



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EMPRESARIAL

**Planificación de mantenimiento preventivo en el sistema
de freno Alstom, Lima, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Empresarial

AUTOR:

Tacuri Tello, Fabio Isidro (ORCID: 0000-0002-3347-8081)

ASESOR:

Dr. Casma Zarate, Carlos Antonio (ORCID:0000-0002-4489-8487)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Estrategia y Planeamiento

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación va dedicado a mi familia por ser mi soporte y el motivo de mi superación personal y laboral. Sobre todo, a mi hija Danna de quien espero ser un ejemplo que siempre quiera seguir.

Agradecimiento

A Dios por darme la gracia de la vida y la salud. A mi madre por darme el apoyo incondicional en la etapa inicial de mi vida. A mi pareja Fiorela por ser la mujer que acompaña mis días, en especial por darme el apoyo necesario en todo el tiempo que desarrollé mi tesis. A mis hijos por comprender cuando no podía estar con ellos. Finalmente, a mi asesor Dr. Carlos Antonio Casma Zarate por acompañar la elaboración del presenta trabajo.

Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	22
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización.....	22
3.3. Escenario de estudio.....	25
3.4. Participantes.	25
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	25
3.6. Procedimientos	26
3.7. Rigor científico	26
3.8. Método de análisis de la Información	26
3.9. Aspectos éticos	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
V. CONCLUSIONES.....	34
VI. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIAS	36
ANEXOS.....	41

Índice de tablas

Tabla 1 Frecuencia de mantenimiento por kilometraje.....	10
--	----

Índice de figuras

Figura 1	Sistema de mantenimiento	12
Figura 2	Clasificación de las locomotoras según el tipo de tracción	13
Figura 3	Configuración del tren eléctrico Alstom	14
Figura 4	Caja o carrocería tren	14
Figura 5	Bogie motor común y sus partes	15
Figura 6	Componentes del eje	15
Figura 7	Estructura de la rueda	16
Figura 8	Timonería y cilindro de freno sin estacionamiento	17
Figura 9	Timonería y cilindro de freno con estacionamiento	17
Figura 10	Freno de disco incluido en la rueda	18
Figura 11	Disco de freno enterizo	18
Figura 12	Disco de freno bipartido	19
Figura 13	Instalación de disco de freno bipartido	19
Figura 14	Instalación de disco de freno bipartido sin cabina de pasajero	20
Figura 15	Equipo reloj comparador	20
Figura 16	Guarniciones y disco de freno	21
Figura 17	Equipo vernier digital	21

Resumen

El presente estudio tuvo dos objetivos principales los cuales fueron, especificar los procedimientos existentes utilizados por los técnicos y determinar las practicas que se requieren para realizar un mantenimiento preventivo. Estudio de enfoque cualitativo, tipo básico y de método fenomenológico, utilizando como técnicas de recolección de datos la entrevista, técnica de observación y la técnica documentaria. Obteniendo resultados que se describieron e interpretaron. Finalmente se concluyó que la empresa cuenta con procedimientos estandarizados, que el personal técnico conoce sus funciones encontrándose capacitado para cumplir con las actividades que se le designan, que el cambio de disco se realiza de dos formas, con la cabina y sin cabina del tren, que la medición de la pastilla de freno se realiza con el instrumento vernier y la galga patrón de 8,9 mm., así como la medición del cambio de disco se realiza cada 75 000 km. y la medición de la pastilla de freno se realiza cada 12 500 km.

Palabras clave: Planificación, mantenimiento, trenes, desgaste, disco de freno

Abstract

The present research has two main objectives, the first one is to specify the existing procedures used by maintenance technicians and the second one is to define the best practices of the preventive maintenance of brake blocks. The study developed is non-experimental but a qualitative research, transversal and phenomenological; interviews, observation and documentary techniques were used to collect data. This thesis concluded that the enterprise responsible for the maintenance has high quality standards, the maintenance staff is very well qualified, the replacement of brake disks is made by two ways these are with and without the operator cab, the measurement of the brake block is by mean of a vernier scale and the pattern gauge of 8 mm and 9 mm. These measurements are made according to the replacement frequency each 75 000 km as well as the measurement of the brake block every 12 500 km.

Keywords: Planning, maintenance, trains, wear, brake disc

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo globalizado, la planificación del mantenimiento preventivo, abarca todos los sistemas de proceso que exigen un mejor desempeño y una mayor vida útil de determinado equipo.

Los sistemas de transporte se han transformado en un medio de gran utilidad para que las personas pueden realizar sus actividades, entre estos sistemas podemos mencionar al ferroviario, donde podemos apreciar la característica vehicular dando mayor importancia a atender el buen desempeño de su dinámica que debe ser cuidado de manera adecuada, ya que para poder ser abordados necesitan brindar la seguridad y eficiencia de funcionamiento, para ello, es necesario considerar el conjunto de actividades contenidas en las fases de todo proceso administrativo, en la que el planeamiento corresponde a la primera fase que fue abordada y tratada en este estudio, fase que llamaremos la programación de mantenimiento.

El planeamiento se utiliza para la toma de decisiones basados en un objetivo de corto hasta de largo plazo, para así poder realizar una gestión eficiente, conllevando a una mejor calidad de trabajo para todos los miembros de la organización, de manera que fortalece los resultados en logros sinérgicos.

Globalmente, el planeamiento de mantenimiento más beneficioso para las empresas es el mantenimiento preventivo, ya que pasamos de solucionar problemas en el instante a prever su ocurrencia, generando mejoras como la reducción de costos por detener la maquinaria, la optimización logística para obtener los repuestos que se necesitan y mejoras en la seguridad de la operación, basándose en la programación de actividades y de recursos.

Los trenes para estar en funcionamiento cuentan con un sistema de frenos, estos deben estar en óptimas condiciones, ya que todo tipo de maquinaria sufre una serie de desgastes debido a diversos factores, entre ellos: el tiempo de utilización, manejo en su operación, desgaste por altas temperaturas y fricción. Por lo que, siempre se necesitará a alguien que las opere, pero también a una persona que le realice un buen mantenimiento.

Dados estos motivos, llegamos a considerar que en la programación de mantenimiento se toman en cuenta parámetros técnicos y administrativos, así como se realiza el registro en fichas y formatos de control.

Al ir creciendo las empresas, y sopesando el gran impacto del mantenimiento en los equipos ferroviarios, los talleres se incluyeron dentro de sus operaciones, con lo cual también se disminuían los tiempos de reparación. De esta manera se logra el prolongamiento de la vida útil del repuesto, disminuyen los costos, alargando su vida útil, y esto conlleva a un mejor rendimiento de la inversión y se evita cualquier pérdida.

En el Perú desde el año 2013 contamos con el tren Alstom, este lo conforman 19 trenes, los cuáles abarcan los distritos de Villa el Salvador hasta San Juan de Lurigancho, transportando a una población anual de más de 170 millones de pasajeros.

Al momento del estudio, la empresa contaba con un plan anual de recambio de pastilla y discos de freno, el cual no estaba cumpliendo lo establecido por el fabricante, la prueba era la falta de stock y el que muchos de estos repuestos necesitaron ser cambiados o resanados meses antes de lo indicado por el plan anual, ocasionando disminución en el número de equipos operativos, además de afectar la eficiencia de material rodante. Por esta falta de stock es necesario realizar un estudio de desgaste de pastillas y disco de freno, determinar un nuevo plan de cambio de estos componentes. Permitiendo contar una rotación de inventario más eficiente que se acerque lo más posible a la necesidad de realizar el recambio de la pastilla y disco de freno.

El sistema de freno para todo vehículo terrestre es de vital importancia permitiendo disminuir de la velocidad y la detención del vehículo, dicho sistema conformado por las pastillas y disco de freno. Estos componentes se cambian de acuerdo a la inspección que se realiza según indicaciones del fabricante, pero no se cuenta con indicaciones según la demografía de nuestro país, ya que las realidades geográficas y ambientales son distintas al país de origen del fabricante.

El objetivo de la presente investigación fue establecer una nueva planificación de mantenimiento preventivo. Por ello, se realizó un estudio en el que se hizo uso de la técnica de observación para verificar el procedimiento de cambio

de discos y pastillas de freno, asimismo, se utilizó la técnica de revisión documental para revisar las frecuencias de cambio de disco y pastilla de freno.

Se determinó el problema general ¿Los planes de mantenimiento preventivo están vinculados a ofrecer un gestionamiento sobre los riesgos que se presentan? Dentro de las preguntas de investigación se vio por conveniente que sean las siguientes: ¿Cuáles son los procesos técnicos llevados a cabo? ¿Cuáles son las practicas requeridas de mantenimiento actual?

Justificación teórica, el presente estudio se justificó teóricamente porque aporta un nuevo conocimiento. En el análisis del siguiente estudio se utilizó como instrumentos de validación, las técnicas de revisión documentaria, observación y entrevista. Respaldo por las teorías y antecedentes.

Justificación práctica, el siguiente estudio tuvo como finalidad proponer una nueva estrategia que permitirá un nuevo plan de mantenimiento (cambio de disco de freno con el carro transportador).

Justificación metodológica. El siguiente estudio se basó en la investigación científica para conseguir y generar nuevos conocimientos llevados a cabo a través de procedimientos establecidos, en los cuales permite aplicar un nuevo método o una estrategia válida y confiable.

Se determinaron dos objetivos generales, siendo el primero, especificar los procedimientos existentes utilizados por los técnicos y el segundo, determinar las practicas que se requieren para realizar un mantenimiento preventivo. Asimismo, se identificaron tres objetivos específicos, que son: (a) Caracterizar la planificación de mantenimiento, (b) analizar el rol del técnico de mantenimiento, y, (c) Describir los procedimientos prácticos llevados a cabo.

II. MARCO TEÓRICO

Luna (2019). Describe en su tesis “La implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad en las maquinarias”, que tuvo como objetivo minimizar paradas de equipos, evitar el desgaste de las maquinarias, la disminución de costos y el aumento de la productividad, para ello aplicó un diseño de investigación pre-experimental, con lo que llegó a un diagnóstico de la criticidad de las maquinarias, logrando una confiabilidad del 94% de la maquinaria.

Talavera (2019). Describe en su tesis “Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas” que tuvo como objetivo determinar cómo las máquinas de teñido que habían resultado críticas en los procesos de operación, luego de un análisis y el planteamiento de una mantenimiento preventivo, aumentan su disponibilidad en más de 15%, para ello, aplicó un diseño de investigación cuasi-experimental, con la utilización de herramientas como las 5S, llegando a la disminución de horas de paro por fallas y también el número de paradas para poder mejorar la confiabilidad.

Bravo (2018). En su tesis “Evaluación de la eficiencia de frenado de vehículos de categoría M3 para determinar su vida útil” tuvo como objetivo proponer un sistema de gestión eficiente para la medición tanto semanal y mensual de los sistemas de freno, para obtener un rango óptimo de funcionalidad, para ello, aplicó un diseño de investigación no experimental ya que no modificó variables independientes, y tuvo como objeto de análisis la inspección del parque automotor, con la utilización de equipos de frenómetros, diagramas de eficiencias de frenado y el desequilibrio entre ambas ruedas de un mismo eje, con lo que obtuvo una relación lineal entre eficiencia de frenado y el tiempo de vida de ellos, y logró identificar los valores de presión en el sistema de frenos como un signo de revisión por parte del personal calificado.

Espinoza (2017). En su tesis “Diseño Mecánico Eléctrico de un Tribómetro para Ensayos de Resistencia al desgaste abrasivo en Pastillas de Freno Tipo Disco según la Norma ASTM G65”, tuvo como objetivo evaluar aspectos económicos y técnicos, así como la durabilidad de tiempos entre las pastillas contra el desgaste, tomó una banda de caucho y una probeta que colocó de manera perpendicular al disco metálico, y esta, fue colocando un líquido abrasador, para lo cual aplicó un

diseño de investigación experimental, aplicando pruebas de vehículo en carretera, en superficies deslizantes, y sobre dinamómetros; también tomó en cuenta métodos de ensayo para materiales de freno, llegando a la conclusión que siempre hay variaciones entre los datos de diseño y los catálogos de fabricantes con la realidad de cada país.

Suardíaz (2019). En su tesis “Planificación operativa de material rodante ferroviario de alta velocidad”, tuvo como objetivo secuenciar las tareas de mantenimiento en un flujograma optimizado para reducir las paradas de mantenimiento, incrementando su disponibilidad, para lo cual aplicó un diseño de investigación experimental y mediante un algoritmo analizó la planificación de estadías, el aumento de la productividad del personal, así como el análisis del retorno de la inversión.

García (2015). En su tesis “Análisis del comportamiento de los frenos de disco de los vehículos a partir de la aceleración del proceso de corrosión”, tuvo como objetivo el estudio del correcto diseño y la operación entre los cuales tomó en cuenta los aspectos de geometría, tipo de material, la resistencia mecánica, temperatura y resistencia al agrietamiento; ya que este sistema debe trabajar en forma segura y sobre todo predecible ante cualquier circunstancia imprevista, por los que los valores de temperatura, humedad y salinidad no deben ser un eje que afecte el correcto funcionamiento, para ello aplicó un método experimental conjuntamente con métodos de estudio y ensayos de laboratorio, con lo que llegó a la conclusión de que la aceleración del proceso de corrosión es debido a los cambios térmicos a los que se encuentra expuesto los discos por la fricción, y también la inadecuada utilización de líquidos de frenos, entre las que incluye un incorrecto sistema de mantenimiento preventivo.

Guerrero y Coello (2016). En su tesis “Determinación de la Degradación y contaminación del aceite de motores Otto en función del kilometraje”, tuvieron como finalidad analizar la concentración de viscosidad en una flota de 22 vehículos, la cual es producto del desgaste de diversos componentes del motor, en las pruebas de laboratorio pudieron observar diversos componentes como estaño, níquel y hierro, los que determinaron el nivel de contaminación y degradación, tomaron como objeto el análisis del tipo de lubricación, el tipo de aceite mineral y sus propiedades, para ello aplicaron un diseño de investigación experimental, y llegaron

a la conclusión de que es necesario marcar la importancia de una planificación de mantenimiento predictivo ya que según los resultados de laboratorio no hay una certeza de alta dilución, ya que los niveles de viscosidad de la flota estaban en grados aceptables.

Rojas (2014). En su tesis “Mejoras en la gestión de la planificación y pautas de mantenimiento en los camiones de carguío Diesel Komatsu 830E y 930E”, tuvo como objetivo aplicar la metodología de los 7 pasos para cambiar la forma de realizar la planificación, con lo que aumentó la eficiencia del plan de conservación en un 10% así como la mejora de horas hombre necesarias, para lo cual aplicó un método experimental.

Los procedimientos existentes utilizados por los técnicos. Son conceptualizados por Sánchez (2009). En su artículo “Un concepto emergente de planeación”. *Revista clío américa*, en el cual indica que los procedimientos mejoran con el tiempo, logrando sólo afectar las formas y no las esencias. Los procedimientos utilizados por los técnicos están enfocados en los mantenimientos preventivos y los correctivos, detallando la actividad a desarrollar, el contenido guía al técnico y las herramientas a utilizar, de igual modo, alerta la zona peligrosa, con el objetivo de hacer eficiente la labor del técnico y disminuir los accidentes. Buscando siempre la mejora continua sin perder la esencia.

En cuanto a las practicas que se requieren para realizar un mantenimiento preventivo, Rigol, Hidalgo & Batista (2009). “El impacto de las fallas en los sistemas de los vehículos de transporte de carga, en la disponibilidad técnica de una gran empresa transportista de carga de la ciudad de Holguín”. *Revista redalyc*, Indican que las mejores prácticas de mantenimiento permiten alcanzar los estándares de clase mundial. Cumpliendo con planificación anual de mantenimiento, la frecuencia de la actividad deberá realizarse de acuerdo a la programado, los procedimientos deben actualizarse según el avance de la tecnología. Asegurar que el personal que ejecutará las actividades conozca el presente instructivo y cumpla con los estándares de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente, Verificar el buen estado de los equipos, materiales, EPP, antes de iniciar las actividades, Organizar y supervisar las actividades, Verificar y firmar todos los registros del sistema integrado de gestión (SIG).

La planificación de mantenimiento es conceptualizada por Sánchez (2009). Un concepto emergente de planeación. *Revista clío américa*, quien indica que la planeación es ante todo una actitud vital del ser humano, que, a partir de su capacidad creadora y transformadora, hace uso de su inteligibilidad para superar el “presentismos”, diseñando y haciendo posible un futuro mejor. Analiza los tipos de mantenimiento, generando una realimentación. Identifica problemas del mantenimiento, disminuyendo paras innecesarias. Con los objetivos planteados busca la mejora continúa generando cambios y crecimiento. Se orienta al mañana buscando beneficios a corto, mediano y largo plazo. Utiliza muy bien las técnicas de integración y coordinación, logra de una manera muy eficiente llegar al objetivo.

La planificación según, Olarte, Botero & Cañon (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Revista redalyc*, señalan que la planificación de mantenimiento permite detectar fallas garantizando la operación óptima de su proceso de producción facilitando con esto, el éxito del sistema de gestión y evitando pérdidas en materias primas y paradas de producción. Planificación, se utiliza para la toma de decisiones basados en objetivo a largo y corto plazo, para poder realizar una gestión eficiente, siguiendo el comportamiento pasado de algunas variables, aplicando técnicas estadísticas, metodologías de medición, gestión de recursos humanos y materiales, lo que conlleva a una mejor calidad de trabajo para todos los miembros de la organización, así que fortalece los resultados en logros sinérgicos. El planeamiento en mantenimiento más beneficioso para las empresas, globalmente es el mantenimiento preventivo, ya que pasamos de solucionar problemas en el instante a prever su ocurrencia, generando mejoras como la reducción de costos por detener la maquinaria, la optimización logística para obtener los repuestos que se necesitan y brinda seguridad a la operación, basándose en la programación de actividades y de recursos.

La política según, Escobar y Mauricio (2007). Uso de las cadenas de Markov en la selección de políticas de mantenimiento. *Revista redalyc*, señala las decisiones tomadas en cuanto a la implementación de filosofías y/o políticas de mantenimiento no se deben restringir solamente al monitoreo de sistemas completos o sus componentes, estas decisiones deben estar basadas en análisis completos que permitan definir claramente caminos a seguir durante las actividades de

mantenimiento. Tiene como objetivo el cumplimiento de la misión en la organización, la elaboración de las políticas será esencial para el éxito, a mediano y largo plazo, permitiendo la coordinación y exigiendo la existencia de un plan de operación que deberá ser estandarizado a todo el personal involucrado.

Los programas según, Duffuaa & Raouf & Dixon (2000). Define, son tareas de mantenimiento a períodos de tiempo específicos. Las cuales tienen que estar plasmadas en periodicidades temporales basadas en las horas de mantenimiento junto al compromiso de todos los trabajadores.

Rol de técnico de mantenimiento. El técnico de mantenimiento debe asegurarse que los sistemas ferroviarios funcionen de manera correcta y eficiente. Desarrolla en su campo de acción la coordinación, asignación, el control y ejecución de las actividades técnicas referentes al mantenimiento preventivo y correctivo, siendo un punto vital, la verificación del sistema de freno de equipos Alstom, en el cuál determina sus posibles fallas o averías. El sistema de frenado es de suma importancia, ya que al activarse permite que el tren disminuya su velocidad y el vehículo se detenga, este sistema está conformado por las pastillas y disco de freno. deben encontrarse en óptimas condiciones, ya que todo tipo de maquinaria de acuerdo al tiempo de uso sufre una serie de desgastes debido a diversos factores, climatológico y ambientales.

La función según, Shkiliova y Fernández (2011). Sistemas de mantenimiento técnico y reparaciones y su aplicación en la Agricultura. Revista *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, define una de las principales tareas del mantenimiento del técnico, las funciones son asignadas al personal las cuales están establecidas para determinar las actividades durante un período de tiempo dado. Si un equipo falla y tiene consecuencias que afecta la seguridad del personal y la producción, entonces se tomara todas las medidas para prevenirla, si presenta algún efecto o ninguno, deberá valorar si es necesario o no realizar alguna acción preventiva. La función del técnico de material rodante se puede desempeñar en toda la organización de mantenimiento de ferroviario, administrativo y operaciones. Está preparado para generar y gestionar los mantenimientos de conservación según la necesidad del fabricante y cliente. Los técnicos podrán desempeñarse en diferentes departamentos o áreas según la especialidad y la globalidad de la actividad en la que se desempeñe.

Actividades. El técnico de material róndate tiene que organizar el grupo de trabajo, alistar los materiales y repuestos requeridos en las operaciones diarias. Asistir, participar y liderar en las charlas de seguridad, operaciones y a las reuniones en las que sea convocado. Asignar diariamente los trabajos programados al grupo de técnicos. Coordinar con el supervisor de turno la priorización de las labores y la distribución de actividades. Ejecutar y controlar las actividades de mantenimiento de acuerdo a lo programado. Realizar el mantenimiento tanto preventivo como el correctivo de los trenes. Ejecutar todas las actividades del área de mecánica en las mejoras de mantenimiento, incrementar las prestaciones de seguridad, fiabilidad, disponibilidad, mantenimiento y confortabilidad. Llevar a cabo las pruebas mecánicas de los sistemas de freno de toda la flota asegurando la seguridad. Identifica fallas en el funcionamiento del sistema de freno y realiza las tareas de reparación pertinentes. Realiza el reporte documentario sobre el mantenimiento realizado.

Procedimientos de mantenimiento, tiene que ser claro preciso y conciso, no debe permitir ninguna duda y malas interpretaciones, disminuyendo las probabilidades de accidentes que se puedan presentar, son de gran ayuda para la disminución de los tiempos para intervenir el equipamiento, la cuales tiene que ser elaborados tanto para los mantenimientos correctivos como preventivo de los equipos, para estos últimos, se convierte en una herramienta poderosa al momento que estamos programando y ejecutando estos trabajos.

Métodos, de acuerdo con Tavares (1999). Los métodos son los medios usados para el desarrollo ordenado de las tareas de un Sistema, hace una referencia al conjunto de estrategias y herramientas con el fin de llegar a un objetivo, en términos complejos y amplios, el método puede definirse como la forma en la que una persona está habituada a realizar una tarea. Se puede decir respeta el orden de todo procedimiento en mantenimiento.

Frecuencia, Sexto, (marzo, 2020). Define a la frecuencia, están basadas en un plan de conservación, realizada por el fabricante del país de procedencia. El criterio es determinar la frecuencia de actividades basado en la experiencia del personal relacionado tiene ventajas fundamentales. Se basa en el dominio del particular contexto operacional donde se desenvuelve el activo. Es el criterio que puede combatir con más efectividad a los fallos inducidos por errores de operación y

mantenimiento y garantizar las condiciones de ejercicio que respeten las exigencias de seguridad y ambientales.

Tabla 1

Frecuencia de mantenimiento según kilometraje

Tipo	Kilometraje (Km)	Frecuencia (Tiempo)
I-1	12,500	30 días
I-1	25,000	30 días
I-2	37,500	30 días
I-1	50,000	30 días
I-1	62,500	30 días
I-3	75,000	30 días
I-1	87,500	30 días
I-1	100,000	30 días
I-2	112,500	30 días
I-1	125,000	30 días
I-1	137,500	30 días
IM1	150,000	30 días

Fuente: Guerra Mendoza, E. G. (2017). *Descripción y propuesta para la optimización de tiempos del programa de mantenimiento preventivo aplicado a los trenes alstom metrópolis 9000 de la línea 1 del metro de Lima* Guerra, Lima – Perú

Sobre criterio de mantenimiento, Tavares (1999). Señala que este criterio se obtiene del análisis de disponibilidad frente a la necesidad de utilización del equipo, no obstante, se deben observar otros aspectos, como su importancia en la actividad objeto de la empresa, el costo de mantenimiento con relación al inmovilizado, el tiempo medio entre fallas, el tiempo medio para reparación, la obsolescencia del equipo, las condiciones de operación a que son sometidos, los aspectos de seguridad y los aspectos de medio ambiente. Tomando en cuenta lo dicho por ese autor, puedo señalar que, como criterio general, se brinda el mantenimiento a los componentes críticos, y se les deja trabajar hasta que ocurra un fallo, y luego se realiza un mantenimiento correctivo. Primero se tiene que detectar las causas de las fallas en los equipos o sistemas, para la selección de las tareas primordiales para impedir que aparezcan fallas más adelante, y así poner en evidencia los

riesgos y los fallos críticos para definir qué acciones realizar y que eliminará las fallas de calidad.

Normas, se describe como un documento aprobado por una institución reconocida. Se establecen para ayudar a definir procedimientos y resultados. Determinan la base sobre la que puedes llevarse a cabo las tareas de control garantizando que todos los involucrados. entiendan los requisitos de la misma forma. Existen varias normas en el mundo de las cuales solo nombraremos las más que tiene relación con el sistema de freno: norma UNE- 15313, aplicaciones ferroviarias, requisitos de funcionamiento de los ejes montados en servicio, mantenimiento de los ejes montados en servicio y fuera del vehículo; norma UNE -15328, aplicaciones ferroviarias, frenado, zapatas de freno, norma UNE- 16451 y UNE-14535.

Gestión de riesgos: De acuerdo con Naváez & Lavell & Pérez, (2009). La gestión del riesgo se trata de un proceso que tiene como objetivo reducir y controlar los factores de riesgo, va desde la formulación e implementación de políticas y estrategias, hasta la implementación de acciones e instrumentos concretos de reducción y control. Conforme a ello, señalo que dentro de los trabajos de mantenimiento de freno Alstom se aplica la norma OHSAS 18001, la cual define los requisitos para el establecimiento, implantación y operación de un sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional, esto, acompañado con la supervisión de PDR (prevención de riesgo), es una clara señal del compromiso de la empresa con sus empleados. La finalidad es disminuir todo tipo de riesgo que puede ocasionar cualquier accidente en los trabajos de mantenimiento, también contamos con el servicio de una empresa que supervisa los mantenimientos SGS, reportando y cancelando toda actividad que no cumpla con la norma.

Mantenimiento, (Duffuaa, Raouf & Dixon, 2000, p.29). Lo definen como un conjunto de actividades de manera que el paso del tiempo no afecte su funcionamiento. El mantenimiento es de suma importancia para la elaboración de un producción y servicio de calidad, es necesario que la eficiencia de los equipos opere en condiciones aceptables, este objetivo puede lograrse mediante acciones oportunas del mantenimiento.

Sistema de Mantenimiento

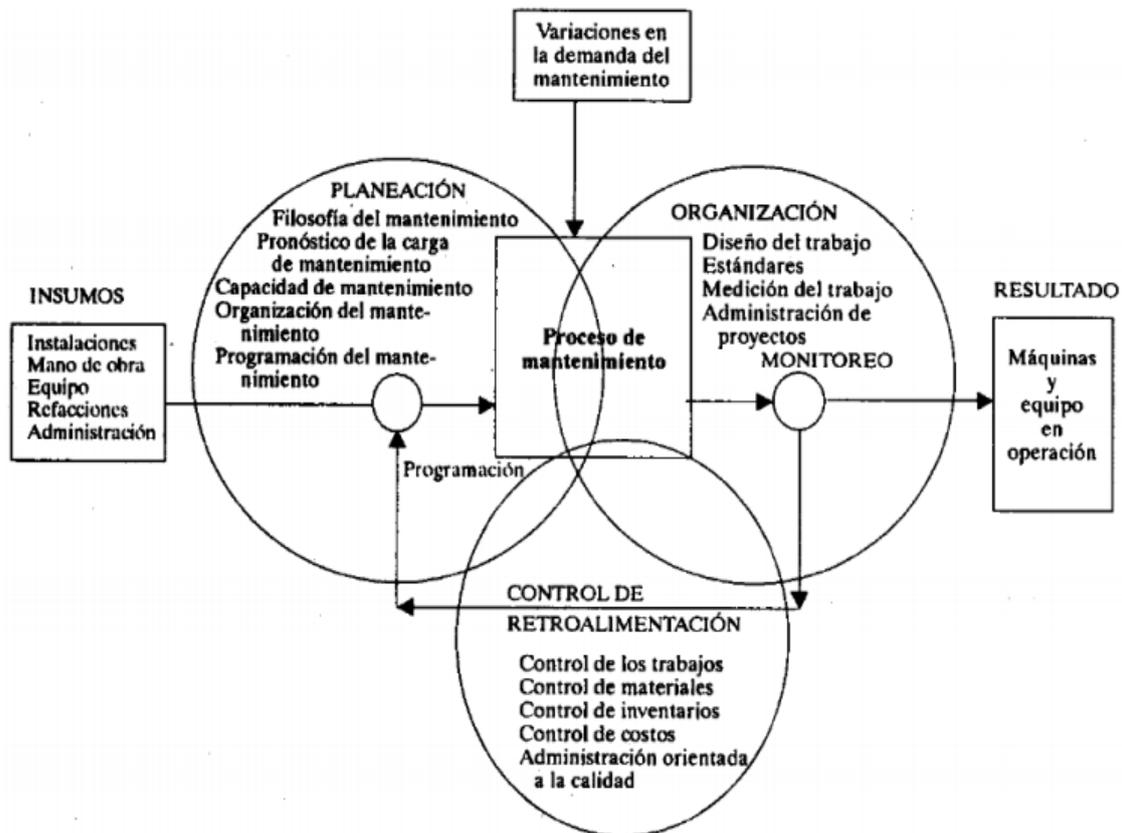


Figura 1. Se puede visualizar, tres procesos de la administración. Planeación, organización y control, para la obtención de insumos, proceso y resultado. El grafico es extraído de Duffuaa Salih, O, Raouf, A., Dixon, John, (2000)

Mantenimiento preventivo, (Arques, 2009, p.47). Lo define como un conjunto de operaciones para evitar la aparición de algún fallo, se ejecuta de forma periódica, también permite la operatividad del funcionamiento adecuado, mejora el rendimiento de los equipos prolongando su eficiencia y vida útil de los mismos.

Mantenimiento correctivo, Duffuaa Salih, O, Raouf, A., Dixon, John, (2000). Lo define como un mantenimiento se realiza en una emergencia, reparación o daño. Se debe realizar con la mayor brevedad posible. El mayor problema que tiene todo mantenimiento correctivo es la disponibilidad del equipo y los repuestos a utilizar también el personal calificado.

Mantenimiento correctivo planificado. Es un mantenimiento que se predice por el desgaste que es ocasionado por el tiempo de vida uso kilometraje. Una gran ventaja de este mantenimiento planificado se puede disponer con todos los repuesto y personal altamente calificado. Minimizando tiempo y paradas innecesarias.

Arques (2009). Define al mantenimiento de mejora como el que se realiza cuando la falla en el equipo presenta consecuencias que puedan afectar la seguridad del usuario o medio ambiente. De inmediato se procede a intervenir la unidad para mantener la seguridad del usuario y continuar dentro de los parámetros aceptables. La mejora no necesariamente puede ser técnica en algunos casos se consideran en la formación de la persona o mejora en el plan de conservación

Duffuaa, Raouf & Dixon (2000). Definen al mantenimiento de oportunidad, como aquel que se lleva a cabo cuando en los periodos de paros o periodos de no uso. Se realizan inspección en general o reparaciones necesarias para garantizar la fiabilidad y seguridad del equipo.

El transporte ferroviario, también conocido como material rodante a todo vehículo terrestre que utiliza una vía férrea, con el objetivo de transportar diferentes tipos de cargas. Se clasifica como uso comercial y tractora, con el objetivo de movilizar personas o mercadería.

Clasificación de las locomotoras según el tipo de tracción

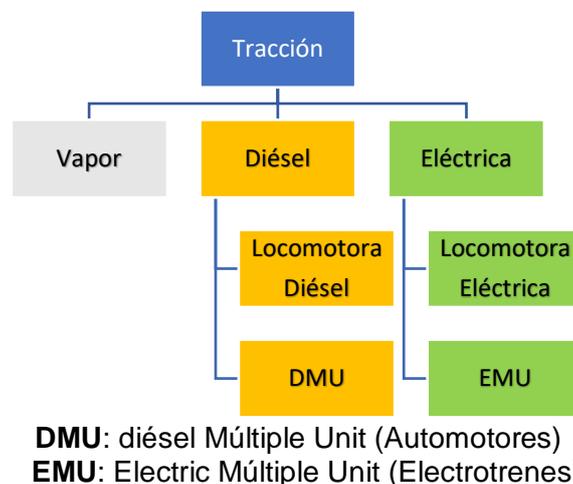


Figura 2. En las siguientes figuras se presentan las clasificaciones de las locomotoras de acuerdo a la tracción que las acciona. El gráfico es extraído de la (revista prisma tecnológico Vol. 4 Nro.1 edición 2013, p. 33)

El mantenimiento del tren Alstom, se realiza dentro de las instalaciones de material rodante con tecnología española. Este tipo de trenes están compuestos por cinco coches identificados de acuerdo a la siguiente denominación. MA1, MB1, R, MB2 Y MA2. Los coches MA, cuentan con motor externo con cabina de conducción, coches MB. Coche con motor intermedio con pantógrafo y coche R. remolque intermedio.

Configuración del tren eléctrico Alstom

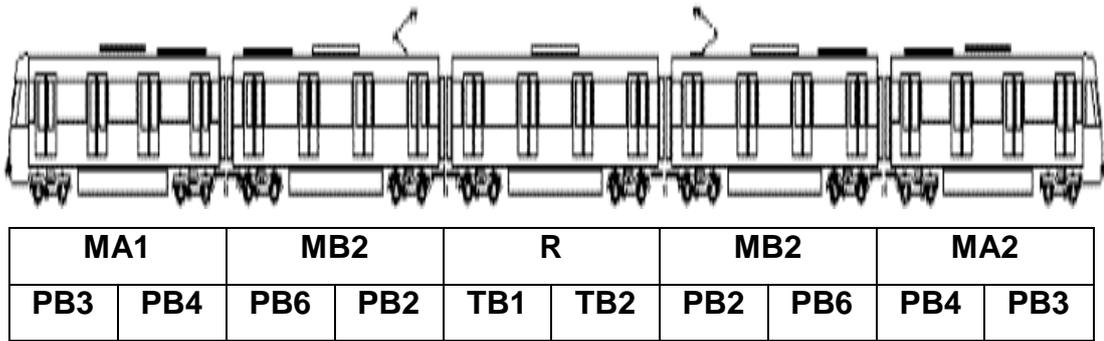


Figura 3. Se encuentra compuesto por 5 coches MA, MB, R. El grafico es extraído de Guerra Mendoza, E. G. (2017)

La caja, está diseñada según el medio de transporte a utilizar, con una exigencia técnica y condiciones de servicio establecidas según el lugar geográfico, brindado seguridad. La integridad de la estructura deberá cumplir con las condiciones de fuego, según la norma NF 16-101 o equivalente. Es de tipo autoportante con materiales de acero al carbono y aluminio, constituida a una carrocería fijada a un bastidor. El Bastidor deberá ser fabricado con piezas de acero soldado cumpliendo resistencia y calidad.

Caja o carrocería del material móvil rodante

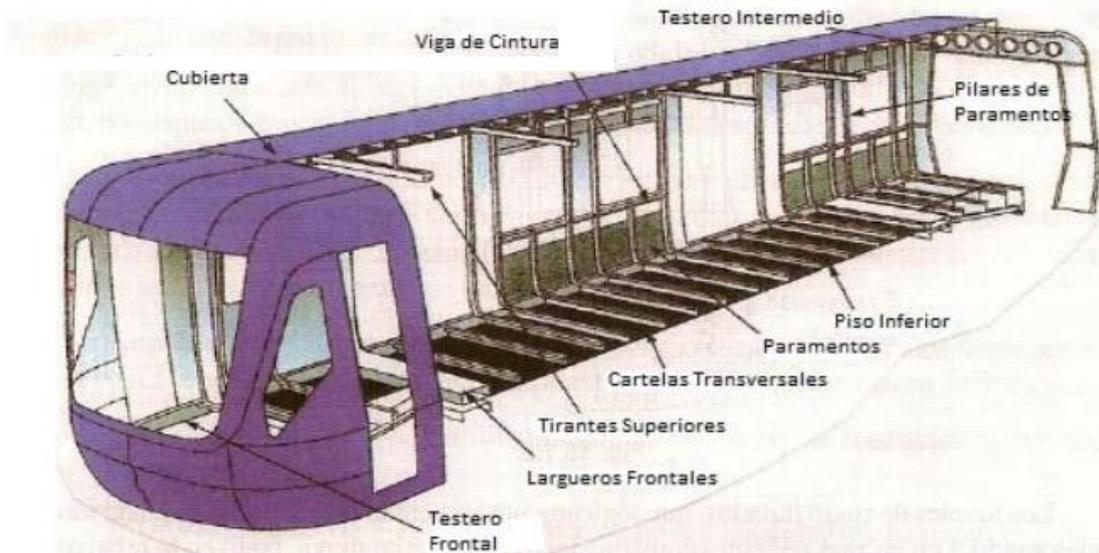


Figura 4. Se puede apreciar la caja o estructura diseñada según la norma NF 16-101, el grafico fue extraído. Badorrey Jáudenes, D. I. (2015)

Bogie, son estructuras giratorias que sustentan las cajas de los vehículos ferroviarios, encargados de realizar la función de amortiguación y suspensión que es sometido constantemente. Se diferencia en dos tipos bogie motores o remolque.

Motores tiene la capacidad de realizar la tracción mientras que el remolque no tiene la capacidad de la realizar la misma función. Podemos encontrar dos ejes cada una con dos ruedas, dos discos de freno, cuatro guarniciones de freno, cuatro suspensiones primarias y dos suspensiones secundarias en los trenes Alstom.

Bogie motor común y su parte



Figura 5. El bogie aquel par montado de ruedas, sobre el cual se apoya la carrocería, el grafico es extraído de Fuente: Alvarez Castillo, I. (2018)

El eje, Badorrey (2015) lo define como un vástago de acero de forma cilíndrica y de tronco cónico donde van las ruedas y soportan todo el peso de la caja.

Componentes del Eje

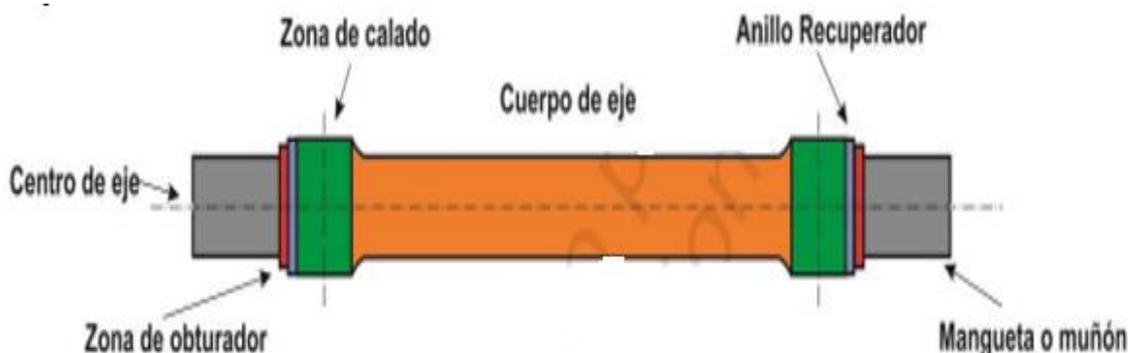


Figura 6. El eje, aquel componente sobre los cuales se colocan las ruedas de los bogies, el grafico fue extraído. Badorrey Jáudenes, D. I. (2015)

Badorrey & Oliva (2015). Definen a la rueda y los ejes como los elementos más importantes en cualquier tipo de vehículo ferroviario y un fallo o exceso de sus dimensiones ocasionaría un descarrilamiento. Los elementos más importantes de la rueda son: pestaña, cubo y superficie de rodadura; pestaña es la parte saliente en los extremos de la rueda cuya principal función es impedir el descarrilamiento del ferrocarril; cubo es la pieza metálica que trabaja como unión entre la rueda y el eje; y, superficie de rodadura que es el contacto entre la rueda y la vía férrea.

Estructura de la Rueda

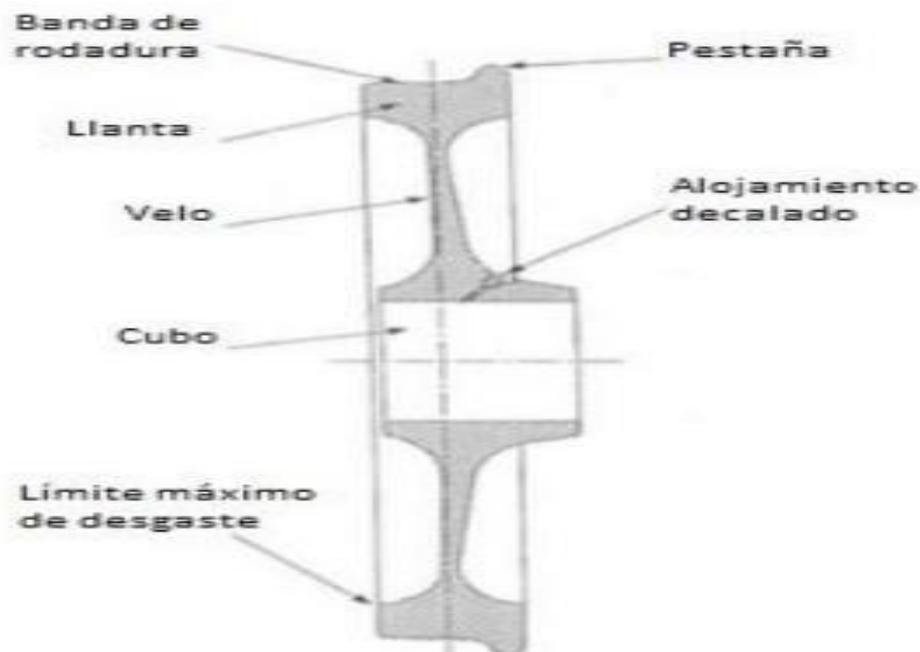


Figura 7. Los elementos más importantes, Pestaña, cubo, Límite máximo de desgaste, banda rodadura, grafico extraído de Badorrey Jáudenes, D. I. (2015)

Miranda (2015). En cuanto al sistema de freno, refiere que los cilindros de frenos son empleados en trenes ferroviarios señala que son dispositivos muy amplios, capaces de generar suficiente fuerza para la disminución de la velocidad y la detención del vehículo, corrigiendo sistemáticamente el desgaste que sufren las pastillas de freno. El funcionamiento es mecánico, la corrección automática. La timonería de freno es un mecanismo de palanca colocados simétricamente respecto de su eje longitudinal.

Timonería y cilindro de freno sin estacionamiento

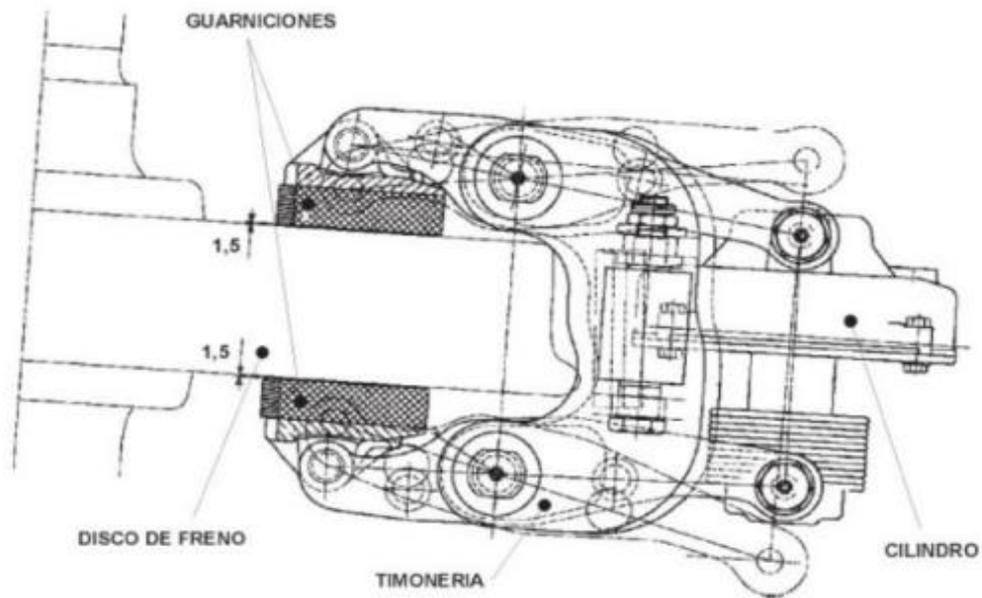


Figura 8. Se observa cómo el émbolo del freno de estacionamiento se ha colocado a lo largo del vástago, grafico extraído Miranda Pedrazuela, F. J. (2015)

Timonería y cilindro de freno con estacionamiento

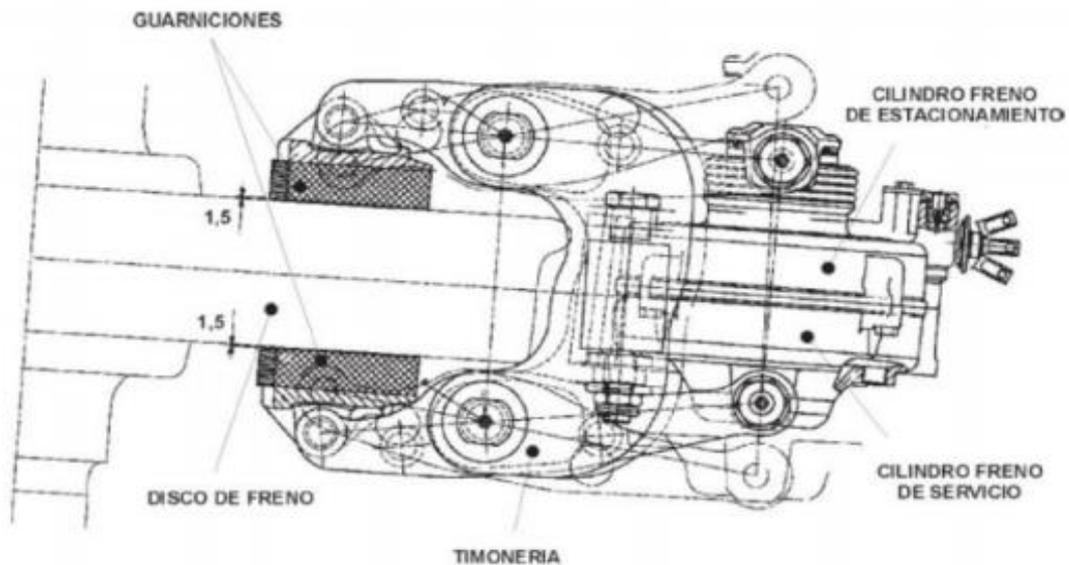


Figura 9. Se observa cómo el cilindro de estacionamiento se cierra, la timonería ejerce presión a las guarniciones, grafico extraído de Miranda Pedrazuela, F. J. (2015)

Miranda (2015). En cuanto al disco de freno, indica que cada eje equipado incluye un sólo disco de freno, el disco está hecho de hierro fundido, diseñado para soportar fricción constante con refrigeración integral por aletas entre las dos superficies de fricción asegura una adecuada climatización a los discos a través por la fuerza centrífuga, el disco de fricción está atornillado al núcleo que se ajusta al eje por apriete.

Freno de disco incluido en la rueda

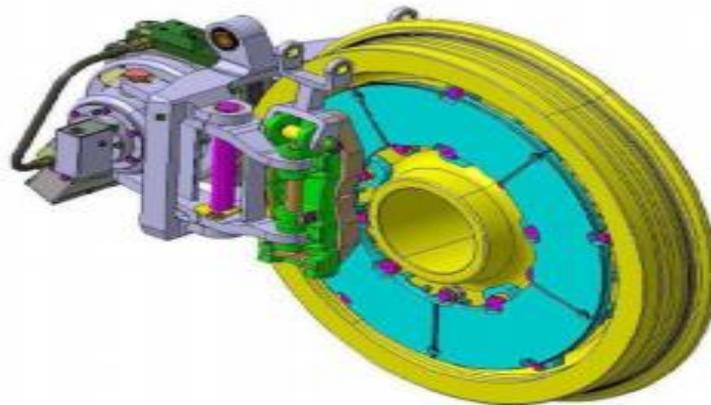


Figura 10. Los discos de Freno pueden estar incluidos en las ruedas o montados en los ejes. grafico extraído de Miranda Pedrazuela, F. J. (2015)

Tipos de disco de freno. Enterizo, disco conformado por una sola pieza, son montados en el eje antes de calar las ruedas.

Disco de freno enterizo



Figura 11. El disco de freno Enterizo, consta de una sola pieza, grafico extraído de Knorr-Bremse AG, (2018)

Disco de freno bipartido, es un disco conformado por 02 piezas, su montaje es indiferente al calado de las ruedas y su estructura está dividida, lo que permite una rápida extracción con la sustitución de discos.

Disco de freno bipartido

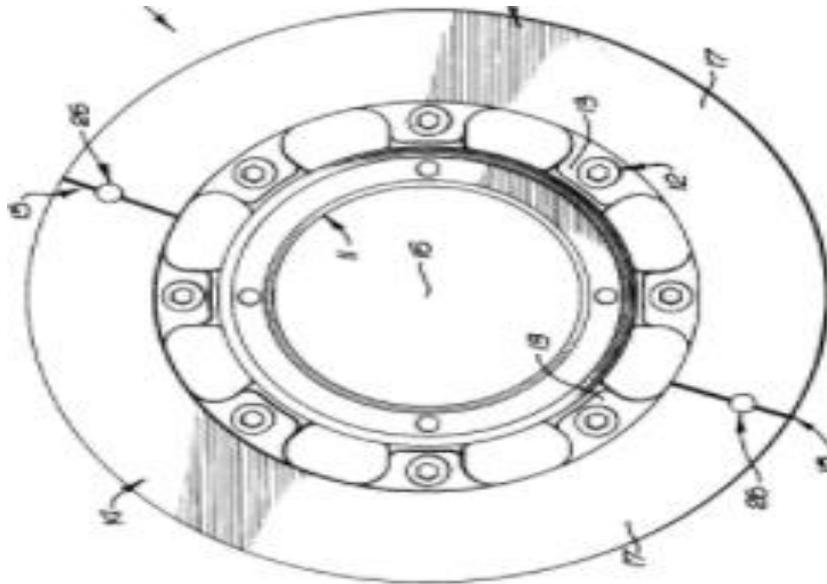


Figura 12. Disco de freno bipartido por la mitad, no es necesario instalar antes de calar las ruedas

Instalación disco de freno bipartido



Figura 13. Instalación disco de freno bipartido, sin necesidad de retirar las ruedas

Instalación disco de freno bipartido sin cabina de pasajero



Figura 14. Instalación disco de freno bipartido sin cabina de pasajero

Equipo reloj Comparador



Figura 15. Verificar el alabeo girando el disco manualmente palpando con el reloj comparador las superficies del disco

Guarnición de freno, elaborada de un material metálica con fibra orgánica, está diseñada para soportar alta fricciones desempeñando frenado de alta energía, con un alto coeficiente de fricción y estabilidad.

Holgura horizontal, las dos guarniciones de una misma unidad de freno no deben tener una holgura excesiva con respecto al disco del freno, si el movimiento posible excede el rango usual de 0,5 mm a 1,5 mm, es necesario verificar con galgas tipo lámina.

Guarniciones y disco de freno

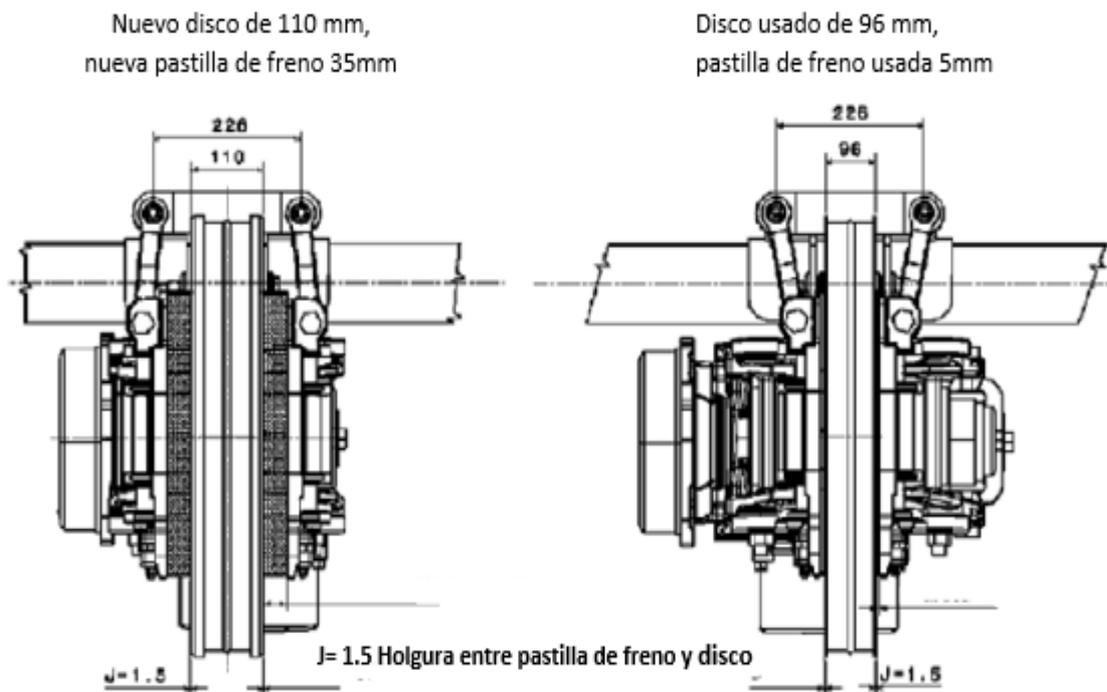


Figura 16. Comparación de guarnición y disco de freno, grafico extraído de Miranda Pedrazuela, F. J. (2015)

Equipo vernier digital



Figura 17. Equipo utilizado para medir el desgaste de la pastilla y disco de freno

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente estudio tiene enfoque cualitativo, descriptivo tipo básico. Se considera teórico porque aporta un nuevo conocimiento a la planificación de mantenimiento del sistema de freno Alstom. De acuerdo a Tamayo (2004). La investigación Básica, es también conocida como pura y teórica que aporta nuevo conocimiento. La investigación pura tiene como objeto el estudio de un problema destinado exclusivamente al progreso o la simple búsqueda del conocimiento.

Se consideró el Método fenomenológico con el propósito principal de investigar, describir y comprender las experiencias de las personas con respecto a un fenómeno y detallar los elementos en común de tales vivencias. De acuerdo a Hernández (2014). El método fenomenológico nos permite encontrar aquellas categorías que se puedan presentar frecuentemente con las experiencias.

3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización

En la investigación se han encontrado cuatro categorías a medida que se ha realizado la descripción del problema: planificación, rol del técnico de mantenimiento, procedimientos de mantenimiento, y criterio de mantenimiento preventivo, para mayor detalle remítase al anexo 01.

Categoría planificación: Con respecto a la planificación, según Stoner, Freeman & Gilbert. (1996). Es el proceso de establecer metas y elegir los medios para poder alcanzar dichas metas.

Sub categoría políticas: Según Thonson & Peteraf & Gamble & Strickland (2012). Dentro de la administración de procesos, las políticas aseguran la ejecución de procedimientos y estrategias (p.39). Significa que la política de mantenimiento se orienta a dar directrices para llevar a cabo planes y programas de mantenimiento.

Sub categoría programas: De acuerdo con Duffuaa & Raouf & Dixon (2000). Describe los programas son tareas de mantenimiento a períodos de tiempo específicos. Las cuales tienen que estar plasmadas en periodicidades temporales basadas en las horas de mantenimiento, y llegar al compromiso de todos los trabajadores. La gestión de mantenimiento es una herramienta para apoyar al

personal y de ingeniería en el desarrollo, control y dirección de un programa de mantenimiento para el equipo garantizando su operación segura a máximas prestaciones y a costo efectivo.

Categoría rol de técnico de mantenimiento: De acuerdo con Fernández (2004). En su libro dirección y planificación estratégicas, El técnico de mantenimiento es el responsable de realizar la evaluación interna y externa debe asegurarse que los sistemas ferroviarios funcionen de manera correcta y eficiente. Formular hipótesis y escenarios sobre los acontecimientos futuros. Desarrolla en su campo de acción la coordinación, asignación, el control y ejecución de las actividades técnicas referentes al mantenimiento preventivo y correctivo

Sub categoría funciones: De acuerdo con Mora, (2009). La función principal es sostener la funcionalidad de los equipos en óptimas condiciones a través del tiempo buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento. Está preparado para generar y gestionar los mantenimientos de conservación según la necesidad del mantenimiento.

Sub categoría actividades: De acuerdo con Chiavenato (2009). Las actividades se estandarizan y son realizadas por personas. Estas actividades son complementarias o interdependientes, son repetitivas, relativamente duraderas y están interrelacionadas en el espacio y el tiempo. Las actividades de material rodante se organizan en grupo de trabajo, los materiales y repuestos requeridos en las operaciones diarias se encuentran estandarizados. El personal inicia sus actividades participando en las charlas de seguridad y las reuniones en las que sea convocado. El personal es asignado diariamente a las actividades programadas.

Categoría procedimientos de mantenimiento: De acuerdo con Chiavenato. (2009). El procedimiento es estandarizado, cíclico, repetitivos, con el fin de lograr situaciones óptimas (P.23). Plasmadas en formatos llamadas cartillas de manteamiento. Es un procedimiento de actividades realizada de acuerdo al kilometraje recorrido. Utilizando plena de los recursos disponible y la máxima eficiencia. Detalla el procediendo correcto como realizar cada tipo de mantenimiento, también describir el protocolo a seguir en orden a mantener las condiciones de seguridad relacionadas con la circulación, en la ejecución de los trabajos en vía, así como en lo relativo a la reglamentación vigente y normativa interna por PDR.

Sub categoría métodos: de acuerdo con Talavares (1999). Los métodos son los medios usados para el desarrollo ordenado de las tareas de un Sistema, o sea, las normas, procedimientos e informaciones disponibles en la organización. En los mantenimientos se aplican varios procedimientos de acuerdo al sistema o fallo. Aplicando técnicas de mantenimiento preventivo para la mayor confiabilidad en el sistema de freno Alstom. La finalidad de todo método es aumentar la vida útil de los equipos de una empresa. Por lo tanto, se consigue disminuir los tiempos de para no planificados, pérdida de horas hombre y los residuos generados por los mantenimientos.

Sub categoría frecuencias . De acuerdo con Garcia (2003). Si contamos con datos históricos que permitan conocer la frecuencia con la que se produce un fallo y Si disponemos de funciones matemáticas que nos permitan predecir el comportamiento de un determinado fallo. Se podrá estimar la frecuencia de intervención a partir de dicha función. Donde conoceremos la vida útil de determinadas piezas. La Frecuencia del plan de conservación del sistema de freno están basadas en un estudio realizado por el fabricante del país de procedencia. En donde detalla el tipo de mantenimiento de acuerdo al kilometraje considerando con una tolerancia del 10% respecto al kilometraje en el mantenimiento del sistema de freno Alstom por recomendación del fabricante.

Sub categoría Normas: una norma se describe como un documento aprobado por una institución reconocida. Se establecen para ayudar a definir procedimientos y resultados. Determinan la base sobre la que puedes llevarse a cabo las tareas de control garantizando que todos los involucrados entiendan los requisitos de la misma forma. Chiavenato. (2009). El establecimiento de normas y reglamento internos sirve para disciplinar y estandarizar el comportamiento de sus miembros. En el mantenimiento de freno Alstom se utiliza la norma UNE: Es una especificación europea de aplicación repetitiva o continua, creadas por los Comités Técnicos de Normalización (CTN).

Sub categoría gestión de riesgos: De acuerdo con Naváez & Lavell & Pérez, (2009). La gestión del riesgo se trata de un proceso que tiene como objetivo reducir y controlar los factores de riesgo. van desde la formulación e implementación de políticas y estrategias, hasta la implementación de acciones e instrumentos concretos de reducción y control, dentro de los trabajos de mantenimiento de freno

Alstom. Se aplican la norma OHSAS 18001 define los requisitos para el establecimiento, implantación y operación de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional. Acompañado con la supervisión de PDR (prevención de riesgo). es una clara señal del compromiso de la empresa con sus empleados. La finalidad es disminuir todo tipo de riesgo que puede ocasionar cualquier accidente en los trabajos de mantenimiento. También contamos con el servicio de una empresa que supervisa los mantenimientos SGS. Reportando y cancelando toda actividad que no cumpla con la norma.

3.3. Escenario de estudio.

El estudio se realizó en la ciudad de Lima - Perú.

3.4. Participantes.

Los participantes del estudio fueron: coordinador de mantenimiento, de profesión ingeniero mecánico con 8 años de experiencia en mantenimiento de trenes, supervisor de mantenimiento, quien es de profesión ingeniero electromecánico con 12 años de experiencia en material rodante y el encargado de PDR de mantenimiento, quien es de profesión ingeniero ambiental con 4 años de experiencia en Ferrovias. Las técnicas de recolección de datos fueron: la entrevista, la observación y revisión documentaria.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Una de las técnicas empleada fue la entrevista, Hernández, Collado & Baptista (2014). La definen como una técnica de investigación muy utilizada en la investigación cualitativa, por lo que fue muy importante mantener el grado de exactitud en las descripciones e interpretaciones de las entrevistas. El objetivo de la técnica es entrevistar y captar la comunicación de sujetos contando sus las experiencias, ideas, incidentes u ocurrencias. Otras de las técnicas muy importantes empleada en el estudio fue la técnica documental, encargada de recopilar y seleccionar información a través de la lectura de documentos, libros, revistas, grabaciones, filmaciones, periódicos, bibliografías, etc. Por último, se utilizó la técnica de observación, la que consiste en observar persona, fenómenos,

hechos, objeto, etc. de acuerdo al participante el sujeto observa y es aceptado como integrante del grupo.

3.6. Procedimientos

Se realizó la matriz de categorización en donde se elaboró las categorías, subcategoría y técnica de recolección de datos. Se escogieron a los participantes, para la siguiente investigación, coordinador y jefe de área, para luego coordinar y llevar a cabo una reunión donde se explicó la importancia de su participación en el estudio. Posteriormente se realizó una programación de entrevistas con preguntas que tenían relación directa con las categorías y subcategorías. Las técnicas de recolección de datos se aplicaron a través de un entorno virtual por medio de los aplicativos microsoft teams y zoom.

3.7. Rigor científico

Se utilizó la metodología científica de investigación y como criterio de rigor: la transferibilidad, para medir la aplicabilidad de esta investigación cualitativa. Cabe decir que la transferibilidad nos permite ampliar los resultados del presente estudio a otras poblaciones. La transferibilidad, en investigaciones científicas con enfoque cualitativo se define como el grado en que los resultados de un determinado estudio pueden transferirse a otras situaciones con características similares, de ahí es que se considera que, a través de la transferibilidad, los resultados de esta investigación se pueden proyectar a otras poblaciones en diferentes ámbitos.

3.8. Método de análisis de la Información

Se utilizó el método fenomenológico para poder describir el problema existente y entender de manera sistemática los fenómenos estudiados. Según Hernández et al. (2014). Tiene como objetivo principal investigar, describir y comprender las experiencias de las personas con respecto a un fenómeno y detallar los elementos en común de tales vivencias.

Dentro del método de recopilación de datos se utilizó la técnica de la entrevista y la técnica de revisión documental de las unidades de análisis determinadas como participantes en la investigación.

Para establecer los resultados, se utilizó el análisis nomotético para poder codificar de forma selectiva las categorías y subcategorías con el tema de investigación, complementando a ello una triangulación de datos. De acuerdo con Flick (2014). La triangulación de datos permite producir del uso de diferentes fuentes de datos de diferentes métodos de recolección (p.67).

3.9. Aspectos éticos

En el estudio, se tuvo presente la moral, siguiendo reglas y normas de conducta, por lo que se siguió un proceso de auto evaluación, que a su vez demandó una conducta ética y ante todo una filosofía práctica, cuya tarea no es precisamente resolver los conflictos, sino plantearlos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la descripción de los resultados se utilizó el método de triangulación de datos y el análisis nomotético; para lograr este fin se utilizó las técnicas de entrevista y de observación, así como la revisión documentaria y los instrumentos de recolección de datos que ayudaron a conseguir respuestas a los objetivos generales y específicos.

En el primer objetivo: a partir de los datos obtenidos para caracterizar la planificación de mantenimiento, se llevó a cabo la interpretación de lo que consiste, la planificación que se enfoca en sus dos componentes esenciales a saber, la política y los programas. Se puede decir, que una planificación no puede llevarse a cabo si no existe la debida intención, y dicha intención está determinada por las políticas existentes de mantenimiento, esto coincide con Thonson & Peteraf & Gamble & Strickland (2012). Quien menciona que, dentro de una administración de procesos, las políticas permiten asegura la ejecución de estrategias (p.39). Significa que definir políticas de mantenimiento nos permitirá llevar a cabo aquellos programas de mantenimiento que más requieren en un sistema ferroviario.

En cuanto a la subcategoría programas: se consideran instrumentos de una planificación la que debe contener todas las actividades necesarias para cumplir con el objetivo previsto, para ello se encuentra semejanza con Duffuaa & Raouf & Dixon (2000). Describe los programas son tareas de mantenimiento a períodos de tiempo específicos. Las cuales tienen que estar plasmadas en periodicidades temporales basadas en las horas de mantenimiento, y llegar al compromiso de todos los trabajadores. Esto quiere decir que los programas de mantenimiento son herramientas de apoyo al personal en el desarrollo, control y dirección, garantizando la operatividad segura a máximas prestaciones y a costo efectivo.

En la primera entrevista, se entrevistó virtualmente vía microsoft teams al coordinador de mantenimiento, de profesión ingeniero mecánico con 8 años de experiencia en mantenimiento de trenes, a quien se le realizó la siguiente pregunta ¿cuál es la política que se aplica en la planificación de mantenimiento? En nuestras políticas establecemos los lineamientos para la planificación, ejecución, documentación y presentación de los resultados respecto a nuestros inventarios ejecutados en la empresa. Tenemos políticas de control donde verificamos por

medio de Kpis que tan bien reflejan nuestros registros la situación real de los bienes inventariados, lo que llamamos “exactitud de inventarios”, ya que encierra un ciclo de comunicación entre las diversas áreas, desde la gestión de inventarios hasta la puesta en marcha del mantenimiento en todos los sistemas.

En la segunda entrevista, se entrevistó virtualmente vía zoom al coordinador de mantenimiento de profesión ingeniero mecánico con 8 años de experiencia como coordinador en mantenimiento de trenes, a quien se le realizó la siguiente pregunta ¿Cuáles son los programas que se utiliza en la planificación de mantenimiento? Los programas de mantenimientos son tareas establecidas por procedimientos estandarizados, garantizando la confiabilidad del rendimiento acreditado por normas internacionales. Las cuales se desarrollan periódicamente de acuerdo al kilometraje o fallo del equipo. La programación es realizada por el área de planeamiento y control. La operación de la programación se realiza por personal técnico capacitado.

En el segundo objetivo, con los datos recopilados para analizar el rol del técnico de mantenimiento, se llevó a cabo la interpretación de la siguiente categoría Rol de técnico de mantenimiento la cual se enfoca en dos componentes primordiales que son, las funciones y las actividades. Las mismos que son muy importantes para realizar el análisis del rol del técnico de mantenimiento, describiendo las funciones se coincide con Mora, (2009). Quien señala que la función principal es sostener la funcionalidad de los equipos en óptimas condiciones a través del tiempo buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento. Esto da entender que el técnico está preparado para generar y gestionar los mantenimientos de conservación según la necesidad del sistema ferroviario.

En cuanto a la subcategoría actividades. Se considera un elemento del rol de técnico de mantenimiento deberá cumplir con todo lo necesario para llegar homogeneizar, lo cual coincide con Chiavenato (2009). Quien sostiene que las actividades se estandarizan y son realizadas por personas. Estas actividades son complementarias o interdependientes, son repetitivas, relativamente duraderas y están interrelacionadas en el espacio y el tiempo. Las actividades que realizan los técnicos de mantenimiento en el sistema de freno Alstom, se organizan en grupo de trabajo, los materiales y repuestos requeridos en las operaciones diarias se

encuentran estandarizados. El personal inicia sus actividades participando en las charlas de seguridad y las reuniones en las que sea convocado. El personal es asignado diariamente a las actividades programadas.

En la tercera entrevista, se entrevistó virtualmente vía microsoft teams al supervisor de mantenimiento, quien es de profesión ingeniero electromecánico con 12 años de experiencia en material rodante, realizándosele la siguiente pregunta. ¿Cuáles son las funciones de un técnico de mantenimiento? Son velar por el funcionamiento de todos los equipos, así como intervenir en caso de un fallo. Cuenta con muchos conocimientos para desarrollar cualquier actividad relacionado al mantenimiento: Cumplir con el instructivo, Realizar el check list de los trabajos en el instructivo (Cartilla de Mantenimiento), Trabajar con responsabilidad, acatando las órdenes e instrucciones de su jefe inmediato y las normas de seguridad establecidas, realizar y participar en el Análisis Seguro de Trabajo y Hacer orden y limpieza una vez concluida su labor.

La cuarta entrevista se realizó virtualmente vía microsoft teams al supervisor de mantenimiento, de profesión ingeniero electromecánico con 12 años de experiencia en material rodante, se le realizó la siguiente pregunta. ¿Cuáles son las actividades de un técnico de mantenimiento en el sistema de freno? Inspeccionar visualmente los discos de freno para determinar los posibles daños externos y para detectar posibles fisuras o grietas, comprobar que el disco de freno queda desbloqueado cuando esta aflojado el freno de servicio, medir el espesor del disco utilizando el vernier, medir el desgaste del disco con el equipo reloj comparador. Con respecto a las pastillas de freno, se realiza una inspección visual para determinar posibles daños externos, así como detectar fisura, grietas o roturas; al presionar los frenos neumáticos no debe haber ningún juego en posición vertical, para medir el espesor de la pastilla de freno se utiliza el siguiente instrumento Vernier.

Con los datos obtenidos para describir los procedimientos prácticos llevados a cabo, se procedió a interpretar la siguiente categoría, que es, procedimiento de mantenimiento, la que a su vez se desglosa en dos componentes primordiales que son, métodos y frecuencia. Estos cumplen funciones muy importantes dentro de los procedimientos de mantenimiento. Describiendo los métodos coincido con Talavares (1999). Quien señala que los métodos son los medios usados para el

desarrollo ordenado de las tareas de un sistema. el procedimiento se aplica a todos los mantenimientos para la mayor confiabilidad. La finalidad de todo método es realizar una actividad ordenando y sistemático con un fin de llegar al objetivo.

En cuanto a la subcategoría frecuencia se considerar un elemento Procedimientos de mantenimiento la que debe determinar todas las frecuencias necesarias para cumplir con el objetivo previsto, donde encontramos semejanza con Garcia (2003). Si contamos con datos históricos que permitan conocer la frecuencia con la que se produce un fallo y Si disponemos de funciones matemáticas que nos permitan predecir el comportamiento de un determinado fallo. Se podrá estimar la frecuencia de intervención a partir de dicha función. Significa que definir las frecuencias de fallo nos permitirá llevar a cabo aquellos programas de mantenimiento que más requieren en el sistema de freno Alstom.

En el tercer objetivo específico, se aplicó la técnica de observación de las siguientes actividades: cambio de disco y pastilla de freno, para así poder identificar qué método se aplica en los procedimientos de mantenimiento de frenos Alstom, se observó el procedimiento de cambio de que disco de freno, visualizándose la manera cómo colocar el nuevo disco bi partido, se logró ver que se utiliza el puente de la grúa, con la ayuda de una eslinga de 60 cm x 2 cm se sujeta el semi-disco de freno, se busca la posición correcta en donde pueda encajar los pernos, y una vez sentado el semi-disco se procede a girar 180 °. Dicho procedimiento solo se puede realizar cuando el bogie se encuentre desmontado o sin la cabina de pasajeros. La forma adecuada del procedimiento seria utilizar un carro transportador de disco, pues no se tendría la necesidad de desmotar toda la cabina para realizar el cambio del disco de freno, con lo que se cambiaría la forma del procedimiento, pero se mantendría la esencia, para mayor dato observe los anexos N° 02 Y 03.

Con respecto a la medición de pastilla o guarnición de freno, se observó que en la actividad se utiliza el instrumento de medición vernier o pie del rey, el espesor de la pastilla de freno tiene que ser mayor a 8.9mm para no proceder con el cambio, si la medida de la pastilla es menor a 8.9mm se procederá con el cambio, si la pastilla de freno presenta grietas, ralladuras, roturas o una anomalía extraña se procederá a realizar el cambio. En los registros se encontró varios cambios con una tolerancia a 8mm. Aparte de ello existe un calibrador que se llama galga patrón de

8.9 mm, con el cual se obtiene una medida más exacta, para mayor dato observe el anexo N° 04.

En cuanto a la subcategoría frecuencia se usó la técnica de revisión documentaria. La cual consta en la revisión de todas las cartillas de medición de disco y pastilla de freno del año 2020. Por lo que se inició con revisar la cartilla de medición de disco de freno, identificándose que la medición de disco de freno se realiza con el instrumento vernier y reloj comparador, se realiza cada 75.000 km, con el objetivo de proceder con el perfilado de disco o cambio si amerita, la finalidad de la revisión documentaria es registrar todos los datos tomados en el periodo 2020, los registros fueron procesados en una tabla de Excel con el objetivo de brindar una nueva planificación de frecuencia, según se puede apreciar anexo N° 05.

La medición de la pastilla de freno se realiza cada 12500 km., se observó todos los registros para poder ser analizados y brindada una nueva planificación de frecuencia si amerita, se puede apreciar en anexo N° 06.

En el tercer objetivo, con los datos recolectados describiremos los procedimientos prácticos llevados a cabo con la cuarta categoría criterios de mantenimiento preventivo, los cuales se enfocan en sus dos componentes esenciales que son, normas y gestión de riesgo, describiendo las normas señalo que son un documento aprobado por una institución internacional reconocida, se establecen para ayudar a definir procedimientos y resultados, coincido con Chiavenato (2009), quien refiere que el establecimiento de normas sirve para disciplinar y estandarizar el comportamiento de sus miembros. Quiere decir que las normas son procedimientos muy importantes para realizar técnicas de mantenimiento, estandarizando el conocimiento de todo el personal involucrado y la planificación de mantenimiento. Las normas que se aplicarán al estudio, fabricación, reparación y ensayos de los vehículos serán de carácter internacional. En cuanto a la subcategoría gestión de riesgos se considera un elemento muy importante para el mantenimiento preventivo, lo cual coincide con Naváez & Lavell & Pérez, (2009). Para quienes la gestión del riesgo se trata de un proceso que tiene como objetivo reducir y controlar los factores de riesgo. Esto va desde la formulación e implementación de políticas y estrategias, hasta la implementación de acciones e instrumentos concretos de reducción y control. Quiere decir que identifica, analiza las probabilidades de accidente o riesgos durante las actividades

a realizar. También brinda acciones preventivas y correctivas para evitar o disminuir cualquier riesgo.

La quinta entrevista se realizó virtualmente vía zoom al encargado de PDR de mantenimiento, quien es de profesión ingeniero ambiental con 4 años de experiencia en Ferrovías, preguntándosele ¿Cuáles son las normas que se utilizan en la planificación de mantenimiento? A lo que respondió, una norma determina la base de toda actividad realizada bajo un control que garantice la seguridad y confort del personal técnico y usuario final. Principalmente nos basamos al manual del fabricante.

La sexta entrevista se realizó virtualmente vía zoom al encargado de PDR de mantenimiento, quien es de profesión ingeniero ambiental con 4 años de experiencia en Ferrovías, preguntándosele ¿Cómo se aplica la gestión de riesgo en el mantenimiento preventivo? La gestión de riesgo describe, analiza y cuantifica la probabilidad de un accidente en los mantenimientos preventivos y correctivos. También disminuye toda actividad que pueda causar un daño al técnico de mantenimiento. Contamos con políticas de seguridad en cual establecen todo el lineamiento de prevención.

V. CONCLUSIONES

En cuanto al **primer objetivo general**, que es, especificar los procedimientos existentes utilizados por los técnicos, **se cumplió**, por medio de sus dos objetivos específicos, siendo el primero, caracterizar la planificación de mantenimiento, el cual **se cumplió** mediante el uso de dos componentes, como son, **la política**, ya que se identificó que la empresa cuenta con lineamientos específicos que todo trabajador debe seguir y su componente **programas**, pues se identificó que la empresa cuenta con tareas establecidas por procedimientos estandarizados, las cuales se desarrollan periódicamente de acuerdo al kilometraje o fallo del equipo. Sobre el **segundo objetivo específico**, que es, analizar el rol del técnico de mantenimiento, **se cumplió**, ya que en su elemento **funciones**, el personal técnico especialista conoce sus funciones y recibe las capacitaciones correspondientes; y, su segundo elemento **actividades**, **se cumplió** ya que se identificó que estas van desde la inspección de daños externos, posibles fisuras o grietas hasta el cambio del disco o guarnición de freno.

Del **segundo objetivo general**, que es, determinar las prácticas que se requieren para realizar un mantenimiento preventivo, **se cumplió** por medio de su único objetivo específico, siendo este: describir los procedimientos prácticos llevados a cabo, el cual **se cumplió** focalizándonos en cuatro factores que son, **método** ya que se identificó el procedimiento de cambio de disco, que se realiza sin la cabina y con cabina del tren, utilizando en este último el carro transportador, sobre el cambio de pastilla de freno se identificó que se utiliza el vernier para realizar la medición pero existe una galga patrón de 8.9mm con la que se obtendría un mejor resultado. Del factor **frecuencia** de revisión de disco de freno, se identificó que se realiza cada 75 000 km, sin embargo, en la revisión documentaria se notó un desgaste pronunciado a los 50 000 km, con respecto a la frecuencia de la pastilla de freno se observó cambios antes de los 12 500 km, asimismo, del factor **normas** se identificó que la empresa hace uso de la norma UNE publicado por AENOR, finalmente del factor **gestión de riesgo** se identificó que la empresa cuenta con políticas propias que disminuyen las actividades que puedan dañar al personal.

VI. RECOMENDACIONES

1. En cuanto, a las **políticas** de la empresa, se recomienda seguir utilizándolas, pero actualizarlas conforme lo ameriten las circunstancias.
2. Sobre **funciones del técnico de mantenimiento**, se recomienda al área de mantenimiento, que el personal técnico especialista reciba una capacitación sobre el manejo del equipo minupruf, por una empresa internacional acreditada.
3. En cuanto a **métodos**, se recomienda al área de mantenimiento y planeación la aprobación del procedimiento de uso del carro transportador al realizar los cambios de disco de freno, sin necesidad de desmontar la cabina. Sobre el uso de la galga patrón 8.9mm, se recomienda usarla para corroborar el dato obtenido por el vernier.
4. En la **frecuencia** de mantenimiento se recomienda al área de planeamiento, realizar una inspección con el equipo minupruf a los 50 000 km, sobre la inspección de pastilla de freno se sugiere realizar la medición a los 6250 km.
5. Al área de ingeniería, se da como sugerencia realizar un estudio correlacional entre los kilómetros recorridos y el desgaste tanto de discos como de pastilla de freno.

REFERENCIAS

- Álvarez Castillo, I. (2018) *Análisis de las vibraciones de un bogie ferroviario ante excitación genérica*. (Tesis de pregrado). Recuperada de <https://1library.co/document/y4ex205q-analisis-vibraciones-bogie-ferroviario-excitacion-generica.html>
- Arques P., J. L. (2009) *Ingeniería y gestión del mantenimiento en el sector ferroviario. España*. (1.ª ed.). España: Ediciones Días de Santos.
- Badorrey Jáudenes, D. I. (2015). *Modelado y ensayo del bogie de un vehículo ferroviario*. (Tesis de pregrado) Recuperada de https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/25716/PFC_Ignacio_Badorrey_Jaudenes.pdf
- Benavides V., J., y R. R., C. (2001). Nuevas perspectivas en la normalización de la gestión de la seguridad y salud en el trabajo. *IV Congreso de Ingeniería de Organización*. Sevilla. Recuperado de <http://adingor.es/congresos/web/articulo/detalle/a/1588>
- Bravo Córdoba, E. (2018) *Evaluación de la eficiencia de frenado de vehículos de categoría m3 para determinar su vida útil en la empresa Ángel divino*. (Tesis de pregrado). Recuperada de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25907/Bravo_CE.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Coello Salcedo, M. F y Guerrero Palacios, T. F. (2016). *Determinación de la degradación y contaminación del aceite de motores Otto en función del kilometraje*. (Tesis de maestría). Recuperada de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5643>
- Duffuaa S., O, Raouf, A. y Dixon, John. (2007). *Sistemas de mantenimiento planeación y control*. (1.ª ed.) México: Editorial Trillas.
- Escobar M.A., y Mauricio B.G. (2007). Uso de las cadenas de Markov en la selección de políticas de mantenimiento. Revista *redalyc*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84934020>

- Espinoza Ruiz, S. (2017) *Diseño mecánico eléctrico de un tribómetro para ensayos de resistencia al desgaste abrasivo en pastillas de frenos tipo disco según la norma ASTM G65*. (Tesis de pregrado). Recuperada de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/862/1/TL_EspinozaRuizSaul.pdf
- Fernández R., A. (2004) *Dirección y planificación estratégicas en las empresas y organizaciones*. (1ª ed.) España: Ediciones Díaz de Santos
- Flick, U. (2014). *La gestión de la calidad en la investigación cualitativa*. Madrid: Ed. Morata. (2.ª ed.) España: Editorial Morata
- García L., R. A., Acosta P., M. A., y Flórez S., E. (2015). Análisis del comportamiento de los frenos de disco de los vehículos a partir de la aceleración del proceso de corrosión. *Revista virtual REDALYC*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257040047005.pdf>
- Guerra Mendoza, E. G. (2017) *Descripción y propuesta para la optimización de tiempos del programa de mantenimiento preventivo aplicado a los trenes alstom metrópolis 9000 de la línea 1 del metro de Lima*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/450>
- Hernández S., R., Fernández C., C. y Baptista L., P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Luna Ayala, A. y Toledo Araucano, A. (2019) *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad en las maquinarias de la empresa OSIMIN S.R.L, Huaraz-2019*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50373>
- Miranda Pedrazuela, F. J. (2015) *Estudio y Análisis Mecánico de un Freno Ferroviario*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/26240>
- Narváez L., Lavell A. y Pérez, O., G. (2009). *La gestión del riesgo de desastres: un enfoque basado en procesos*. Recuperado de

https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19759/GestionRiesgoDesastres%28Narvaez_2009%29.pdf?sequence=1&isAllowed=

Mora, L. A. (2009) *Mantenimiento. Planeación, Ejecución y Control*. (1ª ed.). México: Alfaomega Grupo Editor

Olarte C.W., Botero A.M. & Cañon A.B. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Revista Redalyc*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/849/84917316066.pdf>

Parra D., M. L y Briceño Rodríguez, I. I (2013). Aspectos éticos en la investigación cualitativa. *Revista Enfermería Neurológica*. Recuperado de <https://revenferneuroenlinea.org.mx/index.php/enfermeria/article/view/167>

Rigol C.B., Hidalgo B.B. & Batista R.C. (2009), “El impacto de las fallas en los sistemas de los vehículos de transporte de carga, en la disponibilidad técnica de una gran empresa transportista de carga de la ciudad de Holguín”. *Revista redalyc*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181518069001>

Rojas Correa, C. E. (2014) *Mejoras en la gestión de la planificación y pautas de mantenimiento en los camiones de carguío diesel komatsu 830E y 930e en la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi*. (Tesis de pregrado). Recuperado de: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/117093>

Sagnier, C. (2018) Métodos de mantenimiento: 8 técnicas que conocer [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.mobility-work.com/es/blog/tecnicas-metodos-de-mantenimiento>

Sánchez B., Jorge (2009), “Un concepto emergente de planeación”. *Revista clío américa*. recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5114806>

Shkiliova L., y Fernández S.M. (2011). Sistemas de mantenimiento técnico y reparaciones y su aplicación en la Agricultura. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93218850013>

- Suardíaz G., Juan (2019) Planificación operativa de material rodante ferroviario de alta velocidad. *Revista Virtual Dialnet*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=232089>
- Stoner, J., A. y Freeman, R. E. & Gilbert, D.R. 1996. *Administración sexta edición*. Recuperado de <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1437>
- Talabera Orezano, T. N. (2019) Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas en Nuevo Mundo S.A., Cercado de Lima, 2019. (Tesis de pregrado). Recuperada de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45403/Talabera_OTN-SD.pdf?sequence=8&isAllowed=y
- Tavares L., A. (1999), Administración moderna de mantenimiento. Recuperado de <https://soportec.files.wordpress.com/2010/06/administracion-moderna-de-mantenimiento.pdf>
- Thompson A., Peteraf M, Gamble, J. y Strickland, A (2012). *Administración estratégica*. (18ª ed). México: Mc Graw Hill

Ámbito temático	Problema de Investigación	Preguntas de investigación	Objetivo Generales	Objetivo Específicos	Categorías	Subcategorías	Descripción	Participante	Técnicas de recolección de datos
Planificación de mantenimiento preventivo en el sistema de freno Alstom, Lima, 2021	¿Los planes de mantenimiento preventivo están vinculados a ofrecer un gestionamiento sobre los riesgos que se presentan?	¿Cuáles son los procesos técnicos llevados a cabo?	Especificar los procedimientos existentes utilizados por los técnicos	Caracterizar la planificación de mantenimiento	Planificación	Políticas.	¿Cuáles son las políticas que se aplican en la planificación de mantenimiento?	Coordinador de mantenimiento con 8 años de experiencia	Entrevista
						Programas.	¿Qué programas se utilizan en la planificación de mantenimiento?		Entrevista
				Analizar el rol del técnico de mantenimiento	Rol del técnico de mantenimiento	Funciones	¿Cuáles son las funciones de un técnico de mantenimiento?	supervisor de mantenimiento. Ingeniero electromecánico con 12 años de experiencia	Entrevista
						Actividades	¿Qué actividades realiza el técnico de mantenimiento en el sistema de freno Alstom?		Entrevista
		¿Cuáles son las practicas requeridas de mantenimiento actual?	Determinar las practicas que se requieren para realizar un mantenimiento preventivo	Describir los procedimientos prácticos llevados a cabo.	Procedimientos de mantenimiento	Métodos.	¿Qué método se aplica en los procedimientos de mantenimientos de frenos Alstom?	Realizado por mi persona	Técnicas. Observación
						Frecuencia.	¿Qué frecuencias se aplican para el procedimiento de mantenimiento de frenos Alstom?	Realizado por mi persona	Técnicas. Documental
						Normas.	¿Cuáles son las normas de mantenimiento preventivo del sistema de freno Alstom?	PDR ingeniero ambiental con 4 años de experiencia	Entrevista
						Criterio de mantenimiento preventivo			

						Gestión de riesgos.	¿Cómo se aplica la gestión de riesgo en el mantenimiento preventivo del sistema de freno Alstom?	en Ferrovías.	Entrevista
--	--	--	--	--	--	---------------------	--	---------------	------------

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de categorización

Anexo 02. Carguío de semi disco de freno para la instalación.



Anexo 03. Instalación del semi disco de freno.



Anexo 04. Galga patrón de 8.9 mm.



Anexo 05. Muestra de base de datos, pastillas de freno.

N° TREN	FECHA	KILOMETRAJE	COCHE	EJE	LADO	POSICION	OBSERVACION	ESPESOR
T23	23/5/2020	756498	MA1	1 S		23-1	medicion	29.8
T06	23/5/2020	756498	MA1	1 S		23-3	medicion	13.96
T06	23/5/2020	756498	MA1	2 S		23-5	medicion	33.12
T06	23/5/2020	756498	MA1	2 S		23-7	medicion	23.39
T06	23/5/2020	756498	MB1	1 S		23-9	medicion	15.77
T06	23/5/2020	756498	MB1	1 S		23-11	medicion	13.6
T06	23/5/2020	756498	MB1	2 S		23-13	medicion	11.78
T06	23/5/2020	756498	MB1	2 S		23-15	medicion	18.35
T06	23/5/2020	756498	R	1 S		23-17	medicion	23.3
T06	23/5/2020	756498	R	1 S		23-19	medicion	12.45
T06	23/5/2020	756498	R	2 S		23-21	medicion	29.4
T06	23/5/2020	756498	R	2 S		23-23	medicion	21.93
T06	23/5/2020	756498	MB2	1 S		23-25	medicion	11.79
T06	23/5/2020	756498	MB2	1 S		23-27	medicion	11.05
T06	23/5/2020	756498	MB2	2 S		23-29	medicion	28.09
T06	23/5/2020	756498	MB2	2 S		23-31	medicion	21.75
T06	23/5/2020	756498	MA2	1 S		23-33	medicion	19.46
T06	23/5/2020	756498	MA2	1 S		23-35	medicion	28.93
T06	23/5/2020	756498	MA2	2 S		23-37	medicion	9.09
T06	23/5/2020	756498	MA2	2 S		23-39	medicion	10.45
T06	23/5/2020	756498	MA1	2 D		23-2	medicion	29.6
T06	23/5/2020	756498	MA1	2 D		23-4	medicion	12.16
T06	23/5/2020	756498	MA1	1 D		23-6	medicion	33.46
T06	23/5/2020	756498	MA1	1 D		23-8	medicion	23.22
T06	23/5/2020	756498	MB1	2 D		23-10	medicion	18.24
T06	23/5/2020	756498	MB1	2 D		23-12	medicion	9.69
T06	23/5/2020	756498	MB1	1 D		23-14	medicion	13.81
T06	23/5/2020	756498	MB1	1 D		23-16	medicion	15.36
T06	23/5/2020	756498	R	2 D		23-18	medicion	23-18
T06	23/5/2020	756498	R	2 D		23-20	medicion	10.23
T06	23/5/2020	756498	R	1 D		23-22	medicion	29.7
T06	23/5/2020	756498	R	1 D		23-24	medicion	22.4
T06	23/5/2020	756498	MB2	2 D		23-26	medicion	15.66

Anexo 06. Muestra de base de datos, disco de freno.

N° TREN	FECHA	KILOMETRAJE	COCHE	BOGIE	EJE	LADO	POSICION	OBSERVACION	ESPESOR
T07	23/3/2020	756498	MA1	PB3	1	S	6-1	medicion	7.4
T07	23/3/2020	756498	MA1	PB3	1	D	6-2	medicion	7
T07	23/3/2020	756498	MA1	PB3	2	S	6-3	medicion	7.3
T07	23/3/2020	756498	MA1	PB3	2	D	6-4	medicion	6.9
T07	23/3/2020	756498	MA1	PB4	1	S	6-5	medicion	7
T07	23/3/2020	756498	MA1	PB4	1	D	6-6	medicion	7.2
T07	23/3/2020	756498	MA1	PB4	2	S	6-7	medicion	7.4
T07	23/3/2020	756498	MA1	PB4	2	D	6-8	medicion	7.1
T07	23/3/2020	756498	MB1	PB6	1	S	6-9	medicion	7
T07	23/3/2020	756498	MB1	PB6	1	D	6-10	medicion	7.2
T07	23/3/2020	756498	MB1	PB6	2	S	6-11	medicion	6.8
T07	23/3/2020	756498	MB1	PB6	2	D	6-12	medicion	6.7
T07	23/3/2020	756498	MB1	PB2	1	S	6-13	medicion	6.7
T07	23/3/2020	756498	MB1	PB2	1	D	6-14	medicion	7
T07	23/3/2020	756498	MB1	PB2	2	S	6-15	medicion	6.8
T07	23/3/2020	756498	MB1	PB2	2	D	6-16	medicion	6.5
T07	23/3/2020	756498	R	TB1	1	S	6-17	medicion	7.1
T07	23/3/2020	756498	R	TB1	1	D	6-18	medicion	7.1
T07	23/3/2020	756498	R	TB1	2	S	6-19	medicion	7.2
T07	23/3/2020	756498	R	TB1	2	D	6-20	medicion	7.2
T07	23/3/2020	756498	R	TB2	2	S	6-21	medicion	7.2
T07	23/3/2020	756498	R	TB2	2	D	6-22	medicion	7.2
T07	23/3/2020	756498	R	TB2	1	S	6-23	medicion	7.3
T07	23/3/2020	756498	R	TB2	1	D	6-24	medicion	7
T07	23/3/2020	756498	MB2	PB2	2	S	6-25	medicion	6.8
T07	23/3/2020	756498	MB2	PB2	2	D	6-26	medicion	6.8
T07	23/3/2020	756498	MB2	PB2	1	S	6-27	medicion	6.9
T07	23/3/2020	756498	MB2	PB2	1	D	6-28	medicion	6.6
T07	23/3/2020	756498	MB2	PB2	2	S	6-29	medicion	6.9
T07	23/3/2020	756498	MB2	PB2	2	D	6-30	medicion	6.9
T07	23/3/2020	756498	MB2	PB2	1	S	6-31	medicion	7
T07	23/3/2020	756498	MB2	PB2	1	D	6-32	medicion	6.8
T07	23/3/2020	756498	MA2	PB6	2	S	6-33	medicion	4.3
T07	23/3/2020	756498	MA2	PB6	2	D	6-34	medicion	4.1
T07	23/3/2020	756498	MA2	PB6	1	S	6-35	medicion	4.6
T07	23/3/2020	756498	MA2	PB6	1	D	6-36	medicion	4
T07	23/3/2020	756498	MA2	PB4	2	S	6-37	medicion	4.5
T07	23/3/2020	756498	MA2	PB4	2	D	6-38	medicion	4.1

Anexo 07. Ficha de entrevista N°01

FICHA DE ENTREVISTA	
Cargo del entrevistado: coordinador de mantenimiento	
Profesión: ingeniero mecánico	Años de experiencia: 8 en mantenimiento de trenes
Medio por el que se realizó la entrevista: aplicativo microsoft teams	
Pregunta realizada: ¿cuál es la política que se aplica en la planificación de mantenimiento?	
Respuesta: En nuestras políticas establecemos los lineamientos para la planificación, ejecución, documentación y presentación de los resultados respecto a nuestros inventarios ejecutados en la empresa. Tenemos políticas de control donde verificamos por medio de Kpis que tan bien reflejan nuestros registros la situación real de los bienes inventariados, lo que llamamos "exactitud de inventarios", ya que encierra un ciclo de comunicación entre las diversas áreas, desde la gestión de inventarios hasta la puesta en marcha del mantenimiento en todos los sistemas.	

Anexo 08. Ficha de entrevista N°02

FICHA DE ENTREVISTA	
Cargo del entrevistado: coordinador de mantenimiento	
Profesión: ingeniero mecánico	Años de experiencia: 8 en mantenimiento de trenes
Medio por el que se realizó la entrevista: aplicativo zoom	
Pregunta realizada: ¿Cuáles son los programas que se utiliza en la planificación de mantenimiento?	
Respuesta: Los programas de mantenimientos son tareas establecidas por procedimientos estandarizados, garantizando la confiabilidad del rendimiento acreditado por normas internacionales. Las cuales se desarrollan periódicamente de acuerdo al kilometraje o fallo del equipo. La programación es realizada por el área de planeamiento y control. La operación de la programación se realiza por personal técnico capacitado.	

Anexo 09. Ficha de entrevista N°03

FICHA DE ENTREVISTA	
Cargo del entrevistado: supervisor de mantenimiento	
Profesión: ingeniero electromecánico	Años de experiencia: 12 años de experiencia en material rodante
Medio por el que se realizó la entrevista: aplicativo microsoft teams	
Pregunta realizada: ¿Cuáles son las funciones de un técnico de mantenimiento?	
Respuesta: Son velar por el funcionamiento de todos los equipos, así como intervenir en caso de un fallo. Cuenta con muchos conocimientos para desarrollar cualquier actividad relacionado al mantenimiento: Cumplir con el instructivo, Realizar el check list de los trabajos en el instructivo (Cartilla de Mantenimiento), Trabajar con responsabilidad, acatando las órdenes e instrucciones de su jefe inmediato y las normas de seguridad establecidas, realizar y participar en el Análisis Seguro de Trabajo y Hacer orden y limpieza una vez concluida su labor.	

Anexo 10. Ficha de entrevista N°04

FICHA DE ENTREVISTA	
Cargo del entrevistado: supervisor de mantenimiento	
Profesión: ingeniero electromecánico	Años de experiencia: 12 años de experiencia en material rodante
Medio por el que se realizó la entrevista: aplicativo microsoft teams	
Pregunta realizada: ¿Cuáles son las actividades de un técnico de mantenimiento en el sistema de freno?	
Respuesta: Inspeccionar visualmente los discos de freno para determinar los posibles daños externos y para detectar posibles fisuras o grietas, comprobar que el disco de freno queda desbloqueado cuando esta aflojado el freno de servicio, medir el espesor del disco utilizando el vernier, medir el desgaste del disco con el equipo reloj comparador. Con respecto a las pastillas de freno, se realiza una inspección visual para determinar posibles daños externos, así como detectar fisura, grietas o roturas; al presionar los frenos neumáticos no debe haber ningún juego en posición vertical, para medir el espesor de la pastilla de freno se utiliza el siguiente instrumento Vernier.	

Anexo 11. Ficha de entrevista N°05

FICHA DE ENTREVISTA	
Cargo del entrevistado: encargado de PDR de mantenimiento	
Profesión: ingeniero ambiental	Años de experiencia: 4 años de experiencia en ferrovías
Medio por el que se realizó la entrevista: aplicativo zoom	
Pregunta realizada: ¿Cuáles son las normas que se utilizan en la planificación de mantenimiento?	
Respuesta: Una norma determina la base de toda actividad realizada bajo un control que garantice la seguridad y confort del personal técnico y usuario final. Principalmente nos basamos al manual del fabricante.	

Anexo 12. Ficha de entrevista N°06

FICHA DE ENTREVISTA	
Cargo del entrevistado: encargado de PDR de mantenimiento	
Profesión: ingeniero ambiental	Años de experiencia: 4 años de experiencia en ferrovías
Medio por el que se realizó la entrevista: aplicativo zoom	
Pregunta realizada: ¿Cómo se aplica la gestión de riesgo en el mantenimiento preventivo?	
Respuesta: La gestión de riesgo describe, analiza y cuantifica la probabilidad de un accidente en los mantenimientos preventivos y correctivos. También disminuye toda actividad que pueda causar un daño al técnico de mantenimiento. Contamos con políticas de seguridad en cual establecen todo el lineamiento de prevención.	

Anexo 17. Ficha de observación

FICHA DE OBSERVACIÓN DEL MÉTODO SE APLICA EN LOS PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTOS DE FRENOS ALSTOM
Observador: Fabio Tacuri Tello
Procedimiento observado: cambio de discos y pastillas de freno
Dato obtenido: se observó el procedimiento de cambio de que disco de freno, visualizándose la manera cómo colocar el nuevo disco bi partido, se logró ver que se utiliza el puente de la grúa, con la ayuda de una eslinga de 60 cm x 2 cm se sujeta el semi-disco de freno, se busca la posición correcta en donde pueda encajar los pernos, y una vez sentado el semi-disco se procede a girar 180 °. Dicho procedimiento solo se puede realizar cuando el bogie se encuentre desmontado o sin la cabina de pasajeros. La forma adecuada del procedimiento seria utilizar un carro transportador de disco, pues no se tendría la necesidad de desmotar toda la cabina para realizar el cambio del disco de freno, con lo que se cambiaría la forma del procedimiento, pero se mantendría la esencia. Con respecto a la medición de pastilla o guarnición de freno, se observó que en la actividad se utiliza el instrumento de medición vernier o pie del rey, el espesor de la pastilla de freno tiene que ser mayor a 8.9mm para no proceder con el cambio, si la medida de la pastilla es menor a 8.9mm se procederá con el cambio, si la pastilla de freno presenta grietas, ralladuras, roturas o una anomalía extraña se procederá a realizar el cambio. En los registros se encontró varios cambios con una tolerancia a 8mm. Aparte de ello existe un calibrador que se llama galga patrón de 8.9 mm, con el cual se obtiene una medida más exacta

Anexo 18. Ficha de revisión documental

FICHA DE OBSERVACIÓN DE FRECUENCIAS DE CAMBIO DE DISCO Y PASTILLA DE FRENO
Observador: Fabio Tacuri Tello
Documento observado: cartillas de medición de disco y pastilla de freno del año 2020
Dato obtenido: se inició con revisar la cartilla de medición de disco de freno, identificándose que la medición de disco de freno se realiza con el instrumento vernier y reloj comparador, se realiza cada 75.000 km, con el objetivo de proceder con el perfilado de disco o cambio si amerita, la finalidad de la revisión documentaria es registrar todos los datos tomados en el periodo 2020, los registros fueron procesados en una tabla de Excel con el objetivo de brindar una nueva planificación de frecuencia. La medición de la pastilla de freno se realiza cada 12500 km., se observó todos los registros para poder ser analizados y brindad una nueva planificación de frecuencia si amerita.