



Departamento de posgrados.

Maestría en gestión de mantenimiento

**“Diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para
sistemas tranviarios”**

Trabajo de graduación previo a la obtención de título de:

Magister en gestión de mantenimiento

Autor:

Ing. Juan Carlos Andrade Muñoz.

Director:

Ing. Robert Rockwood Iglesias Msc.

Cuenca, Ecuador 2017.

1. DEDICATORIA.

Dedico este tema de tesis a mi esposa Andrea y a mis hijos Juan Sebastián y Manuela, quienes han sido el pilar fundamental en mi vida y por los cuales dedico día a día en cumplir mis metas personales y ser mejor persona y profesional.

A mis padres y hermanos por el apoyo en todo este proceso, A mis suegros y a mí cuñada por el ánimo constante.

2. AGRADECIMIENTOS.

Agradezco de manera especial al Ing. Robert Rockwood la dirección de mi tesis y el apoyo para la realización de este proyecto, de igual manera al Ing. Gustavo Álvarez y al Dr. Andrés López miembros del tribunal de tesis, un agradecimiento especial a mis compañeros de estudio Hernán, Fabián, Patricio, Efrén y Rogelio por el apoyo y la amistad durante todo este periodo de estudios.

3. RESUMEN.

El trabajo está comprendido en 4 grupos principales: 1. Estado del arte. 2. El análisis de los tipos de mantenimiento disponibles y de posible aplicación en el sistema tranviario. 3. Propuesta de modelo de gestión de mantenimiento para sistemas tranviarios. 4 procesos para implementar en la gestión de mantenimiento y software de mantenimiento de posible aplicación.

En el capítulo 1 se habla sobre el estado del arte referente a los modelos de concesión en España y Latinoamérica, se revisó el modelo de concesión de sociedad de economía mixta el cual podría ser el más indicado para realizar el proyecto y sobre este se basó este trabajo. El capítulo 2 se analizó las filosofías de mantenimiento más usadas para realizar un modelo de gestión de mantenimiento, para este efecto se realizó un análisis FODA para determinar la situación actual del proyecto tranvía. El capítulo 3 recopila toda la información generada y realiza un modelo de gestión de mantenimiento basada en varios modelos de mantenimiento aplicables a mediano plazo, así como la gestión de activos, matriz de criticidad, costos y recursos humanos con el objetivo que este modelo pueda ser adaptado al sistema tranviario de la ciudad de Cuenca a mediano plazo, en el capítulo 4 se da los procesos a seguir para el modelo de gestión de mantenimiento así como los software de mantenimiento que se podrían usar en el sistema tranviario.

PALABRAS CLAVE.

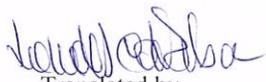
Mantenimiento, Gestión, sistema Tranviario, Sociedad de economía mixta, Procesos, Software de mantenimiento.

4. ABSTRACT

ABSTRACT

This work is comprised in 4 main groups: 1. State of the art. 2. Analysis of the types of maintenance available and their possible application in the tramway system. 3. Proposal of a maintenance management model for tramway systems. 4 Processes to be implemented in the maintenance management, and maintenance software of possible application. Chapter 1 discussed the state of the art regarding concession models in Spain and Latin America. This paper revised the mixed-economy society concession model, which was the basis for this study. Chapter 2 analyzed the most commonly used maintenance philosophies to carry out a maintenance management model. For this purpose, a SWOT analysis to determine the current situation of the tram project was performed. Chapter 3 compiled all the information generated. In addition, a maintenance management model based on several maintenance models applicable in the medium-term was carried out. This study also carried out an asset management, criticality matrix, costs and human resources, so that this model can be adapted in the medium-term to the tramway system of the city of Cuenca. Chapter 4 presented the processes to be followed for the maintenance management model, as well as the maintenance software that could be used in the tram system.




Translated by
Lic. Lourdes Crespo

5. INDICE DE CONTENIDO.

1. Introducción.....	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Alcance y delimitación del proyecto.....	2
1.3 Objetivo General.....	2
1.4 Objetivos Específicos.....	2
2. CAPITULO 1: ESTADO DEL ARTE.....	3
2.1 Estado del arte, experiencias de administración de mantenimiento tranviario.....	3
2.2 Experiencia y resultados.....	7
2.2.1 Modelo DBFOM.....	7
2.2.2 Modelos de Concesión privada.....	8
2.2.3 Los Modelos de Economía mixta.....	8
2.3 Modelo de Sociedad de economía mixta.....	10
2.3.1 El tranvía de Tenerife.....	10
2.3.3 Tranvía de los Cuatro Ríos de Cuenca.....	13
2.3.2 Datos Anuales Tranvía de Tenerife.....	15
2.3.3 Tranvía de los Cuatro Ríos de Cuenca.....	15
2.4. Mantenimiento propio.....	16
2.5 Discusión y análisis del capítulo 1.....	17
3. CAPITULO 2: ANALISIS DE LAS DIFERENTES FILOSOFÍAS Y METODOLOGÍAS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	18
3.1 Consideraciones para elaborar la propuesta de modelo de mantenimiento.....	18
3.2 Selección de Activos y sistemas para mantenimiento.....	22
3.3 Metodologías de mantenimiento aplicables.....	23
3.3.1 Análisis de metodologías de posible aplicación al modelo tranviario.....	25
3.4 MANTENIMIENTO APLICABLE A INSTALACIONES FIJAS.....	30

3.5 MANTENIMIENTO APLICABLE A MATERIAL RODANTE	33
3.6 Discusión y análisis del capítulo 2.....	42
4. CAPITULO 3: PROPUESTA DEL MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA SISTEMAS TRANVIARIOS.....	43
4.1 Propuesta de gestión de mantenimiento para sistemas tranviarios.....	43
4.1.1 Política.....	43
4.1.2 Objetivos.....	44
4.1.3 Meta.....	44
4.1.4 Indicadores.....	44
4.2 Identificación de los activos	44
4.3 Codificación	45
4.4 Modelo de gestión de mantenimiento	50
4.5 Selección de activos y criticidad.....	50
4.6 Modelos de mantenimiento propuestos para instalaciones fijas.....	52
4.6.1 Modelo Correctivo.....	53
4.6.2 Modelo Condicional.....	53
4.6.3 Modelo Sistemático.....	53
4.6.4 Modelo de Alta disponibilidad.-.....	54
4.6.5 Mantenimiento Legal.-.....	54
4.6.6 Mantenimiento Subcontratado.-.....	55
4.7 Selección de modelo de mantenimiento en base al análisis de criticidad.....	55
4.8 Modelo de mantenimiento predictivo aplicado a material rodante.....	59
4.9 Discusión y comentarios referentes al plan de mantenimiento de material rodante.....	61
4.10 Indicadores de Mantenimiento.....	61
4.10.1 Disponibilidad.-.....	62
4.10.2 Confiabilidad.-.....	63
4.10.3 Mantenibilidad.-.....	64
4.11 Fichas técnicas de los equipos.....	65
4.12 Planeación Anual del Mantenimiento.....	70
4.13 Asignación de Prioridades en el mantenimiento.....	72

4.14 Gestión de Repuestos.	74
Clasificación de repuestos y Criterio para Almacenamiento.....	76
Clasificación por tipo de Repuesto.....	76
4.15 Designación de bodegas.....	77
4.16 Gestión del Talento Humano.	79
4.17 Puestos de trabajo y organigrama sugerido.....	80
Puestos técnicos administrativos.....	80
4.18 Máxima Jefatura Mantenimiento	80
4.19 Instalaciones Fijas	80
4.20 Material Rodante.....	81
4.21 Bodega.....	81
4.22 Compras.....	81
4.23 Bodega de Herramientas	81
4.24 Puestos técnicos de ejecución.....	81
4.24.1 Instalaciones Fijas.....	81
4.24.2 Material Móvil.....	82
4.25 Descripción breve de los puestos a ocupar.....	82
4.25.1 Director de mantenimiento.-	82
4.25.2 Jefe de departamento técnico	83
4.25.3 Ingenieros de mantenimiento.....	83
4.25.4 Jefe de mantenimiento de Instalaciones fijas	84
4.25.5 Supervisores de Mantenimiento de instalaciones fijas.....	84
4.25.6 Jefe mantenimiento de Material Móvil.....	84
4.25.7 Supervisores de mantenimiento de material móvil.....	85
4.25.8 Jefe Bodega, Jefe de Compras, responsable de bodega de herramientas....	85
4.26 Cantidad de personal a contratar.....	87
4.27 Criterio sugerido para la selección de horarios de trabajo.....	88
4.28 Costos de mantenimiento.....	90
La composición de costos de mantenimiento se indica en la figura 4.19	91

4.29	Discusión y comentarios del capítulo 3.	92
5.	CAPITULO 4. CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO.	92
5.1	Proceso de codificación de activos	93
5.2	Proceso de definición de criticidad de activo.....	96
5.3	Proceso de selección de mantenimiento.....	99
5.4	Proceso para selección de mantenimientos adicionales	102
5.5	Proceso para utilizar fichas técnicas de mantenimiento	105
5.6	Proceso de asignación de prioridades de mantenimiento	108
5.7	Proceso para designación de repuestos y bodegas.....	111
5.8	Proceso para selección de horarios de trabajo de mantenimiento	114
5.9	Proceso de la gestión de calidad en el mantenimiento.....	117
5.10	Proceso para gestión de inconformidades de mantenimiento	120
5.11	Proceso de la gestión de talento humano en mantenimiento, evaluación y promoción de personal.	123
5.12	Herramientas computacionales.....	126
5.12.1	Análisis del programa “ <i>Item Toolkit</i> ”.	126
5.12.2	programa “ <i>Mtbf Calculator</i> ”.....	129
5.12.3	programa “ <i>Weibull ++</i> ”.....	130
5.12.4	Programa “ <i>VALRAMOR</i> ”.	131
5.12.5	Programa “ <i>SisMAC</i> ”.	132
5.12.6	CARL Transport software.	132
5.12.7	Aplicación “ <i>AHP</i> ”.	133
5.13	Discusión y comentario referente a utilización de software de mantenimiento. ..	134
6.	CONCLUSIONES.	135
7.	BIBLIOGRAFIA.....	137
8.	ANEXOS.....	140

INDICE DE FIGURAS.

Figura 2.1.- Esquema de componentes de un sistema tranviario.....	4
Figura 2.2 Organigrama directivo del tranvía de Tenerife.....	11
Figura 2.3 Mapa recorrido sistema APS del Tranvía de los 4 ríos de Cuenca.....	14
Figura 2.4 Paradas y ruta del tranvía de la ciudad de Cuenca.....	14
Figura 3.1: fases de implementación de RCM en el metro de Medellín.....	26
Figura 3.2: Curva de Davies, acciones y tácticas adecuadas, acorde al valor de Beta	26
Figura 3.3: desglose de costos de 40 años de vida de material rodante.	28
Figura 3.4: Instalaciones fijas tranvía de los 4 ríos de Cuenca.....	31
Figura 3.5. Tipos de modelos de mantenimiento para instalaciones fijas.....	32
Figura 3.6. Factores que influyen en el mantenimiento en la RAMS ferroviaria.....	35
Figura 3.7: Esquema de mantenimiento propuesto para material rodante.....	36
Figura 3.8. Diagrama causa-efecto para el correcto funcionamiento de la RAMS ferroviaria	37
Figura 3.9 Análisis de curvas de desgaste	37
Figura 3.10: Curvas que componen la llamada Curva de Davies.....	38
Figura 3.11: Remediaciones a los componentes de curvas ABC.....	39
Figura 3.12: Diagrama de flujo para determinar la criticidad de los componentes de un equipo y las clases de mantenimiento asociadas.....	40
Figura 3.13: Esquema de actividades de mantenimiento para sistema tranviario	41
Figura 4.1 Ciclo del sistema de gestión de mantenimiento.....	43
Figura 4.2. Clasificación de activos propuesta del tranvía de los 4 ríos de Cuenca.....	45
Figura 4.3: Análisis de criticidad de equipos sugerido.....	52
Figura 4.4: Criterio para realizar la subcontratación de servicio de mantenimiento.	55
Figura: 4.5: Diagrama de decisión mantenimiento de equipos importantes.....	56
Figura 4.6: Diagrama decisión modelos programados	57
Figura 4.7: Diagrama de decisión de mantenimientos adicionales.....	58

Figura 4.8: Flujo de análisis de criticidad de equipos.....	59
Figura 4.9: Modelo de levantamiento de activos.....	67
Figura 4.10: Planeación anual de mantenimiento de instalaciones fijas.....	71
Figura: 4.11: planeación anual de mantenimiento de material rodante.....	72
Figura 4.12: Diagrama de asignación de prioridades.	73
Figura 4.13: Diagrama de flujo de análisis de criticidad de repuestos.....	77
Figura 4.14: Diagrama de flujo para elección de bodega principal o departamental....	78
Figura 4.15: Organigrama de mantenimiento sugerido para el tranvía de los cuatro ríos de Cuenca	86
Figura 4.16: Diagrama sugerido para toma de decisiones en los horarios de trabajo en el Tranvía de los cuatro ríos de Cuenca	89
Figura 4.17: diagrama sugerido para diferenciar costos de mantenimiento.....	90
Figura 4.18: Comparativa entre costos de mantenimiento y frecuencia de mantenimiento	91
Figura 4.19: composición de costos de mantenimiento.....	91
Figura 5.1. Proceso de codificación de activos.....	95
Figura 5.2. Proceso de selección de criticidad de activos	98
Figura 5.3: Proceso para selección de mantenimiento	101
Figura 5.4: Proceso para realizar mantenimientos adicionales.....	105
Figura 5.5: Proceso para utilización de fichas técnicas de mantenimiento.....	108
Figura 5.6: Proceso para asignación de prioridades	111
Figura 5.7: Proceso para designación de bodegas y repuestos.....	114
Figura 5.8: Proceso para definir horarios de trabajo.....	117
Figura 5.9: Proceso de la calidad en mantenimiento	120
Figura 5.10: Proceso de gestión de inconformidades de mantenimiento.....	123
Figura 5.11: Proceso de la gestión de talento humano en mantenimiento y evaluación de personal	126
Figura 5.12. Análisis de bloques de confiabilidad (RBD)	127

Figura 5.13: MTBF calculator	130
Figura 5.14: Software Weibull ++.	132
Figura 5.15: calculo confiabilidad programa VALRAMOR	132
Figura 5.16: calculo mantenibilidad programa VALRAMOR.....	133
Figura 5.16: Software SisMAC.....	133
Figura 5.17: Software CARL transport.	134
Figura 5.18: Software de jerarquización de activos en función de su criticidad.....	135

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Concesiones de tranvías en España y Latinoamérica.....	5
Tabla 2.2: Escala subjetiva para grado de cumplimiento.....	9
Tabla 2.3: Datos Anuales Tranvía de Tenerife.....	15
Tabla 2.4: Datos tranvía de los cuatro ríos de Cuenca	15
Tabla 3.1: Análisis FODA para consideraciones referentes a la gestión de mantenimiento	18
Tabla3.2: Comparativa de las diferentes metodologías de mantenimiento.	24
Tabla 3.3: beneficios del mantenimiento predictivo en el sector ferroviario.	28
Tabla 4.1: Formato de codificación sugerida para sistema tranvía de los cuatro ríos de Cuenca	46
Tabla 4.2: Técnicas de mantenimiento predictivo aplicable a material rodante ferroviario.....	60
Tabla 4.3: Índices de disponibilidad del sistema.....	63
Tabla 4.4: Índices de confiabilidad del sistema.....	63
Tabla 4.5: Hoja resumen de activos.....	68
Tabla 4.6: Formato de reporte de novedad.....	68
Tabla 4.7: Formato de orden de trabajo.	69
Tabla 4.8: Formato de informe de mantenimiento	69
Tabla 4.9: Formato de solicitud de servicio de mantenimiento.	70
Tabla 4.10: Diagnóstico de averías.	74

Tabla 4.11: comparativa de personal para mantenimiento.	87
Tabla 5.1: Personal y funciones para el proceso de codificación de activos.	94
Tabla 5.2: Personal y funciones para el proceso de definición de criticidad de activos	99
Tabla 5.3: Personal y funciones para proceso de selección de mantenimiento	100
Tabla 5.4: Personal y funciones para proceso de selección de mantenimiento.	103
Tabla 5.5: Personal y funciones para proceso para utilizar fichas técnicas de mantenimiento.	107
Tabla 5.6: Personal y funciones para proceso de asignación de prioridades de mantenimiento.	109
Tabla 5.7: Personal y funciones para proceso para designación de repuestos y bodegas.	112
Tabla 5.8: Personal y funciones para proceso de selección de horarios de trabajo de mantenimiento.	115
Tabla 5.9: Personal y funciones para proceso de la gestión de calidad en mantenimiento.	118
Tabla 5.10: Proceso para gestión de inconformidades de mantenimiento.	121
Tabla 5.11: Personal y funciones para proceso de la gestión de talento humano en mantenimiento, evaluación y promoción de personal.....	124
Tabla 5.12: Usos de software ITEM toolkit.	127
Tabla 5.13: Módulos instalados en el software MTBF calculator.	130

Juan Carlos Andrade Muñoz.

Trabajo de graduación.

Ing. Robert Esteban Rockwood Iglesias Msc.

Enero 2017.

“Diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para sistemas tranviarios”

1. Introducción.

Los sistemas tranviarios han sido desarrollados como una solución de transporte para ciudades en constante crecimiento, estos al ser silenciosos, amigables con el medio ambiente y compactos presentan características compatibles de convivencia con la ciudad de Cuenca.

Al ser el primer proyecto de estas características en el país, no se cuenta con un modelo de gestión para su mantenimiento. Como una alternativa de solución a lo antes expuesto se plantea realizar un diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para sistemas tranviarios. El diseño de este modelo de gestión de mantenimiento permitirá evaluar, medir, controlar y mejorar las actividades y técnicas, inherentes a la función de mantenimiento, a fin de aumentar los niveles de confiabilidad de los equipos que conforman los sistemas tranviarios minimizando de esta manera la ocurrencia de fallas y como consecuencia se aumente la efectividad de los servicios, en cuanto al cumplimiento de las actividades programadas de manera oportuna.

1.1 Planteamiento del Problema.

A nivel Nacional, la ciudad de Cuenca es pionera en la implementación de un sistema tranviario para satisfacer la demanda de transporte masivo de personas, por ello no se cuenta con la experiencia para realizar los planes ni los procesos de mantenimiento, explotación, y administración de este sistema; al momento existe

dependencia absoluta con las empresas contratadas para el equipamiento de este sistema.

Los costos de mantenimiento en este tipo de sistemas puede llegar a ser muy alto, sobre todo si se considera que los planes de gestión, las actividades de gestión, dirección y control, así como las tareas de mantenimiento tienen que ser llevadas a cabo por personas altamente capacitadas específicamente para este fin.

Las empresas que llevan a cabo las tareas que permiten la explotación de los sistemas tranviarios en el exterior guardan celosamente sus planes y sistemas de administración, explotación y mantenimiento. Y por otro lado sus procesos no siempre pueden ser implementados sin realizar previamente estudios específicos del medio en el que estos sistemas operan.

Si se toma en cuenta la tecnología con la que operan los sistemas tranviarios, así como las características técnicas y funcionales propios de este tipo de sistema de transporte; resulta imprescindible en nuestro medio contemplar un plan de transferencia de tecnologías que involucre a las empresas municipales, las universidades y el colectivo de no ser viable la colaboración de las empresas en la transferencia de tecnología será muy difícil en el corto y mediano plazo conseguir un modelo de gestión de mantenimiento para el proyecto tranvía de la ciudad de Cuenca.

1.2 Alcance y delimitación del proyecto.

El modelo de gestión de sistemas tranviarios propuesto en este estudio podrá ser aplicado al sistema Tranvía de los cuatro ríos de la ciudad de Cuenca, y contempla la unidad tranviaria, su infraestructura e instalaciones aún cuando no se haya formalizado ningún convenio específico para ello.

1.3 Objetivo General.

Diseñar un modelo de gestión de mantenimiento para sistemas tranviarios.

1.4 Objetivos Específicos.

1.- Levantar información de la experiencia en gestión de mantenimiento de otros sistemas tranviarios, así como información relevante que posee el GAD municipal del Cantón Cuenca.

2.- Identificar la filosofía de mantenimiento más idónea para el plan de gestión de mantenimiento del sistema tranviario “tranvía de los cuatro ríos”.

3.- Elaborar el modelo de gestión de mantenimiento para sistemas tranviarios, aplicado al sistema “tranvía de los cuatro ríos”.

4.- Definir el plan para la implementación del modelo de gestión de mantenimiento.

2. CAPITULO 1: ESTADO DEL ARTE.

En este capítulo se ha recabado información crucial que permite delimitar el estado del arte referente a los procesos y métodos utilizados en la administración y explotación de unidades y empresas de mantenimiento tranviario, las concesiones del tranvía, los proyectos más importantes alrededor del mundo y Sudamérica, experiencia y resultados de los tipos de concesión, se hablará brevemente sobre el tranvía de Tenerife el cual se toma como ejemplo para un modelo de concesión de servicios de mantenimiento tranviario.

2.1 Estado del arte, experiencias de administración de mantenimiento tranviario.

Desde que el tranvía moderno está en funcionamiento todo lo referente a la gestión de su mantenimiento se ha realizado por prestadores de servicio externo (REBOLLO 2009), con el paso del tiempo se ha podido mejorar la figura de contratación con empresas mixtas (público-privadas) con las cuales se ha podido gestionar de manera eficiente el mantenimiento del mismo. Es importante considerar que la unidad de mantenimiento de un sistema tranviario se encarga de todos los equipos, obras civiles e instalaciones. La figura 2.1 muestra los componentes básicos de un sistema tranviario.

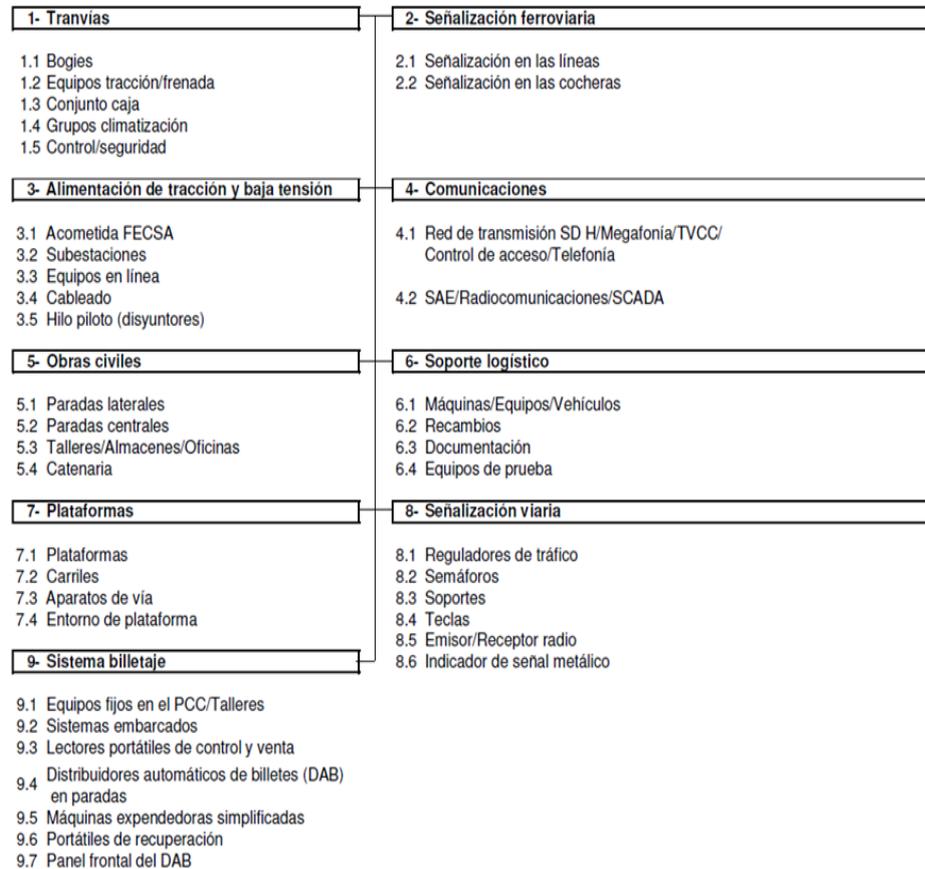


Figura 2.1.- Esquema de componentes de un sistema tranviario.
Fuente (VASQUEZ 2007).

Al incorporarse una cantidad considerable de sistemas y subsistemas se hace necesario un plan de mantenimiento eficiente para cubrir toda la demanda de trabajos y servicios del sistema, además se debe contar con un grupo humano debidamente instruido y capacitado en la especialidad de mantenimiento en la que desempeña su trabajo; este factor es de mucha importancia en nuestro medio ya que no existe personal técnico calificado en mantenimiento de instalaciones y equipos tranviarios.

A continuación se analizan los tipos de concesión que tienen algunas unidades de mantenimiento en diferentes sistemas tranviarios (tabla 2.1).

Nombre del Proyecto	Municipio a cargo	Tipo de Contrato	Tipo de Pago	Costo (millones de euros)	Empresa Encargada
Tranvía de Granada	Andalucía	Concesión privada	Mixto	325	n/d
Tranvía de Velez-Málaga- torre del mar fase 1	Andalucía	Concesión privada	Tarifa técnica (\$ por usuario)	18	Sociedad concesionaria metro de Málaga
Tranvía de Velez-Málaga- torre del mar fase 2	Andalucía	Concesión privada	Tarifa técnica (\$ por usuario)	7	Sociedad concesionaria metro de Málaga
Tranvía de Velez-Málaga- torre del mar prolongación hasta rincón de la victoria	Andalucía	Concesión privada	Tarifa técnica (\$ por usuario)	2.5	Travelsa
Tranvía de León (Línea 1)	Ayuntamiento de León	Concesión DBFOM	tarifa técnica (usuario + pago administración)	83.9	n/d
Tranvía de Murcia	Ayuntamiento de Murcia	Concesión DBFOM	Tarifa técnica (\$ por usuario)	264	FCC (60%), Comsa (40%)
Tranvía de Zaragoza	Ayuntamiento de Zaragoza	SEM (Sociedad de economía mixta)	Tarifa + PPD (pago por disponibilidad)	400	Ute Traza
Tranvía de Barcelona (trambaix)	Cataluña	Concesión DBFOM	Tarifa técnica (\$ por usuario)	200	Tramvia Metropolitana S.A

Tranvía de Barcelona (trambesos)	Cataluña	Concesión DBFOM	Tarifa técnica (\$) por usuario)	205	Tramvia Metropolitana del Besos S.A
Tranvía de Tenerife. (Línea 1)	Isla Canaria	SEM (Sociedad de economía mixta)	Tarifa técnica (\$) por usuario)	217	Cabildo de Tenerife (80%), Tenemetro (14%), Caja canarias (6%)
Tranvía de Tenerife. (línea 2 fase la cuesta)	Isla Canaria	SEM (Sociedad de economía mixta)	Tarifa técnica (\$) por usuario)	11.3	Cabildo de Tenerife (80%), Tenemetro (14%), Caja canarias (6%)
Tranvía de Tenerife. (línea 2 fase Tincer)	Isla Canaria	SEM (Sociedad de economía mixta)	Tarifa técnica (\$) por usuario)	16	Cabildo de Tenerife (80%), Tenemetro (14%), Caja canarias (6%)
Tranvía de Parla	Madrid	Concesión DBFOM	Tarifa técnica (\$) por usuario)	93.5	Tranvía de Parla S.A
Tranvía de Alicante	Valencia	Concesión privada	n/d	100	n/d
Tranvía de Ayacucho	Alcaldía de Medellín	SEM (Sociedad de economía mixta)	Tarifa técnica (\$) por usuario)	300	Metro Medellín (empresa pública)
Tranvía de Rio de Janeiro	Alcaldía de Rio de Janeiro	Concesión DBFOM	Tarifa técnica ()	301	Concesión (Odebretch)

Tabla 2.1.- Concesiones de tranvías en España y Latinoamérica. Fuente: (El Autor)

Al analizar la información presentada en la tabla anterior, resulta evidente que la mayoría de sistemas tranviarios han concesionado las tareas de mantenimiento a empresas especializadas o inclusive a las mismas empresas proveedoras del material rodante; otro factor importante es que la tendencia actual en la región es que los entes públicos buscan consolidar sociedades de economía mixta para la conformación de las unidades de mantenimiento. (REBOLLO 2009).

Los municipios que tienen una sociedad de economía mixta son: el tranvía de Zaragoza, el tranvía de Tenerife y el tranvía de Medellín, siendo el tranvía de Tenerife un modelo con participación mayoritaria del municipio con el 80 % (METROTENERIFE S.A) el cual es el que presenta un mayor interés en esta propuesta por la semejanza con la intención del GAD municipal de la ciudad de Cuenca, cabe recalcar que el modelo de gestión del tranvía de Ayacucho de la ciudad de Medellín es un modelo de mantenimiento de economía mixta similar a lo que se propone para la ciudad de Cuenca, sin embargo no se lo considera ya que el mismo es un sistema de transporte tipo “*translohr*” (*no se transporta por vía férrea sino sobre neumáticos*) por lo que la gestión de mantenimiento del mismo es diferente a un tranvía ferroviario como el que se está implementando en la ciudad de Cuenca.

2.2 Experiencia y resultados.

Las experiencias de los diferentes modelos de concesión en los sistemas tranviarios se detallan a continuación:

2.2.1 Modelo DBFOM (Diseño, Construcción, Financiación, Operación y Mantenimiento), sobre estos modelos se realizan concesiones de las operaciones de mantenimiento y explotación del sistema tranviario, a la misma empresa que ejecutó la construcción, esta se hace cargo de todo los gastos de desarrollo y explotación a cambio de un pago por la concesión al municipio de la ciudad (REBOLLO 2009).

Como ventaja de este sistema se tiene que el sistema de explotación y mantenimiento es bastante ordenado y eficiente ya que se asocian empresas con amplia experiencia en esta materia y pueden llegar a generar un alto porcentaje de disponibilidad del sistema, la estabilidad del personal es también un punto a favor ya que se valora el aporte de cada trabajador y se lo estimula a que se mantenga en el tiempo en la empresa ya que la

formación de cada persona que compone el sistema de mantenimiento de un tranvía es costosa.

Como desventaja principal de este sistema de concesión, es que se dificultan los procesos de fiscalización y control externos a la organización, sobre todo en las primeras etapas de explotación.

2.2.2 Modelos de Concesión privada.- A través de este sistema de concesión los entes públicos contratan empresas que se encargan exclusivamente del mantenimiento y no de la explotación del sistema, sus metas responden exclusivamente al cumplimiento de los indicadores de la gestión de mantenimiento, con frecuencia se ha observado que este tipo de concesión de tareas de mantenimiento no prioriza en su gestión el análisis del ciclo de vida de los activos, ni analiza las causas de los fallos; el modelo es orientado al cumplimiento irrestricto del modelo preventivo presentado por los fabricantes, y se lo mantiene sin cambios a lo largo del tiempo; cuando la actual de los modelos de gestión de mantenimiento es estar enfocada en conocer las causas de las fallas de los componentes, y a través del ajuste gradual de los modelos de predicción de fallos (en base al análisis de la histórica), explotar al máximo la vida útil de algunos componentes.

Hay que recalcar que cada proyecto tranviario es diferente por lo que el tiempo de vida útil de sus componentes van a variar según las condiciones de trabajo y climáticas de cada ciudad, por lo que la alta disponibilidad del sistema se logra a un elevado costo de mantenimiento que no siempre es lo más conveniente para el propietario del proyecto (REBOLLO 2009)

2.2.3 Los Modelos de Economía mixta. La misma consiste en una participación mixta entre el Municipio de una ciudad y una o algunas empresas privadas, en términos generales el municipio siempre es el mayor accionista y por ende el que tiene la última palabra en las decisiones que se toman. (REBOLLO 2009).

Las principales ventajas son las siguientes:

Transferencia tecnológica eficiente entre la empresa que tiene los conocimientos ("*Know-how*") del mantenimiento y la empresa pública que desea en el mediano o largo plazo asumir totalmente las funciones del mantenimiento de todo el sistema tranviario (REBOLLO 2009).

Al ser una empresa pública la accionista mayoritaria de la explotación del sistema puede proteger los intereses de la ciudad y encontrar gastos razonables de mantenimiento sin reducir la calidad, seguridad y eficiencia del servicio.

Sirve como incubadora de proyectos de investigación y desarrollo para poder mejorar la gestión de mantenimiento del sistema.

Como desventajas de este sistema se puede mencionar que es posible que se presenten complicaciones ocasionadas por la injerencia por la injerencia de entes públicos burocráticos, los cuales pueden ralentizar las funciones de la unidad de mantenimiento; otro factor desfavorable es que en nuestro medio los factores políticos de cada administración podrían influir en la toma de decisiones, visión, políticas y objetivos del plan de gestión de mantenimiento de este sistema.

REBOLLO, 2009 ha realizado la comparación de los diferentes modelos de concesión de tareas de mantenimiento en sistemas tranviarios, la misma que se presenta en la tabla 2.2.

OPCION	FACILIDAD PARA DESCENTRALIZAR	MENOR COMPLEJIDAD ADMINISTRATIVA Y/O DE IMPLEMENTACION	MENOR ESFUERZO FINANCIERO DE LA ADMINISTRACIÓN	COSTO DE FINANCIACIÓN	MAYOR CERTIDUMBRE DE COSTOS	INTERES DEL MERCADO	CONTROL DEL PROYECTO POR PARTE DE LA ADMINISTRACIÓN
CONCESIÓN	A	A	A	D	A	A	C
SEM (PUBLICA MAYORITARIAMENTE)	C	D	C	A	D	D	A
SEM (PUBLICA MINORITARIA)	B	C+	B	B	B	C	A

- A. Cumplimiento Óptimo.
- B. Cumplimiento medio-alto.
- C. Cumplimiento medio-bajo/dificultad media-alta
- D. Cumplimiento pésimo/gran dificultad.

Tabla 2.2. Escala subjetiva de comparación entre los diferentes modelos de concesión de tareas de mantenimiento en sistemas tranviarios. Fuente (REBOLLO 2009).

2.3 Modelo de Sociedad de economía mixta.

2.3.1 El tranvía de Tenerife.

El siguiente modelo de economía mixta podría ser una alternativa para el proyecto del tranvía de los 4 ríos de la ciudad de Cuenca ya que, el mismo es similar a lo que el municipio de la ciudad de Cuenca y en concreto el proyecto tranvía desean, lo cual constituye en que el municipio sea el principal propietario del proyecto y en un corto plazo buscar accionistas minoritarios públicos o privados para realizar con éxito una gestión eficiente.

Constituida el 22 de enero de 2001, la empresa Metropolitano de Tenerife (MTSA) es una Sociedad Anónima, cuyo capital asciende a 50.000.000 euros. Está conformada por el Cabildo Insular de Tenerife, con el 80%, de capital, Tenemetro, S.L., con un 14%, con y Caja Canarias (perteneciente a Caixa actualmente), con un 6%. De estos porcentajes se determina el término de sociedad de economía mixta (DAYEKH 2013).

Metro Tenerife trabaja a nivel local y es administrada, sobre todo por el municipio de Tenerife. La empresa ya establecida en la isla de Tenerife, obtuvo en el año 2011 unos volúmenes de ventas superiores a los 18,030.036 millones de euros, lo cual junto a su balance general y el número de empleados (180), la convierten en una empresa mediana. Metro Tenerife da especial importancia a ciertas capacidades y conceptos que ayudan a la mejora del sistema, como la creatividad, innovación, etc. Esto implica que sea una empresa flexible al cambio y a los problemas, ya que el vehículo o transporte siempre puede sufrir mejoras, de las cuales surgen cursos o prácticas para formar a los conductores, que deben estar bien formados al transportar personas (DAYEKH 2013).

Para tomar decisiones, se las toma con un equipo o grupo de representantes, jamás de forma individual, de esta manera se evitan los posibles errores. En las actividades de la empresa debe tenerse en cuenta que la producción es la relación existente entre los kilómetros ofertados y la demanda de clientes, por ello, la calidad del servicio es continuamente revisada y mejorada. Así que es lógico pensar que el mantenimiento de los 20 tranvías de la flota es absolutamente necesario (sólo 17 unidades circulan en horas pico). Además el servicio de investigación y desarrollo (I+D) realiza innovaciones en el ahorro energético, en el pos de la reducción de la contaminación.

Todas las acciones comerciales son controladas y gestionadas por el Departamento Comercial. Sin embargo, los servicios de compras y bodega en la planta son parte del Departamento de Producción (DAYEKH 2013).

Los recursos humanos (RRHH) es un órgano de vital importancia en Metro Tenerife, sus políticas priorizan la estabilidad laboral, además de la capacitación constante de todo su personal, con ello han conseguido lograr mejores indicadores de calidad, además de disminuir paulatinamente las tareas de mantenimiento.

La innovación y la adaptabilidad son rasgos fuertes de la empresa, es decir, el personal no ha tenido resistencia a los cambios o adaptaciones realizadas. Los trabajadores además poseen los conocimientos necesarios que les permiten desenvolverse sin dificultad en sus tareas y, por supuesto, sus culturas o formas de pensar no influyen en la rigidez a los cambios. Los empleados están satisfechos con su trabajo, ya que se sienten determinantes en la empresa, reciben premios por el buen trabajo (aumento de salarios, ascensos) y tiene mucha libertad para hacerlo. La empresa jamás ha mostrado ningún tipo de rigidez, al contrario, es flexible en todos sus aspectos. Tiene un organigrama bien estructurado abierto a las variaciones y con una organización digna de una multinacional. Lo que quiere decir que pocas debilidades presenta en estos aspectos (DAYEKH 2013).

El organigrama directivo se muestra en la figura 2.2.

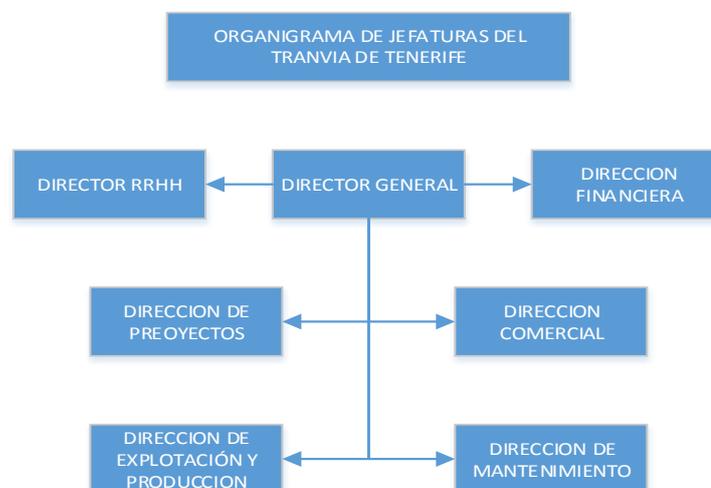


Figura 2.2 Organigrama directivo del tranvía de Tenerife. Fuente: (El Autor).

Está formado por cuatro niveles: el Director General, la Dirección RRHH y Financiera (nivel jerárquico superior estratégico); Dirección Comercial y de Proyectos (línea jerárquica media alta); y Dirección de Explotación y de Mantenimiento (los encargados línea media baja, luego están el resto de trabajadores, por tanto se delega cierta autoridad en niveles bastante bajos). Y existen seis departamentos, lo que quiere decir que la empresa está muy organizada. Algunos de ellos están al mismo nivel jerárquico, pero no quiere decir que haya más relación, solo que tienen mayor importancia.

Los trabajos están bien diferenciados, y cada departamento se ocupa de su materia, pero en ciertas ocasiones se reúnen para hacer puestas en común, lo que quiere decir que trabajan en equipo, y además hay grupos formados por varios departamentos. Estos realizan procesos para cumplir fines que beneficien a todos.

Por otro lado, los directivos tienen continuas reuniones y controles con los representantes de las distintas áreas, lo que indica su grado de preocupación por los empleados. Tecnología, innovación y procesos productivos de la empresa. Se ha introducido la última tecnología en todos los niveles, en el producto (máquinas de fabricación de bonos), a nivel comercial y financiero (existen múltiples empleados que están controlando las finanzas vía-online) y, sobre todo, a nivel de mantenimiento (máquinas que revisan las unidades de la flota de forma muy eficiente, a la vez que los mecánicos).

Pero lo cierto es que no existe un departamento enteramente dedicado a estas cuestiones. No obstante, existe un servicio de I+D que investiga cuestiones relacionadas con la mejora del funcionamiento del tranvía (ahorro energético, menor contaminación).

El personal es formado para cualquier actividad incorporada a la empresa, da igual cual sea su nivel jerárquico (desde el más bajo al más alto), ya que toda formación que se posea es un punto a favor tanto individualmente (mayor conocimiento) como colectivamente (un mejor servicio para la empresa).

La empresa no necesita ningún cambio para ponerse en marcha, ya que funciona perfectamente por el momento, ya que las innovaciones son las

últimas que pueden hacerse y además no se quiere hacer ninguna renovación de personal de ninguna área, esto incluye a los directivos al mando. Las nuevas tecnologías se han adaptado de forma idónea en todos los campos, pero es cierto que algunos los aprovechan de mejor manera. Mantenimiento e I+D son las que mejores resultados están dando gracias a los medios informáticos, y la calidad del producto también (aunque se puede mejorar siempre). En lo referido a Recursos Humanos, se han implantado nuevos sistemas hace un tiempo para evitar la abstención y los retrasos continuados. Para finalizar, se tienen recursos como pizarras virtuales para establecer organizaciones de trabajo. En la parte referente a informática tiene los computadores con todos los programas necesarios para optimizar el rendimiento del resto de máquinas de la empresa. (DAYEKH 2013).

La gestión de mantenimiento la realizan con el software de mantenimiento CARL Transport, con el cual realizan toda la administración de mantenimiento tanto de instalaciones fijas como de material rodante, así como los procesos asociados a estos (patrimonio, financieros, procedimientos, etc.) (*TRANVÍA DE TENERIFE*, 2011)

El modelo de administración del Tranvía de Tenerife es conveniente para el proyecto de tranvía de los 4 ríos de Cuenca ya que da las pautas para iniciar un modelo de gestión de mantenimiento ya probado, lo cual ahorrará tiempo en su implementación.

2.3.3 Tranvía de los Cuatro Ríos de Cuenca.

El tranvía de los cuatro ríos de Cuenca está diseñado para cruzar la ciudad de Cuenca de forma longitudinal es decir del sur al norte de la ciudad, el mismo contempla utilizar en el centro histórico de la ciudad una tecnología llamada APS (*Alimentation Par le Sol*) La misma que permite que el tranvía sin necesidad de una catenaria aérea con lo que la estética de la parte patrimonial de la ciudad no se vea afectada, un esquema del recorrido con sistema APS del tranvía se enseña en la figura 2.3.

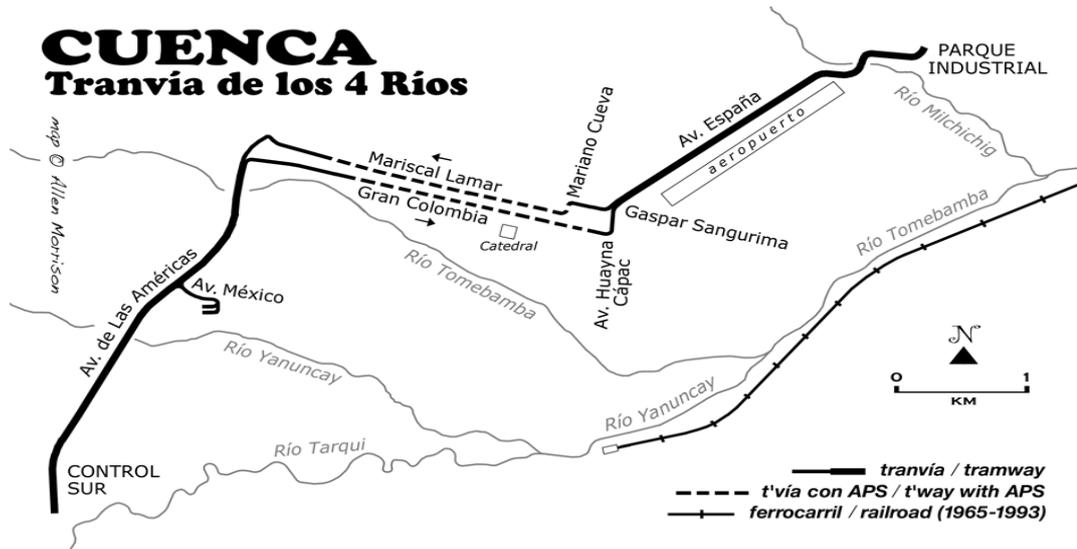
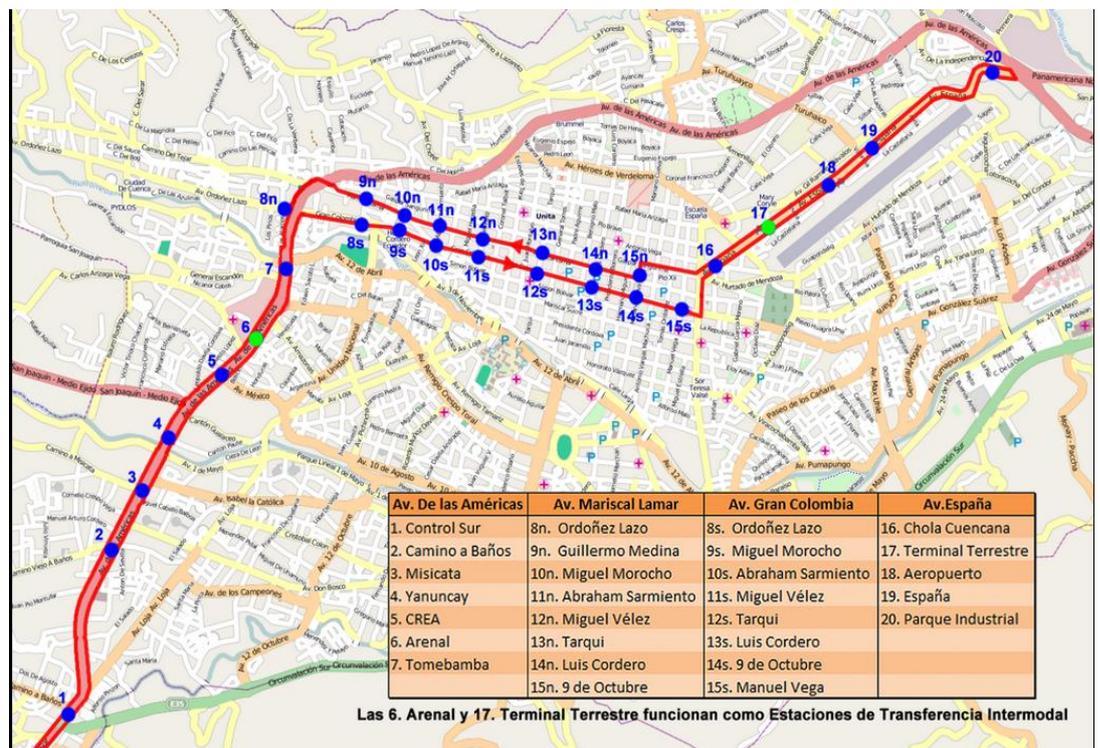


Figura 2.3 Mapa recorrido sistema APS del Tranvía de los 4 ríos de Cuenca.

Fuente:(MORRISON, 2015).

De igual manera en la figura 2.4 se detalla el número de paradas que tendrá el sistema tranviario de la ciudad de Cuenca.



Las 6. Arenal y 17. Terminal Terrestre funcionan como Estaciones de Transferencia Intermodal

Figura 2.4 Paradas y ruta del tranvía de la ciudad de Cuenca. Fuente:

(JARAMILO & MATAILO 2016).

El modelo instalado en la Ciudad de Cuenca es muy similar tanto en extensión como en número de unidades al sistema de tranvía de la ciudad

de Tenerife por lo que es importante conocer las características generales de este sistema tranviario, las cuales se presentan en la tabla 2.3.

2.3.2 Datos Anuales Tranvía de Tenerife.

Demanda diaria	50000 pasajeros
Recorrido	2 líneas, 1,5 millones de Km/ año
Longitud	12.3 Km en doble vía y 21 paradas.
Personal de Operaciones	110
Personal de Mantenimiento	40
Ingresos	22 Millones de Euros
Costo Operación y mantenimiento	13 Millones de Euros

Tabla 2.3: Características generales del Tranvía de Tenerife.

Fuente: (MetroTenerife S.A).

2.3.3 Tranvía de los Cuatro Ríos de Cuenca.

El modelo instalado en la Ciudad de Cuenca es muy similar tanto en extensión como en número de unidades al sistema de tranvía de la ciudad de Tenerife por lo que se detalla los datos relevantes del mismo a continuación.

Tranvía de los 4 ríos de Cuenca.

Longitud	10.2 Km en doble vía y 20 paradas.
Demanda estimada (diaria)	109000 pasajeros
Unidades	15
Presupuesto Anual	n/d
Costo de Operación y mantenimiento	n/d

Tabla 2.4: Datos tranvía de los cuatro ríos de Cuenca. (Fuente: GAD municipal de Cuenca).

El GAD municipal de la ciudad de Cuenca debe decidir el modelo de concesión del mantenimiento de su sistema tranviario, o en su defecto explotarlo y asumir las competencias de la unidad de mantenimiento por su cuenta; para ello tendrá que considerar que localmente no existe el personal ni empresas dedicadas al mantenimiento de este tipo de sistemas.

De acuerdo al análisis efectuado en este capítulo, hay que destacar que se podría según los intereses del proyecto tranvía adoptar el modelo de sociedad de economía mixta como el tranvía de Tenerife para gestionar su mantenimiento, (REBOLLO, 2009) indica en su informe que este tipo de concesión es lo más conveniente para un municipio que desea realizar el mantenimiento bajo su propia gestión, para esto se debe realizar las siguientes consideraciones iniciales.

Un correcto plan de capacitación por parte del GAD municipal y por las empresas constructoras del proyecto en el tiempo de garantía de los componentes que conforman el sistema tranviario.

Una Jerarquización adecuada en base a competencias y experiencia (personal nacional o extranjero) para manejar los distintos tipos de mantenimiento del sistema tales como: infraestructura del complejo, patio taller, material rodante, bogíes, trenes, subestaciones, catenarias, pantógrafos, rieles, equipos patio taller, máquinas dispensadoras de tickets, central de monitoreo etc.

Para los fines prácticos del modelo para el GAD municipal de Cuenca y al ser el único propietario del proyecto se tiene que formalizar el compromiso de transferencia de tecnología en los convenios que se puedan adquirir entre el GAD y las Empresas constructoras.

De este proyecto el modelo de mantenimiento propio como figura de sociedad de economía mixta es el más adecuado para el GAD municipal.

Todo dependerá de los compromisos adquiridos por las dos partes para la correcta consecución de un proyecto viable y que se pueda mantener en el tiempo.

2.4. Mantenimiento propio.

En las experiencias antes revisadas, por lo general el modelo de mantenimiento es el subcontratado (Concesión) ya que significa un ahorro en términos inmediatos

para el dueño del proyecto, ya que no interviene en la formación del personal ni en los rubros de mantenimiento (REBOLLO, 2009).

El mayor obstáculo de este tipo de mantenimiento es el problema de dependencia de las empresas encargadas del mismo y que no necesariamente es lo más rentable en costo beneficio para el dueño del proyecto (GINDER, 1996) por lo que para los fines prácticos de este proyecto el modelo de mantenimiento propio como figura de sociedad de economía mixta es el más adecuado para el GAD municipal.

Todo dependerá de los compromisos adquiridos por las dos partes para la correcta consecución de un proyecto viable y que se pueda mantener en el tiempo.

2.5 Discusión y análisis del capítulo 1.

El modelo de sociedad de economía mixta es la metodología de administración de mantenimiento más beneficiosa para el GAD municipal de Cuenca, una correcta transición en las competencias de mantenimiento a mediano plazo logrará aplicar este modelo de administración de una manera exitosa, todo dependerá de que se aplique el numeral 9 denominado “exigencias relativas al mantenimiento” del anexo 12 titulado “material rodante” de las especificaciones completas que tiene el GAD municipal para planes de mantenimiento exigidos a las empresas constructoras.

En su tabla subjetiva de escala de cumplimiento (REBOLLO, 2009) indica que la sociedad de economía mixta solo podría ser alcanzada una vez se pueda tener una experticia alta de los factores de cumplimiento involucrados, por tal motivo este tipo de sociedad se podría alcanzar a mediano plazo.

3. CAPITULO 2: ANALISIS DE LAS DIFERENTES FILOSOFÍAS Y METODOLOGÍAS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.

En el siguiente capítulo se realizará un análisis de los tipos de mantenimiento que podrían aplicarse al sistema tranviario, se realizará un análisis FODA con el cual se podrá dar un lineamiento para definir la política, objetivos y metodologías de mantenimiento que se podría usar en el sistema tranviario.

El análisis FODA es la herramienta más utilizada para poder conocer la situación actual de una empresa (FRED, 2000), con esta herramienta se puede determinar el estado actual de la gestión de mantenimiento en el proyecto tranvía de la ciudad de Cuenca el cual está todavía en construcción por lo tanto no tiene en funcionamiento ningún plan de mantenimiento.

3.1 Consideraciones para elaborar la propuesta de modelo de mantenimiento.

La propuesta de mantenimiento debe considerar los pliegos contractuales elaborados por el GAD municipal de Cuenca, los cuales contemplan un tiempo de mantenimiento para los sistemas que conforman el sistema tranviario por parte de las empresas constructoras y proveedoras de equipos, así como la capacitación de las empresas constructoras sobre el funcionamiento del sistema, por lo tanto, cualquier plan de mantenimiento deberá ser escalonado en función de estos convenios; sin embargo la falta de experiencia en mantenimiento en este tipo de sistemas, así como las características socio económicas locales, hacen necesario conocer la situación actual del sistema tranviario, para lo cual se analizara la siguiente matriz FODA representada en la tabla 3.1.

ANALISIS FODA DE GESTION DE MANTENIMIENTO DE SISTEMAS TRANVIARIOS		
	FORTALEZAS	DEBILIDADES
FACTORES INTERNOS	F1. Ser un proyecto nuevo permite empezar de cero con un plan de mantenimiento acorde a las necesidades del sistema.	D1. Falta de conocimiento previo del sistema
FACTORES EXTERNOS	F2. El proyecto será administrado por	D2. No poseer la mano de obra local de manera

	<p>fondos propios</p> <p>F3. Se recibirá capacitación en todos los equipos del sistema</p> <p>F4. Se recibirá todo el instrumental necesario para poder realizar las tareas de mantenimiento</p>	<p>inmediata</p> <p>D3. Dependencia inicial de las empresas proveedoras del sistema</p> <p>D4. incertidumbre sobre funcionamiento interno de la gestión de mantenimiento</p>
OPORTUNIDADES	F1-O4: La ventaja de ser un proyecto nuevo permite desde un principio desarrollar nuevas técnicas de mantenimiento específicas para el sistema tranviario de Cuenca y de esta manera tener la capacidad de poder asesorar a empresas similares en la región sobre este tipo de gestión de mantenimiento	D1-O3: El compromiso de transferencia tecnológica va a lograr en el corto plazo llenar el vacío de falta de conocimiento del sistema y poder efectuar las tareas de mantenimiento de manera oportuno y eficiente
<p>O1. Sistema de transporte novedoso y nuevo en el país.</p> <p>O2. Utilizar herramientas de última generación para mantenimiento tranviario</p> <p>O3. Posibilidad de transferencia de tecnología</p> <p>O4. Ser un referente en el país y la región en gestión de mantenimiento.</p>	F4-O2: La ventaja de tener lo más nuevo en herramientas y equipos, fortalecido además por la capacitación ofrecida generará una unidad de mantenimiento debidamente preparada para en el mediano plazo poder asumir todas las competencias de mantenimiento tranviario.	D3-O1: Al ser un sistema de transporte nuevo se harán todos los esfuerzos para poder realizar la capacitación de los equipos y sistemas en el menor tiempo posible y de esta manera poder realizar el mantenimiento por propia gestión local.
AMENAZAS	A2-F2: La falta de presupuesto por parte del municipio puede crear retrasos en las asignaciones de mantenimiento y por	D3-A1: Los cambios de gerencia del sistema tranviario pueden generar cambios en la administración de mantenimiento y por lo tanto tener más dependencia
<p>A1. Cambios de gerencia del tranvía</p> <p>A2. Falta de presupuesto para lograr plan de</p>		

<p>mantenimiento.</p> <p>A3. No aceptación del sistema de transporte por la población</p> <p>A4. no acoplamiento al plan de mantenimiento por parte de los operadores del mismo</p>	<p>consiguiente no realizar el plan anual de mantenimiento provocando insatisfacción de los usuarios y potenciales accidentes o retiro de circulación de unidades</p>	<p>de empresas de servicios de mantenimiento externas de mantenimiento, lo cual conllevaría a que el modelo de mantenimiento no se pueda desarrollar de manera parcial o total.</p>
	<p>F1-A4: La falta de acoplamiento al plan de mantenimiento propuesto podrá acarrear problemas graves al funcionamiento del mismo como paradas inesperadas del sistema y por ende pérdidas y retrasos en el plan de transportación poniendo en riesgo la integridad de las personas y del sistema tranviario</p>	<p>D4-A3: La incertidumbre de cómo funcionará el sistema en sí, la falta de experiencia y la amenaza de que el sistema no tenga la aceptación deseada de la población darán como resultado la paralización del servicio y la no realización del plan de mantenimiento</p>

Tabla 3.1 Análisis FODA para consideraciones referentes a la gestión de mantenimiento. Fuente: El Autor

Con este análisis FODA determinamos los siguientes objetivos:

1. Definir la situación actual de la gestión de mantenimiento del proyecto tranvía.

El proyecto es nuevo, actualmente no está en operación por lo tanto no existe mantenimiento a los sistemas y equipos, sin embargo en instalaciones fijas y material rodante se está realizando capacitaciones sobre su funcionamiento a personal encargado del GAD municipal (FERNANDEZ, 2015)

El mantenimiento de material rodante será realizado por una empresa especialista en la materia (FERNANDEZ, 2015), los encargados del proyecto por el GAD municipal supervisarán los procesos de mantenimiento,

por lo tanto, el plan de mantenimiento tendría que ser paralelo al plan original propuesto por la o las empresas proveedoras del servicio, el mismo debería contemplar la optimización de las tareas habituales para evitar tareas repetitivas e innecesarias, establecer equipos de trabajo para consolidar el mantenimiento de los diferentes componentes del material rodante.

El mantenimiento de instalaciones fijas será externalizado (FERNANDEZ 2015), de igual manera se deberá realizar un plan de mantenimiento que abarque la totalidad de los equipos que conformen las instalaciones fijas.

Este plan de mantenimiento deberá ser realizado paralelamente al plan de mantenimiento que sea propuesto por la o las empresas que se encarguen del mantenimiento de los equipos que conformen las instalaciones fijas.

2. Determinar las debilidades y amenazas del proyecto.

El proyecto al ser nuevo tiene como principal problema el no contar con el personal a nivel local con experiencia en el giro del negocio tanto en la parte administrativa como en la operativa, esto traería inconvenientes en la ejecución de los planes de mantenimiento y de consolidar la unidad de mantenimiento local, el mantener un programa de mantenimiento costoso podría ocasionar que no se incluyan en el plan de mantenimiento equipos que en el mediano o largo plazo causen paradas en el servicio y pérdida de disponibilidad del mismo.

3. Situación actual del talento humano para mantenimiento de sistemas tranviarios.

No se cuenta actualmente con el personal necesario para el mantenimiento del sistema tranviario, se deberá contratar personal de manera escalonada conforme se pueda hacer una transición en el mantenimiento de los equipos por parte de las empresas proveedoras del sistema tranviario, existe el compromiso de la capacitación en la transferencia de conocimientos en este tema por parte de los proveedores del sistema (FERNANDEZ, 2015).

4. Proponer una política de mantenimiento.

La política de mantenimiento en el proyecto tranvía, debería, diferenciar el mantenimiento de instalaciones fijas y el de material rodante, la justificación

de esta diferenciación radica en que el mantenimiento de los equipos que contiene cada sistema debe ser realizado por personal diferenciado, la experiencia recopilada demuestra que en todos los equipos de trabajo en un sistema tranviario se tiene un equipo para instalaciones fijas y otro equipo de trabajo para material rodante sin importar el tipo de concesión que tenga los proyectos (REBOLLO 2009).

La política deberá estar encaminada a cumplir los objetivos de la matriz FODA y en especial a mitigar las amenazas que se exponen en la misma.

Debe considerar la correcta clasificación de criticidad de los activos en función de aplicar la mejor metodología de mantenimiento para conseguir la máxima rentabilidad respetando las normativas éticas y medioambientales las mismas que deben ir acompañadas a las políticas institucionales de la empresa

En la etapa inicial del proceso de mantenimiento se deberá acatar las disposiciones de los fabricantes ya que sobre los sistemas en su gran mayoría no se tiene conocimientos a nivel local por lo tanto se deberá realizar la transferencia de conocimientos respectiva.

La política en resumen estará enfocada en mantenimiento centrado a la máxima disponibilidad para cumplir con los estándares propuestos por las especificaciones técnicas que dispone el GAD municipal. (Anexo d.3 fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad especificaciones técnicas completas GAD municipal de Cuenca). Se debe recalcar que la política interna del departamento deberá estar alineada a la política institucional de la Empresa del tranvía de Cuenca por lo cual solo se podrán definir completamente una vez el sistema tranviario esté consolidado y en funcionamiento.

3.2 Selección de Activos y sistemas para mantenimiento.

Los activos deben ser seleccionados y clasificados según una matriz de criticidad.

La matriz de criticidad es fundamental en la gestión de mantenimiento para poder realizar una correcta asignación de prioridades a las tareas de mantenimiento de sistemas y equipos (ARQUES, 2009), ya que no necesariamente todos los equipos tienen la misma criticidad y el mismo tratamiento en asignación de recursos para poder realizar los mantenimientos programados.

Todas las empresas sin importar el sector el cual pertenecen tienen una matriz de criticidad definida en la cual basan aspectos económicos, productivos de seguridad y medioambiente para poder definir la importancia de sus activos. (TAVARES, 1996)

3.3 Metodologías de mantenimiento aplicables.

Para realizar una gestión eficiente de mantenimiento se considerará utilizar diferentes metodologías para instalaciones fijas y para el material rodante, la justificación para realizar esta diferenciación radica en que las metodologías de mantenimiento no necesariamente son aplicables a todos los componentes por igual, se debe realizar una diferenciación de cada componente o sistema que conforman el proyecto tranviario, definir su contexto operacional y definir las directrices de mantenimiento más eficientes para cada uno de ellas.

Las metodologías de mantenimiento basada en la norma UNE-EN 13306 – 2011 “Terminología de mantenimiento” son las indicadas en la tabla 3.2.

METODOLOGÍAS DE MANTENIMIENTO				
METODOLOGÍAS DE MANTENIMIENTO	CAMPO COMUN DE APLICACIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICACIÓN AL SECTOR FERROVIARIO
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	INDUSTRIA EN GENERAL.	METODOLOGIA UTILIZADA PARA REALIZAR TAREAS YA PREDETERMINADAS DE MANTENIMIENTO	TAREAS REPETITIVAS NO NECESARIAMENTE ALARGAN LA VIDA UTIL DEL ACTIVO O SISTEMA	APLICADA ACTUALMENTE
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	INDUSTRIA EN GENERAL.	SUSTITUYE PIEZAS Y PARTES CON LA INTENCIÓN DE DEJAR EL ACTIVO O SISTEMA A IGUAL QUE NUEVO	METODOLOGIA DE MANTENIMIENTO COSTOSA, NO SE PREVIENE LA FALLA EN ESTA MEDODOLOGIA	APLICADA ACTUALMENTE
MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN (PREDICTIVO)	PETROQUIMICA, AVIACIÓN, TRANSPORTE, TELECOMUNICACIONES,ETC	METODOLOGIA PARA ANTICIPAR EL FALLO YA QUE EL MISMO ES CONTROLADO MEDIANTE INSTRUMENTACIÓN	METODO COSTOSO Y REQUIERE DE PERSONAL CALIFICADO	APLICADO ACTUALMENTE
MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)	AVIACIÓN, TRANSPORTE, CENTRALES NUCLEARES, INDUSTRIA QUIMICA	FACILIDAD PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO YA QUE SE DISPONE DE UN LISTADO DE MODOS DE FALLA Y ACCIONES PARA PODER REALIZAR EL AJUSTE O ARREGLO DE UN EQUIPO	METODO MUY LARGO DE IMPLEMENTAR SE REQUIERE DE GRUPOS DE TRABAJO COMPROMETIDOS PARA GENERAR LAS FICHAS DE CADA EQUIPO QUE COMPONGA EL SISTEMA EN EL CUAL SE QUIERE HACER ESTE PROGRAMA.	APLICADO PARCIALMENTE, (SUBESTACIONES ELECTRICAS).
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	INDUSTRIA EN GENERAL, EMPRESAS DE PROCESOS	MAXIMIZAR LOS RECURSOS, MEJORAR LA EFICIENCIA Y LA EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS E INSTALACIONES, MAXIMIZAR LOS BENEFICIOS, PARTICIPACIÓN DE TODO EL PERSONAL	ESTA METODOLOGIA REQUIERE DE UN COMPROMISO TOTAL DE TODA LA EMPRESA YA QUE LA MISMA ES UNA OPERACIÓN CONJUNTA DE TODA LA EMPRESA.	NO SE DISPONE DATOS

Tabla 3.2: Comparativa de las diferentes metodologías de mantenimiento Fuente (El Autor)

3.3.1 Análisis de metodologías de posible aplicación al modelo tranviario

La separación de material rodante e instalaciones fijas podrá dar una mejor percepción para que tipo de mantenimiento aplicar para cada sistema que conforma el proyecto tranviario, en el caso de material rodante necesariamente se aplicará el plan de mantenimiento propuesto por el fabricante el cual consta en el **Anexo 1**, el plan podría ser mejorado siempre y cuando se designe un grupo de mejora de mantenimiento el cual estaría conformado por personal con experiencia en ingeniería de mantenimiento para determinar el mantenimiento más compatible para cada componente del material rodante.

Un mantenimiento centrado en confiabilidad o RCM es un mantenimiento el cual representa recursos muy elevados para designar a personal únicamente para el estudio de los equipos, existe también el cuestionamiento de que este tipo de mantenimiento no es aplicado en el sector ferroviario ya que el mismo no está debidamente desarrollado y que las empresas que realizan mantenimiento se basan en un cronograma de mantenimiento establecido por recorrido el cual es seriamente cuestionado (GARCIA, 2016).

No hay un precedente de aplicación inmediata de metodologías de mantenimiento como RCM o TPM en el mantenimiento tranviario, debido a que son programas que se hacen a instalaciones que dispongan del talento humano para este efecto como profesionales certificados en RCM o TPM, un ejemplo de esto es la empresa METROMEDELLIN, la cual realiza la aplicación de RCM a un conjunto de 20 equipos en el metro de Medellín los cuales ellos definían como críticos, pero para tal efecto necesitaron aproximadamente 5 años de trabajo para lograr el objetivo de implementar esta técnica (RUEDA, 2013).

En la figura 3.1 se observa la evolución de la implementación de RCM

Fases de Implementación



Figura 3.1: Fases de implementación de RCM en el metro de Medellín. Fuente: (RUEDA, 2013).

Otro método para diferenciar la metodología de mantenimiento a realizar se puede tomar como ejemplo la curva de mantenibilidad en función de Beta (MORA 2013), con lo cual se demuestra que mientras se realice un plan de mantenimiento en el que se priorice el mantenimiento preventivo y correctivo no puede llegar a aplicarse de manera satisfactoria una metodología de RCM como se indica en la figura 3.2

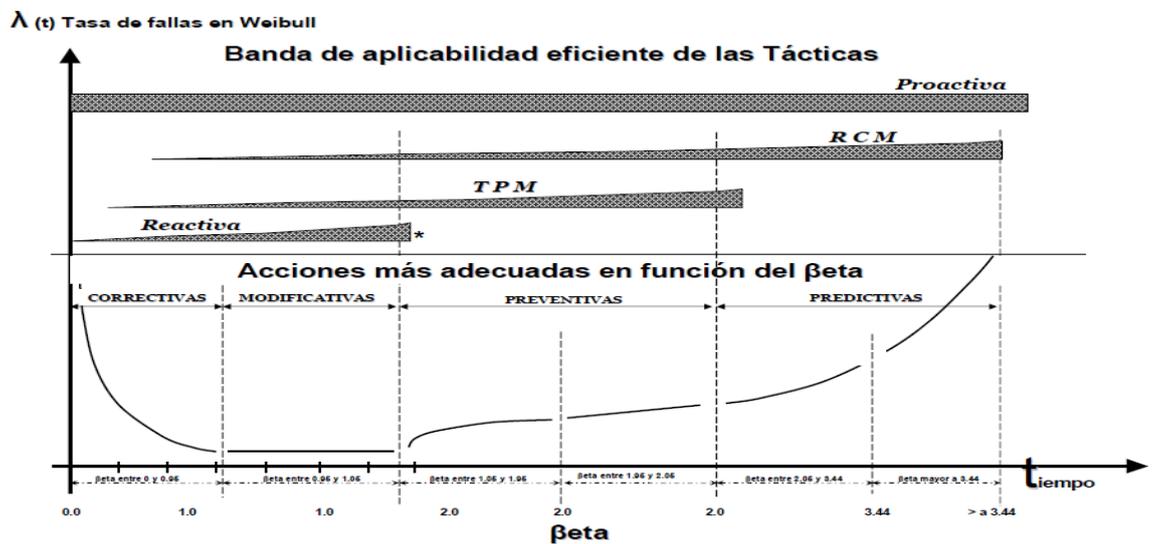


Figura 3.2: Curva de Davies, acciones y tácticas adecuadas, acorde al valor de Beta. Fuente: (MORA, 2013).

La conclusión sobre esta metodología es que mientras se contrate un plan de mantenimiento en el caso del material rodante, no se realizará un método de mantenimiento avanzado debido a que el **Anexo 1** indica que el plan de

mantenimiento es un plan de mantenimiento preventivo y correctivo en base al kilometraje o tiempo de uso, así si una unidad que no esté operativa de igual manera será ,motivo de un plan de mantenimiento y no necesariamente los componentes sujetos a cambio o mantenimiento necesiten este.

Un mantenimiento basado en una metodología basada en TPM podría ser aplicada siempre y cuando se designe un equipo de mejora continua para este efecto, por el momento en el esquema que se plantea para este trabajo no se contempla este tipo de metodologías ya que uno de los objetivos de la matriz FODA relacionada al mantenimiento prioriza realizar un mantenimiento paralelo al plan original que en una etapa inicial buscará ser más eficiente en los procesos de mantenimiento ya definidos por las empresas proveedoras de los sistemas, sin embargo se podría aplicar técnicas relacionadas al TPM como KAISEN o las 5S para poder tener un punto de partida hacia la consecución de un sistema basado en TPM y en un modelo basado en RCM, todo dependerá de la visión de largo plazo de la gerencia de mantenimiento.

El mantenimiento productivo total (TPM) es una metodología aplicada más que nada a industrias de procesos, aplicar esta metodología es un compromiso de todo el proyecto tranvía desde la gerencia general a todas las áreas del proyecto, en promedio implementar esta metodología en empresas con el compromiso de implementación se demora como mínimo 3 años (NAKAJIMA 1993), sin embargo si se podría tomar una parte del pilar 6 de esta metodología (control administrativo) como las 5S (mantenimiento autónomo) la cual podría ser aplicada en la parte operativa una vez se tengan definidas las tareas de mantenimiento a realizar por parte de la gerencia del mismo (TAVARES, 1996).

Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo es el reto actual de la industria ferroviaria en lo que respecta a una metodología aplicable de mantenimiento, a nivel global, en el sector ferroviario, los fallos y averías de los activos críticos afectan directamente al rendimiento, al costo de operaciones y a la rentabilidad de la empresa.

En la figura 3.3 se observa la distribución de los costos durante la vida de 40 años de material rodante.

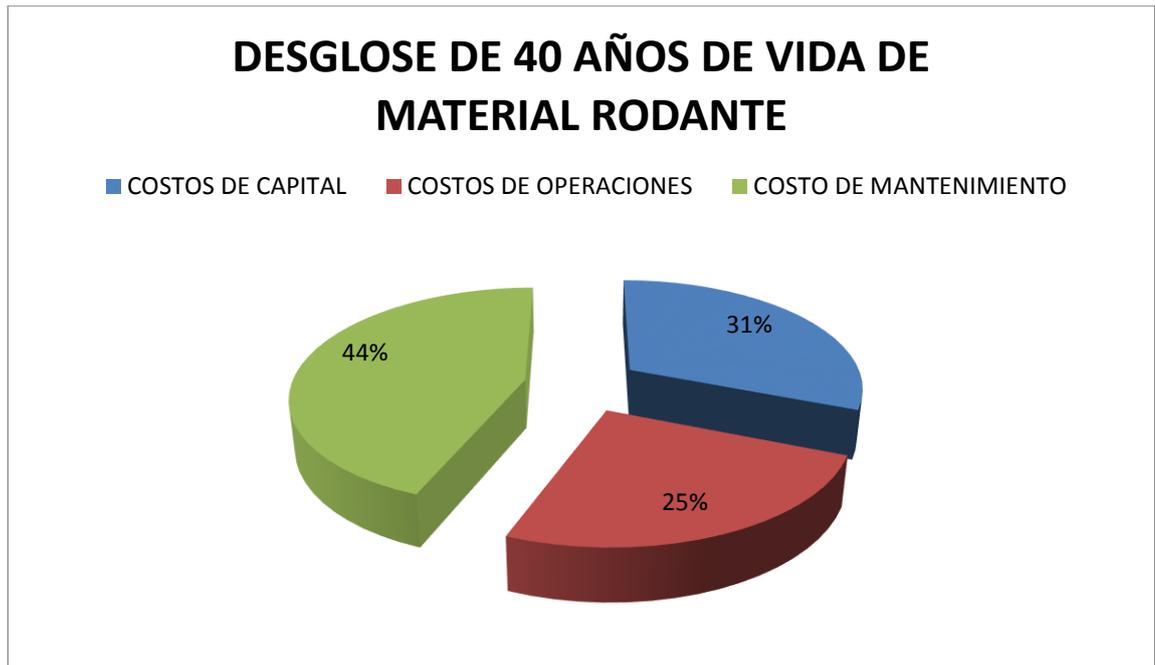


Figura 3.3: Desglose de costos de 40 años de vida de material rodante.

Fuente: (OFFICE OF RAIL AND ROAD, 2011).

La razón de estos costos es claramente explicable ya que en promedio las metodologías aplicadas en mantenimiento ferroviario están desglosadas de la siguiente manera.

Mantenimiento preventivo. 75%

Mantenimiento Correctivo. 20%

Mantenimiento Predictivo. 5%.

Estos costos relacionados a mantenimiento, algunos que se ha demostrado solo son recurrentes, y no alargan de ninguna manera la vida útil de los activos a los que se les da mantenimiento (GINDER, 1996), aplicando mantenimiento predictivo se puede tener resultados reales de reducción de costos y tiempos muertos como los indicados en la tabla 3.3

BENEFICIOS DE REDUCCION DE COSTOS	20% A 25%
ELIMINACIÓN DE AVERIAS	70% A 75%

REDUCCION DE TIEMPO DE INACTIVIDAD	35%
INCREMENTO DE PRODUCCIÓN	20% A 25%
REDUCCION DE GASTOS EN HORAS EXTRA	20%

Tabla 3.3: Beneficios del mantenimiento predictivo en el sector ferroviario. Fuente: (AMERICAN PASSENGER ROLLING STOCK, 2014).

Las metodologías aplicables para el mantenimiento predictivo son las siguientes:

Monitorización continua:

Análisis de Vibraciones.

Análisis Acústicos.

Análisis de Temperaturas y Presiones.

Monitorización eléctrica.

Análisis de Fallos.

Análisis de la dinámica operacional.

Monitorización discontinua:

Termografías.

Tribología.

Inspecciones Visuales.

Esta metodología aplicable al material rodante del tranvía se podría utilizar una vez la unidad de mantenimiento este consolidada y se realice una transición entre la empresa que realizara el plan de mantenimiento inicial de las unidades el mismo que consta en el **Anexo 1**.

El mantenimiento de las instalaciones fijas podría ser realizado por modelos de mantenimiento los cuales deberán ser analizados con un diagrama de flujo de criticidad de componentes y así definir el modelo de mantenimiento acorde a cada equipo del sistema tranviario, las estrategias de mantenimiento predictivo también pueden ser aplicadas en las instalaciones fijas, una vez determinados los activos que ameriten esta metodología de mantenimiento, como ya se indicó antes depende totalmente del contexto operacional al cual se designen los componentes del sistema tranviario.

3.4 MANTENIMIENTO APLICABLE A INSTALACIONES FIJAS

El modelo de mantenimiento aplicable a instalaciones fijas deberá en su etapa inicial regirse por modelos de mantenimiento progresivos, la justificación de la misma radica en que se debe definir al iniciar el mantenimiento en un proyecto de estas características es el contexto operacional que va a cumplir cada sistema al cual se va analizar. Las instalaciones fijas son sistemas en si por lo que sus componentes requieren diferentes tipos de mantenimiento por lo tanto no se puede aplicar una metodología única, lo que se usa en instalaciones en su etapa inicial es modelos de mantenimiento progresivo, los cuales son un inicio para en el mediano plazo poder realizar un escalonado progresivo a metodologías de mantenimiento como RCM (GARCIA, 2003), se podría aplicar a mediano plazo métodos basados en los pilares del TPM como mantenimiento autónomo (TAVARES, 1996).

En la figura 3.4 se muestran las instalaciones fijas del proyecto tranviario.



Figura 3.4: Instalaciones fijas tranvía de los 4 ríos de Cuenca. Fuente (El Autor)

El mantenimiento para este tipo de instalaciones deberá ser enfocada a la máxima disponibilidad, por lo cual los modelos de mantenimiento se ajustan perfectamente a esta política de mantenimiento.

Los modelos de mantenimiento aplicables para instalaciones fijas son los siguientes:

- Modelo correctivo.
- Modelo Condicional.
- Modelo Sistemático.
- Modelo de alta disponibilidad.
- Mantenimiento Legal.
- Mantenimiento subcontratado

Los mismos pueden ser representados de mejor manera en la figura 3.5

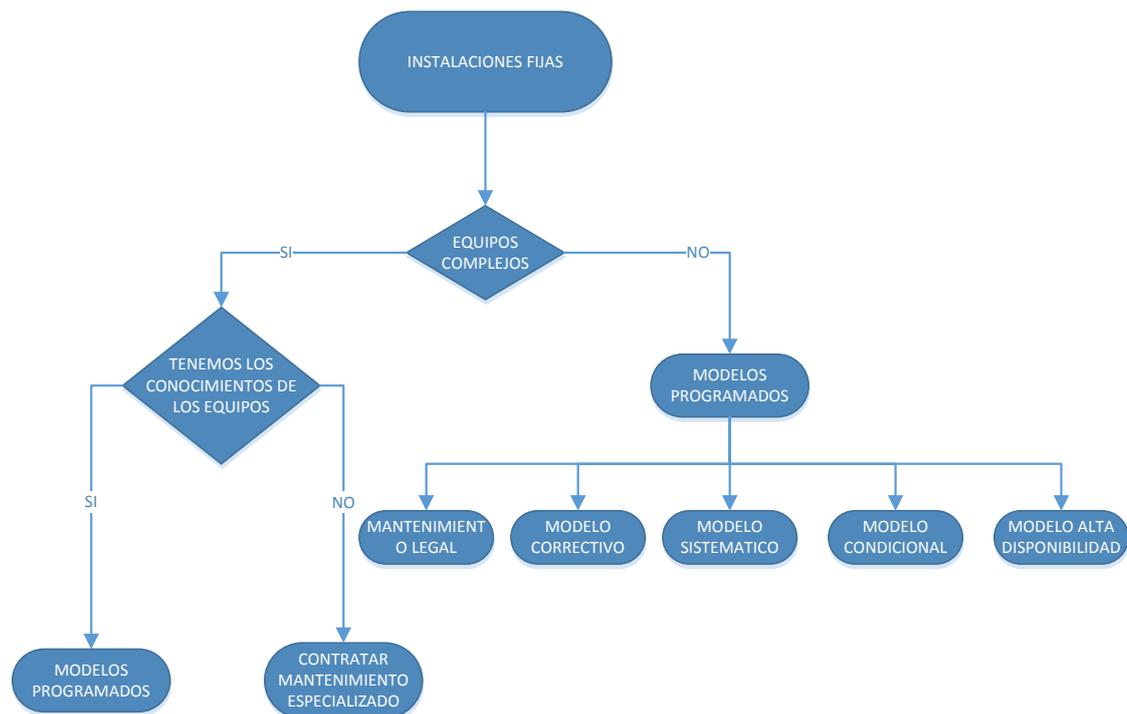


Figura 3.5. Tipos de modelos de mantenimiento para instalaciones fijas. Fuente: (GARCIA, 2003)

El objetivo de estos modelos de mantenimiento es tener los sistemas tranviarios operativos y con disponibilidad acorde a lo estipulado en el (anexo d.3 fiabilidad,

disponibilidad, mantenibilidad y seguridad especificaciones técnicas completas GAD municipal de Cuenca)

3.5 MANTENIMIENTO APLICABLE A MATERIAL RODANTE.

Para caracterizar se lo ha dividido en diferentes grupos, los cuales son:

- Climatización
- Equipo de tracción y frenado
- Suspensión
- Alimentación
- Equipo de frenado
- Sistema de puertas
- Accesorios y equipos de seguridad.
- Comunicación
- Carrocería y cristalería.

Fuente: (JARAMILLO & MATAILO, 2016)

Sobre los tipos de mantenimiento disponible y revisando la información sobre los tipos de mantenimiento usados frecuentemente por las empresas que prestan el servicio de mantenimiento de sistemas tranviarios a manera de plan de mantenimiento se maneja las siguientes metodologías y procedimientos para mantener las unidades siempre operativas.

- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Correctivo.
- Grandes revisiones o renovaciones.
- Vandalismo y accidentes.
- Limpieza.

Estos mantenimientos son los propuestos por las empresas que dan un mantenimiento comercial a los sistemas tranviarios (VASQUEZ, 2007)

El GAD municipal de la ciudad de Cuenca dispone de un modelo de mantenimiento preventivo de material rodante el mismo está detallado en el **Anexo 1**, el cual contempla un período de servicio en función del kilometraje o meses de servicio que realice el tranvía. Sin embargo no se dispone de un modelo de gestión de mantenimiento correctivo. El presente estudio aportará con procedimientos metodológicos que permitirán gestionar eficientemente el ciclo integral del mantenimiento del material rodante.

Es importante también analizar las consideraciones de la norma UNE- EN- 50126-1:2005 “Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 1: Requisitos básicos y procesos genéricos”, la cual considera:

La interacción de la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad ferroviaria.

Se ocupa de cuestiones específicas ferroviarias.

Gestiona eficientemente los conflictos generados en el mantenimiento ferroviario.

La norma vigente es usada en los planes de mantenimiento de las empresas que se dedican a este oficio ya que es la normativa vigente en Europa y se toma de referencia a nivel mundial (ARQUES, 2009).

Es totalmente aplicable a sistemas nuevos por lo tanto podría aplicar perfectamente en el caso del tranvía de la ciudad de Cuenca ya que el mismo es un proyecto en construcción por lo que todos sus componentes son nuevos.

Considera los factores humanos, logísticos y de gestión de mantenimiento para poder realizar un plan de mantenimiento factible y eficiente.

Los factores que inciden en la misma se indican en la figura 3.6

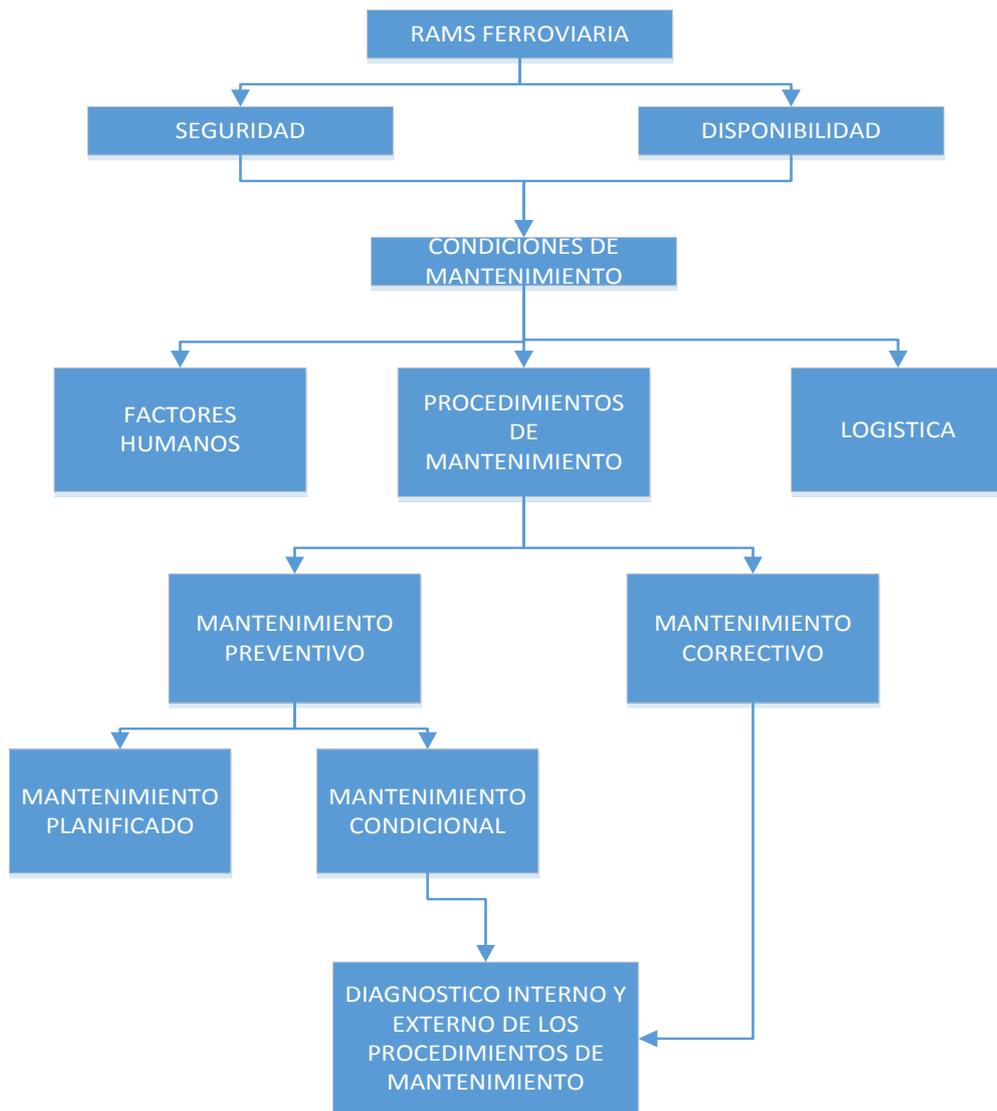


Figura 3.6. Factores que influyen en el mantenimiento en la RAMS ferroviaria.

Fuente: (El Autor).

La norma UNE- EN- 50126-1:2005 es la versión en español de la norma europea vigente EN 50126:1999.

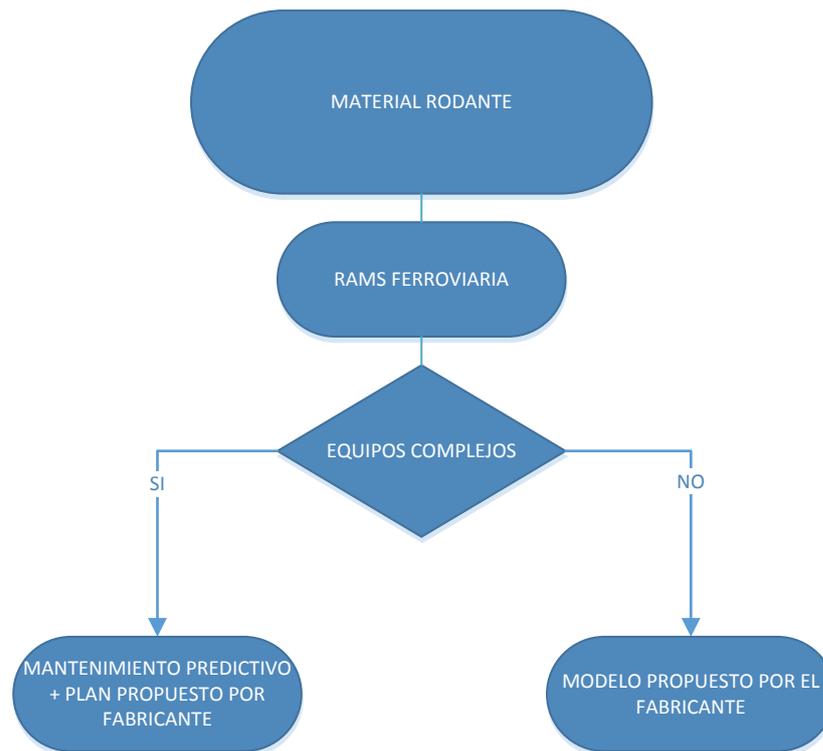


Figura 3.7: Esquema de mantenimiento propuesto para material rodante.
Fuente: (El Autor).

En una etapa inicial el mantenimiento predictivo sería un acompañamiento para comprobar la gestión de mantenimiento de la empresa subcontratada, no se consideran mantenimientos correctivos debido a que todo el mantenimiento de material rodante será subcontratado, el deber de la unidad de mantenimiento tranviaria será el de supervisar los trabajos y desarrollar técnicas de mantenimiento predictivo para los activos más importantes del material rodante.

El plan de mantenimiento sugerido para el material rodante deberá mantener el análisis RAMS de los equipos basados en la norma UNE EN-50126 1:2005 “aplicaciones ferroviarias especificación y demostración de la confiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS)”.

La cual dará el punto de partida sobre los activos a los cuales se deberá dar un mantenimiento prioritario y sobre los cuales se podrá dar un mantenimiento diferenciado (ARQUES 2009), para ser efectivo el análisis RAMS el sistema tranviario debe estar en funcionamiento pleno como se representa en la figura 3.5

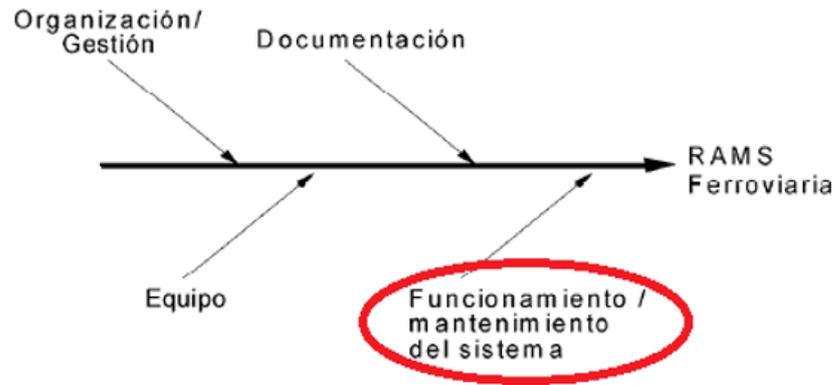


Figura 3.8. Diagrama causa-efecto para el correcto funcionamiento de la RAMS ferroviaria. Fuente: (El Autor).

El estudio realizado por NOWLAN, 1978 Considera pertinente el uso de las curvas de desgaste para acompañar el análisis predictivo de equipos o sistemas, los cuales podrían ahorrar tiempo valioso a la unidad de mantenimiento en la determinación de los fallos de los equipos del material rodante. En la figura 3.9 se indica los tipos de desgaste:

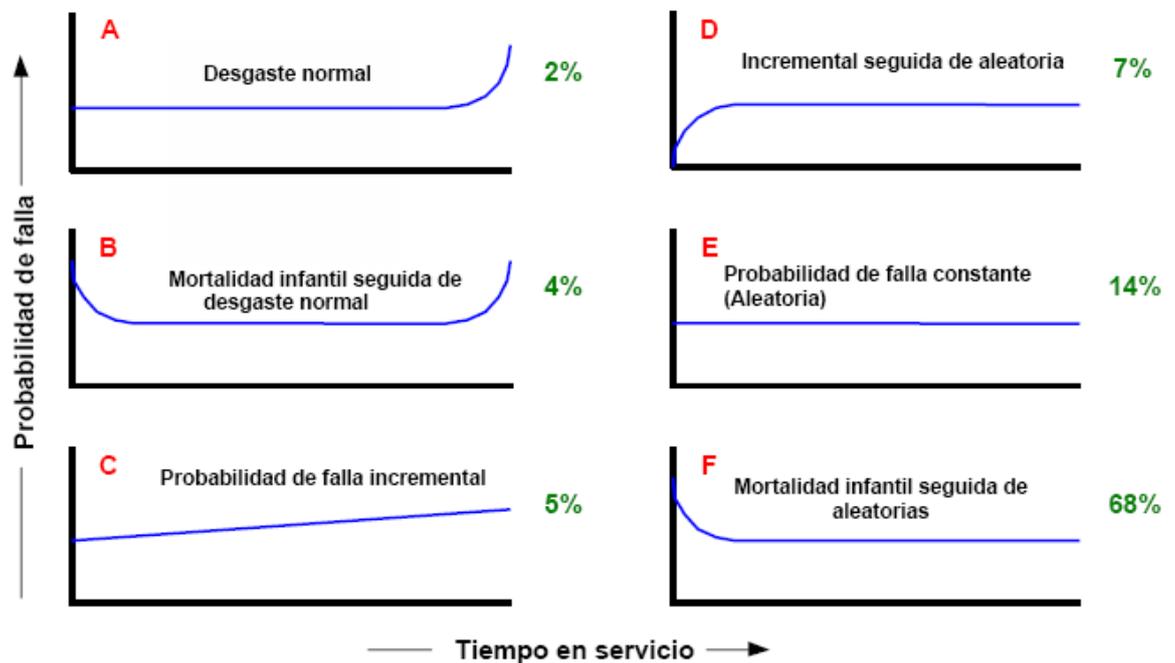


Figura 3.9 análisis de curvas de desgaste Fuente: (NOWLAN, 1978).

Curva A. Ejemplo: sistemas electrónicos discretos.

Curva B Ejemplo: equipos mecánicos históricos.

Curva C. Ejemplo: equipos o sistemas sometidos a corrosión.

Curva D. Ejemplo: equipos electrónicos digitales.

Curva E. Ejemplo: rodamientos bien diseñados.

Curva F. Ejemplo: equipos o sistemas hidráulicos y neumáticos de diseño actual.

La conclusión obtenida del estudio de curvas es que sólo un **6%** siguen el desarrollo de fallos según las curvas **A+B**, y sólo en éstas, será efectivo la aplicación de los mantenimientos preventivos.

Por lo tanto, existe otro 94% de fallos que debido a su alta componente aleatoria de aparición de los fallos no merece la pena hacerle mantenimiento preventivo. Éste sólo inducirá en la aparición de nuevos fallos por la manipulación innecesaria de los equipos y producirá un aumento en los costos por mantenimiento preventivo (ARQUES, 2009).

En la figura 3.10 se muestra las curvas que componen la curva de Davies.

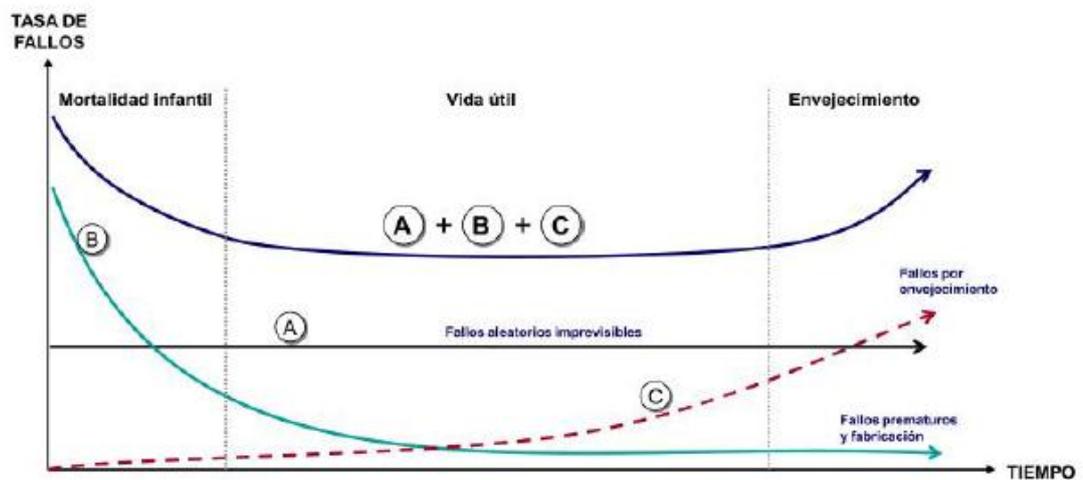


Figura 3.10: Curvas que componen la llamada Curva de Davies, Fuente: (ARQUES, 2009).

Una estrategia para poder remediar los fallos de estas curvas se puede apreciar en la figura 3.11



Figura 3.11: Remediaciones a los componentes de curvas ABC. Fuente: (El Autor).

La conclusión del análisis de las curvas de falla nos puede dar un indicativo en las tareas preventivas que haga el proveedor de mantenimiento de material rodante y de esta manera determinar cuáles son recurrentes y no ayudaran a prolongar la vida útil de los componentes (ARQUES, 2009), estas actividades que se pueden realizar disminuirán considerablemente los costos del plan de mantenimiento subcontratado y ayudará a implementar un plan propio en el largo plazo

La criticidad de los componentes del sistema en función de los intereses de la unidad de mantenimiento del proyecto tranviario se podrá determinar una vez estos estén en funcionamiento, dependerá del contexto operacional que se dé a estos y principalmente la visión de la dirección de mantenimiento para poder realizar las operaciones de mantenimiento de manera exitosa.

Adicional a esto para poder determinar la criticidad de cada componente del sistema tranviario y su mantenimiento asociado se puede utilizar el siguiente diagrama de flujo representado en la figura 3.12

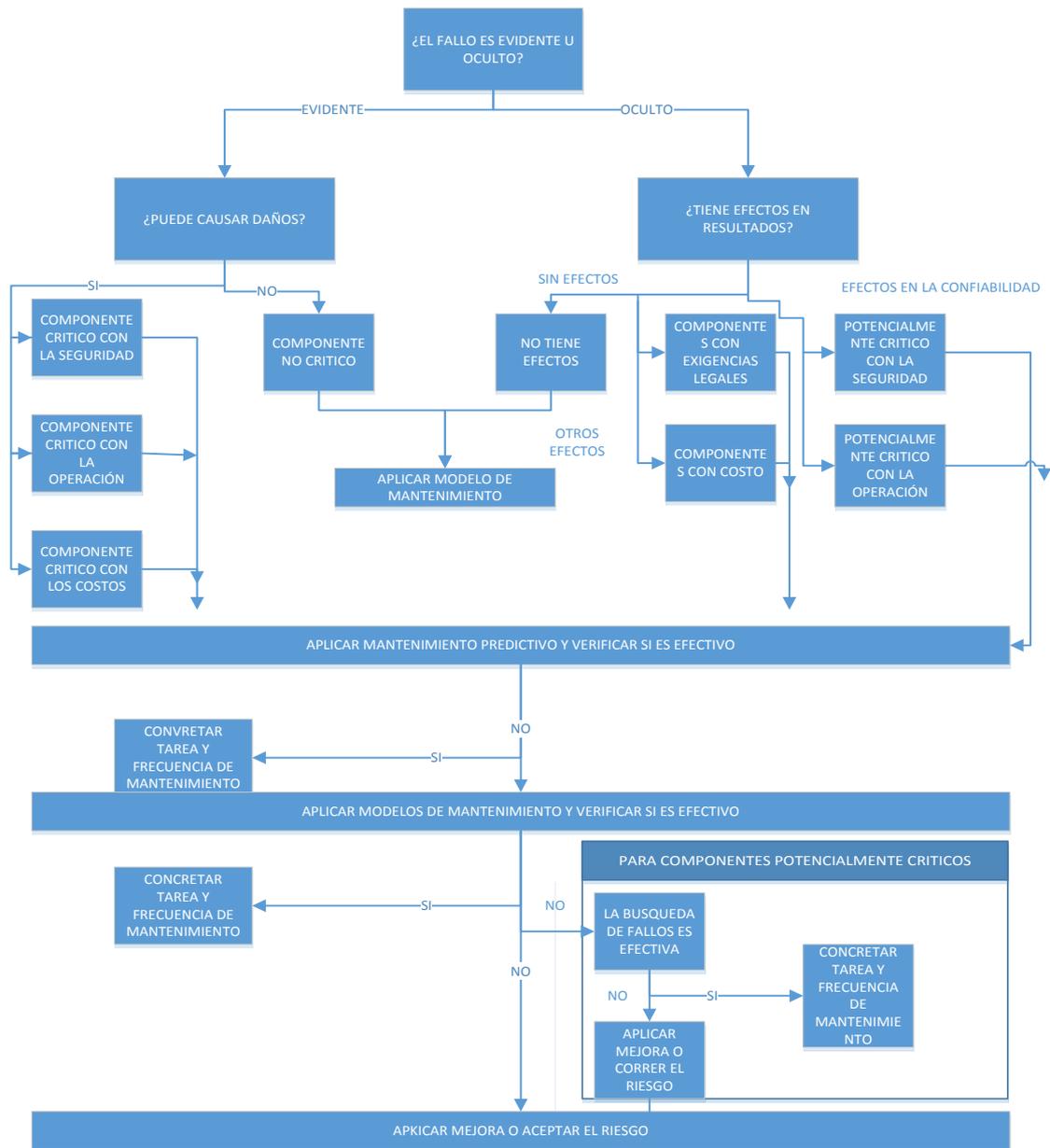


Figura 3.12: Diagrama de flujo para determinar la criticidad de los componentes de un equipo y las clases de mantenimiento asociadas Fuente: (El Autor).

El esquema de actividades de mantenimiento estaría definido de la siguiente manera en la figura 3.13.

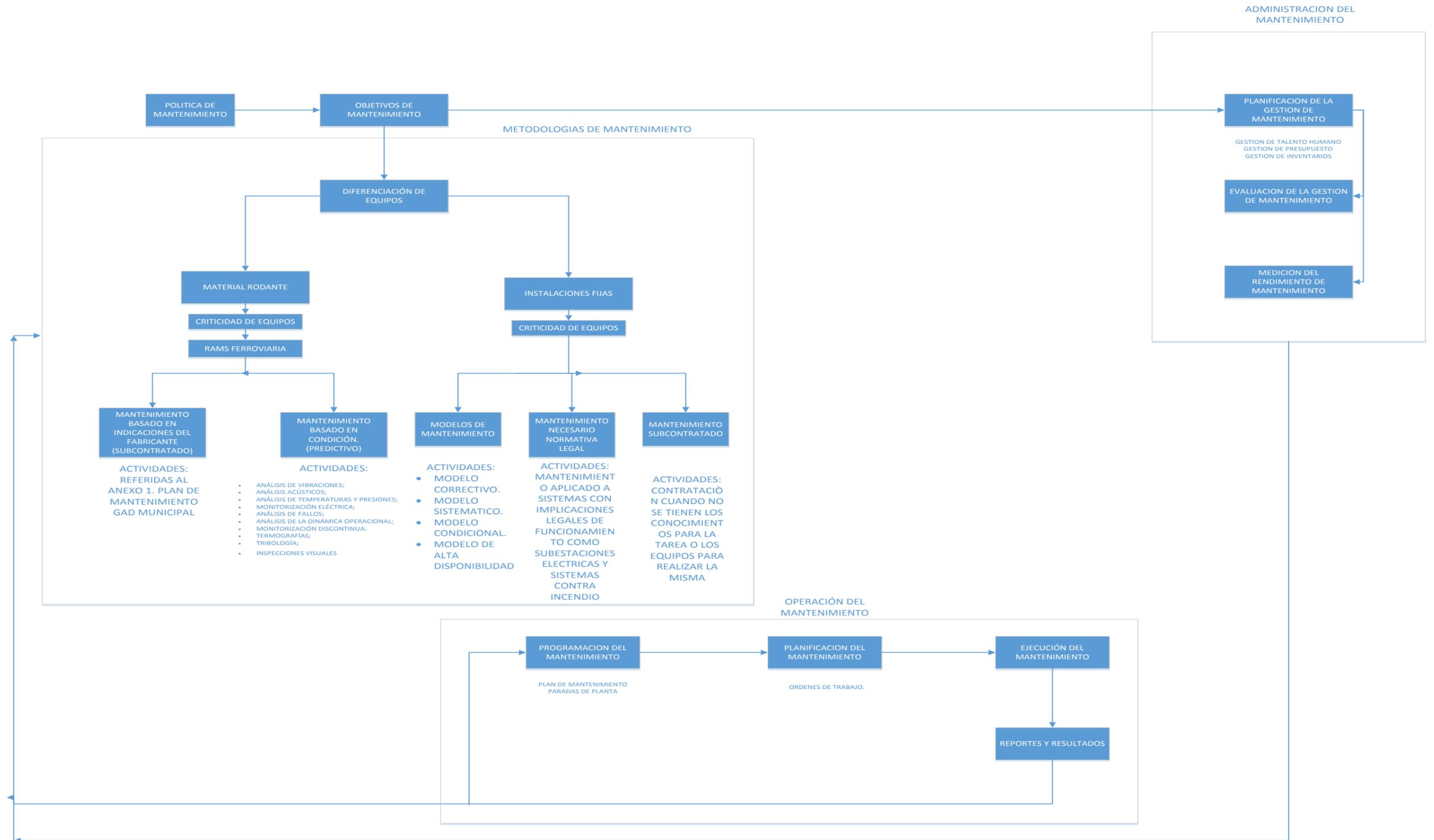


Figura 3.13: Esquema de actividades de mantenimiento para sistemas tranviarios. (Fuente: el Autor).

3.6 Discusión y análisis del capítulo 2.

La evidencia recopilada nos indica que el camino indicado para poder realizar una gestión de mantenimiento viable es realizar un plan de mantenimiento paralelo al plan del o de los proveedores, considerando que inicialmente las tareas serán subcontratadas no es posible realizar inicialmente un plan de mantenimiento, tampoco sería deseable ya que los conocimientos sobre el mantenimiento en las instalaciones fijas y en el material rodante son escasas a nivel local se recomienda capacitarse en los temas relevantes a la gestión de mantenimiento tranviario y en un tiempo prudencial, de preferencia en la transición de las garantías de los equipos poder ya realizar tareas básicas de mantenimiento en las instalaciones fijas, una vez los conocimientos se puedan consolidar se realice el escalonamiento de actividades de mantenimiento hasta que la unidad de mantenimiento del proyecto tranvía las asuma totalmente.

En el caso del material rodante la recomendación es que se utilice técnicas de mantenimiento predictivo en los activos que ameriten esta metodología y documentar las mismas para en el mediano plazo determinar la vida útil real de esos activos y basar el mantenimiento y las adquisiciones de repuestos en función de esta información con el objetivo de disminuir costos y ser más eficientes en las tareas de mantenimiento que se puedan realizar.

Asumir las funciones de mantenimiento de material rodante será una tarea más compleja, considerando que es el único proyecto de estas características en el país por lo que la gestión de mantenimiento en material rodante tranviario a nivel nacional es inexistente.

Se deberá como en el caso de las instalaciones fijas una transición de funciones para en el largo plazo poder dominar las tareas inherentes al mantenimiento de material rodante y poder asumirlas totalmente por la unidad de mantenimiento del proyecto tranvía.

Esto se podrá realizar únicamente si existe la visión y compromiso de la gerencia del proyecto tranvía para dar los recursos necesarios en la capacitación del personal que realizará las funciones de mantenimiento.

4. CAPITULO 3: PROPUESTA DEL MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA SISTEMAS TRANVIARIOS.

En este capítulo se realizará la propuesta de gestión de mantenimiento para sistemas tranviarios el cual abarcará las metodologías de mantenimiento más adecuadas para las instalaciones fijas y material rodante.

4.1 Propuesta de gestión de mantenimiento para sistemas tranviarios.

El siguiente modelo de gestión de mantenimiento tiene una estructura cerrada, con lo cual se puede realimentar el modelo de gestión en base a sus resultados y si amerita, poder modificar los puntos de los mismos. El modelo se representa en la figura 4.1

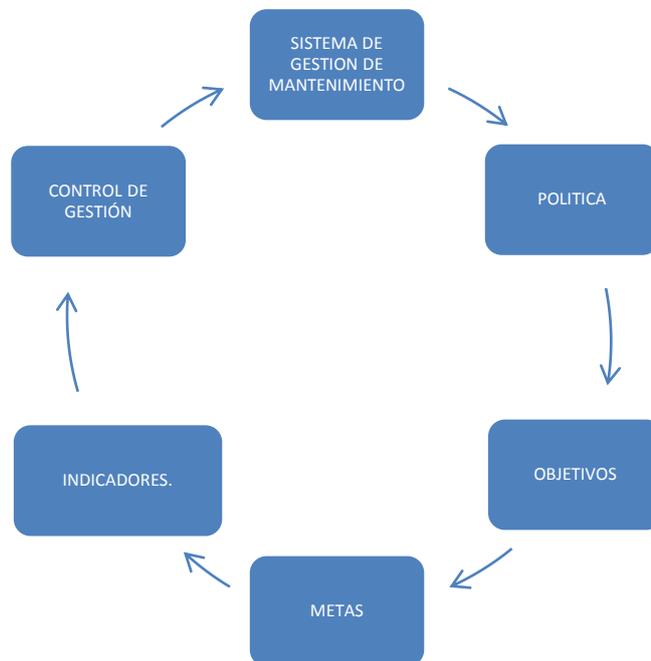


Figura 4.1 Ciclo del sistema de gestión de mantenimiento. Fuente: (El Autor).

4.1.1 Política.

Enfocar el mantenimiento a la máxima disponibilidad, la misma que primeramente deberá separar las instalaciones fijas y material rodante, para las instalaciones fijas la política de mantenimiento será la de proponer modelos de mantenimiento progresivo.

Para el material rodante la política de mantenimiento será la de realizar el acompañamiento del plan de mantenimiento propuesto por el fabricante y aplicar mantenimiento predictivo en donde sea conveniente para los intereses de la dirección de mantenimiento.

Para determinar los tipos de mantenimiento a aplicar se deberá codificar los activos y realizar un análisis de criticidad para designar prioridad de recursos, realizar la metodología de mantenimiento según la disponibilidad definida por los pliegos contractuales para lo cual se utilizará un diagrama de decisión para este efecto.

Para contratar un servicio de mantenimiento a un prestador externo, la política de mantenimiento será de realizar un análisis con un diagrama de criterio para la subcontratación, una vez determinada la necesidad del servicio y el no tener la capacidad para realizar el mismo se dispondrá la contratación de un prestador externo del servicio requerido

4.1.2 Objetivos.

Determinar frecuencias de tareas de mantenimiento de los activos que conforman el proyecto tranviario, así como su respectiva metodología, levantar información relevante sobre los activos y sistemas y de esta manera tener un plan de mantenimiento definido acorde al contexto operacional de este proyecto en particular.

Utilizar mantenimiento predictivo para aumentar la vida útil de componentes críticos, costosos y de difícil disponibilidad para poder garantizar la disponibilidad del sistema a mediano y largo plazo.

4.1.3 Meta.

Lograr un modelo de mantenimiento sostenible a largo plazo respetando los procesos inicialmente establecidos en combinación con técnicas avanzadas de mantenimiento, sin descuidar la seguridad de los pasajeros y operadores del sistema.

4.1.4 Indicadores.

Tiempo medio entre fallas.

Tiempo para reparar.

Disponibilidad.

Confiabilidad.

Mantenibilidad.

4.2 Identificación de los activos.

Los equipos deben ser claramente identificados y separados por tipos, los cuales están representados en grandes grupos para poder facilitar el modelo de

identificación inicial, el mismo abarca todos los equipos, los mismos que se podrían representar de la misma manera.

Los activos se identifican en la figura 4.2

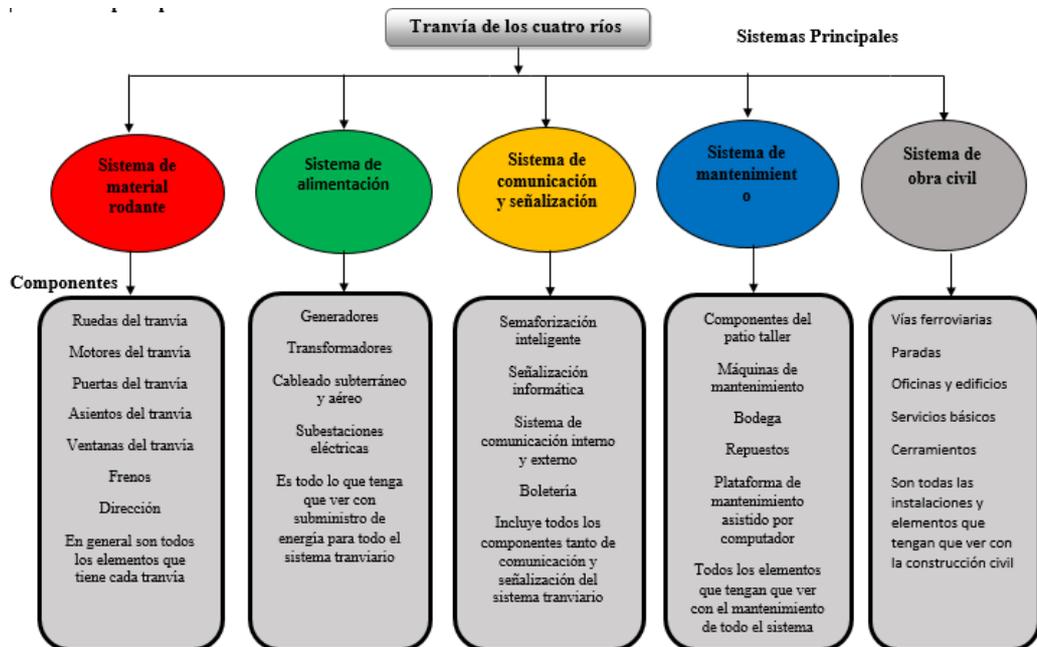


Figura 4.2. Clasificación de activos propuesta del tranvía de los 4 ríos de cuenca.

Fuente: (JARAMILLO & MATAILO, 2016).

4.3 Codificación.

Sobre los activos lo más práctico sería realizar una codificación por área para de esta manera poder localizarlos de una manera más rápida. Una vez realizado el levantamiento de todos los activos que se crean necesarios se asignará un código único el mismo que facilita su localización y dará información importante del mismo como: históricos de fallos e intervenciones, calcular indicadores referidos a cada área y el control de costos.

Sobre esta se podría definir 2 tipos de codificaciones adaptadas de la norma **UNE – EN ISO 14224:2006** “industrias del petróleo, petroquímica y de gas natural. Recogida e intercambio de datos de mantenimiento y confiabilidad de equipos”, sin embargo la codificación de la norma podría ser aplicada en cualquier industria ya que el modelo de codificación es genérico, el mismo que designa código, tipo y ubicación.

Códigos simples: los mismos que no dan una información adicional sobre el equipo más que su identificación.

Complejos o inteligentes: los mismos que nos presentan una información completa y complementaria del activo sobre el cual se averigua.

Las Ventajas de un código simple es que con tres o cuatro números es completamente identificable, estos códigos son muy utilizados en las industrias ya que permite entender los mismos fácilmente.

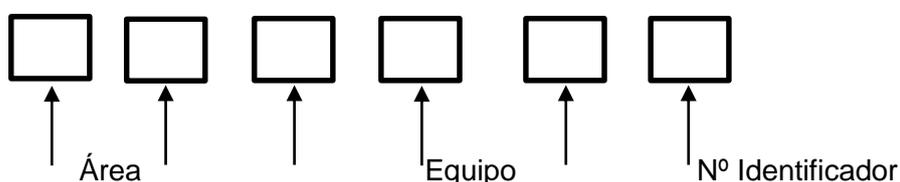
La desventaja del mismo es que al ser un código sencillo es muy difícil asociar si hay equipos redundantes por lo que se requiere siempre tener una lista a la mano lo que vuelve improductivo el trabajo.

En el sistema de códigos complejos o inteligentes se debería identificar el activo, su localización, familia a la que pertenece y toda la información que se crea conveniente.

La desventaja es que a más información relevante más grande es el código.

Para poder identificar un activo se debería colocar información útil, la misma que puede ser fácil de identificar, entonces se podría codificar los activos del proyecto tranvía de la siguiente manera:

Codificación de equipos.



La codificación de los activos tranviarios se muestra en la tabla 4.1

CODIGO	TIPO DE EQUIPO	AREA UBICADA
CL	Climatización	PT (PATIO TALLER)0.1
ETF	Equipo de Tracción-Frenado	SE(SUBESTACIÓN)0.7
SPS	Suspensión	PAR 1. (PARADA 1)1.2
AL	Alimentación	AM (AREA DE MONITORIZACIÓN)2.1
BR	Equipo de frenado	TRAM 1. (TRANVIA 1)3.1

DS	Sistema de puertas
AS	Accesorios y equipos de seguridad
COM	Comunicación.
CYC	Carrocería y Cristalería
EST	Estaciones de pasajeros
LUM	Iluminación de áreas públicas
MED T	Sistema de acometida 66/20kV
AT	Sistema de energía AT
CAT	Sistema de electrificación y catenaria
LAC	Sistema con línea aérea de contacto
SET	Sistema de energía de tracción
DME D	Distribución de 22kV
AL AUX	Alimentación auxiliar
SCO M	Sistema control comando
SBTL	Baja tensión en locales y armarios de señalización
CYS	Comunicación y señalización
BLB	Grabador de eventos
RSYS	Sistema de radio
OCC	Centro de control de operaciones OCC
SELR	Equipos de señalización para selección de rutas
SCC	Equipos de señalización de calle para prioridad de cruce
AVLS	Equipos AVLS (Sistema automático de localización de vehículos)
DTCK	Billeteaje y boletería
APS	APS

SES	Sistema de enclavamiento-señalización
ASC	Armarios del sistema centralizado de enclavamiento y línea de depósito
DTR	Sistema de detección de tranvía en la vía
IHM	IHM selección de ruta
AEV	Armarios de la vía
SEM F	Sistema de semaforización
SCY CT	Sistema de control supervisión y comunicaciones
SAE	Sistema SAE
SAV	Sistema de información al viajero
TF	Torno en fosa
AD	Arenero distribución
WM	Máquina de lavado
GH	Gatos hidráulicos
PG	Puente grúa
CP	Cabina de pintura
LB	Lavado de bogíes
GE	Grupo electrógeno
BV	Biviales
CAR	Vehículos
CAR P	Transporte pesado

Tabla 4.1: Formato de codificación sugerida para sistema tranvía de los cuatro ríos de Cuenca Fuente: (JARAMILLO & MATAILO, 2016).

Área: refiere al sector donde se ubicaría, la misma que de preferencia se puede representar con un número.

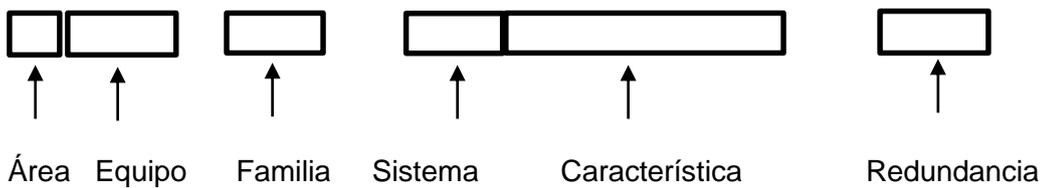
Equipo: para identificar el mismo de preferencia se utiliza abreviaturas de 2 o 3 letras para poderlo identificar.

Nº identificador: es el número para asignar en caso de que exista más de un equipo en la misma área

Así podemos realizar los siguientes ejemplos

CODIGO	DESCRIPCION
1. CL 0.1	SISTEMA DE CLIMATIZACION 1 UBICADO EN EL PATIO TALLER
2.ETF. 3.1	Equipo de Tracción-Frenado 2 UBICADO EN EL TRANVIA NUMERO 1
1. SPS. 3.7	Suspensión 1 UBICADO EN EL TRANVIA NUMERO 7
2. AL. 2.1	Alimentación 2 UBICADA EN EL AREA DE MONITORIZACIÓN

Una vez realizado este levantamiento de Códigos se puede optar por una codificación de elementos para lo cual se podría utilizar el siguiente criterio.



Un código para elemento el mismo que forma parte de un equipo podría definirse de la siguiente manera:

Los 6 primeros códigos se mantienen y permanecen en los apartados de área y equipo.

Para el apartado Familia se utilizaría una letra del abecedario para identificar el mismo o dos letras si amerita el caso.

Ejemplo:

Codigo	Familia
M	MOTOR
A	ACTUADOR
V	VALVULA
I	INSTRUMENTO
E	COMPONENTE ELECTRICO
P	PIEZA MECANICA
F	FILTRO

Para el sistema se utilizaría máximo 3 caracteres para identificar el mismo.

Ejemplo:

Codigo	Sistema
BHU	BOMBA HIDRULICA
TPM	TRANSFORMADOR
EVP	EVAPORADOR
ELV	ELECTROVENTILADOR
KLP	CALIPER
LTC	LECTOR CODIGO DE TICKETS
TMD	TABLERO DE TRANSFERENCIA

Característica, se define con máximo 7 caracteres si tiene alguna característica específica.

Codigo	Caracteristica
A.E.R.M	AJUSTE ESPECIFICO REFERIRSE MANUAL SERVICIO
R.E.E	REFRIGERANTE ESPECIFICO ECOLOGICO
U.E.A.E.T	USAR HERREMIENTAS ANTI ESTÁTICA
P.B.S.	PURGAR ANTES DE ENCENDER
T.F.A	TORNILLOS FIJACIÓN ANTIHORARIA

La última casilla se define como redundancia y es aplicable solo cuando existe más de un componente en el mismo sistema.

Los equipos indicados en las tablas anteriores están puestos a manera de ejemplo, la dirección de mantenimiento del proyecto tranviario deberá decidir cómo lo implementa a la totalidad de los activos del sistema ya que los mismos deben ser realizados de manera individual, es decir, no se codifica activos completos sino despiezados cada uno de ellos por lo cual los ejemplos aquí indicados son referenciales y en el futuro podrán decidir si los implementan de manera total o parcial a cada equipo que compone el sistema tranviario.

4.4 Modelo de gestión de mantenimiento.

Una vez revisada la información relevante se podría aplicar un modelo compatible para el mantenimiento del sistema tranviario de la ciudad de Cuenca el cual se desarrolla a continuación.

4.5 Selección de activos y criticidad.

Para determinar los activos más críticos se debería basar en un criterio específico ya que por la complejidad del proyecto no es posible ni económicamente ni técnicamente dar la misma criticidad a todos los activos.

Debería definirse el contexto operacional de cada componente para poder dar la criticidad adecuada, el mismo se podría realizar solo cuando el proyecto esté en funcionamiento.

Para dar un criterio de criticidad se podría realizar las siguientes apreciaciones.

A.- Equipos Críticos. Son aquellos que representan pérdidas muy grandes para la empresa.

B.- Equipos importantes. Son equipos en los que su parada, avería o mal funcionamiento son considerables pero la empresa puede asumir las consecuencias.

C.- Equipos prescindibles. Son equipos que de fallar no representan una amenaza de funcionamiento y que pueden ser reemplazados sin problema o se puede prescindir de ellos mientras se consigue otro.

La valoración de criticidad también tiene que considerar 4 aspectos fundamentales y de como un activo afecta en su entorno, los mismos son:

Seguridad y medio ambiente.

Producción.

Calidad.

Mantenimiento.

Se podría determinar la criticidad de los activos con la matriz indicada en la figura 4.3

ANÁLISIS DE CRITICIDAD				
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de transportación.	Es clave para la la calidad de servicio	Alto costo de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de quejas de usuarios	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consume una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la transportación, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes).	Afecta a la calidad de servicio, pero habitualmente no es problema	Costo Medio en Mantenimiento
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en plan de transportación	No afecta a la calidad de servicio	Bajo costo mantenimiento

Figura 4.3: Análisis de criticidad de equipos sugerido, (ARQUES 2009).

4.6 Modelos de mantenimiento propuestos para instalaciones fijas.

Una vez adquiridas destrezas específicas en mantenimiento de los diferentes equipos que conforman el sistema tranviario se podrá usar los modelos de mantenimiento propuestos, los mismos no responden a una metodología de mantenimiento única sino son un conjunto de metodologías las mismas que pueden ayudar al mantenimiento integral de los sistemas y equipos, estas se podrían aplicar en el sistema tranviario y son los siguientes:

Modelo correctivo.

Modelo Condicional.

Modelo Sistemático.

Modelo de alta disponibilidad.

Mantenimiento Legal.

Mantenimiento subcontratado.

4.6.1 Modelo Correctivo. Este es el modelo más básico de mantenimiento, se aplica a equipos que necesitan poca atención ya que únicamente se realiza tareas básicas para el funcionamiento del equipo.

Las actividades que se realiza en este modelo de mantenimiento son:

Inspecciones visuales.

Lubricación.

Reparación de averías.

4.6.2 Modelo Condicional.- Este modelo recoge las tareas del mantenimiento anterior además de una serie de pruebas con las que si detectamos una anomalía (temperatura anormal, ruidos extraños, etc.) planificamos una reparación, caso contrario no se interviene en el mismo, se utiliza en equipos importantes pero que su posibilidad de fallo es muy baja.

Las actividades que se realizan son las siguientes:

Inspecciones visuales.

Lubricación.

Mantenimiento basado en condición.

Reparación de averías.

4.6.3 Modelo Sistemático.- Al igual que los anteriores modelos se recoge las tareas de mantenimiento y se adiciona tareas preventivas específicas ya que este modelo de mantenimiento es muy utilizado en equipos de complejidad media que podrían traer problemas al sistema tranviario por lo que se realizaran mediciones y pruebas y sin importar el estado o uso de los equipos ya que el mismo no tiene un cronograma fijo a diferencia de los modelos anteriores no tiene que presentarse una falla para intervenir en el equipo.

Las actividades que se realizan son las siguientes:

Inspecciones visuales.

Lubricación.

Mantenimiento preventivo sistemático.

Mantenimiento Condicional.

Reparación de averías.

4.6.4 Modelo de Alta disponibilidad.- Es un modelo de alta exigencia ya que en el mismo se deben aplicar técnicas de mantenimiento basado en condición de funcionamiento y parados ya que la disponibilidad de estos equipos es superior al 90% ya que una falla en estos equipos supondrá una pérdida sensible en el funcionamiento del sistema tranviario.

En este mantenimiento no se hace mantenimientos correctivos ya que con las intervenciones que se realizan se busca llegar a un sistema cero fallos ya que por lo general no se dispone de tiempo para un mantenimiento correctivo largo, para paliar esto se realizan reparaciones rápidas en marcha y se mantiene el equipo funcional hasta la próxima parada general del mismo.

Este mantenimiento se podría aplicar cuando se realizan grandes renovaciones o reparaciones complejas de un conjunto grande de equipos una vez definido el contexto operacional de los mismos y respetando los rangos de disponibilidad de los pliegos que posee el GAD municipal.

Las actividades que se revisan son las siguientes:

Inspecciones visuales.

Lubricación.

Reparación de averías (paliativas).

Mantenimiento condicional.

Mantenimiento sistemático

Puesta a cero periódica en fecha determinada. (Parada de equipo).

4.6.5 Mantenimiento Legal.- Son actividades de mantenimiento que se los realizan para mantener las normativas legales vigentes en el país sobre seguridad y salud ocupacional, las mismas que se pueden enumerar de la siguiente manera en un sistema tranviario.

Instalaciones de Media y alta tensión.

Instalaciones contra incendios.

Equipos de medición específica, vibración o radiación.

4.6.6 Mantenimiento Subcontratado.- Para este tipo de mantenimiento se debería recurrir cuando pase las siguientes condiciones:

No se tiene los conocimientos suficientes.

No se dispone de las herramientas o equipos necesarios.

Adicional a este criterio, dependerá la visión de la gerencia del proyecto y de un análisis costo beneficio para determinar a mediano y largo plazo si la subcontratación de servicios será la metodología adecuada para el proyecto (GARCIA 2003). Se podría utilizar la figura 4.4 indicada a continuación.

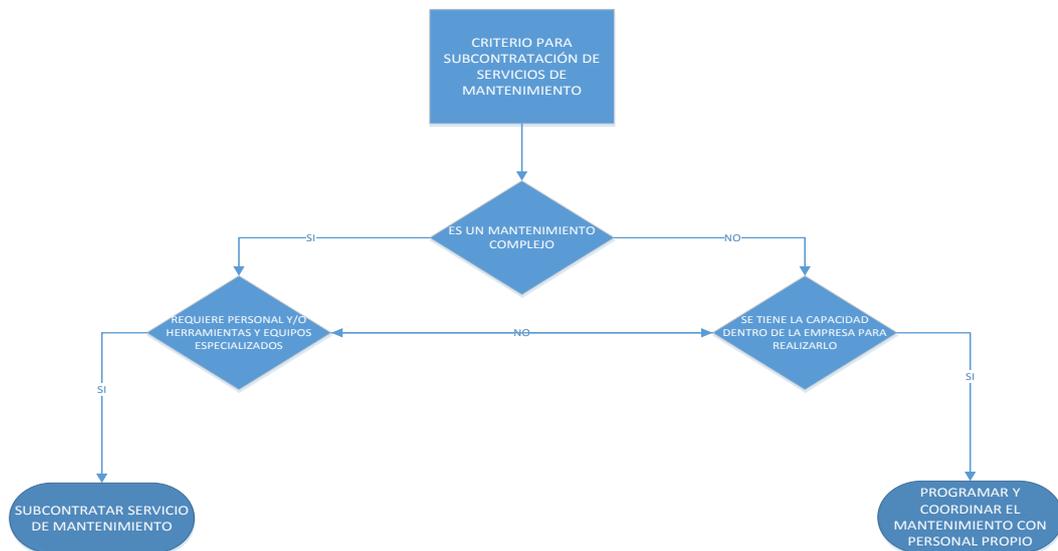


Figura 4.4: Criterio para realizar la subcontratación de servicio de mantenimiento (Fuente: el Autor)

4.7 Selección de modelo de mantenimiento en base al análisis de criticidad.

Para realizar un análisis más objetivo de los equipos se debe realizar un análisis de decisión en función de la matriz de criticidad y de los modelos de mantenimiento disponible para optimizar los recursos disponibles en el presupuesto anual de mantenimiento.

Para esto podremos deducir que para la selección de mantenimiento a los equipos críticos obligatoriamente utilizaremos modelos programados de mantenimiento, para modelos prescindibles como ya se había indicado se utilizará un modelo únicamente correctivo.

Para equipos importantes en cambio se debe utilizar una matriz de decisión para poder determinar el mantenimiento más idóneo, la misma se indica en la figura 4.5.

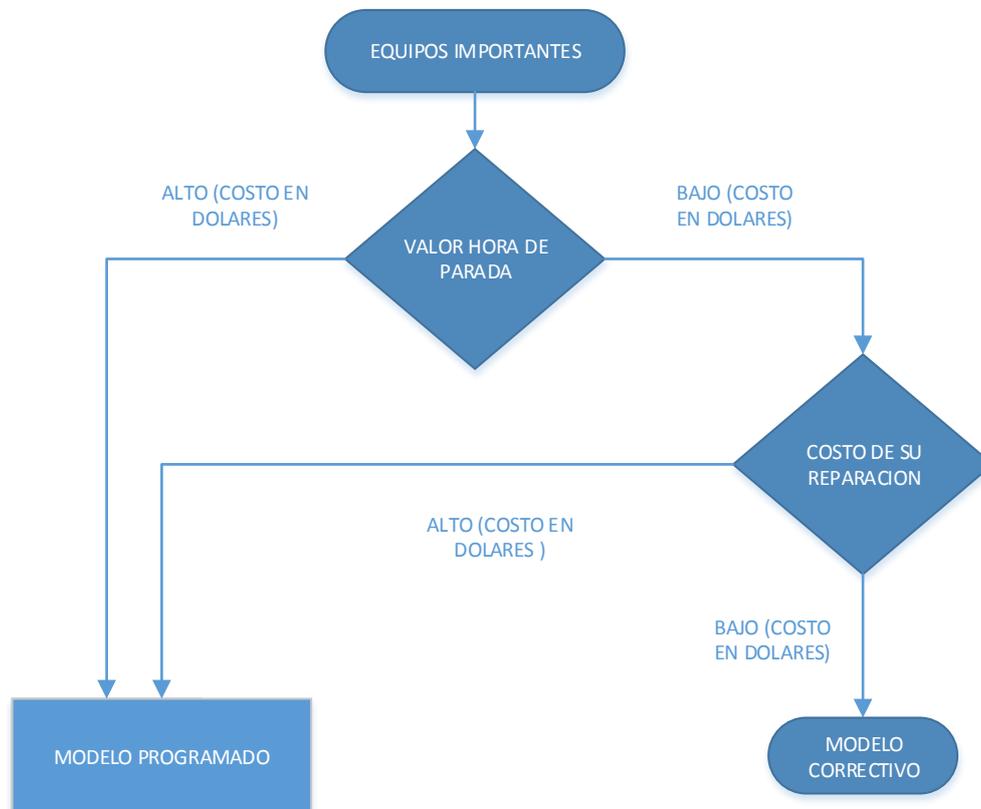


Figura: 4.5 Diagrama de decisión mantenimiento de equipos importantes.
(Fuente: El Autor).

Para un equipo crítico y para un equipo prescindible la asignación del modelo de mantenimiento es inmediata, sin embargo para la asignación de un mantenimiento a un equipo importante requerirá un análisis más específico ya que dependerá del tipo de equipo que se analice.

Si el equipo cumple con alguna de las condiciones de valor alto debería ser aplicado alguno de los tres modelos programados de mantenimiento.

Para un equipo en que su disponibilidad es alta (mayor al 90%) y una parada de equipo conlleva a costos de pérdida operativa y económica muy alta se aplicaría el modelo de alta disponibilidad.

Para un equipo que trabaje por periodos de tiempo determinados no de manera continua pero cuando funcionen no puedan fallar se podría aplicar un modelo de disponibilidad media o sistemática.

Para un equipo que no tenga mucha relevancia en el sistema, su disponibilidad es baja o cuenta con muchas redundancias podría aplicarse un modelo de baja disponibilidad o condicional.

Adicional a esto se debe también tener en cuenta el mantenimiento legal y el subcontratado a un especialista o empresa como se indica en la figura 4.6.

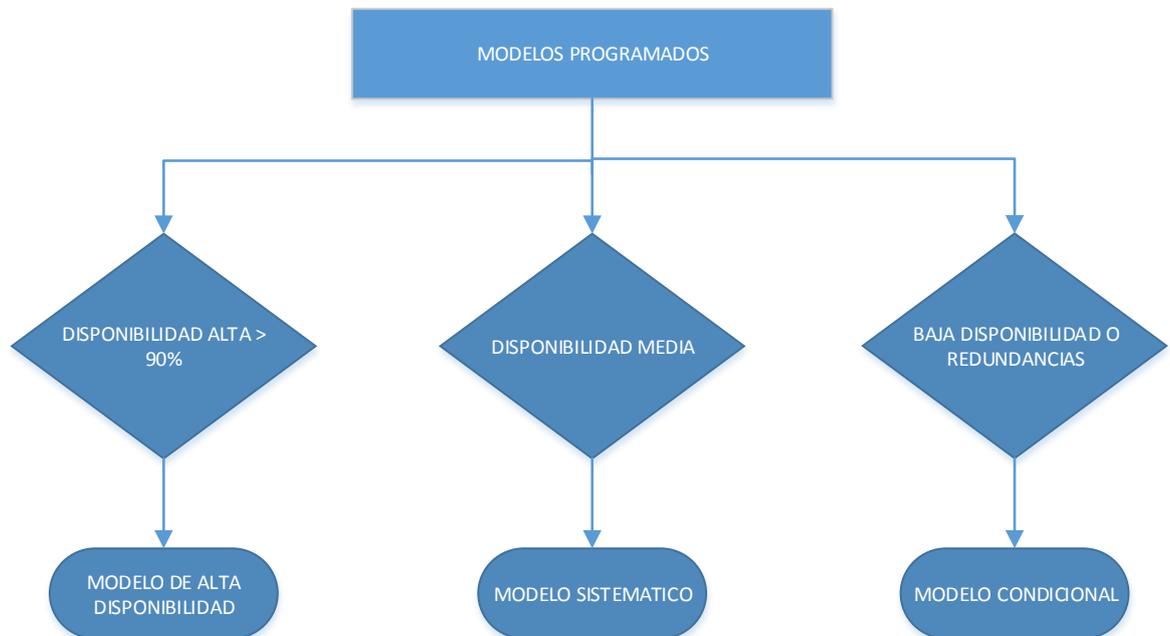


Figura 4.6: Diagrama decisión modelos programados (Fuente: el Autor).

Para mantenimientos adicionales se puede revisar el criterio indicado en la figura 4.7.

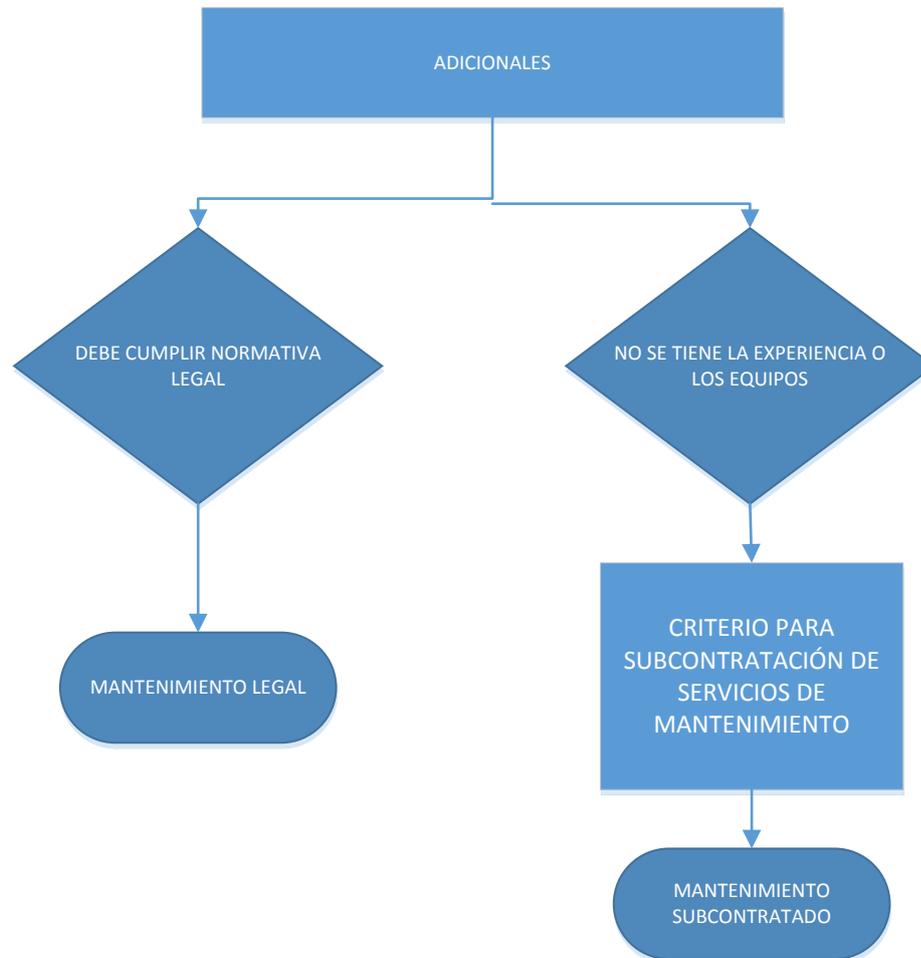


Figura 4.7: Diagrama de decisión de mantenimientos adicionales. (Fuente: el Autor)

Una vez determinados los tipos de mantenimiento posibles se debería realizar un listado de equipos y una vez el GAD tenga definido este listado poder hacer el levantamiento de cada uno de los equipos con una ficha técnica de los mismos con lo que se podría determinar todos los aspectos relevantes del mismo y poder aplicar la matriz de criticidad en conjunto con los mantenimientos posibles.

Un diagrama de flujo para facilitar el proceso podría ser el indicado en la figura 4.8.

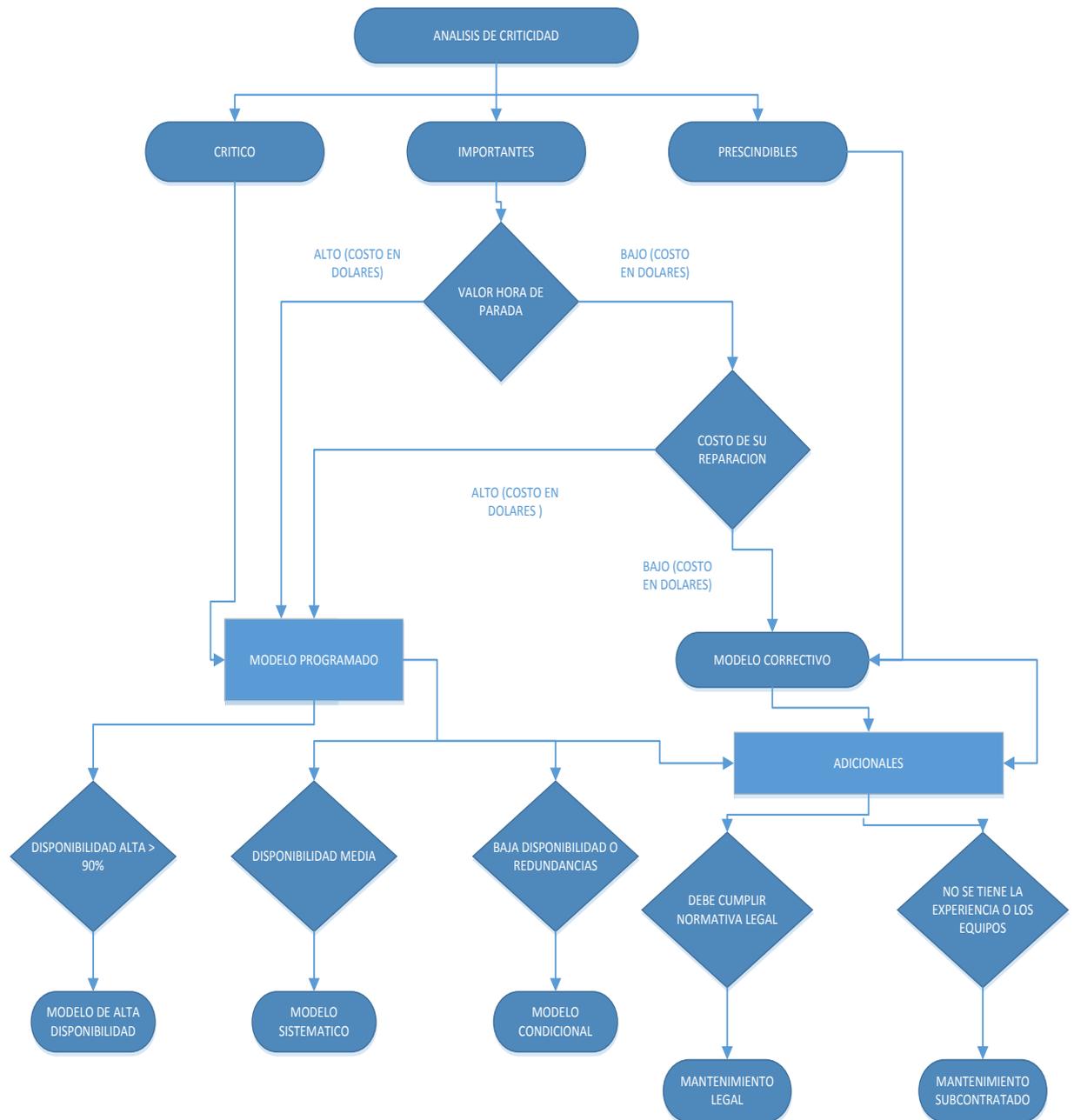


Figura 4.8: Flujo de análisis de criticidad de equipos (Fuente: el Autor).

4.8 Modelo de mantenimiento predictivo aplicado a material rodante.

Finalidad:

Evitar averías durante el funcionamiento.

Alcanzar del modo más eficiente la vida útil teórica.

Detectar desgastes críticos o posibilidad de rupturas.

Los retos de aplicar esta metodología de mantenimiento son los siguientes:

Alto coste de mantenimiento.

Elevada dedicación horas/hombre.

Elevada frecuencia de las tareas.

Mantenimiento del Fabricante o de la empresa que va a realizar el mantenimiento.

Problemas de disponibilidad de los activos.

Fallos repetitivos.

Desconocimiento de la Vida Útil de los equipos.

Falta de Información sobre el estado de los mismos.

Gestión ineficiente de recursos al realizar preventivos antes de lo necesario.

Los métodos de mantenimiento predictivo aplicado al material rodante, entre los principales podemos destacar los indicados en la tabla 4.2.

PARAMETROS	TIPO DE MAQUINA							
	MOTORES ELECTRICOS	BOMBAS HIDRAULICAS	COMPRESORES	GENERADORES ELECTRICOS	VENTILADORES	ACTUADORES HIDRAULICOS	RUEDAS FERROVIARIAS	FRENOS
TEMPERATURA	*	*	*	*	*	*	*	*
PRESION		*	*	*		*		*
FLUJO DE AIRE			*		*			
FLUJO HIDRAULICO		*				*		*
CORRIENTE	*	*	*	*	*			
VOLTAJE	*	*	*	*	*			
RESISTENCIA	*	*	*	*	*			

POTENCIA DE INGRESO	*			*				
POTENCIA DE SALIDA	*			*	*	*		
SONIDO	*	*	*	*	*	*	*	*
VIBRACION	*	*	*	*	*	*	*	*
TECNICAS DE ACUSTICA	*	*	*	*	*	*	*	*
PRESION DE ACEITE		*		*		*		*
CONSUMO DE ACEITE	*	*	*	*	*	*		*
TRIBOLOGIA	*	*	*	*	*	*		
VELOCIDAD	*	*	*	*	*	*	*	*
LONGITUD							*	
EFICIENCIA EFECTIVA		*	*	*				*

Tabla 4.2: Técnicas de mantenimiento predictivo aplicable a material rodante ferroviario. Fuente (El Autor).

4.9 Discusión y comentarios referentes al plan de mantenimiento de material rodante.

El mantenimiento predictivo combinado en el plan de mantenimiento de material rodante que consta en el **Anexo 1** debería ayudar a identificar los activos más costosos y por lo tanto los activos a los cuales se deberían aplicar esta metodología con el objetivo principal de reducir los cambios innecesarios de repuestos y extender tanto como sea posible su vida útil sin descuidar la seguridad de los pasajeros y de los operadores.

4.10 Indicadores de Mantenimiento.

Los indicadores de mantenimiento son referidos de la norma UNE-EN- 50126 “aplicaciones ferroviarias, especificación y demostración de la confiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad”.

4.10.1 Disponibilidad.- Indicador para determinar la capacidad de uso de un activo en un tiempo determinado (ARQUES 2009).

$$D = \frac{\text{Tiempo de servicio real del sistema}}{\text{tiempo de servicio programado del sistema}}$$

No se puede utilizar este criterio de cálculo para situaciones de mal uso de los diferentes sistemas o de actos vandálicos.

La contabilización de la disponibilidad se puede utilizar para tener como referencia para hacer una comparación del sistema cuando salga el sistema de la garantía, ya que, por lo general este cálculo se utiliza para revisión de garantías, sin embargo es un buen referente para comparar la calidad de servicio de mantenimiento una vez el sistema sea manejado por su propia unidad de mantenimiento.

D sistema = $\Sigma Di / \Sigma i$ (siendo i el número de días del mes que se calcula la disponibilidad).

La tabla de disponibilidad sugerida para los sistemas del tranvía de los cuatro ríos de Cuenca es la indicada en la tabla 4.3:

SISTEMA	OBJETIVOS
PATIO TALLER	D \geq 95%
SISTEMA SAE	D \geq 95%
SISTEMA DE SEMAFORIZACION	D \geq 98%
SISTEMA DE SEÑALIZACION TRANVIARIA	D \geq 95%
SISTEMA DE CONTROL, SUPERVISIÓN Y COMUNICACIONES	D \geq 95%
SISTEMA DE BILLETAJE	D \geq 95%
SISTEMA DE INFORMACION AL	D \geq 95%

VIAJERO	
ENERGIA AT	D≥98%
ELECTRIFICACION	D≥95%
LINEA AEREA DE CONTACTO	D≥95%

Tabla 4.3. Índices de disponibilidad del sistema fuente: (anexo d.3 fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad especificaciones técnicas completas GAD municipal de Cuenca)

4.10.2 Confiabilidad.- Es el indicador que nos indica la capacidad de un equipo para realizar la función para el cual fue adquirido en relación con la capacidad real del mismo, para determinar esto se realiza el número de fallas en un intervalo de tiempo (ARQUES, 2009).

$$Conf = \frac{MTBF REAL}{MTBF TEORICO}$$

Siendo MTBF tiempo medio entre fallas (mid time beetwen failure).

El cálculo de MTBF se calcula de la siguiente manera:

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo de servicio programado del sistema}}{N^{\circ} \text{ de averias del sistema}}$$

De igual manera este indicador será útil una vez los sistemas salgan del período de garantía, ya que será un buen indicador para medir la calidad de mantenimiento y acercar el MTBF teórico al real.

La tabla de confiabilidad sugerida de los equipos es la indicada en la figura 4.4.

SISTEMA	OBJETIVOS
PATIO TALLER	D≥95%
SISTEMA SAE	D≥95%

SISTEMA DE SEMAFORIZACION	D≥98%
SISTEMA DE SEÑALIZACION TRANVIARIA	D≥95%
SISTEMA DE CONTROL, SUPERVISIÓN Y COMUNICACIONES	D≥95%
SISTEMA DE BILLETAJE	D≥95%
SISTEMA DE INFORMACION AL VIAJERO	D≥95%
ENERGIA AT	D≥98%
ELECTRIFICACION	D≥95%
LINEA AEREA DE CONTACTO	D≥95%

Tabla 4.4 Índices de confiabilidad del sistema fuente: (anexo d.3 fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad especificaciones técnicas completas GAD municipal de Cuenca).

4.10.3 Mantenibilidad.- Se la mide una vez realizados los planes de mantenimiento propuestos y responde a los siguientes criterios:

Criticidad del fallo

Frecuencia de aparición

Probabilidad de no-detección

Tarea a realizar

Frecuencia de realización

Personal necesario y su calificación

Número de horas-hombre necesarias y número de horas de indisponibilidad

Lugar de realización (en sitio, en patio taller, etc.).

Opciones de accesibilidad (trabajo necesario preparar la zona para su inspección)

Repuestos necesarios (piezas y partes, consumibles, etc.)

Herramientas necesarias

Referencia al Manual de Mantenimiento

Medios de detección y diagnóstico

Medios de prueba y verificación

Todos estos indicadores podrán ser verificables una vez el sistema de gestión de mantenimiento esté operativo al menos un año de otra manera no es posible establecer valores reales.

4.11 Fichas técnicas de los equipos.

A la hora de realizar la ficha técnica de equipos se debe tener los datos más relevantes del equipo, se recomienda empezar por los equipos más complejos y costosos, ya que los mismos son los que deberán estar mejor documentados, ya que, en una correcta información se podrá gestionar mejor la adquisición de repuestos, analizar costos de adquisición, determinar el mejor mantenimiento posible.

Como consideraciones generales a la ficha técnica se recomienda ser lo más desglosada posible de esta manera sería más fácil para el operador y cualquier persona del departamento de mantenimiento el familiarizarse con los equipos y el tipo de mantenimiento que aplica para cada uno.

Este formato de levantamiento de activos se propone como una manera eficiente de registrar cada uno de los que compone el departamento de mantenimiento del tranvía de la ciudad de Cuenca considerando todas las observaciones anteriormente mencionadas.

Es recomendable de manera opcional pero muy efectiva tener una hoja resumen de equipos que se disponen en el sistema tranviario, teniendo en cuenta los datos relevantes de cada uno de ellos para de esta manera poder tener un documento practico a mano para consulta y de ser el caso y requerir un dato más detallado poder utilizar la ficha principal donde constarán todos los datos del mismo.

Como complemento a estos formatos se propone utilizar los formatos de solicitud de servicio de mantenimiento, reporte de novedades, orden de mantenimiento e informe de mantenimiento.

Estos formatos son los indispensables para poder llevar un registro ordenado de mantenimiento (GARCIA, 2003), los cuales podrían ayudar a medir la calidad de servicio de los clientes internos.

En la figura 4.9 se propone un modelo para el levantamiento de activos.

INVENTARIO TECNICO DE EQUIPOS		TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA				
EQUIPO:	CODIGO FINANCIERO:	SERVICIO/ DEPARTAMENTO				
Nº INV. TECNICO:						
MARCA:	AÑO DE FABRICACION:					
MODELO:		AMBIENTE				
SERIE:	AÑO DE INSTALACIÓN:					
GARANTÍA VIGENTE:	PRECIO:					
DATOS TECNICOS (MARCAR DONDE APLIQUE) ESTADO DE LOS MISMOS (1 DEFICIENTE, 5 PERFECTO ESTADO)						
VOLTAJE: (V)	ACCESORIOS:	1	2	3	4	5
AMPERAJE: (A)	1,-					
POTENCIA: (W) (HP)	2,-					
FRECUENCIA: (Hz)	3,-					
NUMERO DE CANALES:	4,-					
TIPO DE REFRIGERANTE	5,-					
CAPACIDAD: (KG.)	6,-					
FABRICANTE:	EXISTENCIA DE INFORMACION TECNICA					
DIRECCION		SI	NO			
TELEFONO/FAX: /EMAIL:	MANUAL DE OPERACIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	MANUAL DE INSTALACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
REPRESENTANTE EN EL PAIS:	MANUAL DE SERVICIO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
DIRECCION:	MANUAL DE PARTES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
TELEFONO/FAX: EMAIL:	OTRA INFORMACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
CONTACTO:	NO EXISTE INFORMACION TECNICA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	ESTADO DEL EQUIPO	1	2	3	4	5
PROVEEDOR LOCAL:	ACTUALIZACIONES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DIRECCION:	BUENO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TELEFONO/FAX	REPARABLE:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CONTACTO:	DAR DE BAJA:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	OBSERVACIONES:					
REGISTRO DE ELABORACION Y ACTUALIZACIONES.						
1, ELABORADO POR: (PRIMERA VEZ)	Nombre y firma	Fecha	Nombre y firma	Fecha	#HOJA	
NOMBRE:	1		3			
CARGO:						
FECHA:						
Sello departamento.	2		4			
ANÁLISIS DE CRITICIDAD						
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento		
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de transportación.	Es clave para la la calidad de servicio	Alto costo de reparación en caso de avería.		
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de quejas de usuarios	Averías muy frecuentes.		
	Ha producido accidentes en el pasado.		Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).			
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la transportación, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes).	Afecta a la calidad de servicio, pero habitualmente no es problema	Costo Medio en Mantenimiento		
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.					
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en plan de transportación	No afecta a la calidad de servicio	Bajo costo mantenimiento		

Figura 4.9 Modelo de levantamiento de activos (Fuente: el Autor).

Un formato para resumen de activos se indica en la tabla 4.5

TRANVIA DE LOS 4 RIOS									
ORDEN DE TRABAJO (USO DEL SOLICITANTE)									
ORDEN DE TRABAJO No.		REPORTE No:		FECHA:		DEPARTAMENTO			
MAQUINA/EQUIPO:		MARCA:		CODIGO:					
UBICACION:		SERIE:							
MANTENIMIENTO:		PROBLEMA:		Mecanico:	Electrico:	Electronico:	Otro:		
PRIORIDAD	ALTA	MEDIA	BAJA	TURNO:					
FECHA DE INICIO:		FECHA DE TERMINACION:							
DESCRIPCION GENERAL DEL TRABAJO				COSTOS DE MANTENIMIENTO					
				MANO DE OBRA		REPUESTOS			
				Costo total	Hrs	Descripcion	Unid	Costo total	
Observaciones:									
EJECUTADO POR:				RECIBIDO POR:		FECHA:			

Tabla 4.7: Formato de orden de trabajo (Fuente: el Autor).

Para describir las actividades realizadas en el mantenimiento de los activos o sistemas se debe documentar con un formato relacionado, el mismo se indica en la tabla 4.8

TRANVIA DE LOS 4 RIOS									
INFORME DE MANTENIMIENTO (USO INTERNO)									
INFORME		DEPARTAMENTO:		FECHA:					
MAQUINA/EQUIPO:		MARCA:		CODIGO:					
UBICACION:		SECCION:		SERIE:					
TIPO DE MANTENIMIENTO:		PROBLEMA		Mecánico	Eléctrico	Electrónico	Otros		
CONDICIÓN:		CRITICA	MEDIA	NORMAL	INFORMO-TURNO:		A	B	C
MECANISMO:									
FECHA		DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO REALIZADAS							
Observaciones:									
EJECUTADO POR:		RECIBIDO POR:				FECHA:			

Tabla 4.8: Formato de informe de mantenimiento (Fuente: el Autor).

Las solicitudes de mantenimiento se utilizan para poder asignar recursos en función de la criticidad del daño y de las actividades que se van a realizar, la misma se indica en la tabla 4.9

TRANVIA DE LOS 4 RIOS										
SOLICITUD DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO (USO INTERNO)										
SOLICITUD No.				DEPARTAMENTO:				FECHA:		
MAQUINA/EQUIPO:				MARCA:				CODIGO:		
UBICACION:				SECCION:				SERIE:		
MANTENIMIENTO:				PROBLEMA	MECANICO.	ELECTRICO	ELECTRONICO:	OTRO:		
CONDICION:	CRITICA	MEDIA	NORMAL	INFORMO:	TURNO A	TURNO B	TURNO C			
MECANISMO:										
SERVICIO SOLICITADO	SOLICITANTE	RESPONSABLE	DESCRIPCION DEL TRABAJO							
REVISION										
AJUSTE										
DESMONTAJE										
REPARACION										
LUBRICACION										
TRASLADO										
RECONSTRUCCION										
PROYECTO										
ADECUACION										
PINTURA										
LIMPIEZA										
OBSERVACIONES:										
EJECUTADO POR:				SUPERVISOR:				RECIBIO:		

Tabla 4.9: Formato de solicitud de servicio de mantenimiento (Fuente: el Autor).

Para complementar este sistema de fichas se sugiere realizar un plan anual de mantenimiento en el cual se podrá ingresar todos los equipos y sistemas del sistema tranviario y hacer un cronograma a medida de los intereses del Tranvía de la Ciudad de Cuenca.

A medida de ejemplo se propone el siguiente plan de mantenimiento para efectos demostrativos tomando en consideración los sistemas principales que componen el sistema tranviario.

4.12 Planeación Anual del Mantenimiento.

Una correcta gestión de mantenimiento debe tener una planificación anual, la misma podrá ser efectiva una vez se tenga una continuidad en las tareas inherentes al mantenimiento, las planificación de mantenimiento tanto de instalaciones fijas y material rodante se indican en las figuras 4.10 y 4.11 respectivamente.

PLANEACIÓN ANUAL DE MANTENIMIENTO INSTALACIONES FIJAS																								
DESCRIPCIÓN	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
OBRA CIVIL					A																			
SISTEMA DE ALIMENTACION									T															T
COMUNICACIÓN Y SEÑALIZACION																								S
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									T															T
TRANSPORTE									T															T
DESCRIPCIÓN	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
OBRA CIVIL					A																			
SISTEMA DE ALIMENTACION									T															T
COMUNICACIÓN Y SEÑALIZACION																								S
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									T															T
TRANSPORTE									T															T
<p>RUTAS DIARIAS: Se realizarán todos los días de lunes a viernes a la primera hora de labores</p> <p>RUTAS SEMANALES: Se relizaran de la siguiente manera: lunes: Subestaciones, trenes, rieles. Miércoles: Pantografo, catenaria. Viernes: Patio taller, estaciones y sistemas de</p> <p>INTERVENCIONES MENSUALES: Se indican con una M en la semana donde deben realizarse.</p> <p>INTERVENCIONES TRIMESTRALES: Se indica con la letra T en el mes que debe realizarse.</p> <p>INTERVENCIONES SEMESTRALES: Se indica con una S en el mes en el que debe realizarse</p> <p>INTERVENCIONES ANUALES: Se indica con una A en el mes que debe realizarse.</p>												FIRMA JEFE MANTENIMIENTO												
												FIRMA DE SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO												
												OBSERVACIONES												
												FECHA REVISIÓN: / NUM. HOJA												

Figura 4.10. Planeación anual de mantenimiento de instalaciones fijas.
(Fuente: El Autor).

Por condiciones externas anómalas (utilizar componentes diferentes a los indicados o consumibles de mala calidad).

Podríamos determinar en la figura 4.12 un diagrama de flujo un modelo sugerido para este efecto.

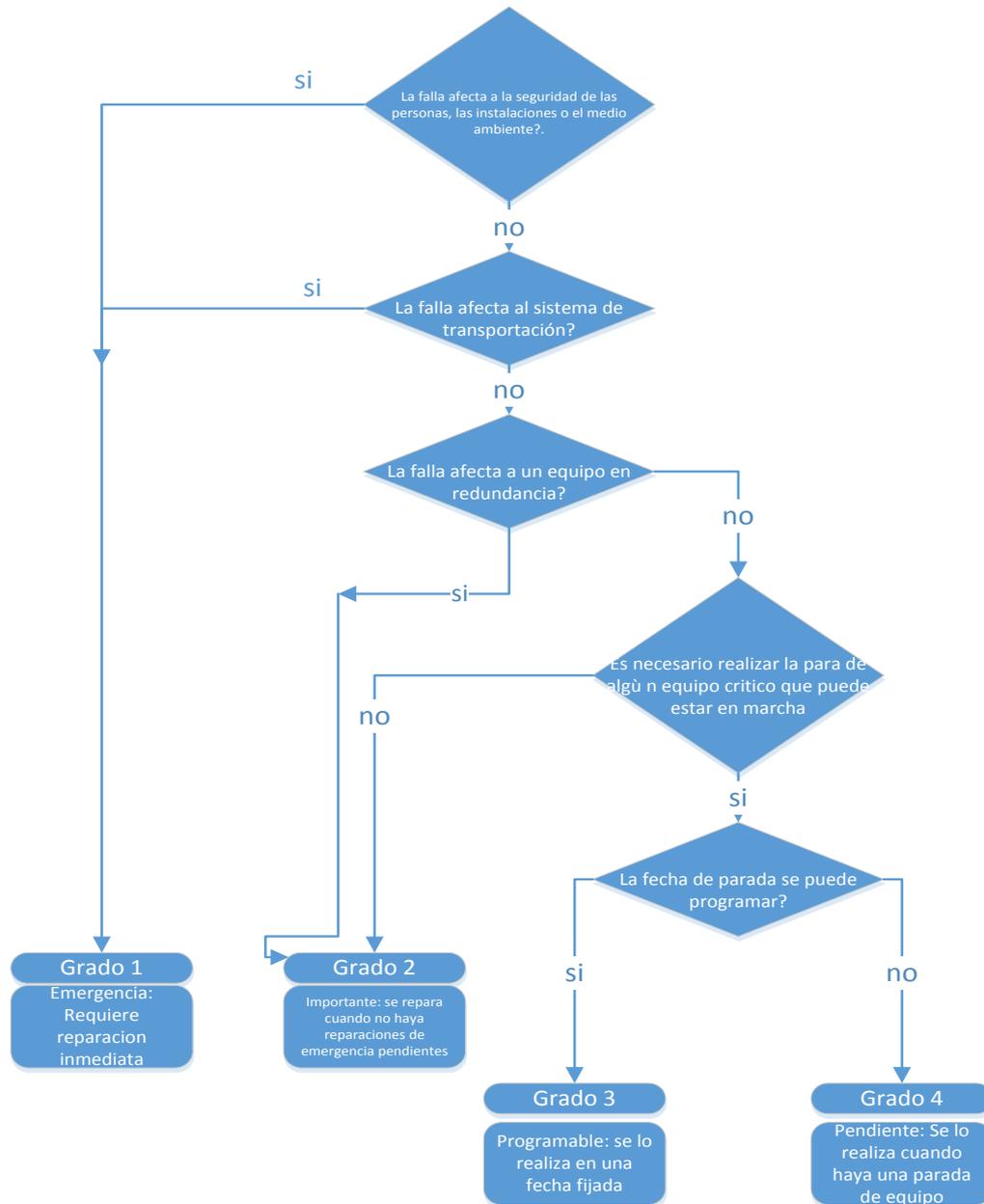


Figura 4.12: Diagrama de asignación de prioridades (Fuente: el Autor).

Una manera muy eficiente de dejar una ayuda para los arreglos en equipos es hacer una lista de averías ya conocidas y poner sus soluciones un (troubleshooting) pero a diferencia de uno de manual de usuario este contiene fallas cotidianas de sistemas los cuales no necesariamente pueden constar en un manual, con esta

ayuda lo que se desea es que toda la experiencia acumulada en mantenimientos de los diferentes sistemas que componen el tranvía queden redactados y de esta manera podría ahorrar tiempos significativos en diagnósticos de fallas y evitar los siguientes problemas cotidianos en una unidad de mantenimiento:

Rotación de Personal

Vacaciones.

Olvido de procedimientos.

Incorporación de nuevo personal.

A modo de ejemplo se podría dar una lista de ejemplos hipotéticos sobre un propuesto modelo de diagnóstico de averías la misma se indica en la tabla 4.10.

DIAGNOSTICO DE AVERIAS			
CODIGO DE EQUIPO:		REVISIÓN:	RESPONSABLE:
ELEMENTO	DESCRIPCION DEL PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
CABLE DE CATENARIA	FALTA DE TENSION	DESGASTE PERNOS DE SUJECCION PRINCIPAL	CAMBIO DE PERNOS DE SUJECCIÓN Y AJUSTE A UN TORQUE DE 100 N.M
CABLE PRINCIPAL DESGASTADO	FALTA DE LUBRICACIÓN	FALTA DE FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	AUMENTAR NUMERO DE FRECUENCIAS DE LUBRICACIÓN DEL CABLE
PANTOGRAFO	EXCESIVO BALANCEO DEL MISMO	PROBLEMA DE AJUSTE EN EL AMORTIGUADOR DISIPADOR DE ENERGIA	REALIZAR AJUSTE DE 30 N.M

Tabla 4.10. Diagnóstico de averías, (Fuente: el Autor)

4.14 Gestión de Repuestos.

El reto de todo departamento de mantenimiento es el optimizar costos, el apartado de repuestos es uno de los más importantes ya que por lo general aquí es en donde se invierte la mayoría de recursos.

Antes el rubro de mantenimiento era el más costoso ya que por lo general en el mantenimiento se contaba con mano de obra poco calificada y prácticamente artesanal (GARCIA, 2003).

Conforme la tecnología y la complejidad de los equipos se vuelve una constante los departamentos de mantenimiento en especial los dedicados a mantenimiento tranviario poseen talento humano de primera calidad, en constante capacitación ya que el tipo de trabajo lo demanda, de esta manera el costo de repuestos está

relegado en segundo lugar en la lista de costos fuertes en el mantenimiento tranviario y en general (ARQUES, 2009).

Dicho esto se debe considerar a los repuestos en grupos de categorías sugeridas con lo cual podrán darle la importancia y el aprovisionamiento necesario de los mismos a la unidad de mantenimiento.

Se puede clasificar en las siguientes categorías:

Consumibles: son los repuestos más comunes para utilizar los mismos tienen por lo general una vida útil de 8000 horas o un año, son económicos pero podrían causar paradas y retrasos considerables en caso de fallar, los enumeramos a continuación:

1. Filtros.
2. Lubricantes de todo tipo.
3. Adhesivos.
4. Material de limpieza.
5. Elementos de estanqueidad estándar, como juntas tóricas de tamaños variables.
6. Consumibles de taller, como discos de corte, electrodos, trapos, etc.
7. Material desecante (deshumificador).
8. Lámparas, bombillas.
9. Escobillas de motores.
10. Alúmina o material adsorbente para desecadores (deshumificador).
11. Juntas y rodamientos.

Elementos regulables y mandos mecánicos: Son aquellos elementos cuya misión es controlar los procesos y el funcionamiento de la instalación: válvulas, muelles, etc. Son elementos que a pesar de no estar sometidos a condiciones desfavorables de funcionamiento tienen una importancia fundamental dentro del equipo. Su fallo frecuente es por fatiga.

Piezas móviles: Son aquellas destinadas a transmitir movimiento. Son engranajes, ejes, correas, cadenas, reductores, etc. Su fallo habitual es por fatiga.

Componentes electrónicos: A pesar de su altísima confiabilidad, un problema en ellos por lo general provoca parada del equipo. Su fallo habitual es por recalentamiento, cortocircuito o sobretensión, y generalmente se producen al someter al equipo a unas condiciones de trabajo diferentes para las que fueron diseñados. Un ejemplo habitual es generar un fallo en otro elemento con lo que

provoca un funcionamiento anormal del equipo y se presentan fallas en el funcionamiento y en la seguridad de los sistemas; otra falla y muy recurrente puede ser trabajar y exponer al o los equipos a condiciones atmosféricas extremas de calor, frío, humedad o polvo

Piezas estructurales: piezas de construcción, por lo general no fallan pero se las debe considerar para tener previsiones en caso de una falla en lo referente a estructuras de construcción, bastidores y obra civil en general.

Clasificación de repuestos y Criterio para Almacenamiento.

Todo repuesto sin excepción debe ser clasificado ya que de esta manera se lograra una eficiencia en las asignaciones presupuestarias para los mismos y para atender los daños urgentes de la manera más eficiente posible.

Los repuestos se clasifican bajo este criterio de la siguiente manera.

Repuesto 1A: Son repuestos o insumos necesarios de tener en Stock en la planta.

Repuesto 1B: Son repuestos que son necesarios pero no para tener en stock, se debe tener localizado al proveedor, un procedimiento establecido de adquisición y un plazo de entrega comprometido ya que pueden generar un lucro cesante alto por ejemplo (transformadores, motores, sistemas de control específicos).

Repuesto 1C: Son piezas que no es necesario tener previsión ya que las mismas en caso de faltar no afectarían de una manera considerable al sistema.

Clasificación por tipo de Repuesto.

Estos pueden ser clasificados de la siguiente manera.

Repuesto Estándar: es un repuesto que se puede adquirir por diferentes proveedores sin afectar el contexto operacional original del equipo.

Repuesto específico del fabricante del equipo: Son todos los repuestos diseñados por el fabricante para uso exclusivo del equipo involucrado y se adquieren a través del fabricante o un distribuidor exclusivo.

Repuesto a medida: Estos repuestos pueden ser realizados por cualquier taller especializado para trabajos muy específicos de un equipo o sistema.

Un diagrama sugerido para determinar la criticidad de repuestos se puede indicar en la figura 4.13

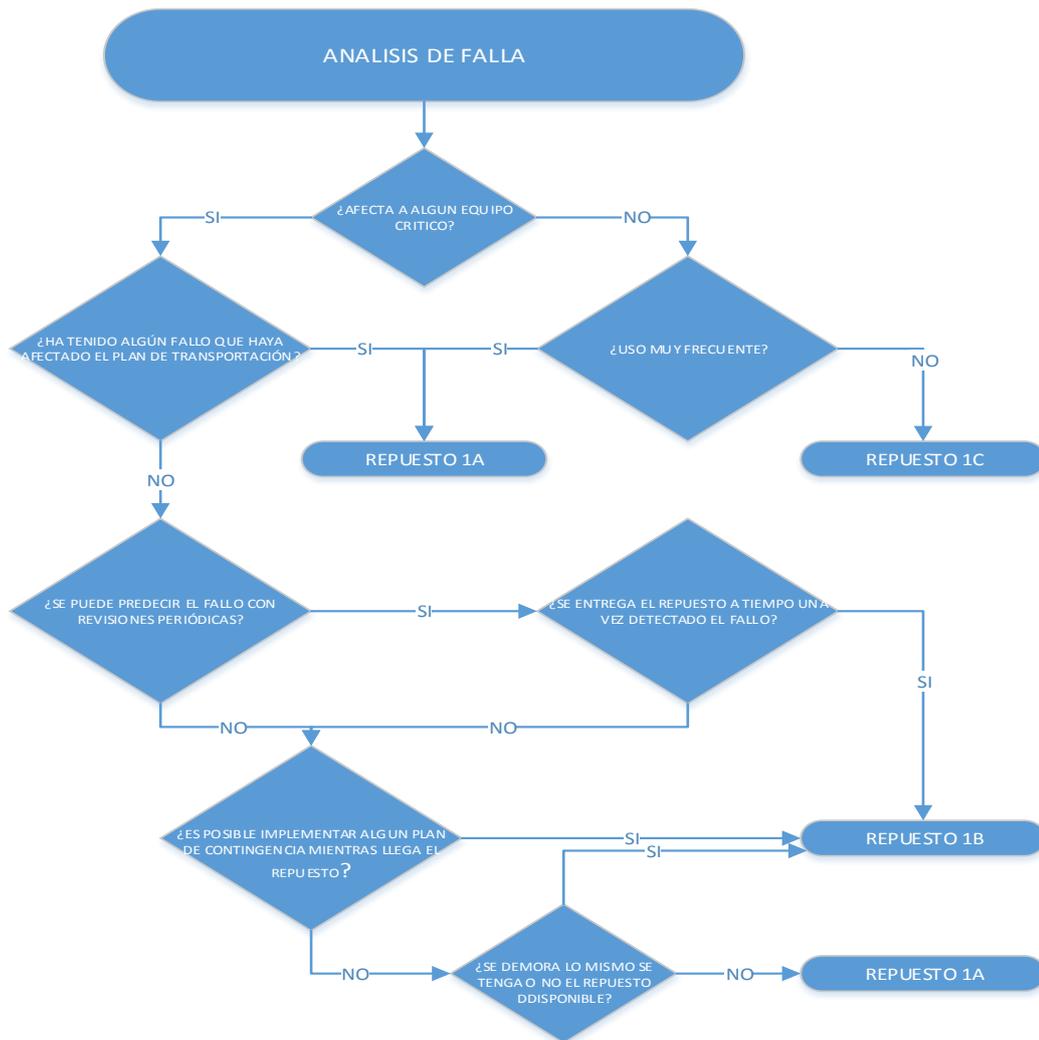


Figura 4.13: Diagrama de flujo de análisis de criticidad de repuestos (Fuente: el Autor).

4.15 Designación de bodegas.

En una unidad de Mantenimiento compleja existen 2 tipos de bodegas: bodega general y bodega departamentales, la bodega general es la común que se encuentra en todo tipo de planta o empresa y es en donde se encuentra la mayoría de los repuestos e insumos necesarios para realizar las tareas de mantenimiento.

La ventaja de tener una bodega general es que podemos tener un control estricto sobre el ingreso y salida de los repuestos, el problema fundamental radica en que cuando las plantas son grandes el traslado de repuestos de un lugar a otro desde una bodega general puede incurrir en tiempos muertos improductivos al ir a buscar todos los repuestos en una bodega central. Sin embargo tener más de una bodega de área puede recurrir en un problema de designación de responsable de las mismas y no tener un control sobre los egresos de repuestos de las mismas.

A nivel de propuesta se debe revisar la factibilidad de colocar bodegas departamentales en áreas alejadas al patio taller y donde la movilización de repuestos conlleve a tiempos muertos de reparación evitables.

Para esto se debería considerar los siguientes aspectos:

Proximidad del equipo.

Si se trata de un repuesto específico para una o varias máquinas.

Las dimensiones del equipo y su manipulación.

Las indicaciones específicas para almacenamiento.

En la figura 4.14 se muestra el diagrama para elección de bodegas.

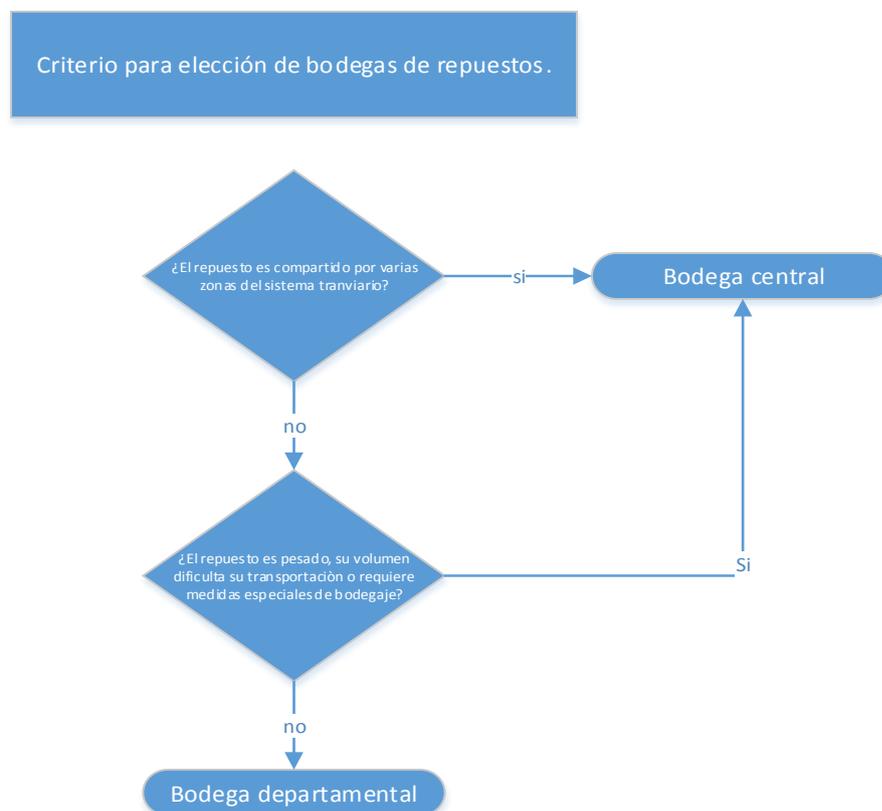


Figura 4.14: Diagrama de flujo para elección de bodega principal o departamental (Fuente: el Autor).

Con esta propuesta y a medida de que la unidad de mantenimiento se consolide, se podrá a criterio de la jefatura de mantenimiento decidir si merece la pena utilizar bodegas departamentales en repuestos o insumos que tengan alta demanda y de esta manera ahorrar tiempos de parada, así también poder gestionar los repuestos que conlleven gran tamaño o tipos de almacenamiento especial como temperatura

de almacenamiento, exposición a la luz u otras medidas especiales específicas que se requieran conforme la unidad de mantenimiento se consolide.

4.16 Gestión del Talento Humano.

El Recurso humano en cualquier departamento de mantenimiento tiene que ser el más idóneo posible considerando que actualmente el talento humano es el rubro más costoso en el mantenimiento (GARCIA, 2003)

La capacitación constante y la complejidad de un sistema tranviario demandarán que las personas que se contraten para la unidad de mantenimiento, las mismas deberían tener una capacitación idónea considerando que en la ciudad y el país el conocimiento sobre el tema es muy limitado.

Sobre este antecedente se tendrían que hacer las siguientes consideraciones a manera de pregunta:

¿Tenemos el personal suficiente?: La gran pregunta en toda unidad de mantenimiento es si el personal que se tienen es el necesario, ya que si se tiene exceso del mismo se estará destinando importantes recursos económicos con personal que estará sub utilizado para las tareas de mantenimiento, por el contrario si se tiene poco personal la carga de trabajo será excesiva y los trabajos se empezarán a represar causando paradas importantes en el sistema tranviario.

¿El personal que se contrata tienen la formación adecuada?: En esta pregunta se debe aclarar que para el caso práctico del modelo tranviario a nivel local no existe la capacitación necesaria para el mantenimiento de los sistemas que lo conforman, sin embargo, actualmente el personal seleccionado para este efecto está recibiendo capacitación sobre el funcionamiento de todos los sistemas que conforman el proyecto tranviario.

El actual plan de transferencia de conocimientos podrá lograr en el mediano plazo formar una unidad de mantenimiento con talento humano en su gran mayoría local.

¿El personal está adecuadamente organizado?: Al ser un proyecto nuevo, no se puede determinar si el personal está bien organizado, se va a proponer un organigrama adecuado el cual obviamente es totalmente perfectible.

¿El personal tienen el rendimiento adecuado?: El Jefe de mantenimiento deberá encontrar las herramientas para que el personal tenga un rendimiento idóneo, para

$$\text{rendimiento} = \frac{\text{n}^\circ \text{de horas}}{\frac{\text{Hombres disponibles}}{\text{Carga de trabajo}}}$$

esto se puede utilizar el siguiente criterio como fórmula. (GARCIA, 2003)

$$\text{Carga de trabajo: (horas/hombre) = } n^{\circ} \text{ de órdenes de trabajo } \times 10.$$

4.17 Puestos de trabajo y organigrama sugerido.

La selección del talento humano deseado para la unidad de mantenimiento se debe definir muy bien para determinar puestos de trabajo necesarios para cada función del departamento de mantenimiento.

De esta forma será más fácil asignar funciones a cada puesto de forma eficiente.

Los puestos están clasificados por:

Puestos técnico administrativos.

Puestos técnicos de ejecución.

Puestos técnicos administrativos.

Se los denomina así a todos los puestos que no intervienen directamente en la parte operativa de los procesos de mantenimiento, más bien su función es de apoyo, seguimiento, planificación y control de los puestos técnicos de ejecución.

Los puestos técnicos administrativos sugeridos para el mantenimiento del sistema tranviario son los siguientes.

4.18 Máxima Jefatura Mantenimiento.

Director de Mantenimiento.

Jefe de departamento técnico.

Supervisor técnico.

Ingenieros de Mantenimiento.

4.19 Instalaciones Fijas.

Jefe de Mantenimiento Instalaciones.

Supervisor Mantenimiento Instalaciones eléctricas y catenaria

Supervisor de Mantenimiento de obra civil, edificios, plataforma y estructuras.

Supervisor de Mantenimiento Electrónico y comunicaciones.

4.20 Material Rodante.

Jefe de Mantenimiento de material Rodante.

Supervisor de Mantenimiento de material rodante (trenes, vías férreas)

Supervisor de Mantenimiento equipos patio taller (sistema de mantenimiento).

Supervisor de Mantenimiento de Equipos electrónicos y climatización de tranvía.

4.21 Bodega.

Jefe de Bodega.

Personal de Bodega.

4.22 Compras.

Jefe de Compras.

4.23 Bodega de Herramientas.

Responsable de Bodega.

Adicional a estos cargos se debe considerar al personal de seguridad y salud ocupacional y los cargos administrativos de soporte como son secretaría, mensajería, choferes, etc.

4.24 Puestos técnicos de ejecución.

Son las personas que realizan los trabajos directos de mantenimiento de los equipos y el uso de herramientas, tienen rotación de horarios y su pago es en función de sus capacidades.

Los puestos técnicos de ejecución propuestos son los siguientes:

4.24.1 Instalaciones Fijas.

Ingeniero Eléctrico instalaciones eléctricas y catenaria

Técnico eléctrico instalaciones eléctricas y catenaria.

Ingeniero Civil para mantenimiento obras civiles, edificios, plataforma y estructuras.

Técnico metal mecánico y de construcciones.

Ingeniero Electrónico, telecomunicaciones y redes para mantenimiento de Electrónica y telecomunicaciones.

Técnico Electrónico, comunicaciones y redes para el mantenimiento de electrónica y telecomunicaciones.

4.24.2 Material Móvil.

Ingeniero Especialista en Material Rodante.

Técnico especialista en material rodante.

Ingeniero Especialista Equipos patio taller.

Técnico especialista en equipos patio taller.

Ingeniero Especialista en Electromecánica.

Técnico electromecánico.

4.25 Descripción breve de los puestos a ocupar.

4.25.1 Director de mantenimiento.- Al ser el máximo puesto para el mantenimiento se requiere, al menos en la etapa inicial de funcionamiento del tranvía a un especialista en el área, al aclarar esto es deseable que el Director de Mantenimiento tenga las siguientes funciones:

Garantizar que se cumpla con el plan estratégico de la empresa en el área de mantenimiento.

Realizar el presupuesto para mantenimiento.

Realizar las políticas de mantenimiento en apego al plan estratégico de la empresa

Realizar el Plan operativo anual (POA), plan anual de compras (PAC).

Realizar el plan estratégico anual (balance score card u otros posibles)

El perfil ideal de este puesto es el siguiente:

Ingeniero Mecánico, Industrial, Eléctrico o Electrónico.

Amplia experiencia en el campo, (al menos 5 años).

Formación de cuarto nivel específica, (Maestría en ingeniería, Gestión de Mantenimiento o afines).

Conocimientos administrativos y económicos (deseable pero no indispensable).

Por lo general, el Director de mantenimiento no tiene conocimientos específicos de los equipos que componen el sistema, sin embargo, al no tener una unidad consolidada de mantenimiento es deseable que la persona que ocupe este cargo en una etapa inicial tenga una amplia experiencia en el mantenimiento de tranvías.

4.25.2 Jefe de departamento técnico.

La misión de este departamento es la de ver las mejores herramientas para el correcto mantenimiento del sistema tranviario.

Desde un punto de vista personal es uno de los puestos más importantes y de más responsabilidad de todo el proceso de mantenimiento ya que por este departamento pasa toda la planificación y técnicas para realizar el correcto mantenimiento de todo el sistema tranviario.

El perfil del jefe de este puesto es el siguiente:

Ingeniero Mecánico, Industrial o afines.

Conocimientos específicos en Ingeniería de Mantenimiento.

Manejo de paquetes de diseño mecánico.

5 años de experiencia en trabajos similares.

4.25.3 Ingenieros de mantenimiento.

Estos Puestos de ingeniería de mantenimiento pueden ser desglosados de la siguiente manera ya que en los mismos es deseable que el perfil sea de un ingeniero con conocimientos en mantenimiento y los puestos sugeridos podrían ser los siguientes:

Planificador.- Este puesto es el que se encarga de planificar el mantenimiento en el complejo tranviario, por tal motivo tiene que tener conocimientos amplios en el sistema tranviario, sus sistemas y subsistemas.

Analista de averías.- Este puesto requiere un ingeniero especialista en técnicas de mantenimiento (mantenimiento, preventivo, correctivo, predictivo), así de esta manera poder optimizar los tipos de mantenimientos y saber procedimientos específicos de mantenimiento para cada tipo de equipo.

Grabador de datos.- Si la unidad de mantenimiento tiene un software para la gestión de mantenimiento es necesario tener un técnico a tiempo completo recopilando e ingresando esta información, se requiere un técnico con conocimientos en mantenimiento ya que el ingreso de datos lo demanda para evitar ingresos erróneos y colocar correctamente cada ítem utilizado y gestionado.

4.25.4 Jefe de mantenimiento de Instalaciones fijas.

La función de este puesto es la de dirigir el mantenimiento de todo lo referente a la infraestructura eléctrica, obra civil y plataforma electrónica, telecomunicaciones, boletería y seguridad.

El trabajo de esta jefatura está de la mano de la Jefatura técnica para decidir las estaciones y sistemas que se va a intervenir en mantenimiento.

El perfil para este cargo sería el siguiente:

Ingeniero Eléctrico, Civil, Electrónico o afín al cargo.

Conocimientos de las áreas que dirige.

Experiencia en el cargo de al menos 2 años.

Como se indicó anteriormente, para una correcta transferencia de conocimiento para en el corto plazo poder manejar estos puestos a nivel local, se debe buscar gente con experiencia previa en el mantenimiento tranviario.

4.25.5 Supervisores de Mantenimiento de instalaciones fijas.

Los supervisores de mantenimiento de instalaciones fijas deben ser profesionales directamente afines a los cargos que quieren ostentar por tal motivo serían específicos a las especialidades en: Ingeniería eléctrica, civil y electrónica y a de la mano del Jefe de Mantenimiento debe ser complementarios para llevar con éxito las tareas de mantenimiento.

4.25.6 Jefe mantenimiento de Material Móvil.

De igual manera como se indicaba con la jefatura de mantenimiento de instalaciones el Jefe de mantenimiento tiene que realizar todas las operaciones relacionadas a mantenimiento de tranvías, material rodante, equipos de patio taller y lo encomendado a él en coordinación con el jefe del departamento técnico ya que desde ahí se podrá tener una correcta coordinación de las actividades de mantenimiento sin perjudicar el correcto flujo de tranvías.

El perfil adecuado para este cargo sería el siguiente:

Ingeniero Mecánico, Industrial o afines.

Conocimiento técnico de las áreas que dirige.

Experiencia en el cargo de al menos 2 años.

4.25.7 Supervisores de mantenimiento de material móvil.

Los supervisores de mantenimiento de material móvil, deberían al igual que los otros supervisores mencionados tener profesiones afines a los cargos que van a desempeñar, el perfil sería Ingeniero Mecánico, Mecánico Automotriz, Industrial o directamente afines especializadas en el mantenimiento ferroviario.

4.25.8 Jefe Bodega, Jefe de Compras, responsable de bodega de herramientas.

En estos puestos se considera que no es necesario destacar algún aspecto específico en su puesto, ya que, tanto como las compras el almacenamiento y el bodegaje de herramientas son requisitos fácilmente capacitables por la dirección de mantenimiento.

En la figura 4.15 se indica la propuesta de organigrama de mantenimiento.

ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO SUGERIDO PARA EL TRANVIA DE LOS CUATRO RIOS DE CUENCA

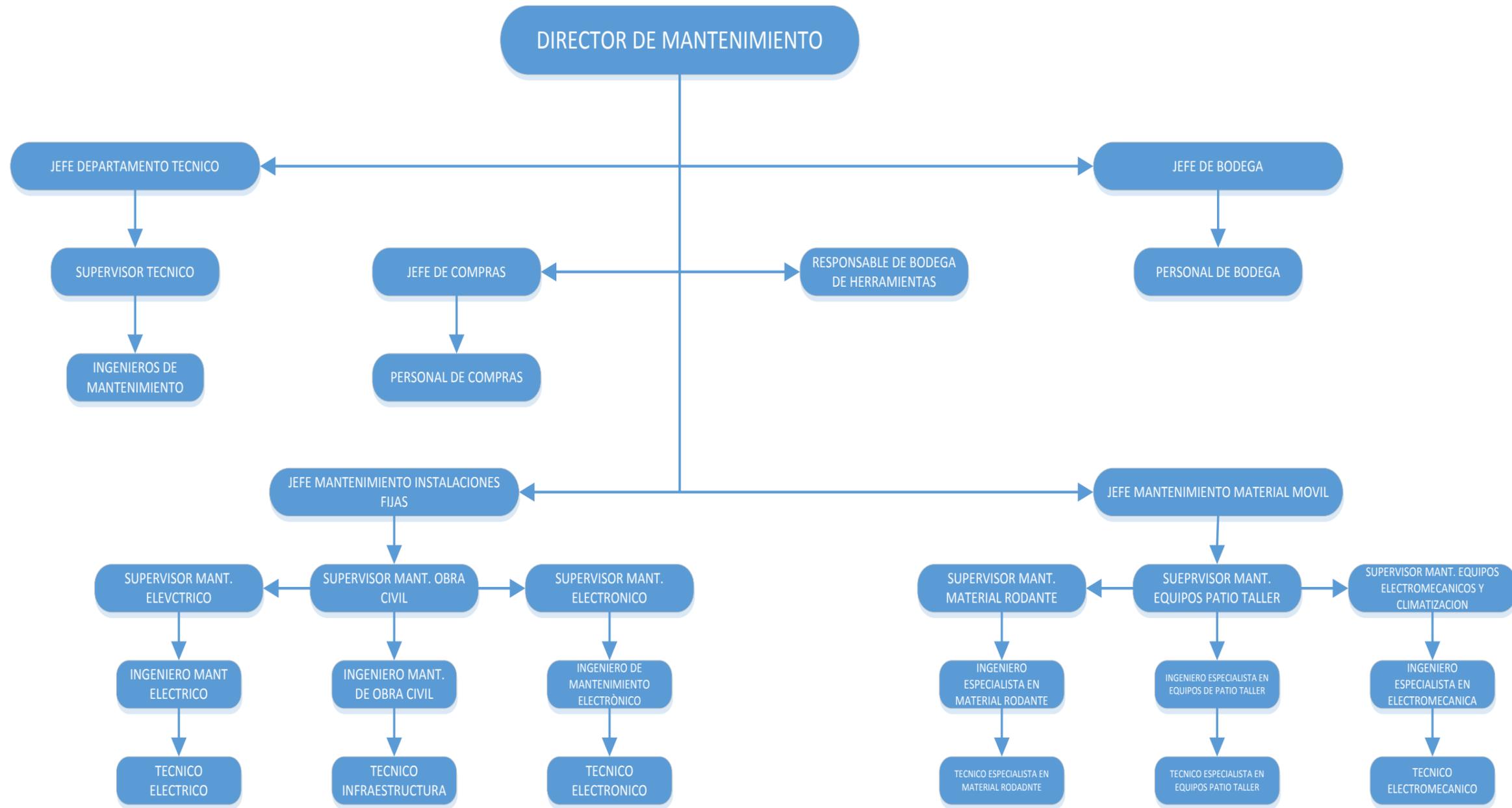


Figura 4.15: Organigrama de mantenimiento sugerido para el tranvía de los cuatro ríos de Cuenca (Fuente: el Autor).

4.26 Cantidad de personal a contratar.

Por lo general depende de la demanda de productos o servicios que proporcione la empresa en cuestión.

Los aspectos a tomar en cuenta para determinar la cantidad de personal serían las siguientes:

Numero de Turnos de personal

Numero de Mantenimientos Específicos según cronograma generado.

Número de llamadas de Emergencia o trabajos complementarios.

Determinar la cantidad necesaria de personal para un proyecto nuevo como el tranvía de la ciudad de Cuenca es complejo, considerando además que no hay un referente a nivel nacional sobre un proyecto similar, sin embargo, tomando como ejemplo un proyecto de similares características al de la ciudad de Cuenca y teniendo en cuenta que su unidad de mantenimiento está consolidada y lleva algunos años desarrollándose de manera eficiente podemos tomar como referente para dar un número aproximado, no exacto pero en todo caso tendríamos un número máximo de personal a contratar.

La unidad de mantenimiento a la que nos referimos es la que pertenece al tranvía de Tenerife en las islas Canarias pertenecientes a España, la misma que en un número algo similar en distancia, número de paradas y cantidad de trenes se puede utilizar como un ejemplo.

En la tabla 4.11 se indica una comparativa entre el tranvía de la ciudad de Cuenca y de la empresa de tranvía de Tenerife la cual se asemeja en longitud y número de paradas al proyecto realizado en la ciudad de Cuenca

CARACTERISTICAS	TRANVÍA TENERIFE	TRANVÍA DE CUENCA
LONGITUD	12.3 KM EN DOBLE VIA 24.6 KM EN TOTAL APROX.	10.2KM EN DOBLE VIA. 20.4 KM EN TOTAL

DEMANDA DE PASAJEROS	55000 DIARIOS	78000 - 110000 DIARIOS APROXIMADAMENTE (estudio tram Barcelona)
NUMERO DE PARADAS	27	20
NUMERO DE TRANVIAS	20	14
PERSONAL MANTENIMIENTO INSTALACIONES FIJAS.	17	0
PERSONAL MANTENIMIENTO MATERIAL MOVIL	23	0

Tabla 4.11: Comparativa de personal para mantenimiento (Fuente: el Autor), datos obtenidos de metro Tenerife S.A

La tabla expuesta no es más que una cantidad tentativa en base a un antecedente real de una unidad de mantenimiento similar en número de trenes e infraestructura a la que se va a implementar en la ciudad de Cuenca, cabe recalcar que este número incluye solo a los puestos Jerárquicos medios de supervisión y operativos ya que los puestos técnico administrativos del Jerárquico superior son de libre remoción.

Será decisión de la dirección de mantenimiento y de la gerencia del Tranvía quienes en conjunto con las empresas constructoras podrán determinar en función de los intereses económicos y técnicos del proyecto el número de personal que va a trabajar en mantenimiento del sistema tranviario.

4.27 Criterio sugerido para la selección de horarios de trabajo.

Para dar un adecuado mantenimiento en el sistema tranviario se deberá definir los horarios de servicio del sistema ya que según el número de trenes en funcionamiento en el día se podrá realizar los mantenimientos rutinarios sin afectar la disponibilidad de trenes en el sistema.

En este caso se puede aplicar un diagrama de flujo sugerido en el que se puede decidir de una mejor manera los horarios para mantenimiento tomando en cuenta por ejemplo que por lo general los trabajos en la catenaria, vías férreas y sistemas eléctricos relacionados al mismo se los realiza en la noche ya que se debe desconectar la energía del sistema para poder realizar este trabajo y por consiguiente los trenes no pueden circular, si bien es cierto estos mantenimientos no se los realiza todos los días, sin embargo se debería contar con un horario definido para este efecto.

El diagrama de flujo sugerido se indica en la figura 4.16:

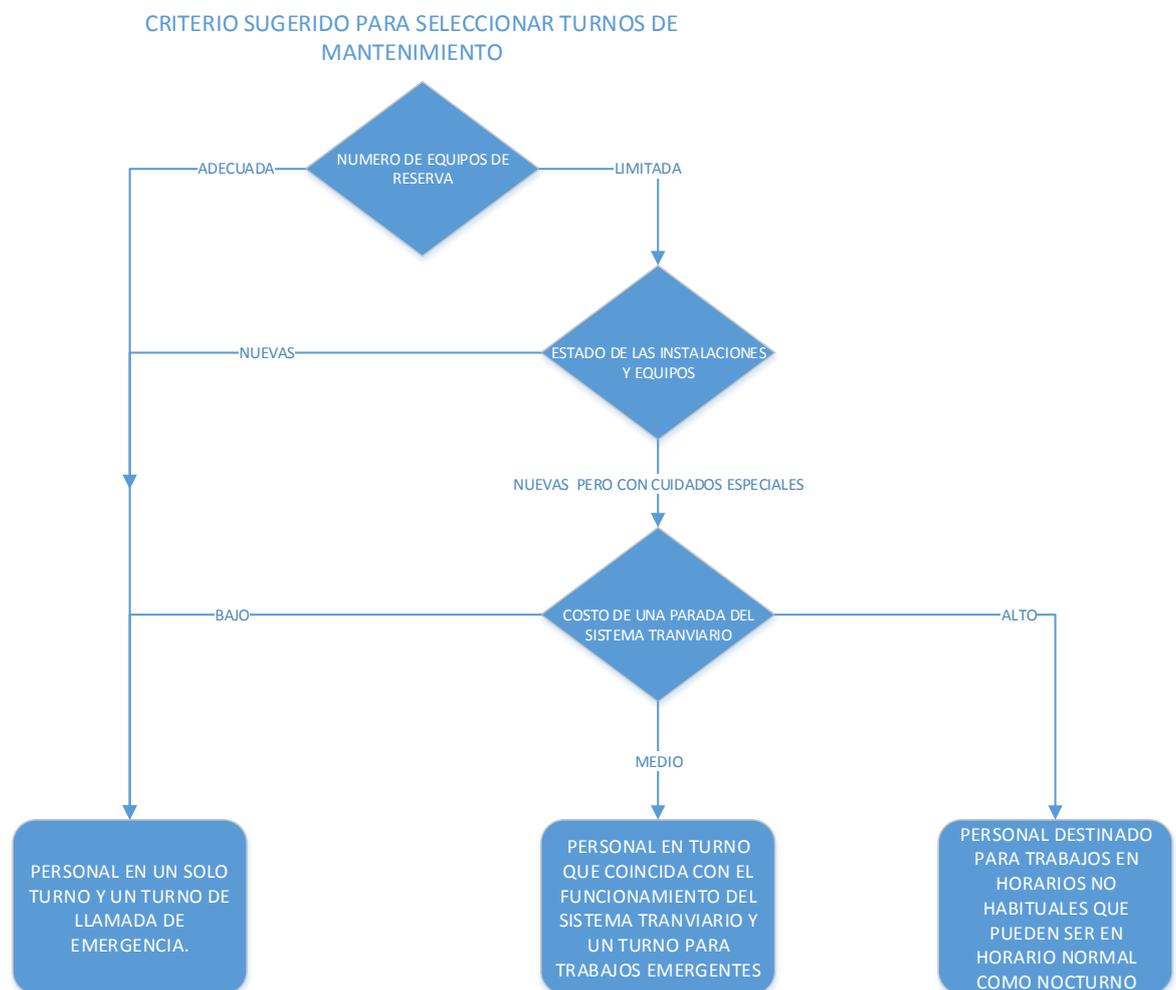


Figura 4.16. Diagrama sugerido para toma de decisiones en los horarios de trabajo en el Tranvía de los cuatro ríos de Cuenca Fuente: (El Autor).

Las tareas de correctivos emergentes por rotura o daños imprevistos no están considerados en este diagrama ya que las instalaciones son nuevas y la incidencia de un fallo de estos equipos es baja, sin embargo se puede asociar con un costo de parada alto y por lo tanto se podría utilizar la directriz indicada.

El trabajo de la unidad de mantenimiento debería identificar estos problemas en un mediano plazo y diseñar una estrategia específica para este problema.

4.28 Costos de mantenimiento.

El análisis de costos de mantenimiento será una herramienta de utilidad para el Director de mantenimiento para poder evaluar los gastos derivados de mantener el sistema tranviario.

El mismo está indicado en la figura 4.17.

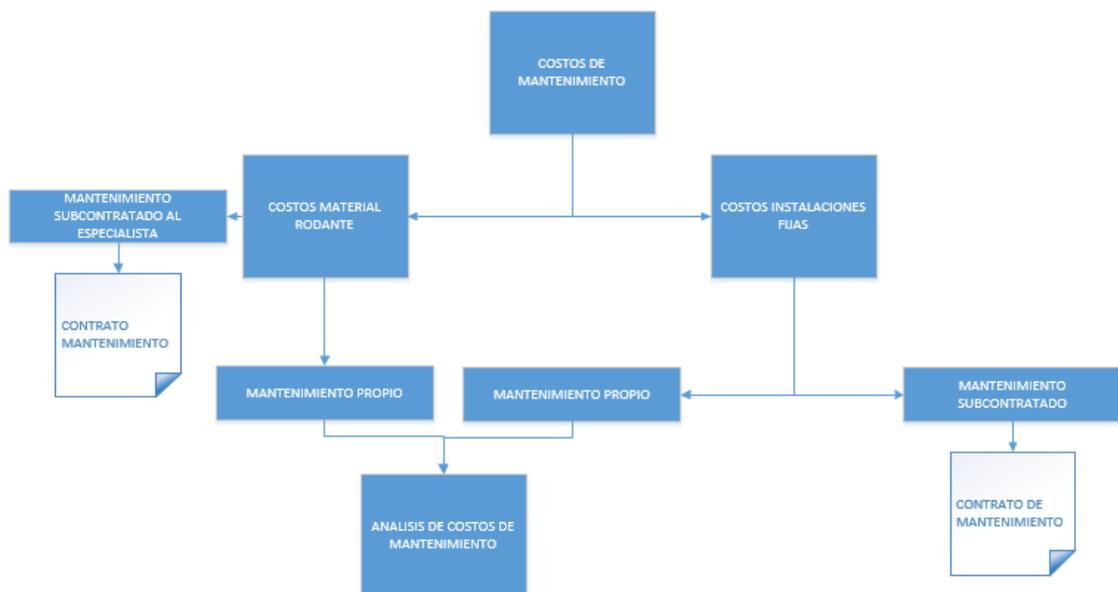


Figura 4.17: Diagrama sugerido para diferenciar costos de mantenimiento.

Fuente: (El Autor)

Para poder realizar un correcto análisis de costos de mantenimiento se debería basar en el cuadro costo-mantenimiento propuesto, de esta manera en un corto plazo se podría determinar los costos reales del mantenimiento de cada componente del sistema tranviario.

El nivel económico óptimo de mantenimiento se indica en la figura 4.18

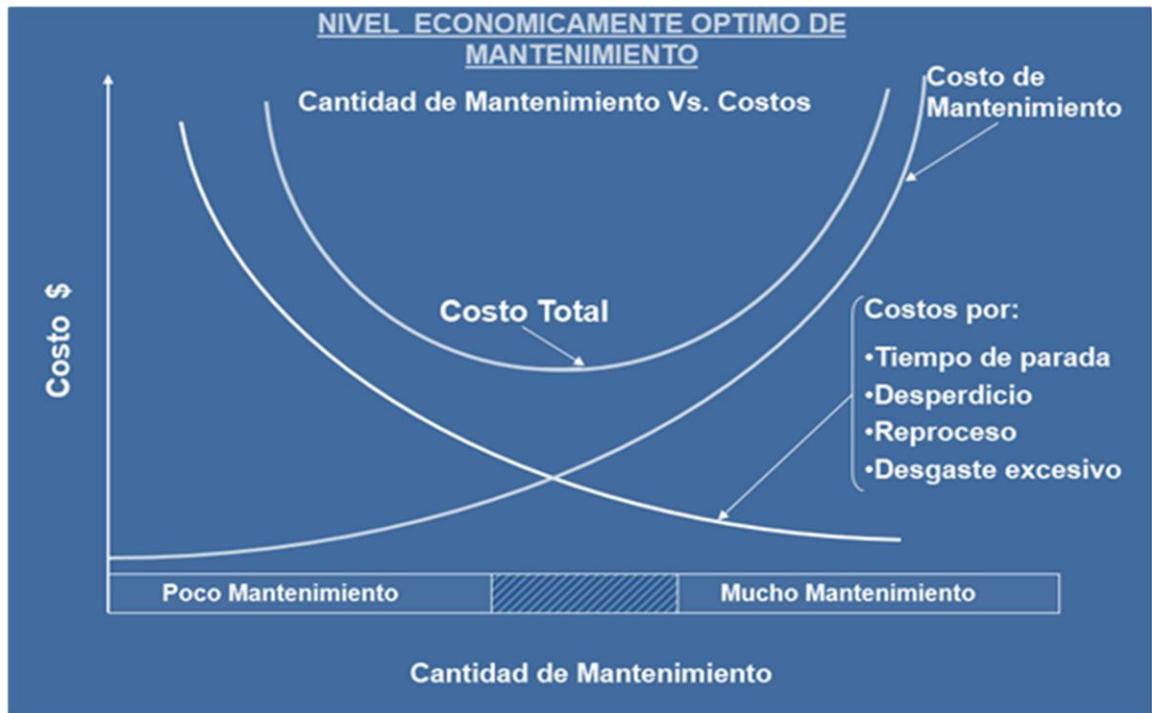


Figura 4.18: Comparativa entre costos de mantenimiento y frecuencia de mantenimiento Fuente: (ARQUES, 2009).

La composición de costos de mantenimiento se indica en la figura 4.19

PERSONAL	MATERIAL	CONTRATACION	DEPRECIACIÓN	PERDIDA DE FACTURACION.
<ul style="list-style-type: none"> • DIRECTO: SALARIOS Y COMISIONES • INDIRECTO: RECARGOS SOCIALES Y BENEFICIOS. • ADMINISTRATIVOS: PRORATEO DE LOS GASTOS DE RRHH Y CAPACITACION 	<ul style="list-style-type: none"> • DIRECTOS: COSTO DE REPOSICION DE MATERIAL • INDIRECTO: CAPITAL INMOVILIZADO, COSTOS ENERGIA, BODEGAJE, AGUA Y PERSONAL DE DEPOSITO. • ADMINISTRATIVOS: PRORATEO DE LAS AREAS DE COMPRA Y ADMINISTRACIÓN DE MATERIAL 	<ul style="list-style-type: none"> • DIRECTOS: COSTOS DE CONTRATOS (PERMANENTES Y EVENTUALES) • INDIRECTOS: SERVICIOS DE TERCEROS COMO TRANSPORTE Y ALIMENTACIÓN. • ADMINISTRATIVO: PRORATEO DE GASTOS DE ADMINISTRACION DE CONTRATOS, FINANCIERO, CONTABLE EN FUNCION DE LOS CONTRATOS DEL AREA DE MANTENIMIENTO. 	<ul style="list-style-type: none"> • DIRECTOS: COSTO DE REPOSICION • INDIRECTOS: CAPITAL INMOVILIZADO. • ADMINISTRATIVOS: PRORATEO DE GASTOS DE CONTABILIDAD, CONTROL DE INVENTARIOS Y AREA DE ADQUISICIONES DE MANTENIMIENTO. 	<ul style="list-style-type: none"> • DIRECTOS: PERDIDA EN NUMERO DE UNIDADES FUNCIONANDO. • INDIRECTOS: PERDIDA DE CALIDAD DE SERVICIO, PERDIDA DE NUMERO ADECUADO DE PASAJEROS. • ADMINISTRATIVOS: PRORATEO DE GASTOS EN EL AREA DE CALIDAD MARKETING Y VENTAS EN FUNCION DE LA IMPLICACION DEL AREA DE MANTENIMIENTO.

Figura 4.19: Composición de costos de mantenimiento (Fuente: el Autor).

La dirección de mantenimiento con la información relevante generada por los subcontratistas de mantenimiento y del personal propio de la empresa deberá determinar los presupuestos para el mantenimiento, respetando los criterios antes expuestos se debería en el mediano plazo contar con costos definidos en base a los requerimientos propios de la empresa una vez definido plenamente el contexto operacional de los equipos y sistemas del sistema tranviario.

4.29 Discusión y comentarios del capítulo 3.

Definir una codificación específica para cada activo y sistema deberá ser fundamental para llevar correctamente los activos de la empresa, el modelo de clasificación de criticidad sería muy útil para determinar la clasificación de criticidad de los activos en función de la seguridad, la producción, la calidad de servicio y mantenimiento.

Existe un estudio para un sistema de jerarquización de activos (AHP) desarrollado para este proyecto el cual podría ser utilizado a futuro también, ya que, para ser aplicado correctamente se debe tener definido el contexto operacional de los equipos y datos reales del mantenimiento de los equipos para poderlos jerarquizar adecuadamente, (JARAMILLO & MATAILO, 2016).

Para una etapa inicial el modelo de selección de criticidad propuesto en este trabajo sería lo más práctico ya que el mismo es una adaptación de un modelo ferroviario ya utilizado para este efecto (ARQUES, 2009).

Los modelos de mantenimiento deberían cumplir con todas las exigencias de mantenimiento para cada equipo o sistema dependiendo de su criticidad y necesidades de confiabilidad y disponibilidad (GARCIA, 2003), no se debería descartar en un futuro cuando las tareas estén perfectamente definidas implementar metodologías como son: AMFE (análisis de modos de falla y efectos), 5s, KAISEN, entre otros, La meta a largo plazo es mantener un plan de mantenimiento propio para esta unidad de transporte, esta tarea será responsabilidad del departamento técnico.

Un plan de mantenimiento siempre será perfectible siempre y cuando se tenga bien definido el contexto operacional de cada uno de ellos.

5. CAPITULO 4. CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO.

Para implementar un modelo de gestión de mantenimiento se debe contar con procesos básicos para realizar el correcto desenvolvimiento de las tareas inherentes a cada función en el plan de gestión de mantenimiento.

Para la aplicación de los procesos se utilizara el software VISIO, el cual utiliza procesos bajo la metodología BPM (*Bussines Process Management*, ya que con esta metodología la unidad de mantenimiento podría adaptarse fácilmente a los

procesos y poder cumplir los objetivos (LAURENTIIS, 2003) que se plantee la dirección de mantenimiento

Es deseable, aunque no indispensable contar con herramientas computacionales para realizar la gestión de mantenimiento de una manera más eficiente, las herramientas computacionales son una ayuda cuando se recibe una correcta capacitación de las mismas, caso contrario podrían volverse contraproducentes para realizar una gestión exitosa.

En este capítulo se realizará los procedimientos para las tareas más relevantes para el sistema de gestión de mantenimiento así como información relevante de software de gestión e ingeniería de mantenimiento.

5.1 Proceso de codificación de activos.

El mismo debería ser realizado por el siguiente personal:

1. Responsable de departamento técnico, responsable de instalaciones fijas y responsable de material rodante.
2. Ingeniero de mantenimiento del departamento técnico.
3. Técnico de mantenimiento.
4. Personal encargado en software o base de datos de mantenimiento.

El proceso y las funciones del personal se indican en la tabla 5.1

PROCESO DE CODIFICACION DE ACTIVOS				
ACTIVIDADES	PERSONAL	FUNCIONES	DOCUMENTO	REQUISITOS DEL DOCUMENTO
TIPO DE EQUIPO	RESPONSABLE DEP. TECNICO, RESPONSABLE DE INSTALACIONES FIJAS Y RESPONSABLE DE MATERIAL RODANTE	EL RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO TECNICO COORDINA EN CONJUNTO CON EL RESPONSABLE DE INSTALACIONES FIJAS Y MATERIAL RODANTE LOS LINEAMIENTOS INICIALES PARA UNA CORRECTA CODIFICACIÓN	METODOLOGÍA DE CODIFICACION GENERAL DE ACTIVOS DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA	PROPUESTA DE CODIFICACION BASADA EN NORMATIVA UNE – EN ISO 14224:2006 “industrias del petróleo, petroquímica y de gas natural. Recogida e intercambio de datos de mantenimiento y confiabilidad de equipos”,
CODIFICACION DE ACTIVOS DE INSTALACIONES FIJAS	INGENIERO DE MANTENIMIENTO	RECOPILA LA INFORMACION DE LAS INSTALACIONES FIJAS Y DETERMINA LA CODIFICACIÓN PARA ESTOS EQUIPOS	CODIFICACION DE ACTIVOS DE INSTALACIONES FIJAS	METODOLOGÍA DE CODIFICACION GENERAL DE ACTIVOS DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA
CODIFICACION DE ACTIVOS DE MATERIAL RODANTE	INGENIERO DE MANTENIMIENTO	RECOPILA LA INFORMACION DEL MATERIAL RODANTE Y DETERMINA LA CODIFICACIÓN PARA ESTOS EQUIPOS	CODIFICACION DE ACTIVOS DE MATERIAL RODANTE	METODOLOGÍA DE CODIFICACION GENERAL DE ACTIVOS DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA
DOCUMENTAR CODIFICACIÓN	TECNICO DE MANTENIMIENTO	REALIZA LA CODIFICACIÓN FISICA DE CADA ACTIVO RESPETANDO LA CODIFICACIÓN ENTREGADA POR EL INGENIERO DE MANTENIMIENTO.	ARCHIVO DE CODIFICACIÓN DE ACTIVOS DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA	CODIFICACION DE ACTIVOS DE INSTALACIONES FIJAS Y CODIFICACION DE ACTIVOS DE MATERIAL RODANTE
LEVANTAR BASE DE DATOS	PERSONAL ENCARGADO DE SOFTWARE O BASE DE DATOS.	REALIZA LA TRASCRIPTIÓN DE DATOS ENTREGADA POR EL TECNICO DE MANTENIMIENTO LA CUAL CONTIENE LA CODIFICACION GENERAL DE ACTIVOS.	ARCHIVO DIGITAL DE ACTIVOS DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA	ARCHIVO DE CODIFICACIÓN DE ACTIVOS DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA.

Tabla 5.1 Personal y funciones para el proceso de codificación de activos (Fuente: El Autor).

El proceso se describe en la figura 5.1.

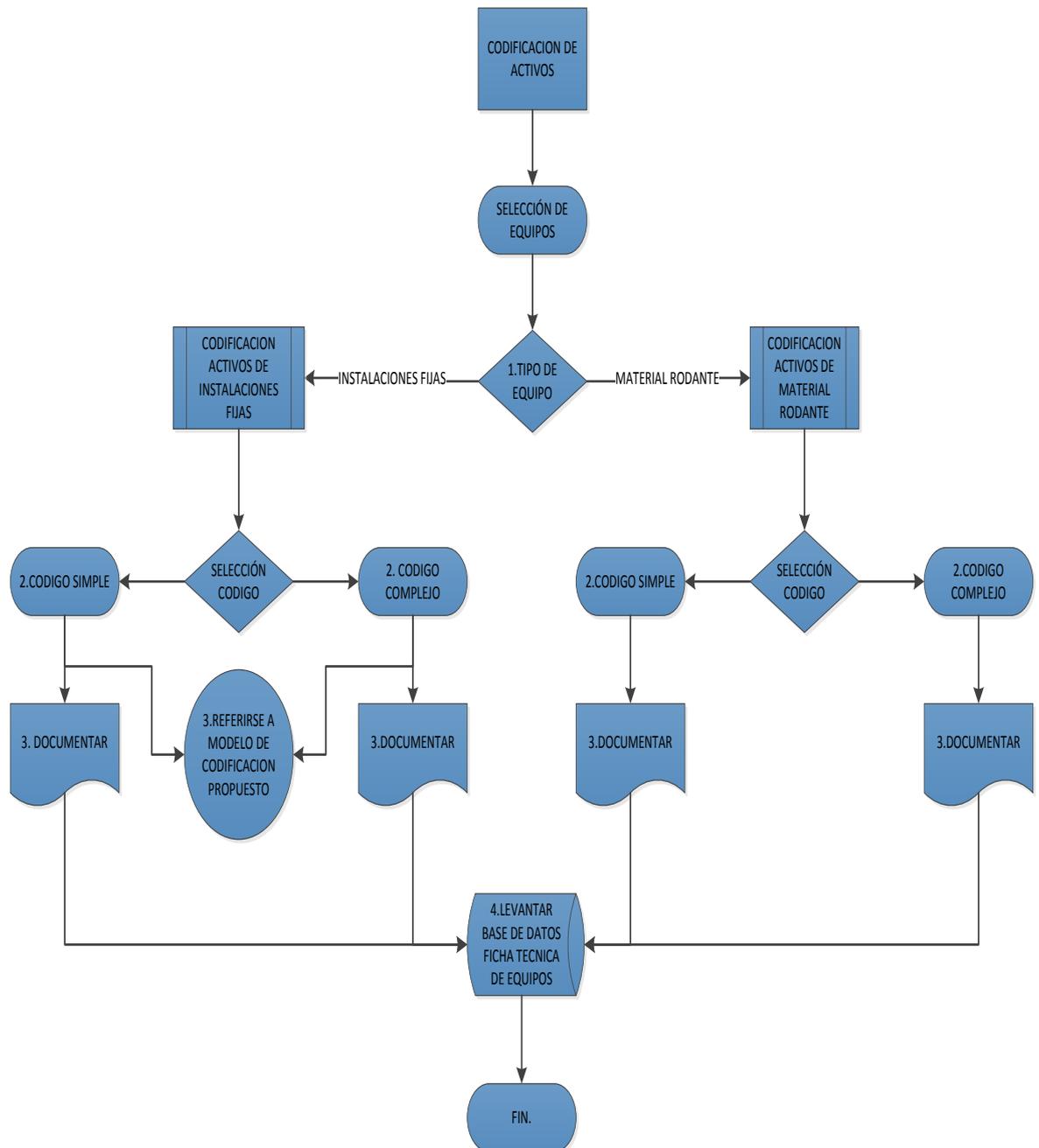


Figura 5.1. Proceso de codificación de activos (Fuente: el Autor).

5.2 Proceso de definición de criticidad de activo.

Este proceso debería ser realizado por el siguiente personal.

1. Responsable Departamento técnico.
2. Responsable del departamento técnico, responsable de instalaciones fijas y responsable de material rodante.
3. Responsable departamento técnico en levantamiento de datos.
4. Personal encargado de software de mantenimiento o base de datos.

El proceso y las funciones del personal se describen en la tabla 5.2.

PROCESO DE SELECCIÓN DE CRITICIDAD DE ACTIVOS				
ACTIVIDADES	PERSONAL	FUNCIONES	DOCUMENTO	REQUISITOS DEL DOCUMENTO
DEFINIR TIPO DE CRITICIDAD	RESPONSABLE DEP. TECNICO	REVISLA LA INFORMACION INICIAL Y REALIZA LA DETERMINACIÓN DE CRITICIDAD DE ACTIVOS	MANUAL DE ESCALA DE CRITICIDAD DE ACTIVOS DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA	CODIFICACIÓN DE ACTIVOS PROPUESTA EN LA FIGURA 4.3. MANUALES DE SERVICIO RECOPIADOS, POLITICAS, OBJETIVOS, METAS Y CONTEXTO OPERACIONAL DEFINIDO
DEFINIR TIPO DE ACTIVO	RESPONSABLE DEL DEP. TECNICO, RESPONSABLE DE INSTALACIONES FIJAS Y RESPONSABLE DE MATERIAL RODANTE.	DETERMINAN LA CRITICIDAD INDIVIDUAL DE CADA ACTIVO SEPARANDO LOS MISMOS EN INSTALACIONES FIJAS Y MATERIAL RODANTE.	ANALISIS DE CRITICIDAD DE ACTIVOS DE INSTALACIONES FIJAS Y MATERIAL RODANTE DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA.	MANUAL DE ESCALA DE CRITICIDAD DE ACTIVOS DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA
CREAR DATOS REFERENTES A LOS ASPECTOS DE CADA TIPO DE CRITICIDAD EN FUNCION DE LA SEGURIDAD, PRODUCCION, CALIDAD Y MANTENIMIENTO EN INSTALACIONES FIJAS.	RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO TECNICO EN LEVANTAMIENTO DE DATOS	REALIZA LA MATRIZ DE CRITICIDAD DE CADA ACTIVO DE INSTALACIONES FIJAS EN FUNCIÓN DE LA INFORMACIÓN RECIBIDA.	MATRIZ GENERAL DE CRITICIDAD DE ACTIVOS DE INSTALACIONES FIJAS DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA	ANALISIS DE CRITICIDAD DE ACTIVOS DE INSTALACIONES FIJAS Y MATERIAL RODANTE DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA.
CREAR DATOS REFERENTES A LOS ASPECTOS DE CADA TIPO DE CRITICIDAD EN FUNCION DE LA SEGURIDAD, PRODUCCION, CALIDAD Y MANTENIMIENTO EN MATERIAL RODANTE.	RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO TECNICO EN LEVANTAMIENTO DE DATOS	REALIZA LA MATRIZ DE CRITICIDAD DE CADA ACTIVO DE MATERIAL RODANTE EN FUNCIÓN DE LA INFORMACIÓN RECIBIDA.	MATRIZ GENERAL DE CRITICIDAD DE ACTIVOS DE MATERIAL RODANTE DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA	ANALISIS DE CRITICIDAD DE ACTIVOS DE INSTALACIONES FIJAS Y MATERIAL RODANTE DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA.
CREAR DOCUMENTACION REFERENTE.	RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO TECNICO EN LEVANTAMIENTO DE DATOS	REALIZA LA DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA MATRIZ GENERAL DE ACTIVOS DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA	MATRIZ DE CRITICIDAD DE ACTIVOS DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA	MATRIZ GENERAL DE CRITICIDAD DE ACTIVOS DE INSTALACIONES FIJAS DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA, MATRIZ GENERAL DE CRITICIDAD DE ACTIVOS DE MATERIAL RODANTE DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA
REALIZAR LA BASE DE DATOS.	PERSONAL ENCARGADO DE SOFTWARE O BASE DE DATOS.	REALIZA LA TRANSCRIPCION DE DATOS ENTREGADOS POR EL RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO TECNICO Y LOS INSERTA EN LA BASE DE DATOS O SOFTWARE DE MANTENIMIENTO.	ARCHIVO DIGITAL DE LA MATRIZ DE CRITICIDAD DE ACTIVOS DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA.	MATRIZ DE CRITICIDAD DE ACTIVOS DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA.

Tabla 5.2. Personal y funciones para el proceso de definición de criticidad de activos. (Fuente: El Autor).

El proceso se describe en la figura 5.2

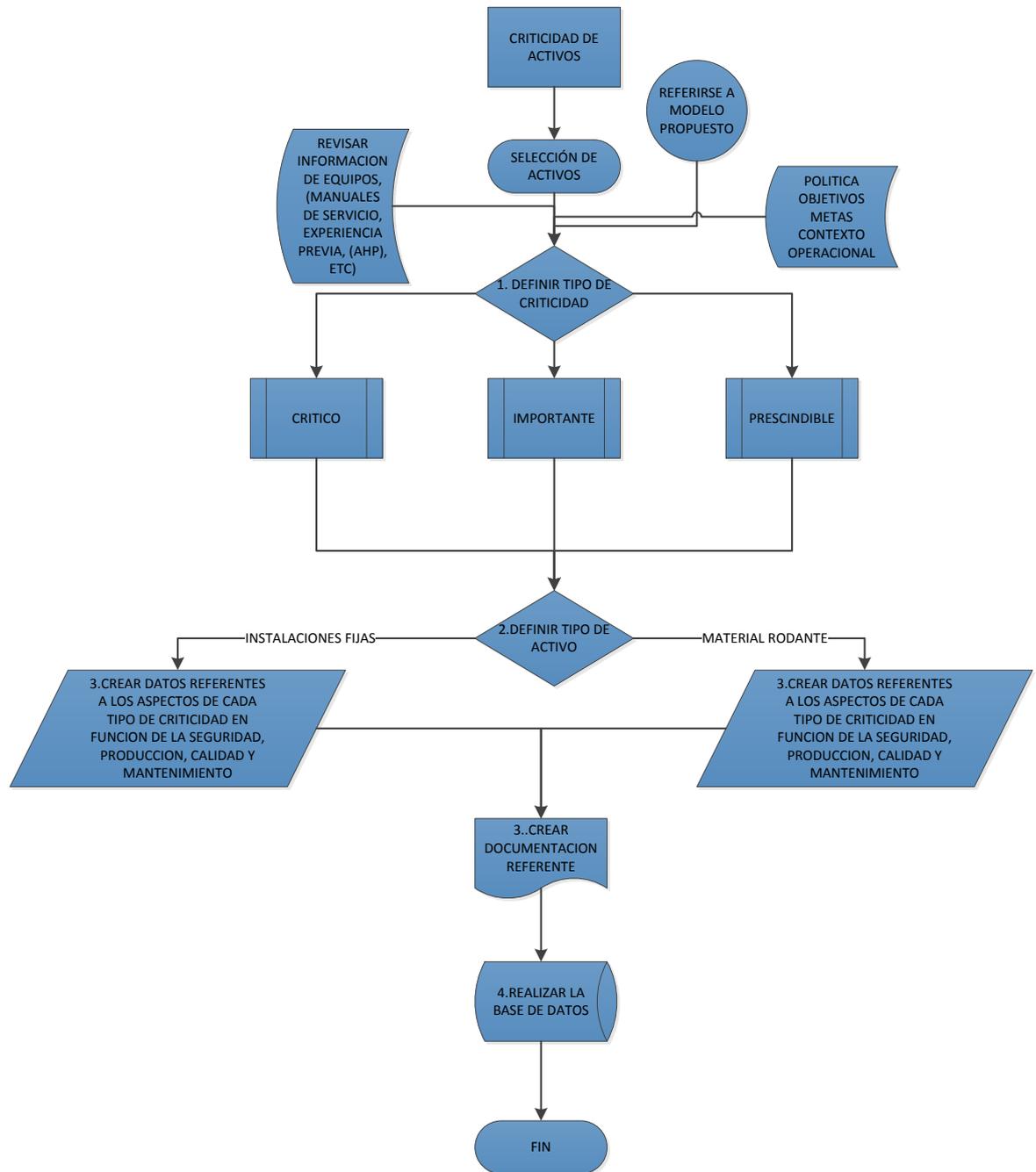


Figura 5.2. Proceso de selección de criticidad de activos (Fuente: el Autor).

5.3 Proceso de selección de mantenimiento.

El siguiente proceso debería ser realizado por el siguiente personal:

1. Responsable de instalaciones fijas y Departamento técnico.
 - 1A. Responsable de material rodante, departamento técnico y responsable de la empresa subcontratada.
2. Supervisor área responsable, Ingeniero de área responsable y técnico de área responsable.
 - 2A. Supervisor área responsable, Técnico de empresa proveedora de servicios.
3. Responsable departamento técnico, Ingeniero responsable de área y técnico de empresa subcontratada.
 - 3A. Técnicos de mantenimiento de instalaciones fijas, material rodante y responsable del Dep. Técnico en levantamiento de datos.
4. Personal encargado de software de mantenimiento o base de datos.

El proceso y las funciones del personal se describen en la tabla 5.3.

ANDRADE, 100

PROCESO DE SELECCIÓN DE MANTENIMIENTO				
ACTIVIDADES	PERSONAL	FUNCIONES	DOCUMENTO	REQUISITOS DEL DOCUMENTO
MANTENIMIENTO PLANIFICADO INSTALACIONES FIJAS	RESPONSABLE DE INSTALACIONES FIJAS, RESPONSABLE DEL DEP. TECNICO	EN BASE A LA DOCUMENTACION REALIZAN LA DETERMINACIÓN DE TAREAS Y FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO EN LOS ACTIVOS Y SISTEMAS DE INSTALACIONES FIJAS Y ESTABLECEN LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO A SEGUIR CUANDO UN MANTENIMIENTO NO ES PLANIFICADO	PLANIFICACIÓN ANUAL DE MANTENIMIENTO PARA INSTALACIONES FIJAS.	CODIFICACION DE ACTIVOS, MATRIZ DE CRITICIDAD DE ACTIVOS, DIAGRAMA DE ANALISIS DE CRITICIDAD (FIGURA 4.8), PLAN DE MANTENIMIENTO SUGERIDO (FIGURA 4.10)
MANTENIMIENTO PLANIFICADO MATERIAL RODANTE	RESPONSABLE DE MATERIAL RODANTE, RESPONSABLE DEL DEP. TECNICO Y RESPONSABLE DE EMPRESA SUBCONTRATADA.	EN BASE A LA DOCUMENTACION REALIZAN LA DETERMINACIÓN DE TAREAS Y FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO EN LOS ACTIVOS Y SISTEMAS DE MATERIAL RODANTE Y ESTABLECEN LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO A SEGUIR CUANDO UN MANTENIMIENTO NO ES PLANIFICADO	PLANIFICACION ANUAL DE MANTENIMIENTO PARA MATERIAL RODANTE.	CODIFICACION DE ACTIVOS, MATRIZ DE CRITICIDAD DE ACTIVOS, CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE, PLAN DE MANTENIMIENTO SUGERIDO (FIGURA 4.11)
APLICAR MODELO DE MANTENIMIENTO EN FUNCION A DATOS EXTERNOS REVISADOS	SUPERVISOR DE AREA RESPONSABLE, INGENIERO DE AREA RESPONSABLE Y TECNICO DE AREA RESPONSABLE	EL GRUPO DE TRABAJO TOMA LA INFORMACIÓN DE LA PLANIFICACION ANUAL DE MANTENIMIENTO Y LA EJECUTA SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS EXPUESTAS EN EL MISMO.	FICHAS TECNICAS DE MANTENIMIENTOS REALIZADOS	PLANIFICACION ANUAL DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES FIJAS, FORMATO DE RESUMEN DE ACTIVOS (TABLA 4.5), FORMATO DE REPORTE DE NOVEDAD (TABLA 4.6), FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO (TABLA 4.7), INFORME DE MANTENIMIENTO (TABLA 4.8), SOLICITUD DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO (TABLA 4.9)
APLICAR MODELO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	SUPERVISOR DE AREA RESPONSABLE, INGENIERO DE AREA RESPONSABLE Y TECNICO DE AREA RESPONSABLE	DEFINEN Y DOCUMENTAN LA TAREA Y FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO EN CASO DE UNA PARADA NO PROGRAMADA O DAÑO FORTUITO.	FICHA TECNICA DE INTERVENCIÓN DE EQUIPOS.	DIAGRAMA DE DECISION DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS IMPORTANTES (FIGURA 4.5), FORMATO DE REPORTE DE NOVEDAD (TABLA 4.6), INFORME DE MANTENIMIENTO (TABLA 4.8).
APLICAR PLAN DE MANTENIMIENTO DETERMINADO POR EL FABRICANTE	SUPERVISOR DE AREA RESPONSABLE Y TECNICO DE LA EMPRESA PROVEEDORA DE SERVICIOS	DOCUMENTAR Y ARCHIVAR LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO SUBCONTRATADAS A LA EMPRESA PROVEEDORA DE SERVICIOS	FICHAS TECNICAS DE MANTENIMIENTOS REALIZADOS	DOCUMENTACION TECNICA DE EMPRESA PROVEEDORA DE SERVICIOS (ANEXO 1)
APLICAR PLAN CORRECTIVO DETERMINADO POR EL FABRICANTE	SUPERVISOR DE AREA RESPONSABLE Y TECNICO DE LA EMPRESA PROVEEDORA DE SERVICIOS	DEFINEN Y DOCUMENTAN LA TAREA Y FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO EN CASO DE UNA PARADA NO PROGRAMADA O DAÑO FORTUITO.	ARCHIVO DE INTERVENCIONES CORRECTIVAS DE MATERIAL RODANTE	DOCUMENTACION TECNICA DE EMPRESA PROVEEDORA DE SERVICIOS.
APLICAR TAREA Y FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO SEGÚN FABRICANTE	SUPERVISOR DE AREA RESPONSABLE Y TECNICO DE LA EMPRESA PROVEEDORA DE SERVICIOS	DEFINEN Y DOCUMENTAN LA TAREA Y FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO EN CASO DE SER EQUIPOS NO CRITICOS DEL SISTEMA DE MATERIAL RODANTE Y PUEBAN SER REALIZADOS POR LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA Y CON SUPERVISIÓN Y ASESORIA DE LA EMPRESA PROVEEDORA DE SERVICIOS.	FICHAS TECNICAS DE MANTENIMIENTOS REALIZADOS	PLANIFICACION ANUAL DE MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE, FORMATO DE RESUMEN DE ACTIVOS (TABLA 4.5), FORMATO DE REPORTE DE NOVEDAD (TABLA 4.6), FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO (TABLA 4.7), INFORME DE MANTENIMIENTO (TABLA 4.8), SOLICITUD DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO (TABLA 4.9)
COMPLEMENTAR TAREA DE MANTENIMIENTO CON ANALISIS PREDICTIVO EN DONDE APLIQUE	RESPONSABLE DEL DEP. TECNICO, INGENIERO RESPONSABLE DE AREA Y TECNICO DE LA EMPRESA SUBCONTRATADA.	REALIZAN LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL MATERIAL RODANTE RESPETANDO EL PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO POR LA EMPRESA PROVEEDORA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO	ARCHIVO TECNICO DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE MATERIAL RODANTE	PALNIFICACION ANUAL DE MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE, MATRIZ DE CRITICIDAD DE ACTIVOS, METODOS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO (FIGURA 4.2)
DOCUMENTAR ACTIVIDADES	TECNICOS DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES FIJAS, MATERIAL RODANTE Y RESPONSABLE DEL DEP. TECNICO EN LEVANTAMIENTO DE DATOS.	ESTA TAREA LA REALIZA EL RESPONSABLE DE LEVANTAMIENTO DE DATOS USANDO LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE LAS FICHAS DE MANTENIMIENTO REALIZADAS POR LOS TECNICOS DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES FIJAS Y MATERIAL RODANTE	DOCUMENTO DE ACTIVIDADES ANUALES DE MANTENIMIENTO DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA.	FICHAS TECNICAS DE MANTENIMIENTOS REALIZADOS, FICHA TECNICA DE INTERVENCIÓN DE EQUIPOS, ARCHIVO TECNICO DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE MATERIAL RODANTE.
CREAR BASE DE DATOS DE MANTENIMIENTO	PERSONAL ENCARGADO DE SOFTWARE O BASE DE DATOS.	REALIZAR LA BASE DE DATOS DE LOS MANTENIMIENTOS REALIZADOS EN EL AÑO	MANTENIMIENTO ANUAL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA	DOCUMENTO DE ACTIVIDADES ANUALES DE MANTENIMIENTO DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA

Tabla 5.3. Personal y funciones para proceso de selección de mantenimiento. (Fuente: El Autor).

El proceso se describe en la figura 5.3.

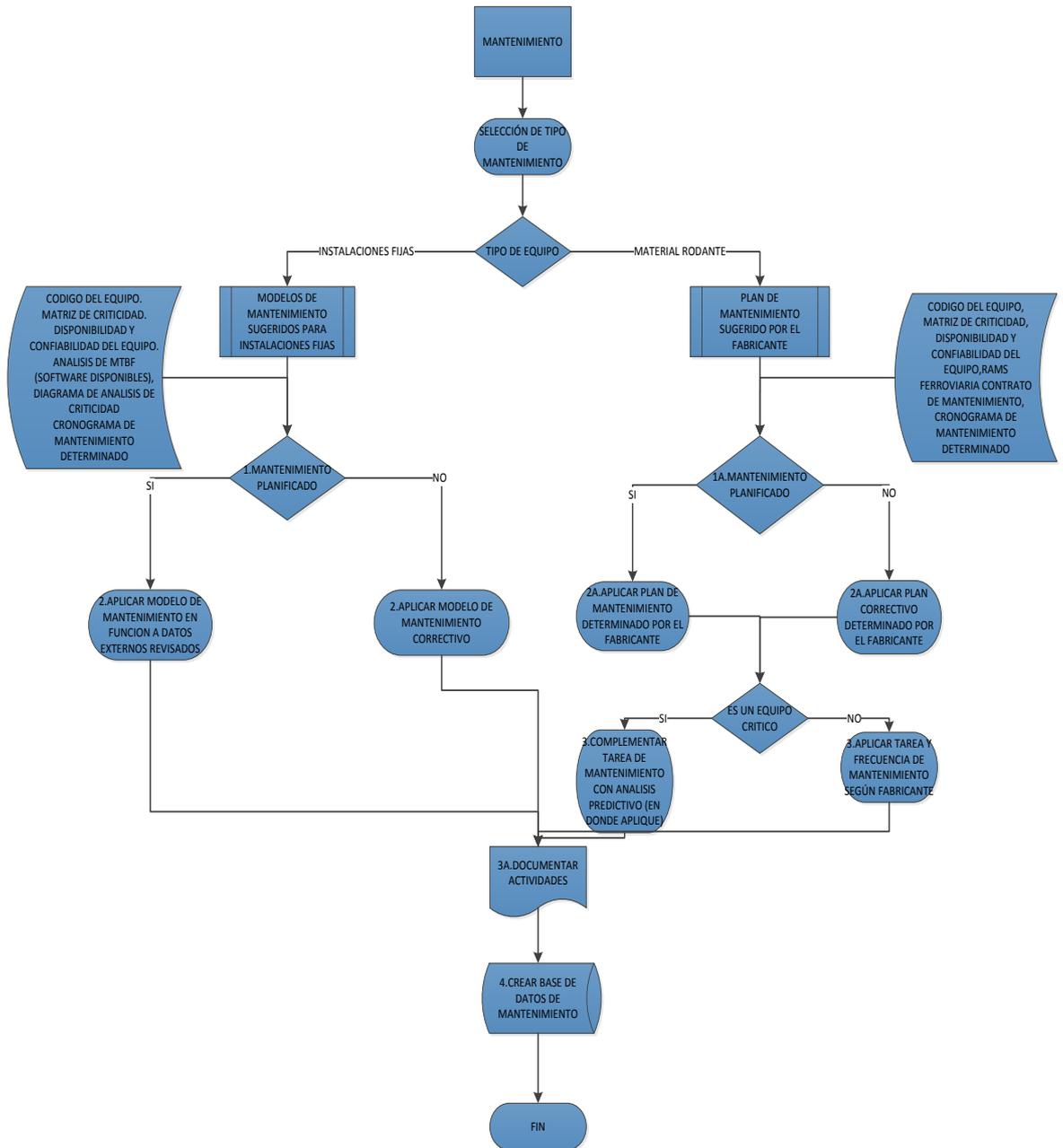


Figura 5.3: Proceso para selección de mantenimiento. (Fuente: el Autor).

5.4 Proceso para selección de mantenimientos adicionales.

Este proceso se debería realizar con el siguiente personal:

1. Departamento técnico, Dirección de mantenimiento.
2. Departamento técnico.
3. Jefaturas de mantenimiento.
- 3A. Departamento técnico, (asesoría de la dirección de mantenimiento y departamento jurídico interno o externo).
- 3B. Responsable del Dep. Técnico en levantamiento de datos.
4. Personal encargado de software de mantenimiento o base de datos.

El proceso y las funciones del personal se describen en la tabla 5.4.

PROCESO DE SELECCIÓN DE MANTENIMIENTOS ADICIONALES				
ACTIVIDADES	PERSONAL	FUNCIONES	DOCUMENTO	REQUISITOS DEL DOCUMENTO
TIPOS DE MANTENIMIENTO ADICIONALES	DEPARTAMENTO TECNICO Y DIRECCION DE MANTENIMIENTO	REALIZAR LA DESIGNACIÓN DE QUE EQUIPOS CUMPLEN CON MANTENIMIENTO DE CARÁCTER LEGAL O MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO	DOCUMENTACION DE MANTENIMIENTOS ADICIONALES	ARCHIVO TECNICO DE EQUIPOS
SE CUENTA CON EL RECURSO HUMANO Y EQUIPOS PARA REALIZAR ESTAS ACTIVIDADES	DEPARTAMENTO TECNICO.	SE REALIZA LA CONSIDERACIÓN DE QUE EQUIPOS SE DEBERÍA CONTRATAR SERVICIOS EXTERNOS Y CUALES SE PUEDE REALIZAR CON LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO DEL TRANVIA DE LOS 4 RIOS DE CUENCA	ARCHIVO TECNICO DE MANTENIMIENTOS ADICIONALES	DOCUMENTACION DE MANTENIMIENTOS ADICIONALES, CRITERIO PARA LA SUBCONTRATACION DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO (FIGURA 4.4), DIAGRAMA DE DECISION DE MANTENIMIENTOS ADICIONALES. (FIGURA 4.7)
REALIZAR MANTENIMIENTO	JEATURAS DE MANTENIMIENTO	DEFINIR FRECUENCIAS Y TAREAS DE MANTENIMIENTOS LEGALES Y ESPECIALIZADOS QUE SI PUEDA REALIZAR LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO INTERNA	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTOS ADICIONALES	ARCHIVO TECNICO DE MANTENIMIENTOS ADICIONALES.
SUBCONTRATAR SERVICIOS DE MANTENIMIENTO	DEPARTAMENTO TECNICO, ASESOR DE DIRECCION DE MANTENIMIENTO Y ASESOR JURIDICO	REALIZAR LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS CON EL DEPARTAMENTO JURIDICO CON LA FINALIDAD DE ESTABLECER UN CONTRATO DE SERVICIOS EXTERNOS DE MANTENIMIENTOS LEGALES Y ESPECIALIZADOS	CONTRATO DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTOS LEGALES, CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE SERVICIOS ESPECIALIZADOS	ARCHIVO TECNICO DE MANTENIMIENTOS ADICIONALES. SISTEMA DE CONTRATACION PUBLICA.
DOCUMENTAR INTERVENCION	RESPONSABLE DEL DEP. TECNICO EN LEVANTAMIENTO DE DATOS	REALIZA LA DOCUMENTACION DE LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LOS MANTENIMIENTOS ADICIONALES	ARCHIVO DE MANTENIMIENTOS ADICIONALES	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTOS ADICIONALES, CONTRATO DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTOS LEGALES, CONTRATO DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO DE SERVICIOS ESPECIALIZADOS
REALIZAR BASE DE DATOS CON LA INFORMACIÓN.	PERSONAL ENCARGADO DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO O BASE DE DATOS	INGRESAR EN LA BASE DE DATOS O SOFTWARE DE MANTENIMIENTO LOS DATOS DE LOS MANTENIMIENTOS LEGALES Y ESPECIALIZADOS REALIZADOS EN EL AÑO	ARCHIVO DIGITAL DE MANTENIMIENTOS ADICIONALES	ARCHIVO DE MANTENIMIENTOS ADICIONALES

Tabla 5.4. Personal y funciones para proceso de selección de mantenimientos adicionales. (Fuente: El Autor).

El proceso se describe en la figura 5.4

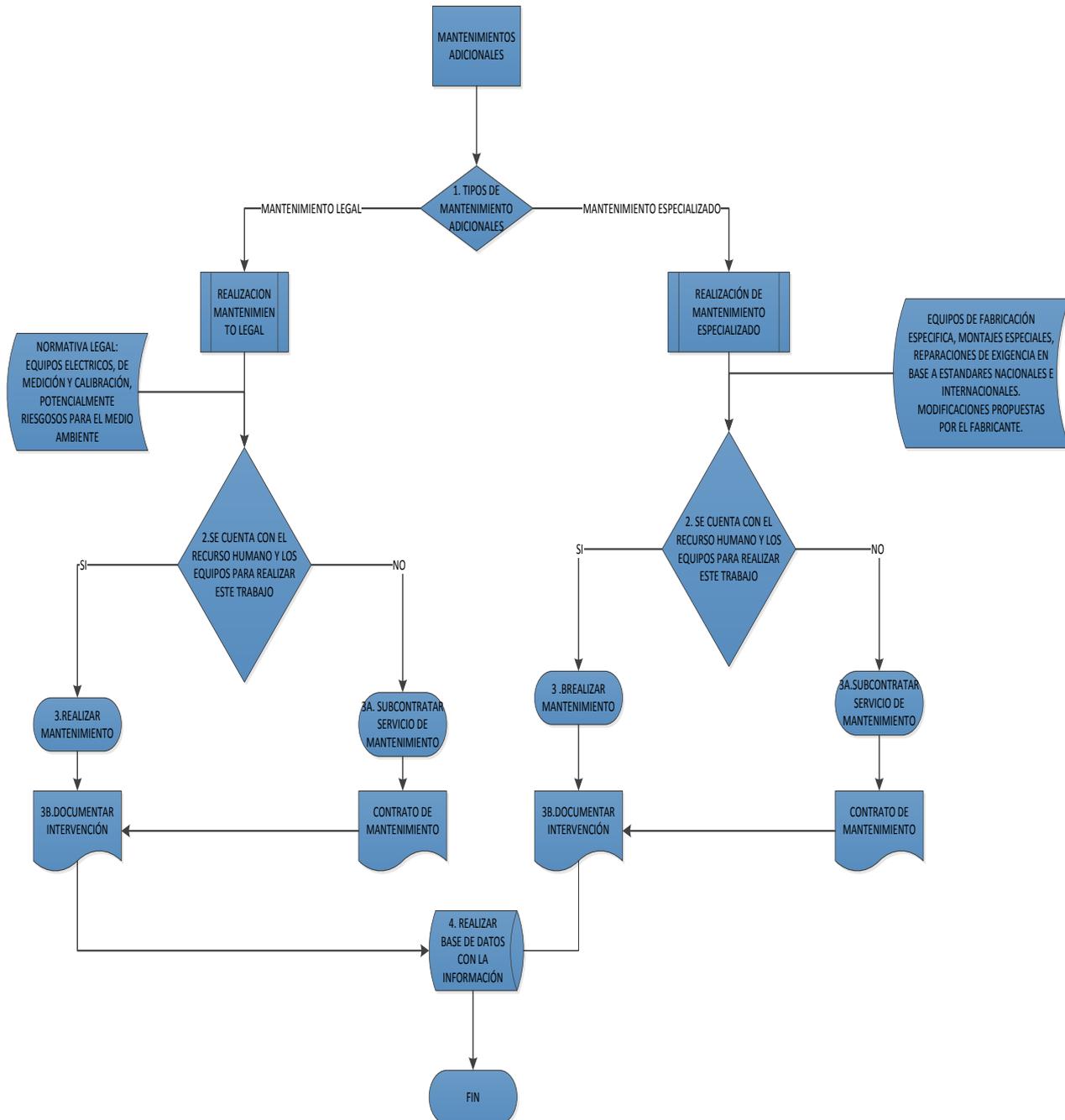


Figura 5.4: Proceso para realizar mantenimientos adicionales. (Fuente: el Autor).

5.5 Proceso para utilizar fichas técnicas de mantenimiento.

Las fichas técnicas propuestas en este trabajo deberían en primera instancia realizar la matriz de los mantenimientos realizados en un corto plazo.

Este proceso se debería realizar con el siguiente personal:

1. Técnicos de mantenimiento propios.

1A. Técnicos de la empresa subcontratada para dar el servicio y Técnicos propios de mantenimiento.

1B. Técnicos de empresa subcontratada.

2. Responsable del Dep. Técnico en levantamiento de datos.

3. Personal encargado de software de mantenimiento o base de datos.

El proceso y las funciones del personal se describen en la tabla 5.5.

PROCESO PARA UTILIZAR FICHAS TECNICAS DE MANTENIMIENTO				
ACTIVIDADES	PERSONAL	FUNCIONES	DOCUMENTO	REQUISITOS DEL DOCUMENTO
REALIZAR EL TRABAJO DETERMINADO Y Y LLENAR LAS FICHAS DETERMINADAS EN CADA UNA DE ELLAS	TECNICOS DE MANTENIMIENTO PROPIOS	UTILIZAR LAS FICHAS PROPUESTAS PARA HACER CONSTANCIA DEL MANTENIMIENTO REALIZAD	FICHAS TECNICAS DE MANTENIMIENTO	FORMATO DE RESUMEN DE ACTIVOS (TABLA 4.5), FORMATO DE REPORTE DE NOVEDAD (TABLA 4.6), FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO (TABLA 4.7), INFORME DE MANTENIMIENTO (TABLA 4.8), SOLICITUD DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO (TABLA 4.9)
RECOPIRAR LA INFORMACION REALIZADA POR LA EMPRESA SUBCONTRATADA Y APLICAR LA INFORMACION EN LAS FICHAS PROPUESTAS.	TECNICOS DE LA EMPRESA SUBCONTRATADA Y TECNICOS PROPIOS DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO	USAR LA INFORMACION DE LOS TECNICOS DE LA EMPRESA DE MANTENIMIENTO SUBCONTRATADA Y REPLICARLO EN LOS FORMATOS PROPIOS DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO	FICHAS TECNICAS DE MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE	FICHAS TECNICAS DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA SUBCONTRATADA, FORMATO DE RESUMEN DE ACTIVOS (TABLA 4.5), FORMATO DE REPORTE DE NOVEDAD (TABLA 4.6), FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO (TABLA 4.7), INFORME DE MANTENIMIENTO (TABLA 4.8), SOLICITUD DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO (TABLA 4.9)
DOCUMENTAR INFORMES EMITIDOS POR EL SUBCONTRATISTA Y USAR EL FORMATO PROPUESTO	TECNICOS DE EMPRESA SUBCONTRATADA	SOLICITAR COMO REQUISITO EL LLENADO DE LOS FORMATOS DE MANTENIMIENTO EXTERNO PARA TENER UN ARCHIVO DE LAS INTERVENCIONES REALIZADAS	FICHAS TECNICAS DE INTERVENCIONES DE EMPRESAS DE SERVICIOS SUBCONTRATADAS	FICHAS TECNICAS DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA SUBCONTRATADA, FORMATO DE RESUMEN DE ACTIVOS (TABLA 4.5), FORMATO DE REPORTE DE NOVEDAD (TABLA 4.6), FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO (TABLA 4.7), INFORME DE MANTENIMIENTO (TABLA 4.8), SOLICITUD DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO (TABLA 4.9)
CREAR DOCUMENTO	RESPONSABLE DEL DEP. TECNICO EN LEVANTAMIENTO DE DATOS	REALIZAR EL DOCUMENTO DE ARCHIVO DE FICHAS DE MANTENIMIENTO ANUAL	ARCHIVO DE FICHAS DE MANTENIMIENTO ANUAL	FICHAS TECNICAS DE MANTENIMIENTO, FICHAS TECNICAS DE MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE, FICHAS TECNICAS DE INTERVENCIONES DE EMPRESAS DE SERVICIOS SUBCONTRATADAS.
REALIZAR BASE DE DATOS CON LA INFORMACIÓN.	PERSONAL ENCARGADO DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO O BASE DE DATOS	REALIZAR EL ARCHIVO DIGITAL DEL ARCHIVO DE MANTENIMIENTO ANUAL EN EL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO O BASE DE DATOS	ARCHIVO DIGITAL DE FICHAS DE MANTENIMIENTO ANUAL	ARCHIVO DE FICHAS DE MANTENIMIENTO ANUAL

Tabla 5.5 Personal y funciones para proceso para utilizar fichas técnicas de mantenimiento. (Fuente: El Autor).

El proceso se describe en la figura 5.5.

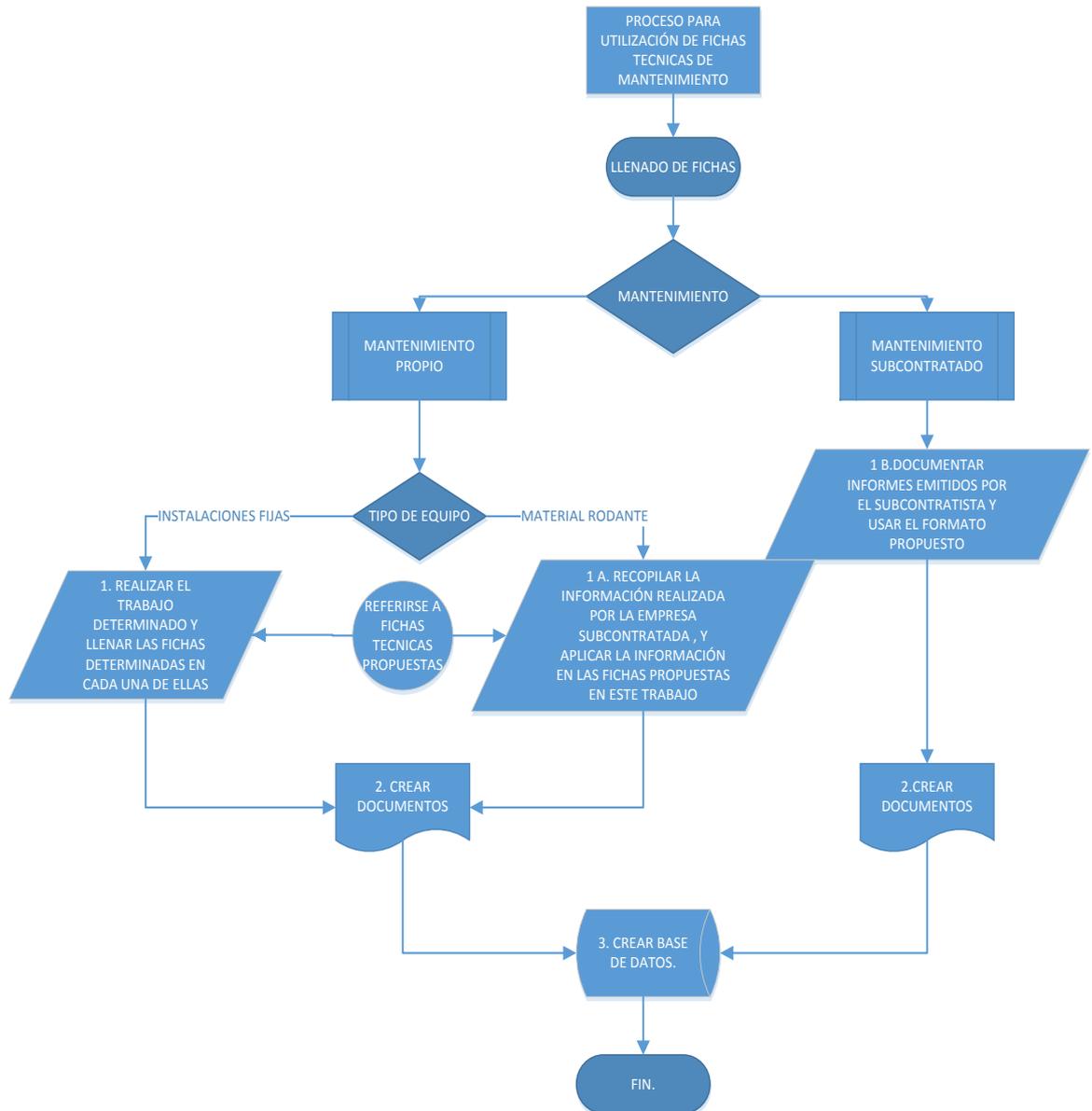


Figura 5.5: Proceso para utilización de fichas técnicas de mantenimiento.
Fuente: (El Autor).

5.6 Proceso de asignación de prioridades de mantenimiento.

El proceso debería ser realizado por el siguiente personal:

1. Departamento técnico.
2. Jefatura responsable de instalaciones fijas y material rodante.
3. Responsable del Dep. Técnico en levantamiento de datos
4. Personal encargado de software de mantenimiento o base de datos.

El proceso y las funciones del personal se describen en la tabla 5.6.

PROCESO ASIGNACION DE PRIORIDADES DE MANTENIMIENTO				
ACTIVIDADES	PERSONAL	FUNCIONES	DOCUMENTO	REQUISITOS DEL DOCUMENTO
ASIGNACION DE PRIORIDADES	DEPARTAMENTO TECNICO	ASIGNAR LAS PRIORIDADES DEL MANTENIMIENTO EN FUNCIÓN DEL PRESUPUESTO ASIGNADO, MATRIZ DE CRITICIDAD Y CONTRATOS FIRMADOS	MANUAL DE ASIGNACION DE PRIORIDADES DEL MANTENIMIENTO	PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO, DIAGRAMA PARA ASIGNACION DE PRIORIDADES (FIGURA 4.12), MATRIZ DE CRITICIDAD DE EQUIPOS, CONTRATOS ADQUIRIDOS
INGRESAR DATOS RELEVANTES EN FUNCION DE LOS FACTORES DETERMINADOS	JEFATURAS RESPONSABLES DE INSTALACIONES FIJAS Y MATERIAL RODANTE	RECOGEN LAS DISPOSICIONES REALIZADAS POR EL DEPARTAMENTO TECNICO Y DETERMINAN LOS CONTINGENTES PARA REALIZAR LAS INTERVENCIONES	HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS REALIZADOS	MANUAL DE ASIGNACION DE PRIORIDADES, PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO, FICHAS DE MANTENIMIENTO
CREAR DOCUMENTO	RESPONSABLE DEL DEP. TECNICO EN LEVANTAMIENTO DE DATOS	REALIZA EL ARCHIVO DE LAS PRIORIDADES APLICADAS EN EL PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL	ARCHIVO DE PRIORIDADES REALIZADAS EN EL PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO	HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS REALIZADOS.
INGRESAR INFORMACION EN LA BASE DE DATOS O SOFTWARE DE MANTENIMIENTO.	PERSONAL ENCARGADO DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO O BASE DE DATOS.	REALIZA EL ARCHIVO DIGITAL DE LAS PRIORIDADES APLICADAS EN EL PLAN DE MANTENIMIENTO Y LAS INGRESA EN LA BASE DE DATOS O SOFTWARE DE MANTENIMIENTO	ARCHIVO DIGITAL DE PRIORIDADES REALIZADAS EN EL PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO	ARCHIVO DE PRIORIDADES REALIZADAS EN EL PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO.

Tabla 5.6. Personal y funciones para proceso de asignación de prioridades de mantenimiento. (Fuente: El Autor).

El proceso se describe en la figura 5.6.



Figura 5.6: Proceso para asignación de prioridades. (Fuente: el Autor).

5.7 Proceso para designación de repuestos y bodegas.

Este proceso debería ser realizado por el siguiente personal:

1. Departamento técnico, Jefaturas de mantenimiento, Jefatura de bodega, Jefatura de compras
2. Personal de bodega.
3. Responsable del Dep. Técnico en levantamiento de datos
4. Personal encargado de software de mantenimiento o base de datos.

El proceso y las funciones del personal se describen en la tabla 5.7

PROCESO PARA DESIGNACION DE BODEGAS Y REPUESTOS				
ACTIVIDADES	PERSONAL	FUNCIONES	DOCUMENTO	REQUISITOS DEL DOCUMENTO
DESIGNAR	DEPARTAMENTO TECNICO, JEFATURA DE COMPRAS, JEFATURAS DE MANTENIMIENTO, JEFATURA DE BODEGAS	DESIGNAN EN CONJUNTO LA ADQUISICIÓN, CANTIDAD, Y UBICACIÓN DE LOS DIFERENTES REPUESTOS E INSUMOS EN FUNCION DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN CADA DEPARTAMENTO	MANUAL DE COMPRAS Y ADQUISICIONES DE MANTENIMIENTO	PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO, DIAGRAMA PARA ELECCION DE BODEGAS (FIGURA 4.14), CRITERIO PARA ANALISIS DE FALLA.PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO, MANUAL DE COMPRAS PUBLICAS
INGRESAR DATOS RELEVANTES PARA DESIGNACIÓN DE PRIORIDAD DE REPUESTO	PERSONAL DE BODEGAS	SE ENCARGA DE LA LOGISTICA, DESPACHO Y CUSTODIO DE LOS REPUESTOS ADQUIRIDOS	INVENTARIO DE REPUESTOS	MANUAL DE COMPRAS Y ADQUISICIONES DE MANTENIMIENTO
INGRESAR DATOS RELEVANTES SOBRE REPUESTOS PARA DESIGNAR BODEGA ADECUADA	PERSONAL DE BODEGAS	SE ENCARGA DE ASIGNAR UNA BODEGA EN FUNCION DE LAS NECESIDADES DE EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	ASIGNACION DE BODEGAS	DIAGRAMA PARA ELECCION DE BODEGAS (FIGURA 4.14)
CREAR DOCUMENTO	RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO TECNICO EN LEVANTAMIENTO DE DATOS	REALIZAR EL ARCHIVO DE LOS INVENTARIOS TECNICOS Y LA ASIGNACION DE BODEGAS	ARCHIVO TECNICO DE INVENTARIOS Y BODEGAS	MANUAL DE COMPRAS Y ADQUISICIONES DE MANTENIMIENTO, INVENTARIO DE REPUESTOS, ASIGNACION DE BODEGAS
INGRESAR INFORMACION EN LA BASE DE DATOS	PERSONAL ENCARGADO DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO O BASE DE DATOS.	REALIZAR EL ARCHIVO DIGITAL DE LOS INVENTARIOS Y ASIGNACION DE BODEGAS E INGRESARLOS EN EL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO O BASE DE DATOS	ARCHIVO DIGITAL DE INVENTARIO Y BODEGAS	ARCHIVO TECNICO DE INVENTARIO Y BODEGAS

Tabla 5.7. Personal y funciones para proceso para designación de repuestos y bodegas. (Fuente: El Autor).

El proceso se describe en la figura 5.7.

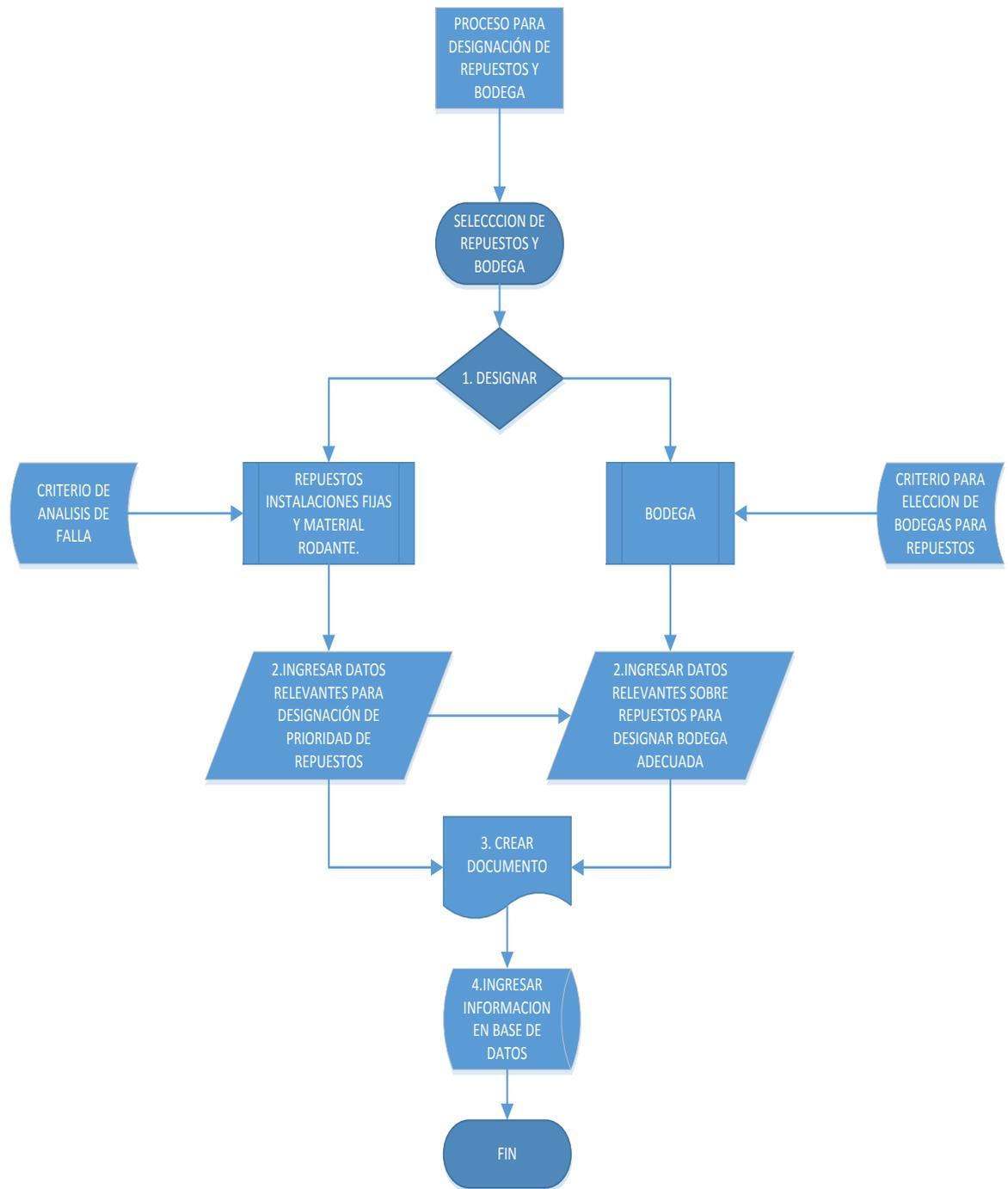


Figura 5.7: Proceso para designación de bodegas y repuestos. (Fuente: el Autor).

5.8 Proceso para selección de horarios de trabajo de mantenimiento.

El proceso debería ser realizado por las siguientes personas.

1. Responsable del departamento técnico, Jefaturas de mantenimiento.
2. Jefe de mantenimiento de instalaciones fijas.
 - 2A. Departamento técnico.
 - 2B. Jefe de mantenimiento de material rodante.
3. Responsable del Dep. Técnico en levantamiento de datos
4. Personal encargado de software de mantenimiento o base de datos.

El proceso y las funciones del personal se describen en la tabla 5.8.

PROCESO PARA SELECCIÓN DE HORARIOS DE TRABAJO				
ACTIVIDADES	PERSONAL	FUNCIONES	DOCUMENTO	REQUISITOS DEL DOCUMENTO
TORNOS DE TRABAJO	RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO TECNICO, JEFATURAS DE MANTENIMIENTO	SE ENCARGAN DE COORDINAR LA CARGA DE TRABAJO EN LAS DIFERENTES AREAS RESPETANDO LA CARGA LABORAL	CALENDARIO DE HORARIOS DE TRABAJO	DIAGRAMA SUGERIDO EN LA TOMA DE DECISIONES EN LOS HORARIOS DE TRABAJO (FIGURA 4.16)
HORARIOS PARA INSTALACIONES FIJAS	JEFE DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES FIJAS	DEFINE LOS HORARIOS DE TRABAJO EN LAS INSTALACIONES FIJAS EN FUNCION DE LO ESTABLECIDO CON EL DEPARTAMENTO TECNICO	CALENDARIO DE HORARIOS DE TRABAJO DE INSTALACIONES FIJAS	CALENDARIO DE HORARIOS DE TRABAJO.
HORARIOS PARA MATERIAL RODANTE	JEFE DE MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE	COORDINA LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO EN LOS HORARIOS ESTABLECIDOS A LA EMPRESA ENCARGADA DEL MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE	CALENDARIO DE HORARIOS DE TRABAJO DE MATERIAL RODANTE	CALENDARIO DE HORARIOS DE TRABAJO.
HORARIOS PARA TRABAJOS SUBCONTRATADOS	DEPARTAMENTO TECNICO	DEFINE LOS HORARIOS PARA TRABAJOS COMPLEMENTARIOS DE MANTENIMIENTO DE EMPRESAS DE SERVICIOS SUBCONTRATADAS	CALENDARIO DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO.	CONTRATOS DE MANTENIMIENTO, CALENDARIO DE HORARIOS DE TRABAJO
REALIZAR DOCUMENTO	RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO TECNICO EN LEVANTAMIENTO DE DATOS	REALIZA EL ARCHIVO DE LOS HORARIOS DE TRABAJO PROPUESTOS.	ARCHIVO DE HORARIOS DE TRABAJO	CALENDARIO DE HORARIOS DE TRABAJO. CALENDARIO DE HORARIOS DE TRABAJO DE INSTALACIONES FIJAS, CALENDARIO DE HORARIOS DE TRABAJO DE MATERIAL RODANTE, CALENDARIO DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO
INGRESAR DOCUMENTOS EN LA BASE DE DATOS	PERSONAL ENCARGADO DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO O BASE DE DATOS	REALIZA EL ARCHIVO DIGITAL DE LOS HORARIOS DE TRABAJO PROPUESTOS	ARCHIVO DIGITAL DE HORARIOS DE TRABAJO	ARCHIVO DE HORARIOS DE TRABAJO

Tabla 5.8. Personal y funciones para proceso de selección de horarios de trabajo de mantenimiento. (Fuente: El Autor).

El proceso se describe en la figura 5.8.

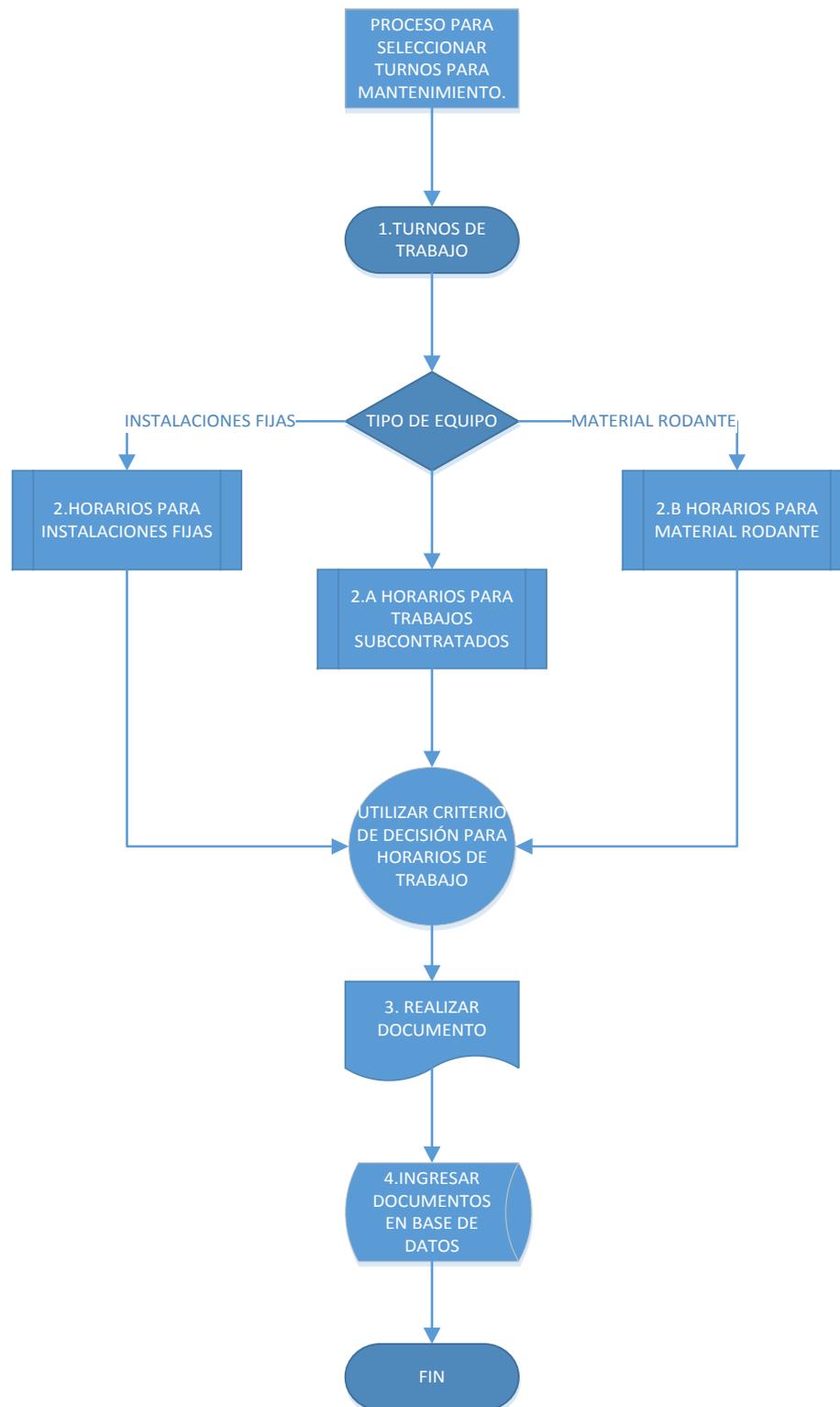


Figura 5.8: Proceso para definir horarios de trabajo. (Fuente: el Autor).

5.9 Proceso de la gestión de calidad en el mantenimiento.

Este proceso debería ser realizado por el siguiente personal.

1. Departamento de gestión de calidad, técnicos de calidad.
2. Dirección de mantenimiento, jefaturas de mantenimiento, departamento de calidad.
- 2 A. Dirección de mantenimiento
3. Departamento de gestión de calidad.

El proceso y funciones del personal se describen en la tabla 5.9.

PROCESO DE LA GESTION DE CALIDAD DE MANTENIMIENTO.				
ACTIVIDADES	PERSONAL	FUNCIONES	DOCUMENTO	REQUISITOS DEL DOCUMENTO
ELABORAR PROGRAMA DE GESTION DE CALIDAD	DEPARTAMENTO DE GESTION DE CALIDAD, TECNICOS DE CALIDAD	DEFINEN LA POLITICA, OBJETIVOS, INDICADORES Y DIRECCION DE LA GESTION DE CALIDAD EN BASE A LA DOCUMENTACION RECOPIADA DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO	PROGRAMA DE GESTION DE CALIDAD	HISTORIAL DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO, REPORTES DE ACCIDENTES Y NOVEDADES EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
REVISION DE PROGRAMA DE CALIDAD	DELEGADO DE LA DIRECCION DE MANTENIMIENTO, JEFATURAS DE MANTENIMIENTO Y DEPARTAMENTO DE CALIDAD.	REVISAN EL PROGRAMA DE GESTION DE LA CALIDAD Y REALIZAN LAS OBSERVACIONES EN FUNCION DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO Y DE LA REALIDAD DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	INFORME DE OBSERVACIONES DEL PROGRAMA DE GESTION DE CALIDAD	PROGRAMA DE GESTION DE CALIDAD
DAR A CONOCER EL PROYECTO A LA DIRECCION DE MANTENIMIENTO	DEPARTAMENTO DE GESTION DE CALIDAD	INDICA EL PROYECTO Y A SU VEZ LA DIRECCION DE MANTENIMIENTO DA INDICACIONES PARA AJUSTAR EL MISMO	CORRECCIONES DE INFORME DE GESTION DE CALIDAD	INFORME DE OBSERVACIONES DEL PROGRAMA DE GESTION DE CALIDAD.
ELABORAR LA POLITICA Y LOS OBJETIVOS DE CALIDAD EN MANTENIMIENTO	DEPARTAMENTO DE GESTION DE LA CALIDAD Y TECNICOS DE CALIDAD	ELABORA LAS POLITICAS Y OBJETIVOS DEL PLAN DE CALIDAD DE MANTENIMIENTO	BORRADOR DE DOCUMENTO DE GESTION DE LA CALIDAD EN MANTENIMIENTO	CORRECCIONES DEL INFORME DE GESTION DE LA CALIDAD, POLITICA, OBJETIVO Y METAS DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO.
ELABORAR EL DOCUMENTO DE CALIDAD	DEPARTAMENTO DE LA GESTION DE LA CALIDAD Y TECNICOS DE CALIDAD	REALIZA EL DOCUMENTO FINAL DE LA GESTION DE CALIDAD EN MANTENIMIENTO	PROGRAMA DE GESTION DE CALIDAD EN MANTENIMIENTO	BORRADOR DE DOCUMENTO DE GESTION DE CALIDAD EN MANTENIMIENTO
LA DIRECCION DE MANTENIMIENTO APRUEBA EL DOCUMENTO	DIRECCION DE MANTENIMIENTO	APRUEBA O RECHAZA EL PROGRAMA DE GESTION DE CALIDAD EN MANTENIMIENTO	ACTA DE APROBACIÓN O RECHAZO DEL PROGRAMA DE GESTION DE CALIDAD EN MANTENIMIENTO	PROGRAMA DE GESTION DE CALIDAD EN MANTENIMIENTO
SE EJECUTA SISTEMA DE CALIDAD DE MANTENIMIENTO	DEPARTAMENTO DE GESTION DE CALIDAD Y TECNICOS DE CALIDAD	EJECUTAN EL PROGRAMA DE GESTION DE CALIDAD EN MANTENIMIENTO	PROGRAMA DEFINITIVO DE GESTION DE CALIDAD EN MANTENIMIENTO	ACTA DE APROBACIÓN DE PROGRAMA DE GESTION DE CALIDAD EN MANTENIMIENTO

Tabla 5.9. Personal y funciones para proceso de la gestión de calidad en mantenimiento. (Fuente: El Autor.)

El proceso se describe en la figura 5.9.

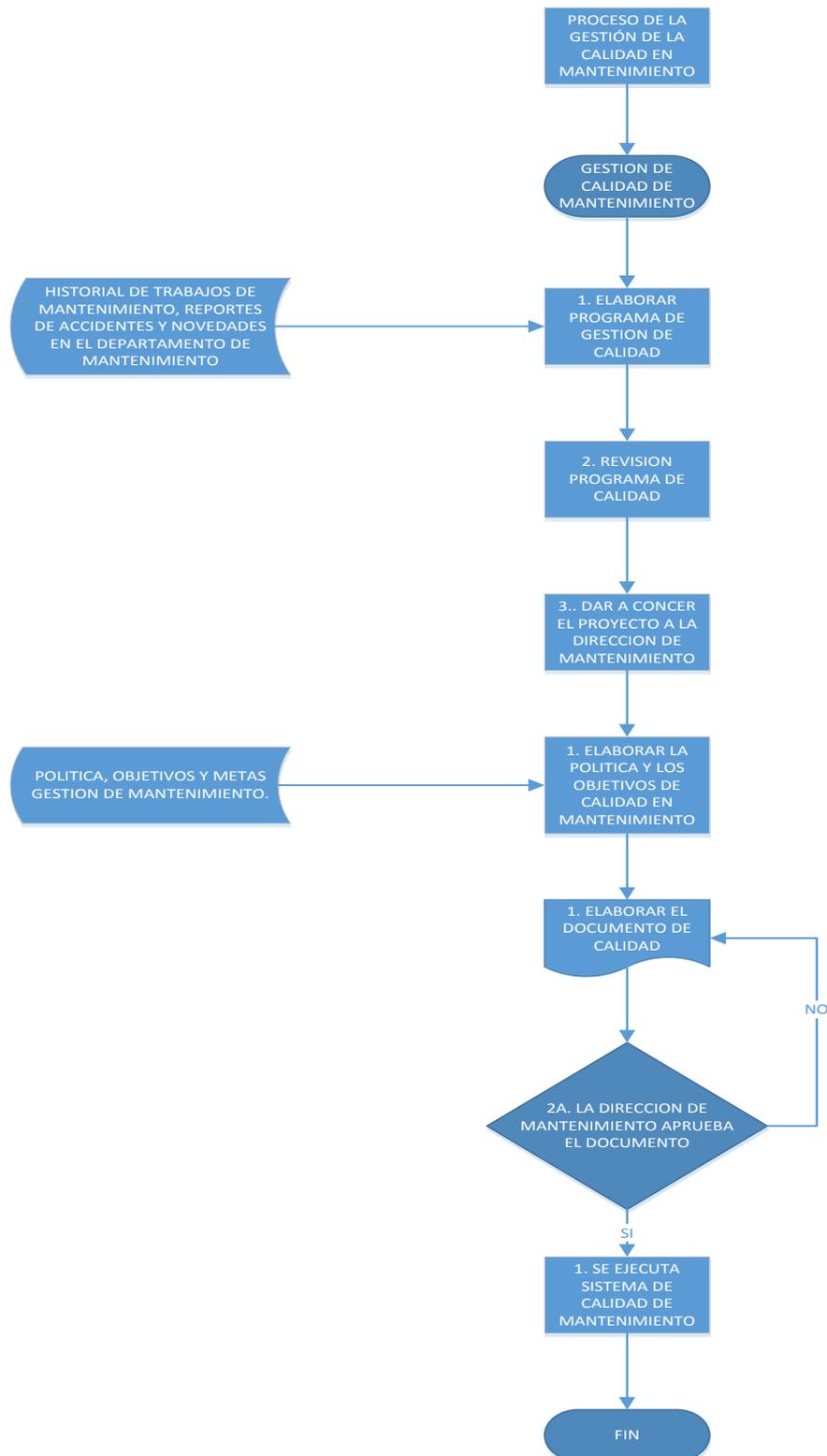


Figura 5.9: Proceso de la calidad en mantenimiento (Fuente: el Autor)

5.10 Proceso para gestión de inconformidades de mantenimiento.

El proceso debería ser realizado por el siguiente personal:

1. Supervisores de mantenimiento, Jefaturas de mantenimiento.
2. Delegado de jefatura de mantenimiento.

El personal y funciones del personal se describen en la tabla 5.10.

PROCESO DE LA GESTION DE INCONFORMIDADES DEL MANTENIMIENTO				
ACTIVIDADES	PERSONAL	FUNCIONES	DOCUMENTO	REQUISITOS DEL DOCUMENTO
EXISTE INCONFORMIDAD EN EL TRABAJO O SERVICIO	SUPERVISORES DE MANTENIMIENTO, JEFATURAS DE MANTENIMIENTO	REVISAR NOVEDADES ACERCA DEL DESEMPEÑO DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO PROPIO Y SUBCONTRATADO EN BASE A LOS REPORTES RECIBIDOS POR LOS SUPERVISORES DE MANTENIMIENTO.	INFORME DE INCONFORMIDADES DE MANTENIMIENTO	HISTORIAL DE NOVEDADES, TIEMPOS DE SERVICIO, NUMERO DE TRABAJOS INCOMPLETOS.
REVISION DE HISTORIAL DE INCONFORMIDADES	SUPERVISORES DE MANTENIMIENTO, JEFATURAS DE MANTENIMIENTO	SE REvisa EL INFORME DE INCONFORMIDADES Y SE REALIZA UN HISTORIAL DE LAS INCONFORMIDADES REALIZADAS	HISTORIAL DE INCONFORMIDADES DE MANTENIMIENTO	INFORME DE INCONFORMIDADES DE MANTENIMIENTO
REPORTAR A JEFATURAS DE MANTENIMIENTO	SUPERVISORES DE MANTENIMIENTO, JEFATURAS DE MANTENIMIENTO	SE REALIZA EL DOCUMENTO DONDE SE INDICA LAS INCONFORMIDADES DETALLADAS DE CADA AREA DE MANTENIMIENTO	DOCUMENTO DE INCONFORMIDADES DE MANTENIMIENTO	HISTORIAL DE INCONFORMIDADES DE MANTENIMIENTO
REALIZAR REPORTE Y ENTREGAR A TALENTO HUMANO	DELEGADO DE JEFATURA DE MANTENIMIENTO	REALIZA EL DOCUMENTO DETALLADO DE LAS INCONFORMIDADES DETALLANDO LAS NOVEDADES DE CADA PERSONAL Y LO ENTREGA AL REPRESENTANTE DE RECURSOS HUMANOS	INFORME GENERAL DE INCONFORMIDADES EN EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO	DOCUMENTO DE INCONFORMIDADES DE MANTENIMIENTO
DOCUMENTAR	DELEGADO DE JEFATURA DE MANTENIMIENTO	REALIZA EL ARCHIVO DEL DOCUMENTO ENTREGADO A RECURSOS HUMANOS	NINGUNO	INFORME GENERAL DE INCONFORMIDADES EN EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO.

Tabla 5.10. Personal y funciones para proceso para gestión de inconformidades del mantenimiento. (Fuente: El Autor).

El proceso se describe en la figura 5.10.

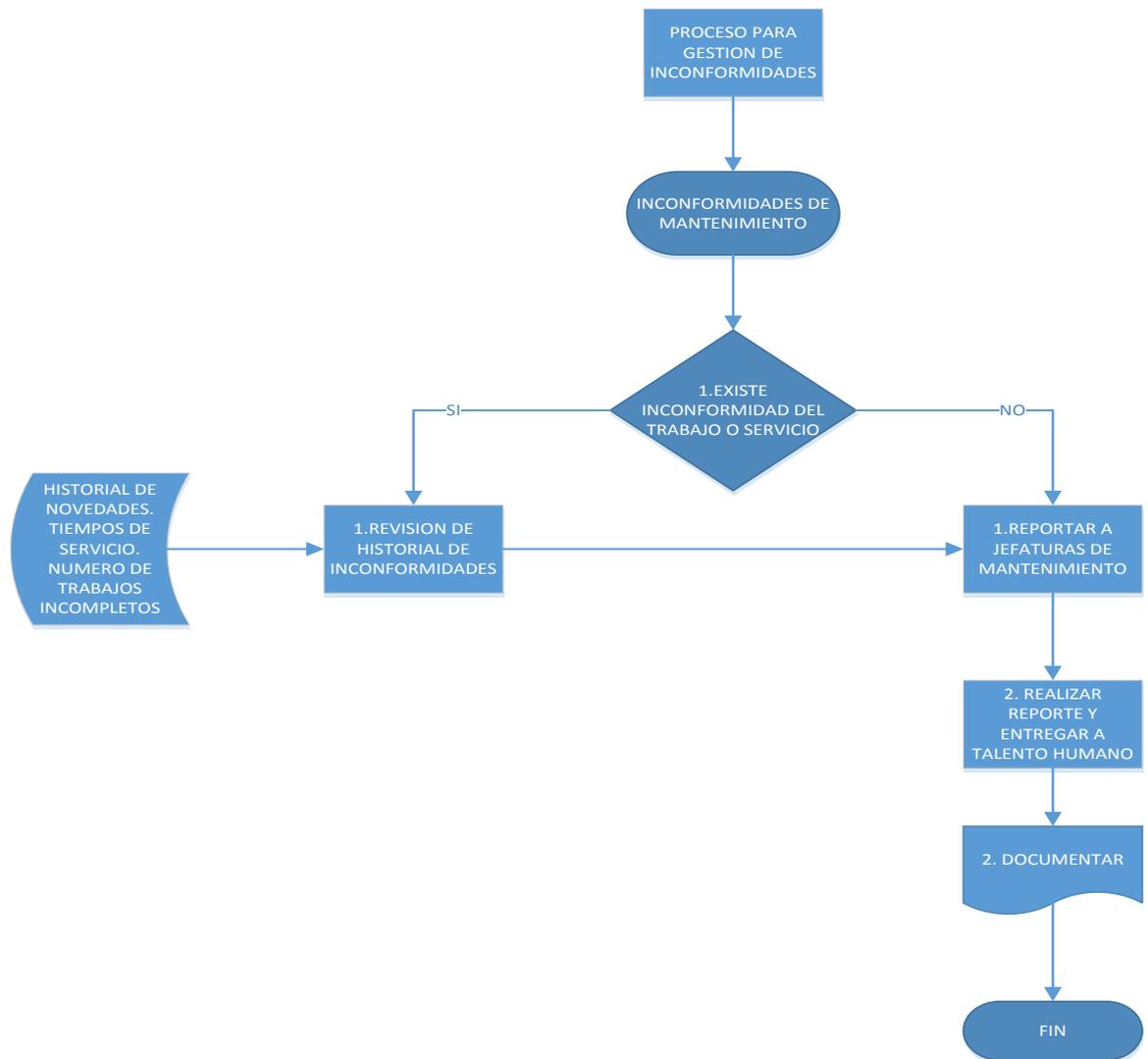


Figura 5.10: Proceso de gestión de inconformidades de mantenimiento (Fuente: el Autor).

5.11 Proceso de la gestión de talento humano en mantenimiento, evaluación y promoción de personal.

El proceso debería ser realizado por el siguiente personal:

1. Dirección de mantenimiento, jefaturas de mantenimiento, departamento técnico.
2. Departamento de talento humano.
3. Departamento de talento humano y jefaturas de mantenimiento.
4. Departamento de talento humano, departamento de calidad, dirección de mantenimiento.

El proceso de personal y funciones se describe en la tabla 5.11.

PROCESO DE LA GESTIÓN DE TALENTO HUMANO EN MANTENIMIENTO, EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN DE PERSONAL				
ACTIVIDADES	PERSONAL	FUNCIONES	DOCUMENTO	REQUISITOS DEL DOCUMENTO
DEFINIR PERFILES DE CANDIDATOS	DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO, JEFATURAS DE MANTENIMIENTO, DEPARTAMENTO TÉCNICO	CREAN LOS PERFILES NECESARIOS PARA CONTRATAR PERSONAL DE MANTENIMIENTO EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES INSTITUCIONALES	PERFILES DE CANDIDATOS	NECESIDADES DE PERSONAL REQUERIDAS POR LAS ÁREAS DE MANTENIMIENTO
REALIZAR LA CONVOCATORIA Y LA SELECCIÓN DE CANDIDATOS	DEPARTAMENTO DE TALENTO HUMANO	REALIZA LA CONVOCATORIA A CONCURSO DE CONTRATACIÓN DE PERSONAL	CONVOCATORIA ABIERTA A CONCURSO	PERFILES DE CANDIDATOS, PORTAL DE SOCIOEMPLEO
PROCESO DE ENTREVISTAS Y CALIFICACIÓN	DEPARTAMENTO DE TALENTO HUMANO, JEFATURAS DE MANTENIMIENTO	REALIZAN LAS ENTREVISTAS DE LOS CANDIDATOS, REALIZAN LA CALIFICACIÓN DE LOS CANDIDATOS Y APRUEBAN AL CANDIDATO PARA INGRESAR A LA INSTITUCIÓN O SE ARCHIVA LA CARPETA	ACTA DE DECLARACIÓN DE GANADORES	FORMULARIO DE ENTREVISTAS Y FORMATO DE CALIFICACIÓN DE PERSONAL.
ARCHIVAR CARPETA	DEPARTAMENTO DE TALENTO HUMANO	REALIZA EL ARCHIVO DE LA CARPETA PARA FUTURAS CONSIDERACIONES	ARCHIVO GENERAL DE ASPIRANTES	HOJAS DE VIDA DE ASPIRANTES
REALIZAR BASE DE DATOS DE ELEGIBLES	DEPARTAMENTO DE TALENTO HUMANO	REALIZA LA BASE DE DATOS DE POSIBLES ELEGIBLES	BASE DE DATOS DE ELEGIBLES	ARCHIVO GENERAL DE ASPIRANTES
CONTRATACIÓN DE CANDIDATO	DEPARTAMENTO DE TALENTO HUMANO, JEFATURAS DE MANTENIMIENTO	SE REALIZA LA CONTRATACIÓN DEL CANDIDATO	CONTRATO DE MANTENIMIENTO	FORMATO DE CONTRATO
PROCESO DE CAPACITACIÓN DE NUEVO PERSONAL	DEPARTAMENTO DE TALENTO HUMANO	REALIZA LA CAPACITACIÓN DEL NUEVO PERSONAL EN LAS ÁREAS QUE HAN SIDO CONTRATADOS CON ACOMPAÑAMIENTO DE LAS JEFATURAS DE MANTENIMIENTO	ACTA DE CAPACITACIÓN	NINGUNO
PROCESO DE EVALUACIÓN DE PERSONAL	DEPARTAMENTO DE TALENTO HUMANO, DEPARTAMENTO DE CALIDAD, DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO	REALIZAN LA EVALUACIÓN DE LOS TRABAJADORES PARA DETERMINAR SI SU GESTIÓN ES ADECUADA Y POR LAS NECESIDADES INSTITUCIONALES PUEDEN CONTINUAR EN LA INSTITUCIÓN.	INFORME DE EVALUACIÓN	REPORTES DE EFICIENCIA, EVALUACIÓN DE TALENTO HUMANO, REPORTE DE INCONFORMIDADES
REALIZAR DESVINCULACIÓN DE TRABAJADOR	DEPARTAMENTO DE TALENTO HUMANO	SI EL TRABAJADOR TIENE UNA CALIFICACIÓN DEFICIENTE SE PROCEDE A LA DESVINCULACIÓN DEL MISMO DE LA INSTITUCIÓN	INFORME DE DESVINCULACIÓN	INFORME DE EVALUACIÓN, REGLAMENTO MINISTERIO DE TRABAJO

Tabla 5.11. Personal y funciones para proceso de la gestión de talento humano en mantenimiento, evaluación, y promoción de personal. (Fuente: El Autor).

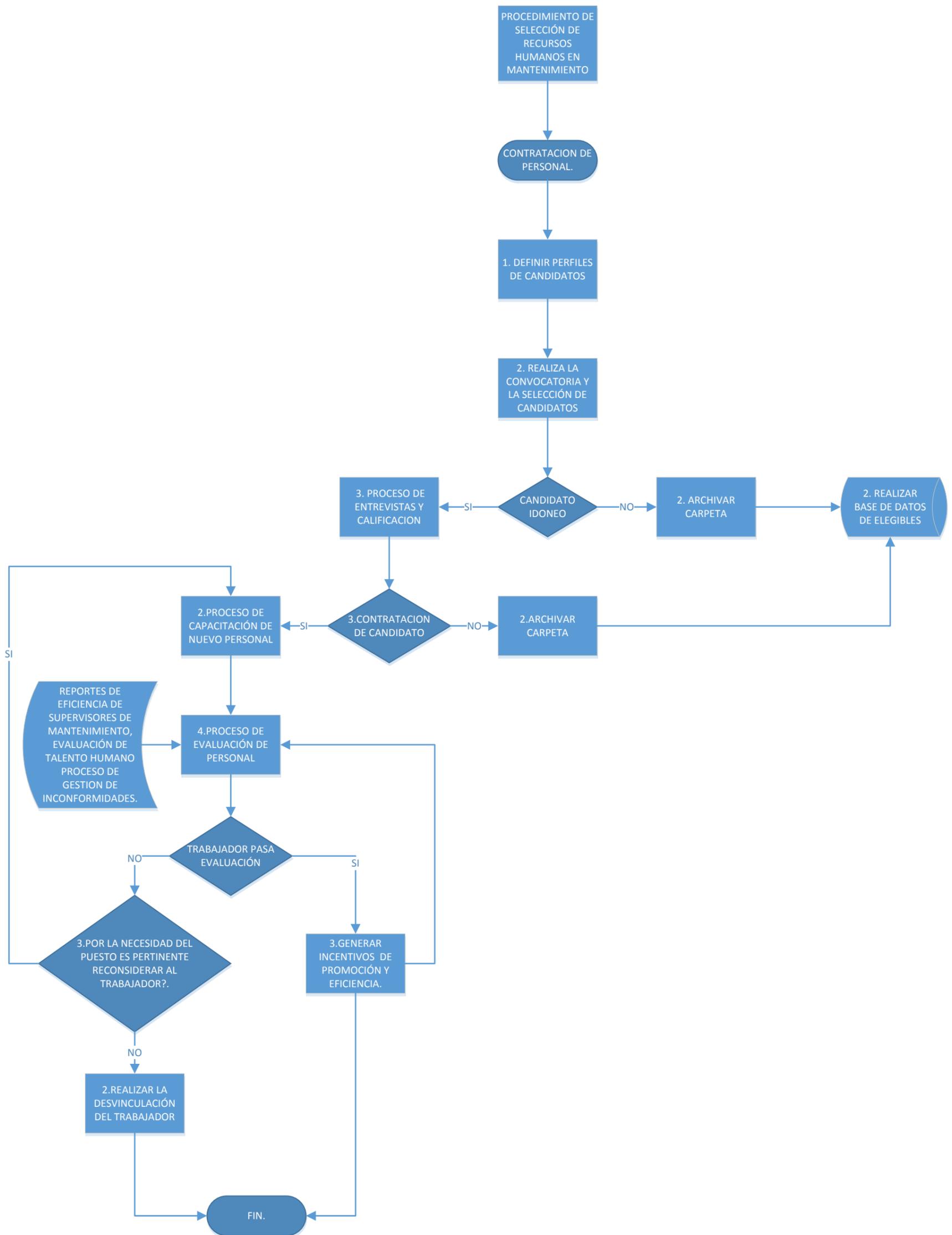


Figura 5.11: Proceso de la gestión de talento humano en mantenimiento y evaluación de personal. (Fuente: el Autor)

5.12 Herramientas computacionales.

El software de mantenimiento es una herramienta que debería ayudar a realizar la gestión de mantenimiento de una forma eficiente.

El mismo debería ser utilizado para determinar los tiempos de falla de cada equipo, así como poder realizar diagramas de bloques de equipos complejos como un sistema tranviario, con lo cual se puede determinar la confiabilidad del sistema de forma precisa (ARQUES 2009).

Un ejemplo del mismo se puede indicar a continuación.

5.12.1 Análisis del programa “Item Toolkit”.

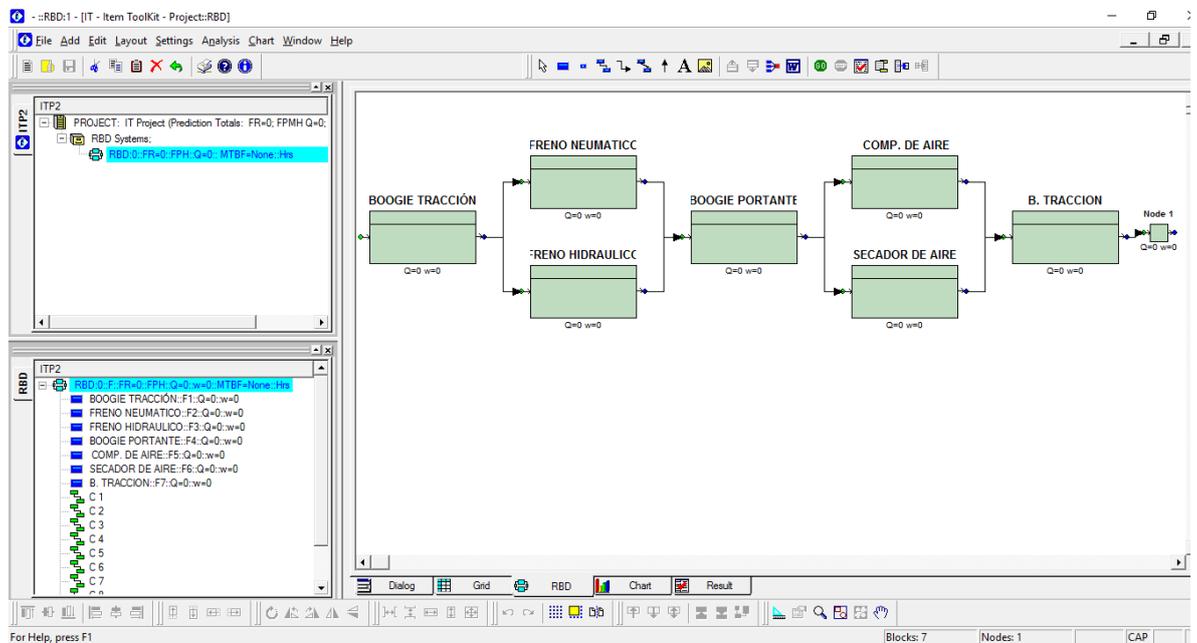


Figura 5.12. Análisis de bloques de confiabilidad (RBD) fuente: (ITEM Toolkit, 2016).

Este software puede utilizarse para realizar entre otras actividades el cálculo de tiempo medio entre fallas (MTBF) de piezas y componentes que dispone en su base de datos de acuerdo a estándares mundiales como las normas militares estadounidenses (MIL), además de análisis de árbol de fallas, análisis de modos de efectos de falla (FMECA).

Este software sin embargo no contiene información relacionada directamente con el sector ferroviario, más bien, debería ayudar a desarrollar procedimientos propios de mantenimiento en base a históricos de bases de datos y de esta manera determinar

los intervalos de mantenimiento adecuados para cada equipo sea este de instalaciones fijas o material rodante.

Este software tienen las siguientes características para su análisis.

SOFTWARE ITEM TOOLKIT.	
MODULOS INSTALADOS	USOS DE CADA MODULO
MIL - 217	ESTANDAR MILITAR PUBLICADO POR EL DEPARTAMENTO DE EDEFENSA DE EEUU, ES EL UTILIZADO PARA CONFIABILIDAD EN EQUIPO ELECTRONICO, CONTIENE TASAS DE FALLA DE PARTES ELECTRONICAS USADAS EN DIFERENTES SISTEMAS
TELCORDIA MODULE	ESTANDAR BASADO EN BELLCORE (FABRICANTE DE PARTES ELECTRÓNICAS) LA CUAL AYUDA EN ANALISIS COMPLEJOS DE CONFIABILIDAD DE COMPONENTES ELECTRONICOS
NSWC MODULE	MODULO PARA CALCULO DE CONFIABILIDAD DE EQUIPAMIENTO MECANICO, BASADO EN EL ESTANDAR MILITAR DE LA NAVAL ESTADOUNIDENSE.
FMECA MODULE	ANALISIS DE MODOS DE EFECTO DE FALLA PARA DETERMINAR PROBLEMAS DE CONFIABILIDAD RELACIONADAS CON DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, PROCESOS, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE.
RBD MODULE	PERMITE REALIZAR MODULOS DE BLOQUES DE CONFIABILIDAD Y DE ESTA MANERA PODER CALCULAR LA CONFIABILIDAD GLOBAL DE UN SISTEMA.

FTA MODULE	PERMITE REALIZAR UN ARBOL DE FALLA PARA DE EDSTA MANERA REVISAR LAS FALLAS DE UN SISTEMA Y SUS POSIBLES CAUSAS DE UNA MANERA GRAFICA, SIENDO MUY AMIGABLE CON EL USUARIO.
ETA MODULE	ANALISIS DE MODO DE FALLA DE EL ARBOL DE FALLA, PARA DETERMINAR LA CONSECUENCIA Y LA FRECUENCIA DE LOS FALLOS.
MKV MODULE	LOS MODELOS DE MARKOV PERMITEN FLEXIBILIDAD PARA DETERMINAR EL NUMERO DE EVENTOS EN EL TIEMPO PARA DETERMINAR LOS ASPECTOS DINAMICOS DE LA CONFIABILIDAD Y EL COMPORTAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE UN SISTEMA CUANDO POR EJEMPLO SE TIENE SISTEMAS CON UNA REDUNDANCIA DE RESERVA.
RDF MODULE	NORMA TÉCNICA ELECTRONICA, ESTANDAR EUROPEO PARA LA CONFIABILIDAD DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS
CHINA 299B MODULE	ESTANDAR DE CONFIABILIDAD DE COMPONENTES ELECTRONICOS UTILIZADO POR EL EJERCITO CHINO.
SPARE COST MODULE	ESTE MODULO PERMITE CALCULAR LOS REPUESTOS NECESARIOS PARA LOS SISTEMAS O EQUIPOS, PERMITE OPTIMIZAR LA ESCALA DE REPUESTO, UTILIZA ALGORITMOS DESARROLLADOS POR EL DEPARTAMENTO DE DEFENSA DE EEUU, DETERMINA STOCK MINIMOS, INFORMES DE REPUESTOS Y REPUESTOS MAS UTILIZADOS

<p>MAINTAIN MODULE</p>	<p>PERMITE PLANIFICAR EL MANTENIMIENTO UTILIZANDO LOS ESTANDARES MENCIONADOS ANTERIORMENTE, PROPONE TECNICA DE MANTENIMIENTO MAS ADECUADA Y ADEMAS CALCULA EL TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS, PROMEDIO DE HORAS DE TRABAJO, PROMEDIO DE HORAS HOMBRE, ETC</p>
------------------------	--

Tabla 5.12: Usos del software ITEM Toolkit (Fuente: el Autor).

5.12.2 Programa “Mtb Calculator”.

Existe también un software libre el cual puede determinar el MTBF (tiempo medio entre fallas) de componentes varios, sean estos mecánicos, hidráulicos o electrónicos, de esta manera podemos tener un dato aproximado de los fallos en horas y de esta manera poder anticipar una falla de un equipo del que no se tenga datos sobre su mantenimiento.

El beneficio de este software, tomando en consideración la etapa inicial del proyecto es que se lo puede utilizar gratuitamente y de esta manera tener una base de datos de tasas de fallo de componentes sin costo, sin embargo se debe tener en cuenta que para usar este software se debe tener conocimientos sobre ingeniería de mantenimiento para poder interpretar los resultados.

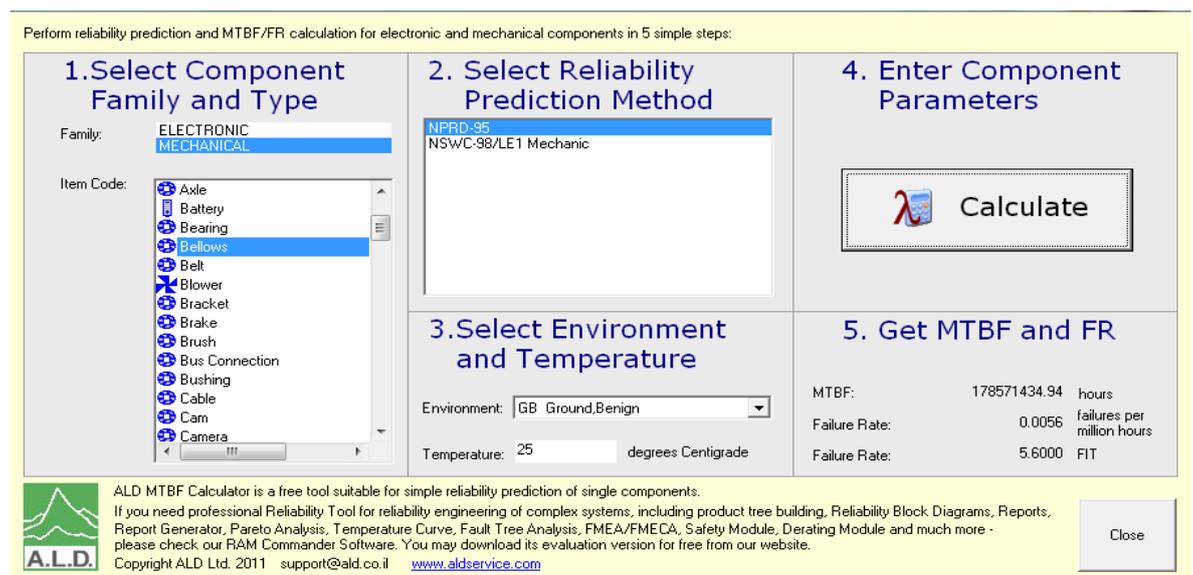


Figura 5.13: MTBF calculator. Fuente: (MTBF Calculator, 2011)

SOFTWARE MTBF CALCULATOR.	
MODULOS INSTALADOS	USOS DE CADA MODULO
SELECCIÓN DE FAMILIA Y TIPO	SELECCIÓN DE FAMILIA DE EQUIPOS MECANICOS O ELECTRONICOS
SELECCION DE METODO DE PREDICCIÓN DE CONFIABILIDAD	UTILIZA BASES DE DATOS BASADOS EN ESTANDARES NORTEAMERICANOS (NPRD-95 Y NSWC-98/LE1 MECHANIC), ADEMÁS DE PODER INGRESAR LA TEMPERATURA DEL AMBIENTE Y EL TIPO DE TERRENO EN DONDE FUNCIONA EL COMPONENTE O SISTEMA.
CALCULO DE MTBF Y TASA DE FALLO	UNA VEZ INGRESADOS LOS DATOS DE INTERES CALCULA EL TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF) EN HORAS Y TASA DE FALLO (FR) EN NUMERO DE FALLOS POR CADA MILLON DE HORAS

Tabla 5.13: Módulos instalados en el software *MTBF calculator*, (Fuente: el Autor).

5.12.3 Programa “Weibull ++”

Un software muy usado de la firma reliasoft es el llamado WEIBULL++ el cual sirve para determinar los valores de beta y eta¹ en un cálculo en función al histórico de paradas de equipo y el tiempo medio entre fallas, con este software se puede calcular los valores de confiabilidad, probabilidad y tasa de fallo, los cuales serán de mucha ayuda para poder definir el plan de mantenimiento a largo plazo.

Se necesita tener conocimientos en ingeniería de mantenimiento para interpretar los resultados.

¹ Beta y Eta son funciones que definen el tipo de falla y el tiempo para la falla respectivamente (MORA 2013)

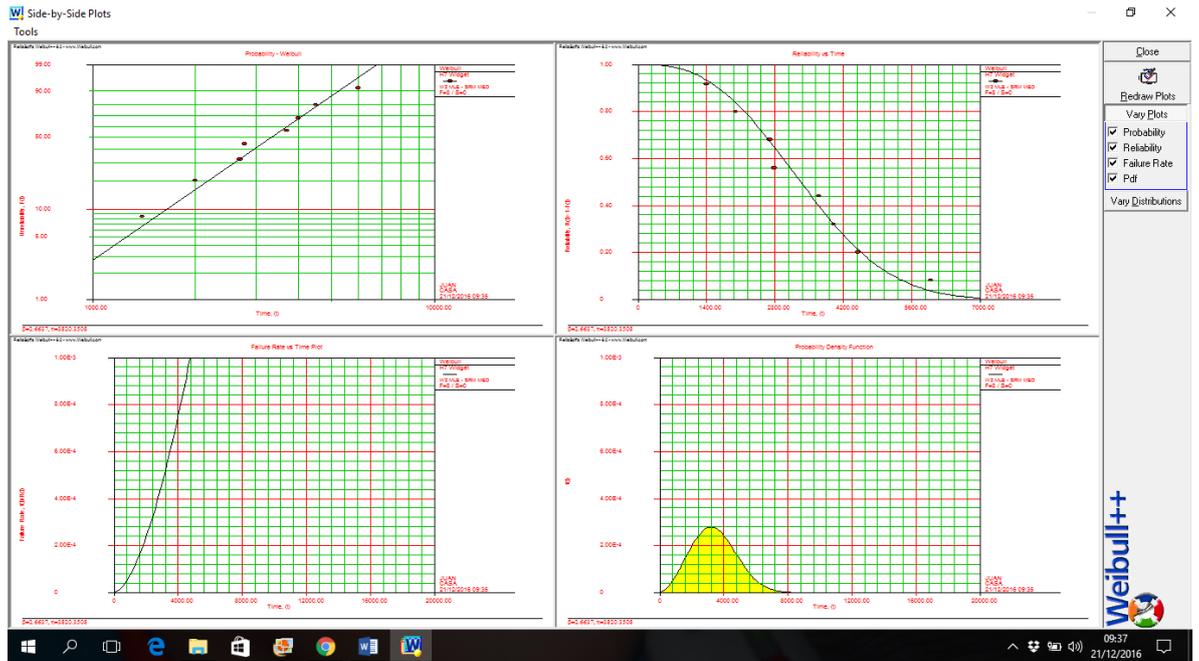


Figura 5.14: Software Weibull ++. Fuente: (Weibull++, 2003).

5.12.4 Programa “VALRAMOR”.

El software de ingeniería de mantenimiento más amigable con el usuario es el desarrollado en Excel por el Ing. Luis Mora llamado VALRAMOR, el mismo calcula en función de los datos históricos del equipo la confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad de un equipo o sistema en función de su tiempo medio entre fallas, este software no dispone de bases de datos por lo que se debe tener datos externos para realizar los cálculos en el mismo.

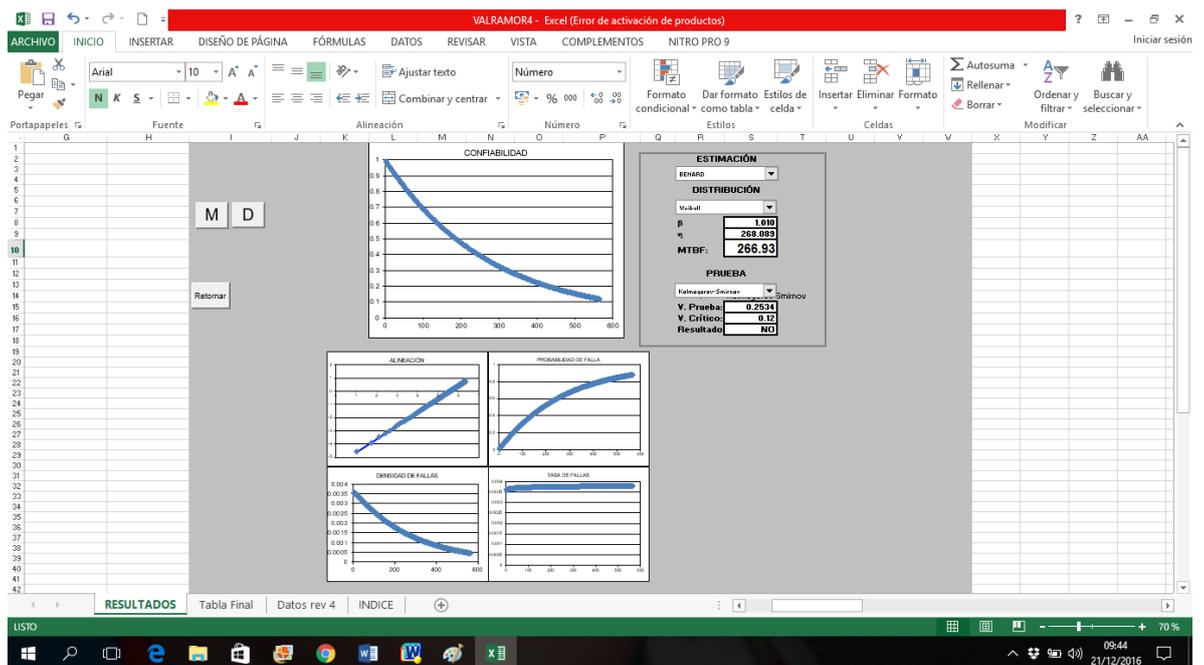


Figura 5.15: calculo confiabilidad programa VALRAMOR. Fuente: (MORA 2013).

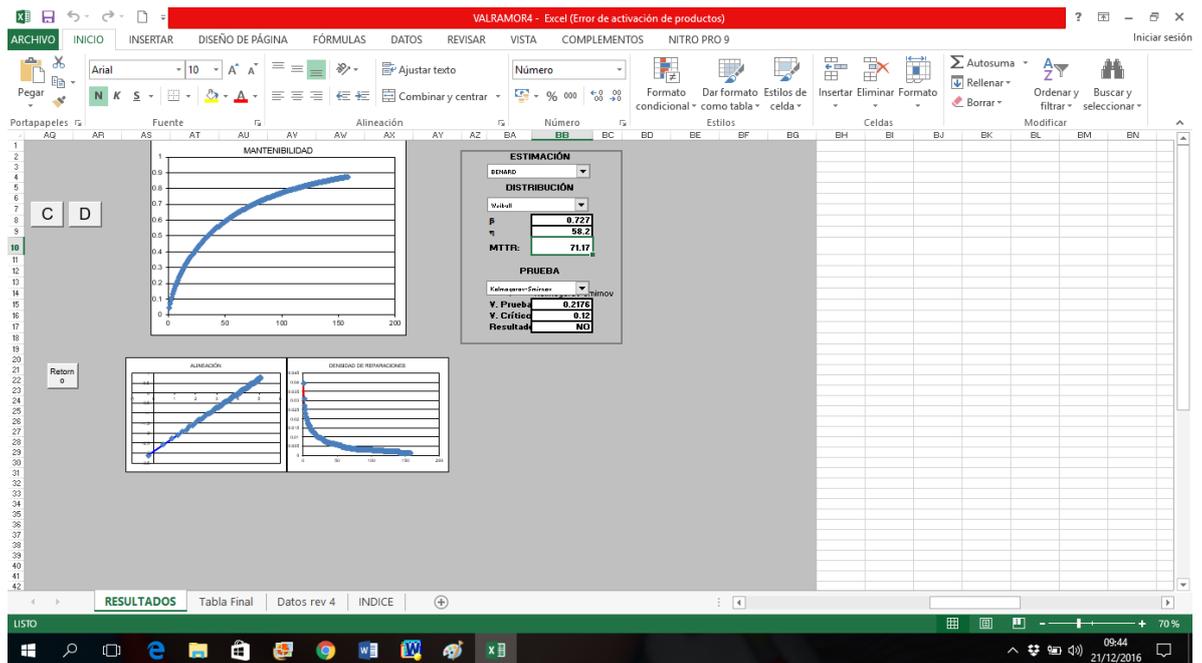


Figura 5.16: calculo mantenibilidad programa VALRAMOR. Fuente: (MORA 2013).

5.12.5 Programa “SisMAC”.

Un software de desarrollo nacional llamado SisMAC es un GMAO (gestión de mantenimiento asistido por ordenador) es una opción válida para poder organizar el mantenimiento, con lo cual se podrá administrar eficientemente la gestión de mantenimiento, sin embargo, tiene que ser combinado con cualquier software de ingeniería de mantenimiento para poder realizar un plan de mantenimiento acorde al contexto operacional de los equipos que se analizaran.



Figura 5.16: Software SisMAC. Fuente:(SisMAC, 2016).

5.12.6 CARL Transport software.

El software CARL transport es un software dedicado para la gestión de mantenimiento de un sistema ferroviario, en el caso del tranvía de los 4 ríos de Cuenca aplicaría perfectamente ya que el software mencionado está totalmente aplicado al sistema tranviario de la isla de Tenerife.

El software gestiona todo el mantenimiento referente a instalaciones fijas y material rodante, entre lo que puede realizar el software tenemos:

Administración de trenes.

Administración de existencias y de los costos relacionados de las mismas.

Gestión de recursos, se puede gestionar los contratos y los recursos propios de la empresa.

Seguimiento de los Mantenimientos y planificación de las intervenciones de mantenimiento.

Administración de adquisiciones.

Gestión de Actividades, Control de costos, elaboración de cuadros de mando para mantenimiento.

La desventaja para implementar este tipo de software es que a nivel nacional no se tiene los conocimientos para el manejo del mismo por lo que de implementarse conllevaría a una capacitación larga para poder dominar este programa.



Figura 5.17. Software CARL transport, (Fuente: CARL software, 2017).

5.12.7 Aplicación “AHP”.

Existe un método de jerarquización de activos desarrollado para este proyecto en particular el cual será de gran ayuda una vez se tengan datos reales del

mantenimiento, ya que el mismo realiza una clasificación de los activos del proyecto por su criticidad, lamentablemente en este programa solo podría ser utilizado de manera objetiva una vez se obtengan datos reales de mantenimiento (JARAMILLO & MATAILO, 2016).

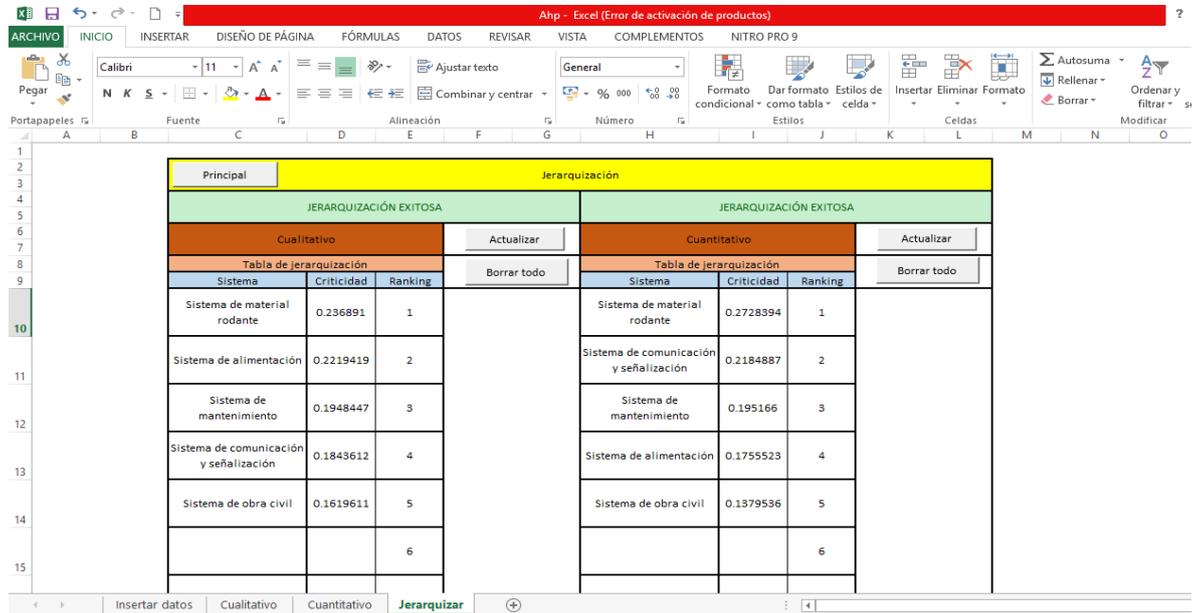


Figura 5.18: Software de jerarquización de activos en función de su criticidad. Fuente: (JARAMILLO & MATAILO, 2016).

5.13 Discusión y comentario referente a utilización de software de mantenimiento.

La implementación de un software de mantenimiento para gestión de mantenimiento o GMAO debe ser escalonada en función de las necesidades de la unidad de mantenimiento, ya que, en una etapa inicial se debería documentar bien los procedimientos de la gestión de mantenimiento y una vez implementadas las bases de datos poder explotar adecuadamente un software de mantenimiento.

En nuestro medio no existe ninguna empresa con experiencia en un software dedicado exclusivamente a la explotación de un sistema ferroviario, sin embargo los software mencionados en este trabajo deberían ser una herramienta de ayuda en una etapa inicial del proyecto.

Se debería conversar con la empresa proveedora de mantenimiento de material rodante, la cual cuenta con un software especializado en mantenimiento ferroviario, el cual sería el punto de partida para poder realizar una transición en el mantenimiento a largo plazo.

6. CONCLUSIONES.

Sobre este trabajo de grado se pueden hacer las siguientes conclusiones generales:

Este proyecto no tuvo el alcance deseado, debido a que el convenio inicial en el cual se involucraba la Universidad del Azuay y el Municipio de Cuenca para desarrollar el modelo de gestión de mantenimiento para el proyecto “Tranvía de los 4 ríos de Cuenca” no se firmó, por tal motivo el municipio de Cuenca al tener una cláusula de confidencialidad no pudo brindar toda la información requerida la cual consistía en:

- Manuales de Equipos.
- Información financiera relevante.
- Modelos de mantenimiento por parte del fabricante.
- Planes de capacitación.
- Convenios de transferencia de tecnología

El modelo de sociedad de economía mixta desde un punto de vista personal es el más indicado cuando se realiza el mantenimiento bajo la administración del municipio de una ciudad, se debe tener consideraciones especiales en los presupuestos asignados al mismo así como un personal consolidado para poder llevar las tareas de mantenimiento de una manera eficiente y segura, el éxito de la unidad de mantenimiento deberá radicar en un constante programa de capacitación y en estabilidad de dicha unidad para alcanzar los objetivos que proponga la dirección de mantenimiento de la misma.

Un modelo de mantenimiento es único y personalizado para toda empresa, el contexto operacional de este sistema tranviario difiere de otros países por su zona de trabajo, su clima y cuando entre en funcionamiento será el tranvía que funcione a mayor altura sobre el nivel del mar del mundo, lo cual conllevará a desarrollar técnicas de mantenimiento específicas para el tranvía de la ciudad de Cuenca, por lo que únicamente después de un tiempo prudencial de funcionamiento se podrá contar con información confiable, con lo cual se podrían aplicar los modelos de mantenimiento aquí expuestos.

Los modelos de mantenimiento citados en este trabajo de grado son a modo de propuesta, la cual sería viable siempre y cuando la gerencia del proyecto tranvía comparta la visión a mediano y largo plazo de este proyecto de tesis.

Los procesos sugeridos deberían ser reforzados a corto plazo con el departamento de calidad que existiría en el proyecto tranvía, ya que es este departamento el que puede definir los procesos correctamente una vez definidas las funciones de cada departamento del proyecto, debemos recordar que el proyecto todavía está en construcción y por el momento no se tiene definido ningún aspecto en su parte administrativa ni operativa.

En un futuro se podría implementar un GMAO integral adaptado a las necesidades específicas de este proyecto, el cual variará según la política de la gerencia del proyecto y de la dirección de mantenimiento de la misma.

Este proyecto no puede más que dar los lineamientos básicos sobre realizar una gestión de mantenimiento basado en la intención del municipio de Cuenca en gestionar el mantenimiento con sus propios recursos la cual solo será exitosa si se apoya la visión del proyecto a mediano y largo plazo. Se podría también siguiendo este modelo de gestión de mantenimiento en un mediano plazo realizar una transición a metodologías de mantenimiento como RCM o TPM, siempre y cuando se tenga el apoyo de la gerencia del proyecto tranvía.

7. BIBLIOGRAFIA.

AENOR. (Febrero de 2002). UNE-EN 13306:2002. Terminología del mantenimiento. España: AENOR.

AENOR. (Octubre de 2010). UNE- EN- 50126- 1:2005. Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 1: Requisitos básicos y procesos genéricos. España: AENOR.

AENOR. (Febrero de 2007). UNE – EN –ISO 14224:2006. Industrias del petróleo, petroquímicas y de gas natural. Recogida e intercambio de datos de mantenimiento y fiabilidad de los equipos (ISO 14224:2006) (ratificada por AENOR en febrero de 2007). España: AENOR.

American Passenger Rolling Stock. (2014). *An infographic on predictive maintenance*. [En línea]. Disponible en: <http://www.passenger-rolling-stock-maintenance.com/16/blog/171/2-5-2014-an-infographic-on-predictive-maintenance/>. [Revisado el 10 de junio de 2016].

Arques, J. (2009). Ingeniería y gestión del Mantenimiento en el sector Ferroviario. España: Ediciones Díaz de Santos S.A.

CARL software, (2017). *CARL software*. [En línea]. Disponible en: <http://www.carl-software.es/es/gmao/products/carlsource/transport/introduction.html> [Revisado el 13 de enero de 2017].

Dayekh, A. (2013). *Metrotenerife*. Presentación, Islas Canarias.

Fernandez, G. (2015). *Mantenimiento a realizar en el tranvía de los 4 ríos de Cuenca*.

Fred, D. (2000). *Conceptos de administración estratégica*. México: Editorial Prentice Hall.

García, S. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. España: Ediciones Díaz de Santos S.A.

García, S. (2016). Por qué RCM no es la base de mantenimiento en determinadas instalaciones. *IRIM Renovetec*, 3(3), p.3.

Ginder, A. (1996) *Maintenance as a Corporate Strategy*. Estados Unidos: AIPE Facilites.

ITEM Toolkit. (2016). Estados Unidos: ítem software.

Jaramillo, R & Matailo M. (2016). *Modelo de jerarquización de equipos en función de su criticidad aplicado a un sistema tranviario*. Pregrado. Universidad del Azuay.

Laurentiis, R. (2003). *BPMS, tecnología para la integración y orquestación de procesos, sistemas y organización*. [en línea], disponible en: <http://www.rrhmagazine.com/articulos.asp?id=253> , [revisado el 28 de diciembre de 2016].

Mora, L. A. (2013). *MANTENIMIENTO Planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega Grupo Editor.

Mora, L. (2013). *VALRAMOR*. Colombia: CIMPRO.

Morrison, A. (2015). *Los Tranvías de CUENCA, ECUADOR*. tramz. [revisado el 1 de enero de 2017], disponible en: <http://www.tramz.com/ec/c/cm.html>.

MTBF Calculator. (2011). Israel: ALD Software.

Nakajima, S (1993). *Introducción al TPM*. Japón: Tecnologías de gerencia y Producción ediciones.

Nowlan, F. S. Heap, H. (1978). *Reliability Centered Maintenance*. Estados Unidos: ediciones Braun-Brumfield Inc.

Office of Rail and Road. (2011). *Rolling stock whole life costs*. [En línea], disponible en: http://orr.gov.uk/data/assets/pdf_file/0011/2711/rvfm-arup-rolling-stock-mar2011.pdf [Revisado el 3 de junio de 2016].

SisMAC. (2016). Ecuador: C&V ingeniería Cía. Ltda.

Tavares, L. (1996). Administración Moderna del Mantenimiento. Brasil: Novo Polo Publicación.

Tranvía de Tenerife. (2011) (1ra edición). España. Revisado en http://vialibreffe.com/pdf/tenerife_dosier526.pdf [Revisado el 10 de noviembre de 2016].

Rebollo, A. (2009). La experiencia Española en concesiones y APPs: Ferrocarriles, metros, tranvías y otras infraestructuras de transporte urbano y metropolitano. España: Piapem ediciones.

Rueda, J. (2013). Metro de Medellín, movilidad sostenible en el valle de Aburra. Presentación, Panamá.

Vásquez C. (2007) PFC propuestas a la mejora de la gestión operativa de un sistema de mantenimiento. Maestría. Universidad Politécnica de Cataluña.

Weibull ++. (2003). Estados Unidos: Reliasoft.

8. ANEXOS.

ANEXO 1.

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA TRANVIA CUATRO
RIOS DE CUENCA.**

CITADIS 302 CUENCA
Plan de mantenimiento preventivo
Índice A

Hoja 1 : Circuito de mantenimiento preventivo

Descripción de las operaciones	Operación	Número	N° de módulo documental	Número de operaciones por tren	Intervalo o entre operaciones			Nivel de mantenimiento	Mano de obra en el tren				Mano de obra en el órgano desmontado			Herramientas específicas recomendadas	Medios en taller	Comentarios
					[día]	[mes]	[Km]		Por operación		Por tren		Por operación		Por tren			
									[h]	[H]	[Hxh]	[h]	[h]	[H]	[Hxh]			
OPERACIONES ESPECÍFICAS DE PUESTA EN SERVICIO																		
Grupo de refrigeración																		
Medición de la pérdida de carga en el filtro en los 3 meses posteriores a la puesta en servicio.				2	-	-	-	3	0.17	1	0.33	0.33			Cable de alimentación de 400V de la bomba del GRF. Manómetro de medición de la pérdida de carga.	Pasarelas.	Se recomienda realizar esta operación por primera vez a los 3 meses de la puesta en servicio, luego se hará cada 6 meses (operación siguiente).	
Puente portador																		
Vaciado del aceite de rodaje y llenado del puente a 5000 +/- 2000 Km.				2	-	-	-	2	0.33	1	0.67	0.67				Fosa central y fosas laterales.	1 vez luego de la puesta en circulación. Operación de 20 minutos.	
Puente motor																		
Vaciado del aceite de rodaje y llenado del puente a 5000 +/- 2000 Km.				4	-	-	-	2	0.33	1	1.33	1.33				Fosa central y fosas laterales.	1 vez luego de la puesta en circulación. Operación de 20 minutos.	
PRUEBAS DIARIAS Y SEMANALES																		
CONTROLES Y PRUEBAS EN LA CABINA DE CONDUCCIÓN																		
				2 par rama	-	-	-										Controles y pruebas que realiza el conductor en cada puesta en servicio (tiempo no declarado).	
Prueba del dispositivo de vigilia (temporizaciones y señalizaciones).	X	430R40		2	1	-	-	1		1						Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Prueba de indicadores en el pupitre (velocidad límite, falla del freno, puerta abierta).	X	430R44		2	1	-	-	1		1						Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Control de la clausura de la puerta de acceso de la cabina desocupada.	X	430R45		2	1	-	-	1		1						Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Control del estado de la consola (pantalla) y verificación de la ausencia de señalización de modo degradado del tipo FT, HLP, RP, FJ.	X	430R50 430R51		2	1	-	-	1		1						Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Control de la información de frenos apretados / frenos aflojados respecto de las órdenes de tracción y de frenado.	X	430R52		2	1	-	-	1		1						Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Control de la presencia eventual de la información de freno aislado.	X	430R53		2	1	-	-	1		1						Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Control del número de puertas clausuradas y prueba de apertura y cierre.	X	430R54		2	1	-	-	1		1						Vía sobre losa o vía de estacionamiento.	Solo el «control del número de puertas clausuradas» garantiza la seguridad.	
Control de la información relativa al nivel de llenado de los areneros.	X	430R55		2	1	-	-	1		1						Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Control de la presencia del precintado apropiado para los conmutadores de aislamiento en las 2 cabinas.	X	430R56		2	1	-	-	1		1						Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Control de la presencia de los extintores en cada cabina de conducción (incluso la ausencia de fugas y el precinto).	X	430R61		2	1	-	-	1		1						Vía sobre losa o vía de estacionamiento.	La empresa explotadora puede revisar el intervalo entre operaciones.	
Control de la presencia en el tren de los accesorios de a bordo.	X	430R62		2	1	-	-	1		1						Vía sobre losa o vía de estacionamiento.	La empresa explotadora puede revisar el intervalo entre operaciones.	
Prueba del FU en dinámico (a V>3 Km/h) por manipulador (incluso patines magnéticos).	X	430R47		1	8	-	-	1		1						Vía sobre losa.	Desde una sola cabina alternadamente.	
CONTROLES Y PRUEBAS EN EL TREN																		
				-	-	-	-											Controles y pruebas que realiza un agente de mantenimiento o el conductor en cada puesta en servicio. Se pueden realizar por la tarde cuando el tren se encuentra estacionado.
Prueba de los avisadores acústicos.	X	430R41		2	1	-	-	1	0.01	1	0.01	0.01				Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Prueba de los avisadores ópticos.	X	430R42		2	1	-	-	1	0.01	1	0.01	0.01				Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Prueba del FS durante la parada.	X	430R48		2	1	-	-	1	0.02	1	0.03	0.03				Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Prueba del enarenado.	X	430R49		2	1	-	-	1	0.02	1	0.03	0.03				Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Control de las señalizaciones exteriores (incluso luz de peligro y antiniebla).	X	430R58		2	1	-	-	1	0.02	1	0.03	0.03				Vía sobre losa.		
Control (visual) del estado de la carrocería, de las puertas, de los fuelles, etc. (durante el recorrido del tren).	X	430R59		1	1	-	-	1	0.02	1	0.02	0.02				Vía sobre losa o vía de estacionamiento.	La empresa explotadora puede revisar el intervalo entre operaciones.	
Control del estado y de la posición no recogida de los umbrales fijos.	X	430R60		1	1	-	-	1	0.02	1	0.02	0.02				Vía sobre losa o vía de estacionamiento.	La empresa explotadora puede revisar el intervalo entre operaciones.	
Comprobar el buen funcionamiento de la antena de tranvía APS.	X	CMA_E-5		1	3	-	-	1	0.02	1	0.02	0.02				Vía sobre losa o vía de estacionamiento.	La frecuencia recomendada para el control del estado de los frotadores es cada 3 días como máximo.	
Inspección del estado de los frotadores APS.	X	EI22.2		1	3	-	-	1	0.08	1	0.08	0.08				Vía sobre losa equipada con una cámara.	Si la red no está equipada con cámara, prever un control visual. La frecuencia recomendada para el control del estado de los frotadores es cada 3 días como máximo.	
Verificación del nivel de los areneros, de los depósitos de engrasadores de pestañas, de los depósitos de lava cristales, y llenado si fuera necesario.	X	430R368		2	3	-	-	1	0.04	1	0.08	0.08				Vía sobre losa o vía de estacionamiento.	Periodicidad de instalación de acuerdo con las condiciones del servicio. Nota: solo el enarenado garantiza la seguridad.	
TECHO																		
INSPECCIÓN GENERAL																		
Vigilancia de las fijaciones propias de los equipos instalados en el techo (incluido el pantógrafo).	X	430R417		1	-	-	-	2	0.50	1	0.50	0.50				Pasarelas.		
Control del estado de la puesta a tierra de los equipos eléctricos (ausencia de corrosión, grabado in situ, cables de derivación (shunts) en buen estado).	X	430R413		1	-	-	-	2	0.50	1	0.50	0.50				Pasarelas.		
Operación de limpieza a nivel de los acoplamientos eléctricos AT.	X	430R411		1	-	-	-	2	1.00	1	1.00	1.00				Pasarelas.	La periodicidad se debe adaptar en función de las condiciones del medioambiente y de la polución.	
Limpieza de todos los aisladores (pantógrafo, etc.).	X	430R410		1	-	-	-	2	1.00	1	1.00	1.00				Pasarelas.	La periodicidad se debe adaptar en función de las condiciones del medioambiente y de la polución.	
Limpieza del pararrayos.	X	430R408		1	-	-	-	2	1.00	1	1.00	1.00				Pasarelas.		
Control de estanqueidad y limpieza de los cofres.	X	430R412		1	-	-	-	2	0.75	1	0.75	0.75				Pasarelas.		
Control del cableado AT (envejecimiento).	X	430R415		1	-	-	-	2	1.00	1	1.00	1.00				Pasarelas.		
Control de los aisladores ligados al aparellaje AT.	X	430R416		1	-	-	-	2	1.00	1	1.00	1.00				Pasarelas.		
PANTÓGRAFO																		
				1 par rama	-	-	-											
Control por cámara (o visual) del pantógrafo.				1	-	-	-	1	0.01	1	0.01	0.01				Cámara / monitor en estación de servicio o pasarela.	Si la red no está equipada con cámara, prever un control visual en pasarela.	
Control visual de las bandas de tratamiento de carbono y de los cuernos de extremos (bloqueo, desgaste), reemplazo si fuera necesario.				2	-	-	-	2	0.06	1	0.12	0.12				Pasarelas.		
Verificación del funcionamiento del cerrojo de bloqueo.				1	-	-	-	3	0.03	1	0.03	0.03				Pasarelas.		
Verificación de la fuerza de contacto vertical de la mesilla en la LAC.				1	-	-	-	3	0.20	1	0.20	0.20			Herramienta de control de la fuerza de contacto del pantógrafo.	Pasarelas o taller de electromecánica.		
Verificación del libre movimiento de los cojinetes lisos (mesilla).				4	-	-	-	3	0.02	1	0.08	0.08				Pasarelas.		
Control visual de los shunts y reemplazo si fuera necesario.				12	-	-	-	2	0.02	1	0.24	0.24				Pasarelas.		
Inyección de grasa AUTOL TOP 2000 por el orificio inferior del fuelle de la barra guía paralela.				1	-	-	-	2	0.10	1	0.10	0.10				Pasarelas.		
Control visual de los aprietes.				1	-	-	-	2	0.05	1	0.05	0.05				Pasarelas.		
Control visual del cable del mecanismo de elevación; si fuera necesario, lubricar el cable con grasa AUTOL TOP 2000 de Agip Schmiertechnik.				1	-	-	-	2	0.05	1	0.05	0.05				Pasarelas.		
Control visual del amortiguador hidráulico de oscilación (fugas de aceite).				1	-	-	-	2	0.05	1	0.05	0.05				Pasarelas.		
Control visual de los resortes de la mesilla.				1	-	-	-	2	0.02	1	0.02	0.02				Pasarelas.		
Control visual del fuelle del dispositivo de maniobra eléctrica y de la barra guía paralela.				1	-	-	-	2	0.02	1	0.02	0.02				Pasarelas.		
Verificación del funcionamiento del bloqueo de seguridad.				1	-	-	-	3	0.03	1	0.03	0.03				Pasarelas.		

Descripción de las operaciones	Operaci	Número	Nº de módulo documental	Número de operaciones por tren	Intervalo entre operaciones			Nivel de mantenimiento	Mano de obra en el tren				Mano de obra en el órgano desmontado			Herramientas específicas recomendadas	Medios en taller	Comentarios
					[día]	[mes]	[Km]		Por operación		Por tren		Por operación		Por tren			
									[h]	[H]	[Hxh]	[h]	[h]	[H]	[Hxh]			
Verificación del ajuste del amortiguador de elastómero y reemplazo si fuera necesario.				1	-	-	60,000	3	0.05	1	0.05	0.05				Pasarelas.		
Reemplazo del bloqueo de seguridad y regulación.				1			180,000	3	0.20	1	0.20	0.20				Pasarelas.		
Desmontaje / montaje del dispositivo de maniobra eléctrica para revisión en Schunk Bahntechnik.				1			180,000	3	0.50	1	0.50	0.50				Pasarelas.		
Montaje / desmontaje del pantógrafo para:				1			600,000	3	1.00	1	1.00	1.00			Biela de fijación para aparatos en el techo. Herramienta de control de la fuerza de contacto del pantógrafo.	Pasarelas y puente rodante 1 t.		
- Reemplazo del flexible y del reenvío de ángulo.				1			600,000	3					0.10	1	0.10	Taller electromecánico.		
- Reemplazo de los topes de caucho en el chasis.				3			600,000	4					0.10	1	0.30	Taller electromecánico.		
- Reemplazo del resorte de sostén en el chasis.				1			600,000	4					0.10	1	0.10	Taller electromecánico.		
- Reemplazo de los rodamientos de bolas del chasis y del brazo superior.				8			600,000	4					0.20	1	1.60	Taller electromecánico.		
- Reemplazo del cable del mecanismo de elevación, reemplazo y lubricación del tornillo roscado y de las arandelas esféricas.				1			600,000	4					0.50	1	0.50	Taller electromecánico.		
- Reemplazo de los cojinetes lisos (mesilla), lubricación de los nuevos cojinetes.				24			600,000	4					0.07	1	1.68	Taller electromecánico.		
- Reemplazo completo del dispositivo de maniobra eléctrica.				1			600,000	4					0.50	1	0.50	Taller electromecánico.	En 10 años, el dispositivo de maniobra eléctrica se revisa 2 veces (cada 3 años).	
- Reemplazo del amortiguador de oscilación.				1			600,000	4					0.50	1	0.50	Taller electromecánico.		
- Reemplazo de las unidades de guiado de la mesilla.				4			600,000	4					0.20	1	0.80	Taller electromecánico.		
- Reemplazo de las tapas plásticas de los rodamientos del marco superior.				2			600,000	4					0.05	1	0.10	Taller electromecánico.		
- Reemplazo de la barra guía paralela.				1			600,000	4					0.40	1	0.40	Taller electromecánico.		
- Cambio de las rótulas de la biela de acoplamiento.				1			600,000	4					0.10	1	0.10	Taller electromecánico.		
- Reemplazo de los resortes de ballesta en la mesilla.				4			600,000	4					0.20	1	0.80	Taller electromecánico.		
- Reanudación de pintura de las piezas oxidadas.				1			600,000	4					0.40	1	0.40	Taller electromecánico.		
- Limpieza y / o lubricación de las piezas reutilizadas.				1			600,000	2					0.40	1	0.40	Taller electromecánico.		
				-			-											
EQUIPAMIENTO APS				1 par rama			-											
Caja de Conmutación Principal (CCP)				-			-											
Mantenimiento asegurado por TGS.				-			-											
Cofre batería (CB)				-			-											
Mantenimiento asegurado por TGS.				-			-											
				-			-											
Cofre DJ.				1 par rama			-											
Inspección visual y limpieza ligera de la cámara de corte, reemplazo si fuera necesario.				1			60,000	3	0.20	1	0.20	0.20				Pasarelas.		
Inspección de los cuernos de soplado y cerámicas, emparchado o reemplazo si fuera necesario.				1			60,000	3	0.08	1	0.08	0.08				Pasarelas.		
Inspección de los contactos de potencia del disyuntor, reemplazo si fuera necesario.				1			60,000	3	0.10	1	0.10	0.10				Pasarelas.		
Verificación del cableado y del estado de los contactos auxiliares del disyuntor.				1			300,000	3	0.15	1	0.15	0.15				Pasarelas.		
Inspección visual de las fijaciones mecánicas del cofre y del cableado de AT y BT.				1			300,000	2	0.08	1	0.08	0.08				Pasarelas.		
Desmontaje / montaje del cofre del disyuntor para:				1		180		3	1.50	1	1.50	1.50			Biela de fijación para aparatos en el techo.	Pasarelas y puente rodante 1 t.		
- Inspección general del cofre.				1		180		2					2.00	1	2.00	Taller electromecánico.		
- Reemplazo de la arandela amagnética y del resorte de recuperación, limpieza.				1		180		4					1.00	1	1.00	Taller electromecánico.		
- Reemplazo de los contactos auxiliares del disyuntor.				1		180		4					1.00	1	1.00	Taller electromecánico.		
- Verificación del umbral de activación.				1		180		4					1.00	1	1.00	Llave de sujeción y gancho de adaptación para disyuntor.	Taller electromecánico.	
- Reemplazo de la junta del cofre.				1		180		4					0.10	1	0.10	Alimentación para ensayos del disyuntor.	Taller electromecánico.	
				-			-											
COFRE TRACCIÓN / FRENADO (ETF)				2 par rama			-											
Limpieza de las rejillas de entrada de aire.				2			30,000	2	0.02	1	0.03	0.03				Pasarelas.		
Limpieza del compartimento de autoinducción (selfs) y de la rejilla.				2			60,000	2	0.05	1	0.10	0.10				Pasarelas.		
Interruptor de línea: limpieza del electroimán y de las partes aislantes, verificación de las conexiones eléctricas, verificación del funcionamiento del electroimán (accionamiento manual), control del estado de desgaste de los contactos de potencia y auxiliares, verificación de la chimenea.				2			120,000	3	0.50	1	1.00	1.00				Pasarelas.		
Interruptor de precarga LTC 100A: limpieza del electroimán y de las partes aislantes, verificación de las conexiones eléctricas, verificación del funcionamiento del electroimán (accionamiento manual), control del estado de desgaste de los contactos de potencia y auxiliares.				2			120,000	3	0.50	1	1.00	1.00				Pasarelas.		
Desmontaje / montaje del módulo Onix para:				2			120,000	3	0.33	2	1.32	0.66			Biela de fijación para aparatos en el techo.	Pasarelas y puente rodante 1 t.	La periodicidad se debe adaptar en función de las condiciones del medioambiente y de la polución.	
- Limpieza de las aletas del módulo.				2			120,000	2					0.08	1	0.17	Taller electromecánico.		
- Limpieza debajo del Onix.				2			120,000	2					0.16	1	0.32	Taller electromecánico.		
- Verificación del estado de las juntas de estanqueidad del módulo y reemplazo, si fuera necesario.				2			120,000	2					0.20	1	0.40	Taller electromecánico.		
Inspección visual de las fijaciones mecánicas y del cableado AT y BT, y reemplazo, si fuera necesario.				2			300,000	2	0.33	1	0.66	0.66				Pasarelas.		
Desmontaje / montaje del GMV para:				4			600,000	3	0.50	1	2.00	2.00			Biela de fijación para aparatos en el techo.	Pasarelas y puente rodante 1 t.		
- Reemplazo de los rodamientos del GMV.				4			600,000	4					0.33	1	1.32	Taller electromecánico.		
Inspección y limpieza generales del cofre.				2		180		2	2.00	1	4.00	4.00				Pasarelas.		
Reemplazo de las juntas del cofre.				2		180		2	0.25	1	0.50	0.50				Pasarelas.		
Desmontaje / colocación de los selfs para:				4		180		2	0.17	1	0.67	0.67			Biela de fijación para aparatos en el techo.	Pasarelas y puente rodante 1 t.		
- Limpieza de los selfs (solvente dieléctrico).				4		180		2					0.50	1	2.00	Taller electromecánico.		
- Control dieléctrico antes de la reposición (controlador de aislamiento).				4		180		2								Pasarelas.		
Reemplazo de los moto-ventiladores de mezcla (entre el Agate y el Onix).				4		180		3	0.25	1	1.00	1.00				Pasarelas.		
Desmontaje / montaje del distribuidor de ventilación para:				2		180		3	0.50	1	1.00	1.00			Biela de fijación para aparatos en el techo.	Pasarelas y puente rodante 1 t.		
- Reemplazo de los ventiladores.				4		180		4					0.30	1	1.20	Taller electromecánico.		
				-			-											
REOSTATO DE FRENADO				2 par rama			-											
Examen con búsqueda de huellas de calentamiento.				2			60,000	2	0.20	1	0.40	0.40				Pasarelas.		
Verificación de las fijaciones y de los tornillos.				2			60,000	2	0.05	1	0.10	0.10				Pasarelas.		
Limpieza completa del reóstato.				2			300,000	2	0.50	1	1.00	1.00				Pasarelas.		
Medición del valor resistivo del reóstato.				4			300,000	3	0.08	1	0.33	0.33				Pasarelas.		
				-			-											
CONVERTIDOR ESTÁTICO (CVS)				1 par rama			-											
Limpieza del filtro de entrada de aire.				1			30,000	2	0.15	1	0.15	0.15				Pasarelas.		
Control del ventilador y de la conducción de aire, limpieza si fuera necesario.				1			60,000	2	0.10	1	0.10	0.10				Pasarelas.		
Control exterior.				1			60,000	3	0.30	1	0.30	0.30				Pasarelas.		
Verificación de los interruptores (contactos principales y auxiliares) y reemplazo si fuera necesario.				1		48		3	0.05	1	0.05	0.05				Pasarelas.		
Reemplazo de la batería de reserva de cada unidad de comando.				1			600,000	4	1.00	1	1.00	1.00				Pasarelas.		
Reemplazo del moto-ventilador M901.				1			600,000	4	1.00	1	1.00	1.00				Pasarelas.		
				-			-											
BATERÍA				1 par rama			-											
Vigilancia de la batería de acumuladores (conexiones, fugas de electrolito y puesta a nivel con agua destilada).	X	430R418 430R419		1			60,000	3	0.30	1	0.30	0.30			Estación de llenado de las baterías.	Pasarelas.	No se aconseja realizar una puesta a nivel completa en una batería descargada (riesgo de derrame durante la carga).	
Prueba de la resistencia de aislamiento.				1			60,000	3	0.17	1	0.17	0.17				Pasarelas.		
Medición de la tensión de carga.				1			60,000	3	0.08	1	0.08	0.08			Banco de descarga / carga de batería móvil.	Pasarelas.		
Desmontaje / montaje de la batería para:				1			300,000	3	1.00	1	1.00	1.00			Biela de fijación para aparatos en el techo.	Pasarelas y puente rodante 1 t.		
- Medición de la densidad electrolítica.				1			300,000	4					0.08	1	0.08	Taller electromecánico.		
- Prueba de capacidad (carga / descarga).				1			300,000	4					1.00	1	1.00	Taller electromecánico.	No se incluye el tiempo de carga en el tiempo técnico.	
- Medición de la tensión individual de todos los elementos.				1			300,000	4					0.08	1	0.08	Taller electromecánico.		
- Control y prueba de la sonda de T°C.				1			300,000	4					0.08	1	0.08	Taller electromecánico.		
- Reacondicionamiento de carga de la batería.				1			300,000	4					1.00	1	1.00	Taller electromecánico.	No se incluye el tiempo de carga en el tiempo técnico.	
Desmontaje / montaje de la batería para:				1		180		3							Biela de fijación para aparatos en el techo.	Pasarelas y puente rodante 1 t.		
- Reemplazo.				1		180		4					2.00	1	2.00	Taller electromecánico.	Si la batería no se reemplaza en 15 años, se aconseja hacer un control anual hasta el reemplazo.	

Descripción de las operaciones	Operaci	Número	Nº de módulo documental	Número de operaciones por tren	Intervalo entre operaciones			Nivel de mantenimiento	Mano de obra en el tren				Mano de obra en el órgano desmontado			Herramientas específicas recomendadas	Medios en taller	Comentarios	
					[día]	[mes]	[Km]		Por operación		Por tren		Por operación		Por tren				
									[h]	[H]	[Hxh]	[h]	[h]	[H]	[Hxh]				
Limpeza del intercambiador.				2	-	-	60,000	2	0.33	1	0.67	0.67				Kit de utillaje para mantenimiento del GRF.	Pasarelas.		
Limpeza de las rejillas frontal y lateral.				2			60,000	2	0.05	1	0.10	0.10					Pasarelas.		
Control visual de los flexibles de refrigeración y de los empalmes auto-obturantes GRF - caja.				2			60,000	2	0.05	1	0.10	0.10					Pasarelas.		
Desmontaje / montaje del grupo para:				2			300,000	3	0.50	1	1.00	1.00					Pasarelas y puente rodante 1 t.		
- Inspección visual de la estructura.				2			300,000	3					0.02	1	0.04		Taller electromecánico.		
- Reemplazo de las tuberías de caucho.				2			300,000	3					0.33	1	0.67		Taller electromecánico.		
- Desmontaje / montaje del GMV para:				2			300,000	3					0.50	1	1.00		Taller electromecánico.		
- Reemplazo rodamiento motor GMV.				2			300,000	4					0.50	1	1.00		Taller electromecánico.	Periodicidad a adaptar en función de las mediciones vibratorias recomendadas cada 12 meses.	
Reemplazo del líquido de refrigeración del GRF y del conjunto del circuito hasta el motor.				2			300,000	3	0.50	1	1.00	1.00					Pasarelas y fosas (central y laterales).		
Reemplazo del tapón de válvula.				2			300,000	3	0.01	1	0.02	0.02					Pasarelas.		
Reemplazo del cartucho del filtro.				2			300,000	3	0.02	1	0.04	0.04					Pasarelas.		
Desmontaje / montaje del grupo para:				2			600,000	3		1							Pasarelas y puente rodante 1 t.		
- Desmontaje / montaje de moto-bomba para:				2			600,000	3					0.50	1	1.00		Taller electromecánico.		
- Reemplazo de los cojinetes y juntas de la bomba.				2			600,000	4					1.00	1	2.00		Taller electromecánico.		
- Reemplazo del rodamiento del motor de la bomba.				2			600,000	4					0.50	1	1.00		Taller electromecánico.		
Desmontaje / montaje del grupo para:				2		180		3		1							Pasarelas y puente rodante 1 t.		
- Reemplazo del presostato.				2		180		3					0.35	1	0.70		Taller electromecánico.		
- Reemplazo de los dos termostatos 95°C.				2		180		3					0.20	1	0.40		Taller electromecánico.		
- Reemplazo del termostato 85°C.				2		180		3					0.10	1	0.20		Taller electromecánico.		
- Reemplazo del termostato 31°C.				2		180		3					0.10	1	0.20		Taller electromecánico.		
GRUPO DE CLIMATIZACIÓN DE LA CABINA				2 par rame															
Vigilancia de los filtros de climatización (riesgo de saturación).	X	430R422		2		3		2	0.20	1	0.40	0.40					Pasarelas.	La fecha de intervención e intervalo entre operaciones se debe adaptar (reducir si fuera necesario) en función de las condiciones medioambientales y de polución.	
Verificación (incluyendo fijaciones y conexiones eléctricas) del compresor.				2			60,000	2	0.10	1	0.20	0.20					Pasarelas.		
Verificación (incluyendo fijaciones y conexiones eléctricas) y limpieza del condensador y del evaporador.				2			60,000	2	0.10	1	0.20	0.20					Pasarelas.		
Verificación (incluyendo fijaciones y conexiones eléctricas) y limpieza de los ventiladores, condensador y tratamiento de aire.				2			60,000	2	0.10	1	0.20	0.20					Pasarelas.		
Verificación (incluyendo fijaciones y conexiones eléctricas) y limpieza del calefactor.				2			60,000	2	0.10	1	0.20	0.20					Pasarelas.		
Limpeza del evacuador condensado.				2			60,000	2	0.25	1	0.50	0.50					Pasarelas.		
Verificación de las conexiones eléctricas (DJ, armario, conectores).				2			60,000	2	0.20	1	0.40	0.40					Pasarelas.		
Control del grado de humedad del fluido refrigerante.				2			60,000	2	0.20	1	0.40	0.40					Pasarelas.	Con la ayuda del indicador líquido situado a la salida del filtro deshidratador.	
Prueba de calor antes de cada invierno.				2		12		3	0.25	1	0.50	0.50					Pasarelas.		
Prueba de frío antes de cada verano.				2		12		3	0.25	1	0.50	0.50					Pasarelas.		
Desmontaje / montaje del grupo para:				2			300,000	3	1.00	2	4.00	2.00					Pasarelas y puente rodante 1 t.		
- Reemplazo del moto-ventilador de tratamiento de aire.				2			300,000	4					0.33	1	0.67		Pasarelas.	A criterio del encargado de mantenimiento: luego de una evaluación técnica, el reemplazo de los rodamientos del moto-ventilador puede sustituirse por el reemplazo del conjunto moto-ventilador.	
- Reemplazo del moto-ventilador condensador.				2			300,000	4					0.33	1	0.67		Pasarelas.	A criterio del encargado de mantenimiento: luego de una evaluación técnica, el reemplazo de los rodamientos del moto-ventilador puede sustituirse por el reemplazo del conjunto moto-ventilador.	
Desmontaje / montaje del grupo para:				2			600,000	3		2							Pasarelas y puente rodante 1 t.		
- Reemplazo del termostato de seguridad.	X	430R421		2			600,000	4					0.03	1	0.07		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo de los presostatos PSHP / PSBP.	X	430R421		4			600,000	4					0.75	1	3.00		Taller «Equipos de climatización»	Solo el «reemplazo del presostato PSHP» garantiza la seguridad.	
Desmontaje / montaje del grupo para:				2		180		3		2							Pasarelas y puente rodante 1 t.	A criterio del encargado de mantenimiento: el reemplazo del grupo de climatización puede sustituirse por la revisión a mitad de la vida.	
- Reemplazo del condensador.				2		180		4					1.50	1	3.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo de la bobina de la electroválvula y válvula.				2		180		4					1.50	1	3.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo del indicador líquido.				2		180		4					1.50	1	3.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo del descompresor.				2		180		4					1.50	1	3.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo del filtro deshidratador.				2		180		4					1.50	1	3.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo del evaporador.				2		180		4					1.50	1	3.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo de los amortiguadores de vibraciones BP / HP.				4		180		4					0.75	1	3.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo de los empalmes Schraeder.				4		180		4					0.75	1	3.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo de la válvula de retención.				2		180		4					1.50	1	3.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo de los bloques antivibración del compresor.				2		180		4					0.38	1	0.76		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo de los bloques antivibración del grupo.				2		180		3					0.38	1	0.76		Taller «Equipos de climatización»		
GRUPO DE CLIMATIZACIÓN DE COMPARTIMENTO				2 par rame															
Inspección del filtro de aire mezclado y reemplazo si fuera necesario.	X	430R422		2		3		2	0.05	1	0.10	0.10					Pasarelas.	La fecha de intervención e intervalo entre operaciones se debe adaptar (reducir si fuera necesario) en función de las condiciones medioambientales y de polución. Nota: recomendación de seguridad 430 aconseja la operación a los 30 000 Km. Debe realizarlo personal certificado.	
Control de estanqueidad.				2		12		2	0.50	1	1.00	1.00					Pasarelas.		
Prueba de calor antes de cada invierno.				2		12		2	0.03	1	0.07	0.07					Pasarelas.		
Prueba de frío antes de cada verano.				2		12		2	0.03	1	0.07	0.07					Pasarelas.		
Control de los dispositivos de seguridad (termostato y presostatos).	X	430R522		2			60,000	2	0.20	1	0.40	0.40					Pasarelas.		
Inspección general (ausencia de degradación / corrosión, fijaciones, pares de apriete, conexiones eléctricas).				2			60,000	2	0.20	1	0.40	0.40					Pasarelas.		
Verificación y limpieza de los condensadores.				2			60,000	2	0.10	1	0.20	0.20					Pasarelas.		
Verificación y limpieza del evaporador (incluidos los evacuadores) antes de cada verano.				2			60,000	2	0.10	1	0.20	0.20					Pasarelas.		
Control del grado de humedad del fluido refrigerante.				2			60,000	2	0.01	1	0.02	0.02					Pasarelas.		
Control del nivel de aceite del compresor.				2			60,000	2	0.01	1	0.02	0.02					Pasarelas.		
Verificación del moto-ventilador de tratamiento de aire. Reemplazo del moto-ventilador o de los rodamientos si fuera necesario.				2			300,000	3	0.75	1	1.50	1.50					Pasarelas.	A criterio del encargado de mantenimiento: luego de una evaluación técnica, el reemplazo de los rodamientos del moto-ventilador puede sustituirse por el reemplazo del conjunto moto-ventilador.	
Verificación del moto-ventilador del condensador. Reemplazo del moto-ventilador o de los rodamientos si fuera necesario.				4			300,000	3	0.75	1	3.00	3.00					Pasarelas.	A criterio del encargado de mantenimiento: luego de una evaluación técnica, el reemplazo de los rodamientos del moto-ventilador puede sustituirse por el reemplazo del conjunto moto-ventilador.	
Desmontaje / montaje para:				2		180		3	1.00	2	4.00	2.00					Pasarelas y puente rodante 1 t.		
- Reemplazo del compresor.				2		180		4					1.00	1	2.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo de los bloques antivibración del compresor.				2		180		4					0.50	1	1.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo de los condensadores.				2		180		4					1.00	1	2.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo del evaporador.				2		180		4					1.00	1	2.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo del moto-ventilador de tratamiento de aire.				2		180		4					1.00	1	2.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo del moto-ventilador del condensador.				4		180		4					0.40	1	1.60		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo del filtro deshidratador.				2		180		4					0.40	1	0.80		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo del descompresor.				2		180		4					1.00	1	2.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo del controlador UR6.				2		180		4					0.30	1	0.60		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo del calefactor.				2		180		4					0.50	1	1.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo de los termostatos de seguridad.	X	430R521		2		180		4					1.00	1	2.00		Taller «Equipos de climatización»		
- Reemplazo de los presostatos HP y BP.	X	430R521		4		180		4					0.25	1	1.00		Taller «Equipos de climatización»	Solo el «reemplazo del presostato HP» garantiza la seguridad.	
PARTE INFERIOR DEL CHASIS																			
INSPECCIÓN GENERAL																			

Descripción de las operaciones	Operaci	Número	Nº de módulo documental	Número de operaciones por tren	Intervalo entre operaciones			Nivel de mantenimiento	Mano de obra en el tren				Mano de obra en el órgano desmontado			Herramientas específicas recomendadas	Medios en taller	Comentarios
					[día]	[mes]	[Km]		Por operación		Por tren		Por operación		Por tren			
									[h]	[H]	[Hxh]	[h]	[h]	[H]	[Hxh]			
Vigilancia de las fijaciones propias de los equipos instalados debajo del chasis (incluido el pantógrafo).	X	430R423		1	-	-	60,000	2	0.50	1	0.50	0.50				Fosa central y fosas laterales.		
Control visual de ausencia de rastros de arco importantes (en particular a nivel del puente bogie portador).	X	430R582		1	-	-	60,000	2	0.15	1	0.15	0.15				Fosa central y fosas laterales.	Nota: el texto 430 es «vigilancia del estado del chasis (impacto de arcos eléctricos)».	
EQUIPAMIENTO APS																		
Control de estanqueidad del equipamiento APS y limpieza.				1	-	-	60,000	2	0.15	1	0.15	0.15				Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Control del cableado AT del sistema APS (envejecimiento).				1	-	-	900,000	2	0.15	1	0.15	0.15				Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Sensores de Corriente Rebatibles (CCR)																		
Mantenimiento asegurado por TGS.				-	-	-	-											
Caja de Maniobra de los Frotadores (CMF)				-	-	-	-											
Mantenimiento asegurado por TGS.				-	-	-	-											
BOGIE PORTADOR (BP)																		
Frenado mecánico del BP				1	-	-	-											
Flexible hidráulico				-	-	-	-											
Control del buen posicionamiento del flexible hidráulico (desenganche eventual debido a la auto-obstrucción) del BP.	X	430R389		4	-	-	15,000	2	0.02	1	0.06	0.06				Fosa central y fosas laterales.		
Control del estado de los flexibles.				-	-	-	-											
Disco de freno del BP																		
Vigilancia de los discos de frenado del BP (desgaste y planicidad).	X	430R385		4	-	-	30,000	2	0.02	1	0.08	0.08				Fosa central y fosas laterales.		
Control visual de los discos de freno (incluidas las fijaciones).				-	-	-	-											
Control de desgaste de las pistas del disco de freno.				-	-	-	-											
Estribos de frenos del BP																		
Control visual de los estribos y de la ausencia de fugas de aceite.	X	430R383		4	-	-	15,000	2	0.01	1	0.04	0.04				Fosa central y fosas laterales.		
Control de los juegos ligados a los estados apretado y aflojado.	X	430R386		4	-	-	15,000	2	0.05	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Control visual de los tornillos de fijación de los estribos y de los soportes.	X	430R387		4	-	-	30,000	2	0.03	1	0.10	0.10				Fosa central y fosas laterales.		
Limpieza y lubricación de los estribos del BP.				4	-	-	60,000	2	0.33	1	1.32	1.32				Fosa central y fosas laterales.		
Desmontaje / montaje de los estribos del BP para:				4	-	-	360,000	3	0.75	1	3.00	3.00			Herramienta de desmontaje / montaje de estribos de frenos.	Fosa central y fosas laterales.		
- Revisión de los estribos.	X	430R388		4	-	-	360,000	4					1			Taller calificado.		
Guarniciones de frenos del BP																		
Control del testigo de desgaste de las guarniciones de frenado del BP y cambio, si fuera necesario, un eje a la vez.	X	430R384		8	-	-	15,000	2	0.01	1	0.08	0.08			Herramienta de separación de las placas de frenos.	Fosa central y fosas laterales.		
Patines magnéticos del BP																		
Regulación de la altura (luego del repelido).				2	-	-	25,000	3	0.13	1	0.26	0.26				Fosa central y fosas laterales.		
Inspección visual de las placas de desgaste laterales.				-	-	-	-											
Inspección visual de las placas de desgaste longitudinales.				2	-	-	25,000	3	0.13	1	0.26	0.26				Fosa central y fosas laterales.		
Vigilancia de las fijaciones propias de los patines magnéticos del BP.	X	430R391		2	-	-	15,000	2	0.05	1	0.10	0.10				Fosa central y fosas laterales.	Solo la «vigilancia de las fijaciones» garantiza la seguridad.	
Inspección visual de la transmisión y la suspensión, conexiones.				-	-	-	-											
Limpieza de la parte inferior de los patines magnéticos.				2	-	-	15,000	2	0.05	1	0.10	0.10				Fosa central y fosas laterales.	Solo la «vigilancia de las zapatas» y el «control del posicionamiento del imán» garantizan la seguridad.	
Vigilancia de las pastillas propias de los patines magnéticos.	X	430R392		2	-	-	15,000	2	0.05	1	0.10	0.10				Fosa central y fosas laterales.		
Control del posicionamiento del imán.				-	-	-	-											
Control del desgaste de la banda de frotamiento y reemplazo si fuera necesario.				2	-	-	60,000	3	0.10	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Desmontaje / montaje de los patines magnéticos para:				2	-	-	360,000	3	0.75	1	1.50	1.50			Herramienta para el desmontaje y el montaje de los patines magnéticos.	Fosa central y fosas laterales.		
- Revisión.				2	-	-	360,000	4					3.85	1	7.70		Taller calificado.	
Amortiguadores y suspensiones del BP.																		
Calado luego del repelido para asegurar la altura de la caja (calado de 10 mm, 3 veces durante la vida útil de la rueda).				0.33	-	-	25,000	3	2.00	2	1.33	0.67				Fosa central y fosas laterales.		
Amortiguador vertical: inspección visual de los tornillos de fijación, del goteo de aceite, de las articulaciones.				2	-	-	60,000	2	0.05	1	0.10	0.10				Fosa central y fosas laterales.		
Amortiguador transversal: inspección visual de los tornillos de fijación, del goteo de aceite, de las articulaciones.				1	-	-	60,000	2	0.05	1	0.05	0.05				Fosa central y fosas laterales.		
Inspección visual de las suspensiones (apoyo, resortes, topes bajos, cable de encarrilamiento) y reemplazo si fuera necesario.				4	-	-	60,000	2	0.04	1	0.16	0.16				Fosa central y fosas laterales.		
Desmontaje / montaje del amortiguador vertical para:				2	-	-	600,000	3					0.15	1	0.30		Taller «bogie».	
- Revisión y cambio de las articulaciones de los amortiguadores verticales.				2	-	-	600,000	4					0.50	1	1.00		Taller «bogie».	
Desmontaje / montaje del amortiguador transversal para:				1	-	-	600,000	3					0.15	1	0.15		Taller «bogie».	
- Revisión y cambio de las articulaciones de los amortiguadores transversales.				1	-	-	600,000	4					0.50	1	0.50		Taller «bogie».	
Lubricación de pestañas del BP.																		
Limpieza y regulación de los conductos (luego del repelido).				4	-	-	25,000	2	0.03	1	0.13	0.13			Herramienta de regulación de los conductos del engrasador de pestañas.	Fosa central y fosas laterales.		
«Prueba tren» del sistema de lubricación de pestañas.				1	-	-	15,000	2	0.10	1	0.10	0.10			Estación de llenado del engrasador de pestañas.	Fosa central y fosas laterales.		
Inspección visual del depósito, de las bombas, de los flexibles, de las fijaciones, de los empalmes, e inspección visual de las pestañas y sus orientaciones (reemplazo si fuera necesario).				1	-	-	30,000	2	0.50	1	0.50	0.50			Herramienta de regulación de los conductos del engrasador de pestañas.	Fosa central y fosas laterales.		
Desmontaje / montaje de la bomba para:				2	-	-	300,000	3	0.17	1	0.33	0.33			Herramienta para el rearmado del engrasador de pestañas.	Fosa central y fosas laterales.		
- Reemplazo de la bomba.				2	-	-	300,000	4					0.33	1	0.67		Taller calificado.	
Limpieza del depósito e inspección.				1	-	-	300,000	2	0.50	1	0.50	0.50				Fosa central y fosas laterales.		
Rodamiento (quiado) del BP.																		
Inspección visual de las tuercas de fijación de la rueda / buje, de los tornillos de fijación de la corona de presión, de los tornillos de fijación de los shunts y de los cables.				4	-	-	15,000	2	0.10	1	0.40	0.40				Fosa central y fosas laterales.		
Control del desgaste de las ruedas de los bogies (antes del repelido).	X	430R377		4	-	-	25,000	3	0.08	1	0.32	0.32				Torno en fosa.		
Control del perfil de rueda.				2	-	-	25,000	3	0.64	1	1.28	1.28				Torno en fosa.		
Reperfilado del aro de rueda.				4	-	-	25,000	2	0.05	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Inspección visual de la estructura del cuerpo de la rueda y del buje de puente (luego del repelido).				4	-	-	60,000	2	0.02	1	0.08	0.08				Fosa central y fosas laterales.		
Control visual de los tornillos de fijación de los guardabarros.				1	-	-	300,000	3	3.00	2	6.00	3.00				Vía sobre losa y columnas de elevación.		
Si se alcanzó el límite de desgaste de las ruedas: desmontaje / montaje del bogie portador para:				4	-	-	300,000	3					1.50	1	6.00	Herramienta de desmontaje / montaje de rueda. Herramienta de desmontaje / montaje de estribo de freno. Herramienta de desmontaje / montaje de disco de freno.	Taller «bogie».	
- Desmontaje / montaje del estribo y disco de freno para reemplazar la rueda y los tornillos de fijación.				4	-	-	300,000	3					1.00	1	4.00	Herramienta de desmontaje / montaje del aro de rueda.	Taller «bogie».	
- Cambio de los anillos elásticos, de los aros y de los tornillos de seguridad; control visual de la estructura de la llanta; control de la concentricidad.				1	-	-	300,000	3					1.00	1	1.00		Fosa central y fosas laterales.	
- Supresión del calado de repelido en la suspensión secundaria, amortiguadores verticales y biela de tracción.				3.2	-	-	300,000	3					0.17	1	0.54		Taller «bogie».	
- Reemplazo condicional de los cables de shunt de rueda según control visual y medición de la resistencia eléctrica de derivación (shuntage) entre los 2 aros de un mismo eje (20% de los trenes).				-	-	-	-											
Puesta a tierra del BP																		
Control visual del estado de las conexiones de masa caja / bogie (buen estado de los cables, ausencia de oxidación a nivel de las conexiones, grabado in situ, buena resistencia bajo exigencias manuales).	X	430R393		2	-	-	60,000	2	0.25	1	0.50	0.50				Fosa central y fosas laterales.		
Retorno de corriente del BP																		
Supresión de polvo - control del deslizamiento y del estado de los shunts.				4	-	-	60,000	2	0.15	1	0.60	0.60				Fosa central y fosas laterales.	Se debe realizar a los 30 000 Km. cada 2 años.	
Vigilancia de los dispositivos de retorno de corriente en el BP				0.05	-	-	60,000	3	0.25	1	0.01	0.01				Fosa central y fosas laterales.		
Control del desgaste de las escobillas en el 5% del parque y reemplazo según los criterios de la ficha de mantenimiento.	X	430R439		-	-	-	-											
Transmisión caja / bogie portador																		
Control visual de la biela y de los tornillos de fijación de la biela de transmisión.				1	-	-	30,000	2	0.02	1	0.02	0.02				Fosa central y fosas laterales.		
Vigilancia de los topes de limitación de desplazamiento de los bogies instalados en la caja.	X	430R381		1	-	-	60,000	2	0.03	1	0.03	0.03				Fosa central y fosas laterales.		
Control visual de los tornillos de fijación y examen visual del estado de los topes.				1	-	-	60,000	2	0.03	1	0.03	0.03				Fosa central y fosas laterales.		
Barra antibalanco: Inspección visual de los cojinetes y de las fijaciones en el larguero; examen visual de la barra, de las almohadillas y de los soportes elásticos.				1	-	-	60,000	2	0.03	1	0.03	0.03				Fosa central y fosas laterales.		
Reemplazo si fuera necesario.				2	-	-	60,000	2	0.03	1	0.06	0.06				Fosa central y fosas laterales.		
Biela de barra antibalanco: Inspección visual de las bielas, de los fuelles y de las fijaciones.				-	-	-	-											
Cableado del BP																		

Descripción de las operaciones	Operaci	Número	Nº de módulo documental	Número de operaciones por tren	Intervalo entre operaciones			Nivel de mantenimiento	Mano de obra en el tren				Mano de obra en el órgano desmontado			Herramientas específicas recomendadas	Medios en taller	Comentarios
					[día]	[mes]	[Km]		Por operación		Por tren		Por operación		Por tren			
									[h]	[H]	[Hxh]	[h]	[h]	[H]	[Hxh]			
Inspección visual del estado del cableado, de los empalmes y fijaciones (baja tensión).				1	-	-	60,000	2	0.10	1	0.10	0.10				Fosa central y fosas laterales.		
Inspección visual de los tornillos de fijación; examen visual del cable (puente, larguero, articulación, chasis).				1	-	-	60,000	2	0.06	1	0.06	0.06				Fosa central y fosas laterales.		
Sensores de velocidad en el BP				-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Control visual de la fijación, inspección del estado del cableado y de las conexiones.				8	-	-	120,000	2	0.03	1	0.24	0.24				Fosa central y fosas laterales.		
Puente portador				-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Limpieza de la contera de la válvula de escape.	X	430R394		4	-	-	15,000	2	0.08	1	0.33	0.33				Torno en fosa.		
Vigilancia del puente portador (ausencia de fugas de aceite).				2	-	-	15,000	2	0.03	1	0.07	0.07				Fosa central y fosas laterales.		
Control del nivel de aceite y complemento si fuera necesario.				2	-	-	60,000	2	0.05	1	0.10	0.10				Fosa central y fosas laterales.		
Desmontaje / montaje y limpieza de los tubos alargadores de la válvula de escape.				4	-	-	60,000	2	0.05	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Análisis del aceite por muestreo (20% del parque de puentes).				0.4	-	-	60,000	4	0.25	1	0.10	0.10				Laboratorio de análisis.		
Control visual de la estructura del puente.				2	-	-	120,000	2	0.05	1	0.10	0.10				Fosa central y fosas laterales.		
Vaciado del aceite y llenado del puente.				2	-	-	180,000	2	0.33	1	0.66	0.66				Fosa central y fosas laterales.	A los 180 000 Km. o a los 36 meses, lo que se alcance primero.	
Larguero del BP / articulación de chasis				-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Control visual de los tornillos de fijación del larguero.				2	-	-	30,000	2	0.03	1	0.06	0.06				Fosa central y fosas laterales.		
Inspección visual de la articulación, de los tornillos de fijación de la articulación y de los soportes de articulación.				2	-	-	30,000	2	0.06	1	0.12	0.12				Fosa central y fosas laterales.		
Control visual de la estructura del larguero.				2	-	-	120,000	2	0.05	1	0.10	0.10				Fosa central y fosas laterales.		
Conjunto bogie portador				-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Desmontaje / montaje del bogie portador:				1	-	-	600,000	3		2						Vía sobre losa y columnas de elevación.		
- Desmontaje / montaje de la barra antibalaneo.				1	-	-	600,000	3					0.50	1	0.50	Taller «bogie».		
- Reemplazo de las almohadillas y soportes elásticos de la barra antibalaneo.				1	-	-	600,000	4					1.00	1	1.00	Herramienta de pre-montaje de la barra antibalaneo.	Taller «bogie».	
- Quitar pintura / pintar, inspección visual y control no destructivo.				0.1	-	-	600,000	4					0.50	1	0.05	Taller calificado.	10% del parque.	
- Reemplazo de las bielas de la barra antibalaneo.				2	-	-	600,000	4					0.50	1	1.00	Taller «bogie».		
- Reemplazo de los topes transversales.				4	-	-	600,000	4					0.08	1	0.32	Taller «bogie».		
- Desmontaje / montaje de las suspensiones secundarias para reemplazo del apoyo y tope bajo, cable de encarrillamiento y arandela rajada (envío al taller calificado para inspección técnica y reemplazo si fuera necesario).				4	-	-	600,000	3					1.00	1	4.00	Herramienta de compresión de resortes secundarios. Barra de alineado de suspensiones.	Taller «bogie».	
- Verificación de las características de los resortes de acero.				4	-	-	600,000	4					0.50	1	2.00	Taller calificado.		
- Desmontaje / montaje de los soportes de estribos para revisión.				4	-	-	600,000	3					0.25	1	1.00	Herramienta de montaje / desmontaje de cuernos de freno.	Taller «bogie».	
- Desacoplamiento del bogie.				2	-	-	600,000	4					0.25	2	1.00	Tabla de montaje para bogie.	Taller «bogie».	
- Desmontaje del larguero y reemplazo de las articulaciones.				2	-	-	600,000	4					1.15	2	4.60	Herramienta de calaje y decalaje Nº 1 y Nº 2 de articulaciones de chasis.	Taller «bogie».	
- Examen de la estructura del larguero en el 10% del parque.				0.1	-	-	600,000	4					0.50	1	0.05	Taller calificado.	10% del parque.	
- Reemplazo de la biela de transmisión.				1	-	-	600,000	3					0.25	1	0.25	Taller «bogie».		
- Desmontaje de los puentes portadores para revisión:				2	-	-	600,000	3					1.00	1	2.00	Tabla de montaje para bogie.	Taller «bogie».	
- Reemplazo de las juntas y de los rodamientos de bujes en taller calificado.	X	430R379		2	-	-	600,000	4					14.00	1	28.00	Taller calificado.		
- Desmontaje de los dispositivos de retorno de corriente para revisión:				4	-	-	600,000	2					0.25	1	1.00			
- Revisión de los dispositivos de retorno de corriente: eliminación de polvo, control del desgaste de las escobillas según los criterios de la ficha de mantenimiento, verificación del estado de los componentes.				4	-	-	600,000	3					0.12	1	0.48	Taller «bogie».		
- Reemplazo de los shunts puente larguero articulación.				1	-	-	600,000	3					2.00	2	4.00	Taller «bogie».		
- Reemplazo del cableado de baja tensión.				1	-	-	600,000	3					0.60	1	0.60	Taller «bogie».		
- Reemplazo de los flexibles y de las válvulas del engrasador de pestañas.				1	-	-	600,000	3					0.13	1	1.00	Taller «bogie».		
- Reemplazo de los sensores de velocidad si fuera necesario.				8	-	-	600,000	4										
CENTRAL HIDRÁULICA DEL BP				1 par rame	-	-	-	-	-	-	-	-						
Control del nivel de aceite.				1	-	-	15,000	2	0.40	1	0.40	0.40				Fosa central y fosas laterales.		
Control de las fugas.				1	-	-	30,000	2	0.01	1	0.01	0.01				Fosa central y fosas laterales.		
Verificación de las fijaciones del equipamiento.				1	-	-	30,000	3	0.30	1	0.30	0.30				Caja de forzado de las electroválvulas para la central hidráulica.	Fosa central y fosas laterales.	
Control y vigilancia de la central hidráulica del BP por forzado de las electroválvulas (incluso en cada vaciado).	X	430R425		1	-	-	30,000	3	0.30	1	0.30	0.30				Laboratorio de análisis.		
Control del aceite hidráulico (en el 10% del parque).	X	430R427		0.1	-	-	60,000	4	0.05	1	0.01	0.01				Fosa central y fosas laterales.		
Medición de las presiones (umbrales, acumuladores, salidas).				1	-	-	60,000	3	0.15	1	0.15	0.15				Aparato para medición de las presiones del sistema de freno.	Fosa central y fosas laterales.	
Verificación de las escobillas del motor y cambio si fuera necesario.				1	-	-	60,000	3	0.20	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Limpieza del motor por aspiración.				1	-	-	60,000	3	0.20	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Verificación de la marcha de la función Safety Line y regulación si fuera necesario.				1	-	-	60,000	3	0.10	1	0.10	0.10				Fosa central y fosas laterales.	El proveedor debe realizar esta operación durante el periodo de garantía.	
Vaciado del aceite (llenado luego del reemplazo de los filtros).				1	-	-	120,000	3	0.20	1	0.20	0.20				Central de descontaminación. Herramienta de desmontaje del filtro principal de la central hidráulica.	Fosa central y fosas laterales.	
Desmontaje / montaje para:				1	-	-	120,000	3	0.50	1.5	0.75	0.50				Herramienta de desmontaje / montaje de la central hidráulica.	Fosa central y fosas laterales.	
- Reemplazo de los filtros (filtro principal, filtro de emergencia y filtro de aire).	X	430R426		1	-	-	120,000	3					0.30	1	0.30	Herramienta de desmontaje del filtro principal de la central hidráulica.	Taller «hidráulica».	
Descontaminación del circuito.				1	-	-	120,000	3	1.26	1	1.26	1.26				Central de descontaminación.	Fosa central y fosas laterales.	
Desmontaje / montaje para:				1	-	-	360,000	3	0.50	1.5	0.75	0.50				Herramienta de desmontaje / montaje de la central hidráulica.	Fosa central y fosas laterales.	
- Revisión.				1	-	-	360,000	4						1		Taller calificado.		
ACUMULADOR DEL BP				1 par rame	-	-	-	-	-	-	-	-						
Verificación de la presión de inflado de los acumuladores.				1	-	12	-	3	0.17	1	0.17	0.17				Herramienta de verificación de la presión del acumulador.	Fosa central y fosas laterales.	
Reemplazo de los tornillos, anillos y junta, y re-inflado del acumulador.				1	-	36	-	3	0.50	1	0.50	0.50				Herramienta de verificación de la presión del acumulador.	Fosa central y fosas laterales.	
Reemplazo del acumulador.				1	-	120	-	3	0.50	1	0.50	0.50				Fosa central y fosas laterales.	Reemplazo obligatorio respondiendo a la directiva 97/23/CE.	
BOGIE MOTOR (BM)				2 par rame	-	-	-	-	-	-	-	-						
Frenado mecánico del BM				-	-	-	-	-	-	-	-	-						
<i>Flexibles hidráulicos</i>				-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Control del buen posicionamiento del flexible hidráulico (desenganche eventual debido a la auto-obturación) del BM.	X	430R364		4	-	-	15,000	2	0.05	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Control del estado de los flexibles.				-	-	-	-	-	-	-	-	-						
<i>Disco de freno del BM</i>				-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Vigilancia de los discos de frenado del BM (desgaste y planicidad).				-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Control visual del disco de frenado (incluido el tornillo de fijaciones).	X	430R360		4	-	-	30,000	2	0.03	1	0.12	0.12				Fosa central y fosas laterales.		
Control de desgaste de las pistas del disco de freno.				-	-	-	-	-	-	-	-	-						
<i>Estribos del freno del BM</i>				-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Control visual de los estribos y de la ausencia de fugas de aceite.	X	430R358		4	-	-	15,000	2	0.01	1	0.04	0.04				Fosa central y fosas laterales.		
Control de los juegos ligados a los estados apretado y aflojado.	X	430R361		4	-	-	15,000	2	0.05	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Control visual de los tornillos de fijación de los estribos y de los soportes.	X	430R362		4	-	-	30,000	2	0.02	1	0.07	0.07				Fosa central y fosas laterales.		
Limpieza y lubricación de los estribos del BM.				4	-	-	60,000	2	0.33	1	1.32	1.32				Fosa central y fosas laterales.		
Desmontaje / montaje de los estribos del BM para:				4	-	-	360,000	3	0.75	1	3.00	3.00				Herramienta de desmontaje / montaje de estribos de frenos. Herramienta de desembrague de los estribos.	Fosa central y fosas laterales.	
- Revisión de los estribos.	X	430R363		4	-	-	360,000	4						1		Taller calificado.		
<i>Guarniciones de freno del BM</i>				-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Control del testigo de desgaste de las guarniciones de freno de los BM y cambio, si fuera necesario, un eje a la vez.	X	430R359		8	-	-	15,000	2	0.01	1	0.08	0.08				Herramienta de desembrague de los estribos.	Fosa central y fosas laterales.	
<i>Patines magnéticos del BM</i>				-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Regulación de la altura (luego del reprellado).				4	-	-	25,000	3	0.10	1	0.40	0.40				Fosa central y fosas laterales.		
Inspección visual de las placas de desgaste laterales.				4	-	-	25,000	3	0.10	1	0.40	0.40				Fosa central y fosas laterales.		
Vigilancia de las fijaciones propias de los patines magnéticos del BM.				4	-	-	15,000	2	0.05	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.	Solo la «vigilancia de las fijaciones» garantiza la seguridad.	
Inspección visual de la transmisión, de la suspensión y de las conexiones.	X	430R366		4	-	-	15,000	2	0.05	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Limpieza de la parte inferior de los patines magnéticos.				4	-	-	15,000											

Descripción de las operaciones	Operaci	Número	Nº de módulo documental	Número de operaciones por tren	Intervalo o entre operaciones			Nivel de mantenimiento	Mano de obra en el tren				Mano de obra en el órgano desmontado			Herramientas específicas recomendadas	Medios en taller	Comentarios
					[día]	[mes]	[Km]		Por operación		Por tren		Por operación		Por tren			
									[h]	[H]	[Hxh]	[h]	[h]	[H]	[Hxh]			
Amortiguador transversal: inspección visual de los tornillos de fijación, del goteo de aceite, de las articulaciones.				2	-	-	60,000	2	0.05	1	0.10	0.10				Fosa central y fosas laterales.		
Inspección visual de las suspensiones (apoyo, resortes, topes bajos, cable de encarrilamiento) y reemplazo si fuera necesario.				8			60,000	2	0.03	1	0.24	0.24				Fosa central y fosas laterales.		
Desmontaje / montaje del amortiguador vertical para:				4			600,000	3					0.15	1	0.60	Taller «bogie».		
- Revisión y cambio de las articulaciones de los amortiguadores verticales.				4			600,000	4					0.50	1	2.00	Taller «bogie».		
Desmontaje / montaje del amortiguador transversal para:				2			600,000	3					0.15	1	0.30	Taller «bogie».		
- Revisión y cambio de las articulaciones de los amortiguadores transversales.				2			600,000	4					0.50	1	1.00	Taller «bogie».		
Rodamiento (quiado) del BM				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Inspección visual de las tuercas de fijación de la rueda / buje, de los tornillos de fijación de la corona de presión, de los tornillos de fijación de los shunts y de los cables.				8			15,000	2	0.10	1	0.80	0.80				Fosa central y fosas laterales.		
Control del desgaste de las ruedas de los bogies (antes del reperfilado).	X	430R352		8			25,000	3	0.08	1	0.64	0.64				Tomo en fosa.		
Reperfilado del aro de rueda.				4			25,000	3	0.64	1	2.56	2.56				Tomo en fosa.		
Inspección visual de la estructura del cuerpo de la rueda y del buje de puente (luego del reperfilado).				8			25,000	2	0.05	1	0.40	0.40				Fosa central y fosas laterales.		
Control visual de los tornillos de fijación de los guardabarros.				8			60,000	2	0.02	1	0.16	0.16				Fosa central y fosas laterales.		
Si se alcanzó el límite de desgaste de las ruedas: desmontaje / montaje del bogie portador para:				2			300,000	3	3.00	2	12.00	6.00				Vía sobre losa y columnas de elevación.		
- Rueda con disco: desmontaje / montaje del estribo y disco de freno para reemplazo de la rueda y de los tornillos de fijación.				4			300,000	3					1.50	1	6.00	Herramienta de desmontaje / montaje de rueda. Herramienta de desmontaje / montaje de estribo de freno. Herramienta de desmontaje / montaje de disco de freno.	Taller «bogie».	
- Rueda sin disco: reemplazo de la rueda y de los tornillos de fijación.				4			300,000	3					1.00	1	4.00	Herramienta de desmontaje / montaje de rueda.	Fosa central y fosas laterales.	
- Cambio de los anillos elásticos, de los aros y de los tornillos de seguridad + control visual de la estructura de la llanta, control de la concentricidad.				8			300,000	3					1.00	1	8.00	Herramienta de desmontaje / montaje del aro de rueda.	Taller «bogie».	
- Supresión del calado de reperfilado en la suspensión secundaria, amortiguadores verticales y biela de tracción.				2			300,000	3					1.00	1	2.00		Fosa central y fosas laterales.	
- Reemplazo condicional de los cables de shunt de rueda según control visual y medición de la resistencia eléctrica de derivación (shuntage) entre los 2 aros de un mismo eje (20% de los trenes).				6.4			300,000	3					0.17	1	1.09		Taller «bogie».	
Puesta a tierra del BM				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Control visual del estado de las conexiones de masa caja / bogie (buen estado de los cables, ausencia de oxidación a nivel de las conexiones, grabado in situ, buena resistencia bajo exigencias manuales).	X	430R371		4			60,000	2	0.25	1	1.00	1.00				Fosa central y fosas laterales.		
Retorno de corriente del BM				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Supresión de polvo - control del deslizamiento y del estado de los shunts.				8			60,000	2	0.15	1	1.20	1.20				Fosa central y fosas laterales.	Se debe realizar a los 30 000 Km. cada 2 años.	
Vigilancia de los dispositivos de retorno de corriente en el BM.							60,000	3	0.25	1	0.03	0.03				Fosa central y fosas laterales.		
Control del desgaste de las escobillas en el 5% del parque y reemplazo según los criterios de la ficha de mantenimiento.	X	430R370		0.1			60,000	3	0.25	1	0.03	0.03				Fosa central y fosas laterales.		
Transmisión caja / bogie motor				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Control visual de la biela y de los tornillos de fijación de la biela de transmisión.				2			30,000	2	0.02	1	0.04	0.04				Fosa central y fosas laterales.		
Vigilancia de los topes de limitación de desplazamiento de los bogies instalados en la caja.	X	430R356		2			60,000	2	0.03	1	0.06	0.06				Fosa central y fosas laterales.		
Control visual de los tornillos de fijación y examen visual del estado de los topes.							60,000	2	0.03	1	0.06	0.06				Fosa central y fosas laterales.		
Barra antibalaceo: Inspección visual de los cojinetes y de las fijaciones en el larguero; examen visual de la barra, de las almohadillas y de los soportes elásticos.				2			60,000	2	0.03	1	0.06	0.06				Fosa central y fosas laterales.		
Reemplazo si fuera necesario.							60,000	2	0.03	1	0.12	0.12				Fosa central y fosas laterales.		
Biela de barra antibalaceo: Inspección visual de las bielass, de los fuelles y de las fijaciones.				4			60,000	2	0.03	1	0.12	0.12				Fosa central y fosas laterales.		
Cableado del BM				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Inspección visual del estado del cableado, de los empalmes y fijaciones (alta tensión).				2			60,000	2	0.10	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Inspección visual del estado del cableado, de los empalmes y fijaciones (baja tensión).				2			60,000	2	0.10	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Inspección visual de los tornillos de fijación; examen visual del cable (puente, larguero, articulación, motor, chasis).				2			60,000	2	0.06	1	0.12	0.12				Fosa central y fosas laterales.		
Sensores de velocidad en el BM				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Control visual de la fijación, inspección del estado del cableado y de las conexiones.				4			120,000	3	0.03	1	0.12	0.12				Fosa central y fosas laterales.		
Puente motor equipado				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Limpieza de la contera de la válvula de escape.				8			15,000	2	0.08	1	0.67	0.67				Tomo en fosa.		
Vigilancia del estado del puente motor (ausencia de fugas de aceite).	X	430R374		4			15,000	2	0.03	1	0.13	0.13				Fosa central y fosas laterales.		
Vigilancia de la transmisión del par motor en los BM (agarrotamiento) por control del nivel de aceite.	X	430R372		4			30,000	2	0.15	1	0.60	0.60				Fosa central y fosas laterales.		
Control del nivel de aceite y complemento si fuera necesario.				4			60,000	2	0.05	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Desmontaje / montaje y limpieza de los tubos alargadores de la válvula de escape.				8			60,000	2	0.10	1	0.80	0.80				Fosa central y fosas laterales.		
Análisis del aceite por muestreo (20% del parque de puentes).				0.8			60,000	4	0.25	1	0.20	0.20				Laboratorio de análisis.		
Vigilancia del estado del chasis (impacto de arcos eléctricos).	X			2			60,000	2	0.10	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Control visual de la estructura del puente.				4			120,000	2	0.05	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Vaciado del aceite y llenado del puente.				4			180,000	2	0.33	1	1.32	1.32				Fosa central y fosas laterales.	A los 180 000 Km. o a los 36 meses, lo que se alcance primero.	
Largueros del BM / articulación de chasis				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Control visual de los tornillos de fijación del larguero.				4			30,000	2	0.03	1	0.12	0.12				Fosa central y fosas laterales.		
Inspección visual de la articulación, de los tornillos de fijación de la articulación y de los soportes de articulación.				4			30,000	2	0.06	1	0.24	0.24				Fosa central y fosas laterales.		
Control visual de la estructura del larguero.				4			120,000	2	0.05	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Motores de tracción del BM				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Vigilancia de la fijación de los motores.	X	430R373		4			15,000	2	0.05	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
Verificación visual externa.				4			60,000	2	0.17	1	0.67	0.67				Fosa central y fosas laterales.		
Lubricación del rodamiento (lado opuesto a la transmisión).				4			60,000	2	0.08	1	0.33	0.33				Fosa central y fosas laterales.		
Control visual de los flexibles de refrigeración y de los empalmes auto-obturantes GRF - caja.				2			60,000	2	0.05	1	0.10	0.10				Pasarelas.		
Desmontaje / montaje de los motores de tracción para:				4			600,000	3	1.00	1	4.00	4.00			Herramienta de desmontaje / montaje del motor de tracción. Central de llenado y de degasificación del circuito de refrigeración del GRF.	Taller «bogie».	Se realiza en taller debido a que se hace en un bogie desmontado.	
- Revisión.				4			600,000	4					15.00	1	60.00	Taller calificado «motor de tracción».		
Conjunto bogie motor				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Desmontaje / montaje de los bogies motor.				2			600,000	3		2						Vía sobre losa y columnas de elevación.		
- Desmontaje / montaje de la barra antibalaceo.				2			600,000	3					0.50	1	1.00	Taller «bogie».		
- Reemplazo de las almohadillas y soportes elásticos de la barra antibalaceo.				2			600,000	4					1.00	1	2.00	Herramienta de pre-montaje de la barra antibalaceo.		
- Quitar pintura / pintar, inspección visual y control no destructivo.				0.2			600,000	4					0.50	1	0.10	Taller calificado.	10% del parque.	
- Reemplazo de las bielass de la barra antibalaceo.				4			600,000	4					0.50	1	2.00	Taller «bogie».		
- Reemplazo de los topes transversales.				8			600,000	4					0.08	1	0.64	Taller «bogie».		
- Desmontaje / montaje de las suspensiones secundarias para reemplazo del apoyo y tope bajo, cable de encarrilamiento y arandela rajada (envío al taller calificado para inspección técnica y reemplazo si fuera necesario).				8			600,000	3					1.00	1	8.00	Herramienta de compresión de resortes secundarios. Barra de alineado de suspensiones.	Taller «bogie».	
- Verificación de las características de los resortes de acero.				8			600,000	4					0.50	1	4.00	Herramienta de compresión de resortes secundarios.	Taller calificado.	
- Desmontaje / montaje de los soportes de estribos para revisión.				8			600,000	3					0.25	1	2.00	Herramienta de montaje / desmontaje de cuernos de freno.	Taller «bogie».	
- Desacoplamiento del bogie.				4			600,000	4					0.25	2	2.00	Tabla de montaje para bogie.	Taller «bogie».	
- Desmontaje del larguero y reemplazo de las articulaciones.				4			600,000	4					1.15	2	9.20	Herramienta de calaje y decalaje Nº 1 y Nº 2 de articulaciones de chasis.	Taller «bogie».	
- Examen de la estructura del larguero en el 10% del parque.				0.2			600,000	4								Taller calificado.	10% del parque.	
- Reemplazo de la biela de transmisión.				2			600,000	3					0.25	1	0.50	Taller «bogie».		
- Desmontaje de los puentes motor para revisión:				4			600,000	3					1.00	1	4.00	Tabla de montaje para bogie.	Taller «bogie».	
- Reemplazo de las juntas y de los rodamientos de bujes y reductor en taller calificado.	X	430R354		4			600,000	4					18.00	1	72.00		Taller calificado.	
- Reemplazo de los rodamientos de bujes y reductor en taller calificado.				4			600,000	4										
- Desmontaje de los dispositivos de retorno de corriente para revisión:				8			600,000	3					0.25	1	2.00		Taller «bogie».	
- Revisión de los dispositivos de retorno de corriente: eliminación de polvo, control del desgaste de las escobillas según los criterios de la ficha de mantenimiento, verificación del estado de los componentes.				8			600,000	4					0.50	1	4.00		Taller electromecánico.	
- Reemplazo de los shunts puente larguero articulación.				8			600,000	3					0.12	1	0.96		Taller «bogie».	
- Reemplazo de los shunts motor / chasis.				4			600,000	3					0.12	1	0.48		Taller «bogie».	

Descripción de las operaciones	Operaci	Número	Nº de módulo documental	Número de operaciones por tren	Intervalo entre operaciones			Nivel de mantenimiento	Mano de obra en el tren				Mano de obra en el órgano desmontado			Herramientas específicas recomendadas	Medios en taller	Comentarios
					[día]	[mes]	[Km]		Por operación		Por tren		Por operación		Por tren			
									[h]	[H]	[Hxh]	[h]	[h]	[H]	[Hxh]			
- Reemplazo del cableado de alta tensión.				2	-	-	600,000	3					2,00	2	8,00		Taller «bogje».	
- Reemplazo del cableado de baja tensión.				2	-	-	600,000	3					2,00	2	8,00		Taller «bogje».	
- Reemplazo de los sensores de velocidad si fuera necesario.				4	-	-	600,000	3					0,13	1	0,50		Taller «bogje».	
CENTRAL HIDRÁULICA DEL BM				2 par rame	-	-	-											
Control del nivel de aceite.				2	-	-	15,000	2	0,40	1	0,80	0,80					Fosa central y fosas laterales.	
Control de las fugas.				2	-	-	30,000	2	0,01	1	0,02	0,02					Fosa central y fosas laterales.	
Verificación de las fijaciones del equipamiento.				2	-	-	60,000	4	0,05	1	0,01	0,01					Laboratorio de análisis.	
Control del aceite hidráulico (en el 10% del parque).	X	430R427		0,2	-	-	60,000	3	1,01	1	2,02	2,02				Aparato para medición de las presiones del sistema de freno.	Fosa central y fosas laterales.	
Medición de las presiones (umbrales, acumuladores, salidas).				2	-	-	60,000	3	0,20	1	0,40	0,40					Fosa central y fosas laterales.	
Verificación de las escobillas del motor y cambio si fuera necesario.				2	-	-	60,000	3	0,30	1	0,60	0,60					Fosa central y fosas laterales.	
Limpieza del motor por aspiración.				2	-	-	120,000	3	0,20	1	0,40	0,40					Fosa central y fosas laterales.	
Control y vigilancia de la central hidráulica de cada BM por forzado de las electroválvulas (incluso en cada vaciado).	X	430R424		2	-	-	120,000	3	0,20	1	0,40	0,40				Caja de forzado de las electroválvulas para la central hidráulica.	Fosa central y fosas laterales.	
Vaciado del aceite (llenado luego del reemplazo de los filtros).				2	-	-	120,000	3	0,50	1,5	1,50	1,00					Central de descontaminación.	
Desmontaje / montaje para:				2	-	-	120,000	3	0,50	1,5	1,50	1,00					Herramienta de desmontaje / montaje de la central hidráulica.	Fosa central y fosas laterales.
- Reemplazo de los filtros (filtro principal, filtro de emergencia y filtro de aire).	X	430R426		2	-	-	120,000	3	0,30	1	0,60	0,60	0,30	1	0,60		Herramienta de desmontaje del filtro principal de la central hidráulica.	Fosa central y fosas laterales.
Descontaminación del circuito.				2	-	-	120,000	3	1,26	1	2,52	2,52					Herramienta de desmontaje / montaje de la central hidráulica.	Taller «hidráulica».
Desmontaje / montaje para:				2	-	-	360,000	3	0,50	1,5	1,50	1,00					Central de descontaminación.	Fosa central y fosas laterales.
- Revisión.				2	-	-	360,000	4						1			Herramienta de desmontaje / montaje de la central hidráulica.	Fosa central y fosas laterales.
ACUMULADOR DEL BM				4 par rame	-	-	-											
Verificación de la presión de inflado de los acumuladores.				4	-	12	-	3	0,17	1	0,67	0,67					Herramienta de verificación de la presión del acumulador.	Fosa central y fosas laterales.
Reemplazo de los tornillos, anillos y junta, y re-inflado del acumulador.				4	-	36	-	3	0,50	1	2,00	2,00					Herramienta de verificación de la presión del acumulador.	Fosa central y fosas laterales.
Reemplazo del acumulador.				4	-	120	-	3	0,50	1	2,00	2,00					Herramienta de verificación de la presión del acumulador.	Fosa central y fosas laterales.
PESAJE (BM)				2 par rame	-	-	-											
Control de la regulación de los sensores de carga (en cada calaje de suspensiones) y reemplazo si fuera necesario.	X	430R428		0,4	-	-	25,000	3	0,25	1	0,10	0,10					Fosa central y fosas laterales.	20% del parque.
Control visual de los conectores y del dispositivo.				2	-	-	60,000	2	0,03	1	0,06	0,06					Fosa central y fosas laterales.	
EQUIPAMIENTO DE ENARENADO (BM)				2 par rame	-	-	-											
Flexible de eyección de arena.																		
Control, limpieza y regulación de los flexibles de eyección de arena.	X	430R369		4	-	-	25,000	2	0,05	1	0,20	0,20					Fosa central y fosas laterales.	Regulación en cada revisión de calado.
Reemplazo de los flexibles de eyección de arena.				8	-	-	600,000	3	0,20	1	1,60	1,60					Fosa central y fosas laterales.	
Eyector de arena																		
Control del aspecto exterior de los eyectores y de su flujo.				8	-	-	60,000	3	0,10	2	1,60	0,80					Fosa central y fosas laterales.	
Reemplazo según la condición especificada en la ficha de mantenimiento del filtro de los «eyectores - enarenadores».				8	-	-	60,000	3	0,10	1	0,80	0,80					Fosa central y fosas laterales.	
Reemplazo del eyector de arena.				8	-	-	300,000	3	0,20	1	1,60	1,60					Fosa central y fosas laterales.	
Compresor																		
Inspección del cartucho del filtro de aire, limpieza o reemplazo si fuera necesario.				2	-	-	30,000	2	0,10	1	0,20	0,20					Fosa central y fosas laterales.	
Limpieza ligera del compresor.				2	-	-	60,000	2	0,25	1	0,50	0,50					Fosa central y fosas laterales.	
Verificación del tiempo de inflado y de la estanqueidad.				2	-	-	60,000	2	0,05	1	0,10	0,10					Fosa central y fosas laterales.	
Control del presostato.				2	-	-	60,000	3	0,15	1	0,30	0,30					Fosa central y fosas laterales.	
Control y regulación del descompresor.				4	-	-	60,000	3	0,05	1	0,20	0,20					Fosa central y fosas laterales.	
Control de la maniobrabilidad de la válvula.				2	-	-	60,000	3	0,10	1	0,20	0,20					Fosa central y fosas laterales.	
Control de la electroválvula de purga, reemplazo si fuera necesario.				4	-	-	120,000	3	0,10	1	0,40	0,40					Fosa central y fosas laterales.	
Control de la electroválvula de vaciado, reemplazo si fuera necesario.				2	-	-	120,000	3	0,10	1	0,20	0,20					Fosa central y fosas laterales.	
Desmontaje / montaje del compresor para:				2	-	-	180,000	3	0,50	1	1,00	1,00					Herramienta de desmontaje / montaje del compresor de enarenado.	Fosa central y fosas laterales.
- Limpieza completa del compresor.				2	-	-	180,000	2					0,50	1	1,00		Taller electromecánico.	
- Control visual del estado de los flexibles.				2	-	-	180,000	2					0,03	1	0,07		Taller electromecánico.	
- Verificación de las suspensiones.				2	-	-	180,000	2					0,25	1	0,50		Taller electromecánico.	
- Verificación del apriete de las conexiones eléctricas.				2	-	-	180,000	3					0,05	1	0,10		Taller electromecánico.	
- Control de la presión de apertura de la válvula.				2	-	-	180,000	3					0,25	1	0,50		Taller electromecánico.	
Desmontaje / montaje del compresor para:				2	-	-	600,000	3		1							Herramienta de desmontaje / montaje del compresor de enarenado.	Fosa central y fosas laterales.
- Cambio del kit placa de válvula y de las juntas.				2	-	-	600,000	4					0,50	1	1,00		Taller electromecánico.	
- Control de los segmentos, reemplazo si fuera necesario.				2	-	-	600,000	4					2,00	1	4,00		Taller electromecánico.	
- Cambio de la válvula de retención.				2	-	-	600,000	4					1,00	1	2,00		Taller electromecánico.	
- Reemplazo de los descompresores.				4	-	-	600,000	4					0,25	1	1,00		Taller electromecánico.	
- Reemplazo de la válvula.				2	-	-	600,000	4					0,25	1	0,50		Taller electromecánico.	
QUITARRESES				2 par rame	-	-	-											
Vigilancia del dispositivo quitarreses.	X	430R395		2	-	-	15,000	2	0,05	1	0,10	0,10					Fosa central y fosas laterales.	
Control de la equipotencialidad quitarreses / caja.	X	430R510		2	-	-	30,000	2	0,05	1	0,10	0,10					Fosa central y fosas laterales.	
Limpieza, lubricación, regulación y control funcional del quitarreses (hacer un control funcional luego de cada utilización).				2	-	-	30,000	3	0,25	1	0,50	0,50					Fosa central y fosas laterales.	
SISTEMA DE CEPILLADO RIEL APS (BM)				2 par rame	-	-	-											
Control del funcionamiento y limpieza de la escobilla APS.				2	-	-	15,000	1	0,03	1	0,07	0,07					Fosa central y fosas laterales.	
Control del desgaste de la escobilla y reemplazo si fuera necesario.				2	-	-	15,000	2	0,03	1	0,06	0,06					Fosa central y fosas laterales.	
Regulación de la altura de la escobilla.				2	-	-	25,000	2	0,08	1	0,16	0,16					Fosa central y fosas laterales.	
Desmontaje / montaje del conjunto escobilla APS.				2	-	-	180,000	3	0,17	1	0,34	0,34					Fosa central y fosas laterales.	
- Control de las almohadillas y reemplazo si fuera necesario.				2	-	-	180,000	4					0,17	1	0,34		Fosa central y fosas laterales.	
- Control del gatillo y reemplazo si fuera necesario.				2	-	-	180,000	4					0,17	1	0,34		Fosa central y fosas laterales.	
- Control del cilindro y reemplazo si fuera necesario.				2	-	-	180,000	4					0,17	1	0,34		Fosa central y fosas laterales.	
INTERIOR CABINA																		
PRUEBAS FUNCIONALES E INFORMACIÓN EN CABINA																		
Prueba de los limpiacristales, prueba y control del dispositivo de descongelamiento de los parabrisas.	X	430R43		2	-	-	15,000	1	0,01	1	0,02	0,02					Vía sobre losa.	La prueba y el control del dispositivo de descongelamiento de los parabrisas se debe efectuar preferentemente antes del invierno.
Control de la iluminación de emergencia (compartimentos de pasajeros).	X	430R57		1	-	-	15,000	1	0,01	1	0,01	0,01					Vía sobre losa.	
Prueba completa (aplicación + señalización) del FU por vigilia (incluyendo las temporizaciones y las señalizaciones).	X	430R317		2	-	-	15,000	2	0,08	1	0,16	0,16				Herramienta de simulación de los umbrales de velocidad.	Vía sobre losa.	
Prueba completa (aplicación + señalización) del FU por apertura del bucle de control del cierre de puertas.	X	430R318		2	-	-	15,000	2	0,08	1	0,16	0,16				Herramienta de simulación de los umbrales de velocidad.	Vía sobre losa.	
Prueba completa (aplicación + señalización) del FMS por accionamiento de los dispositivos de desbloqueo de emergencia en zona de liberación de andén.	X	430R319		2	-	-	15,000	2	0,08	1	0,16	0,16				Herramienta de simulación de los umbrales de velocidad.	Vía sobre losa.	
Prueba completa (aplicación + señalización) del FS en dinámico (a V>3 Km/h).	X	430R320		2	-	-	15,000	2	0,05	1	0,10	0,10				Herramienta de simulación de los umbrales de velocidad.	Vía sobre losa.	
Prueba completa de los dispositivos de vigilia.	X	430R300		2	-	-	15,000	2	0,05	1	0,10	0,10					Vía sobre losa o vía de estacionamiento.	
Prueba del retorno a neutro del manipulador (control de la ausencia de punto duro y de deriva).	X	430R301		2	-	-	15,000	2	0,05	1	0,10	0,10					Vía sobre losa.	
Prueba completa de la información del manipulador de desbloqueo activado.	X	430R307		12	-	-	15,000	2	0,02	2	0,48	0,24					Herramienta de simulación de los umbrales de velocidad.	Vía sobre losa.
Prueba de enarenado por comando manual.	X	430R328		2	-	-	15,000	2	0,20	1	0,40	0,40					Vía sobre losa.	
Prueba de activación del quitarreses por FS.	X	430R338		2	-	-	15,000	2	0,05	1	0,10	0,10					Herramienta de simulación de los umbrales de velocidad.	Vía sobre losa.
Prueba de activación del FU por la caída del quitarreses.	X	430R339		2	-	-	15,000											

Descripción de las operaciones	Operaci	Número	Nº de módulo documental	Número de operaciones por tren	Intervalo entre operaciones			Nivel de mantenimiento	Mano de obra en el tren				Mano de obra en el órgano desmontado			Herramientas específicas recomendadas	Medios en taller	Comentarios
					[día]	[mes]	[Km]		Por operación		Por tren		Por operación		Por tren			
									[h]	[H]	[Hxh]	[h]	[h]	[H]	[Hxh]			
Prueba completa de la información del tren con falla de frenado y de la señalización de velocidad límite transmitida al conductor (luego de una falla de frenado o ETF).	X	430R303 430R337		3	-	-	60,000	2	0.15	2	0.90	0.45				Vía sobre losa.		
Prueba del valor predeterminado propio de la corrección de carga por prueba FS durante la parada.	X	430R322		1			60,000	2	0.10	2	0.20	0.10				Vía sobre losa.	La prueba se realiza en un solo bogie (portador) y una sola cabina.	
Prueba de la indicación en la consola de la limitación de velocidad en modo remolque / empuje.	X	430R334		2			60,000	2	0.03	1	0.06	0.06				Vía sobre losa.		
Prueba completa de la información de falla de freno electromagnético.	X	430R304 430R315		3			60,000	2	0.10	1	0.30	0.30				Vía sobre losa.		
Prueba completa de la información de puerta clausurada (6 puertas por cabina).	X	430R309		2			60,000	2	0.12	2	0.48	0.24				Vía sobre losa.		
Prueba de la información del tren en marcha atrás.	X	430R312		2			60,000	2	0.03	1	0.06	0.06				Vía sobre losa.		
Prueba de la indicación en la consola de la limitación de velocidad en modo marcha atrás.	X	430R487		2			60,000	2	0.03	1	0.06	0.06				Vía sobre losa.		
Prueba de la indicación en la consola de la limitación de velocidad en maniobra.	X	430R335		2			60,000	2	0.03	1	0.06	0.06				Vía sobre losa.		
Vigilancia de la central taquimétrica y calibrado de los indicadores de velocidad.	X	430R402		2			60,000	2	0.20	1	0.40	0.40				Vía sobre losa.		
Control del estado abierto de los contactos de cierre de los relé 23K4a y 23K4b (contactos cableados en serie en el bucle).	X	430R407		2			60,000	2	0.05	1	0.10	0.10				Pasarelas.		
Prueba del comando FUJ por Rollback.	X	430R348		2			60,000	2	0.03	1	0.07	0.07				Vía sobre losa.		
Prueba de la inhibición del telemando de aguías.	X	430R302		2			300,000	2	0.20	1	0.40	0.40				Vía sobre losa.		
CONFORT DE CONDUCCIÓN																		
Supresión de polvo, asiento del conductor y control del funcionamiento.				2			60,000	2	0.25	1	0.50	0.50				Vía sobre losa.		
Supresión de polvo del difusor de climatización.				2			60,000	2	1.00	1	2.00	2.00			Herramienta de desmontaje de la rejilla de techo de la climatización de cabina.	Vía sobre losa.		
Supresión de polvo de los aparatos eléctricos en la cabina (utilización de un aspirador).				2			300,000	1	0.50	1	1.00	1.00				Vía sobre losa.		
DISPOSITIVOS DE AISLAMIENTO																		
Controles de los dispositivos de aislamiento y de señalamiento asociados + nueva colocación de los precintos (AEL de cada cabina).	X	430R405		2			30,000	2	0.25	1	0.50	0.50				Vía sobre losa.		
Verificación de que el bucle de seguridad no está en contacto accidental con la masa o un +BT.	X	430R404 430R414		2			60,000	3	0.20	1	0.40	0.40				Pasarelas.		
EXTINGUIDORES																		
Control de los extinguidores por un organismo habilitado.	X	430R403		1			12	4								Vía sobre losa.		
MANIPULADOR CABINA																		
Desmontaje / montaje del manipulador para:				2			12	3	0.25	1	0.50	0.50				Vía sobre losa.		
- Limpieza y control de la guarnición del freno del manipulador antes del invierno.				2			12	2					0.10	1	0.20	Taller electromecánico.		
Desmontaje / montaje del manipulador para:				2			300,000	3	0.25	1	0.50	0.50				Vía sobre losa.		
- Limpieza del manipulador.				2			300,000	2					0.10	1	0.20	Taller electromecánico.		
- Lubricación del engranaje.				2			300,000	2					0.05	1	0.10	Taller electromecánico.		
- Reemplazo de los interruptores (de acción instantánea).				14			300,000	3					0.20	1	2.80	Taller electromecánico.		
- Reemplazo del resorte de recuperación.				2			300,000	3					0.20	1	0.40	Taller electromecánico.		
GRABADORA DE VIDEO																		
Cambio de disco duro.				1			36	2	0.25	1	0.25	0.25				Vía sobre losa.		
CONSOLA																		
Se debe modificar el parámetro de diámetro de rueda (luego del perfilado BM).				1			25,000	2	0.17	1	0.17	0.17				Vía sobre losa.		
INTERIOR COMPARTIMENTO PASAJEROS																		
INSPECCIÓN GENERAL																		
Control de la equipotencialidad de barras bilobulares y trilobulares / caja.	X	430R519		6			30,000	2	0.05	1	0.30	0.30				Vía sobre losa.		
Limpieza de los vidrios de las cámaras.				6			12	1	0.03	1	0.20	0.20				Vía sobre losa.		
Control visual de la buena resistencia de las juntas de revestimiento de suelo.				1			60,000	2	0.08	1	0.08	0.08				Vía sobre losa.		
Desmontaje / montaje de los techos para eliminación del polvo de los conductos en el 5% del parque para verificación de la pertinencia de la limpieza en ese paso.	X	430R432		0.05			60,000	2	2.00	1	0.10	0.10				Vía sobre losa.		
Supresión del polvo de las dovelas, luminarias en función de las condiciones del medioambiente y de la polución.				1			300,000	2	1.00	1	1.00	1.00				Vía sobre losa.	La periodicidad se debe adaptar en función de las condiciones del medioambiente y de la polución.	
PUERTA SIMPLE																		
Vigilancia del dispositivo de bloqueo de las puertas.	X	430R430		4			15,000	2	0.02	1	0.08	0.08				Vía sobre losa.		
Vigilancia de las fijaciones de las puertas de acceso.	X	430R431		4			15,000	2	0.02	1	0.08	0.08				Vía sobre losa.		
Prueba completa de los dispositivos de desbloqueo de emergencia (incluidos los comandos de rearme) y de la lógica asociada.	X	430R326 430R329		4			15,000	2	0.02	1	0.08	0.08			Herramienta de simulación de los umbrales de velocidad.	Vía sobre losa.		
Prueba completa de los dispositivos de detección de obstáculos.	X	430R330		4			30,000	2	0.02	1	0.08	0.08			Herramienta para montaje y regulación de las hojas de las puertas.	Vía sobre losa.		
Limpieza y lubricación de las juntas de caja del marco de puerta y aplicación imperativa antes del comienzo del invierno.				4			12	2	0.05	1	0.20	0.20				Vía sobre losa.		
Limpieza y lubricación de la junta sensible de la hoja y aplicación imperativa antes del comienzo del invierno.				4			12	2	0.05	1	0.20	0.20				Vía sobre losa.		
Limpieza y lubricación de la junta del borde superior y del borde de fuga de la hoja, antes del comienzo del invierno.				4			12	2	0.09	1	0.36	0.36				Vía sobre losa.		
Control de la buena regulación mecánica de la puerta y reposición si fuera necesario.				4			12	3	0.20	1	0.80	0.80			Herramienta para montaje y regulación del mecanismo de puertas. Herramienta para montaje y regulación de las hojas de las puertas.	Vía sobre losa.		
Control visual de los cilindros prensadores, de guiado y de la palanca basculante. Reemplazo si fuera necesario.				4			12	3	0.20	1	0.80	0.80				Vía sobre losa.		
Lubricación de los casquillos del mecanismo de la puerta.				4			36	2	0.05	1	0.20	0.20				Vía sobre losa.		
Limpieza del árbol de guiado y lubricación del árbol.				4			36	2	0.25	1	1.00	1.00				Vía sobre losa.		
Control, limpieza y lubricación del rol superior de la hoja.				4			36	2	0.05	1	0.20	0.20				Vía sobre losa.		
Lubricación del cilindro de estabilización (cilindro prensador).				4			36	2	0.04	1	0.16	0.16				Vía sobre losa.		
Desmontaje y nuevo montaje de la hoja para reemplazar todos las juntas:				4			180	3	0.50	2	4.00	2.00			Herramienta para montaje y regulación del mecanismo de puertas. Herramienta para montaje y regulación de las hojas de las puertas.	Vía sobre losa.		
- Junta del borde superior y del borde de fuga.				4			180	4					1.26	1	5.04	Taller «puertas / ventanas vidriadas».		
- Junta inferior de la hoja.				4			180	4					0.63	1	2.53	Taller «puertas / ventanas vidriadas».		
- Junta sensible de la hoja.				4			180	4					0.63	1	2.53	Taller «puertas / ventanas vidriadas».		
- Junta de caja.				4			180	4					0.63	1	2.53	Taller «puertas / ventanas vidriadas».		
Desmontaje / nuevo montaje del platino de comando:				4			180	3	0.25	1	1.00	1.00				Vía sobre losa.		
- Cambio de la NOVRAM y reprogramación EPROM.				4			180	4					0.08	1	0.33	Taller electrónico.		
Reemplazo del motor con el dispositivo de freno si fuera necesario.				4			180	3	0.50	1	2.00	2.00				Vía sobre losa.		
Reemplazo de la correa dentada.				4			180	3	0.10	1	0.40	0.40				Vía sobre losa.		
Reemplazo de la cadena de guiado y del cableado.				4			180	3	0.50	1	2.00	2.00				Vía sobre losa.		
Reemplazo del dispositivo de bloqueo electromagnético.				4			180	3	0.33	1	1.32	1.32				Vía sobre losa.		
Reemplazo del bloque de contacto del fin de recorrido puerta bloqueada (S1).				4			180	3	0.10	1	0.40	0.40				Vía sobre losa.		
Reemplazo del bloque de contacto del fin de recorrido del dispositivo de emergencia (S3-1, S3-2).				4			180	3	0.10	1	0.40	0.40				Vía sobre losa.		
Reemplazo del bloque de contacto del fin de recorrido del dispositivo de salida de emergencia (S7).				4			180	3	0.10	1	0.40	0.40				Vía sobre losa.		
Reemplazo del motor de rearme del dispositivo de emergencia.				4			180	3	0.25	1	1.00	1.00				Vía sobre losa.		
Reemplazo del cable Bowden del mecanismo.				4			180	3	0.33	1	1.32	1.32				Vía sobre losa.		
PUERTA DOBLE																		
Vigilancia del dispositivo de bloqueo de las puertas.	X	430R430		8			15,000	2	0.02	1	0.16	0.16				Vía sobre losa.		
Vigilancia de las fijaciones de las puertas de acceso.	X	430R431		8			15,000	2	0.02	1	0.16	0.16				Vía sobre losa.		
Prueba completa de los dispositivos de desbloqueo de emergencia (incluidos los comandos de rearme) y de la lógica asociada.	X	430R326 430R329		8			15,000	2	0.02	1	0.16	0.16			Herramienta de simulación de los umbrales de velocidad.	Vía sobre losa.		
Prueba completa de los dispositivos de detección de obstáculos.	X	430R330		8			30,000	2	0.02	1	0.16	0.16			Herramienta para montaje y regulación de las hojas de las puertas.	Vía sobre losa.		

Descripción de las operaciones	Operaci	Número	Nº de módulo documental	Número de operaciones por tren	Intervalo entre operaciones			Nivel de mantenimiento	Mano de obra en el tren				Mano de obra en el órgano desmontado			Herramientas específicas recomendadas	Medios en taller	Comentarios
					[día]	[mes]	[Km]		Por operación		Por tren		Por operación		Por tren			
									[h]	[H]	[Hxh]	[h]	[h]	[H]	[Hxh]			
Limpeza y lubricación de las juntas de caja del marco de puerta y aplicación imperativa antes del comienzo del invierno.				8	-	12	-	2	0.05	1	0.40	0.40				Vía sobre losa.		
Limpeza y lubricación de la junta sensible de la hoja derecha y aplicación imperativa antes del comienzo del invierno.				8	-	12	-	2	0.05	1	0.40	0.40				Vía sobre losa.		
Limpeza y lubricación de la junta sensible de la hoja izquierda y aplicación imperativa antes del comienzo del invierno.				8	-	12	-	2	0.05	1	0.40	0.40				Vía sobre losa.		
Limpeza y lubricación de la junta del borde superior y del borde de fuga de la hoja derecha, antes del comienzo del invierno.				8	-	12	-	2	0.09	1	0.72	0.72				Vía sobre losa.		
Limpeza y lubricación de la junta del borde superior y del borde de fuga de la hoja izquierda, antes del comienzo del invierno.				8	-	12	-	2	0.09	1	0.72	0.72				Vía sobre losa.		
Control de la buena regulación mecánica de la puerta y reposición si fuera necesario.				8	-	12	-	3	0.20	1	1.60	1.60			Herramienta para montaje y regulación del mecanismo de puertas. Herramienta para montaje y regulación de las hojas de las puertas.	Vía sobre losa.		
Control visual de los cilindros prensadores, de guiado y de la palanca basculante (hojas derecha e izquierda). Reemplazo si fuera necesario.				8	-	36	-	2	0.25	1	2.00	2.00				Vía sobre losa.		
Limpeza del árbol de guiado y lubricación del árbol.				16	-	36	-	2	0.05	1	0.80	0.80				Vía sobre losa.		
Lubricación de los casquillos del mecanismo de la puerta.				8	-	36	-	2	0.05	1	0.40	0.40				Vía sobre losa.		
Control, limpieza y lubricación del Niel superior de la hoja derecha.				8	-	36	-	2	0.05	1	0.40	0.40				Vía sobre losa.		
Control, limpieza y lubricación del Niel superior de la hoja izquierda.				8	-	36	-	2	0.05	1	0.40	0.40				Vía sobre losa.		
Lubricación del cilindro de estabilización (cilindro prensador).				16	-	36	-	2	0.04	1	0.64	0.64				Vía sobre losa.		
Desmontaje y nuevo montaje de la hoja derecha para reemplazar todas las juntas:				8	-	180	-	3	0.50	2	8.00	4.00			Herramienta para montaje y regulación del mecanismo de puertas. Herramienta para montaje y regulación de las hojas de las puertas.	Vía sobre losa.		
- Junta del borde superior y del borde de fuga.				8	-	180	-	4					1.26	1	10.08	Taller «puertas / ventanas vidriadas».		
- Junta inferior de la hoja.				8	-	180	-	4					0.63	1	5.06	Taller «puertas / ventanas vidriadas».		
- Junta sensible de la hoja.				8	-	180	-	4					0.63	1	5.06	Taller «puertas / ventanas vidriadas».		
- Junta de caja.				8	-	180	-	4					0.63	1	5.06	Taller «puertas / ventanas vidriadas».		
Desmontaje y nuevo montaje de la hoja izquierda para reemplazo de todas las juntas:				8	-	180	-	3	0.50	2	8.00	4.00			Herramienta para montaje y regulación del mecanismo de puertas. Herramienta para montaje y regulación de las hojas de las puertas.	Vía sobre losa.		
- Junta del borde superior y del borde de fuga.				8	-	180	-	4					1.26	1	10.08	Taller «puertas / ventanas vidriadas».		
- Junta inferior de la hoja.				8	-	180	-	4					0.63	1	5.06	Taller «puertas / ventanas vidriadas».		
- Junta sensible de la hoja.				8	-	180	-	4					0.63	1	5.06	Taller «puertas / ventanas vidriadas».		
- Junta de caja.				8	-	180	-	4					0.63	1	5.06	Taller «puertas / ventanas vidriadas».		
Desmontaje / nuevo montaje del platino de comando:				8	-	180	-	3	0.25	1	2.00	2.00				Vía sobre losa.		
- Cambio de la NOVRAM y reprogramación EPROM.				8	-	180	-	4					0.08	1	0.66	Taller electrónico.		
Reemplazo del motor con el dispositivo de freno si fuera necesario.				8	-	180	-	3	0.50	1	4.00	4.00				Vía sobre losa.		
Reemplazo de la correa dentada.				8	-	180	-	3	0.20	1	1.60	1.60				Vía sobre losa.		
Reemplazo de la cadena de guiado y del cableado.				8	-	180	-	3	0.50	1	4.00	4.00				Vía sobre losa.		
Reemplazo del dispositivo de bloqueo electromagnético.				8	-	180	-	3	0.33	1	2.64	2.64				Vía sobre losa.		
Reemplazo del bloque de contacto del fin de recorrido puerta bloqueada (S1).				8	-	180	-	3	0.10	1	0.80	0.80				Vía sobre losa.		
Reemplazo del bloque de contacto del fin de recorrido del dispositivo de emergencia (S3-1, S3-2).				8	-	180	-	3	0.10	1	0.80	0.80				Vía sobre losa.		
Reemplazo del bloque de contacto del fin de recorrido del dispositivo de salida de emergencia (S7).				8	-	180	-	3	0.10	1	0.80	0.80				Vía sobre losa.		
Reemplazo del motor de rearme del dispositivo de emergencia.				8	-	180	-	3	0.25	1	2.00	2.00				Vía sobre losa.		
Reemplazo del cable Bowden del mecanismo.				8	-	180	-	3	0.33	1	2.64	2.64				Vía sobre losa.		
				-	-	-	-											
INDICADOR LCD TFT				4 par rame	-	-	-											
Control visual y limpieza de las pantallas LCD TFT.				4	-	12	-	1	0.50	1	2.00	2.00				Vía sobre losa.		
Control funcional general.				1	-	12	-	2	0.50	1	0.50	0.50				Vía sobre losa.		
				-	-	-	-											
DOVELA				-	-	-	-											
				-	-	-	-											
CENTRAL TAQUIMÉTRICA				1 par rame	-	-	-											
Se debe modificar el parámetro de diámetro de rueda (luego del reperfilado BM).				1	-	-	25,000	3	0.25	1	0.25	0.25				Vía sobre losa.		
Cambio de la batería KWR.				1	-	36	-	3	0.08	1	0.08	0.08				Vía sobre losa.		
				-	-	-	-											
EXTERIOR				-	-	-	-											
				-	-	-	-											
CABINA DE CONDUCCIÓN				2 par rame	-	-	-											
Control técnico de los faros, de los códigos, de los faros antiniebla, de las luces de stop, de las luces de peligro, de las luces de posición, de las luces rojas traseras y de las luces de obstrucción.	X	430R399		2	-	-	15,000	2	0.02	1	0.04	0.04				Vía sobre losa.		
Lubricación del conmutador de preparación de la limpieza.				1	-	-	60,000	2	0.01	1	0.01	0.01				Vía sobre losa.		
				-	-	-	-											
BARRA DE REMOLQUE				2 par rame	-	-	-											
Control del estado de las barras de acoplamiento y de la presencia de las clavijas.	X	430R406		2	-	3	-	2	0.03	1	0.06	0.06				Fosa central y fosas laterales.		
Control y limpieza de la barra de remolque; lubricación de los pivotes.				2	-	6	-	2	0.10	1	0.20	0.20				Fosa central y fosas laterales.		
				-	-	-	-											
PARABRISA - LIMPIAVIDRIOS - RETROVISIÓN				2 par rame	-	-	-											
Limpeza de las cámaras de retrovisión.				4	-	3	-	1	0.03	1	0.12	0.12				Vía sobre losa.		
Vigilancia del limpiavidrios; reemplazo de las escobillas si fuera necesario.	X	430R397		2	-	12	-	2	0.08	1	0.16	0.16				Vía sobre losa.		
Vigilancia del brazo del limpiavidrios; reemplazo si fuera necesario.				2	-	12	-	2	0.13	1	0.26	0.26				Vía sobre losa.		
Control de las juntas de las ventanas laterales y del parabrisas.				2	-	24	-	2	0.01	1	0.02	0.02				Vía sobre losa.		
				-	-	-	-											
LADOS COMPARTIMENTOS				-	-	-	-											
Control de la cota de regulación óptima del umbral quitado.	X	430R429		12	-	-	30,000	2	0.01	1	0.07	0.07				Vía sobre losa.		
Control de las juntas de las ventanas.				16	-	24	-	2	0.01	1	0.16	0.16				Vía sobre losa.		
				-	-	-	-											
INTERCAJA				-	-	-	-											
				-	-	-	-											
PUESTA A TIERRA				4 par rame	-	-	-											
Control de la equipotencialidad anillos / caja.	X	430R517		4	-	-	30,000	2	0.05	1	0.20	0.20				Pasarelas y fosas (central y laterales).		
Control de la equipotencialidad fuelle / caja.	X	430R518		4	-	-	30,000	2	0.05	1	0.20	0.20				Pasarelas y fosas (central y laterales).		
Control visual del estado de las trenzas de puesta a tierra y de los tornillos (ausencia de oxidación y presencia de grabado).	X	430R436		4	-	-	60,000	2	0.25	1	1.00	1.00				Pasarelas y fosas (central y laterales).	Se debe realizar la operación por razones prácticas en cada desmontaje de los cuartos de luna (para limpieza, lubricación de los patines de frotamiento que soportan el sector pasarela), y a más tardar cada 60 000 Km.	
				-	-	-	-											
ARTICULACIÓN				4 par rame	-	-	-											
Examen visual de los fuelles.				4	-	-	15,000	2	0.05	1	0.20	0.20				Vía sobre losa o vía de estacionamiento.		
Limpeza / lubricación de los patines de frotamiento que soportan los sectores de pasarela.				4	-	-	30,000	2	0.25	1	1.00	1.00				Vía sobre losa o vía de estacionamiento.	Se debe realizar la operación por razones prácticas en cada desmontaje de los cuartos de luna (incluye el control visual del estado de las trenzas de puesta a tierra especialmente, se debe efectuar a más tardar cada 60 000 Km).	
Inspección visual de las articulaciones superiores e inferiores.				4	-	-	60,000	2	0.25	1	1.00	1.00				Pasarelas y fosas (central y laterales).	Se debe realizar la operación por razones prácticas en cada desmontaje de los cuartos de luna (incluye el control visual del estado de las trenzas de puesta a tierra especialmente, se debe efectuar a más tardar cada 60 000 Km).	
Examen visual y limpieza del piso del fuelle.				4	-	-	60,000	2	0.10	1	0.40	0.40				Pasarelas y fosas (central y laterales).	Se debe realizar la operación por razones prácticas en cada desmontaje de los cuartos de luna (incluye el control visual del estado de las trenzas de puesta a tierra especialmente, se debe efectuar a más tardar cada 60 000 Km).	
Desmontaje / montaje de los amortiguadores inter-caja para revisión en taller calificado.				3	-	180	-	3	1.00	1	3.00	3.00	10.00	1	30.00	Herramienta de embridado caja - caja.	Pasarelas, fosas (central y laterales) y puente rodante 1t.	
				-	-	-	-											
El tiempo de desmontaje / montaje múltiplos se informan una sola vez (en el primer múltiplo).				-	-	-	-											