pero si es que este se da lo mejor que se dé es cuando este en posiciones 5 y 6 para que no le afecte mucho su rendimiento final.

18. El rendimiento promedio de los neumáticos reencauchados es de: 2572 hrs. Las horas promedio con el cual se envían a reencauche es de: 4813 horas, cocada promedio del neumático con el cual se envía a reencauche es de: 21.19mm, por teoría se sabe que se debe enviar a un promedio de 20mm. La cocada con el cual el neumático reencauchado se envía a SCRAP en promedio es de: 11.5mm.
19. Se ha demostrado que el rendimiento promedio total en horas de los neumáticos que fueron a reencauche (es decir la suma de horas primera vida más horas como reencauchadas) es de 7385 horas, en cambio los

neumáticos que no fueron para reencauche solo duran en promedio 5473 horas, esto quiere decir que en promedio se gana 1912 horas cuando se envía los neumáticos a reencauchados al ganar más horas y el costo/hora del reencauchado es mucho menor al utilizar.

20. El motivo de retiro de los reencauchados y la cantidad. Donde se observa que el 68% de retiro de los neumáticos reencauchados se dio por desgaste, esto quiere decir que no fueron por el tema de daños. Se está trabajando actualmente para que los neumáticos reencauchados se han retirados a scrap por desgaste y no por temas de cortes, se sabe que los reencauchados generalmente no se reparan, por ello la importancia de cuidarlos para justificar su costo y aumentar su rendimiento

21. Para neumáticos mayores a 5000 horas en primera vida se tiene en rendimiento como reencauchado 2641.2 horas, dándonos como promedio total de vida del neumático 8147 horas. Para neumáticos menores a 5000 horas que son enviados para reencauche, su rendimiento luego como reencauchado es en promedio 2528.6 horas y un total de vida de 6933 horas. De esto en promedio se demuestra que conviene sacarle el máximo rendimiento en horas al neumático antes de enviarlo para reencauche, pues como hora Recap duraran más y la vida total del neumático será buena en promedio 7540 horas. Pero se tiene también neumáticos que fueron enviados a Recap con pocas horas en primera vida rindiendo al final más que el promedio de las anteriores. Esto depende mucho del estado de la carcasa antes de enviarlo para Recap.

22. La tasa de desgaste de los neumáticos reencauchados para cada posición es prácticamente el mismo en promedio 42.33horas/mm, cercano a la tasa de desgaste de los neumáticos originales en las posiciones 5 y 6. Entonces los neumáticos reencauchados pueden trabajar sin problema en cualquiera de las posiciones del eje de la tracción pues su rendimiento será en promedio el mismo.
23. Al enviar neumáticos a reencauche el beneficio que se obtiene frente a neumáticos que no se envían a reencauche se obtiene un ahorro de 0.18 \$/hr. Después de ser reencauchados y ser instalados en la tracción aumentaran el rendimiento y permitirán reducir el costo de los neumáticos originales
24. Cuando los neumáticos trabajan en la tracción, el costo de neumáticos originales es de 4.83 \$/hr y de los neumáticos reencauchados es de 3.23 \$/hr, demostrándose entonces que conviene tener neumáticos reencauchados en el eje de la tracción pues la diferencia en costo por hora es de 1.6 \$/hr. Comparando costos en el eje de la tracción el costo de neumático original en la tracción es de \$15734.79, en cambio el costo en la tracción para neumáticos reencauchados es de \$8297.55
25. Se demostró el ahorro que se obtiene al utilizar 2 neumáticos reencauchados con 4 neumáticos originales para 13 camiones durante un año este ahorro es de \$ 241,851.74 obteniéndose en total una reducción en costos de 11.5% esto es bastante importante para reducir los costos en mina por lo tanto demostramos la importancia de utilizar neumáticos

reencauchados para reducir costos y aumentar el rendimiento de los neumáticos.

26. Los neumáticos de las pos. 1 y 2 al trabajar con neumáticos reencauchados en la tracción llegan a durar en promedio hasta las 3173.3 hrs en estas pos. 1 y 2, obtenido un rendimiento total de 6012.57 hrs a diferencia cuando trabajan sin reencauchados estos neumáticos en estas posiciones 1 y 2 llegan solo hasta 2216 hrs con un rendimiento total de 5473 hrs. Ganando entonces 539.6 hrs al utilizar reencauchados.

27. Los neumáticos de las posiciones 3 y 4 al trabajar con neumáticos reencauchados en la tracción llegan a durar en promedio hasta los 3173.3 hrs en pos. 1 y 2 y luego al ser rotados a pos. 3 y 4 y permaneciendo en este lugar hasta desgastara todo su rendimiento es de 3438.9 dándonos como total de rendimiento 6612.25 horas ganando entonces 1139.25 horas adicionales.

RECOMENDACIONES

1. Seguir realizando el estudio de TKPH para todos los equipos para con ello acercarnos más al valor real y saber si los neumáticos se encuentran por encima del TKPH operacional.
2. Realizar constantemente la toma de presiones y temperatura de todos los neumáticos pues este es un factor determinante para el rendimiento de los neumáticos.
3. Para enviar neumáticos a reencauche debemos conservar el buen estado de la carcasa y eso se logra inspeccionando constantemente en campo el estado de las vías, zona de carguío y descarga, evitando la sobrecarga, verificando los ciclos, las velocidades, realizando la correcta rotación, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. OPEN PIT. Mine Planning & Design. w. Hustrulid, M. Kuchta. A.A.A Balkema/ Rotterdam/ Brook Field/ 1995.
2. BRIDGESTONE. Data Book of the Road Tires. Edición 2009, Tokyo-Japan.
3. MICHELIN. Technical Data Earthmover Tyres. Edición 2012. Francia.
4. MICHELIN. Informaciones técnicas. Obras públicas y minería. Edición N°21-2004
5. DATA NEUMA PERU SA, Unidad Minera: Pierina / Peru-2013
6. RENOVA SAC. / Peru-2013
7. KLINGE. Software de llantas (Mina Pierina) / Perú-2013

ANEXOS

Tire Size	Pattern	LI/SS	Star Rating	TRA Code or Application	Spec	TKPH	TMPH	Approximate Inward Dimensions				OTD	Minimum Dual Spacing	Recommended Rim/Flange Height
								OD	OW	SLR	SLW			
								mm inch	mm inch	mm inch	mm inch			
33.00R51 Tubeless	VMT		★2	E3	-	-	-	2988	932	1338	1052	48.0	1074	24.00/5.0
					E1A	1018	697	117.6	36.7	52.7	41.4		42.3	
					E3A	1209	828							
	VMTP		★2	E4	E2A	591	405	3063	932	1376	1052	89.5	1074	42.3
					E1A	700	479	120.6	36.7	54.2	41.4		42.3	
	VRLS		★2	E4	E2A	558	382	3036	932	1371	1051	78.5	1074	42.3
					E1A	679	465	119.5	36.7	54.0	41.4		42.3	
					E3A	807	553							
	VRDP		★2	E4	E2A	558	382	3061	932	1376	1051	87.0	1074	42.3
					E1A	679	465	120.5	36.7	54.2	41.4		42.3	

Pattern	Application Max. Speed km/h mph	Tire Load Limits at Various Cold Inflation Pressures													Std	
		kPa psi	400 58	425 62	450 65	475 69	500 73	525 76	550 80	575 83	600 87	625 91	650 94	675 98		700 102
VMT	E/M	★	★2													33.00R51
VMTP	50	kg		27250	29000	30000	30750	32500	33500	34500	35500	36500	37500	38750		
VRLS	30	lbs		60000	64000	66000	68000	71500	74000	76000	78500	80500	82500	85500		
VRDP																

Anexo N°1: Información de neumáticos 33.00R51 BRIDGESTONE