



Universidad  
Industrial de  
Santander

**ESTUDIO Y DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO  
EN CONFIABILIDAD RCM PARA LA ATRACCIÓN MONTAÑA RUSA  
DEL PARQUE DE ATRACCIONES SALITRE MÁGICO BOGOTÁ.**

**HOLMAN ENRIQUE CUBIDES GARZÓN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIRÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
COHORTE XXIX  
BUCARAMANGA - 2017**

**ESTUDIO Y DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN  
CONFIABILIDAD RCM PARA LA ATRACCIÓN MONTAÑA RUSA DEL  
PARQUE DE ATRACCIONES SALITRE MÁGICO BOGOTÁ.**

**Monografía presentada como requisito para optar por el título de  
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Dirigido Por:  
DANIEL ORTIZ PLATA  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE INGENIRÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA**

**2017**

## **DEDICATORIA**

A Dios que me regala una vida llena de triunfos y aprendizaje continuo.

A mi padre, el mejor de mis tutores, a mi madre que aunque está en el cielo vive presente en cada uno de mis logros y al cariño y aliento incondicional de mis dos hermanas.

A todas las personas que me han dado un consejo o han hablado abiertamente conmigo a lo largo de mi vida, porque de una manera u otra he sabido apreciar y agregar a mi vida todo lo bueno de aquellas palabras por sencillas que hayan parecido.

Al Ingeniero Daniel Ortiz Plata por su constante apoyo y a todos los directivos, profesores, y administrativos de la UIS que ponen un granito de arena para formar personas de bien y comprometidas con el futuro de nuestro país.

Holman Enrique Cubides Garzón

## CONTENIDO

INTRODUCCION.....	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
2. OBJETIVOS .....	16
2.1 OBJETIVO GENERAL:.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	16
3. JUSTIFICACIÓN DEL PLAN PROPUESTO .....	17
4. PRESENTACION DE LA COMPAÑÍA .....	20
5. MARCO TEÓRICO.....	22
5.1 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD.....	22
5.1.1 El Rcm y Sus Siete Preguntas Básicas .....	22
5.1.2 Los Beneficios A Conseguir Por Rcm. ....	23
5.1.2.1 Disminución de tareas de mantenimiento:.....	23
5.1.2.2 Mejoras en rendimiento operativo.....	23
5.1.2.3 Mejoras en la administración del presupuesto:.....	24
5.1.2.4 Aumento de la Mantenibilidad de los equipos con la aplicación de técnicas de monitoreo de condición. ....	24
5.1.2.5 Mejora en la administración de la información.....	24
5.1.2.6 Aumento en la participación del personal del área. ....	24
5.1.2.7 Mejora en la capacidad del personal del área a la interpretación y argumentación de fallos y soluciones exitosas. ....	24
5.1.3 Analisis De Piezas En Fallo .....	25
5.1.4 Analisis De Falla .....	26
5.1.5 Evolución De Expectativa De Falla En Los Equipos. ....	26
5.1.6 Acciones Predeterminadas: El RCM reconoce tres categorías para acciones predeterminadas:.....	27
5.1.7 Consecuencias De Las Fallas: RCM clasifica las consecuencias de las fallas en cuatro grupos: 27	
5.1.8 Que Es Un Modo De Fallo. ....	28
5.1.8.1 Árbol Lógico De Falla - Fta .....	30
5.1.9 Histogramas De Falla .....	30
5.1.9.1 Diagrama De Pareto .....	30
5.1.10 Planes de acción correctiva y seguimiento – verificación de resultados en campo.....	31
6. EQUIPOS Y PROCESOS DE LA ATRACCION MONTAÑA RUSA .....	33

6.1	EQUIPO DE ESTUDIO .....	33
6.2	TAXONOMIA.....	33
6.3	DIAGRAMA DE FRONTERA .....	34
6.4	PARTES DEL SISTEMA .....	34
6.4.1	Sistema Neumático .....	34
6.4.2	Sistema De Transmisión .....	34
6.4.3	Sistema Eléctrico Y Electrónico .....	35
6.4.4	Sistema Estructural .....	36
6.4.5	Sistema De Seguridad.....	37
6.4.6	Góndola.....	38
6.5	ENTRADAS .....	39
6.6	SALIDAS.....	39
6.7	CARACTERISTICAS TECNICAS DEL EQUIPO .....	40
6.7.1	Motor .....	40
6.7.2	Reductor.....	40
6.7.3	Compresor .....	40
6.7.4	Tren .....	40
6.7.5	Datos generales.....	40
6.8	CONDICIONES OPERACIONALES.....	41
7.	APLICACIÓN RCM A LA ATRACCION MONTAÑA RUSA DEL PARQUE DE ATRACCIONES SALITRE MAGICO BOGOTÁ .....	42
7.1	ANALISIS MODAL DE FALLAS Y EFECTOS .....	42
7.1.1	Funciones De La Atracción Montaña Rusa .....	42
7.2	VALORACION DEL RIESGO .....	43
7.3	PROBABILIDAD DE FALLA .....	46
7.4	MATRIZ DE PROBABILIDAD VS RIESGO.....	46
7.5	LISTADO DE REPUESTOS CRÍTICOS .....	48
7.6	MANUAL CAZA FALLOS .....	48
7.7	RUTA DE LUBRICACION MONTAÑA RUSA.....	49
7.8	MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE ANALISIS DE ACEITES.....	49
7.9	MANTENIMIENTO PREDICTIVO ANALISIS DE VIBRACIONES .....	50
7.10	INDICADORES PROPUESTOS PARA LA GESTION DE MANTENIMIENTO DE LA MONTAÑA RUSA.....	51
8.	CONCLUSIONES.....	54
	BIBLIOGRAFIA.....	56
	ANEXOS	58

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Gráfico de Pareto atracción Montaña Rusa Ene – Marzo de 2017...	18
Ilustración 2. Marca registrada SALITRE MÁGICO. Tomado de <a href="http://salitremagico.com.co/mapa/">http://salitremagico.com.co/mapa/</a> .....	20
Ilustración 3. Mapa Interactivo. Tomado de <a href="http://salitremagico.com.co/mapa/">http://salitremagico.com.co/mapa/</a> .....	21
Ilustración 4. Estructura del área de mantenimiento del parque SALITRE MÁGICO .....	21
Ilustración 5. Probabilidad condicional de fallo contra la vida útil (Intercom, 1995)	26
Ilustración 6. Tipos de falla y modos de falla de equipos y componentes (Moubray, 1991).....	29
Ilustración 7. Modos de fallo de una bomba (Moubray, 1991). .....	29
Ilustración 8. Fotografía de la atracción MONTAÑA RUSA .....	33
Ilustración 9. Compresor - Alimentación Sistema Neumático. ....	34
Ilustración 10. Riel De Ascenso De Tren .....	35
Ilustración 11. Piñón De Ataque Y Sistema De Lubricacion Automática.....	35
Ilustración 12. Sistema De Transmisión Motor - Reductor .....	35
Ilustración 13. Panel De Control .....	36
Ilustración 14. Riel De Descenso .....	37
Ilustración 15. Zona De Embarque .....	37
Ilustración 16. Sistema Mecánico De Seguridad De Chalecos .....	38
Ilustración 17. Sistema De Frenos De Llegada.....	38
Ilustración 19. Fibra De La Góndola .....	38
Ilustración 18. Chasis De Góndola.....	38
Ilustración 20. Vista Inferior Del Truque Y Portaruedas .....	39
Ilustración 22. Matriz Probabilidad Vs Riesgo.....	47
Ilustración 23. Criticidad De Equipos .....	47

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Funciones De La Atracción Montaña Rusa.....	43
Tabla 2 Calificación De Riesgo Para La Vida Humana.....	44
Tabla 3 Calificación De Riesgo Para El Medio Ambiente .....	44
Tabla 4 Calificación De Riesgo Económico .....	45
Tabla 5 Calificación Del Riesgo Para La Imagen Del Parque.....	45
Tabla 6 Probabilidad De Falla.....	46

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Manual Caza Fallos Montaña Rusa.....	59
Anexo B Taxonomía de la atracción MONTAÑA RUSA .....	109
Anexo C. Diagrama De Frontera De La Atracción MONTAÑA RUSA .....	110
Anexo D. Ruta de Lubricación de la atracción MONTAÑA RUSA .....	111
Anexo E. Listado de Repuestos Críticos de la atracción Montaña Rusa .....	112
Anexo F. AMFE – ATRACCION MONTAÑA RUSA.....	113

## RESUMEN

**TÍTULO:**

**ESTUDIO Y DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD RCM PARA LA ATRACCIÓN MONTAÑA RUSA DEL PARQUE DE ATRACCIONES SALITRE MÁGICO BOGOTÁ.**

**AUTOR:**

Holman Enrique Cubides Garzón

**PALABRAS CLAVE:**

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, RCM, Montaña Rusa, Atracciones Mecánicas, Parque de Diversiones.

**DESCRIPCION:**

Este proyecto busca la aplicación de los conocimientos obtenidos durante la especialización en gerencia de mantenimiento, en la atracción MONTAÑA RUSA del parque SALITRE MÁGICO con el fin de mejorar la confiabilidad de la atracción y por supuesto proyectando una mejora en los procesos de mantenimiento del parque para el resto de sus atracciones.

El mantenimiento centrado en confiabilidad en la atracción MONTAÑA RUSA solucionará al histórico de falencias de disponibilidad y confiabilidad de la atracción, y mostrará un cambio ejemplar en la mejora de procesos y actividades de mantenimiento que actualmente generan reprocesos y costos altos para el área.

A groso modo, las etapas del presente proyecto son: La recopilación de la información de la atracción junto con el histórico de fallos para tener una idea global del estado del equipo, implementación del análisis modal de fallas y efectos con el fin de obtener equipos críticos, mejora de tareas de mantenimiento de la atracción, implementación de un manual de caza fallos, optimización de planes de mantenimiento y mejoras en la gestión del mantenimiento de la atracción.

Como resultado final se obtuvo el desarrollo de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad y toda una serie de actividades de mejora y estandarización de los programas de mantenimiento con el fin de mantener la funcionalidad de la atracción y disminuir los costos del área.

## **ABSTRACT**

**TITLE:**

**STUDY AND DEVELOPMENT OF RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE PLAN FOR THE MONTAÑA RUSA ROLLER COASTER FOR THE AMUSEMENT PARK SALITRE MAGICO BOGOTÁ.**

**AUTHOR:**

Holman Enrique Cubides Garzón

**KEY WORDS:**

Reliability Centered Maintenance, RCM, Roller Coaster, Mechanical Attractions, Amusement park.

**DESCRIPTION:**

This project seeks to apply the knowledge obtained during the specialization in maintenance management, in the roller coaster MONTAÑA RUSA of the amusement park SALITRE MAGICO with the purpose of improving the reliability of the attraction and of course projecting an improvement in the processes of maintenance of the park for the rest of its attractions.

Reliability-centered maintenance in MONTAÑA RUSA roller Coaster will solve the historical lack of availability and reliability of the attraction and will show an exemplary change in the improvement of processes and maintenance activities that currently generate reprocessing and high costs for the area.

In a rough way, the stages of the present project are: The information's collection for the roller coaster with the history of failures too, to have a global idea of the equipment's state, implementation of the failure mode and effects analysis in order to obtain critical equipment, improvement of attraction maintenance tasks, implementation of hunting failures manual, maintenance plan's optimization and improvements in attraction's maintenance management.

The result was the development of a reliability-centered maintenance and a list of activities to improve and standardize the maintenance programs in order to maintain the attraction's functionality and reduce the costs of the area.

## INTRODUCCION

Los parques de atracciones a nivel mundial fueron concebidos para satisfacer la necesidad de adrenalina de las personas apasionadas por las experiencias extremas. Es por esto que el parque salitre mágico, uno de los mejores parques de diversiones de Colombia, pone todo su empeño para que todos sus visitantes salgan con la mejor de las experiencias de su visita al parque.

Una de las atracciones ícono del parque, la MONTAÑA RUSA, es el objeto de este proyecto con el que se ataca y erradica el historial de problemas puntuales que ha tenido la gestión del mantenimiento de la atracción. Para esto se desarrolla la metodología RCM en la atracción y se muestran a la luz de esta metodología, la forma en la que se deben planear las actividades de recuperación de la atracción y las herramientas que permitirán a corto plazo obtener mejores resultados de disponibilidad, capacidad y confiabilidad del activo en estudio.

Se hace uso de la metodología RCM debido a sus grandes resultados en parques de atracciones del mundo, además de ser la metodología líder del mantenimiento en la aviación debido al riesgo que constituye la mala operación o funcionamiento de esta clase de equipos para las vidas humanas.

Con la adaptación de esta metodología a la operación del parque, se busca también que el área de mantenimiento de SALITRE MÁGICO adapte las estrategias y herramientas que buscan facilitar la gestión de cada uno de los responsables del área y así mismo contribuir al aumento de la confiabilidad, maximizando la disponibilidad y logrando una disminución de costos en fallas inesperadas y costos ocultos de tiempos muertos.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el parque salitre mágico cuenta con un plan de mantenimiento que ha sido generado a partir de la experiencia en la operación del parque a través de los años. El programa de mantenimiento, actualmente adelanta rutinas de mantenimiento con el fin de atacar los temas más críticos reflejados en los indicadores del área; sin embargo, aún los indicadores se ven afectados por tiempos muertos invertidos en mantenimientos correctivos en las atracciones.

Las necesidades más urgentes del área de mantenimiento, van desde la tardanza en la consulta de actividades de mantenimiento dentro de la hoja de vida de la atracción, hasta la consecución de repuestos críticos y aprovisionamiento de los mismos para cubrir a totalidad las actividades del plan de mantenimiento. Por lo anterior, el departamento de mantenimiento requiere un plan de trabajo que ataque de raíz los problemas de la atracción contemplada en este proyecto.

Una de las atracciones más importantes para el parque es la Montaña Rusa, cuyo *Indicador de Confiabilidad*<sup>1</sup> ha estado siendo afectado por tareas de mantenimiento correctivo que resultan consumiendo gran parte del tiempo de los técnicos enfocados en el día a día y no en la planeación. Esta atracción representa un *Índice Crítico* en la gestión de mantenimiento por su impacto ante los visitantes, costos de mantenimiento y criticidad de la operación.

La atracción cuenta con un cronograma de mantenimiento preventivo con el que se ha venido trabajando hace más de 5 años y al cual no se le han generado las actualizaciones necesarias de acuerdo a los cambios que han tenido algunos de sus componentes incluyendo las mejoras implementadas en el sistema de chalecos

---

<sup>1</sup> Indicador De Confiabilidad: Número porcentual que resulta del producto entre los indicadores de DISPONIBILIDAD y CAPACIDAD manejados por el parque.

a inicios de marzo de este año. Para este sistema aún no se tiene la información necesaria para atención de fallos o tan siquiera la planeación de partes o insumos necesarios en el mantenimiento preventivo y correctivo.

En este orden de ideas, se eligió aplicar a la atracción Montaña Rusa la metodología de MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM) por ser la que más se ajusta a las condiciones y requerimientos del área de mantenimiento; además de contar con un nuevo sistema de seguridad para los visitantes, la atracción requiere de la implementación de mejoras en la planeación de actividades de mantenimiento y actualizaciones a sus procedimientos de inspección.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL:**

Estudiar y desarrollar un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad RCM para la atracción MONTAÑA RUSA del parque salitre mágico Bogotá, buscando que su índice de confiabilidad sea el mayor alcanzado.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- a. Promover una mejor gestión del mantenimiento en toda la estructura del departamento de mantenimiento para obtener los mejores resultados de la metodología RCM.
- b. Mejorar las rutinas de mantenimiento de la atracción, para optimizar tiempos de mantenimiento e inspección.
- c. Disminuir los tiempos de mantenimiento correctivo de la atracción.
- d. Plantear una mejor propuesta para mantenimiento predictivo en la atracción en el que se incluyan análisis de aceite y vibraciones en el sistema de transmisión.
- e. Renovar la imagen del departamento de mantenimiento ante la exposición de la mejora continua del área y la gestión del cambio con la implementación de metodologías de mantenimiento modernas.

### 3. JUSTIFICACIÓN DEL PLAN PROPUESTO

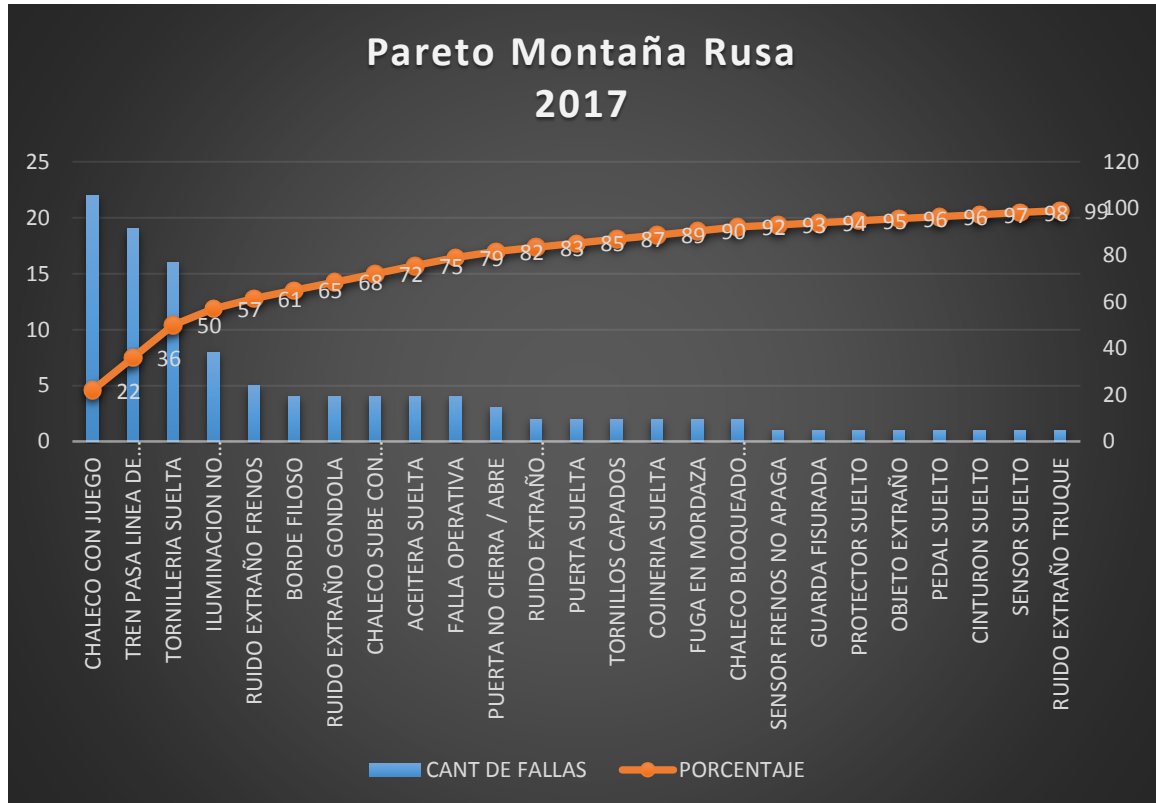
La atracción MONTAÑA RUSA del parque SALITRE MAGICO BOGOTÁ, es una de las atracciones más importantes para el parque, por ser una atracción considerada de ALTO IMPACTO he imagen principal del parque.

La atracción venía presentando un deterioro considerable en el mecanismo hidráulico de los chalecos ya que, por ser un sistema hidráulico discontinuado, no contaba con repuestos que permitieran reparar las fugas internas de los cilindros y lo que obligaba a los técnicos de mantenimiento a purgar continuamente el sistema hidráulico para mejorar el ajuste de los chalecos. Además de estos problemas, se ha venido observando que las rutinas de mantenimiento no están contempladas para atacar de manera preventiva futuros fallos en la atracción, sino que se contemplaron como una rutina normal de tareas, muchas de ellas sin un fin específico.

También el área de mantenimiento observó que la visión de los técnicos de la atracción, se ha volcado a la atención de los fallos constantes en la atracción y no se ha enfocado en resolver los fallos de raíz.

En la ilustración 1 observamos la gráfica del Pareto de las fallas de la atracción en lo que va corrido del 2017; el área de mantenimiento atacó de raíz el 20% de las fallas equivalente a “chalecos con juego”, con una modificación de sistema de seguridad recomendada por el fabricante, en donde se cambia el sistema hidráulico (actualmente discontinuado) por un sistema mecánico actual y confiable que eliminará el 100% de los problemas que se tenían con el sistema anterior

**Ilustración 1. Gráfico de Pareto atracción Montaña Rusa Ene – Marzo de 2017.**



Los cambios como la modificación del sistema de chalecos, algunos rediseños anteriormente realizados y todo el plan de mantenimiento que conllevan, no están siendo registrados en la documentación de la atracción y hasta ahora no hay planes de acción para corrección de fallos prematuros en dichas modificaciones. Analizando toda la problemática en la atracción se requiere implementar desde su inicio la metodología de confiabilidad para plantear un modelo de mantenimiento confiable y que prevenga la aparición de fallas a corto, mediano y largo plazo.

Para esto, la implementación de RCM en la atracción tendrá que intervenir todo el plan de mantenimiento actual de la atracción y deberá generar una estrategia de confiabilidad que abarque hoja de vida, inventarios críticos, FMECA, RCA,

trazabilidad de cambios y rediseño de partes, junto con la ayuda de herramientas informáticas que permitan, desde el inicio del fallo, analizar todos los aspectos que interviene en la falla, organizarlos de manera que puedan llevar el seguimiento del proceso y por último, conlleve al rastreo de las actividades que deben ser desarrolladas para prevenir que el fallo vuelva a ocurrir.

Este proyecto también optimizará el seguimiento de toda la información resultante de fallos, mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos, junto con el registro y consulta de rediseños y cambio de partes en los cuales se especifique el porqué de los cambios y toda la información de los mismos en planos, cálculos y escritos.

El desarrollo de RCM para la atracción MONTAÑA RUSA, permitirá a SALITRE MAGICO aumentar la confiabilidad del parque y la visión de seguridad al público; Además, permitirá llevar un seguimiento estructurado de todas las actividades que se han realizado en pro de prevenir fallos futuros y permitirá mejorar la confiabilidad de la atracción debido a que tendrá una considerable disminución de fallos.

Se espera que, con la implementación de la metodología RCM en la atracción, se reduzcan los costos de mantenimiento y aumenten las ganancias debido a la disponibilidad de la atracción. Se pretende obtener muy buenos resultados a corto, mediano y largo plazo. Por último, la metodología RCM, también podrá reflejarse en las demás atracciones, obviamente con las mejoras que salgan del plan propuesto en el presente documento.

#### 4. PRESENTACION DE LA COMPAÑÍA

Salitre Mágico es un parque de atracciones ubicado en la ciudad de Bogotá - Colombia dentro de los terrenos del Parque el Salitre. Actualmente cuenta con 29 atracciones mecánicas, 14 Atracciones infantiles, 6 familiares y de 9 alto impacto. Es uno de los parques de diversiones más importantes y de mayor tradición en Colombia.

##### **Ilustración 2. Marca registrada SALITRE MÁGICO.**



Tomado de <http://salitremagico.com.co/mapa/>

Al estar en pleno corazón de la ciudad, el parque tiene acceso vehicular y peatonal por la calle 63 y por la avenida 68 y cuenta con una superficie aproximada de 32 hectáreas en las que encontramos tiendas de suvenires, amplias zonas verdes, personal de apoyo para visitantes, 1.200 parqueaderos propios y puntos completamente equipados para la preparación y entrega de alimentos.

La dirección del parque está encabezada por una gerencia general apoyada en 5 gerencias, la gerencia de operaciones dividida en gerencia de logística y gerencia

de comercialización, gerencia administrativa y financiera, gerencia de patrocinios, gerencia de nuevos proyectos y gerencia de manteniendo.

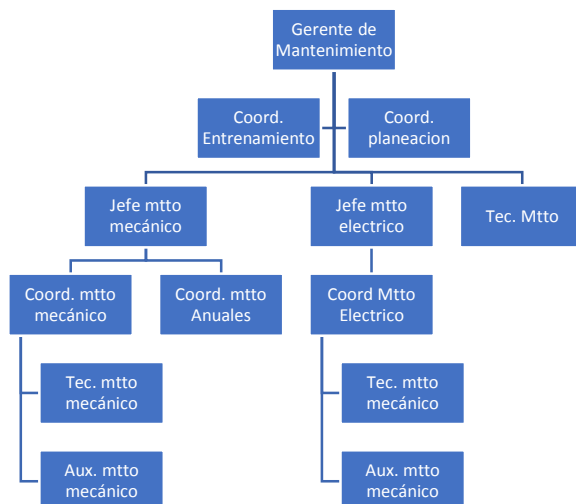
### Ilustración 3. Mapa Interactivo.



Tomado de <http://salitremagico.com.co/mapa/>

Este proyecto impacta directamente en el área de mantenimiento estructurada como se muestra en la ilustración 4 a continuación.

### Ilustración 4. Estructura del área de mantenimiento del parque SALITRE MÁGICO



## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD

El mantenimiento centrado en confiabilidad es definido como “*proceso usado para determinar qué debe hacerse para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que el usuario quiere que haga dentro de su contexto operativo*”<sup>2</sup>.

En pocas palabras el RCM asegura que la función de los activos debe permanecer siempre constante en beneficio al usuario.

#### 5.1.1 El Rcm y Sus Siete Preguntas Básicas

El RCM se centra en la relación entre la organización y los elementos físicos que la componen. Antes de que se pueda explorar esta relación detalladamente, se necesita saber qué tipo de elementos físicos existen en la empresa, y decidir cuáles son las que deben estar sujetas al proceso de revisión del RCM.

En la mayoría de los casos, esto significa que se debe de realizar un registro de equipos completo si no existe ya uno. Más adelante, RCM hace una serie de preguntas acerca de cada uno de los elementos seleccionados, como sigue (Moubray, 1991):

1. ¿Cuáles son las funciones? ·
2. ¿De qué forma puede fallar? ·
3. ¿Qué causa que falle? ·

---

<sup>2</sup> MOUBRAY, jhon. *Reliability Centered Maintenance II*. lutterworth, England: butterworth heinemann, 1991. P. 7.

4. ¿Qué sucede cuando falla? ·
5. ¿Qué ocurre si falla? ·
6. ¿Qué se puede hacer para prevenir las fallas?
7. ¿Qué se puede hacer si no puede prevenirse la falla?

#### 5.1.2 Los Beneficios A Conseguir Por Rcm.

Algunos de los beneficios basados en la experiencia y producidos por una correcta aplicación de RCM son:

##### 5.1.2.1 Disminución de tareas de mantenimiento:

- Según la operación, se pueden llegar a mejorar los equipos de seguridad e inclusive aplicar mejoras de tecnología.
- Siempre se apunta a la raíz de cada fallo antes de apuntar a fallas de operación.
- Eliminación de fallas producidas por tareas innecesarias o malos procedimientos.

##### 5.1.2.2 Mejoras en rendimiento operativo

- Inmersión en el estudio de equipos y repuestos críticos.
- Dictámenes de solución de problemas basados en los modos de fallo más acertados.
- Eliminación de fallos críticos a partir del ataque a “fallas de poca importancia”
- Ajuste constante de los intervalos de revisión para mejorar tiempos de disponibilidad del recurso humano.
- Bajas tasas de mortalidad infantil posterior a correctivos debido a mejoras en inspección.
- La eliminación de insumos y repuestos poco fiables instalados a los equipos.

#### 5.1.2.3 Mejoras en la administración del presupuesto:

- Asignación de tareas no específicas del área a terceros con el fin de mejorar tiempos de respuesta.
- La prevención o eliminación de las fallas costosas.
- Estandarización del proceso para adquisición de equipos o nuevas tecnologías.

#### 5.1.2.4 Aumento de la Mantenibilidad de los equipos con la aplicación de técnicas de monitoreo de condición.

#### 5.1.2.5 Mejora en la administración de la información

- Reducción de los efectos de la salida de personal que conlleva a la pérdida de información basada en la experiencia.
- Información común entre las personas involucradas en el proceso
- Disminución de tiempos muertos para fabricación de piezas, búsqueda de fallas y rediseños gracias a la mejora de la base de datos sustentada en planos y hojas de vida.

#### 5.1.2.6 Aumento en la participación del personal del área.

El conocimiento común de la planta y equipos conlleva a una comprensión de los procesos y funcionamiento de los equipos y por consiguiente a una solución más rápida y eficaz de los problemas.

#### 5.1.2.7 Mejora en la capacidad del personal del área a la interpretación y argumentación de fallos y soluciones exitosas.

Las áreas involucradas son:

- Producción
- Operación
- Mantenimiento

- Gerentes y jefes de departamentos técnicos y operarios.
- Especialistas internos y externo en diseñadores de maquinaria y repuestos.
- Área comercial

El RCM para cualquiera de los casos brinda herramientas que pueden ser aplicadas paso a paso y de manera simultánea con el fin de aportar de manera rápida a la evolución en gestión del mantenimiento.

### 5.1.3 Analisis De Piezas En Fallo

Se define como un proceso proactivo usado para realizar técnicas como inspección visual de las piezas fallidas luego de removerlas para identificar la causa raíz de dicha falla. Mediante dicho proceso se emplea el conocimiento de las máquinas y la experticia de técnicos y hasta del mismo operador, para determinar la causa raíz de los fallos.

Como ejemplo, (WBDG, 2008)<sup>3</sup> indica que los rodamientos son generalmente los componentes más débiles en los equipos y que únicamente del 10 al 20 % de los rodamientos cumplen con su diseño de vida útil. Las causas raíz de fallo de dichos componentes están relacionadas con la incorrecta instalación, practicas inapropiadas de lubricación y exceso en tolerancias de balanceo y alineación.

“El análisis de causa raíz (RCA por sus siglas en inglés- Root Cause Análisis) busca proactivamente las causas fundamentales que conllevan a facilitar una falla en el equipo”<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> WBDG. (September de 2008). National Institute of Building Sciences. Obtenido de National Aeronautics and Space Administration: <https://www.wbdg.org/ffc/nasa/guides-handbooks/rcm-guid>. P. 5-12.

<sup>4</sup> WBDG. (September de 2008). National Institute of Building Sciences. Obtenido de National Aeronautics and Space Administration: <https://www.wbdg.org/ffc/nasa/guides-handbooks/rcm-guid>. p. A-7.

#### 5.1.4 Analisis De Falla

“Procedimiento sistemático de recolección y análisis de datos y hechos para encontrar el ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿cómo? y ¿por qué?, un componente estructural o sistema falló, con el fin de evitar su recurrencia y prevenir fallas en componentes y sistemas similares”<sup>5</sup>.

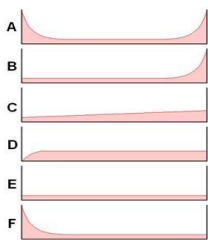
El análisis de falla se considera de tipo “Post Mortem”, es decir, se realiza a piezas que han fallado en servicio y, generalmente, sobre piezas que no han finalizado su vida útil de diseño. Los métodos de análisis utilizados en el análisis de falla, son los mismos utilizados en la ciencia forense con evaluación y evidencia de métodos científicos, revisión de históricos, reportes y eventos incidentes en la línea del tiempo.

#### 5.1.5 Evolución De Expectativa De Falla En Los Equipos.

El mantenimiento permanece en continuo cambio, pero el comportamiento de los componentes mecánicos se basa en ciertos comportamientos estadísticos de falla la cual caracteriza su vida útil trabajando en condiciones previamente conocidas.

En la ilustración 2 se presentan los 6 estilos típicos de probabilidad de falla que han venido siendo estudiados por décadas.

#### **Ilustración 5. Probabilidad condicional de fallo contra la vida útil.**



Tomada de Intercom, Grupo. *mailxmail*. 1995. <<http://www.mailxmail.com/cursos-confiabilidad-operacional/pasos-aplicacion-rcm>>.

<sup>5</sup> Koehler, K., Yonke, C., Araujo, F., & Strawn, T. (1997). Developing and Implementing a Failure Analysis Process to Optimize Well-Servicing Operations SPE Production & Facilities. p. 3.

5.1.6 Acciones Predeterminadas: El RCM reconoce tres categorías para acciones predeterminadas:

- Mantenimiento no programado: esta actividad implica no hacer esfuerzos para anticipar o prevenir modos de fallo para los cuales aplique, y por lo que estos fallos son simplemente destinados a ocurrir y luego reparan. Esta tarea también es llamada, correr a fallo.
- Monitoreo de Condición: esta tarea incluye el chequeo de partes o grupos dentro del sistema con el fin de saber si cumplen con su función.
- Reacondicionamiento Programado: implica realizar cambios en la capacidad construida del sistema. Esto incluye modificaciones al hardware y también cambios en procedimientos con el fin de prolongar su funcionalidad y evitar los fallos.

5.1.7 Consecuencias De Las Fallas: RCM clasifica las consecuencias de las fallas en cuatro grupos:

1. Consecuencias de las fallas no evidentes: Las fallas que no son evidentes no tienen impacto directo, pero exponen a la organización a otras fallas con consecuencias serias, a menudo catastróficas. Un punto fuerte del RCM es la forma en que trata las fallas que no son evidentes, primero reconociéndolos como tales, en segundo lugar, otorgándoles una prioridad muy alta y finalmente adoptando un acceso simple, práctico y coherente con relación a su mantenimiento.
2. Consecuencias en la seguridad y el medio ambiente: Una falla tiene consecuencias sobre la seguridad si puede afectar físicamente a alguien. Tiene consecuencias sobre el medio ambiente si infringe las normas gubernamentales relacionadas con el medio ambiente. RCM considera las repercusiones que cada falla tiene sobre la seguridad y el medio ambiente, y lo hace antes de considerar la cuestión del funcionamiento. Pone a las personas por encima de la problemática de la producción.

3. Consecuencias Operacionales: Una falla tiene consecuencias operacionales si afecta la producción (capacidad, calidad del producto, servicio al cliente o costos industriales en adición al costo directo de la reparación). Estas consecuencias cuestan dinero, y lo que cuesten sugiere cuanto se necesita gastar en tratar de prevenirlas. ·
4. Consecuencias que no son operacionales: Las fallas evidentes que caen dentro de esta categoría no afectan ni a la seguridad ni a la producción, por lo que el único gasto directo es el de la reparación.

Si una falla tiene consecuencias significativas en los términos de cualquiera de estas categorías, es importante tratar de prevenirlas. Por otro lado, si las consecuencias no son significativas, entonces no merece la pena hacer cualquier tipo de mantenimiento sistemático que no sea el de las rutinas básicas de lubricación y servicio. Por eso en este punto del proceso del RCM, es necesario preguntar si cada falla tiene consecuencias significativas. Si no es así, la decisión normal a falta de ellas es un mantenimiento que no sea sistemático. Si por el contrario fuera así, el paso siguiente sería preguntar qué tareas sistemáticas (si las hubiera) se deben de realizar. Sin embargo, el proceso de selección de la tarea no puede ser revisado significativamente sin considerar primero el modo de falla y su efecto sobre la selección de los diferentes métodos de prevención<sup>6</sup>.

#### 5.1.8 Que Es Un Modo De Fallo.

“Se debe diferenciar entre una falla funcional (estado de fallo) y un modo de fallo (evento que puede causar un “en estado de fallo”). La mejor manera de mostrar la conexión y la diferencia entre estados de fallo y los eventos que pueden causarlos, es enlistar los fallos funcionales primero, luego grabar los modos de fallo que podrían causar cada fallo funcional”<sup>7</sup> ; como se muestra en la Ilustración 3:

***Un modo de fallo es cualquier evento que causa una falla funcional***

---

<sup>6</sup> MOUBRAY, j. (1991). Reliability Centered Maintenance II. lutterworth, England: butterworth Heinemann. p. 90.

<sup>7</sup> Ibid., p. 46.

## Ilustración 6. Tipos de falla y modos de falla de equipos y componentes

<b>1. FALLAS MECÁNICAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FATIGA</li> <li>• DEFORMACIÓN</li> <li>• FLUENCIA</li> <li>• PANDEO</li> <li>• TORSIÓN</li> <li>• EROSIÓN</li> <li>• ABRASIÓN</li> <li>• DESGASTE</li> <li>• IMPACTO</li> <li>• CAVITACIÓN</li> </ul>	<b>3. INTERACCIÓN CON EL MEDIO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CORROSIÓN A BAJA TEMPERATURA</li> <li>• CORROSIÓN EN CALIENTE</li> <li>• CORROSIÓN A ALTA TEMPERATURA</li> <li>• FATIGA TÉRMICA</li> <li>• CHOQUE TÉRMICO</li> <li>• ATAQUE POR HIDRÓGENO</li> <li>• SCC POR CLORUROS</li> <li>• SCC POR ALCALIS</li> </ul>
<b>2. FALLAS MICROESTRUCTURALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TERMOFLUENCIA</li> <li>• TRANSFORMACIONES DE FASE</li> <li>• PRECIPITACIÓN DE CARBUROS</li> <li>• PRECIPITACIÓN DE FASE SIGMA</li> </ul>	<b>4. FALLAS DE PROCESO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Δ TEMPERATURA</li> <li>• Δ PRESIÓN</li> <li>• Δ CARGA</li> <li>• FUERA DE ESPECIFICACIONES</li> </ul>

**FALLA DE MATERIALES, DE PROCESOS Y FALLAS HUMANAS**

Tomada de MOUBRAY, jhon. *Reliability Centered Maintenance II*. lutterworth, England: butterworth heinemann, 1991. P. 83.

“ La ilustración 4 también indica que por lo menos una descripción del modo de falla debe contener un sustantivo y un verbo. La descripción debe contener suficientes detalles para hacer posible un manejo estratégico de una falla seleccionada, pero no tanto detalle como para invertir tiempo en el análisis del proceso mismo”<sup>8</sup>.

## Ilustración 7. Modos de fallo de una bomba.

RCM II INFORMATION WORKSHEET © 1996 ALADON LTD		SYSTEM <i>Cooling Water Pumping System</i>
		SUB-SYSTEM
FUNCTION	FUNCTIONAL FAILURE (Loss of Function)	FAILURE MODE (Cause of Failure)
1 To transfer water from tank X to tank Y at not less than 800 litres/minute	A Unable to transfer any water at all	1 Bearing seizes 2 Impeller cones adrift 3 Impeller jammed by foreign object 4 Coupling hub shears due to fatigue 5 Motor burns out 6 Inlet valve jams closed ... etc
	B Transfers less than 800 litres per minute	1 Impeller worn 2 Partially blocked suction line ... etc

Tomada de MOUBRAY, jhon. *Reliability Centered Maintenance II*. lutterworth, England: butterworth heinemann, 1991. P. 54

<sup>8</sup> MOUBRAY, j. (1991). *Reliability Centered Maintenance II*. lutterworth, England: butterworth Heinemann. p. 86.

#### 5.1.8.1 Árbol Lógico De Falla - Fta

El árbol lógico de falla o FTA (Failure Tree Analisis) Es un método deducible por el cual se puede determinar las causas raíz de una falla desglosando los modos de falla de la misma. Primero se empieza con una deducción general de lo que pasó y construyendo un diagrama de las posibles causas de donde en algunos casos saldrán varias ramificaciones por nivel.

“ El FTA, es un método capaz de identificar accidentes potenciales y de eliminar costosos cambios en el diseño. Especialmente útil para el manejo del cambio en industrias de alto riesgo”<sup>9</sup> .

El Árbol de Falla es muy útil para el análisis de eventos simples, uno, y generalmente cumple cinco pasos:

- a)** Definición del evento indeseado a estudiar (Efecto)
- b)** Definir y entender bien el sistema. Todas las causas deben ser secuenciales, en orden de ocurrencia
- c)** Construir el árbol de falla, con las causa-efecto y sus probabilidades
- d)** Evaluar el árbol de falla, desde el punto de vista del riesgo y mejorarlo.
- e)** Controlar los riesgos identificados, con el objeto de disminuir o eliminar la probabilidad de ocurrencia de la falla.

#### 5.1.9 Histogramas De Falla

##### 5.1.9.1 Diagrama De Pareto

Este tipo de grafico es muy utilizado en mantenimiento para identificar las principales causas que producen cierto tipo de resultados. Pareto enunció el

---

<sup>9</sup> Acharya, S. (1990). evere Accidents Risks: An Assessment for Five U.S. Nuclear Power Plants. Nuclear Regulatory Commission. P . D-16.

principio 80 – 20, que habla de que el 20 % de esfuerzo, genera el 80 % de los resultados.

“No trates de hacer más. Simplemente haz más de lo que funciona”

### **Juan Sebastián Celis Maya**

Analizando los fallos de una maquina o herramienta, solo unos pocos sucesos contribuyen en forma significativa a su estado de inoperatividad, los demás son secundarios.

5.1.10 Planes de acción correctiva y seguimiento – verificación de resultados en campo.

La implementación de la solución, requiere de planes de acción y seguimiento que identifiquen la efectividad de la misma. Se deben documentar las soluciones efectivas y generar las lecciones aprendidas, socializarlas dentro de la organización con el fin de evitar que el problema se repita en el mismo equipo u otros similares en otros sitios de trabajo.

La implementación de una acción correctiva debe responder las siguientes inquietudes:

- a)** ¿Está la acción correctiva conectada con todas las causas?
- b)** ¿Puede la acción correctiva causar otros daños colaterales?
- c)** ¿Cuáles son las consecuencias de implementar la acción correctiva?
- d)** ¿Cuáles son las consecuencias de no implementar la acción correctiva?
- e)** ¿Cuál es el costo de implementar la acción correctiva (Capex - Opex)?
- f)** ¿Requiere algún entrenamiento especial la implementación?
- g)** ¿En qué tiempo se puede implementar la acción correctiva?
- h)** ¿Qué recursos se requieren para una implementación efectiva?
- i)** ¿Qué impacto tiene la acción correctiva sobre otros procesos y equipos?

j) ¿Se puede medir el impacto de la implementación de la acción correctiva?

El resultado de un taller de Análisis de Causa Raíz de Falla y la documentación de las lecciones aprendidas, conlleva a la generación de Mejores Prácticas de Ingeniería,

Elaboración de procedimientos, guías, manuales e instructivos seguros y confiables.

## 6. EQUIPOS Y PROCESOS DE LA ATRACCION MONTAÑA RUSA

### 6.1 EQUIPO DE ESTUDIO

Atracción Montaña Rusa

#### Ilustración 8. Fotografía de la atracción MONTAÑA RUSA



### 6.2 TAXONOMIA

En el Anexo B observamos la estructura en la cual se encuentra ubicada la montaña rusa para el estudio de la presente monografía.

### **6.3 DIAGRAMA DE FRONTERA**

Para la presente monografía, se designaron los objetos en estudio de acuerdo con el diagrama de frontera que encontramos en el Anexo C.

### **6.4 PARTES DEL SISTEMA**

#### **6.4.1 Sistema Neumático**

- a. Compresor
- b. Electroválvulas
- c. Cilindros

#### **Ilustración 9. Compresor - Alimentación Sistema Neumático.**



#### **6.4.2 Sistema De Transmisión**

- a. Motor
- b. Reductor
- c. Embrague neumático
- d. Cadena

**Ilustración 10. Riel De Ascenso De Tren**



**Ilustración 11. Piñón De Ataque Y Sistema De Lubricacion Automática**



**Ilustración 12. Sistema De Transmisión Motor - Reductor**



- 6.4.3 Sistema Eléctrico Y Electrónico
- a. Tablero de control
  - b. Sensores de final de carrera
  - c. Sensores detección del tren
  - d. Iluminación general
  - e. Sonido

### Ilustración 13. Panel De Control



- 6.4.4 Sistema Estructural
  - a. Canaleta de la cadena
  - b. Gabinetes neumáticos y eléctricos
  - c. Tubo riel
  - d. Columnas
  - e. Bridas
  - f. Escaleras de evacuación
  - g. Escalera y pasarela de mtto
  - h. Malla y barandas perimetrales
  - i. Guía de seguridad
  - j. Casilleros
  - k. Cabina
  - l. Señalización general
  - m. Bridas

**Ilustración 14. Riel De Descenso**

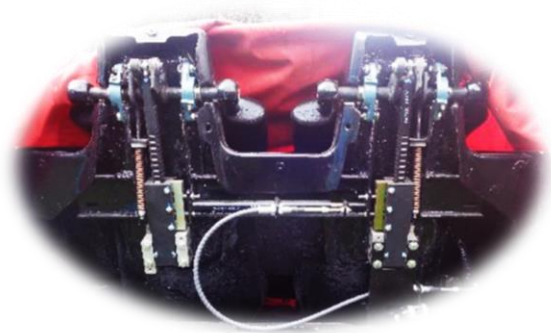


**Ilustración 15. Zona De Embarque**



- 6.4.5 Sistema De Seguridad
- a. Chalecos
  - b. Frenos primarios
  - c. Frenos secundarios
  - d. Puertas de embarque

**Ilustración 16. Sistema Mecánico De Seguridad De Chalecos**



**Ilustración 17. Sistema De Frenos De Llegada**

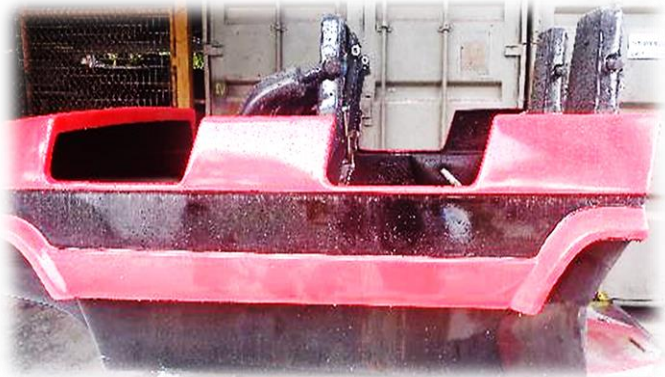


6.4.6 Góndola

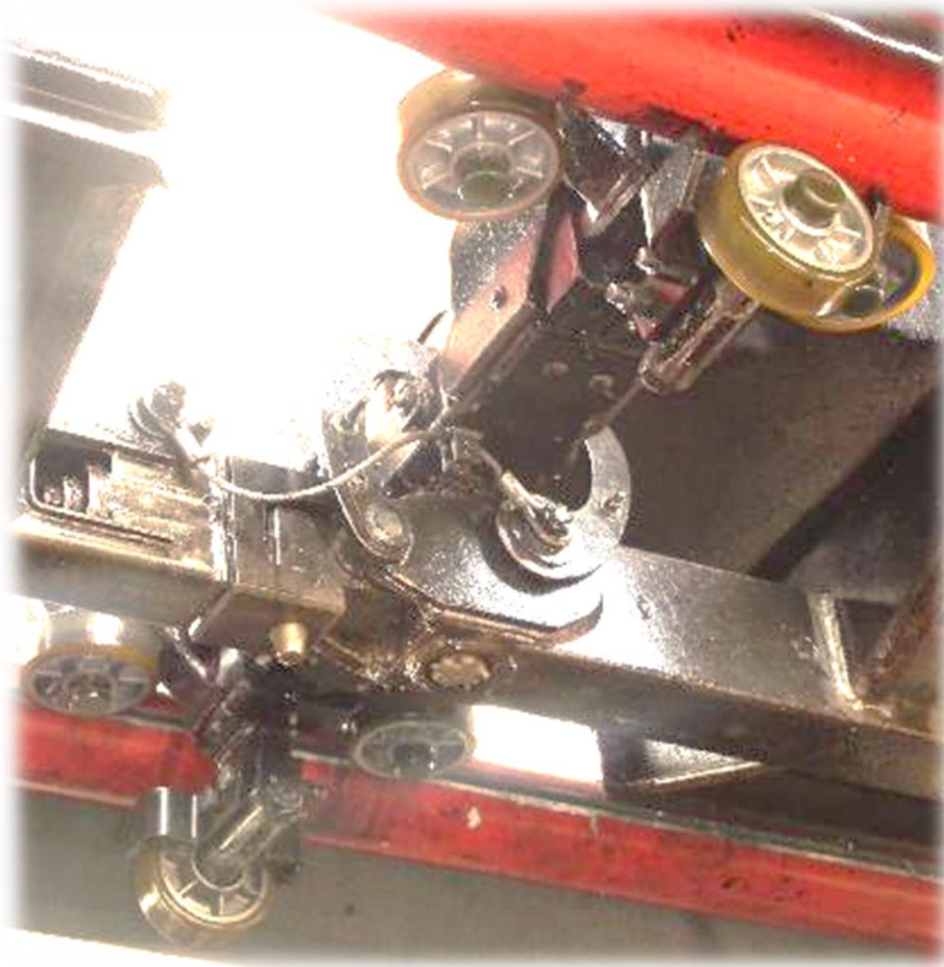
**Ilustración 19. Chasis De Góndola**



**Ilustración 18. Fibra De La Góndola**



**Ilustración 20. Vista Inferior Del Truque Y Portaruedas**



## **6.5 ENTRADAS**

6.5.1 Potencia eléctrica

6.5.2 Lubricante

## **6.6 SALIDAS**

6.6.1 Lubricante usado

6.6.2 Energía mecánica

6.6.3 Audio guía

6.6.4 Luminosidad

## **6.7 CARACTERISTICAS TECNICAS DEL EQUIPO**

### **6.7.1 Motor**

- Marca y referencia: u.s motors division of emerson electric – 365 t frame
- Potencia motor: 76 hp
- Rpm: 1770
- Voltaje: 230 v – 184 a / 460 v – 92 a

### **6.7.2 Reductor**

- Tipo: planetario
- Relación 17:1
- Marca y referencia: ramfe
- Transmisión motor – reductor
- Piñón cadena
- Diámetro sprocket: 740 mm
- Cantidad de dientes: 22
- Longitud de cadena: 105m

### **6.7.3 Compresor**

- Capacidad tanque acumulador: 100 galones

### **6.7.4 Tren**

- Dimensiones del tren: 14 m de longitud x 1,7 m de ancho
- Peso del tren: 4,7 Ton

### **6.7.5 Datos generales**

- Longitud de recorrido: 325m
- Altura máxima: 18m
- Velocidad máxima: 72 km/hr
- Cantidad de pasajeros: 24 personas

- Cantidad de góndolas: 6
- Tiempo del ciclo: 1 minuto + 10 segundos
- Cantidad de operadores: mínimo 3
- Altura mínima de pasajero: 135 cm
- Año de fabricación: 1974
- País de origen: EEUU
- Nombre original: corkscrew
- Material riel: tubo estructural
- Fabricante: arrow dynamics ( Actualmente s&s power).
- Sistema de aseguramiento de pasajeros: cada góndola cuenta con 4 puestos para un total de 24 puestos todos los puestos tienen un chaleco ajustable.

## **6.8 CONDICIONES OPERACIONALES**

La atracción está localizada en la zona centro de la ciudad de Bogotá.

1. Expuesta a lluvia
2. Expuesta a radiación solar
3. Polución media
4. Temperatura máxima media anual: 19.9° C
5. Temperatura media anual: 14.0° C
6. Temperatura máxima media anual: 19.9° C
7. Temperatura mínima media anual: 8.2° C
8. Temperatura mínima absoluta: 5.2° C
9. Precipitación media anual: 1.013 mm.
10. Presión atmosférica: 752 milibares.
11. Humedad relativa media anual: 72%
12. Altura: 2640 msnm

## **7. APLICACIÓN RCM A LA ATRACCION MONTAÑA RUSA DEL PARQUE DE ATRACCIONES SALITRE MAGICO BOGOTÁ**

### **7.1 ANALISIS MODAL DE FALLAS Y EFECTOS**

Se emplea el método procedimental AMFE con el fin de analizar la criticidad de las fallas junto con la descripción de los modos de falla que pueden afectar la función de la atracción y así mismo anticipar los tipos de tareas de mitigación de fallos en fin de mantener la función de la atracción.

Inicialmente se definen las funciones de la atracción y sus fallas funcionales que delimitan los modos de fallo. Para cada modo de fallo se ha definido la descripción de los efectos y sus causas junto con la calificación de los riesgos. De acuerdo con estas variables, creamos tareas de mitigación clasificadas en tipos y planeadas con una frecuencia de ejecución y recursos asignados a dicha actividad.

En el Anexo F especifican cada una de las definiciones que encontraremos en el cuadro AMFE de la atracción.

#### **7.1.1 Funciones De La Atracción Montaña Rusa**

La siguiente es la descripción de las funciones bajo las cuales fue diseñada la atracción montaña rusa y con las cuales se implementa el análisis modal de fallas y efectos.

**Tabla 1 Funciones De La Atracción Montaña Rusa**

***Cód. Función***

<b>F1</b>	Transportar personas del inicio al fin del riel con una capacidad de 24 pasajeros
<b>F2</b>	Generar señal de estado “listo para operar” cuando todas las seguridades se encuentren activas
<b>F3</b>	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.
<b>F4</b>	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.
<b>F5</b>	Realizar detección segura del tren en su llegada a la pasarela de salida.

**7.2 VALORACION DEL RIESGO**

Dentro del desarrollo del análisis modal de fallas y efectos, se definió la valoración de los riesgos de cada uno de los modos de falla de la siguiente manera:

Se evalúa si el modo de falla puede llegar a ocasionar daños físicos a cualquier persona ya sea al interior de la atracción o en los alrededores.

Para la calificación del riesgo para el medio ambiente se tuvo en cuenta que el riesgo más crítico que contempla la atracción montaña rusa está basado en el manejo de sustancias derivadas del petróleo como grasas y aceites y que estos constituyen solo una pequeña parte de las tareas de mantenimiento.

**Tabla 2 Calificación De Riesgo Para La Vida Humana**

<b>VALOR</b>	<b>NIVEL</b>	<b>RIESGO PARA LA VIDA HUMANA</b>
10	DESASTROSO	Incapacidad Permanente
6	CRÍTICO	Incapacidad Temporal
3	INSIGNIFICANTE	Lesiones Leves
1	NINGUNA	Ninguna

**Tabla 3 Calificación De Riesgo Para El Medio Ambiente**

<b>VALOR</b>	<b>NIVEL</b>	<b>RIESGO PARA EL MEDIO AMBIENTE</b>
10	DESASTROSO	Efectos Pueden Ser Controlados En 1 Mes
6	CRÍTICO	Efectos Pueden Ser Controlados En 1 Sem
3	INSIGNIFICANTE	Efectos Pueden Ser Controlados En 1 Día
1	NINGUNA	No Afecta El Medio Ambiente

El riesgo económico para cada uno de los modos de falla, contempla el lucro cesante de la atracción durante la parada en una operación normal del parque, costo de repuestos y tiempo del técnico.

**Tabla 4 Calificación De Riesgo Económico**

<b>VALOR</b>	<b>NIVEL</b>	<b>RIESGO ECONÓMICO (SI OCURRE EL FALLO)</b>
10	DESASTROSO	Mayor a 15,01 MCOP
6	CRÍTICO	De 5,01 a 15 MCOP
3	INSIGNIFICANTE	De 1,01 a 5MCOP
1	NINGUNA	Menor a 1 MCOP

La imagen para el parque es sumamente importante ya que de eso depende el regreso de cada una de las personas que lo visitan; esta imagen se puede ver afectada desde un nivel insignificante hasta uno desastroso (mundial).

**Tabla 5 Calificación Del Riesgo Para La Imagen Del Parque**

<b>VALOR</b>	<b>NIVEL</b>	<b>RIESGO PARA LA IMAGEN DEL PARQUE</b>
10	DESASTROSO	Mundial
6	CRÍTICO	Nacional
3	INSIGNIFICANTE	local en la empresa
1	NINGUNA	Ninguno

### 7.3 PROBABILIDAD DE FALLA

Otro aspecto incluido en el cuadro AMFE es denominado la PROBABILIDAD el cual se refiere a esa posibilidad que existe de que el modo de fallo ocurra en condiciones normales de operación. Esta calificación está dada a partir de la experiencia en la operación del parque y el mismo historial de fallos de la atracción dentro de los últimos 2 años de operación.

**Tabla 6 Probabilidad De Falla**

<i>VALOR</i>	<i>NIVEL</i>	<i>PROBABILIDAD DE FALLA</i>
10	CONSTANTE	Más de 10 casos al año
6	FRECUENTE	Entre 1 y 10 casos al año
3	OCASIONAL	1 caso cada 2 años
1	REMOTO	Menos de un caso cada 3 años

### 7.4 MATRIZ DE PROBABILIDAD VS RIESGO

Luego de la identificación de todos los riesgos del modo de fallo, se procede a sumarlos; esta suma la denominamos riesgo:

Ecuación 1 RIESGO

$$R = R. \text{ HUMANO} + R. \text{ AMBIENTAL} + R. \text{ ECONOMICO} + R. \text{ DE IMAGEN}$$

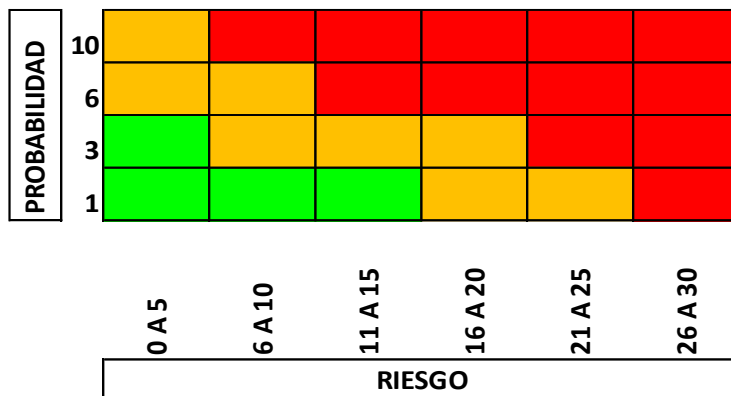
De acuerdo con los resultados que nos arroja el AMFE, cada modo de falla ocupa un lugar dentro de la matriz de Probabilidad Vs Riesgo y con base en estos resultados tomamos los equipos críticos para la gestión de mantenimiento de la Montaña Rusa.

Esta matriz la relacionamos con el producto del valor del riesgo por la probabilidad de falla y de este modo obtenemos la criticidad.

### Ecuación 2 CRITICIDAD

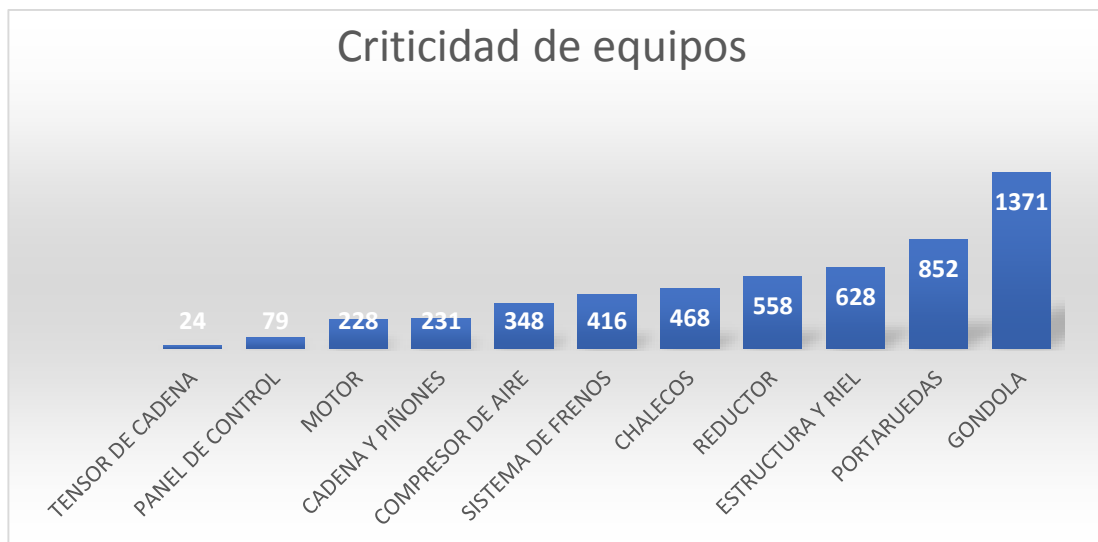
$$\text{CRITICIDAD} = \text{PROBABILIDAD DE FALLA} \times \text{RIESGO}$$

Ilustración 21. Matriz Probabilidad Vs Riesgo



El siguiente gráfico nos arroja una visión general de la criticidad de los equipos para la operación de la atracción montaña rusa.

Ilustración 22. Criticidad De Equipos



## **7.5 LISTADO DE REPUESTOS CRÍTICOS**

Este proyecto también contempla la necesidad del área de mantenimiento por estructurar un listado de repuestos críticos, debido a que no existía un desarrollo del AMFE que contemplara la criticidad de los modos de fallo y por lo tanto los repuestos necesarios para asistir todas las tareas del AMFE. Es por esto que se realizó la revisión de los repuestos críticos apoyados en un análisis básico de RCC – Repuestos Centrados en Confiabilidad.

Antes de determinar el listado de repuestos críticos, se implementó el AMFE que determinó los modos de fallo de la atracción y los requerimientos del área de mantenimiento para la ejecución de las tareas de mitigación de dichos modos de fallo. Alcanzadas las tareas del AMFE desarrollado y sabiendo que cada modo de fallo tiene asociado al menos uno o más repuestos, con la ayuda de confiabilidad en repuestos, se establecieron los repuestos necesarios para prevenir dichas necesidades analizando aspectos como, frecuencia de los fallos, Tiempos de logística, lucro cesante y costos de almacenamiento.

El análisis anterior permitió obtener como resultado el listado de repuestos críticos junto con su stock mínimo como se muestra en el Anexo E.

## **7.6 MANUAL CAZA FALLOS**

Con ayuda del AMFE se ha creado un manual caza fallo digital que facilita la búsqueda de fallas comunes de acuerdo con el modo de fallo de la atracción ilustrado en el Anexo A como Manual Caza Fallos Montaña Rusa.

## **7.7 RUTA DE LUBRICACION MONTAÑA RUSA**

Otro resultado del desarrollo del estudio RCM para la atracción, se obtuvo a partir de la aplicación del AMFE, ya que de acuerdo con las tareas de lubricación que encontramos en él y las frecuencias obtenidas en el estudio, se generó una ruta de lubricación que no existía y que era desarrollada sin la conciencia del ¿por qué realizarla?, ¿Dónde Realizarla?, y ¿cómo realizarla?.

La ruta de lubricación como se muestra en el Anexo D, dispone de la información básica necesaria que brinda al técnico una herramienta confiable, permitiéndole así tener información precisa del trabajo.

## **7.8 MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE ANALISIS DE ACEITES**

Con el fin de obtener mayor información de condiciones de operación, niveles de contaminación del aceite, degradación y desgaste y vida útil interna del equipo y dentro del marco de desarrollo del RCM, el presente proyecto propone la implementación de análisis de las muestras de aceite semestral tanto del cabezote del compresor como del reductor debido a su importancia dentro de la operación de la atracción.

Inicialmente se debe contratar el servicio con una empresa conocida, que garantice entrega oportuna de la información de resultados y la fidelidad de los mismos.

Posteriormente seleccionamos los métodos de análisis de las muestras entregadas. Para lograr un programa predictivo rentable, se sugiere solicitar los siguientes resultados:

1. Conteo de partículas
2. Identificación de contaminantes y partículas de desgaste
3. Determinación de vida útil del aceite

Algunos puntos a tener en cuenta para la toma de las muestras de aceite son los siguientes:

1. Tomar la muestra a la temperatura de trabajo
2. Siempre tomar la muestra del mismo punto y de igual manera (tapón de drenaje)
3. Tomar la muestra a los mismos períodos de tiempo
4. Siempre hacer buen manejo de los kits de tomas de muestras y tener claras las indicaciones de toma.
5. Entregar muestras de inmediato al proveedor.
6. Realizar correcto rotulado de la muestra con: Fecha de toma, equipo, tipo de aceite e información de cambios de lubricante y tiempo de uso.
7. Revisar, analizar y tomar acciones de acuerdo los resultados del análisis.

## **7.9 MANTENIMIENTO PREDICTIVO ANALISIS DE VIBRACIONES**

Luego de identificar los modos de falla en el AMFE, encontramos la necesidad de acondicionar actividades de mantenimiento predictivo de análisis de vibraciones semestrales a motor del sistema de transmisión y al reductor.

Ambas actividades se pueden realizar en conjunto y para las que se sugiere la tercerización del servicio con un proveedor confiable o la inversión a largo plazo en la compra de un equipo de vibraciones y calificación de los técnicos.

El análisis de vibraciones debe ser enfocado a la búsqueda de problemas mecánicos internos y externos a motor y/o reductor para corregirlos a tiempo y mantenerlos dentro de los parámetros de su función.

## **7.10 INDICADORES PROPUESTOS PARA LA GESTION DE MANTENIMIENTO DE LA MONTAÑA RUSA**

Para el modelo gerencial de mantenimiento plasmado en este documento y para el control de la gestión del área se sugieren algunos indicadores para la información detallada de actividades, resultados y recursos.

### **I. Disponibilidad**

La disponibilidad de la atracción está calculada a partir de algunos tiempos como, las horas de falla que es el tiempo completo desde el reporte de una falla hasta la entrega de la atracción en funcionamiento, las horas de retraso en entrega que se refieren al tiempo acumulado de retrasos para entrega de la atracción luego del check list inicial para operación con visitantes; las horas de operación real que es el tiempo total acumulado en el que debió estar operativa y disponible la atracción.

### **Ecuación 3 DISPONIBILIDAD**

$$D = (HF + HR) / HO$$

HF= Horas de Falla

HR=Horas de Retraso de entrega

HO= Horas de operación del parque semanal

## **II. Capacidad**

El indicador de capacidad está diseñado para operar la cantidad de puestos operativos semanales (suma de puestos operativos al inicio de cada día durante toda la semana), y compararlos sobre la cantidad de puestos reales de la atracción (24 pasajeros) en la semana.

### **Ecuación 4 CAPACIDAD**

$$\text{CAP} = \text{PD} / \text{PR}$$

PD= Suma de los puestos disponibles al principio del día durante toda la semana  
PR= Suma de los puestos reales de la atracción (24 puestos) por los días de operación del parque semanal.

## **III. Confiabilidad**

El indicador de confiabilidad es el producto de la disponibilidad de la atracción, por la capacidad.

### **Ecuación 5 CONFIABILIDAD**

$$\text{C} = \text{D} \times \text{CAP}$$

## **IV. TMEF**

El tiempo medio entre fallas para la atracción montaña rusa, es calculado así:

### **Ecuación 6 TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\text{TMEF} = (\text{HO} - \text{HF}) / \text{F}$$

**F= Numero de fallas**

## **V. Diagrama De Pareto**

El diagrama de Pareto es una ayuda indispensable dentro del área de mantenimiento ya que en teoría centra nuestros esfuerzos en el 20 % de los fallos que si los atacamos disminuirán el 80% de los problemas de mantenimiento de la atracción.

## 8. CONCLUSIONES

El desarrollo del RCM para la atracción en estudio, tiene como eje central el AMFE, este nos entregó información importante y detallada de la tracción y con el que se logró la elaboración de la ruta de lubricación, listado de repuestos críticos y manual caza fallos. Se solicita la aplicación y seguimiento constante al plan de mantenimiento propuesto en el cuadro AMFE para la prevención de aparición de los modos de fallo.

Se propone la actualización constante de la información del cuadro AMFE en torno a los modos de fallo que puedan llegar a aparecer en la operación de la atracción, y junto con este las mejoras en las tareas de mantenimiento basadas en la experiencia.

De acuerdo con el cuadro AMFE, los dos modos de falla más críticos para la operación ocurren en la parte estructural tanto del riel como de la góndola y ocasionados netamente por aparición de fisuras y posterior fractura de los materiales, es por esto que el departamento de mantenimiento se debe aprovisionar de las herramientas necesarias para el control específico de estos modos de falla.

Un punto crítico en el desarrollo de la metodología RCM para la atracción MONTAÑA RUSA, fue la definición de las funciones del equipo ya que de este se desprende toda la jerarquización de los modos de fallo y la asignación de tareas de mitigación de efectos.

La gestión del área de mantenimiento debe ir muy de la mano con el área de operaciones para lograr la correcta manipulación de los equipos y el seguimiento de las actividades preventivas, predictivas y correctivas, logrando así la mitigación de los inicios de falla antes de que ocurran las fallas críticas.

El desarrollo completo y acertado de la taxonomía del objeto estudio del RCM y la definición inicial de especificaciones técnicas, equipos y repuestos críticos, aportan en gran manera en la disminución en tiempos muertos ocasionados por modos de falla no previstos y costos del área de mantenimiento en la asignación de mano de obra, materiales y herramientas precisos para la gestión del mantenimiento.

La digitalización de la información contenida en reportes de falla y ordenes de trabajo es información esencial en la toma de decisiones sobre las tareas de mitigación para contrarrestar los modos de falla definidos en el AMFE; gracias a la trazabilidad de la información digital existente en el parque, fue posible un desarrollo más coherente del RCM presentado en este proyecto.

Es posible manejar indicadores de gestión más específicos dentro del área de mantenimiento; en este proyecto se proponen los 5 indicadores más efectivos para el gerenciamiento del área de mantenimiento del parque debido a su integralidad en la toma de decisiones y facilidad de interpretación y ataque de los problemas críticos del área.

## BIBLIOGRAFIA

- Acharya, Sarbe. "evere Accidents Risks: An Assessment for Five U.S. Nuclear Power Plants." *Nuclear Regulatory Commission* 1990.
- Dhillon, B.S. *Manteinability, Maintenance, and Reliability for engineers*. Broken Sound Parkway NW: Taylor & Francis Group, 2006.
- Hernandez Sampieri, Roberto, Carlos Fernandez Collado and Pilar Baptista Lucio. *Metodologia de la investigacion*. Vol. 5to. Mexico DF: MC Graw Hill, 2010.
- Intercom, Grupo. *mailxmail*. 1995. <<http://www.mailxmail.com/curso-confiabilidad-operacional/pasos-aplicacion-rcm>>.
- ISO ORG. "ISO 17359:2011 Condition monitoring and diagnostics of machines -- General guidelines." 2011. 26.
- Koehler, K, et al. *Developing and Implementing a Failure Analysis Process to Optimize Well-Servicing Operations SPE Production & Facilities*. 1997.
- MOUBRAY, jhon. *Reliability Centered Maintenance II*. Iutterworth, England: butterworth heinemann, 1991.
- OHSAS. "OHSAS 18001 - SISTEMAS DE GESTION DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO." 2007: 35.
- SAE INTERNATIONAL. "SAE JA 1011 EVALUATION CRITERIA FOR RELIABILITY-CENTERED MAINTENANCE RCM PROCESSES." 1999: 12.
- . "SAE JA1012. A GUIDE TO THE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) STANDARD." 2011.
- UNE. "UNE 200001-3-11:2003 Dependability management - Part 3-11: Application guide - Reliability centred maintenance." 2003.
- . "UNE 21925:1994 Análisis por árbol de fallos (AAF)." 1994.
- . "UNE-EN 15341:2008 Mantenimiento. Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento." 2008.

WBDG. "National Institute of Building Sciences." Septiembre 2008. *National Aeronautics and Space Administration*. <<https://www.wbdg.org/ffc/nasa/guides-handbooks/rcm-guide>>.

## **ANEXOS**

Anexo A. Manual Caza Fallos Montaña Rusa.

# MANUAL CAZA FALLOS MONTAÑA RUSA



Foto Tomada de [www.Themeparks.ie](http://www.Themeparks.ie)

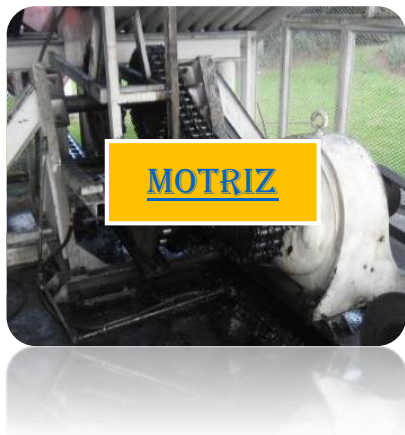
## INTRODUCCION

El presente documento digital ha sido desarrollado para la consulta de los auxiliares, técnicos de mantenimiento, jefes y administrativos del área, que requieran realizar una consulta para solución de un problema o simplemente quieran aportar a la actualización y mejora del presente.

En este documento usted encontrará hipervínculos que harán que su búsqueda sea más fácil e interactiva por el documento. Favor hacer uso de los hipervínculos y evitar recorrer todas las páginas en búsqueda de información.

Éxitos!

¿De qué tipo es su problema?



## PROBLEMAS CON EL SISTEMA ELECTRICO

SU PROBLEMA ESTÁ UBICADO EN:

1. CHALECOS
2. COMPRESOR DE AIRE
3. FRENOS
4. MOTOR
5. PANEL DE CONTROL

[Quiero regresar!!](#)

## PROBLEMA EN LA PARTE ESTRUCTURAL

SU PROBLEMA ESTÁ UBICADO EN:

1. [ESTRUCTURA Y RIEL](#)
2. [GONDOLA](#)
3. [PORTARUEDAS](#)

[Quiero regresar!!](#)



## PROBLEMAS EN EL SISTEMA MOTRIZ

SU PROBLEMA ESTÁ UBICADO EN:

1. [CADENA Y PIÑONES](#)
2. [REDUCTOR](#)

[Quiero regresar!!](#)



## PROBLEMAS CON EL SISTEMA NEUMATICO

SU PROBLEMA ESTÁ UBICADO EN:

1. [COMPRESOR DE AIRE](#)
2. [SISTEMA DE FRENOS](#)
3. [TENSOR DE CADENA](#)

[Quiero regresar!!](#)

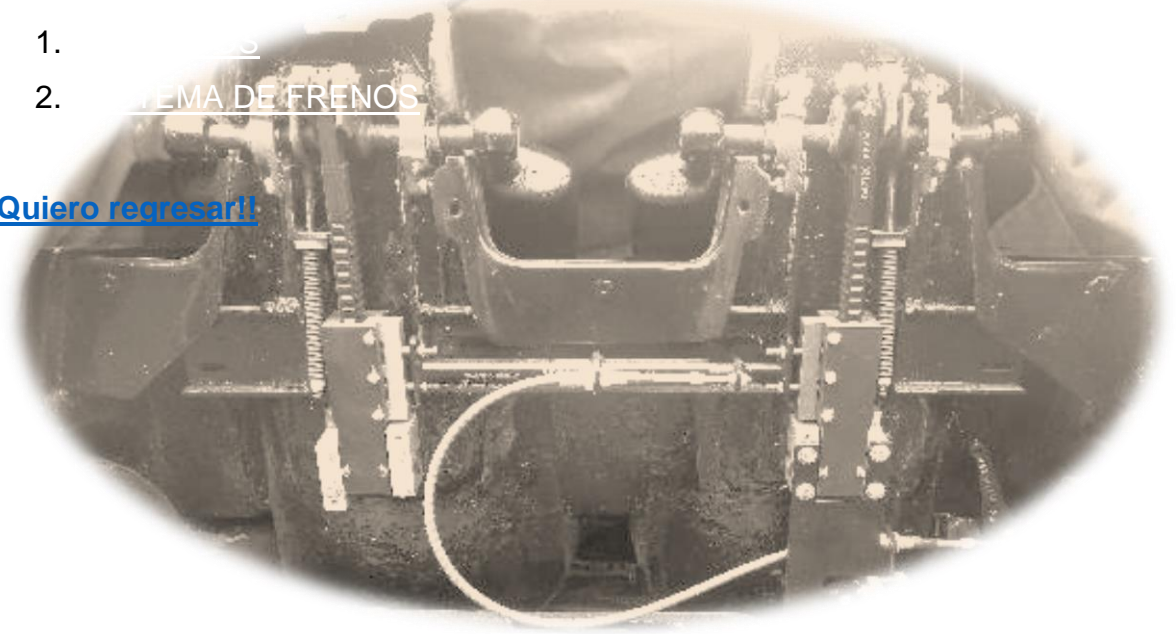


## PROBLEMAS CON EL SISTEMA DE SEGURIDAD

SU PROBLEMA ESTÁ UBICADO EN:

1. PROBLEMAS
2. SISTEMA DE FRENOS

[Quiero regresar!!](#)



## PROBLEMAS EN CADENA Y PIÑONES



### MOTRIZ

1. SINTOMA: Cadena se descarrila de la canaleta guía, Cadena distensionada, ruidos extraños en el sistema de cadena, Puede generar tren en detenido en ascenso.

#### **Cadena descarrilada por Desajuste de cojinetes soportados**

Se debe hacer detención del tren, desmontaje de cadena, y sprocket principal, revisión y ajuste de cojinetes, montaje de sprocket y cadena y pruebas.

3 Hr de parada.

Personal: 1 técnico + 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: juego de copas, juego de llaves, flexo metro, palanca.

**Cadena descarrilada por ruptura de guías tipo ángulo de canaleta**

Se debe hacer aseguramiento de la cadena, trabajo en alturas para reparar y soldar guías ángulo de la canaleta.

2 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar+ 1 técnico calificado END

Material: kit de limpieza

Herramienta: mandlift, escalera o andamios, arnés para trabajo en alturas, kit de tintas penetrantes, destornilladores.

**Cadena de transmisión presenta Alongamiento por uso normal y vida útil.**

Se debe hacer aseguramiento del tren, amarre de la cadena para recorte de la cadena según sea necesario, ensamble y aseguramiento de eslabones, ciclos de prueba.

3 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar + 2 técnicos

Material: kit de limpieza

Herramienta: cadena, diferencial, escalera, martillo, juego de llaves, pinzas.

**Cadena atascada por desgaste excesivo en teflón guía.**

**Cadena atascada por fatiga en tornillos de sujeción de la canaleta guía.**

Se requiere aseguramiento de cadena, limpieza general de partes, extracción d tornillos antiguos, ajuste de piezas. Instalación de tornillería nueva y apriete.

2 Hr de parada.

Personal: 1 técnico + 1 coordinador de alturas

Material: kit de limpieza, teflón de recambio.

Herramienta: equipo de alturas, juego de copas, juego de llaves, calibrador.

2. SINTOMA Cadena se descarrila del sprocket, vibración y ruido anormal en sistema de transmisión. Desajuste general del sistema de transmisión.

### **Sprocket con pérdida de dientes o fracturado por fatiga**

Se requiere aseguramiento de cadena, desmontaje de porque, limpieza general del área, montaje de nuevo sprocket, instalación de cadena, ajuste de piezas.

12 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar + 1 técnico calificado END

Material: kit de limpieza, desengrasante

Herramienta: diferencial, juego de copas, palanca, cadenas.

### **Base del sistema de transmisión fracturada por fatiga**

Se requiere aseguramiento de cadena, limpieza general del área, alineamiento de base y estructura metálica, soldadura de piezas, pulido de piezas, aplicación de anticorrosivo 2 Hr de parada.

Personal: 1 tecnico calificado END + 1 auxiliar

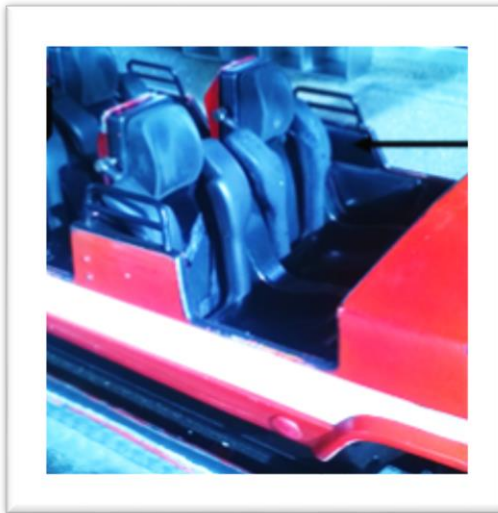
Material: kit de limpieza, soldadura, pintura anticorrosiva.

Herramienta: destornillares, kit de tintas penetrantes, pulidora, lija, soldador.

[No encontré el problema!](#)

[Quiero realizar otra búsqueda!!](#)

## PROBLEMAS EN CHALECOS



## ELECTRICO

1. SINTOMAS: Desprendimiento de la cubierta del sensor. Detención del tren al inicio del ciclo.

### **Sensor de pedal disfuncional por fatiga en cubierta (manguera)**

Se debe revisar el sensor en fallo y acondicionar de nuevo la cubierta.

0,25 Hr de parada.

Personal: 1 Auxiliar

Material: Kit de limpieza, cubierta de sensor de recambio

Herramienta: Bisturí, Pinzas.

## SEGURIDAD

1. SINTOMAS: Chaleco con demasiada tolerancia en juego axial.

### **Chaleco con holgura por desajuste en tornillos de cojinete**

Se debe hacer ajuste al prisionero de cojinete.

0,1 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: Juego de llaves Bristol.

2. SINTOMAS: Chaleco con juego excesivo al realizar su cierre, puede llegar a abrirse aplicando esfuerzo de apertura sobre él.

### **Chaleco con holgura por desgaste en uñas del trinquete.**

Se debe desmontar trinquete con fallo y realizar cambio de parte.

1,5 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza, grasa

Herramienta: kit de llaves Bristol, juego de llaves.

### **Chaleco con holgura por tornillos de sujeción del trinquete sueltos.**

0,5 Hr de parada.

Se debe desmontar la cubierta trasera de la góndola para acceder al sistema de seguridad de los chalecos y realizar el apriete requerido a toda la tornillería general del sistema de bloqueo.

Personal: 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: kit de llaves Bristol, Juego de llaves.

### 3. SINTOMAS: Chaleco muy duro en apertura o cierre o queda fijo.

#### **chaleco no gira libre por daño en rodamientos**

Se debe realizar desmonte de chaleco para revisión de bujes, cambio y/o lubricación en cojinetes, montaje de chaleco.

1 Hr de parada.

Personal: 1 Técnico + 1 Auxiliar

Material: Kit de limpieza, Rodamientos de recambio

Herramienta: Juego de llaves Bristol, juego de llaves, extractor de rodamientos.

#### **Chaleco no abre por obstrucción en conjunto de liberación de chaleco (guaya)**

Se debe realizar desmonte de la fibra trasera del asiento, revisión del mecanismo interno del chaleco, corrección de la falla y montaje de la fibra tapa del asiento.

0,5 Hr de parada.

Personal: 1 Técnico + 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: juego de llaves Bristol, juego de llaves, juego de copas.

### 4. SINTOMA: Chapa no asegura y queda suelta, no se puede utilizar asiento por falta de seguridad redundante.

### **Chapa de seguridad redundante suelta por desajuste en piezas**

Se debe realizar el cambio de chapa cuando se considere necesario.

0,5 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza, chapas de recambio

Herramienta: juego de destornilladores.

5. SIMTOMAS: Desprendimiento del pedal de accionamiento del chaleco, posible caída de pedal en ciclo, 2 puestos deshabilitados por inoperatividad del chaleco.

### **Pedal de chaleco suelto por ruptura de soldaduras en base o ruptura de tornillo de unión**

Se debe soldar el pedal a la varilla base.

0,5 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: juego de llaves.

6. SINTOMAS: Juego excesivo en pasadores de chaleco a tubo, holgura en el ajuste del pasador.

### **Agujeros de pasadores de chaleco a tubo con excesiva holgura o abrasión**

Se debe hacer revisión de tolerancias en ajuste de pasadores y si es el caso reparar agujeros con soldadura.

0,1 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza, soldadura.

Herramienta: Limas.

### **Reata deshilachada por abrasión o corte**

Se debe realizar el cambio de reata cuando presente cualquier tipo de daño.

0,5 Hr de parada.

Personal: 1 Auxiliar

Material: Kit de limpieza, Reata de recambio

Herramienta: N/A

7. SINTOMAS: Ruido extraño durante el ciclo del tren, posible caída de pedal en ciclo. No produce afectaciones al medio ambiente; puede producir graves heridas a recurso humano por caída de objetos contundentes.

### **Pedal de chaleco con juego por tornillo de sujeción suelto**

Se debe ajustar tornillo según torque recomendado.

0 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza

Herramienta: juego de llaves, juego de destornilladores.

[No encontré el problema!](#)

[Quiero realizar otra búsqueda!!](#)

## PROBLEMAS EN COMPRESOR DE AIRE



### ELECTRICO

1. SINTOMAS: Compresor mantiene encendido provocando carcasa externa recalentada y daño interno de piezas mecánicas.

#### **Presóstato averiado por exposición al medio ambiente o vida útil.**

Se debe revisar estado de normal funcionamiento del compresor y Presóstato; de ser necesario sustituir equipo, es indispensable tener equipo de back up.  
3 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza, cinta aislante, terminales de ojo para cableado

Herramienta: juego de destornilladores, juego de llaves.

[No encontré el problema!!](#)

[Quiero realizar otra búsqueda!!](#)

## NEUMATICO

1. SINTOMA: Compresor no carga o no enciende. Pérdida o ausencia total de presión de aire en el sistema neumático general. puede causar quemaduras o descarga eléctrica a personas.

### **Compresor no enciende por corto circuito**

0,2 horas de parada.

Pruebas de alimentación al compresor y revisión de estado externo.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza

Herramienta: multímetro, destornilladores.

2. SINTOMA: Tiempo muy extenso para carga del compresor o compresor no llega a presión necesaria y mantiene encendido, provocando carcasa externa recalentada y Posible daño de mecanismos.

### **Filtros de aire de compresor tapados por exceso de polvo**

Se deben revisar filtros de aire que no estén obstruidos Se debe medir compresión de los cilindros en el compresor, cerciorarse de que sea fallo de piezas internas y sustituir equipo, es indispensable tener equipo de back up.

3 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza

Herramienta: juego de destornilladores, juego de copas.

### **Piezas internas del compresor desgastadas por mala lubricación**

Se debe medir compresión de los cilindros en el compresor, cerciorarse de que sea fallo de piezas internas y sustituir equipo, es indispensable tener equipo de back up.

3 Hr de parada.

Personal: 2 Auxiliares

Material: Kit de limpieza, aceite para compresor, filtros de recambio.

Herramienta: juego de llaves, juego de destornilladores, juego de copas, dique y kit anti derrames.

[No encontré el problema!!](#)

[Quiero realizar otra búsqueda!!](#)

## PROBLEMAS EN ESTRUCTURA Y RIEL



### ESTRUCTURAL

1. SINTOMAS: Base con espárragos rotos. Inestabilidad de columnas, fatiga prematura de uniones soldadas, vibración anormal y ruido general en la estructura.

#### **Espárragos de la estructura riel rotos por fatiga**

Se deben revisar una a una las uniones del área afectada, y hacer cambio de los espárragos necesarios asegurando el torque y alineación adecuados.

1 Hr de parada.

Personal: 1 Auxiliar + 1 técnico calificado END

Material: Kit de limpieza

Herramienta: Equipo END partículas magnéticas, Mando lift, andamios o escalera, equipo de alturas.

2. SINTOMAS: Desajuste en uniones de riel, vibración excesiva del riel. frenado parcial o total de los trenes, graves daños en ruedas y bases porta ruedas. Daños en otros puntos estructurales.

### **Tornillos de Riel y travesaños fracturados por vibración**

Se debe hacer acceso a alturas para revisar el recorrido completo del riel guía.

3 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar + 1 técnico

Material: kit de limpieza, Líquido penetrante para tornillería.

Herramienta: Juego de copas, palanca, torquímetro, gato hidráulico, mandlift, andamios o escalera, arnés, eslingas.

3. SINTOMAS: Posible frenado parcial o total de los trenes, puede generar descarrilamiento del tren en cualquier parte del recorrido, graves daños en ruedas y bases portaruedas. Daños en otros puntos estructurales.

### **Riel y travesaños con discontinuidad por vibración anormal.**

Se debe hacer acceso a alturas para revisar el recorrido completo del riel guía.

3 Hr de parada.

Personal: 1 Auxiliar + 1 técnico calificado END

Material: Kit de limpieza

Herramienta: Equipo END partículas magnéticas, Mand lift, equipo de alturas

4. SINTOMAS: Rotura en platinas de sujeción en arriostras de unión entre estructura que soporta riele, inestabilidad o vibración anormal en la estructura general; afectación con cargas en otros puntos estructurales.

### **Soportes y tensores estructurales fracturados por vibración**

Se debe revisar la estructura minuciosamente y hacer los ajustes necesarios para corregir la falla.

2 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar + 1 Técnico certificado END

Material: kit de limpieza

Herramienta: Mand lift, equipo de alturas, equipo de partículas magnéticas, cámara fotográfica

Personal: 1 auxiliar + 1 técnico

[No encontré el problema!!](#)

[Quiero realizar otra búsqueda!!](#)

## PROBLEMAS EN GONDOLA



### ESTRUCTURAL

1. SINTOMAS: Alta vibración y ruido en la fibra de la góndola.

#### **Tornillería de fibra con fatiga por vibración**

Se debe revisar una a una la tornillería y la fijación de las tapas.

1 Hr de parada.

Personal: 1 Auxiliar

Material: kit de limpieza

Herramienta: juego de llaves Bristol.

2. SINTOMAS: Barandas al interior de la góndola inestables o rotas.

**Tornillería de barandas internas de la góndola, fatigada por vibración**

Se debe revisar el anclaje correcto de todas las barandas internas, el ajuste correcto de todos los tornillos.

0,2 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza, tornillos de recambio.

Herramienta: juego de copas.

3. SINTOMAS: Bloqueo de la rueda, produce ruido y vibración anormal, puede producir detención del tren en cualquier parte del ciclo.

**Rueda de góndola bloqueada por pérdida de poliuretano.**

Se debe asegurar el tren y hacer revisión del libre giro de cada una de las ruedas del tren, realizar el cambio de las ruedas con rodamientos obstruidos o con holgura.

1 Hr de parada.

Personal: 1 Técnico

Material: kit de limpieza

Herramienta: Juego de copas, palanca

4. SINTOMAS: Cabecero se vuelve incómodo para el pasajero y no brinda la seguridad total permitiendo posible golpe con la estructura interna más rígida

**Polímero de cabeceros con pérdida de material por abrasión**

Se debe revisar la apariencia física del polímero del cabecero y si es necesario retirar y cambiar.

0,1 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza

Herramienta: luego de llaves, juego de copas, juego de llaves Bristol.

5. C SINTOMAS: cabecero se vuelve incómodo para el pasajero y no brinda la seguridad total permitiendo posible golpe partes contundentes del tren.

### **Tornillería de Cabecero desajustada por vibración**

Se debe revisar ajuste de cabecero y ajustar si es necesario.

0,1 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: juego de llaves.

6. C SINTOMAS: chaleco con juego excesivo, vibración excesiva del chaleco y desajuste general del sistema de chalecos. puede llegar desprenderse el sistema completo de sujeción.

### **Chaleco suelto por fatiga en fibra de vidrio de la lámina soporte**

Se debe desmontar el sistema completo de aseguramiento de pasajeros para realizar inspección general del estado de la fibra de vidrio, corregir y realizar todas las actividades necesarias para realizar ciclos con carga al equipo.

12 Hr de parada.

Personal: 1 Auxiliar

Material: Kit de limpieza.

Herramienta: Llave Bristol, destornillador de pala, Lija.

7. SINTOMAS: Desprendimiento de cojines laterales, posible caída de objetos con la atracción en ciclo y pérdida de confort del asiento.

#### **Tornillería de ajuste de Cojines laterales suelta por vibración**

Se debe asegurar el cojín lateral garantizando un torque adecuado en los tornillos.

0,2 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza, tornillos y tuercas de recambio.

Herramienta: juego de copas.

8. SINTOMAS: Estructura interna de chaleco descubierta por falta de poliuretano, pérdida de confortabilidad del chaleco.

#### **Poliuretano de los chalecos con pérdidas de material por abrasión**

Se debe realizar el cambio de cabecero según sea conveniente.

1 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza

Herramienta: luego de llaves, juego de copas, juego de llaves Bristol.

9. SINTOMAS: Fricción metal metal y desgaste prematuro en el dado del portaruedas, ruido extraño de la atracción en ciclo.

#### **Teflón del dado de portaruedas desgastado por fricción**

Se debe realizar el aseguramiento del tren, desmontar la mayor parte del portaruedas para tener acceso al dado, cambio del teflón y montaje de todas las piezas retiradas. Pruebas con carga.

0,5 Hr de parada.

Personal: 1 Técnico + 1 Auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: calibrador, diferencial, cadenas, palanca.

10. SINTOMAS: Juego axial excesivo en portaruedas, Vibración anormal en tren, ruido extraño con el tren en ciclo.

**Eje de unión a portaruedas desajustado por vibración y/o desgaste** debe realizar aseguramiento del tren en plataforma, aplicar fuerza manualmente a los portaruedas y ajustar en caso de ser necesario.

0,5 Hr de parada.

Personal: 1 técnico + 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: calibrador, palanca, diferencial, cadena.

11. SINTOMAS: Juego axial excesivo en ruedas laterales e inferiores, anormal en tren, posible detención del tren por entramamiento de ruedas, caída de objetos con la atracción en ciclo, ruido extraño con el tren en ciclo.

**Tuerca y pin de seguridad de la rueda suelto por falta de torque.**

Se debe realizar aseguramiento del tren en plataforma, aplicar fuerza manualmente en cada una de las ruedas con el fin de asegurar su ajuste.

0,5 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza

Herramienta: Destornillador, juego de copas, palanca.

12. SINTOMAS: pérdida de capacidad de amortiguación, Vibración excesiva portaruedas, ruidos extraños con la atracción en ciclo, perdida de confort de la silla para los pasajeros.

**Amortiguadores de portaruedas desajustados o desgastados por vibración.**

Se debe asegurar el tren para que quede fijo, realizar levantamiento del portaruedas afectado, desmonte de sistema de suspensión y posterior montaje, pruebas de la atracción.

5 Hr de parada.

Personal: 1 técnico + 1 auxiliar

Material: kit de limpieza, amortiguadores de recambio.

Herramienta: Palanca, calibrador, juego de llaves, juego de copas, palanca, cadenas, diferencial.

13. SINTOMAS: Posible aparición de Fisuras en material base en portaruedas, vibración anormal de portaruedas, desgaste prematuro de piezas y ruedas.

**Portaruedas con holgura axial y radial por desgaste en bujes**

Se debe asegurar el tren y aplicando fuerza manual, revisar bujes con desgaste excesivo. Realizar el desmonte del portaruedas afectado para cambio de bujes. Realizar pruebas con carga.

10 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza, grasa

Herramienta: inyector de grasa.

14.SINTOMAS: Recalentamiento de la rueda y posterior bloqueo de la misma, produce ruido y vibración anormal, puede producir detención del tren en cualquier parte del ciclo.

#### **Rueda de góndola bloqueada por falla en rodamientos.**

Se debe asegurar el tren y hacer revisión del libre giro de cada una de las ruedas del tren, realizar el cambio de las ruedas con rodamientos obstruidos o con holgura.

1 Hr de parada.

Personal: 1 Técnico

Material: kit de limpieza, lubricante para ruedas, rodamientos y retenedores de recambio.

Herramienta: Juego de copas, palanca, extractor de rodamientos, pinzas y destornillador.

15. SINTOMAS: Ruptura de platinas de sujeción a chasis, Vibración excesiva en ciclo.

**Soldaduras de chasis de góndola con fatiga por esfuerzos concentrados**

Se deben quitar fibras del chasis para tener acceso a la inspección de soldaduras de asientos y de chasis.

1 Hr de parada.

Personal: 1 Técnico certificado END + 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza, pintura anticorrosiva.

Herramienta: juego de llaves Bristol, juego de llaves, pulidora, Kit de partículas magnéticas.

16. SINTOMAS: Ruptura en guardas, caída de objetos contundentes con la atracción en ciclo.

**Guardas de ruedas sueltas por Fatiga en tornillos.**

Se debe hacer revisión completa de la guarda, cambio de tornillos y ajuste.

0,5 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza

Herramienta: juego de copas, juego de destornilladores.

**Guardas de las ruedas con fisuras por vibración**

Se debe revisar el anclaje correcto de todos los portaruedas del tren.

0,5 Hr de parada.

Personal: 1 Auxiliar

Material: kit de limpieza

Herramienta: N/A

17.SINTOMAS: Ruptura y desprendimiento de fibra, caída de objetos contundentes con la atracción en ciclo.

### **Fibra de vidrio con fisuras por vibración**

Se debe realizar la revisión de la fibra y el estado de los agujeros de aseguramiento de la misma; se debe instalar la fibra y garantizar el torque correcto en los tornillos.

0,2 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: juego de llaves Bristol, destornillador.

18.SINTOMAS: Tapa de amortiguadores produce ruido extraño de la atracción en ciclo.

### **Tapas de amortiguadores sueltas por fatiga en tornillos**

Se debe revisar tornillería de tapas de amortiguadores, extracción de tornillería en mal estado y posterior cambio.

1 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza

Herramienta: juego de copas, juego de destornilladores.

19.SINTOMAS: Vibración fuerte de góndola, ruido extraño y golpeteo en parte baja de la góndola.

**Portaruedas desajustado por desgaste en buje del eje del portaruedas**

Se debe anclar el tren, y levantar la góndola por la zona del portaruedas afectada, realizar desmonte de piezas del portaruedas, posterior cambio de bujes y ensamblado y puesta en marcha del tren.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza

Herramienta: palanca, grasa, Inyector de grasa.

[No encontré el problema!](#)

[Quiero realizar otra búsqueda!!](#)

## PROBLEMAS EN MOTOR



### ELECTRICO

1. SINTOMA: Atracción Se detiene en ciclo.

#### **Tren se detiene en ciclo por activación anormal de sensor tipo bigote**

Se realiza la revisión del ten en parte inferior, después de observar estado normal se realiza aseguramiento del pedal y se hace relanzamiento del tren.

0,1 horas de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: N/A

2. SINTOMA: Corto circuito en cableado de motor, se observa cableado quemado y descubierto, recalentamiento del motor.

**Motor no arranca por caída de una de las fases.**

Se requiere revisión del sistema eléctrico, desmontaje de motor, posible cambio de cableado, instalación de motor funcional, acople de motor.

1,5 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza, limpia contactos.

Herramienta: destornillador, juego de llaves, multímetro.

**Breaker de potencia disparado por cortocircuito**

Se requiere cambio de Breaker y revisión de cableado.

1 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: Multímetro, destornilladores

[No encontré el problema!!](#)

[Quiero realizar otra búsqueda!!](#)

## PROBLEMAS EN PANEL DE CONTROL



### ELECTRICO

1. SINTOMAS: Pilotos apagados, recalentamiento en cableado, posible humo u olor a quemado.

#### **Bombillo de listo para operar fundido por corto circuito**

Se debe revisar la entrada de voltaje a los pilotos y corregir cualquier falla en el cableado.

0,2 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza, bombillos de repuesto, cinta.

Herramienta: multímetro, juego de destornilladores, pinzas, cautín.

2. SINTOMAS: Se observa panel de control desenergizado, no permite la liberación del tren de frenos primarios.

#### **panel de control desenergizado por caída de voltaje**

Se debe realizar llegada de alimentación al panel de control y/o estado del cableado interno.

0,1 horas de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza

Herramienta: multímetro, juego de destornilladores.

3. SINTOMAS: Tablero huele a quemado, se observa cableado quemado o descubierto.

### **Selector de panel de control fuera de servicio por corto eléctrico**

Se requiere cambio de selector y revisión de cableado.

0,5 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza, limpia contactos, cinta aislante, abrazaderas

Herramienta: destornillador, juego de llaves, multímetro.

[No encontré el problema!!](#)

[Quiero realizar otra búsqueda!!](#)

## PROBLEMAS EN PORTARUEDAS



## ESTRUCTURAL

1. SINTOMAS: Atracción fuera de servicio, Fisuras en material base de portaruedas, detención del tren en cualquier parte del ciclo.

### **Portaruedas fisurado por vibración**

Se debe revisar mediante END partes afectadas en estructura de portaruedas, hacer reparaciones pertinentes y realizar nuevamente END.

8 Hr de parada.

Personal: 1 Auxiliar + 1 técnico calificado END

Material: Kit de limpieza

Herramienta: Equipo END partículas magnéticas, Eslingas, diferencial, Palanca.

2. SINTOMAS: Atracción fuera de servicio, Fisuras en material base en eje central del truque, detención del tren en cualquier parte del ciclo.

### **Truque descarrilado por fractura en uniones soldadas del eje central**

Se debe revisar mediante END partes afectadas en estructura de portaruedas, hacer reparaciones pertinentes y realizar nuevamente END.

8 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar + 1 técnico calificado END

Herramienta: palanca, destornillador, juego de llaves, juego de copas, Equipo ultrasonido, juego de copas, juego de llaves, diferencial, eslingas, cadena.

Material: Kit de limpieza, soldadura, grasa.

3. SINTOMAS: Fisuras en material base en eje central del truque, detención del tren en cualquier parte del ciclo.

### **Ejes de portaruedas fisurados por vibración excesiva**

Se debe revisar mediante END partes afectadas en estructura de portaruedas, hacer reparaciones pertinentes y realizar nuevamente END.

8 Hr de parada.

Personal: 1 Auxiliar + 1 técnico calificado END

Material: Kit de limpieza

Herramienta: Equipo END partículas magnéticas, palanca.

4. SINTOMAS: Piezas sueltas en el sistema causando vibración excesiva, desgaste anormal de ruedas y ruido extraño durante el ciclo, posible caída de objetos en ciclo.

### **Estructura del portaruedas desajustada por fatiga en tornillos**

Se debe asegurar al tren y revisar cada uno de los pernos de ajuste del portaruedas.

1 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: Juego de copas y torquímetro.

[No encontré el problema!](#)

[Quiero realizar otra búsqueda!!](#)

## PROBLEMAS EN REDUCTOR



### MOTRIZ

1. SINTOMAS: Reductor no arranca o se detiene en ciclo puede quedar el tren en cualquier parte de la cadena, pérdida de fuerza de tracción; puede producir ruido extraño en el cuarto de la transmisión.

#### **Correas del reductor des tensionadas por vibración**

Se realiza ajuste de tensión de las correas y prueba del sistema.

0,2 horas de parada.

Personal: 1 Auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: Calibrador, juego de llaves.

#### **Embrague disfuncional por desgaste de piezas internas**

Se debe revisar la temperatura externa del reductor, análisis de aceite y cambio de partes afectadas.

1 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar + 1 técnico

Material: kit de limpieza, o-ring y repuestos necesarios

Herramienta: juego de destornilladores, juego de llaves, lija, calibrador.

2. SINTOMAS: Reductor no arranca o se detiene en ciclo puede quedar el tren en cualquier parte de la cadena. puede producir ruido extraño en el cuarto de la transmisión y recalentamiento excesivo en la carcasa externa del reductor.

#### **Nivel de aceite bajo en reductor por fugas en el sistema hidráulico.**

0,5 Hr de parada.

Se realiza la parte afectada o con fuga y se procede a corregir.

Personal: 1 auxiliar + 1 técnico

Material: kit de limpieza, aceite para reductor.

Herramienta: juego de destornilladores, juego de llaves, juego de copas.

#### **Carcasa de reductor presenta recalentamiento por mala lubricación o sobrecarga del Sistema.**

Se debe hacer desacoplamiento del reductor para revisión interna de daños o mala lubricación interna.

4 Hr de parada.

Personal: 1 técnico + 1 auxiliar.

Material: kit de limpieza, lubricante para reductor, rodamientos y aceite de reductor para recambio.

Herramienta: tarro para muestras, juego de llaves o copas, termómetro infrarrojo, juego de copas, juego de llaves, destornilladores, extractor de rodamientos, dique, kit anti derrames, embudo.

### **Embrague disfuncional por fatiga en tornillos de acople externo**

Se debe revisar el embrague por fugas neumáticas. Corregir la fuga y realizar pruebas del sistema de transmisión.

0,5 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar + 1 técnico

Material: kit de limpieza, tornillos de repuesto.

Herramienta: juego de llaves, juego de copas.

### **Embrague disfuncional por desajuste de tornillos del manguito a la copa estriada**

Se realiza revisión del estado del acople, posteriormente se instala y se ajustan os tornillos con el torque adecuado.

0,5 Hr de parada.

Personal: 1 Auxiliar

Material: Kit de limpieza, tornillos de recambio.

Herramienta: Juego de llaves.

### **Embrague disfuncional por fugas neumáticas.**

Se debe revisar el embrague por fugas neumáticas. Corregir la fuga y realizar pruebas del sistema de transmisión.

0,5 Hr de parada.

Personal: 1 Auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: Juego de destornilladores, juego de copas.

### **Correas del reductor rotas por vida útil**

Se realiza instalación de correas nueva, ajuste de tensión de las correas y prueba del sistema.

0,5 horas de parada.

Personal: 1 Auxiliar

Material: Kit de limpieza, correas de recambio.

Herramienta: Calibrador, juego de llaves.

[No encontré el problema!!](#)

[Quiero realizar otra búsqueda!!](#)

## PROBLEMAS EN SISTEMA DE FRENOS



### ELECTRICO

1. SINTOMAS: Atracción opera normalmente con el listo para operar siempre activo

#### **Relevos pegados dan señal al listo para operar**

Se debe revisar correcto funcionamiento de relevo de sensor de frenos y reemplazar si es necesario.

1 hora de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza, limpia contactos, relés de repuesto.

Herramienta: juego d destornilladores, juego de llaves, multímetro.

#### **Micro de frenos secundarios (normalmente abierto) queda activado por corto interno**

Se debe revisar correcto funcionamiento del micro y reemplazar si es necesario.

1 hora de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza, cinta aislante.

Herramienta: multímetro, cautín, juego de destornilladores, juego de llaves.

2. SINTOMAS: Tren no sale de frenos primarios, no se puede hacer lanzamiento del tren.

### **Tren detenido en frenos primarios por Sensor de bigote activado.**

Se debe realizar desactivación manual de sensor de bigote.

0,1 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza.

Herramienta: N/A

## **NEUMATICO**



1. SINTOMAS: Tren no frena adecuadamente, tren se pasa la línea de control y queda des posicionado.

### **Electroválvulas de frenos obstruidas por contaminación interna O Electroválvulas obstruidas por contaminación interna**

Se debe encontrar la electroválvula averiada y cambiar inmediatamente. Posteriormente revisar la unidad de mantenimiento del sistema y tuberías neumáticas del sistema, purgar tanque acumulador.

1,5 Hr de parada

Personal: 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza, aceite penetrante

Herramienta: Juego de destornilladores, juego de copas, pinzas, lubricante para unidad de mtto.

### **Manguera de mordaza de freno con porosidades por vida útil o suciedad interior de la mordaza**

Se debe verificar la manguera averiada, revisar la causa de daño de la manguera y reparar o en lo posible cambiar.

3 Hr de parada.

Personal: 1 Técnico + 1 Auxiliar

Material: Kit de limpieza, Aceite penetrante, cubierta protectora de recambio, lija.

Herramienta: juego de llaves, juego de copas.

### **Silenciadores de válvulas neumáticas obstruidos por contaminación**

Se debe encontrar la electroválvula averiada y reemplazar inmediatamente los silenciadores. Posteriormente revisar la unidad de mantenimiento del sistema y tuberías neumáticas del sistema, purgar tanque acumulador.

1,5 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza, corchos de repuesto

Herramienta: juego de llaves.

[No encontré el problema!!](#)

[Quiero realizar otra búsqueda!!](#)

## SEGURIDAD

1. SINTOMAS: Bloqueo en la apertura de la mordaza, Tren no sale de la línea de partida.

### **Muelles de frenos fracturados por fatiga del material**

Se debe revisar causa de la falla en muelles y corregir. Reparar muelles o reemplazar según sea necesario, realizar END y ciclos de prueba sin carga.

4 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza

Herramienta: calibrador

2. SINTOMAS: Tren no frena adecuadamente, tren se pasa la línea de control y queda des posicionado. produce ruido extraño al accionamiento de los frenos o frenado brusco.

### **Platinas de bronce de las mordazas, partidas o con desgaste excesivo**

Se debe verificar la causa del daño de las platinas y corregir causa raíz, cambiar inmediatamente la platina y hacer ciclos de prueba.

3 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: kit de limpieza

Herramienta: calibrador

### **Mordaza desajustada por vibración constante**

Se deben retorquear todos los tornillos de ajuste de las platinas y si es necesario cambiar la tornillería afectada.

3 Hr de parada.

Personal: 1 auxiliar

Material: Kit de limpieza

Herramienta: juego de llaves.

[No encontré el problema!!](#)

[Quiero realizar otra búsqueda!!](#)

## PROBLEMAS EN TENSOR DE CADENA



### NEUMATICO

1. SINTOMAS: Movimiento ondular excesivo a lo largo del recorrido, Cadena se descarrila de la canaleta guía. Cadena distensionada, puede generar descarrilamiento de cadena, ruidos extraños en el sistema de cadena, pérdida de fuerza de elevación del tren, Puede generar tren en detenido en ascenso.

#### **Tensor de cadena inactivo por fugas en manguera neumática**

Se debe hacer detención del tren, revisión general del sistema neumático y cambio de mangueras con fuga tras posterior prueba del tensor.

1 Hr de parada.

Personal: 1 Auxiliar

Material: Kit de limpieza

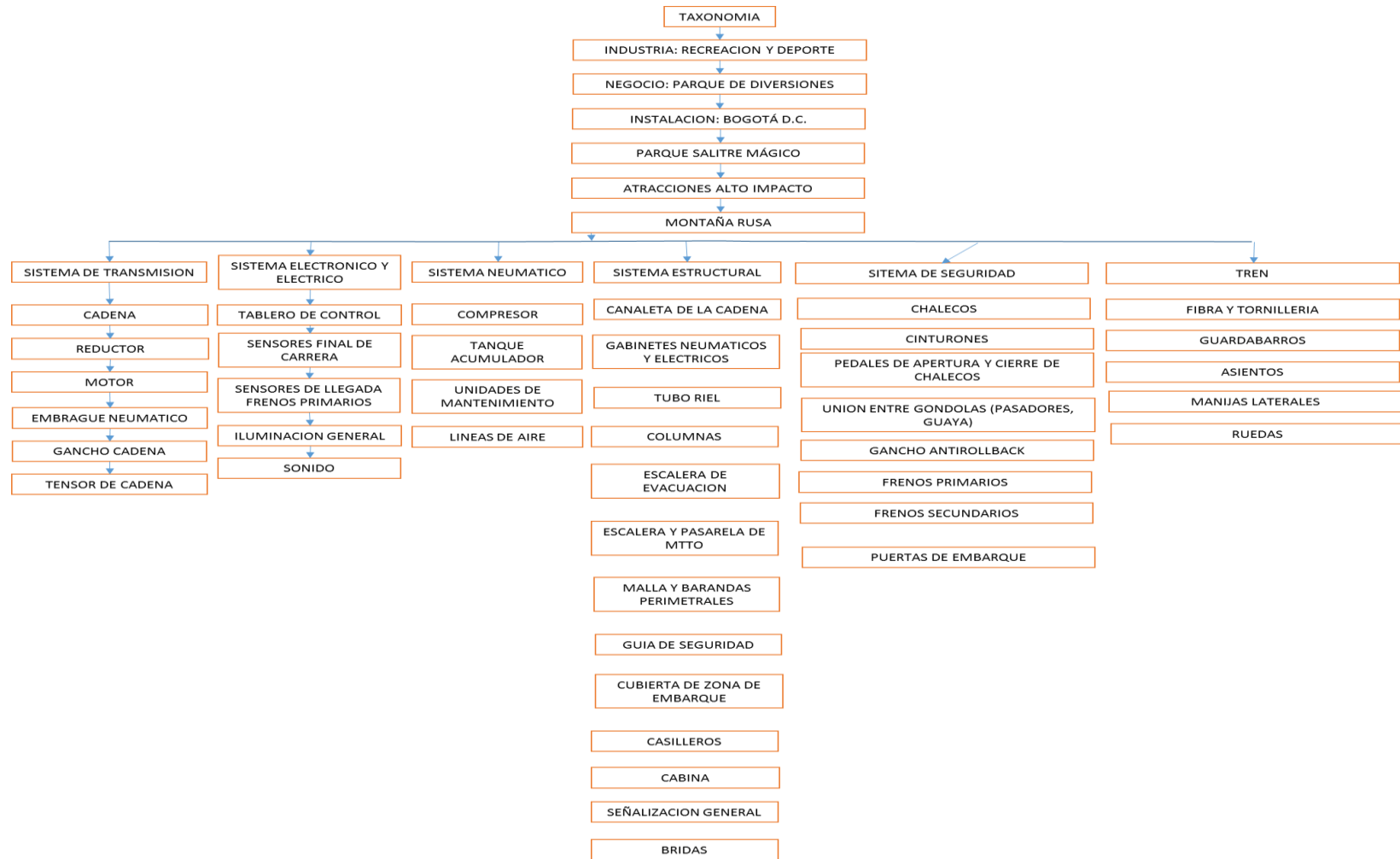
Herramienta: Juego de destornilladores, juego de copas.

[No encontré el problema!!](#)

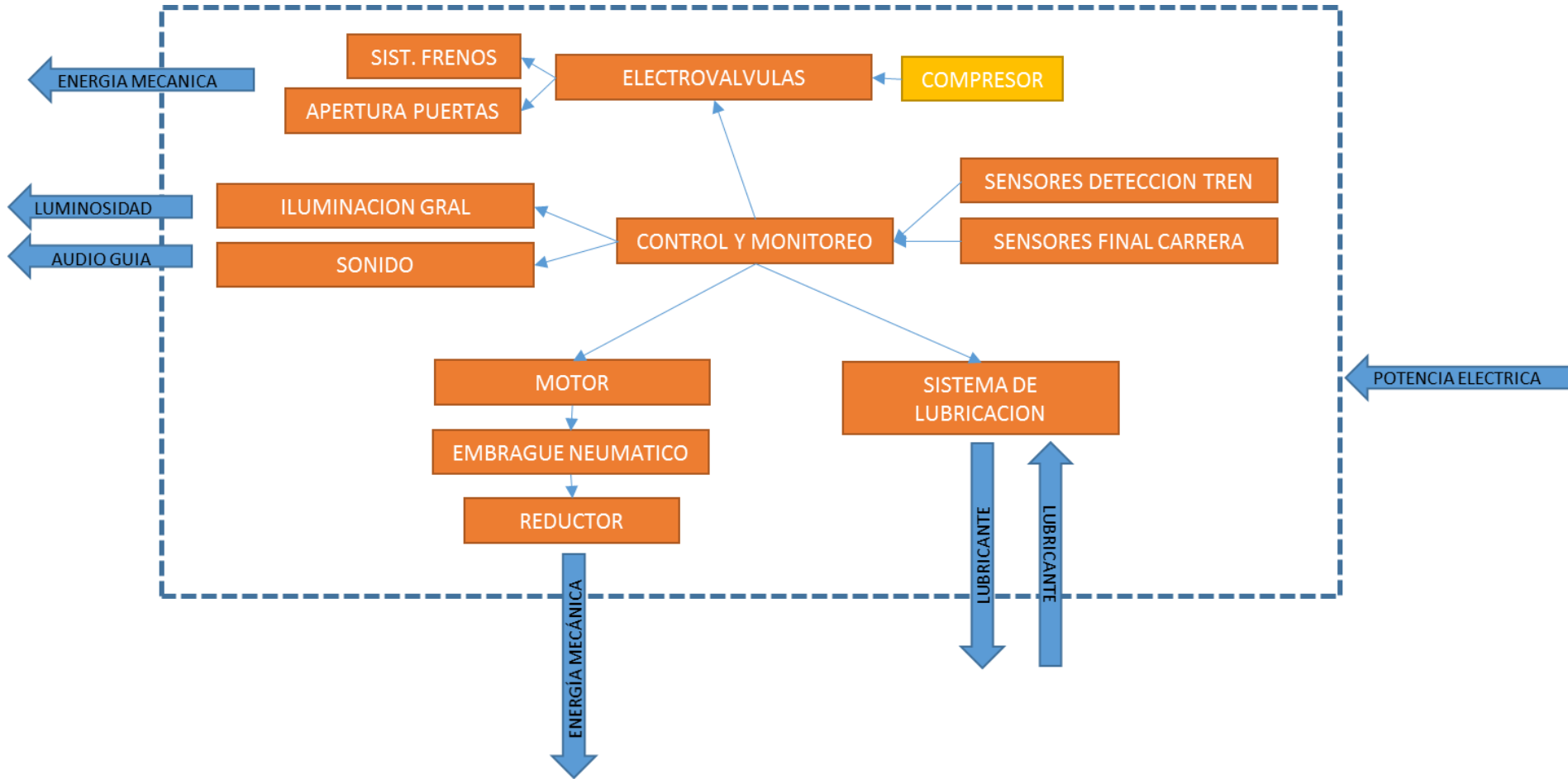
[Quiero realizar otra búsqueda!!](#)



## Anexo B Taxonomía de la atracción MONTAÑA RUSA



### Anexo C. Diagrama De Frontera De La Atracción MONTAÑA RUSA



## Anexo D. Ruta de Lubricación de la atracción MONTAÑA RUSA

MECANISMO	PUNTO	LUBRICANTE	METODO	ACTIVIDAD	CAPACIDAD	T. EJEC. (Hr)	FRECUENCIA			
							DIARIO	SEMANAL	QUINCENAL	ANUAL
CADENA	INYECTOR AUTOMÁTICO	CHESTERTON 610	APLICACIÓN POR BOMBEO DEL INYECTOR	LUBRICACION NORMAL	120 ml	0.2				
PIÑONES TRANSMISION CADENA	SUPERFICIE	CHESTERTON 715	APLICACIÓN CON BROCHA	LUBRICACION NORMAL	200 mL	0.2				
CHUMACERAS PIÑONES TRANSMISION CADEN	GRASERA	EP2	APLICACIÓN POR BOMBEO DEL INYECTOR	ENGRASE NORMAL	50 g X CADA CHUMACERA	0.2				
REDUCTOR	TAPON	MOBIL GEAR 600 XP 220	APLICACIÓN POR EMBUDO	REVISION Y RECUPERACION DE NIVEL	SEGÚN SEA NECESARIO	0.2				
REDUCTOR	TAPON	MOBIL GEAR 600 XP 220	APLICACIÓN CON EMBUDO	CAMBIO DE ACEITE	6 Gal	1				
CHUMACERAS DE TENSOR CADENA	GRASERA	EP2	APLICACIÓN POR BOMBEO DEL INYECTOR	ENGRASE NORMAL	100 g X CHUMACERA	0.2				
CABEZOTE DEL COMPRESOR	TAPON	15 W 40	APLICACIÓN CON EMBUDO	REVISION Y RECUPERACION DE NIVEL	SEGÚN SEA NECESARIO	0.2				
CABEZOTE DEL COMPRESOR	TAPON	15 W 40	APLICACIÓN CON EMBUDO	CAMBIO DE ACEITE	2 l	1				
UNIDAD DE MANTENIMIENTO NEUMATICA	TANQUE	SAE 10	APLICACIÓN CON EMBUDO	REVISION Y RECUPERACION DE NIVEL	25 ml APROX	0.2				
RUEDA SUPERIOR	ACEITERA	MOBIL GEAR 600 XP 220 - NI	APLICACIÓN CON EMBUDO	REVISION Y RECUPERACION DE NIVEL	SEGÚN SEA NECESARIO	0.5				
RUEDA INFERIOR	ACEITERA	MOBIL GEAR 600 XP 220 - NI	APLICACIÓN CON EMBUDO	REVISION Y RECUPERACION DE NIVEL	SEGÚN SEA NECESARIO	0.5				
RUEDA LATERAL	ACEITERA	MOBIL GEAR 600 XP 220 - NI	APLICACIÓN CON EMBUDO	REVISION Y RECUPERACION DE NIVEL	SEGÚN SEA NECESARIO	0.5				
PORTARUEDAS	GRASERA Y EJE CENTRAL	EP2	APLICACIÓN POR BOMBEO DEL INYECTOR	ENGRASE NORMAL	1 lb	0.2				
TRUQUES	GRASERA	EP2	APLICACIÓN POR BOMBEO DEL INYECTOR	ENGRASE NORMAL	1 lb	0.5				
CHUMACERAS CHALECOS	GRASERA	EP2	APLICACIÓN POR BOMBEO DEL INYECTOR	ENGRASE NORMAL	10 g X CHUMACERA	0.5				
ROTULAS CHALECOS	GRASERA	EP2	APLICACIÓN POR BOMBEO DEL INYECTOR	ENGRASE NORMAL	5 g X ROTULA	0.5				
TRINQUETES CHALECOS	SUPERFICIE	CHESTERTON 715	APLICACIÓN CON BROCHA	LUBRICACION NORMAL	20 ml X TRINQUETE	0.5				
DADO UNION GONDOLA	GRASERA	EP2	APLICACIÓN POR BOMBEO DEL INYECTOR	ENGRASE NORMAL	50 g X CHUMACERA	0.5				
GUAYAS SISTEMA DE CHALECOS	SUPERFICIE	WD 40	APLICACIÓN EN SPRAY	LUBRICACION NORMAL	3 ml X GUAYA	0.5				
RUEDA SUPERIOR	ACEITERA	MOBIL GEAR 600 XP 220 - NI	APLICACIÓN CON EMBUDO	CAMBIO DE ACEITE	SEGÚN SEA NECESARIO	1				
RUEDA INFERIOR	ACEITERA	MOBIL GEAR 600 XP 220 - NI	APLICACIÓN CON EMBUDO	CAMBIO DE ACEITE	SEGÚN SEA NECESARIO	1				
RUEDA LATERAL	ACEITERA	MOBIL GEAR 600 XP 220 - NI	APLICACIÓN CON EMBUDO	CAMBIO DE ACEITE	SEGÚN SEA NECESARIO	1				

## Anexo E. Listado de Repuestos Críticos de la atracción Montaña Rusa

PARTE	GRUPO	REFERENCIA/ ESPECIFICACION	STOCK MINIMO
CINTURONES DE SEGURIDAD	CHALECOS	SEGÚN PLANO	4
GUAYA PARA CHALECO	CHALECOS	GUAYA DE ACERO 1/4	2
RESORTE DE RECUPERACION DEL SITEMA DE SEGURIDAD DE CHALECOS	CHALECOS	RESORTES PARA VALVULA DE ALTA PRESION CHALECO MONTAÑA RUSA	10
RODAMIENTOS EMBRAGUE.	EMBRAGUE	RODAMIENTO 6014 -22	2
PLATINAS DE BRONCE PARA LOS FRENOS	FRENOS	PLATINA BRONCE LATON 2.1/2X3/8X1.60 MT	1 KIT
ARANDELA SUJECION TAPAS TRASERAS GONDOLAS.	GONDOLA	ARANDELA 5/16" GRUESOR 1/8"	40
TORNILLO SUJECION TAPAS TRASERAS GONDOLAS.	GONDOLA	TORNILLO BRISTOL AVELLAN 5/16" X 1-1/2", ROSCA CONTINUA GRADO 8.8	40
TORNILLOS MANIJAS	GONDOLA	TORNILLO BRISTOL AVELLAN 5/16" X 1-1/2", ROSCA CONTINUA GRADO 8.8	20
ACEITE DE COMPRESOR	NEUMATICO	M-DELVAC MX 15W40	5 Gal
FILTRO DE AIRE DE COMPRESOR	NEUMATICO	FILTRO FR 10 BAR 50M 1/2 BSP	1 KIT
UNIDAD DE MANTENIMIENTO	NEUMATICO	TIPO FRL - FR+L - 3/8"	1
PIN SEEGER DE ROTULA	PORTARUEDAS	SEGÚN PLANO	5
ROTULAS PORTARUEDAS	PORTARUEDAS	SEGÚN PLANO	2
CILINDRO NEUMÁTICO PARA LAS PUERTAS DE ACCESO	PUERTAS DE ACCESO	CILINDRO CN 10 DIÁMETRO 32 X 45 MM	1
CORREAS REDUCTOR MOTOR.	REDUCTOR	CORREAS PHG 5VX1120 SKF.	4
ACEITE DE RUEDAS	RUEDAS	MOBIL GEAR 600 XP 220	10 Gal
ACEITERAS PARA LAS RUEDAS	RUEDAS	SEGÚN PLANO	20
EJE LATERAL RUEDAS	RUEDAS	44048 GUIDE WHEEL SPINDLE	4
EJES INFERIOR RUEDAS	RUEDAS	44045 ROAD WHEEL SPINDLE	4
EJES SUPERIOR RUEDAS	RUEDAS	44047 UP WHEEL SPINDLE	4
PISTA PODAMINETO INTERNO RUEDAS	RUEDAS	PISTA LM67010 TIMKEN	20
RETENEDOR RUEDAS INFERIORES Y LATERALES	RUEDAS	62407	40
RETENEDOR RUEDAS LATERALES E INFERIORES	RUEDAS	RETENEDOR 42-62-7	20
RETENEDOR RUEDAS SUPERIORES	RUEDAS	60407	25
RETENEDOR RUEDAS SUPERIORES	RUEDAS	RETENEDOR 40-62-7	20
RODAMINETO INTERNO RUEDAS	RUEDAS	RODAMIENTO LM67048 TIMKEN	20
RUEDAS INFERIORES 2 UND X 7 TRUQUES Y LATERALES 4 UND X 7 TRUQUES	RUEDAS	D28475.503 6 1/8" GUIDE/UPSTOP WHEEL	25
RUEDAS SUPERIORES 4 UND X 7 TRUQUES	RUEDAS	D49533.503 9" ROAD WHEEL	15
BUJE BRONCE DEL SPLINTER	TRUQUE	SEGÚN PLANO	10
BUJES EN BRONCE	TRUQUE	SEGÚN PLANO	5
EJE DEL TRUQUE	TRUQUE	33639 AXLE SPINDLE	2
GUAYAS GRAFADAS DE SEGURIDAD REDUNDANTE ENTRE TRUQUES	TRUQUE	SEGÚN PLANO	2
MOGOLLAS DE TRUQUE	TRUQUE	SEGÚN PLANO	10
PISTA PODAMINETO EXTERNO RUEDAS	TRUQUE	PISTA LM11910 TIMKEN	20
PISTA RODAMIENTO EJE CENTRAL TRUQUE PARTE INFERIOR.	TRUQUE	PISTA 394A TIMKEN	4
PISTA RODAMIENTO EJE CENTRAL TRUQUE PARTE SUPERIOR.	TRUQUE	PISTA 29522 TIMKEN	4
RETENEDOR RODAMIENTOS EJE CETRAL PARTE INFERIOR.	TRUQUE	RETENEDOR METALICO EJE CENTRAL TRUQUE 82-114-7	4
RODAMIENTO EJE CENTRAL TRUQUE PARTE INFERIOR.	TRUQUE	RODAMIENTO 399A TIMKEN	4
RODAMIENTO EJE CENTRAL TRUQUE PARTE SUPERIOR.	TRUQUE	RODAMIENTO 29590 TIMKEN	4
RODAMINETO EXTERNO RUEDAS	TRUQUE	RODAMIENTO LM11949 TIMKEN	20

## Anexo F. AMFE – ATRACCION MONTAÑA RUSA

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	\$	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
1	F1	Transportar personas del inicio al fin del riel con una capacidad de 24 pasajeros	MF10	Breaker de potencia disparado por cortocircuito	Motor no arranca, corto circuito en cableado de motor, se observa cableado quemado y descubierto. Afecta medio ambiente por contaminación por humo y puede incurrir en quemadura o descarga eléctrica en operador o técnicos. 1 Hr de parada. Se requiere cambio de Breaker y revisión de cableado.	SI	6	3	3	3	1.1	15	6	90	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección del estado físico de los Breaker de potencia verificando optimas condiciones de funcionamiento, correcto aseguramiento y limpieza	Mensual	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: Multímetro, destornilladores	T1
2	F1	Transportar personas del inicio al fin del riel con una capacidad de 24 pasajeros	MF11	Cadena atascada por desgaste excesivo en teflón guía.	Cadena se descarrila de la canaleta guía, vibración y ruido anormal en sistema de transmisión. Desajuste general del sistema de transmisión. No produce afectaciones en medio habiente ni en recurso humano. 2 Hr de parada. Se requiere aseguramiento de cadena, limpieza general de partes, extracción d tornillos antiguos, ajuste de piezas. Instalación de tornillería nueva y apriete.	SI	1	1	3	3	3	8	3	24	MONITOREO DE CONDICION	1. Medir el espesor de la guía de cadena, si su desgaste es superior al 70% reemplazar la guía teflón por una nueva.	Mensual	Personal: 1 técnico + 1 coordinador de alturas Material: kit de limpieza, teflón de recambio. Herramienta: equipo de alturas, juego de copas , juego de llaves, calibrador.	T2
3	F1	Transportar personas del inicio al fin del riel con una capacidad de 24 pasajeros	MF12	Cadena atascada por fatiga en tornillos de sujeción de la canaleta guía.	Cadena se descarrila de la canaleta guía, vibración y ruido anormal en sistema de transmisión. Desajuste general del sistema de transmisión. No produce afectaciones en medio habiente ni en recurso humano. 2 Hr de parada. Se requiere aseguramiento de cadena, limpieza general de partes, extracción d tornillos antiguos, ajuste de piezas. Instalación de tornillería nueva y apriete.	SI	1	1	3	3	3	8	3	24	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Reemplazar tornillería de sujeción del teflón guía de cadena.	N/A	Personal: 1 técnico + 1 coordinador de alturas Material: kit de limpieza, Tornillos de recambio. Herramienta: equipo de alturas, juego de copas , juego de llaves, calibrador.	T3
4	F1	Transportar personas del inicio al fin del riel con una capacidad de 24 pasajeros	MF19	Motor del compresor no enciende por corto circuito	Compresor no carga o no enciende. Perdida o ausencia total de presión de aire en el sistema neumático general; no genera afectación al medio ambiente, puede causar quemaduras o descarga eléctrica a personas. 0,2 horas de parada. Pruebas de alimentación al compresor y revisión de estado externo.	SI	6	1	3	3	2	13	6	78	MONITOREO DE CONDICION	1. Toma de registro de consumo de energía del compresor.	Trimestral	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: multímetro, destornilladores.	T4
5	F1	Transportar personas del inicio al fin del riel con una capacidad de 24 pasajeros	MF20	Correas del reductor distensionada por vibración	Reductor no arranca o se detiene en ciclo puede quedar el tren en cualquier parte de la cadena, perdida de fuerza de tracción; no tiene afectaciones en medio ambiente ni en recurso humano. 0,2 horas de parada. Se realiza ajuste de tensión de las correas y prueba del sistema.	NO	1	1	1	3	0.5	6	6	36	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual del estado físico de las correas y verificación de su tensión.	Diario	Personal: 1 Auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: Calibrador, juego de llaves.	T5
6	F1	Transportar personas del inicio al fin del riel con una capacidad de 24 pasajeros	MF21	Correas del reductor rotas por vida útil	Reductor no arranca o se detiene en ciclo puede quedar el tren en cualquier parte de la cadena; no tiene afectaciones en medio ambiente ni en recurso humano. 0,5 horas de parada. Se realiza instalación de correas nuevas, ajuste de tensión de las correas y prueba del sistema.	SI	1	1	1	3	0.5	6	6	36	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspeccion visual de correas en busca de: desgaste excesivo, fisuras, deshilachado, etc. Si presenta alguno de estos síntomas reemplace inmediatamente.	Semanal	Personal: 1 Auxiliar Material: Kit de limpieza, correas de recambio. Herramienta: Calibrador, juego de llaves.	T6
7	F1	Transportar personas del inicio al fin del riel con una capacidad de 24 pasajeros	MF40	Motor no arranca por caída de una de las fases.	Corto circuito en cableado de motor, se observa cableado quemado y descubierto, recalentamiento del motor. No afecta el medio ambiente, puede incurrir en quemaduras a algún técnico. 1,5 Hr de parada. Se requiere revisión del sistema electico, desmontaje de motor, posible cambio de cableado, instalación de motor funcional, acople de motor.	SI	6	1	3	3	2.5	13	6	78	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección detallada de cableado físico del motor, toma de registro de consumos 2. Inspección de las conexiones de bornera de motor y verificación de correcto estado físico de los elementos.	Mensual	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza, limpia contactos. Herramienta: destornillador, juego de llaves, multímetro.	T7
8	F1	Transportar personas del inicio al fin del riel con una capacidad de 24 pasajeros	MF42	panel de control desenergizado por caída de voltaje	Se observa panel de control desenergizado, no permite la liberación del tren de frenos primarios. No genera afectaciones al medio ambiente ni al recurso humano. 0,1 horas de parada. Se debe realizar llegada de alimentación al panel de control y/o estado del cableado interno.	SI	1	1	1	3	0.5	6	6	36	MONITOREO DE CONDICION	1. Limpieza e inspección de correcto funcionamiento y estado físico de cableado y Breaker de panel de control.	Trimestral	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: multímetro, juego de destornilladores.	T8

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	\$	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
9	F1	Transportar personas del inicio al fin del riel con una capacidad de 24 pasajeros	MF60	Selector de panel de control fuera de servicio por corto eléctrico	Tablero huele a quemado, se observa cableado quemado o descubierto. Contaminación por humo, puede incurrir en quemadura o descarga eléctrica en operador o técnicos. 0,5 Hr de parada. Se requiere cambio de selector y revisión de cableado.	NO	6	3	1	3	0.5	13	3	39	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual y pruebas con el correspondiente accionamiento de cada selector de llave en panel de control. 2. Inspección de la correcta fijación del cableado y limpieza en el panel de control	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza, limpia contactos, cinta aislante, abrazaderas Herramienta: destornillador, juego de llaves, multímetro.	T9
10	F1	Transportar personas del inicio al fin del riel con una capacidad de 24 pasajeros	MF65	Sprocket con pérdida de dientes o fracturado por fatiga	Cadena se descarrila del sprocket, vibración y ruido anormal en sistema de transmisión. Desajuste general del sistema de transmisión. No produce afectaciones en medio habiente ni en recurso humano. 12 Hr de parada. Se requiere aseguramiento de cadena, desmontaje de porque, limpieza general del área, montaje de nuevo sprocket, instalación de cadena, ajuste de piezas.	SI	1	1	10	3	16	15	1	15	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección con pruebas NDT de partículas magnéticas al sprocket del sistema de transmisión.	Semestral	Personal: 1 auxiliar + 1 técnico calificado END Material: kit de limpieza, desengrasante Herramienta: diferencial, juego de copas, palanca, cadenas.	T10
11	F1	Transportar personas del inicio al fin del riel con una capacidad de 24 pasajeros	MF7	Tren se detiene en ciclo por activación anormal de sensor tipo bigote	Atracción Se detiene en ciclo; no tiene afectaciones ni en medio ambiente ni en el recurso humano. 0,1 horas de parada. Se realiza la revisión del ten en parte inferior, después de observar estado normal se realiza aseguramiento del pedal y se hace relanzamiento del tren.	NO	1	1	1	3	0.2	6	10	60	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual del estado físico del sensor tipo bigote de riel y comprobar su funcionamiento mediante ciclos de prueba con el accionamiento de pedales y verificación con el testigo del panel de control.	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: N/A	T11
12	F1	Transportar personas del inicio al fin del riel con una capacidad de 24 pasajeros	MF8	Base del sistema de transmisión fracturada por fatiga	Cadena se descarrila, vibración y ruido anormal en sistema de transmisión. Desajuste general del sistema de transmisión. No produce afectaciones en medio habiente ni en recurso humano. 2 Hr de parada. Se requiere aseguramiento de cadena, limpieza general del área, alineamiento de base y estructura metálica, soldadura de piezas, pulido de piezas, aplicación de anticorrosivo.	SI	1	1	3	3	2	8	3	24	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección de base metálica del sistema de transmisión en búsqueda de fisuras o problemas de corrosión.	Semanal	Personal: 1 técnico calificado END + 1 auxiliar Material: kit de limpieza, soldadura, pintura anticorrosiva. Herramienta: destornilladores, kit de tintas penetrantes, pulidora, lija, soldador.	T12
13	F2	Generar señal de estado "listo para operar" cuando todas las seguridades se encuentren activas	MF9	Bombillo de listo para operar fundido por corto circuito	Pilotos apagados, recalentamiento en cableado, posible humo u olor a quemado. No genera afectación al medio ambiente ni al recurso humano. 0,2 Hr de parada. Se debe revisar la entrada de voltaje a los pilotos y corregir cualquier falla en el cableado.	NO	1	1	1	1	0.2	4	1	4	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificar cableado del tablero de control por ausencia de corto circuitos. 2. verificar el correcto funcionamiento de la iluminación en el panel de control.	Mensual	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza, bombillos de repuesto, cinta. Herramienta: multímetro, juego de destornilladores, pinzas, cautín.	T13
14	F2	Generar señal de estado "listo para operar" cuando todas las seguridades se encuentren activas	MF38	Micro de frenos secundarios (normalmente abierto) queda activado por corto interno	Atracción opera normalmente con el listo para operar siempre activo. No genera afectaciones al medio ambiente ni al recurso humano. 1 hora de parada. Se debe revisar correcto funcionamiento del micro y reemplazar si es necesario.	SI	1	1	1	1	0.2	4	1	4	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual y de prueba manual del sensor de frenos secundarios.	Semanal	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza, cinta aislante. Herramienta: multímetro, cautín, juego de destornilladores, juego de llaves.	T14
15	F2	Generar señal de estado "listo para operar" cuando todas las seguridades se encuentren activas	MF56	Relevos pegados dan señal al listo para operar	Atracción opera normalmente con el listo para operar siempre activo. No genera afectaciones al medio ambiente ni al recurso humano. 1 hora de parada. Se debe revisar correcto funcionamiento de relevo de sensor de frenos y reemplazar si es necesario.	SI	1	1	1	1	0.2	4	1	4	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual del estado general de tablero eléctrico, relés y control.	N/A	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza, limpia contactos, relés de repuesto. Herramienta: juego de destornilladores, juego de llaves, multímetro.	T15
16	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF1	Chaleco con holgura por tornillos de sujeción del trinquete sueltos.	Chaleco con juego excesivo al realizar su cierre. No produce afectaciones al medio ambiente pero puede producir graves afectaciones en el recurso humano externo. 0,5 Hr de parada. Se debe desmontar la cubierta trasera de la góndola para acceder al sistema de seguridad de los chalecos y realizar el apriete requerido a toda la tornillería general del sistema de bloqueo.	SI	10	1	1	10	0.2	22	6	132	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Apriete de tornillería de sujeción de trinquetes del chaleco.	Mensual	Personal: 1 auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: kit de llaves Bristol, Juego de llaves.	T16

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	\$	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
17	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF15	Chaleco no abre por obstrucción en conjunto de liberación de chaleco (guaya)	Chaleco muy duro en apertura-cierre, puesto fuera de servicio. No produce afectaciones en medio ambiente ni al recurso humano. 0,5 Hr de parada. Se debe realizar desmonte de la fibra trasera del asiento, revisión del mecanismo interno del chaleco, corrección de la falla y montaje de la fibra tapa del asiento.	SI	1	1	3	1	1.5	6	1	6	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual de soldaduras y mecanismos del sistema de apertura de chalecos.	Semanal	Personal: 1 Técnico + 1 auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: juego de llaves Bristol, juego de llaves, juego de copas.	T17
18	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF16	chaleco no gira libre por daño en rodamientos	Chaleco muy duro en apertura o cierre o queda fijo. No tiene efectos al medio ambiente ni al recurso humano. 1 Hr de parada. Se debe realizar desmonte de chaleco para revisión de bujes, cambio y/o lubricación en cojinetes, montaje de chaleco.	SI	1	1	3	1	1.5	6	6	36	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificar giro libre y correcta apertura y cierre del chaleco.	Diario	Personal: 1 Técnico + 1 Auxiliar Material: Kit de limpieza, Rodamientos de recambio Herramienta: Juego de llaves Bristol, juego de llaves, extractor de rodamientos.	T18
20	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF17	Chapa de seguridad redundante suelta por desajuste en piezas	Chapa no asegura y queda suelta, no se puede utilizar asiento por falta de seguridad redundante. No produce afectación al medio ambiente ni al recurso humano. 0,5 Hr de parada . Se debe realizar el cambio de chapa cuando se considere necesario.	NO	1	1	1	1	0.3	4	6	24	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificar estado fisico de mecanismo de la chapa y su correcto funcionamiento.	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza, chapas de recambio Herramienta: juego de destornilladores.	T20
21	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF2	Chaleco con holgura por desajuste en tornillos de cojinete	Chaleco con demasiada tolerancia en juego axial. No tiene afectación al medio ambiente ni al recurso humano. 0,1 Hr de parada. Se debe hacer ajuste al prisionero de cojinete.	NO	1	1	1	1	0.2	4	6	24	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificación de apriete adecuado de tornillos de cojinete de chaleco.	Semanal	Personal: 1 auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: Juego de llaves Bristol.	T21
22	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF22	Eje de unión a portaruedas desajustado por vibración y/o desgaste	Juego axial excesivo en portaruedas , Vibración anormal en tren, ruido extraño con el tren en cido. No produce afectación al medio ambiente ni tampoco afectación en el recurso humano. 0,5 Hr de parada . Se debe realizar aseguramiento del tren en plataforma, aplicar fuerza manualmente a los portaruedas y ajustar en caso de ser necesario.	SI	1	1	1	3	0.2	6	6	36	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificación del diámetro del eje de unión de portaruedas con relación al diámetro del orificio donde va alojado. 2. Inspección de correcto estado de bujes ubicados en los soportes de portaruedas	Semestral	Personal: 1 técnico + 1 auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: calibrador, palanca, diferencial, cadena.	T22
23	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF3	Chaleco con holgura por desgaste en uñas del trinquete.	Chaleco con juego excesivo al realizar su cierre, puede llegar a abrirse aplicando esfuerzo de apertura sobre el. No produce afectaciones al medio ambiente pero puede producir graves afectaciones en el recurso humano externo. 1,5 Hr de parada. Se debe desmontar trinquete con fallo y realizar cambio de parte.	SI	10	1	1	10	0.2	22	3	66	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificar el correcto funcionamiento y ajuste de uñas - trinquete y/o sistema mecánico de seguridad del chaleco	N/A	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza, grasa Herramienta: kit de llaves bristol, juego de llaves.	T23
24	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF31	Espárragos de la estructura riel rotos por fatiga	Base con espárragos rotos. Inestabilidad de columnas, fatiga prematura de uniones soldadas, vibración anormal y ruido general en la estructura. No genera afectación al medio ambiente pero puede generar daños al recurso humano con la caída de partes metálicas contundentes . 1 Hr de parada. Se deben revisar una a una las uniones del área afectada, y hacer cambio de los espárragos necesarios asegurando el torque y alineación adecuados.	NO	6	1	3	6	2.5	16	1	16	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección mediante pruebas NDT de partículas magnéticas a material base y soldaduras en la base estructural de riel. 2. Inspección visual de los espárragos y bases de concreto	Anual	Personal: 1 Auxiliar + 1 técnico calificado END Material: Kit de limpieza Herramienta: Equipo END partículas magnéticas, Mand lift, andamios o escalera , equipo de alturas.	T24

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	\$	R	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
25	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF33	Fibra de vidrio con fisuras por vibración	Ruptura y desprendimiento de fibra, caída de objetos contundentes con la atracción en ciclo. No produce afectación al medio ambiente pero puede provocar daños por cortaduras o golpes al recurso humano o personal externo. 0,2 Hr de parada .Se debe realizar la revisión de la fibra y el estado de los agujeros de aseguramiento de la misma; se debe instalar la fibra y garantizar el torque correcto en los tornillos.	NO	6	1	3	6	1.2	16	6	96	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual y táctil del correcto estado de la estructura en fibra de vidrio de las góndolas. 2. Inspección del estado de la fibra en sus puntos críticos 3. Inspección minuciosa del estado de la fibra en sus puntos críticos	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: juego de llaves Bristol, destornillador.	T25	
26	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF35	Guardas de las ruedas con fisuras por vibración	Ruptura en guardas, caída de objetos contundentes con la atracción en ciclo. No genera afectación al medio ambiente pero en personal externo o recurso humano puede generar graves daños debido a la caída de objetos contundentes. 0,5 Hr de parada. Se debe revisar el anclaje correcto de todos los portaruedas del tren.	SI	10	1	3	10	1.2	24	1	24	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual y táctil de guardas de las ruedas en búsqueda de fisuras partes sueltas.	Semanal	Personal: 1 Auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: N/A	T26	
27	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF4	Chaleco suelto por fatiga en fibra de vidrio de la lamina soporte	Chaleco con juego excesivo, vibración excesiva del chaleco y desajuste general del sistema de chalecos. puede llegar desprenderse el sistema completo de sujeción. No produce afectaciones al medio ambiente pero puede producir graves afectaciones en el recurso humano externo. 12 Hr de parada. Se debe desmontar el sistema completo de aseguramiento de pasajeros para realizar inspección general del estado de la fibra de vidrio, corregir y realizar todas las actividades necesarias para realizar ciclos con carga al equipo.	SI	10	1	6	10	2.5	27	1	27	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual y táctil del correcto estado de toda la tornillería y estructura del chaleco embebida en la fibra.	Semanal	Personal: 1 Auxiliar Material: kit de limpieza. Herramienta: Llave Bristol, destornillador de pala, Lija.	T27	
28	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF43	Pedal de chaleco con juego por tornillo de sujeción suelto	Ruido extraño durante el ciclo del tren, posible caída de pedal en ciclo. No produce afectaciones al medio ambiente ; puede producir graves heridas a recurso humano por caída de objetos contundentes. 0 Hr de parada. Se debe ajustar tornillo según torque recomendado.	NO	6	1	1	6	0.3	14	6	84	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificación de ajuste de tornillo del pedal de chaleco al soporte	Mensual	Personal:1 auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: juego de llaves, juego de destornilladores.	T28	
29	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF44	Pedal de chaleco suelto por ruptura de soldaduras en base o ruptura de tornillo de unión	Desprendimiento del pedal de accionamiento del chaleco, posible caída de pedal en ciclo, 2 puestos deshabilitados por inoperatividad del chaleco. No produce afectaciones al medio ambiente ni al recurso humano. 0,5 Hr de parada. Se debe soldar el pedal a la varilla base.	NO	1	1	1	3	0.4	6	6	36	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual y táctil de la base del pedal y tornillo de sujeción e búsqueda de anomalías o desajuste.	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: juego de llaves.	T29	
30	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF48	Polímero de cabeceros con pérdida de material por abrasión	Cabecero se vuelve incomodo para el pasajero y no brinda la seguridad total permitiendo posible golpe con la estructura interna más rígida.0,1 Hr de parada. Se debe revisar la apariencia física del polímero del cabecero y si es necesario retirar y cambiar .	NO	3	1	3	3	1.2	10	3	30	MONITOREO DE CONDICION	1. inspección y control de cualquier pérdida de material de los cabeceros superior al 15 %.	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: luego de llaves, juego de copas, juego de llaves Bristol.	T30	
31	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF49	Poliuretano de los chalecos con pérdidas de material por abrasión	Estructura interna de chaleco descubierta por falta de poliuretano, pérdida de confortabilidad del chaleco. No produce afectación al medio ambiente; puede ocasionar golpes del pasajero con estructura interna del cabecero. 1 Hr de parada . Se debe realizar el cambio de cabecero según sea conveniente.	NO	3	1	3	3	1.2	10	3	30	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección y control de cualquier pérdida de material en el recubrimiento en poliuretano de los chalecos cuando presente pérdida de material superior al 15 %.	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: luego de llaves, juego de copas, juego de llaves Bristol.	T31	

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	\$	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
32	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF5	Agujeros de pasadores de chaleco a tubo con excesiva holgura ir abrasión	Juego excesivo en pasadores de chaleco a tubo, holgura en el ajuste del pasador . No produce afectación al medio ambiente ni tampoco afectación en el recurso humano. 0,1 Hr de parada .Se debe hacer revisión de tolerancias en ajuste de pasadores y si es el caso reparar agujeros con soldadura.	NO	1	1	1	1	0.2	4	6	24	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificar correcto ajuste de los agujeros para pasadores en chaleco.	N/A	Personal: 1 auxiliar Material: Kit de limpieza, soldadura. Herramienta: Limas.	T32
33	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF54	Reata deshilachada por abrasión o corte	mala imagen a la atracción y pérdida de aspecto de seguridad. No produce afectación al medio ambiente ni al recurso humano. 0,5 Hr de parada . Se debe realizar el cambio de reata cuando se considere necesario.	NO	1	1	1	1	0.2	4	3	12	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual de la reata de cinturón de los chalecos en busca de deshilachado o anomalías.	Diario	Personal: 1 Auxiliar Material: Kit de limpieza, Reata de recambio Herramienta: N/A	T33
34	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF57	Riel y travesaños con discontinuidad por vibración anormal.	Posible frenado parcial o total de los trenes, puede generar descarrilamiento del tren en cualquier parte del recorrido, graves daños en ruedas y bases portaruedas. Daños en otros puntos estructurales. No genera afectación al medio ambiente pero puede generar graves daños a recurso humano o personas externas. 3 Hr de parada. Se debe hacer acceso a alturas para revisar el recorrido completo del riel guía.	SI	10	1	3	10	3.5	24	6	144	MONITOREO DE CONDICION	1. Aplicar END según procedimiento técnico a toda la estructura completa. ESPEORES, FRACTURAS.	ANUAL	Personal: 1 Auxiliar + 1 técnico calificado END Material: Kit de limpieza Herramienta: Equipo END partículas magnéticas, Mand lift, equipo de alturas	T34
35	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF57	Riel y travesaños con discontinuidad por vibración anormal.	Posible frenado parcial o total de los trenes, puede generar descarrilamiento del tren en cualquier parte del recorrido, graves daños en ruedas y bases portaruedas. Daños en otros puntos estructurales. No genera afectación al medio ambiente pero puede generar graves daños a recurso humano o personas externas. 3 Hr de parada. Se debe hacer acceso a alturas para revisar el recorrido completo del riel guía.	SI	10	1	3	10	3.5	24	6	144	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual de los rieles y travesaños de unión, material base y soldaduras en busca de fisuras.	SEMANAL	Personal: 1 Técnico Material: Kit de limpieza Herramienta: N/A	T35
36	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF63	Soldaduras de chasis de góndola con fatiga por esfuerzos concentrados	Ruptura de platinas de sujeción a chasis, Vibración excesiva en ciclo. No afecta el medio ambiente ni al recurso humano. 1 Hr de parada . Se deben quitar fibras del chasis para tener acceso a la inspección de soldaduras de asientos y de chasis.	SI	1	1	3	1	3	6	6	36	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección por pruebas NDT de partículas magnéticas a soldaduras de unión de platinas y material base de viga y chasis de las góndolas.	Anual	Personal: 1 Técnico certificado END + 1 auxiliar Material: Kit de limpieza, pintura anticorrosiva. Herramienta: juego de llaves Bristol, juego de llaves, pulidora, Kit de partículas magnéticas.	T36
37	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF64	Soportes y tensores estructurales fracturados por vibración	Rotura en platinas de sujeción en arriostras de unión entre estructura que soporta riele, inestabilidad o vibración anormal en la estructura general; afectación con cargas en otros puntos estructurales. No genera afectación al medio ambiente pero puede generar daños al recurso humano con la caída de partes metálicas contundentes . 2 Hr de parada. se debe revisar la estructura minuciosamente y hacer los ajustes necesarios para corregir la falla.	SI	6	1	3	6	3.5	16	6	96	MONITOREO DE CONDICION	1. Aplicación de END en uniones soldadas en estructura que sostiene la parte superior de los corchos	Anual	Personal: 1 auxiliar + 1 Técnico certificado END Material: kit de limpieza Herramienta: Mand lift, equipo de alturas, equipo de partículas magnéticas, cámara fotográfica	T37
38	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF64	Soportes y tensores estructurales fracturados por vibración	Rotura en platinas de sujeción en arriostras de unión entre estructura que soporta riele, inestabilidad o vibración anormal en la estructura general; afectación con cargas en otros puntos estructurales. No genera afectación al medio ambiente pero puede generar daños al recurso humano con la caída de partes metálicas contundentes . 2 Hr de parada. se debe revisar la estructura minuciosamente y hacer los ajustes necesarios para corregir la falla.	SI	6	1	3	6	3.5	16	6	96	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual desde el piso en busca de soportes sueltos y movimientos anormales en las partes altas de los corchos (riel) al paso del tren.	Semanal	Personal: 1 auxiliar + 1 técnico Material: kit de limpieza Herramienta: N/A	T38

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	\$	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
39	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF69	Tornillería de barandas internas de la góndola, fatigada por vibración	Barandas al interior de la góndola inestables o rotas. No genera afectación al medio ambiente pero en recurso humano y en personas externas puede generar afectaciones leves golpeándose con partes sueltas del tren. 0,2 Hr de parada. Se debe revisar el anclaje correcto de todas las barandas internas, el ajuste correcto de todos los tornillos.	NO	3	1	1	3	0.8	8	6	48	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección de correcto ajuste de tornillería de barandas internas de góndola.	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza, tornillos de recambio. Herramienta: juego de copas.	T39
40	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF70	Tornillería de ajuste de Cojines laterales suelta por vibración	Desprendimiento de cojines laterales, posible caída de objetos con la atracción en ciclo y pérdida de confort del asiento; No produce efectos en el medio ambiente pero el el recurso humano puede haber exposición a golpes con la estructura metálica de las barandas dela góndola. 0,2 Hr de parada . Se debe asegurar el cojín lateral garantizando un torque adecuado en los tornillos.	NO	3	1	1	3	0.2	8	6	48	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección de correcto ajuste de tornillería de cojines laterales de góndola.	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza, tornillos y tuercas de recambio. Herramienta: juego de copas.	T40
41	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF71	Tornillería de Cabecero desajustada por vibración	Cabecero se vuelve incomodo para el pasajero y no brinda la seguridad total permitiendo posible golpe partes contundentes del tren . No afecta e medio ambiente pero puede causar afectaciones al pasajero o personal externo con la caída o golpe con piezas sueltas . 0,1 Hr de parada. Se debe revisar ajuste de cabecero y ajustar si es necesario.	NO	3	1	1	3	0.2	8	6	48	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Verificación de apriete de tuercas a tornillos que aseguran cabeceros a estructura de la góndola	Semanal	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: juego de llaves.	T41
42	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF72	Tornillería de fibra con fatiga por vibración	Alta vibración y ruido en la fibra de la góndola . No afecta el medio ambiente pero puede causar daños en pasajeros o personal externo con la caída de objetos contundentes al suelo. 1 Hr de parada. Se debe revisa una a una la tornillería y la fijación de chas tapas.	NO	6	1	1	6	0.2	14	6	84	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Verificación de apriete de tornillería de la tapa de la góndola.	Semanal	Personal: 1 Auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: juego de llaves Bristol.	T42
43	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF73	Tornillos de Riel y travesaños fracturados por vibración	Desajuste en uniones de riel, vibración excesiva del riel. frenado parcial o total de los trenes, graves daños en ruedas y bases portaruedas. Daños en otros puntos estructurales. No genera afectación al medio ambiente pero puede generar graves daños a recurso humano o personas externas. 3 Hr de parada. Se debe hacer acceso a alturas para revisar el recorrido completo del riel guía.	SI	10	1	1	10	2	22	6	132	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Torqueo de tornillería de la estructura de riel y travesaños.	Mensual	Personal: 1 auxiliar + 1 técnico Material: kit de limpieza, Líquido penetrante para tornillería. Herramienta: Juego de copas, palanca, torquímetro, gato hidráulico, mandlift, andamios o escalera, arnés, eslingas.	T43
44	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF76	Tuerca y pin de seguridad de la rueda sueltos por falta de torque.	Juego axial excesivo en ruedas laterales e inferiores , Vibración anormal en tren, posible detención del tren por entramamiento de ruedas, caída de objetos con la atracción en ciclo, ruido extraño con el tren en ciclo. No produce afectación al medio ambiente, puede provocar daños por cortaduras o golpes al recurso humano o personal externo. 0,5 Hr de parada . Se debe realizar aseguramiento del tren en plataforma, aplicar fuerza manualmente en cada una de las ruedas con el fin de asegurar su ajuste.	SI	6	1	1	6	0.3	14	6	84	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual y táctil de las ruedas en búsqueda de juego excesivo axial	Diario	Personal:1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: palanca	T44

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	\$	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
45	F3	Garantizar la sujeción, seguridad y confort de todos los pasajeros durante todo el recorrido.	MF76	Tuerca y pin de seguridad de la rueda sueltos por falta de torque.	Juego axial excesivo en ruedas laterales e inferiores, Vibración anormal en tren, posible detención del tren por entramamiento de ruedas, caída de objetos con la atracción en ciclo, ruido extraño con el tren en ciclo. No produce afectación al medio ambiente, puede provocar daños por cortaduras o golpes al recurso humano o personal externo. 0,5 Hr de parada. Se debe realizar aseguramiento del tren en plataforma, aplicar fuerza manualmente en cada una de las ruedas con el fin de asegurar su ajuste.	SI	6	1	1	6	0.3	14	6	84	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Verificación de apriete de tornillos de las ruedas	Semanal	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: Destornillador, juego de copas, palanca.	T45
46	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF13	Cadena descarrilada por Desajuste de cojinetes soportados	Atracción fuera de servicio, Cadena se descarrila de la canaleta guía, Cadena distensionada, ruidos extraños en el sistema de cadena, Puede generar tren en detenido en ascenso. No produce afectaciones al medio ambiente ni al recurso humano. 3 Hr de parada. Se debe hacer detención del tren, desmontaje de cadena, y sprocket principal, revisión y ajuste de cojinetes, montaje de sprocket y cadena y pruebas.	SI	1	1	3	3	4	8	6	48	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Revisión de torque de tornillería de cojinetes soportados del mecanismo de cadena. 2. Realizar alineación del sistema.	Semestral	Personal: 1 técnico + 1 auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: juego de copas, juego de llaves, flexometro, palanca.	T46
47	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF14	Cadena descarrilada por ruptura de guías tipo Angulo de canaleta	Atracción fuera de servicio, Cadena se descarrila de la canaleta guía, puede generar tren detenido en ascenso. No produce afectaciones al medio ambiente ni al recurso humano. 2 Hr de parada. Se debe hacer aseguramiento de la cadena, trabajo en alturas para reparar y soldar guías Angulo de la canaleta.	SI	1	1	3	3	3.5	8	6	48	MONITOREO DE CONDICION	1. Pruebas NDT con tintas penetrantes en ángulos guías de canaleta de la cadena.	Semestral	Personal: 1 auxiliar+ 1 técnico calificado END Material: kit de limpieza Herramienta: mandlift, escalera o andamios, arnés para trabajo en alturas, kit de tintas penetrantes, destornilladores.	T47
48	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF23	Ejes de portaruedas fisurados por vibración excesiva	Fisuras en material base en eje central del truque, detención del tren en cualquier parte del ciclo. No produce afectación al medio ambiente pero puede producir graves afectaciones en recurso humano por atracción detenida en ciclo. 8 Hr de parada. se debe revisar mediante END partes afectadas en estructura de portaruedas, hacer reparaciones pertinentes y realizar nuevamente END.	NO	6	1	6	10	10	23	6	138	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección mediante pruebas NDT de partículas magnéticas a los ejes del portaruedas.	Anual	Personal: 1 Auxiliar + 1 técnico calificado END Material: Kit de limpieza Herramienta: Equipo END partículas magnéticas	T48
49	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF23	Ejes de portaruedas fisurados por vibración excesiva	Fisuras en material base en eje central del truque, detención del tren en cualquier parte del ciclo. No produce afectación al medio ambiente pero puede producir graves afectaciones en recurso humano por atracción detenida en ciclo. 8 Hr de parada. se debe revisar mediante END partes afectadas en estructura de portaruedas, hacer reparaciones pertinentes y realizar nuevamente END.	NO	6	1	6	10	10	23	6	138	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual y táctil del eje verificando movimiento en los dos extremos uniforme. 2. Inspección visual de la presencia correcta de arandela y pin de ojo. 3. Inspección táctil mediante movimientos en las ruedas laterales e inferiores en búsqueda de movimientos anormales en los extremos de los ejes. 3. Inspección táctil mediante movimientos en las ruedas superiores en búsqueda de movimientos anormales en los extremos de los ejes.	Diario	Personal: 1 auxiliar + 1 técnico Material: kit de limpieza Herramienta: palanca	T49

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	S	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
50	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF26	Cadena de transmisión presenta Elongamiento por uso normal y vida útil.	Cadena distensionada, puede generar descarrilamiento de cadena, ruidos extraños en el sistema de cadena, pérdida de fuerza de elevación del tren, Puede generar tren en detenido en ascenso. No produce afectaciones al medio ambiente ni al recurso humano. 3 Hr de parada. Se debe hacer aseguramiento del tren, amarre de la cadena para recorte de la cadena según sea necesario, ensamble y aseguramiento de eslabones, ciclos de prueba.	SI	1	1	3	3	4	8	6	48	MONITOREO DE CONDICION	1. Verifique que la tensión de la cadena sea la adecuada para el sistema junto con el ajuste del tensor.	Diario	Personal: 1 auxiliar + 2 técnicos Material: kit de limpieza Herramienta: cadena, diferencial, escalera, martillo, juego de llaves, pinzas.	T50
51	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF27	Embrague disfuncional por fugas neumáticas.	Reductor no arranca o se detiene en ciclo puede quedar el tren en cualquier parte de la cadena. puede producir ruido extraño en el cuarto de la transmisión. No produce afectación al medio ambiente ni al recurso humano. 0,5 Hr de parada. Se realiza revisión del estado del colector y mangueras neumáticas, posteriormente se corregir fugas según sea necesario.	NO	1	1	1	3	0.4	6	6	36	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Verificación de ajuste de mangueras del embrague y su correcta fijación. 2. Limpieza de unión rotativa sin destaparla.	Mensual	Personal: 1 Auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: Juego de destornilladores, juego de copas.	T51
52	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF28	Embrague disfuncional por desajuste de tornillos del manguito a la copa estriada	Reductor no arranca o se detiene en ciclo puede quedar el tren en cualquier parte de la cadena. puede producir ruido extraño en el cuarto de la transmisión. No produce afectación al medio ambiente ni al recurso humano. 0,5 Hr de parada. Se realiza revisión del estado del acople, posteriormente se instala y se ajustan os tornillos con el torque adecuado..	NO	1	1	1	1	0.3	4	6	24	MONITOREO DE CONDICION	1. verificar correcto ajuste de los tornillos del embrague y su estado fisico.	Semanal	Personal: 1 Auxiliar Material: Kit de limpieza, tornillos de recambio. Herramienta: Juego de llaves.	T52
53	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF29	Embrague disfuncional por desgaste de piezas internas	Reductor no arranca o se detiene en ciclo puede quedar el tren en cualquier parte de la cadena. puede producir ruido extraño en el cuarto de la transmisión. No produce afectación al medio ambiente ni al recurso humano. 1 Hr de parada. Se debe revisar el temperatura externa del reductor, análisis de aceite y cambio de partes afectadas.	SI	1	1	6	3	6	11	6	66	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Desarme y limpieza de discos y verificación de tolerancia de desgaste dentro del permisible. 2. Reemplazo de los o-ring.	Anual	Personal: 1 auxiliar + 1 técnico Material: kit de limpieza, o-ring y repuestos necesarios Herramienta: juego de destornilladores, juego de llaves, lija, calibrador.	T53
54	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF29	Embrague disfuncional por desgaste de piezas internas	Reductor no arranca o se detiene en ciclo puede quedar el tren en cualquier parte de la cadena. puede producir ruido extraño en el cuarto de la transmisión. No produce afectación al medio ambiente ni al recurso humano. 1 Hr de parada. Se debe revisar el temperatura externa del reductor, análisis de aceite y cambio de partes afectadas.	SI	1	1	6	3	6	11	6	66	MONITOREO DE CONDICION	1. Retirar las correas del embrague y realizar inspección con movimientos en búsqueda de ausencia de juego y ruidos anormales al girar el mecanismo.	Semestral	Personal: 1 técnico + 1 auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: juego de destornilladores, juego de llaves, calibrador.	T54
55	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF30	Embrague disfuncional por fatiga en tornillos de acople externo	Reductor no arranca o se detiene en ciclo puede quedar el tren en cualquier parte de la cadena. puede producir ruido extraño en el cuarto de la transmisión. No produce afectación al medio ambiente ni al recurso humano. 0,5 Hr de parada. Se debe revisar el embrague por fugas neumáticas. Corregir la fuga y realizar pruebas del sistema de transmisión.	NO	1	1	1	3	0.8	6	6	36	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección de estado y ajuste de tornillos del acople externo del embrague	Mensual	Personal: 1 auxiliar + 1 técnico Material: kit de limpieza, tornillos de repuesto. Herramienta: juego de llaves, juego de copas.	T55
56	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF32	estructura del portaruedas desajustada por fatiga en tornillos	Piezas sueltas en el sistema causando vibración excesiva, desgaste anormal de ruedas y ruido extraño durante el ciclo, posible caída de objetos en ciclo. No produce afectación al medio ambiente y puede producir daños en recurso humano o personal externo. 1 Hr de parada. Se debe asegurar al tren y revisar cada uno de los pernos de ajuste del portaruedas.	NO	6	1	3	6	2	16	6	96	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual y prueba de torque de los tornillos de la estructura del portaruedas verificando su ajuste.	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: Juego de copas y torquímetro.	T56

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	\$	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
57	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF36	Guardas de ruedas sueltas por Fatiga en tornillos.	Ruptura en guardas, caída de objetos contundentes con la atracción en ciclo. No produce afectaciones al medio ambiente, puede tener afectaciones en técnicos y o personal externo debido a la caída de objetos contundentes con la atracción en ciclo. 0,5 Hr de parada. se debe hacer revisión completa de la guarda, cambio de tornillos y ajuste.	SI	6	1	1	6	0.4	14	6	84	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Torqueo de tornillería completa de la guarda de las ruedas.	Semanal	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: juego de copas, juego de destornilladores.	T57
58	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF45	Empaques y sellos del reductor permiten fugas por agotamiento de vida útil.	Bajo nivel de aceite en reductor y posible detención en ciclo por daño interno, puede quedar el tren en cualquier parte de la cadena. puede producir ruido extraño en el cuarto de la transmisión y recalentamiento excesivo en la carcasa externa del reductor. Produce afectación al medio ambiente por contaminación de grasas, no produce afectación al recurso humano. 0,5 Hr de parada . Se realiza la parte afectada o con fuga y se procede a corregir.	NO	1	6	1	3	0.8	11	6	66	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección de hermeticidad del reductor y ausencia de fugas de aceite. 2. Inspección de racores y juntas hidráulicas. 3. Inspección visual de la unión rotativa.	Semanal	Personal: 1 auxiliar + 1 técnico Material: kit de limpieza, aceite para reductor. Herramienta: juego de destornilladores, juego de llaves, juego de copas.	T58
59	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF50	Portaruedas con holgura axial y radial por desgaste en bujes	Posible aparición de Fisuras en material base en portaruedas, vibración anormal de portaruedas, desgaste prematuro de piezas y ruedas. . No produce afectación al medio ambiente ni produce afectación al recurso humano. 10 Hr de parada. se debe asegurar el tren y aplicando fuerza manual, revisar bujes con desgaste excesivo. realizar el desmonte del portaruedas afectado para cambio de bujes. realizar pruebas con carga.	NO	1	1	6	3	6	11	6	66	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Lubricación de bujes de portaruedas.	Mensual	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza, grasa Herramienta: inyector de grasa.	T59
60	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF51	Portaruedas desajustado por desgaste en buje del eje del portaruedas	Vibración fuerte de góndola, ruido extraño y golpeteo en parte baja de la góndola. No produce afectación al medio ambiente ni tampoco al recurso humano. 10 Hr de parada. se debe anclar el tren, y levantar la góndola por la zona del portaruedas afectada, realizar desmonte de piezas del portaruedas, posterior cambio de bujes y ensamblado y puesta en marcha del tren.	SI	1	1	6	1	6	9	6	54	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección de ausencia de juego en cojinete del buje de bronce de los truques.	Mensual	Personal: auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: palanca.	T60
61	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF51	Portaruedas desajustado por desgaste en buje del eje del portaruedas	Vibración fuerte de góndola, ruido extraño y golpeteo en parte baja de la góndola. No produce afectación al medio ambiente ni tampoco al recurso humano. 10 Hr de parada. se debe anclar el tren, y levantar la góndola por la zona del portaruedas afectada, realizar desmonte de piezas del portaruedas, posterior cambio de bujes y ensamblado y puesta en marcha del tren.	SI	1	1	6	1	6	9	6	54	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Lubricación de cojinetes de portaruedas.	Mensual	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza, grasa Herramienta: Inyector de grasa.	T61
62	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF52	Portaruedas fisurado por vibración	Atracción fuera de servicio, Fisuras en material base de portaruedas, detención del tren en cualquier parte del ciclo. No produce afectación al medio ambiente pero puede producir graves afectaciones en recurso humano por atracción detenida en ciclo. 8 Hr de parada. se debe revisar mediante END partes afectadas en estructura de portaruedas, hacer reparaciones pertinentes y realizar nuevamente END.	SI	6	1	3	10	6	20	6	120	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección mediante pruebas NDT de partículas magnéticas a las soldaduras y material base del portaruedas.	Anual	Personal: 1 Auxiliar + 1 técnico calificado END Material: Kit de limpieza Herramienta: Equipo END partículas magnéticas, Eslingas, diferencial.	T62

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	\$	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
63	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF52	Portaruedas fisurado por vibración	Atracción fuera de servicio, Fisuras en material base de portaruedas, detención del tren en cualquier parte del ciclo. No produce afectación al medio ambiente pero puede producir graves afectaciones en recurso humano por atracción detenida en ciclo. 8 Hr de parada. se debe revisar mediante END partes afectadas en estructura de portaruedas, hacer reparaciones pertinentes y realizar nuevamente END.	SI	6	1	3	10	6	20	6	120	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual del material base y las soldaduras de portaruedas en búsqueda de fisuras y anomalías. 2. Inspección de ausencia de juego en cojinete del buje de bronce levantando el truque.	Diario	Personal: 1 técnico Material: kit de limpieza Herramienta: Palanca.	T63
64	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF55	Carcasa de reductor presenta recalentamiento por mala lubricación o sobrecarga del sistema.	Reductor no arranca o se detiene en ciclo puede quedar el tren en cualquier parte de la cadena. puede producir ruido extraño en el cuarto de la transmisión y recalentamiento excesivo en la carcasa externa del reductor. No produce afectación al medio ambiente ni al recurso humano. 4 Hr de parada . Se debe hacer desacoplamiento del reductor para revisión interna de daños ir mala lubricación interna.	NO	1	1	3	3	3.5	8	6	48	MONITOREO DE CONDICION	1. Análisis de aceite de reductor.	Semestral	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: tarro para muestras, juego de llaves o copas.	T64
65	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF55	Carcasa de reductor presenta recalentamiento por mala lubricación o sobrecarga del sistema.	Reductor no arranca o se detiene en ciclo puede quedar el tren en cualquier parte de la cadena. puede producir ruido extraño en el cuarto de la transmisión y recalentamiento excesivo en la carcasa externa del reductor. No produce afectación al medio ambiente ni al recurso humano. 4 Hr de parada . Se debe hacer desacoplamiento del reductor para revisión interna de daños o mala lubricación interna.	NO	1	1	3	3	3.5	8	6	48	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Cambio de aceite de reductor . 2. Cambio de rodamientos de reductor.	Anual	Personal: 1 técnico + 1 auxiliar Material: kit de limpieza, rodamientos y aceite de reductor para recambio Herramienta: juego de copas, juego de llaves, destornilladores, extractor de rodamientos, dique, kit anti derrames.	T65
66	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF55	Carcasa de reductor presenta recalentamiento por mala lubricación o sobrecarga del sistema.	Reductor no arranca o se detiene en ciclo puede quedar el tren en cualquier parte de la cadena. puede producir ruido extraño en el cuarto de la transmisión y recalentamiento excesivo en la carcasa externa del reductor. No produce afectación al medio ambiente ni al recurso humano. 4 Hr de parada . Se debe hacer desacoplamiento del reductor para revisión interna de daños o mala lubricación interna.	NO	1	1	3	3	3.5	8	6	48	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual de reductor y comprobación de ausencia de fugas en carcasa y entrada y salida de ejes. 2. inspeccion temperatura de la carcasa externa.	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: termómetro infrarrojo.	T66
67	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF55	Carcasa de reductor presenta recalentamiento por mala lubricación o sobrecarga del sistema.	Reductor no arranca o se detiene en ciclo puede quedar el tren en cualquier parte de la cadena. puede producir ruido extraño en el cuarto de la transmisión y recalentamiento excesivo en la carcasa externa del reductor. No produce afectación al medio ambiente ni al recurso humano. 4 Hr de parada . Se debe hacer desacoplamiento del reductor para revisión interna de daños o mala lubricación interna.	NO	1	1	3	3	3.5	8	6	48	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificar correcto nivel de aceite del reductor.	Semanal	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza, lubricante para reductor Herramienta: pinzas, juego de llaves, embudo.	T67
68	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF58	Rueda de góndola bloqueada por perdida de poliuretano.	Bloqueo de la rueda , produce ruido y vibración anormal, puede producir detención del tren en cualquier parte del ciclo. No afecta al medio ambiente pero puede afectar al recurso humano externo por evacuación. 1 Hr de parada. Se debe asegurar el tren y hacer revisión del libre giro de cada una de las ruedas del tren, realizar el cambio de las ruedas con rodamientos obstruidos o con holgura.	NO	3	1	3	10	1.3	17	3	51	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual de ausencia de fisuras en el poliuretano, desgastes y decoloración, burbujas, levantamiento en algún borde en el material y verificación de las dimensiones de la rueda	Diario	Personal: 1 Técnico Material: kit de limpieza Herramienta: Juego de copas, palanca	T68

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	\$	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
69	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF59	Rueda de góndola bloqueada por falla en rodamientos .	Recalentamiento de la rueda y posterior bloqueo de la misma, produce ruido y vibración anormal, puede producir detención del tren en cualquier aparte del ciclo. No pafecta al medio ambiente pero puede llegara producir afectación en recurso humano por evacuación en alturas. 1 Hr de parada. Se debe asegurar el tren y hacer revisión del libre giro de cada una de las ruedas del tren, realizar el cambio de las ruedas con rodamientos obstruidos o con holgura.	NO	3	1	3	10	1.1	17	3	51	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Cambio de aceite de rueda. 2. Cambio de retenedores.	Trimestral	Personal: 1 Técnico Material: kit de limpieza, lubricante para ruedas, retenedores de recambio. Herramienta: Juego de copas, palanca, pinzas y destornillador.	T69
70	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF59	Rueda de góndola bloqueada por falla en rodamientos .	Recalentamiento de la rueda y posterior bloqueo de la misma, produce ruido y vibración anormal, puede producir detención del tren en cualquier aparte del ciclo. No pafecta al medio ambiente pero puede llegara producir afectación en recurso humano por evacuación en alturas. 1 Hr de parada. Se debe asegurar el tren y hacer revisión del libre giro de cada una de las ruedas del tren, realizar el cambio de las ruedas con rodamientos obstruidos o con holgura.	NO	3	1	3	10	1.1	17	3	51	MONITOREO DE CONDICION	1. inspección del libre giro de las ruedas y ausencia de juego axial.	Diario	Personal: 1 Técnico Material: kit de limpieza, lubricante para ruedas, rodamientos y retenedores de recambio. Herramienta: Juego de copas, palanca, extractor de rodamientos, pinzas y destornillador.	T70
71	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF59	Rueda de góndola bloqueada por falla en rodamientos .	Recalentamiento de la rueda y posterior bloqueo de la misma, produce ruido y vibración anormal, puede producir detención del tren en cualquier aparte del ciclo. No pafecta al medio ambiente pero puede llegara producir afectación en recurso humano por evacuación en alturas. 1 Hr de parada. Se debe asegurar el tren y hacer revisión del libre giro de cada una de las ruedas del tren, realizar el cambio de las ruedas con rodamientos obstruidos o con holgura.	NO	3	1	3	10	1.1	17	3	51	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificar correcto nivel del lubricante en aceitera de las ruedas. 2. Verificar ausencia de fugas en la rueda diario.	Diario	Personal: 1 Técnico Material: kit de limpieza Herramienta: Juego de copas, palanca	T71
72	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF6	Amortiguadores de portaruedas desajustados o desgastados por vibración .	perdida de capacidad de amortiguación, Vibración excesiva portaruedas, ruidos extraños con la atracción en ciclo, perdida de confort de la silla para los pasajeros. No produce afectación al medio ambiente pero puede producir incomodidad o perdida de confort de la silla para el pasajero. 5 Hr de parada. se debe asegurar el tren par que quede fijo, realizar levantamiento del portaruedas afectado, desmonte de sistema de suspensión y posterior montaje, pruebas de la atracción.	SI	1	1	6	3	6	11	6	66	MONITOREO DE CONDICION	1. Verifique el correcto funcionamiento y ajuste del portaruedas, aplique fuerza y compare holguras entre los demás truques	Mensual	Personal:1 Técnico + 1 auxiliar Material: kit de limpieza, amortiguadores de recambio. Herramienta: palanca, juego de llaves, juego de copas, palanca, cadenas, diferencial.	T72
73	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF6	Amortiguadores de portaruedas desajustados o desgastados por vibración .	perdida de capacidad de amortiguación, Vibración excesiva portaruedas, ruidos extraños con la atracción en ciclo, perdida de confort de la silla para los pasajeros. No produce afectación al medio ambiente pero puede producir incomodidad o perdida de confort de la silla para el pasajero. 5 Hr de parada. se debe asegurar el tren par que quede fijo, realizar levantamiento del portaruedas afectado, desmonte de sistema de suspensión y posterior montaje, pruebas de la atracción.	SI	1	1	6	3	6	11	6	66	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificar simetría de la ruedas laterales con relación al eje central . 2. Verificar ausencia de juego axial en el portaruedas al dejarlo suspendido y ejercerle presión hacia abajo o arriba.	Diario	Personal: 1 técnico + 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: Palanca, calibrador.	T73
74	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF61	Sensor de pedal disfuncional por fatiga en cubierta (manguera)	Desprendimiento de la cubierta del sensor. Detención del tren al inicio del ciclo. No produce afectaciones al medio ambiente ni al recurso humano. 0,25 Hr de parada. Se debe revisar el sensor en fallo y acondicionar de nuevo la cubierta.	NO	1	1	1	1	0.2	4	6	24	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificar correcta fijación y ajuste de cubierta del sensor de los pedales.	Diario	Personal: 1 Auxiliar Material: Kit de limpieza, cubierta de sensor de recambio Herramienta: Bisturí, Pinzas.	T74

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	\$	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
75	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF66	Tapas de amortiguadores sueltas por fatiga en tornillos	Tapa de amortiguadores produce ruido extraño de la atracción en ciclo. No produce afectación al medio ambiente, pero puede producir daños en recurso humano por caída de objetos en ciclo. 1 Hr de parada. Se debe revisar tornillería de tapas de amortiguadores, extracción de tornillería en mal estado y posterior cambio.	NO	6	1	1	6	0.3	14	3	42	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección de ajuste y correcto estado de tornillos de tapas de amortiguadores del truque	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: juego de copas, juego de destornilladores.	T75
76	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF66	Tapas de amortiguadores sueltas por fatiga en tornillos	Tapa de amortiguadores produce ruido extraño de la atracción en ciclo. No produce afectación al medio ambiente, pero puede producir daños en recurso humano por caída de objetos en ciclo. 1 Hr de parada. Se debe revisar tornillería de tapas de amortiguadores, extracción de tornillería en mal estado y posterior cambio.	NO	6	1	1	6	0.3	14	3	42	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual y táctil de la correcta sujeción de los tornillos de las tapas de amortiguadores.	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: juego de copas, juego de destornilladores.	T76
77	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF67	Teflón del dado de portaruedas desgastado por fricción	Fricción metal metal y desgaste prematuro en el dado de portaruedas, ruido extraño de la atracción en ciclo. No produce efectos en medio ambiente ni afecta el recurso humano. 0,5 Hr de parada. Se debe realizar el aseguramiento del tren, desmontar la mayor parte del portaruedas para tener acceso al dado, cambio del teflón y montaje de todas las piezas retiradas. Pruebas con carga.	NO	1	1	1	3	0.3	6	3	18	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificar ausencia de juego del dado con relación al soporte del portaruedas (levantando el truque).	Mensual	Personal: 1 Técnico + 1 Auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: calibrador, diferencial, cadenas, palanca.	T77
78	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF68	Tensor de cadena inactivo por fugas en manguera neumática	Movimiento ondular excesivo a lo largo del recorrido, Cadena se descarrila de la canaleta guía. Cadena distensionada, puede generar descarrilamiento de cadena, ruidos extraños en el sistema de cadena, pérdida de fuerza de elevación del tren, Puede generar tren en detenido en ascenso. No produce afectaciones al medio ambiente ni al recurso humano. 1 Hr de parada. Se debe hacer detención del tren, revisión general del sistema neumático y cambio de mangueras con fuga tras posterior prueba del tensor.	NO	1	1	3	3	1.8	8	3	24	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual del estado de tensión en la cadena. 2. Verificación de ausencia de fugas de aire en el sistema de tensor neumático. 3. Inspección de presión de trabajo.	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: juego de destornilladores, juego de copas.	T78
79	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF74	Tren detenido en frenos primarios por Sensor de bigote activado.	Tren no sale de frenos primarios, no se puede hacer lanzamiento del tren. No produce afectaciones al medio ambiente ni al recurso humano. 0,1 Hr de parada. Se debe realizar desactivación manual de sensor de bigote.	NO	1	1	1	1	0.2	4	6	24	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual del sensor de bigote y Prueba de funcionamiento manual.	N/A	Personal: 1 auxiliar Material: Kit de limpieza. Herramienta: N/A	T79
80	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF75	Truque descarrilado por fractura en uniones soldadas del eje central	Atracción fuera de servicio, Fisuras en material base en eje central del truque, detención del tren en cualquier parte del ciclo. No produce afectación al medio ambiente pero puede producir graves afectaciones en recurso humano por atracción detenida en ciclo. 8 Hr de parada. se debe revisar mediante END partes afectadas en estructura de portaruedas, hacer reparaciones pertinentes y realizar nuevamente END.	SI	6	1	3	10	6	20	3	60	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección de truque mediante movimiento verificando correcto giro sobre su eje central. 2. Verificar ausencia de juego axial. 3. Verificar ajuste de tuercas de eje central y bloqueo superior mediante arandela tipo araña e inferior mediante pin de ojo.	Semanal	Personal: 1 auxiliar + 1 técnico Material: kit de limpieza Herramienta: palanca	T80
81	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF75	Truque descarrilado por fractura en uniones soldadas del eje central	Atracción fuera de servicio, Fisuras en material base en eje central del truque, detención del tren en cualquier parte del ciclo. No produce afectación al medio ambiente pero puede producir graves afectaciones en recurso humano por atracción detenida en ciclo. 8 Hr de parada. se debe revisar mediante END partes afectadas en estructura de portaruedas, hacer reparaciones pertinentes y realizar nuevamente END.	SI	6	1	3	10	6	20	3	60	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección mediante pruebas NDT ultrasonido de eje central de los truques.	Anual	Personal: 1 auxiliar + 1 técnico calificado Material: kit de limpieza Herramienta: Equipo ultrasonido, juego de copas, juego de llaves, diferencial, eslingas, cadena	T81

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	\$	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
82	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF75	Truque descarrilado por fractura en uniones soldadas del eje central	Atracción fuera de servicio, Fisuras en material base en eje central del truque, detención del tren en cualquier parte del ciclo. No produce afectación al medio ambiente pero puede producir graves afectaciones en recurso humano por atracción detenida en ciclo. 8 Hr de parada. se debe revisar mediante END partes afectadas en estructura de portaruedas, hacer reparaciones pertinentes y realizar nuevamente END.	SI	6	1	3	10	6	20	3	60	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Lubricación de rodamientos de eje central de los truques.	Mensual	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza, grasa. Herramienta: inyector de grasa.	T82
83	F4	Asegurar el recorrido completo del tren sin detenciones.	MF75	Truque descarrilado por fractura en uniones soldadas del eje central	Atracción fuera de servicio, Fisuras en material base en eje central del truque, detención del tren en cualquier parte del ciclo. No produce afectación al medio ambiente pero puede producir graves afectaciones en recurso humano por atracción detenida en ciclo. 8 Hr de parada. se debe revisar mediante END partes afectadas en estructura de portaruedas, hacer reparaciones pertinentes y realizar nuevamente END.	SI	6	1	3	10	6	20	3	60	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección visual en busca de fisuras o irregularidad en la estructura de los truques.	Diario	Personal: 1 auxiliar + 1 técnico Material: Kit de limpieza, soldadura. Herramienta: Palanca, destornillador, juego de llaves, juego de copas.	T83
84	F5	Realizar detección segura del tren en su llegada a la pasarela de salida.	MF41	Muelles de frenos fracturados por fatiga del material	Bloqueo en la apertura de la mordaza, Tren no sale de la línea de partida . No afecta medio ambiente ni afecta recurso humano. 4 Hr de parada. Se debe revisar causa de la falla en muelles y corregir. reparar muelles o reemplazar según sea necesario, realizar END y ciclos de prueba sin carga.	SI	1	1	3	3	3.5	8	6	48	MONITOREO DE CONDICION	1. inspección visual de apertura normal de mordazas de los frenos. 2. Inspección visual del estado físico de las platinas de los muelles y el tornillos que asegura el conjunto. La apertura de la mordaza debe ser de máximo 15 cm.	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: calibrador	T84
85	F5	Realizar detección segura del tren en su llegada a la pasarela de salida.	MF24	Electroválvulas de frenos obstruidas por contaminación interna	Tren no frena adecuadamente, tren se pasa la línea de control y queda desposicionado. No afecta c tal medio ambiente ni afecta recurso humano. 1,5 Hr de parada. Se debe encontrar la electroválvula averiada y cambiar inmediatamente. Posteriormente revisar la unidad de mantenimiento del sistema y tuberías neumáticas del sistema, purgar tanque acumulador.	SI	1	1	3	3	2.3	8	6	48	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Desmonte de electroválvulas para mantenimiento general. 2. Limpieza e inspección interna del correcto funcionamiento de electroválvulas.	Anual	Personal: 1 auxiliar Material: Kit de limpieza, aceite penetrante Herramienta: Juego de destornilladores, juego de copas, pinzas, lubricante para unidad de mttto.	T85
86	F5	Realizar detección segura del tren en su llegada a la pasarela de salida.	MF25	Electroválvulas obstruidas por contaminación interna	Tren no frena adecuadamente, tren se pasa la línea de control y queda desposicionado. No afecta medio ambiente ni afecta recurso humano. 1,5 Hr de parada. Se debe encontrar la electroválvula averiada y cambiar inmediatamente. Posteriormente revisar la unidad de mantenimiento del sistema y tuberías neumáticas del sistema, purgar tanque acumulador.	SI	1	1	3	3	2.3	8	6	48	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Revisión de unidades de mantenimiento. 2. Drenaje de tanque acumulador neumático.	Semestral	Personal: 1 auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: N/A	T86
87	F5	Realizar detección segura del tren en su llegada a la pasarela de salida.	MF34	Filtros de aire de compresor tapados por exceso de polvo	Tiempo muy extenso para carga del compresor o compresor no llega a presión necesaria y mantiene encendido, provocando carcasa externa recalentada y Posible daño de mecanismos. No afecta medio ambiente, puede afectar recurso humano con quemaduras. 3 Hr de parada. Se deben revisar filtros de aire que no estén obstruidos Se debe medir compresión de los cilindros en el compresor, cerciorarse de que sea fallo de piezas internas y sustituir equipo, es indispensable tener equipo de back up.	NO	3	1	3	3	2.5	10	6	60	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Cambio de filtros de aire del compresor	Semestral	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: juego de destornilladores, juego de copas.	T87

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	\$	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
88	F5	Realizar detección segura del tren en su llegada a la pasarela de salida.	MF37	manguera de mordaza de freno con porosidades por vida útil o suciedad interior de la mordaza	Tren no frena adecuadamente, tren se pasa la línea de control y queda desposicionado. No afecta medio ambiente ni afecta recurso humano. 3 Hr de parada. Se debe verificar la manguera averiada, revisar la causa de daño de la manguera y reparar o en lo posible cambiar.	SI	1	1	3	3	3.5	8	6	48	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Cambio de cubierta protectora (Caucho) de la manguera dentro de la mordaza para evitar porosidades.	Anual	Personal: 1 Técnico + 1 Auxiliar Material: Kit de limpieza, Aceite penetrante, cubierta protectora de recambio, lija. Herramienta: juego de llaves, juego de copas.	T88
89	F5	Realizar detección segura del tren en su llegada a la pasarela de salida.	MF37	manguera de mordaza de freno con porosidades por vida útil o suciedad interior de la mordaza	Tren no frena adecuadamente, tren se pasa la línea de control y queda desposicionado. No afecta medio ambiente ni afecta recurso humano. 3 Hr de parada. Se debe verificar la manguera averiada, revisar la causa de daño de la manguera y reparar o en lo posible cambiar.	SI	1	1	3	3	3.5	8	6	48	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificación de ausencia de fugas en mangueras de alimentación y bolsas de aire en mordazas de frenos.	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: Kit de limpieza Herramienta: N/A	T89
90	F5	Realizar detección segura del tren en su llegada a la pasarela de salida.	MF39	Mordaza desajustada por vibración constante	Tren no frena adecuadamente, tren se pasa la línea de control y queda desposicionado; puede produce ruido extraño al accionamiento de los frenos o frenado brusco. No afecta medio ambiente; puede afectar el recurso humano con detención brusca del tren. 3 Hr de parada. Se deben retorquiar todos los tornillos de ajuste de las platinas y si es necesario cambiar la tornillería afectada.	NO	3	1	1	3	0.5	8	6	48	MONITOREO DE CONDICION	1. Inspección de ajuste y Torqueo de tornillos de la mordaza, platinas de bronce y muelle del sistema de frenos.	Semanal	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: juego de llaves.	T90
91	F5	Realizar detección segura del tren en su llegada a la pasarela de salida.	MF46	Piezas internas del compresor desgastadas por mala lubricación	Tiempo muy extenso para carga del compresor o compresor no llega a presión necesaria y mantiene encendidos, provocando carcasa externa recalentada. Posible daño. No afecta medio ambiente, puede afectar recurso humano con quemaduras. 3 Hr de parada. Se debe medir compresión de los cilindros en el compresor, cerciorarse de que sea fallo de piezas internas y sustituir equipo, es indispensable tener equipo de back up.	SI	3	1	3	3	3	10	6	60	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Cambio de aceite y limpieza de filtro de aire.	Semestral	Personal: 2 auxiliares Material: kit de limpieza, aceite para compresor, filtros de recambio. Herramienta: juego de destornilladores, juego de copas, dique y kit anti derrames.	T91
92	F5	Realizar detección segura del tren en su llegada a la pasarela de salida.	MF46	Piezas internas del compresor desgastadas por mala lubricación	Tiempo muy extenso para carga del compresor o compresor no llega a presión necesaria y mantiene encendidos, provocando carcasa externa recalentada. Posible daño. No afecta medio ambiente, puede afectar recurso humano con quemaduras. 3 Hr de parada. Se debe medir compresión de los cilindros en el compresor, cerciorarse de que sea fallo de piezas internas y sustituir equipo, es indispensable tener equipo de back up.	SI	3	1	3	3	3	10	6	60	MONITOREO DE CONDICION	1. Toma de muestra de aceite del compresor y envío para análisis de partículas, humedad, viscosidad.	Semestral	Personal: 2 auxiliares Material: kit de limpieza, aceite para compresor. Herramienta: juego de destornilladores, juego de copas, kit para muestras de aceite, kit anti derrames.	T92
93	F5	Realizar detección segura del tren en su llegada a la pasarela de salida.	MF46	Piezas internas del compresor desgastadas por mala lubricación	Tiempo muy extenso para carga del compresor o compresor no llega a presión necesaria y mantiene encendidos, provocando carcasa externa recalentada. Posible daño. No afecta medio ambiente, puede afectar recurso humano con quemaduras. 3 Hr de parada. Se debe medir compresión de los cilindros en el compresor, cerciorarse de que sea fallo de piezas internas y sustituir equipo, es indispensable tener equipo de back up.	SI	3	1	3	3	3	10	6	60	MONITOREO DE CONDICION	1. Verificación de nivel de aceite del compresor. 2. Verificación de ausencia de fugas aire en todo el circuito y fugas de aceite en cabezote.	Diario	Personal: 1 auxiliar Material: Kit de limpieza, aceite para compresor Herramienta: juego de llaves.	T93
94	F5	Realizar detección segura del tren en su llegada a la pasarela de salida.	MF47	Platinas de bronce de las mordazas, partidas o con desgaste excesivo	Tren no frena adecuadamente, tren se pasa la línea de control y queda desposicionado. No afecta medio ambiente ni afecta recurso humano. 3 Hr de parada. Se debe verificar la causa del daño de las platinas y corregir causa raíz, cambiar inmediatamente la platina y hacer ciclos de prueba.	NO	1	1	3	3	4	8	6	48	MONITOREO DE CONDICION	1. Medir espesor de las cuchillas de freno, Su desgaste no debe ser mayor al 60 % del calibre total de la lamina nueva.	Mensual	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza Herramienta: calibrador	T94

#	CF	FUNCION	CMF	MODO DE FALLO	DESCRIPCION DE EFECTOS	FO	RH	RA	RE	RI	\$	R	P	C	TIPO DE MITIGACION	TAREA	FRECUENCIA	RECURSOS	CT
95	F5	Realizar detección segura del tren en su llegada a la pasarela de salida.	MF53	Presóstatos averiados por exposición al medio ambiente o vida útil.	Compresor mantiene encendido provocando carcasa externa recalentada y daño interno de piezas mecánicas. No afecta medio ambiente, puede afectar recurso humano con quemaduras. 3 Hr de parada. Se debe revisar estado de normal funcionamiento del compresor y Presóstatos; de ser necesario sustituir equipo, es indispensable tener equipo de back up.	SI	3	1	3	3	1.3	10	3	30	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Cambio del Presóstatos del compresor.	Bianual	Personal: 1 auxiliar Material: Kit de limpieza, cinta aislante, terminales de ojo para cableado Herramienta: juego de destornilladores, juego de llaves.	T95
96	F5	Realizar detección segura del tren en su llegada a la pasarela de salida.	MF62	Silenciadores de válvulas neumáticas obstruidos por contaminación	Tren no frena adecuadamente, tren se pasa la línea de control y queda desposicionado. No afecta medio ambiente ni afecta recurso humano. 1,5 Hr de parada. Se debe encontrar la electroválvula averiada y reemplazar inmediatamente los silenciadores. Posteriormente revisar la unidad de mantenimiento del sistema y tuberías neumáticas del sistema, purgar tanque acumulador.	NO	1	1	3	3	1.1	8	6	48	TAREA PROGRAMADA DE RESTAURACION	1. Limpieza de silenciadores de electroválvulas obstruidos por suciedad y exposición al medio ambiente.	Semestral	Personal: 1 auxiliar Material: kit de limpieza, corchos de repuesto Herramienta: juego de llaves.	T96