

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**PUCP**

**ESTUDIO SOBRE LA IMPORTANCIA DE LA GESTION DE NEUMÁTICOS EN  
LOS VOLQUETES MERCEDES BENZ MODELO ACTROS 3344K EN LA U.M.  
QUENUALES – CONTONGA**

**Trabajo de suficiencia profesional para obtener el título profesional de**

**Ingeniero Mecánico**

**AUTOR:**

Alvaro Alonso Carrion Cadillo

**ASESOR:**

Paul Pedro Lean Sifuentes

Lima, Abril, 2021

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se estudió la influencia que tiene la gestión de neumáticos para incrementar la vida útil de ellos y reducir los costos de operación, en los Volquetes Mercedes Benz modelo Actros 3344K. El estudio se llevo a cabo en la Unidad Minera Contonga, Ubicada en el departamento de Ancash.

La recopilación de datos y análisis de los factores y estrategias se realizaron con ayuda de la empresa Multicosalilor SAC, con un total de 09 volquetes. Con inspecciones diarias y siguiendo el plan de mantenimiento relacionado a neumáticos. Tomando como variable independiente la gestión de Neumáticos, mediante un sistema de gestión en el control de neumáticos para flotas, apoyado con un plan de mantenimiento. Teniendo como constantes, las presiones de inflado de los neumáticos, la carga aplicada de los materiales a los volquetes, la temperatura de los neumáticos y la operatividad de los equipos, estos detalles son muy importantes en la vida útil de los neumáticos. Además, se tomó como variable dependiente la reducción de los costos operativos y el aumento de vida útil de los neumáticos.

Finalmente, seguir la gestión de neumáticos apoyado con el plan de mantenimiento, nos demuestra que hubo un incremento en la vida útil comparándola con los valores iniciales a inicio del trabajo, así también hubo un ahorro significativo al finalizar el año como se demostrará en los capítulos que a continuación se detallan.

## INDICE

INTRODUCCION.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.1. Fundamentación del problema.....	6
1.2. Formulación del problema.....	6
1.2.1. Problema general.....	6
1.2.2. Problemas específicos.....	6
1.3. Objetivos de la investigación.....	7
1.3.1. Objetivo general.....	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7
1.4. Justificación.....	7
1.4.1. Razones que motivan la investigación.....	7
1.4.2. Importancia del tema de investigación.....	7
1.5. Limitación del estudio.....	8
MARCO TEORICO.....	9
2.1. Bases Teóricas.....	9
2.2. Neumático.....	9
2.2.1. Partes principales de los neumáticos.....	10
2.2.2. Distintas construcciones de neumáticos.....	11
2.3. Fallas mecánicas de los neumáticos.....	12
2.4. Descripción de las principales causas de deterioro.....	16
2.5. Control de desgaste de neumáticos.....	17
2.5.1. Verificar estructura y controlar la presión.....	17
2.5.2. Controlar la profundidad de desgaste.....	17
2.6. Indicadores de mantenimiento.....	18
2.7. Proceso de transporte – ciclo de acarreo.....	18
2.8 Proceso de reencauchado.....	19
2.9 Eje motriz.....	19
2.10 Resistencia a la rodadura.....	20
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	22

3.1. Desarrollo del plan de gestión de neumáticos en la UM – Contonga .....	22
3.1.1. Evaluación del sistema actual de control. ....	22
3.1.2. Determinación de puntos críticos de la actual gestión. ....	24
3.1.3. Implementación del nuevo sistema de control.....	25
3.1.4. Recopilación, procesamiento y reportes.....	28
3.2 Cálculo indicadores de rendimiento de neumáticos.....	31
3.3. Resultados Finales .....	35
3.3.1. Indicador Financiero.....	35
3.3.2. Indicadores de recorrido (soles/KM).....	36
3.4. Optimización de resultados .....	37
CONCLUSION .....	38
BIBLIOGRAFIA.....	39



## INTRODUCCION

El presente estudio muestra la gestión en los neumáticos y la seriedad con la que se debe de manejar estos insumos, debido a que el dinero que se invierte en la adquisición de los neumáticos representa entre un 50% a 60% del dinero asignado al área de mantenimiento. A ello sumarle lo que conlleva que la unidad quede inoperativa por presentar bajo remanente y con altas probabilidades que se corte en ruta.

El objetivo es realizar una serie de estrategias para obtener un aumento de la vida útil de los neumáticos de esa manera reducir los costos operativos de los volquetes Mercedes Benz Modelo Actros 3344K. Pasando desde las inspecciones diarias y semanales, hasta el seguimiento mes a mes para mostrar las mejoras y las decisiones tomadas a lo largo del proyecto en función de los indicadores obtenidos.

El estudio se realiza en Los Quenuales, en la Unidad Minera Contonga, en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Ancash, a una altitud promedio de 4300 msnm [1]. Por lo que las lluvias son constantes a lo largo de todo el año; generando lodo y piedras en gran parte del recorrido en el acarreo de los minerales, entonces el contacto neumático – piso aumenta produciendo un desgaste acelerado. La velocidad máxima permitida en la U.M. es de 25.0 km/h.

El trabajo de acarreo de mineral es realizado por la empresa; Multicosailor SAC, el cual presta servicio con 09 volquetes. Tanto de día como de noche.

Los volquetes que trabajan y con los que se realiza el estudio son los Mercedes Benz modelo Actros 3344K (Imagen 1); es un modelo que utiliza 10 neumáticos, dispuestos de las siguientes posiciones. Dos neumáticos en el primer eje (posición 1 y 2); cuatro neumáticos en el segundo eje (posición 3, 4, 5 y 6) y cuatro neumáticos en el tercer eje (posición 7, 8, 9 y 10) (Imagen 2)



Imagen 1 – Actros 3344K

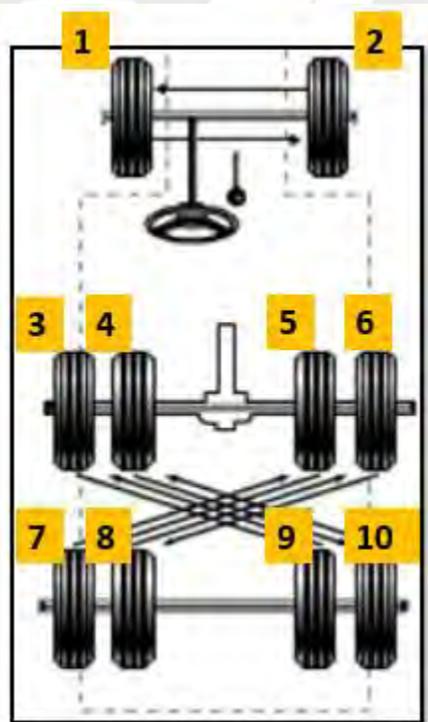


Imagen 2 – Posición de neumáticos Actros 3344K

Se debe considerar la siguiente premisa para el desarrollo del presente estudio:

*“El mantenimiento de las máquinas y de los caminos puede afectar el potencial de vida de las llantas más que el diseño de las llantas”*

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1. Fundamentación del problema

El plan de operaciones de la unidad minera Contonga, contempla la extracción de mineral por medio de socavón; utilizando métodos convencionales de explotación, es decir usando Scoops y camiones para el transporte y acarreo del mineral y/o desmontaje. Para ello, la empresa Multicosailor presta servicios de acarreo de mineral a la empresa minera, por medio del volquete marca Mercedes Benz modelo Actros 3344K, es un modelo que cuenta con 10 posiciones de neumáticos. Dos neumáticos en el primer eje (posición 1 y 2); cuatro neumáticos en el segundo eje (posición 3, 4, 5 y 6) y cuatro neumáticos en el tercer eje (posición 7, 8, 9 y 10); llevan neumáticos tipo 11R20.00

Al cierre del año 2018, la empresa Multicosailor, prestaba servicios de acarreo de mineral con 9 volquetes a la minera rodando un total de 90 neumáticos al piso. Básicamente el problema fundamental fue que, a inicio del 2018, la disponibilidad de la flota de volquetes era del 87%, por muchos factores, entre ellos el mal estado de la vía, debido una inadecuada planificación de mejoramiento de vías. El otro problema que existía era la falta de iniciativa de los gerentes y dueño, de la empresa Multicosailor, de adquirir llantas de una mayor calidad (Bridgestone, Michelin, Goodyear); en cambio adquirían llantas de baja calidad como Doupro, Annaite, Jinyu, Double Happines, no se contaba con un plan de inspecciones con lo que respecta a neumáticos, finalmente; la contratación de conductores con poca experiencia en el manejo de volquetes.

## 1.2. Formulación del problema.

### 1.2.1. Problema general

- ¿Cómo incrementar la vida útil de los neumáticos para reducir los costos de operación, teniendo en cuenta las desventajas presentadas, en la unidad minera Contonga?

### 1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué factores influyen en el desgaste prematuro de los neumáticos de un volquete Mercedes Benz Actros 3344k?
- ¿Qué estrategias o controles se debe realizar para controlar, minimizar o eliminar los factores que influyen directamente al desgaste prematuro de los neumáticos?

### 1.3. Objetivos de la investigación.

#### 1.3.1. Objetivo general.

- El objetivo es desarrollar una metodología para lograr el incremento de la vida útil de los neumáticos, y de esa manera reducir los costos operativos de los volquetes.

#### 1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar los factores que influyen en el acelerado desgaste de los neumáticos de los volquetes utilizados en Unidad Minera Contonga.
- Determinar las estrategias para controlar y minimizar o eliminar los factores que influyen en el desgaste prematuro de los neumáticos de los volquetes Mercedes Benz Modelo Actros 3344K. en la Unidad Minera Contonga.

### 1.4. Justificación.

#### 1.4.1. Razones que motivan la investigación.

El presente trabajo de investigación se justifica por las siguientes razones:

- En la empresa Multicosailor – Contonga no cuenta con un plan de mantenimiento adecuado para los neumáticos según su realidad, (clima severo, inadecuado mantenimiento de vías, la carga que traslada, etc.) la cual acelera el proceso de desgaste de los neumáticos. Con los conocimientos adquiridos en la Diplomatura de Especialización en Ingeniería de Maquinaria Pesada, fue justificación suficiente para aplicar lo aprendido a un ámbito más real.
- Ahorrar costos de operación como se menciona, los costos de neumáticos representan entre el 50 a 60% de los gastos asignados al área mantenimiento.
- Disponibilidad del equipo, si el neumático no cumple con sus horas de servicio esperadas, generará que el equipo este inoperativo por un tiempo. La disponibilidad mínima por unidad debe ser 85%, si no se cumple ello, la minera penaliza con 5% de lo que se está cobrando por equipo.

#### 1.4.2. Importancia del tema de investigación.

Incrementar la vida útil de los neumáticos es importante por lo siguiente:

- Principalmente, para reducir costos operativos y posteriormente aumentar la disponibilidad de los volquetes.

#### 1.5. Limitación del estudio.

- No se cuenta con la libertad de poder adquirir neumáticos de mejor calidad, y de esa manera poder hacer una comparación de los neumáticos usados y los neumáticos de mejor calidad.
- No se dispone de mucha información en el área de operaciones mina y mantenimiento mina, referente a las vías en interior mina.



# MARCO TEORICO

## 2.1. Bases Teóricas

El volquete minero modelo Actros 3344K de la marca Mercedes Benz, año de fabricación 2017 (Imagen 3); es uno de los más nuevos, permite cargar hasta 40 toneladas métricas y alcanzar una velocidad máxima de más de 70 km/h. Se utiliza en minas de cobre, carbón, oro o mineral de hierro. Tiene una longitud de 7 metros, un ancho de 2.5 metros y una altura de 3.3 metros, con un peso total de 80 toneladas. Por esta razón se explica el motivo del por qué se eligió estas unidades para la UM Contonga como principal vehículo de transporte mineral y/o desmonte.

### Características del Actros 3344K

- Motor: OM 501 LA Euro III electrónico
- Tipo: V6 / Turbo e intercooler
- Cilindrada: 11946
- Potencia (CV@rpm): 435@1800
- Torque (Nm@rpm): 2100@1800

La distribución de neumáticos es la misma que el resto de los camiones mineros, las posiciones de llanta en los ejes se identifican con números de 1 al 10. La posición 1 es la llanta delantera izquierda, la posición 2 es de la delantera derecha, la posición 3 es la izquierda trasera externa en el primer eje posterior, la posición 4 es la izquierda trasera interna en el primer eje posterior, la posición 5 es la derecha trasera interna en el primer eje posterior y la posición 6 es la izquierda trasera externa en el primer eje posterior, finalmente posición 7 es la izquierda trasera externa en el segundo eje posterior, la posición 8 es la izquierda trasera interna en el segundo eje posterior, la posición 9 es la derecha trasera interna en el segundo eje posterior y la posición 10 es la izquierda trasera externa en el segundo eje posterior la identificación numérica de las posiciones de los neumáticos es clave para realizar la rotación de neumáticos, para llevar un control de presiones, control de temperatura, y vida útil del neumático

## 2.2. Neumático

Su función principal es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con el terreno, posibilitando el arranque, el frenado y la guía. La parte de caucho blando que se infla y llena de aire es la cámara. Constituye el único punto de contacto del vehículo con el suelo y, por lo tanto, el neumático depende en buena medida el comportamiento dinámico del vehículo: es decir, como se traslada el vehículo sobre el terreno. [2]

Del neumático depende, también en buena parte, que la rueda pueda realizar sus otras funciones principales: tracción, dirección, amortiguación de golpes, estabilidad, soporte de carga. Pero para que eso sea posible, el estado del neumático debe ser correcto, sin cortes, grietas o deformaciones, y su presión de inflado debe ser la adecuada.

La presión de aire en la llanta de servicio es un factor preponderante en el rendimiento de este, en este caso el rango apropiado de trabajo es de 90 PSI en frío y 98 PSI en caliente. Igualmente considerar no superar la velocidad de trabajo de 25 km/hr, toda vez que la máxima carga sea aplicada al volquete. La Máxima carga para este modelo de volquete es de 40 toneladas métricas. He de considerar que un inadecuado mantenimiento de vías afecta directamente al bajo rendimiento de los neumáticos.

### 2.2.1. Partes principales de los neumáticos

El conocer las partes de los neumáticos, ayuda a tener una idea más clara de por qué zona fallan los neumáticos, (Imagen 3)

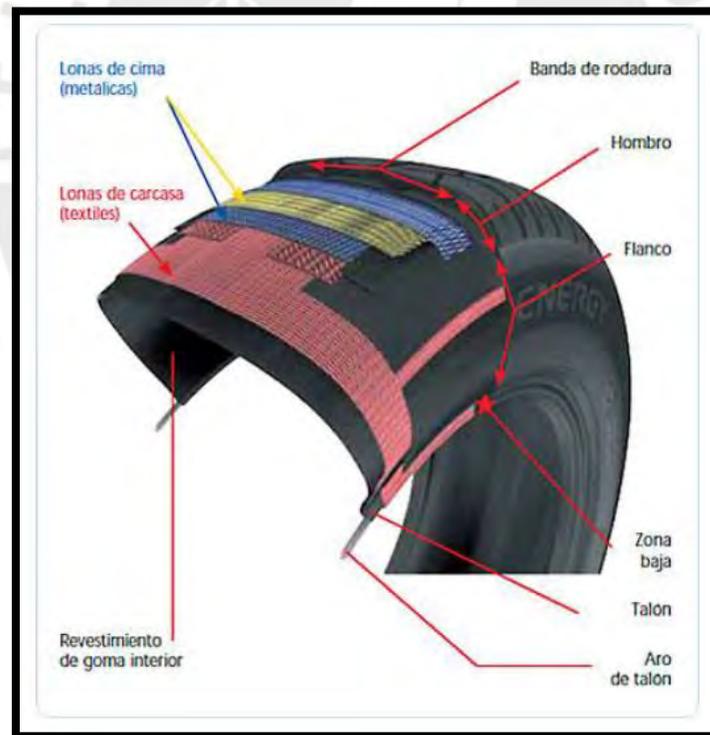


Imagen 3 – Partes del neumático [4]

- **Flanco.** Está constituido por goma flexible para adaptarse a las de formaciones del neumático en fase de rodadura. Protege al neumático de golpes laterales.

Es el área de goma extra-gruesa que va desde el talón a la banda de rodadura del neumático y proporciona la estabilidad lateral. Es también donde se encuentra toda la información acerca del fabricante de neumáticos.

- **Hombro.** La goma del hombro es la más gruesa, debido a que es la parte más expuesta a los bordes y otros golpes, además permite distribuir fácilmente el calor producido por el neumático durante sus movimientos sobre la carretera.
- **Lonas de carcasa,** son cables de fibra textiles en arcos dispuestos en Angulo rectos y pegados al caucho de las cubiertas. Permiten al neumático resistir la presión.
- **Lonas de cima,** son cables de aceros muy finos y resistentes, cruzados oblicuamente y pegados unos a otros de manera que formen triángulos indeformables. Esta estructura garantiza al mismo tiempo robustez y flexibilidad.
- **Talón,** Parte interior del neumático que se ajusta a las llantas, este compuesto por alambres de acero de alta tecnología formando un cable trenzado y circular, esto facilita el ajuste del neumático y las llantas evitando que patine en ella.
- **Revestimiento de goma interior,** es la capa de goma más interna y sirve para retener el aire en el interior del neumático facilitando la estanqueidad.
- **Banda de rodadura,** la Banda de rodadura proporciona amortiguación y agarre. Su Diseño y compuesto determinan muchas de las características de rendimiento más importante de su neumático. La banda de rodadura puede incluir diferentes compuestos para el centro y la zona de los hombros. [4]

### 2.2.2. Distintas construcciones de neumáticos.

Existen distintas construcciones de los neumáticos en las que encontramos lo siguiente:

- El neumático convencional: Un neumático convencional de estructura diagonal consta de capas textiles de nylon o de rayón, cruzadas unas de otras y unidas entre sí por una mezcla de gomas. El número de capas aumenta con la capacidad de carga exigida al neumático. En un neumático diagonal, las fricciones entre las capas provocan calentamientos perjudiciales, mientras que se observa una deformación de la superficie de contacto con el suelo, debido a una fuerte unión flanco/cima. De ello se desprende un desgaste más rápido y una menor adherencia. Este tipo de estructura presenta, asimismo, una mayor sensibilidad a las perforaciones. [5]
- El neumático radial: Lo ideal para dissociar el trabajo de los flancos y de la cima del neumático, y especializar cada una de sus partes, para que presenten mejores

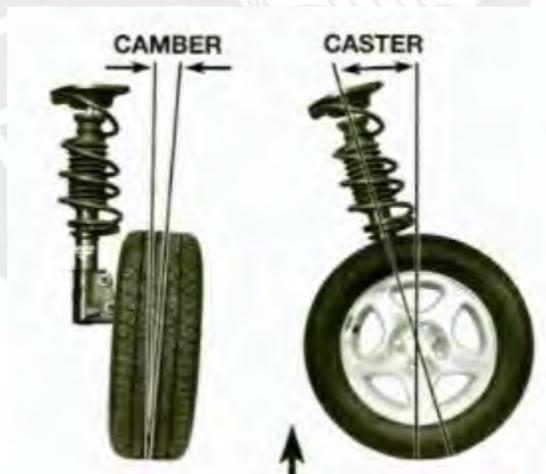
prestaciones. Asocia capas metálicas o textiles, que van de un talón al otro, a una cima del neumático. En resumen, la arquitectura radial reduce el roce y el consumo de energía. Mejora la adherencia y reduce el desgaste, mientras que su cintura de acero resiste mejor a las perforaciones. La carcasa del neumático radial está integrada por una o más capas metálicas que van de un talón al otro. Esta ceñida por tres o cuatro capas en la cima de acero indeformables. Esta estructura radial permite disociar el trabajo de la cima con el de los flancos. La separación de las funciones proporciona al neumático mayores prestaciones. [5]

Es por ello por lo que el neumático radial permite obtener mayor adherencia minimizando el deslizamiento, reduciendo, de este modo, la velocidad de desgaste. Su gran espesor de goma le asegura una mayor longevidad. Sus flancos, más flexibles, proporcionan mayor confort, sin que ello vaya en detrimento de la estabilidad, lo que aporta una mayor seguridad.

### 2.3. Fallas mecánicas de los neumáticos.

Sin un adecuado seguimiento se presentan las siguientes fallas mecánicas:

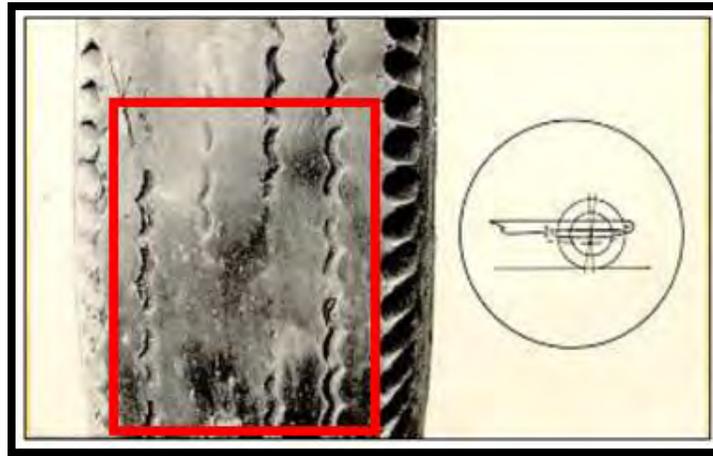
- a) **Insuficiente caster.** El caster es la inclinación hacia delante o hacia atrás del eje de dirección, visto desde el costado, ello reduce la estabilidad o tendencia a divagar. (Imagen 4)



*Imagen 4 – Caster positivo, inclinación hacia delante*

- b) **Excesivo Caster,** aumenta el esfuerzo en virajes, puede generar bamboleo de ruedas, puede generar desgaste en los hombros. Sin embargo, ello se corrige cambiando el perno maestro, resortes o muelles y cuñas de ajuste.

Finalmente, un caster desigual, provocara que la dirección tire hacia un lado. (Imagen 5)



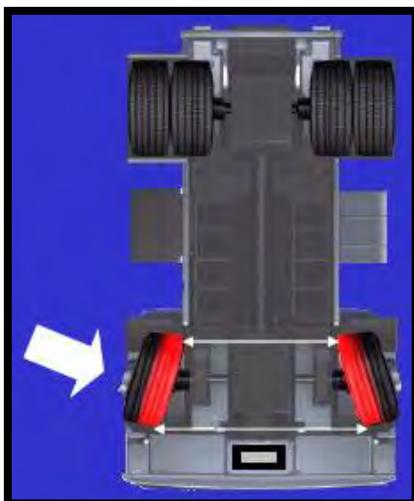
*Imagen 5 – Desgaste desigual en neumático [7]*

- c) **Desgaste externo por convergencia;** causas más frecuentes, por un paralelismo incorrecto de las llantas, delanteras o traseras. O Paralelismo incorrecto entre ejes. (Imagen 6)



*Imagen 6 – Desgaste externo por convergencia [7]*

- d) **Desgaste interno por divergencia.** causas más frecuentes, por un paralelismo incorrecto de las llantas, delanteras o traseras. O Paralelismo incorrecto entre ejes. (Imagen 7)



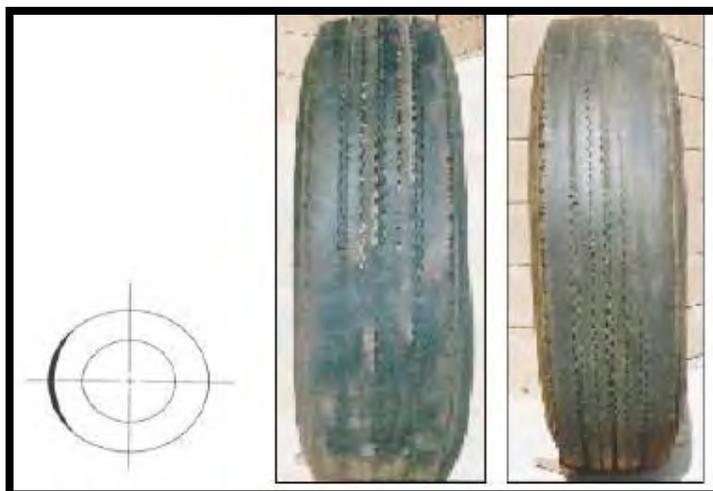
*Imagen 7 – Desgaste interno por convergencia [7]*

- e) Desalineación entre ejes por efecto de la suspensión.
  - Eje delantero desalineado.
  - Eje trasero desalineado.
- f) Desgaste diagonal del neumático, causado por tambores de freno deformados u ovalados mal ensamblaje dual. (Imagen 8)



*Imagen 8 – Desgaste diagonal del neumático [7]*

- g) Desgaste por falta de excentricidad. La falta de excentricidad por malos procedimientos de montaje, de aros; en mal estado o pestañas del neumático deformado. (Imagen 9)



*Imagen 9 – Desgaste por falta de excentricidad [7]*

- h) Influencia de otros desperfectos en el desgaste de neumáticos,
- Por contaminación por grasa. (Imagen 10)
  - Por aceites que fugan de los ejes
  - Por sobrecarga
  - Mala adaptación de cardan
  - Desgaste excesivo de componentes de cardan



*Imagen 10 – Contaminación por grasa [7]*

- i) Degaste localizados, frenos trabados, tambores ovalados, mal ensamblaje dual; ello genera en su mayoría pestanas quemadas por la alta temperatura generada por problemas mecánicos.

## 2.4. Descripción de las principales causas de deterioro

A continuación, se describirá las principales causas del deterioro en los neumáticos:

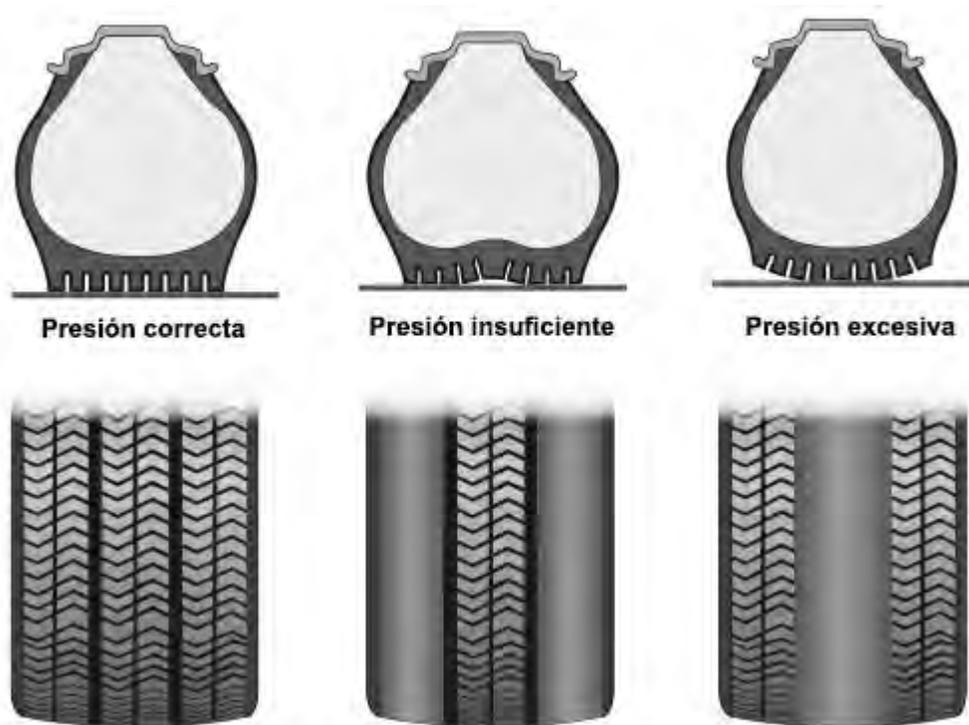
- Un inflado insuficiente: incrementa la flexión del neumático,
- Un sobre inflado: Desgaste prematuro de la banda de rodadura, y una mayor sensibilidad a los choques y a los cortes.
- Sobrecarga: Desgaste prematuro de la banda de rodadura, sensibilización de los flancos e incremento de la flexión del neumático, lo que origina un aumento de la temperatura dentro del neumático.
- Velocidad excesiva: Aumento de la temperatura dentro del neumático y desgaste prematuro de la banda de rodadura.

### Influencia de la presión en la duración de un neumático

La presión es uno de los factores esenciales para la duración de vida de un neumático. (Imagen 11)

Presión insuficiente: Una presión insuficiente produce valores más elevados de compresión de la estructura del neumático, un aumento del rozamiento de los elementos internos y (a igual velocidad y carga) sobrecalentamiento de todo el neumático. A causa de un neumático desinflado, el sobrecalentamiento puede alcanzar valores tales que puede provocar hasta un colapso completo de la estructura del neumático provocando condiciones de grave peligro. La presión insuficiente produce a su vez un desgaste más rápido e irregular, ya que la distribución de la presión específica en el suelo, bajo el área de impresión de la banda de rodadura cambia. Una presión insuficiente modifica también la capacidad de la estructura del neumático de oponerse a las fuerzas externas que tienden a alterar la trayectoria definida, haciendo que el control del vehículo sea más difícil. Neuma Perú (2016, p5)

Presión excesiva: Una presión de inflado excesiva provoca también un desgaste rápido e irregular, con mecanismos análogos al caso de la presión insuficiente, pero no produce sobrecalentamiento. El exceso de presión, además de ser fuente de un menor confort, puede influir en el control del vehículo modificando la capacidad del neumático de absorber las asperezas de la vía y reduciendo la adherencia, como producto de la reducción de la impresión en tierra de la banda de rodadura. Neuma Perú (2016 p5)



*Imagen 11 – Efecto de la presión en los neumáticos [8]*

## 2.5. Control de desgaste de neumáticos

Controlar el neumático para ver si el patrón de desgaste es correcto y asegurarse que ningún objeto se halla enterrado en la pisada.

### 2.5.1. Verificar estructura y controlar la presión

Visualmente inspeccionar los neumáticos por objetos enterrados en ellos, y será necesario removerlos. Así como también observar signos de desgaste, incluyendo el neumático de repuesto.

La presión debe de controlarse diariamente y se debe asegurar de llevar la presión indicada antes de poner en marcha el volquete. El buen control de presiones permite detectar prematuramente problemas en los neumáticos. Si el neumático presenta cualquier señal que pueda significar pérdida de presión, se debe desmontar inmediatamente para inspección y reparación si fuera necesario.

### 2.5.2. Controlar la profundidad de desgaste

Remanente de los neumáticos, es la altura que tienen los neumáticos en la banda de rodamiento, esta altura nos permite saber el desgaste que tiene el neumático.

Para ello se debe de realizar un plan de medición de remanentes. Se debe de realizar la medición de remanentes con un calibrador de cocada. (Imagen 12)



Imagen 12 – Instrumento para medir Remanente

## 2.6. Indicadores de mantenimiento

Disponibilidad operacional – representa el porcentaje del tiempo en el que el equipo se encuentra operativo para su uso, y sus funciones para el área operativa.

$$\text{Disponibilidad operacional} = \frac{\text{Hrs totales de un periodo} - (\text{Hrs MP} + \text{Hrs MC})}{\text{Hrs totales de un periodo}}$$

- Horas totales de un periodo, diariamente las unidades deben de realizar sus operaciones en un periodo de 20 horas. En ese lapso los volquetes deben de realizar la labor de acarreo de mineral.
- Horas MP, son las horas en que el volquete es interrumpido, para realizar trabajos como Mantenimiento Preventivos, Inspecciones, Lubricaciones, Limpiezas, Ajustes, Mantenimiento programados.
- Horas MC, son las horas en que el volquete es interrumpido, para realizar trabajos como Mantenimientos Correctivos, mantenimientos no programados que afecten directamente a la operación.

## 2.7. Proceso de transporte – ciclo de acarreo

Un ciclo de explotación minera se puede definir como la sucesión de distintas etapas u operaciones básicas, aplicadas al material estéril o mineral. Además, existen diferentes operaciones auxiliares cuya misión es hacer que se cumplan las operaciones básicas con la mayor eficiencia posible, sin embargo, su aplicación dependerá de la naturaleza que se esté realizando.

Fases del ciclo minero. Operaciones básicas de producción.

Arranque → Carga → Acarreo → Descarga

Para el caso de la Unidad Minera Contonga, el ciclo se daba de la siguiente manera

Arranque + Carga → Acarreo → Descarga

- Arranque – Es la primera de las operaciones previas al movimiento del material. Este consiste en fragmentar el material hasta un tamaño pertinente para que los volquetes puedan movilizarlo.
- Carga – Consiste en la recogida de material ya fragmentado para depositarlo seguidamente, en la tolva de los volquetes.
- Acarreo – Es la operación basada en el transporte de los diferentes materiales extraídos de la mina hasta la planta de procesamiento.
- Descarga – Es la operación posterior al acarreo y la que concierne al vertido de los materiales, esta operación es realizada por el mismo equipo de transporte.

## 2.8 Proceso de reencauchado

El reencauchado de neumáticos consiste en retirar la banda de rodamiento de las llantas gastadas para colocarlas una nueva que les permita seguir siendo útiles. Así mismo, este proceso debe cumplir con los mismos niveles de calidad que una llanta nueva.

El proceso para llevar a cabo el reencauche de los neumáticos es la siguiente. Luego de haber inspeccionado el remanente de la banda de rodamiento, si presenta una altura de 6 a 8 mm, el neumático es retirado y luego enviado a Lima para su posterior reencauche. Finalmente, el neumático reencauchado es devuelto a la Unidad Minera.

## 2.9 Eje motriz

La principal función de un eje motriz es proporcionar reducción de engranajes, lo cual multiplica el par y lo transmite a las ruedas.

- La transmisión del tren de potencia multiplica el par entregado por el motor y lo transmite al eje motriz, el cual multiplica el par por segunda vez.
- Los requerimientos de par varían según la inclinación y condiciones del camión.
- Es extremadamente importante especificar un eje con la fuerza suficiente para trabajar bajo el ambiente operacional del vehículo, así como la carga nominal del mismo.

- El eje propulsor encargado de mover el volquete es el del primer eje, en el cual se encuentran los neumáticos en primera y segunda posición, son los neumáticos que se desgastan más y así mismo tienen bandas de rodamiento diferentes a las de posiciones posteriores.

## 2.10 Resistencia a la rodadura

La resistencia a la rodadura representa entre un 20% y un 30% de la energía destinada a mover las ruedas de un vehículo. Esta fuerza se opone al desplazamiento del automóvil y se origina por el fenómeno que ocurre en la zona de contacto del neumático con el terreno. La resistencia a la rodadura representa la segunda fuerza más importante que se opone al movimiento de un vehículo después de la resistencia aerodinámica. No obstante, circulando a bajas velocidades la resistencia a la rodadura se convierte en la fuerza más importante, incluso por delante de la aerodinámica.

Es una fuerza que se opone al movimiento de rodadura y es originada cuando el cuerpo que rueda sobre una superficie se deforma, o es la superficie la que se deforma, o pudiera ser que sean ambos a la vez los que se deforman.

Con el objetivo de facilitar su estudio, la relación entre la superficie frontal de la huella de contacto ( $d$ ) y el radio de la rueda ( $r$ ) se hacen depender de una sola variable denominada coeficiente de rodadura ( $C_r$ ).

$$C_r = d / r$$

Así pues, este es el coeficiente más significativo a la hora de calcular la resistencia a la rodadura y su relación se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$F_r = C_r \times P$$

$F_r$  = fuerza de resistencia a la rodadura.

$P$  = Peso o carga que soporta la rueda

Las características de las que depende el coeficiente de rodadura son:

- La rigidez de la rueda y su superficie.
- El radio de la rueda.
- El peso o carga al que está sometida la rueda.
- El acabado de las formas de las superficies en contacto.
- La viscosidad entre las superficies en contacto.
- La temperatura de los cuerpos en contacto.
- En el caso de las ruedas neumáticas, su presión (a mayor presión menor resistencia).
- El material con el que ha sido fabricado el neumático.

Así mismo la resistencia a la rodadura tiene un impacto directo en el consumo del combustible de un automóvil y por ende en el medio ambiente. El terreno donde transita el neumático es un factor que afecta directamente al desgaste del neumático. La rugosidad del terreno aumenta la resistencia a la rodadura. Es muy similar como cuando ocurre el friccionar una lija y una goma, el desgaste de la goma será mayor cuando el coeficiente de fricción entre la goma y la lija sea mayor.



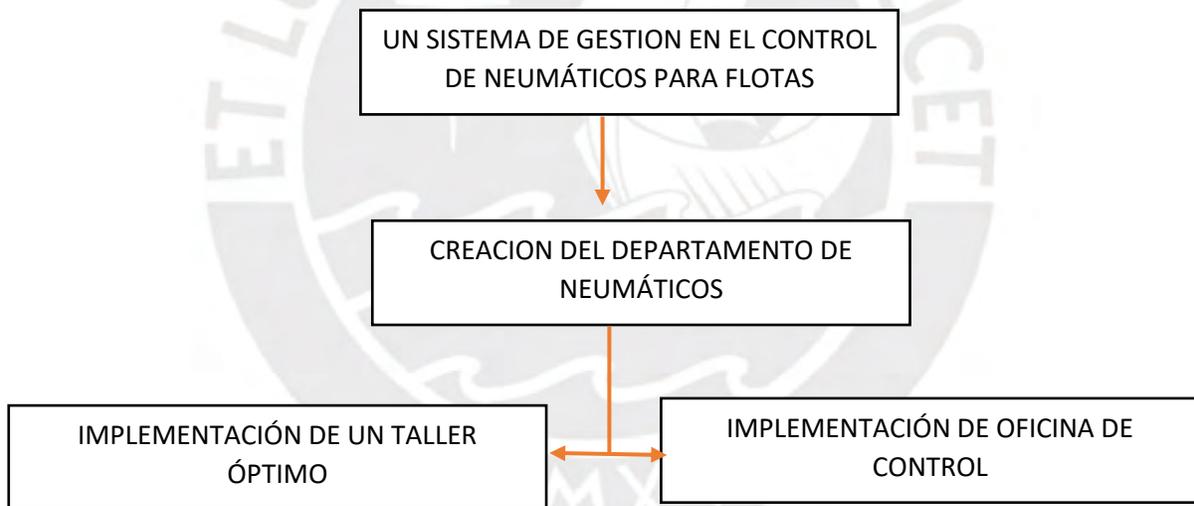
## METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

El objetivo principal del trabajo es realizar los pasos que se llevaron a cabo para la obtención de un incremento de la vida útil de los neumáticos y la optimización del costo kilométrico, con ello se reducirá los costos operativos de los volquetes.

Para ello se siguió el proceso de gestión para la **optimización en el control de neumáticos para flotas de transporte**, los cuales se enumeran a continuación:

1. Evaluación del sistema actual de control.
2. Determinación de puntos críticos de la actual gestión.
3. Implementación del nuevo sistema de control.
4. Recopilación, procesamiento y reportes.
5. Evaluación de resultados.
6. Optimización de sistema.

Para la optimización en el control de neumático se requiere.



*Cuadro para la optimización en la gestión en el control de neumáticos*

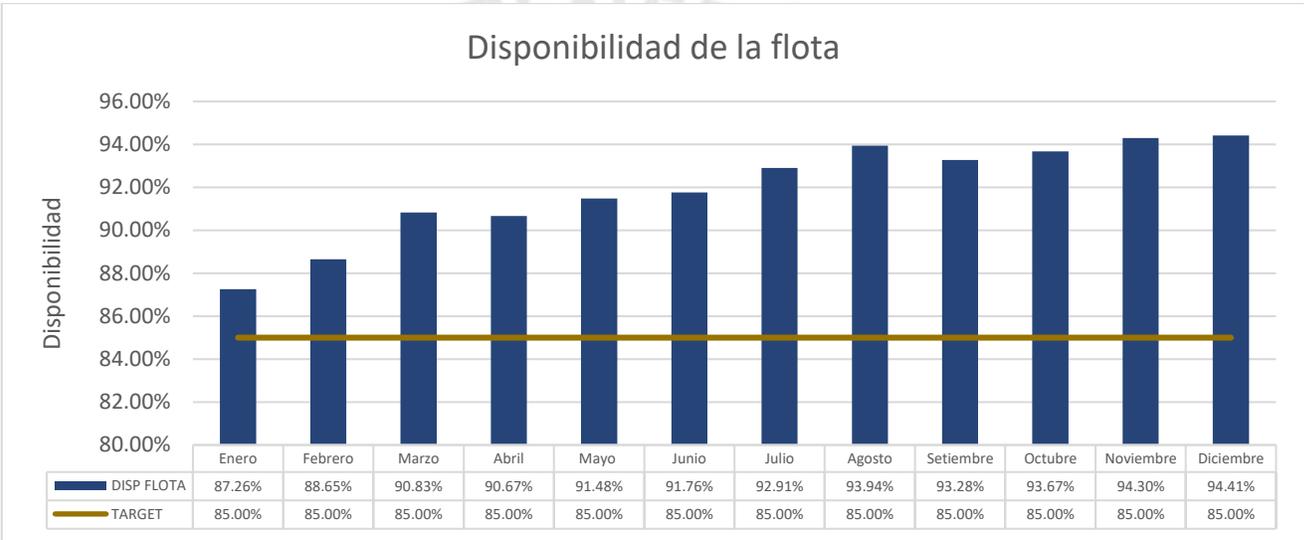
### 3.1. Desarrollo del plan de gestión de neumáticos en la UM – Contonga

Siguiendo los pasos para optimización en el control de neumáticos para flotas de transporte:

#### 3.1.1. Evaluación del sistema actual de control.

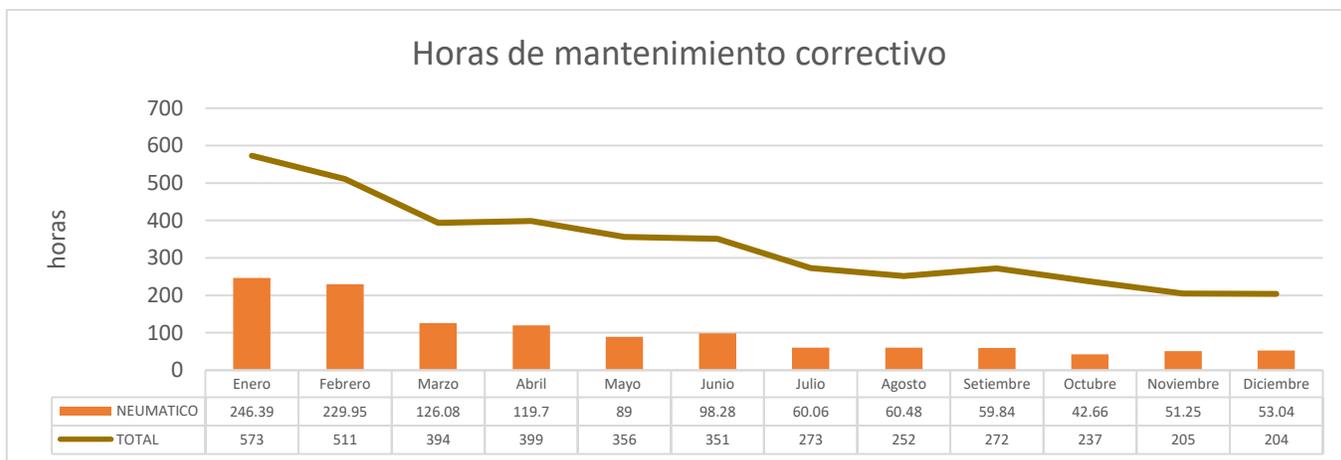
Los datos obtenidos parten de a inicios del 2018, la información con la que se contaba era escasa, más aún relacionada a neumáticos. Los mantenimientos correctivos, respecto a neumáticos eran a diario, con una baja confiabilidad respecto a ellos, en general la disponibilidad de la flota era baja. No existía un seguimiento de los remanentes y de las presiones de los neumáticos. El requerimiento mensual de los neumáticos se realizaba sin criterio alguno, ello generaba que a fin de mes se tenga que volver a solicitar más neumáticos o que la unidad quede inoperativa por falta de ellos. Así mismo, el mejoramiento de vías no era el adecuado, ello generaba un desgaste prematuro en el neumático, y finalmente el compromiso por parte de los operadores era nulo.

La disponibilidad mensual, de la flota a inicio de año era aproximadamente de 87% a final de año aumento a 94%, a lo largo del año fue aumentado.



*Cuadro 1 – Disponibilidad de la flota 2018*

En el cuadro 1, se puede observar la evolución de la disponibilidad total de la flota, con un target mínimo del 85%, el incremento de la disponibilidad se dio progresivamente mes a mes.



**Cuadro 2 – Horas de mantenimiento correctivo de la flota**

En el cuadro 2, se puede observar que la tendencia de las horas respecto a los mantenimientos fue bajando mes a mes, repercutiendo directamente en las horas de mantenimiento correctivo respecto a neumáticos.

### 3.1.2. Determinación de puntos críticos de la actual gestión.

Los puntos críticos de la actual gestión eran los siguientes, no existía una gestión de neumáticos, por lo que se implementó una gestión de neumáticos, fomentando la importancia de una apropiada gestión a los mecánicos.

La alta gerencia de la empresa Multicosailor no consideraba adquirir neumáticos de mejor calidad. Por tal motivo se utilizaban en los volquetes neumáticos de marca china. A continuación, se nombran los neumáticos que se utilizaban. (Cuadro 3)

- Jinyu modelo JD765 dimensiones de 11.00R20
- Jinyu modelo JY601 dimensiones de 11.00R20
- Annaite modelo 309 dimensiones de 11.00R20
- Double Happines modelo DR908 dimensiones de 11.00R20
- Aeolus modelo HN10 dimensiones de 11.00R20
-

				
JINYU JD765 11.00R20 POSTERIOR	JINYU JY601 11.00R20 DELANTERAS	ANNAITE 309 11.00R20 POSTERIOR	DOUBLE HAPPINESS DR908 DELANTERAS	AEOLUS HN10 11.00R20 POSTERIOR

*Cuadro 3 – Neumáticos utilizados en los volquetes*

### 3.1.3. Implementación del nuevo sistema de control.

La primera mejora fue la implementación de un plan semanal de inspección de neumáticos. (Cuadro 4)

- Inspección de remanente de toda la flota, la cual se realizaba todos los martes.
- Retorqueo de espárragos de rueda, rutina diaria de toda la flota.
- Inspección de presiones de los neumáticos, con un valor de 90 PSI, de manera diaria a toda la flota

SEMANA 20

PLAN DE MANTENIMIENTO SEMANAL DE NEUMATICOS											
N	Actividad	Codigo	Placa	F	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7
1	Inspeccion de remanente	VQ30	ATP920	7							
10	Rertorqueo de neumatico	VQ30	ATP920	1							
19	Inspeccion de presiones	VQ30	ATP920	1							
2	Inspeccion de remanente	VQ31	AXB839	7							
11	Rertorqueo de neumatico	VQ31	AXB839	1							
20	Inspeccion de presiones	VQ31	AXB839	1							
3	Inspeccion de remanente	VQ32	AXC727	7							
12	Rertorqueo de neumatico	VQ32	AXC727	1							
21	Inspeccion de presiones	VQ32	AXC727	1							
4	Inspeccion de remanente	VQ33	AXB718	7							
13	Rertorqueo de neumatico	VQ33	AXB718	1							
22	Inspeccion de presiones	VQ33	AXB718	1							
5	Inspeccion de remanente	VQ34	AXB937	7							
14	Rertorqueo de neumatico	VQ34	AXB937	1							
23	Inspeccion de presiones	VQ34	AXB937	1							
6	Inspeccion de remanente	VQ35	AXB800	7							
15	Rertorqueo de neumatico	VQ35	AXB800	1							
24	Inspeccion de presiones	VQ35	AXB800	1							
7	Inspeccion de remanente	VQ36	C6C717	7							
16	Rertorqueo de neumatico	VQ36	C6C717	1							
25	Inspeccion de presiones	VQ36	C6C717	1							
8	Inspeccion de remanente	VQ37	C8S721	7							
17	Rertorqueo de neumatico	VQ37	C8S721	1							
26	Inspeccion de presiones	VQ37	C8S721	1							
9	Inspeccion de remanente	VQ38	C3U718	7							
18	Rertorqueo de neumatico	VQ38	C3U718	1							
27	Inspeccion de presiones	VQ38	C3U718	1							

Cuadro 4 – Cuadro de actividades para los neumáticos.

En el cuadro 4 se observa el plan semanal de mantenimiento correspondiente a los neumáticos. Así también se realiza un plan de actividades para cada sistema de los volquetes.

La información obtenida de cada actividad en el plan de mantenimiento sirve para actualizar la base de datos, y con ello programar la estrategia de mantenimiento de la semana posterior.

Para la gestión de la información de los neumáticos, existe un formato el cual se detalla a continuación:

Código llanta	Marca	Banda	D	Fecha almacén	Fecha instalación	Precio	Remanente inicial [Km.]	Es	Inst. Inicial	Fecha desecho	Fecha salida UM
16498	JINYU	JD765	11.00R20	19/10/2018	19/10/2018	\$256.58	21 mm.	N	VQ34		23/11/2018
16538	JINYU	JD765	11.00R20	19/10/2018	21/10/2018	\$256.58	21 mm.	N	VQ33	03/12/2018	08/12/2018

Código de llanta	Código de identificación del neumático el último número indicaba el año
Marca	Marca del neumático
Banda	Banda en uso del neumático
D (dimensión)	Dimensión del neumático
Fecha almacén	Fecha en que llegaba a la UM
Fecha instalación	Fecha que salía del almacén y se instalaba al volquete
Precio	Precio del neumático
Remanente inicial	Remanente inicial
Estado	Llanta nueva, reencauchada (SOL, Renova, Relino)
Instalación inicial	Volquete al que fue instalado el neumático
Fecha desecho	Fecha que se retira del volquete como desecho o para reencauche
Fecha salida UM	Fecha en que salió el neumático de la UM

La codificación de los neumáticos es secuencialmente. Los primeros cuatro números son los números correlativos y el número final es el año en que fue adquirido el neumático

### 3.1.3.1. Gestión de neumáticos malogrados

Para poder controlar los neumáticos que salían de las unidades, cada neumático que salía como desecho se identificaba bajo las letras A, B, C, D, E; donde:

A – Falla de fabricación o Reencauche

B – Falla Mecánica

C – Mala Conducción

D – Desgaste o envejecimiento.

E – Mala aplicación del neumático.

### 3.1.3.2. ¿Cómo recuperamos el costo perdido?

Para recuperar el costo de los neumáticos, es común penalizar económicamente a los operadores, dependiendo de la manera como han dañado un activo de la empresa, en este caso el de los neumáticos.

Las maneras como se podría recuperar el costo perdido son los siguientes:

- Mediante el reclamo de neumáticos por falla de fábrica y/o reencauche.
- Castigar económicamente al conductor por negligencia de conducción cuando haya malogrado un neumático en servicio.
- Implementar protocolos de montaje de neumáticos (taller).
- Implementar protocolos de reparación de neumáticos por fallas mecánicas (taller).
- Charlas de concientización a los mecánicos y operadores para la aplicación de protocolos, alcance y contenido

#### 3.1.4. Recopilación, procesamiento y reportes.

La mejora respecto a neumáticos se evidencia al primer mes de concientizar a los mecánicos y operadores.

El llenado de los formatos donde se registra el remanente de los neumáticos, posición, codificación y presión de cada neumático instalado, es realizado por los mecánicos de manera constante.

Esta información es vital para actualizar el Excel donde se obtiene el estado actual de cada neumático y obtener indicadores de los rendimientos de cada neumático por Marca. Así como también los problemas más frecuentes que presentan los neumáticos.

Para los operadores, se empieza con la amonestación económica cada vez que presentan negligencia al conducir provocando la pérdida total del neumático. Lo que conlleva a una baja tasa de negligencias en este aspecto.



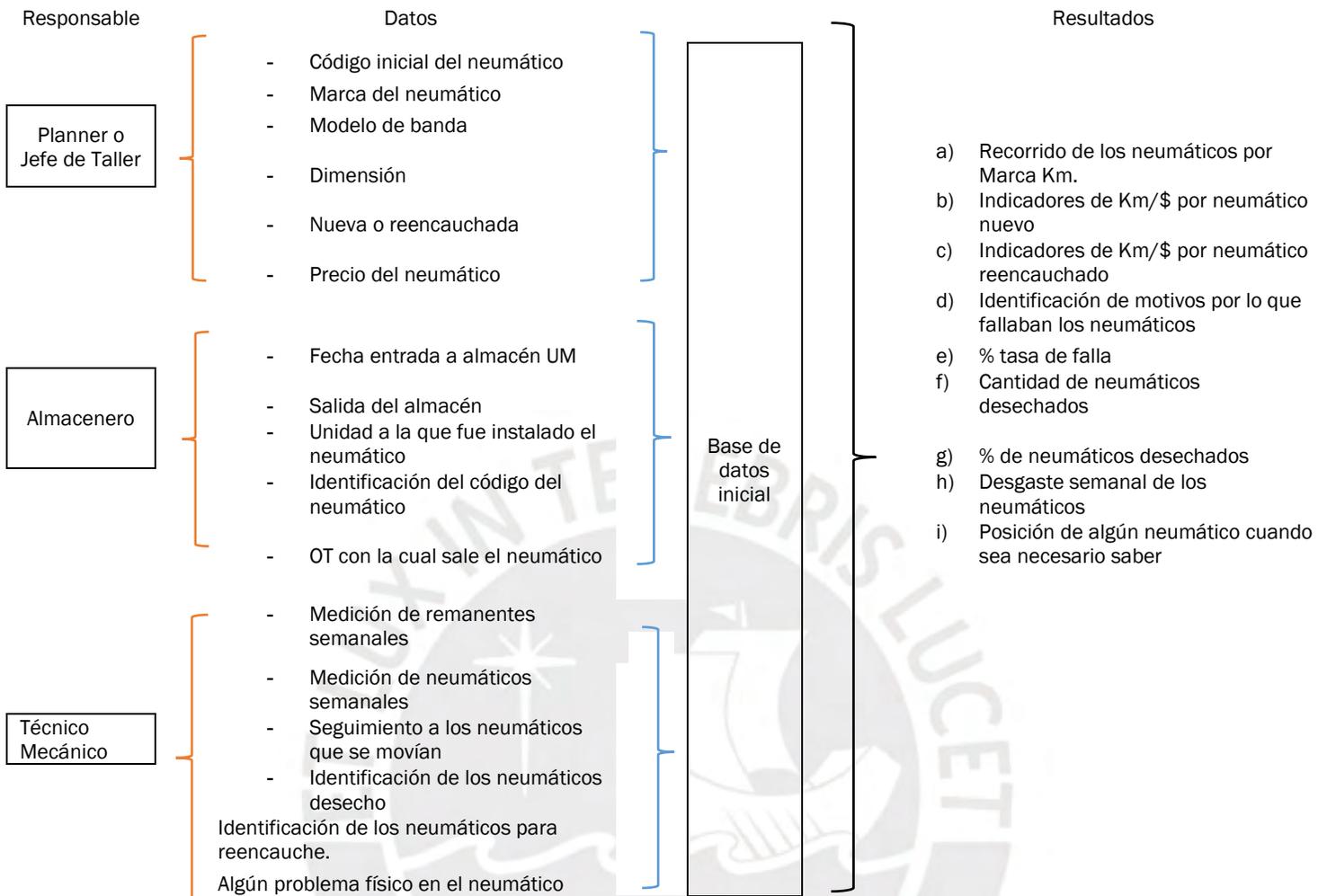
**Cuadro 5 – Distribución de fallas en los neumáticos por negligencia de los operadores**

La distribución de fallas en los neumáticos por negligencia de los operadores (Cuadro 5), ha ido bajando mes a mes, después de las medidas descritas líneas arriba. En el cuadro 6, se observa cuanto fue el total que se cobró mes a mes a los operadores quienes cometían infracción en la rotura de los neumáticos.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S/ -	S/ 160	S/ 240	S/ -	S/ 160	S/ 80	S/ 80	S/ -	S/ 160	S/ 80	S/ -	S/ 80

**Cuadro 6 – Cuadro de pagos por parte de los operadores.**

A continuación, se muestra el proceso de gestión de neumáticos los cuales se realizan en Excel.



Los resultados obtenidos fueron positivos después de casi un año de implementación de mejoras en la gestión de neumáticos. El aumento de la disponibilidad de la flota de volquetes fue de 7%, pasando de 87% en enero a un 94% en diciembre, así mismo las horas en taller por temas de neumático disminuyeron en 79%, enero 246 horas a diciembre 53 horas.

Al finalizar el año el personal involucrado en la gestión de neumáticos cuenta con procedimientos establecidos acorde a su función.

La tasa de accidentes se redujo, según se muestra en la gráfica “Distribución de fallas en los neumáticos por negligencia de los operadores”.

En el cuadro 06 se observa la evolución de la tasa de fallas mensuales, el cual se redujo a lo largo del año.

### 3.2 Cálculo indicadores de rendimiento de neumáticos

Para el cálculo de los indicadores de los neumáticos, primero se requiere el recorrido del neumático hasta el momento de su inoperatividad, es por ello que en el cuadro 08, se muestra el recorrido mensual promedio por neumático mes a mes.

Recorrido de neumático hasta su falla							
	JINYU	JINYU	ANNAITE	DOUBLE HAPPINES	AEOLUS	DOUPRO	
	JD765	JY601	309	DR908	HN10	ST986	
MES	POSTERIOR	DELANTERA	POSTERIOR	DELANTERA	POSTERIOR	POSTERIOR	TOTAL
Enero	-	-	3086 km	-	-	-	<b>3086</b>
Febrero	-	-	3208 km	-	-	2309 km	<b>5517</b>
Marzo	3408 km	-	-	-	-	2654 km	<b>6062</b>
Abril	3825 km	-	3102 km	4290 km	-	-	<b>11217</b>
Mayo	-	-	3208 km	4192 km	4108 km	-	<b>11508</b>
Junio	3777 km	-	3003 km	4290 km	-	-	<b>11070</b>
Julio	3624 km	-	-	4196 km	3908 km	-	<b>11728</b>
Agosto	3720 km	-	-	4000 km	4009 km	-	<b>11729</b>
Setiembre	3876 km	-	-	4297 km	-	-	<b>8173</b>
Octubre	3785 km	4432 km	-	4389 km	-	-	<b>12606</b>
Noviembre	3642 km	4309 km	-	-	-	-	<b>7951</b>
Diciembre	3988 km	4508 km	-	-	-	-	<b>8496</b>

*Cuadro 8 – Cuadro de promedio mensual de recorrido (Kilometros) por marca de neumático nuevos*

Así mismo, en el siguiente cuadro se muestra cuanto fue el promedio de días en circulación en función de los kilómetros recorridos por ellos.

Días de uso de los neumáticos.						
	JINYU	JINYU	ANNAITE	DOUBLE HAPPINES	AEOLUS	DOUPRO
	JD765	JY601	309	DR908	HN10	ST986
MES	POSTERIOR	DELANTERA	POSTERIOR	DELANTERA	POSTERIOR	POSTERIOR
Enero	-	-	28 días	-	-	-
Febrero	-	-	29 días	-	-	21 días
Marzo	29 días	-	-	-	-	23 días
Abril	37 días	-	30 días	41 días	-	-
Mayo	-	-	34 días	45 días	44 días	-
Junio	37 días	-	30 días	42 días	-	-
Julio	37 días	-	-	42 días	39 días	-
Agosto	36 días	-	-	39 días	39 días	-
Setiembre	39 días	-	-	44 días	-	-
Octubre	36 días	42 días	-	41 días	-	-
Noviembre	36 días	43 días	-	-	-	-
Diciembre	36 días	40 días	-	-	-	-

Otro punto importante para obtener los indicadores de los neumáticos es el costo por la compra de ellos, en el cuadro 09 se muestra los costos de los neumáticos por modelo y marca.

MARCA	MODELO	POSICION	Costo
JINYU	JD765	POSTERIOR	\$256.58
JINYU	JY601	DELANTERA	\$244.56
ANNAITE	309	POSTERIOR	\$244.26
DOUBLE HAPPINES	DR908	DELANTERA	\$244.26
AEOLUS	HN10	POSTERIOR	\$244.26
DOUPRO	ST986	POSTERIOR	\$245.26

Cuadro 9 – Costo por marca de neumático nuevos

Para darle validez al estudio es necesario enfocarnos en el control y la adquisición de neumáticos, mes a mes con ello se reducirá los gastos mensuales.

En el cuadro 10, se muestra la adquisición de neumáticos nuevos mes a mes

Cantidad de neumáticos Solicitados NUEVOS							
	JINYU	JINYU	ANNAITE	DOUBLE HAPPINES	AEOLUS	DOUPRO	
	JD765	JY601	309	DR908	HN10	ST986	
MES	POSTERIOR	DELANTERA	POSTERIOR	DELANTERA	POSTERIOR	POSTERIOR	TOTAL
Enero	0	0	85	0	0	0	85
Febrero	0	0	20	0	0	60	80
Marzo	54	0	0	0	0	30	84
Abril	24	0	30	18	0	0	72
Mayo	0	0	14	22	44	0	80
Junio	48	0	10	20	0	0	78
Julio	44	0	0	22	20	0	86
Agosto	40	0	0	20	12	0	72
Setiembre	44	0	0	22	0	0	66
Octubre	56	20	0	10	0	0	86
Noviembre	56	20	0	0	0	0	76
Diciembre	66	22	0	0	0	0	88

Cuadro 10 – Cantidad de neumáticos nuevos comprados mensualmente

En el cuadro 11, se muestra la adquisición de neumáticos reencauchados mes a mes.

Cantidad de neumáticos REENCAUCHADOS				
	RENOVA	RELINO	SOL	
MES	POSTERIOR	POSTERIOR	POSTERIOR	TOTAL
Enero	0	15	0	15
Febrero	0	12	0	12
Marzo	6	8	0	14
Abril	6	18	0	24
Mayo	10	0	0	10
Junio	14	6	0	20
Julio	10	0	0	10
Agosto	6	12	0	18
Setiembre	0	0	20	20
Octubre	0	0	12	12
Noviembre	0	0	20	20
Diciembre	0	0	6	6

Cuadro 11 – Cantidad de neumáticos reencauchados mensualmente

En el cuadro 12, se muestra el costo de los neumáticos reencauchados.

REENCAUCHADA			
MARCA	MODELO	POSICION	Costo
RENOVA		POSTERIOR	\$125
RELINO		POSTERIOR	\$125
SOL		POSTERIOR	\$125

Cuadro 12 – Costo por marca de neumático reencauchados

En el cuadro 13, el recorrido promedio de cada neumático por marca reencauchada mensualmente.

	RENOVA	RELINO	SOL	
MES	POSTERIOR	POSTERIOR	POSTERIOR	TOTAL
Enero	-	3107 km	-	3107 km
Febrero	-	3199 km	-	3199 km
Marzo	-	3087 km	-	3087 km
Abril	3466 km	3267 km	-	6733 km
Mayo	3568 km	-	-	3568 km
Junio	3378 km	2987 km	-	6365 km
Julio	3467 km	-	-	3467 km
Agosto	3342 km	3103 km	-	6445 km
Setiembre	-	-	3409 km	3409 km
Octubre	-	-	3689 km	3689 km
Noviembre	-	-	3765 km	3765 km
Diciembre	-	-	3509 km	3509 km

Cuadro 13 – Recorrido de neumáticos reencauchados mensualmente



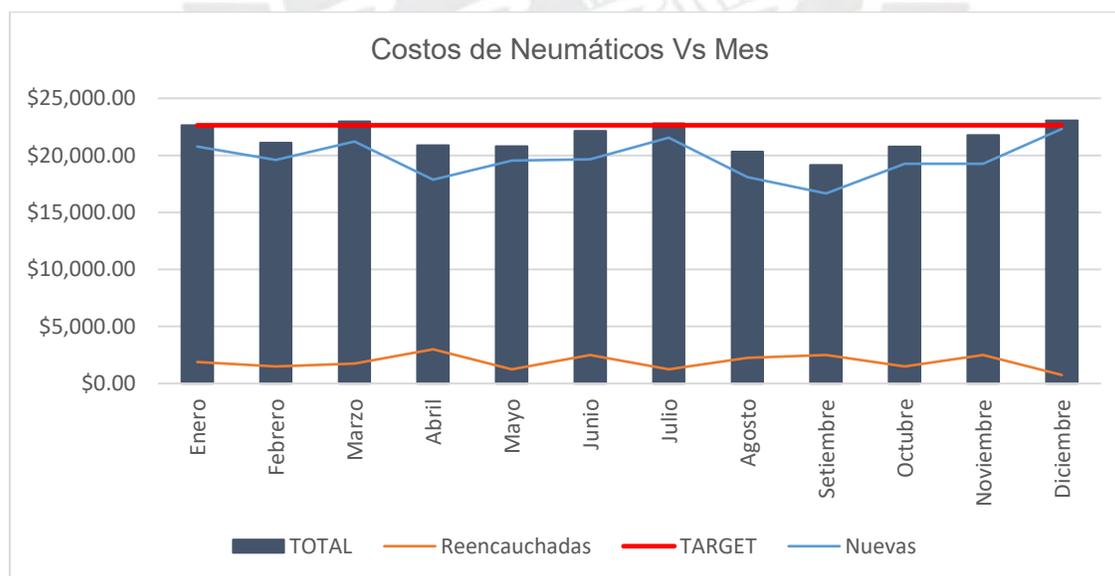
### 3.3. Resultados Finales

#### 3.3.1. Indicador Financiero

Con la información obtenida de la cantidad de neumáticos adquiridos mes a mes (cuadro 10 y cuadro 11) y el costo por cada uno de ellos (cuadro 9 y cuadro 12). Se encuentra el costo total invertidos por neumáticos mensualmente.

MES	Nuevas	Reencauchadas	TOTAL	TARGET	
Enero	\$20,762.10	\$1,875.00	<b>\$22,637.10</b>	<b>\$22,637.10</b>	\$0.00
Febrero	\$19,600.80	\$1,500.00	<b>\$21,100.80</b>	<b>\$22,637.10</b>	\$1,536.30
Marzo	\$21,213.12	\$1,750.00	<b>\$22,963.12</b>	<b>\$22,637.10</b>	-\$326.02
Abril	\$17,882.40	\$3,000.00	<b>\$20,882.40</b>	<b>\$22,637.10</b>	\$1,754.70
Mayo	\$19,540.80	\$1,250.00	<b>\$20,790.80</b>	<b>\$22,637.10</b>	\$1,846.30
Junio	\$19,643.64	\$2,500.00	<b>\$22,143.64</b>	<b>\$22,637.10</b>	\$493.46
Julio	\$21,548.44	\$1,250.00	<b>\$22,798.44</b>	<b>\$22,637.10</b>	-\$161.34
Agosto	\$18,079.52	\$2,250.00	<b>\$20,329.52</b>	<b>\$22,637.10</b>	\$2,307.58
Setiembre	\$16,663.24	\$2,500.00	<b>\$19,163.24</b>	<b>\$22,637.10</b>	\$3,473.86
Octubre	\$19,256.68	\$1,500.00	<b>\$20,756.68</b>	<b>\$22,637.10</b>	\$1,880.42
Noviembre	\$19,259.68	\$2,500.00	<b>\$21,759.68</b>	<b>\$22,637.10</b>	\$877.42
Diciembre	\$22,314.60	\$750.00	<b>\$23,064.60</b>	<b>\$22,637.10</b>	-\$427.50
					<b>\$13,255.18</b>

Cuadro 14 – Gastos mensuales de los neumáticos adquiridos



Cuadro 15 – Comparativo de los gastos VS Target



*Cuadro 16 – Acumulado mensual*

Al final del año se cuenta con un ahorro de \$13,255.18 dólares americanos, en beneficio a la gestión de neumáticos.

### 3.3.2. Indicadores de recorrido (soles/KM)

Otra manera de poder comparar los neumáticos en función de sus indicadores es mediante la relación entre lo gastado mensualmente y los recorridos mensuales. De esta manera tenemos el siguiente resultado. A continuación, se muestra el recorrido mensual de neumáticos (cuadro 17)

Marca	Modelo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
JINYU	JD765	0	0	184032	91800	0	181296	159456	148800	170544	211960	203952	263208
JINYU	JY601	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44320	86180	99176
ANNAITE	309	262310	64160	0	93060	44912	30030	0	0	0	0	0	0
DOUBLE HAPPINES	DR908	0	0	0	77220	92224	85800	92312	80000	94534	43890	0	0
AEOLUS	HN10	0	0	0	0	180752	0	78160	48108	0	0	0	0
DOUPRO	ST986	0	138540	79620	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RENOVA		0	0	0	20796	35680	47292	34670	20052	0	0	0	0
RELINO		46605	38388	24696	58806	0	17922	0	37236	0	0	0	0
SOL		0	0	0	0	0	0	0	0	68180	44268	75300	21054

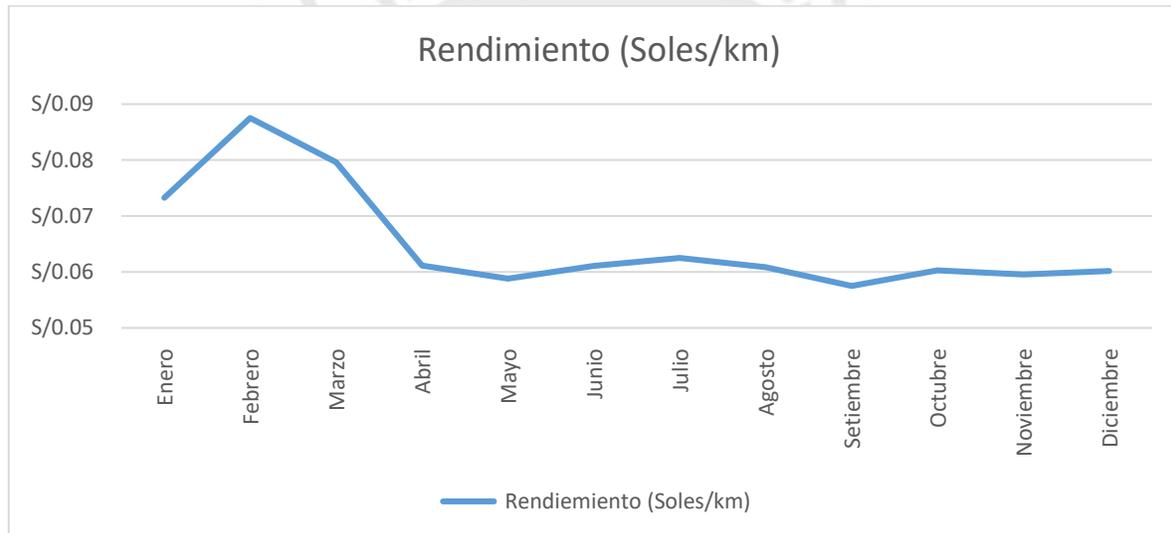
*Cuadro 17 – Recorrido de neumáticos mensualmente (km)*

Así mismo, se requiere el costo de los neumáticos mes a mes, los cuales son mostrados en el siguiente cuadro (cuadro 18).

Marca	Modelo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
JINYU	JD765	S/ -	S/ -	S/ 13,855.32	S/ 6,157.92	S/ -	S/ 12,315.84	S/ 11,289.52	S/ 10,263.20	S/ 11,289.52	S/ 14,368.48	S/ 14,368.48	S/ 16,934.28
JINYU	JY601	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 2,445.60	S/ 4,891.20	S/ 5,380.32
ANNAITE	309	S/ 20,762.10	S/ 4,885.20	S/ -	S/ 7,327.80	S/ 3,419.64	S/ 2,442.60	S/ -					
DOUBLE HAPPINES	DR908	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 4,396.68	S/ 5,373.72	S/ 4,885.20	S/ 5,373.72	S/ 4,885.20	S/ 5,373.72	S/ 2,442.60	S/ -	S/ -
AEOLUS	HN10	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 10,747.44	S/ -	S/ 4,885.20	S/ 2,931.12	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
DOUPRO	ST986	S/ -	S/ 14,715.60	S/ 7,357.80	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
RENOVA		S/ -	S/ -	S/ -	S/ 750.00	S/ 1,250.00	S/ 1,750.00	S/ 1,250.00	S/ 750.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
RELINO		S/ 1,875.00	S/ 1,500.00	S/ 1,750.00	S/ 2,250.00	S/ -	S/ 750.00	S/ -	S/ 1,500.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
SOL		S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 2,500.00	S/ 1,500.00	S/ 2,500.00	S/ 750.00

Cuadro 18 – Gasto mensual en neumático

La distribución de los indicadores se observa de la siguiente manera. (Gráfica 19)



Cuadro 19 – Distribución de la inversión en neumáticos nuevos mensual

### 3.4. Optimización de resultados

Finalmente, las mejoras fueron positivas a lo largo del desarrollo del estudio, ello significa reducir el mantenimiento correctivo con respecto a los neumáticos y en consecuencia el aumento en el rendimiento de los neumáticos. Ya se cuenta con una plantilla para el seguimiento de la vida y ubicación de los neumáticos.

Si bien se redujo la pérdida total del neumático por parte de los operadores, no se redujo en su totalidad, Así mismo, el mejoramiento de vías ayudó en gran parte a que el rendimiento de los neumáticos se dé.

## CONCLUSION

1. Según la interpretación de los resultados se observa que se logró un incremento en la vida útil del neumático. Esto se visualizó al comparar los indicadores en el mes de enero con el mes de diciembre.
2. Este incremento se dio gracias al trabajo en conjunto con el personal involucrado de Multicosailor, inspeccionando los daños de los neumáticos, generando reportes diarios que ayuden a la planificación de los trabajos a detalle, contribuyendo a que las actividades sean programadas.
3. Los factores internos tales como la presión y la temperatura influyen de manera significativa en el desgaste de los neumáticos.
4. Superar la carga permitida de 40 toneladas en el proceso de acarreo de mineral, afecta directamente al acelerado desgaste del remanente de los neumáticos.
5. A la par que se realizaba el plan de mejorar los indicadores de los neumáticos, se llevaba un plan de mejora de las vías, ello significó una gran mejora en el rendimiento de los neumáticos.
6. De los datos se concluye, que se tiene una influencia significativa positiva en relación con la vida de los neumáticos cuando se usa neumáticos delanteros Jinyu JY601 o Double Happiness DR908 y Jinyu JD 765 como posterior.
7. Luego de haber implementado los planes de mejora, el rendimiento de los neumáticos mejoro. En el mes de febrero el rendimiento fue de 0.09 Soles/Km. mientras que en el mes de septiembre fue de 0.06 Soles/km. lo cual significa una mejora del 35%
8. Respecto al ámbito financiero se obtuvo un ahorro de aproximado de 13000 dólares en el año 2018, aplicando las estrategias aprendidas.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Glencore Perú (2019). Operaciones en Perú. Recuperado de <http://www.glencoreperu.pe/es/quienes-somos/Paginas/Operaciones-en-Peru.aspx>
- [2] Circula seguro (2019). ¿Qué es el neumático? Recuperado de <http://www.circulaseguro.com/que-es-el-neumatico/>
- [3] Neumn Corporativo (2019). Consejos Útiles.
- [4] Euromaster Neumáticos (2019). Partes del neumático. Recuperado de <https://www.euromaster-neumaticos.es/neumaticos/informacion/partes-de-un-neumatico>
- [5] Cesar Homero Paredes Sánchez (2008). Tesis “Eficiencia en tiempo de vida de neumáticos con relación a rotación de posiciones uno y dos en Volquetes Komatsu 930 E-3”, Lima, Perú
- [6] Carrera Pereda, Lionel. (2015). Fallas mecánicas que afectan al neumático (diapositiva). Página 6.
- [7] Carrera Pereda, Lionel. (2015). Fallas mecánicas que afectan al neumático (diapositiva). Página 20, 34, 48, 49,51.
- [8] Blanco Hinostroza, John Robert (2016). Tesis “Incremento de la vida útil de neumáticos para reducir costos de operación en camiones Caterpillar 797F en Toromocho – Chinalco Perú” Huancayo, Perú.