

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA ARTICULADA
DE INTEGRA S.A. USANDO ALGUNAS HERRAMIENTAS DEL
MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)**

JUAN DAVID MONTES VILLADA

**Universidad Tecnológica De Pereira
Facultad De Ingeniería Mecánica
Pereira 2013**

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA ARTICULADA
DE INTEGRA S.A. USANDO ALGUNAS HERRAMIENTAS DEL
MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)**

**Autor: JUAN DAVID MONTES VILLADA
CÓD. 4585447**

Proyecto presentado para optar al título de Ingeniero Mecánico

**Director: Ing. Humberto Herrera S.
Profesor titular UTP.**

**Universidad Tecnológica De Pereira
Facultad De Ingeniería Mecánica
Pereira 2013**

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Firma

Firma

Firma

Pereira, 2 de diciembre de 2013

A mi madre, por su esfuerzo gracias al cual he llegado a este punto de mi vida.

A mi director de proyecto. El Ing. Humberto Herrera, y al Ing. Carlos Montilla por su colaboración en este proceso.

Al ing. Zeír Morales gerente de mantenimiento y en general a INTEGRA S.A. por permitirme llevar a cabo mi práctica y completar así la última etapa de mi formación profesional.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA	16
1.1 RESEÑA HISTÓRICA	12
1.2 LOCALIZACIÓN	12
1.3 FILOSOFÍA ORGANIZACIONAL	13
1.3.1 Directrices de la política integral	13
1.3.2 Misión	13
1.3.3 Visión	13
1.3.4 Políticas frente a la calidad	13
1.4 SERVICIOS	14
1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO	15
1.6 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	17
1.7 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA	18
1.8 SITUACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA	19
2. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	20
2.1 TARJETA MAESTRA DE DATOS	20

2.2 MATRIZ DE REQUERIMIENTOS	21
2.2.1 Etapas de la fase de requerimientos	21
2.2.2 Algunos términos a tener en cuenta	22
2.3 MATRIZ DE CRITICIDAD	23
2.3.1 Análisis de criticidad	24
2.3.2 Numero de prioridad de riesgo	24
2.4 CODIFICACIÓN	25
2.5 RELACIÓN DE REQUERIMIENTOS (ACTIVIDADES PREVENTIVAS)	25
2.6 RUTINAS DE MANTENIMIENTO	30
2.7 REDACCIÓN DE INSTRUCTIVOS	31
2.8 FORMATOS DE O.T.	33
2.9 INDICADORES DE GESTIÓN: KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPI)	35
2.9.1 Indicadores a tener en cuenta	35
2.9.2 Toma de decisiones a partir de los resultados arrojados	36
2.10 TABLEROS DE CONTROL	39
2.11 Software para administración del mantenimiento	41
2.11.1 Taxonomía de Activos	41
2.11.2. Análisis de Criticidad	41
2.11.3. Plan de Mantenimiento	41

2.11.4 Indicadores de Gestión	42
2.11.5 Identificación del trabajo	42
2.11.6 Planeación y programación	42
3. CONCLUSIONES FINALES	43
4. RECOMENDACIONES FINALES	43
BIBLIOGRAFÍA	49

GLOSARIO:

ACTIVO DE PRODUCCIÓN: es un bien con valor contable del que se puede disponer inmediata o diferidamente. En general, el activo de una empresa o persona está formado por créditos a favor, inmuebles y equipamientos, y los emplea como medio de explotación. En el caso particular de Integra S.A. los activos de producción son los vehículos de la flota articulada de transporte público masivo.

ANÁLISIS: comprobación de la existencia y consistencia de los requerimientos.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD: es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis [1]

CAUSA: es el medio por el cual un elemento particular del proyecto o proceso resulta en un modo de falla.

CRITICIDAD: condición en la que se encuentra un elemento cuando es crítico

CONFIABILIDAD: se define como la probabilidad de que un equipo o sistema opere sin falla por un determinado período de tiempo, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas.

CONFIABILIDAD OPERACIONAL: es la capacidad de una instalación o sistema (integrados por procesos, tecnología y gente), para cumplir su función dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico.

DETECTABILIDAD: indica el grado de facilidad en la detección de la falla.¹

DISPONIBILIDAD: indicador de eficacia del mantenimiento, que expresa la relación entre el Tiempo Planeado de Producción (*TPP*) y el Tiempo de Paradas No Programadas (*TPNP*).

¹ KARDEC NASCIF, Alan. Mantenimiento: Función estratégica

EFEECTO: síntoma generado por la ocurrencia de una falla potencial o funcional (ruido, vibración, goteo o fuga, elevación o disminución de una temperatura, etc.). La diferencia con consecuencia es que efecto es lo que sucede en el momento mismo de la falla y consecuencia es el evento último que desencadena el efecto primero de la falla

FALLA FUNCIONAL: tipo de desperfecto o avería que reduce a cero la capacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado. Dicho de otra manera, es el tipo de falla por la cual un equipo deja de funcionar totalmente.

FALLA PARCIAL (POTENCIAL): tipo de desperfecto o avería, o condiciones físicas identificables que indican que va a ocurrir una falla funcional. Estas fallas están por encima o por debajo de los parámetros identificados para cada función. Por ejemplo, el elemento no cumple un estándar o parámetro establecido de su servicio.

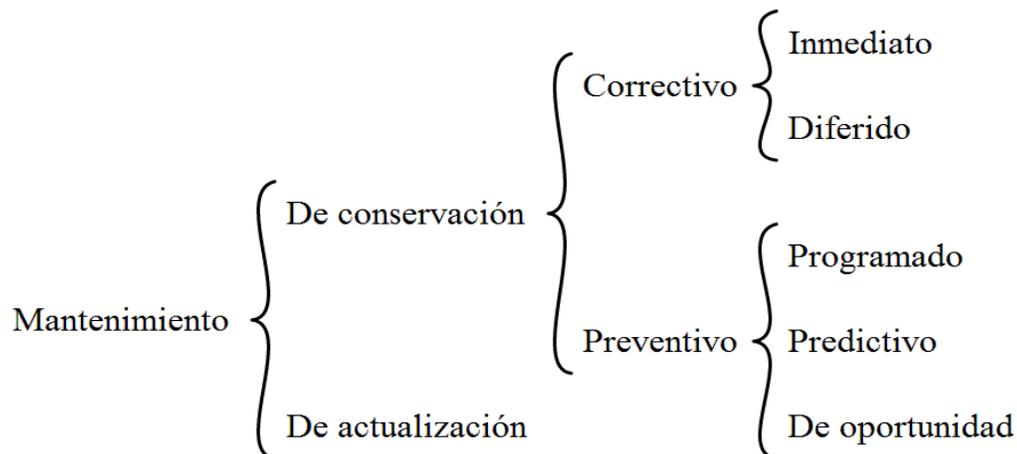
FRECUENCIA: es la probabilidad de ocurrencia de la falla. Idealmente debiera extraerse a partir de estadísticas de falla, en caso contrario debe conocerse con muy buena aproximación el patrón de falla del equipo/proceso y la fase por la cual está pasando actualmente. La figura 2 describe los patrones de falla típicos.

GRAVEDAD O SEVERIDAD DE LA FALLA: indica como la falla afecta al usuario o cliente (desde el punto de vista de la producción, de los daños al equipo y daños colaterales, daños al medio ambiente y seguridad industrial).

INDICADOR DE GESTIÓN: un indicador de gestión es la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según el caso.

MANTENIMIENTO: en términos generales por mantenimiento se designa al conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual el mismo pueda ejecutar la función requerida o las que venía desempeñando hasta el momento en que se dañó, en caso que haya sufrido alguna rotura que hizo que necesite del pertinente mantenimiento y arreglo. Existen diferentes clases de mantenimiento, en la *figura 0*. se muestra un diagrama de los diferentes tipos de mantenimiento y su clasificación.

Figura 0: Cuadro sinóptico de la clasificación del mantenimiento²



Fuente: Duffua salih o. sistemas de mantenimiento de planeación y control.

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD: es una filosofía de mantenimiento desarrollada para la industria aeronáutica, y en la actualidad utilizada en los sistemas asociados a plantas industriales, de forma de poder reforzar la Confiabilidad Operacional en el contexto de los objetivos de la empresa.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO: se conoce como mantenimiento correctivo a todas las tareas que se realicen para arreglar algo que está roto o deteriorado. ³

MANTENIMIENTO DE OPORTUNIDAD: el mantenimiento de oportunidad es el que aprovecha las paradas o periodos de no uso de los equipos para realizar las operaciones de mantenimiento.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO: el mantenimiento preventivo es una técnica científica del trabajo industrial, que en especial está dirigida al soporte de las actividades de producción y en general a todas las instalaciones empresarias. El mantenimiento preventivo es, además, aquel en el que se incluyen actividades como: Inspección periódica de activos y del equipo de la planta, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción, o depreciación

² Desde Definicion ABC: <http://www.definicionabc.com/general/mantenimiento.php#ixzz2ICVZWtMy>

³ Tomado de la página oficial de la universidad nacional de Colombia [10]

perjudicial. Además de conservar la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos, cuando se encuentre aun en una etapa incipiente.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO O PROACTIVO: es en el que se realizan las intervenciones prediciendo el momento que el equipo quedará fuera de servicio mediante un seguimiento de su funcionamiento determinando su evolución, y por tanto el momento en el que las reparaciones deben efectuarse.

MANTENIBILIDAD: probabilidad de que un equipo pueda ser puesto en condiciones operacionales en un período de tiempo dado, cuando el mantenimiento es ejecutado de acuerdo con procedimientos pre-establecidos.

MODO DE FALLA: corresponde a la clasificación de las fallas funcionales/potenciales previamente definidas, en categorías de fallas (Mecánicas, eléctricas, instrumentación, etc.)

PLAN DE MANTENIMIENTO (PM): el PM es un conjunto de acciones a ejecutar (actividades de mantenimiento preventivo, no correctivo ni de oportunidad) con cierta periodicidad (hasta un año) para anticiparse a la salida deservicio de equipos, herramientas y elementos de uso corriente, o deterioro pronunciado de las instalaciones.

REQUERIMIENTO: un requerimiento es una condición o necesidad que exhibe o posee un sistema para satisfacer un contrato, estándar, especificación, u otra documentación formalmente impuesta. En este caso, el correcto funcionamiento del vehículo.

VERIFICACIÓN: constatación de que los requerimientos especificados son correctos.

RESUMEN:

El presente trabajo fue elaborado por Juan David Montes Villada código 4585447, estudiante de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica de Pereira. En él se diseña un plan de mantenimiento (PM) con aportes del *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM* (por su nombre en inglés *Reliability Centered Maintenance*) para la flota articulada de INTEGRA S.A. que es el operador de transporte masivo MEGABÚS S.A. en la ciudad de Dosquebradas (Risaralda).

El empadronamiento o inventario que se utilizó corresponde a la flota articulada, valiéndose de la nomenclatura que utiliza la empresa. Posteriormente se diseñó un formato para las tarjetas maestras de la flota en cuestión, con sus respectivas indicaciones como datos generales (código, placa, flota), de chasis, de carrocería, y datos de los líquidos y lubricantes que utiliza.

Se desarrolló una matriz de requerimientos realizando un análisis de modo y efecto de falla (AMEF) a cada componente, en la misma se respondió por cada elemento, una serie de preguntas que dan como resultado una lista de condiciones y requerimientos de actividades de mantenimiento. Posteriormente, valiéndose de dicha matriz, se procedió a hacer un análisis de criticidad de los componentes dando valores cuantitativos a datos como la gravedad, frecuencia y detectabilidad de cada una de las posibles fallas identificadas.

Se organizó una lista de los requerimientos arrojados por el AMEF, clasificándolas según su naturaleza en eléctricas, de carrocería, mecánicas y de lubricación (E, C, M y L). Cada requerimiento dio origen a su correspondiente instructivo, en éste se explica el procedimiento, las herramientas necesarias para su realización, su código y nombre. Se analizaron a continuación una serie de indicadores clave de gestión (KPI) con el fin de determinar las condiciones actuales de desempeño de la flota.

Luego se construyó un tablero de control anual tomando en cuenta los kilometrajes promedio mensuales recorridos por los vehículos dividiendo el calendario en semanas y distribuyendo las actividades programadas.

Por último se hizo un recorrido por el software de gestión de mantenimiento que se usaba en el momento del desarrollo del presente trabajo en la empresa, para organizar y documentar los datos de mantenimiento.

INTRODUCCIÓN:

Al igual que en todas las empresas de transporte, los departamentos de mantenimiento y producción deben trabajar conjuntamente y en consonancia, ya que la eventualidad de un activo de producción detenido rompe esta armonía causando solo problemas. Los directivos de INTEGRRA S.A. han estado comprometidos en un proceso de mejora continua donde se busca una optimización de recursos e inversión de capital a través de un sistema de gestión bajo la NORMA de calidad ISO 9001; alrededor de este interés se evalúan nuevas teorías administrativas con el fin de poder gestionar correctamente el área de mantenimiento. Es aquí donde se comienza a pensar en la implementación de políticas y filosofías de calidad tales como el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM.

IMPORTANCIA:

Si las políticas del RCM se aplican en una empresa que tiene implementado el Mantenimiento Preventivo como es el caso de INTEGRRA S.A., la carga de trabajo rutinaria preventiva se puede reducir desde un 40% hasta un 70%. La razón de esta reducción es que el Mantenimiento Preventivo aplica a los diversos equipos, concienzudamente cada cierta frecuencia, las tareas recomendadas por el fabricante y las sugeridas por la experiencia, sin importar mucho la criticidad de la máquina dentro del proceso productivo, mientras que en el RCM, primeramente se determina la criticidad (NPR) de cada componente dentro del proceso productivo, para posteriormente concentrar esfuerzos en las partes más críticas¹.

Es prioritario para la empresa brindar sus servicios más allá de la simple movilización de pasajeros, y poner a disposición de los usuarios un transporte con las altas medidas de seguridad, calidad y respeto por el medio ambiente, para mantenerla en un nivel de alta competitividad.

Para dicho cometido se debe contar con un plan de mantenimiento realizado a partir de criticidad de los elementos que componen sus diferentes sistemas, pues ello dará como resultado una adaptación de las actividades de mantenimiento a

¹ Notas de clase del ing. Humberto Herrera [5]

las condiciones reales de las situaciones geográfica y medioambiental en las que se encuentra operando la flota.

La realización de un estudio encaminado al diseño de un plan de mantenimiento es para cualquier empresa un proceso mediante el cual se recopila y ordena información detallada a cerca de la maquinaria y equipos con los cuenta, lo cual es indispensable para alcanzar las metas de calidad y seguridad establecidas.

ANTECEDENTES TEÓRICOS:

RCM: *Reliability Centered Maintenance*. Mantenimiento Basado en la Confiabilidad. RCM es una Filosofía de Gestión de Mantenimiento, que optimiza la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, en función de qué tan críticos son los activos, tomando en cuenta los posibles efectos que originarán los modos de falla de dichos activos, sobre la seguridad, al ambiente, o las operaciones ^[1].

El objetivo del RCM es determinar el estado crítico de los equipos de cualquier proceso y, basados en esta información implementar un Mantenimiento Preventivo para las organizaciones ^[2].

El TPM tiene como objetivo final incrementar la **Productividad** de una organización, mientras que el RCM se centra en garantizar la máxima **Confiabilidad** de un proceso/equipo. Empresas de clase Mundial han logrado mezclar exitosamente las dos estrategias, llevando las crisis y fallas a un nivel cercano a cero, con los correspondientes beneficios (incremento de la capacidad de producción, desarrollo del trabajo en equipo, minimización de costos, mejora continua de los procesos).

Las fallas de equipos y maquinaria suelen presentarse siguiendo ciertos patrones los cuales se deben a diversas razones como desgaste, defectos de fabricación, costumbres erróneas de mantenimiento y políticas inadecuadas de gestión de equipos. En la figura 1. se muestran los patrones típicos de falla encontrados en la industria

Figura 1. Patrones de falla típicos



Fuente: Notas de clase del Ing. Carlos Montilla. [9]

RESEÑA HISTÓRICA:

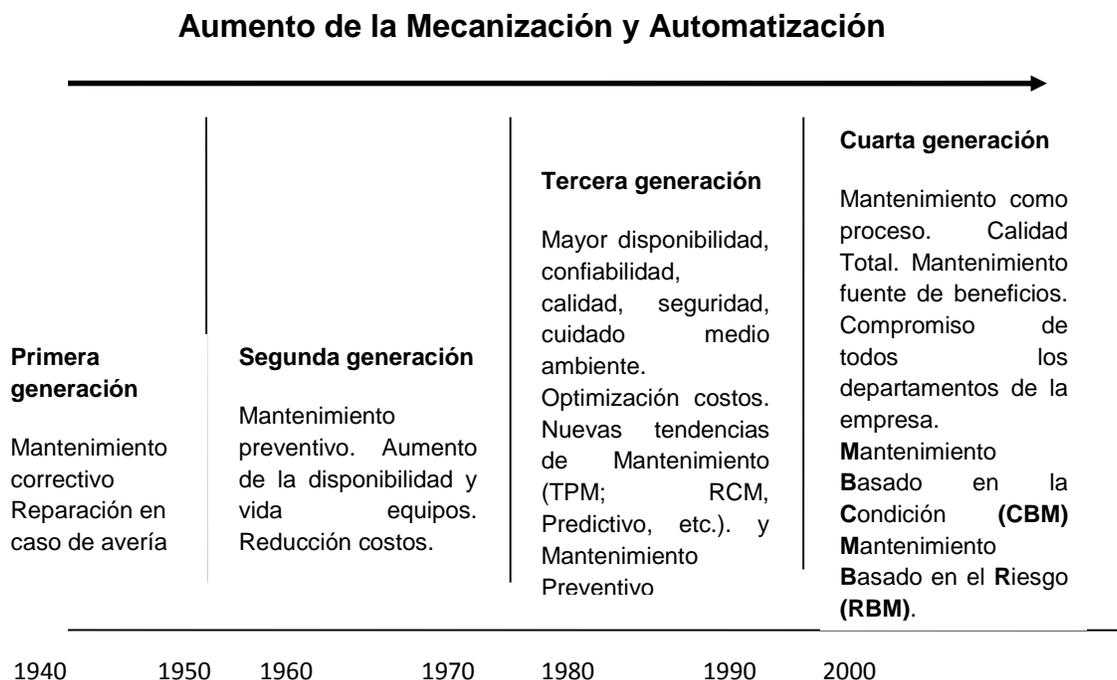
El RCM fue documentado por primera vez en un reporte escrito por *F.S. Nowlan* y *H.F. Heap* y publicado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América en 1978, posteriormente se empezó a utilizar en el área comercial de la aeronáutica por empresas tales como la *American Airlines*, y la *Eastern Airlines*. Desde entonces, el RCM ha sido usado para ayudar a formular estrategias de gestión de activos físicos en casi todas las áreas de la actividad humana organizada, y en prácticamente todos los países industrializados del mundo.

Este proceso definido por *Nowlan* y *Heap* ha servido de base para varios documentos de aplicación en los cuales el proceso RCM ha sido desarrollado y refinado en los años siguientes. Muchos de estos documentos conservan los elementos clave del proceso original. Sin embargo el uso extendido del nombre “RCM” ha llevado al surgimiento de un gran número de metodologías de análisis de fallas que difieren significativamente del original, pero que sus autores también llaman “RCM”. Muchos de estos otros procesos fallan en alcanzar los objetivos propuestos por *Nowlan* y *Heap*, y algunos son incluso contraproducentes. En

general tratan de abreviar y resumir el proceso, lo que lleva en algunos casos a desnaturalizarlo.

La evolución de la tecnología y el aumento de la mecanización y automatización de procesos han venido transformando el sector industrial y con ello las filosofías de mantenimiento que se han implementado a lo largo del tiempo, principalmente del siglo pasado, en la figura 2. Se puede observar esta evolución del mantenimiento.

Figura 2. Evolución histórica del Mantenimiento.



Fuente: Notas de clase del Ing. Carlos Montilla. [9]

Como resultado de la demanda internacional por una norma que establezca unos criterios mínimos para que un proceso de análisis de fallos pueda ser llamado "RCM", surgió en 1999 como la norma SAE JA 1011 y en el año 2002 como la norma SAE JA 1012. No intentan ser un manual ni una guía de procedimientos, sino que simplemente establecen, como se ha dicho, unos criterios que debe satisfacer una metodología para que pueda llamarse RCM.

ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO:

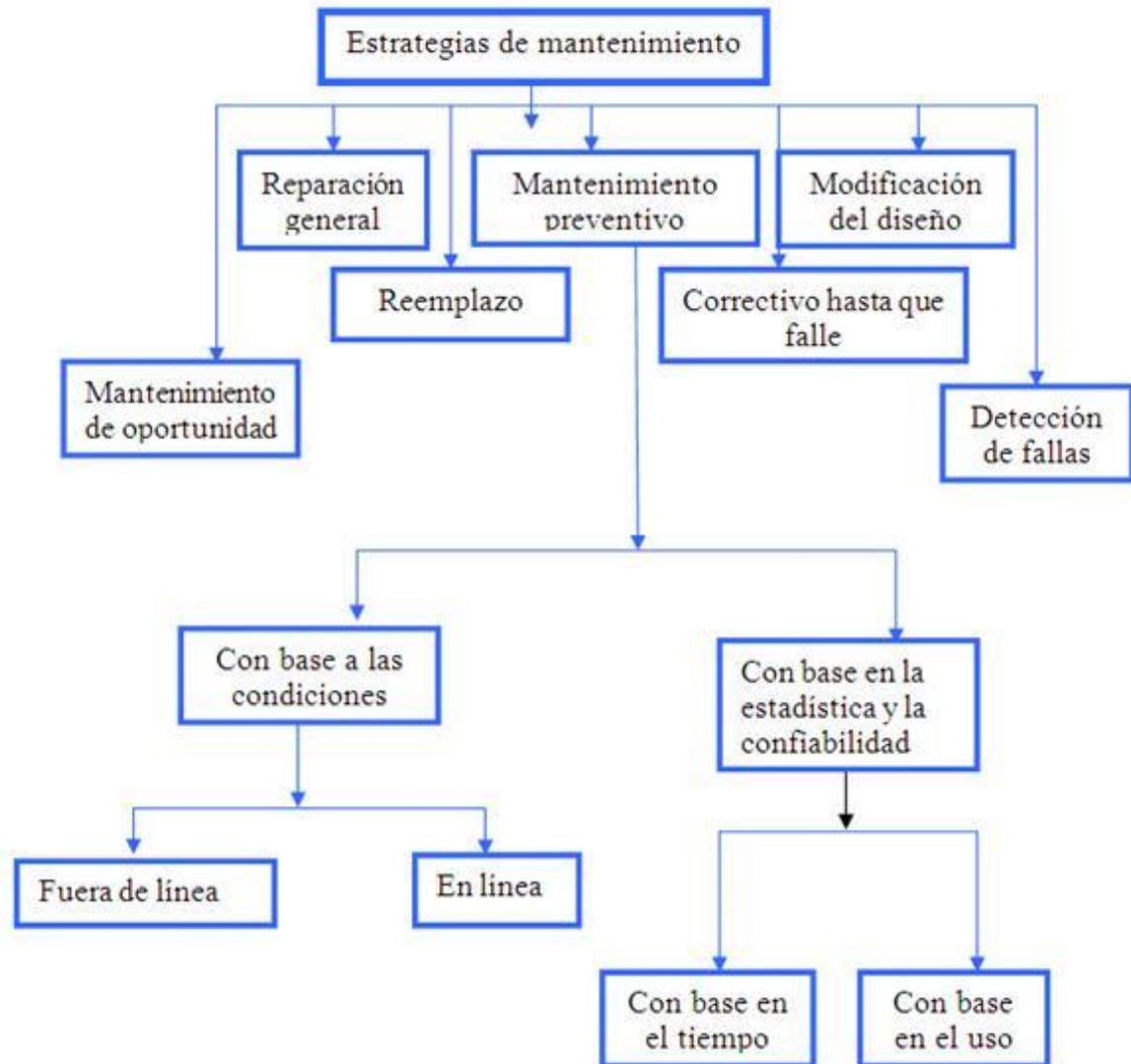
El mantenimiento preventivo basado en la estrategia se debe planear en función de una variable de desgaste que puede ser el tiempo o la actividad. Para el caso de INTEGRA S.A. se plantean las frecuencias con base en la actividad. Para efectos de practicidad se habla de un promedio de seis mil (6500) km mensuales por ello las rutinas de mantenimiento (véase numeral 2.6) se pueden ubicar en el tiempo con esta respecto a esta proporción y distribuirse en el tablero de control. Para planificar el mantenimiento preventivo en función de las estrategias se debe tener en cuenta tres puntos clave:

- **Posición del mantenimiento:** lugar donde se requiere planificar el mantenimiento preventivo.
- **Hoja de ruta:** las actividades de mantenimiento a realizar.
- **Los tableros de control:** donde se distribuyen las actividades según su frecuencia.

Para planificar las frecuencias de mantenimiento se deben tener en consideración los requisitos legales, las recomendaciones del fabricante, y la comparación de costos entre una salida de operación de un vehículo. Adicionalmente, se deben distribuir las actividades a través de un cronograma para que la programación de mantenimiento sea eficaz.

Después de las frecuencias se puede definir la estrategia de mantenimiento adecuada mediante la cual se van a llevar a cabo las actividades preventivas, como estas estrategias tienen información sobre la programación, se pueden asignar a varios planes de mantenimiento, el cuadro sinóptico de las estrategias de mantenimiento se muestran en la siguiente figura 3.

Figura 3: Estrategias de mantenimiento



Fuente: apuntes de clase del ing. Humberto Herrera [5].

ANTECEDENTES PRÁCTICOS

La empresa INTEGRAL S.A. cuenta en este momento con un plan de mantenimiento preventivo LEMI diseñado por la gerencia de dicho departamento basado en las recomendaciones del fabricante y en la experiencia técnica

obtenida gracias al manejo de la flota de buses con la que trabajaba la compañía en sus primeros días.

La Universidad Tecnológica de Pereira cuenta con algunos proyectos de grado en los que se han tratado temas relacionados con el desarrollo de planes de mantenimiento preventivo en el sector industrial.

Desarrollo de una aplicación computacional para la implementación de programas de mantenimiento preventivo.

Programa de mantenimiento para la empresa NORMARH LTDA.

Elaboración y sistematización de un plan de mantenimiento preventivo para la planta de producción de FLEXCO [3]

Implementación de un programa de lubricación para las plantas 4 y 5 de Buen Café Liofilizado bajo el enfoque de TPM

OBJETIVO GENERAL:

Diseñar un plan de mantenimiento para la flota articulada de la empresa INTEGRA S.A. usando algunas herramientas del RCM.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Censar la flota articulada con la cuenta actualmente la empresa, utilizando la nomenclatura y codificación que maneja dicha organización.

Modificar el formato de orden de trabajo con el que opera en la actualidad la empresa con el fin de hacer más eficiente y fácil de leer y diligenciar la información que en ella se muestra.

Desarrollar una matriz de requerimientos a partir de un análisis de modo y efecto de falla (FMEA por sus siglas en inglés) Con el fin de desglosar los vehículos de una manera tal que se facilite su estudio y la clasificación de cada uno de sus componentes, En dicho análisis se responde, por cada elemento, una serie de preguntas que dan como resultado una detallada lista de condiciones y requerimientos de actividades de mantenimiento preventivo.

Hacer un análisis de criticidad de los componentes usando la matriz arriba descrita, hallando el número de prioridad de riesgo NPR dando valores cuantitativos a datos como la gravedad, frecuencia y detectabilidad de cada una de las posibles fallas identificadas.

Organizar una lista de los requerimientos arrojados por el análisis de modo de fallas (actividades preventivas de mantenimiento), clasificándolas según su naturaleza en eléctricas, de carrocería, mecánicas y de lubricación (E, C, M y L).

Crear las rutinas de mantenimiento por departamentos. Esto es, crear paquetes de actividades, agrupándolos según su frecuencia y tolerancia.

Crear los instructivos de mantenimiento, dado que cada requerimiento (actividad preventiva) da origen a su correspondiente instructivo. En éste se explica el procedimiento a seguir en su realización, una lista de las herramientas necesarias,

y el tiempo aproximado que toma llevar a cabo dicha tarea, además de su código y nombre.

Distribuir concienzudamente las actividades cronológicamente en un calendario (de un año) dividido en semanas, en el cual se pueden bosquejar las salidas de operación y los tiempos aproximados de mantenimiento preventivo para cada activo y así anticiparse a salidas de servicio para tener una apropiada planeación.

Analizar por medio de algunos indicadores clave de gestión KPI la situación en cuanto al mantenimiento de la flota en el momento de la elaboración del trabajo, para sentar un antecedente real, como punto de comparación para futuros análisis de desempeño y calidad.

ALCANCE:

El alcance del proyecto es el diseño de un plan de mantenimiento usando algunas herramientas del RCM para la flota articulada del operador de transporte masivo MEGABÚS, la compañía INTEGRA S.A., levantando en el proceso toda la información necesaria para su futura implementación, y dejando constancia de la situación actual de la flota.

LIMITACIONES:

Para la realización de este proyecto hubo que sortear varias dificultades. Por ejemplo al momento de comenzar la preparación y empadronamiento de los datos no se contaba con la totalidad información necesaria (catálogos, manuales de operación, etc.). Los manuales estaban incompletos o estaban en otro idioma. Además existían diversas costumbres y puntos de vista divergentes en cuanto al mantenimiento dentro del personal, entre el personal técnico y la gerencia, e incluso entre los mismos administrativos. Por ende el plan de mantenimiento no respondía a las exigencias del mercado.

El trabajo realizado en la empresa INTEGRA S.A. tiene como objetivo ser un referente para el departamento de mantenimiento a modo de soporte teórico del modelo de mantenimiento RCM que se piensa implementar. De ninguna manera

puede ser visto o interpretado como un ejemplo de aplicación total del RCM, puesto que se trata del análisis por medio de la aplicación de ciertas herramientas de dicha filosofía de mantenimiento a la flota con la que se contaba en el momento de la realización del presente, y no aplica para la flota alimentadora, ni para ningún activo móvil diferente a la flota articulada que en el mismo se hace referencia.

METODOLOGÍA:

El presente proyecto se puede definir como una investigación tecnológica dado que es una aplicación del conocimiento que tiene como objetivo el diseño de un plan para el mejoramiento de una actividad.

Para lograr una aplicación eficiente y completa de la filosofía de mantenimiento centrado en la confiabilidad, es preciso seguir la metodología que se propone para analizar el sistema al que va a ser aplicada. La metodología en la que se basa RCM supone ir completando una serie de fases para cada uno de los sistemas que componen la planta, a saber:

Fase 0: Codificación y listado de todos los subsistemas, equipos y elementos que componen el sistema que se está estudiando. Recopilación de esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc.

Fase 1: Estudio detallado del funcionamiento del sistema. Listado de funciones del sistema en su conjunto. Listado de funciones de cada subsistema y de cada equipo significativo integrado en cada subsistema.

Fase 2: Determinación de las fallas funcionales y fallas técnicos.

Fase 3: Determinación de los modos de falla o causas de cada una de las fallas encontradas en la fase anterior.

Fase 4: Estudio de las consecuencias de cada modo de falla y de lo que sucede cuando ocurre cada falla. Clasificación de las fallas en *críticos*, *importantes* o *tolerables* en función de esas consecuencias.

Fase 5: Determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de las fallas.

Fase 6: Agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías. Elaboración del Plan de Mantenimiento, lista de mejoras, planes de formación y procedimientos de operación y de mantenimiento.

Fase 7: Puesta en marcha de las medidas preventivas² (en este proyecto esta fase no se llevó a cabo dado que su objetivo no era la aplicación sino el diseño de un PM)³

Se proponen dos grandes etapas: la primera es contextualizar definiendo y conceptualizando todo lo referente al RCM y su aplicación. La siguiente es estudiar la variables de mantenimiento mediante su detección, jerarquización medición y análisis, para llevar a cabo la segunda entapa se contó con la ayuda del personal técnico de la empresa, esto producto de la sugerencia del gerente del departamento de mantenimiento puesto que según los directivos de la misma consideraron que el conocimiento práctico, y empírico del personal técnico es la base idónea para generar una completa base de datos de mantenimiento garantizando a la empresa una alternativa óptima en la gestión de sus recursos del departamento y la compañía, por medio de una mejor comprensión de los “modos de falla” para limitar las consecuencias adversas de las mismas.

Además se utilizan datos operativos e históricos brindados por la empresa permitiendo conocer datos reales de los equipos, con el fin de aislar componentes con problemas para establecer las modificaciones pertinentes a las frecuencias y actividades de mantenimiento. Dando como resultado un completo PM para la compañía INTEGRA S.A.

AVANCES EN EL CAMPO DEL MANTENIMIENTO.

Cada propuesta que se presenta en cuanto al mantenimiento centrado en la confiabilidad es un gran aporte y hace parte de la idea global de un mantenimiento preventivo eficiente. Además el plan de mantenimiento dentro del sector del transporte es una herramienta ampliamente implementada en todo el mundo.

³ HERGUEDAS, Antonio Sánchez, Ingeniería del mantenimiento, 1ra ed. Sevilla. Editorial ETESAP,[1]

APLICACIÓN EN EL ÁREA INVESTIGADA.

Este proyecto se desarrolla con el fin de establecer un soporte teórico con el cual la empresa pueda disminuir la probabilidad de falla de los vehículos durante su operación, tratando de maximizar tanto como sea posible el tiempo de operación de los activos, y disminuyendo al máximo las paradas o salidas.

1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA INTEGRAL S.A.

1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA:

La sociedad INTEGRAL S.A. fue conformada en el año 2004 por las siete (7) empresas de transporte urbano colectivo agremiadas a ASEMTUR y por los pequeños propietarios que decidieron formar parte de esta nueva persona jurídica, con el ánimo de participar en el nuevo Sistema de Transporte Masivo, mediante licitación No 002 de 2004 y su posterior adjudicación de la operación en la cuenca Dosquebradas tanto para el sistema ALIMENTADOR como TRONCAL. La organización le brinda servicio a MEGABÚS con 23 vehículos articulados de color verde y 27 alimentadores de color amarillo, que fueron fabricados por la empresa BUSSCAR de Colombia S.A., ubicada en Pereira.

INTEGRAL S.A. cuenta con 97 operadores los cuales están distribuidos en vehículos alimentadores y articulados, con una serie de rutas alimentadoras específicas que se encargan de transportar a los pasajeros desde los barrios periféricos hasta los intercambiadores.⁴

1.2 LOCALIZACIÓN:

Dirección: calle 51 # 16-84 Dosquebradas Risaralda (figura 4)

Teléfonos: 3348979 - 3339231 – 3222229

Extensiones sede operativa INTEGRAL S.A.

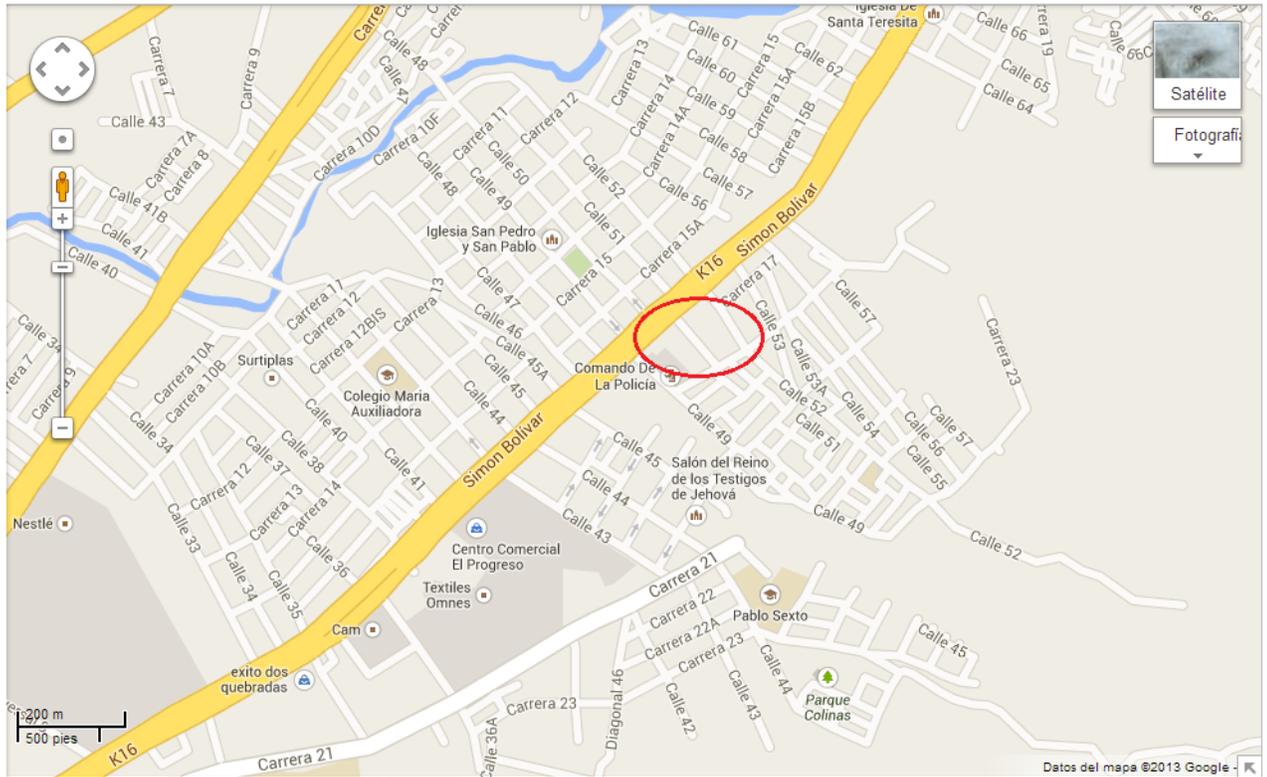
- 201 Almacén y fax
- 210 Gerencia y mantenimiento
- 203 Coordinación de patios
- 204 Portería.
- 205 Oficina de inspectores.

⁴Tomado de la página oficial de INTEGRAL S.A.
[http://www.integra.com.co/es/ipaginas/ver/G227/86/historia_integra_sa/#sthash.MPcZtAvl.dpuf]

- 207 Gerencia de operaciones.
- 208 Coordinación de operaciones.

Sitio web: www.integra.com.co

Figura 4: Mapa de ubicación de INTEGRA S.A.:



Fuente: [HTTP://maps.google.es/](http://maps.google.es/)

1.3 FILOSOFÍA ORGANIZACIONAL:

1.3.1 Política Integral: La compañía INTEGRA S.A. Garantiza eficiencia en la prestación del servicio de transporte masivo de pasajeros con sentido de perfección y mejoramiento continuo, manejo eficiente de los recursos y cuidado del medio ambiente.

La preservación del bienestar físico mental y social de los colaboradores, y el cumplimiento de los requisitos legales, son los prioritarios elementos de apoyo al seguimiento de este postulado.

1.3.2 Directrices de la Política Integral

- Excelencia en la prestación del servicio de transporte masivo.
- Sentido de la perfección y el mejoramiento continuo de la prestación del servicio
- Manejo eficiente de los recursos y cuidado del medio ambiente.
- bienestar físico mental y social de los colaboradores
- prevención de lesiones y enfermedades profesionales

1.3.3 Misión: Prestar el servicio de transporte público masivo de pasajeros, con excelente calidad, rentabilidad y compromiso ambiental, garantizando la entera satisfacción de los clientes.

1.3.4 Visión: Nuestros cointeresados contarán siempre con una organización viable, sustentable y sostenible en el tiempo, la sana y efectiva administración será el reflejo de un grupo de colaboradores eficiente y eficaz, capaz de innovar adaptándose a las tendencias del mercado del transporte de pasajeros y su cadena de valor.

1.3.5 Políticas frente a la calidad: INTEGRRA S.A. se enfoca en el liderazgo de la transformación a través de una participación activa en la dinámica de la industria del transporte masivo. Esta transformación tiene una relación directa con la profesionalización fortalecimiento de las competencias del talento humano vinculado a la empresa con la que la administración de INTEGRRA S.A. tiene un gran compromiso.

1.4 SERVICIOS:

La empresa ofrece al público transporte masivo de pasajeros entre Dosquebradas y Pereira con sus vehículos articulados a lo largo dos rutas troncales exclusivas para el tránsito de dicha flota. Así mismo extiende su cubrimiento a toda la zona urbana de Dosquebradas llegando hasta la zona limítrofe con el municipio de Santa Rosa de Cabal con su flota alimentadora.

Además ofrece a las empresas comerciales espacios publicitarios ubicados al interior y exterior de ambas todos sus vehículos.

1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO EN INTEGRA:

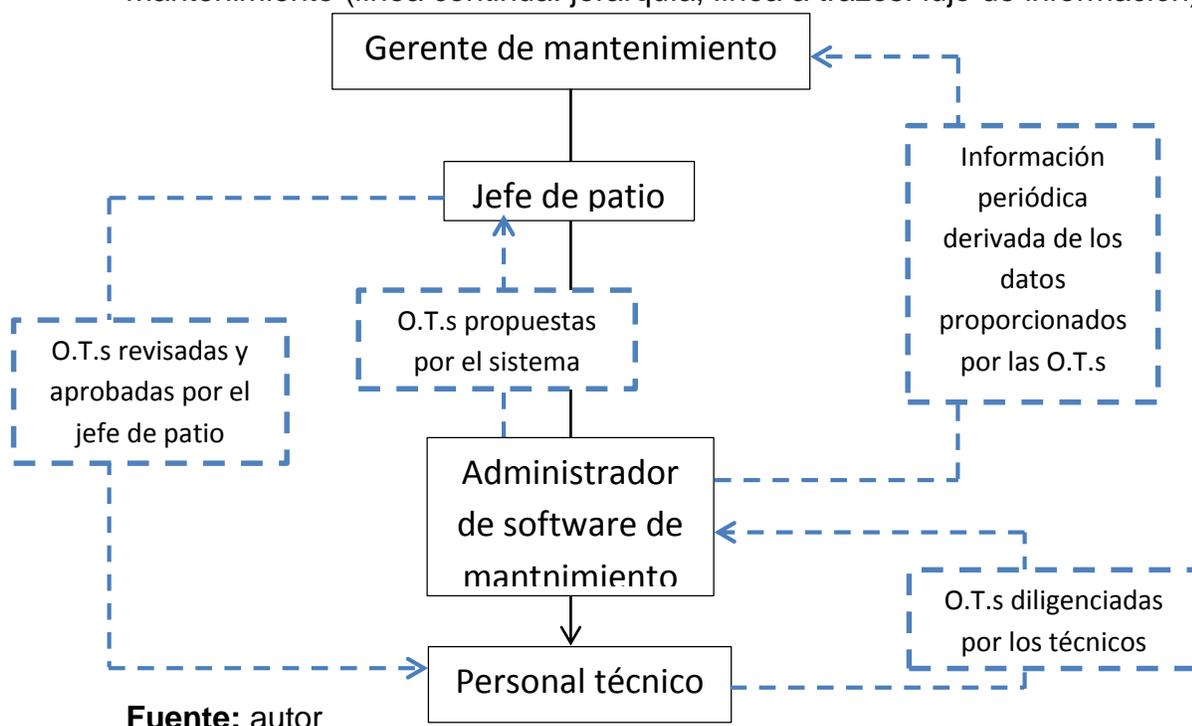
El gerente de mantenimiento está a la cabeza de las decisiones y es quien se encarga de revisar la información general y tomar decisiones a partir de los datos entregados por el sistema de administración de información.

El jefe de patio es quien está encargado de hacer seguimiento continuo al proceso y quien vela por la normal ejecución del mantenimiento a diario.

La compañía cuenta con un personal técnico compuesto de 16 individuos distribuidos por áreas de la siguiente manera. 3 técnicos carroceros, 4 técnicos eléctricos, y 8 técnicos mecánicos. Y un administrador del sistema informático.

El organigrama del departamento de mantenimiento podría esquematizarse como se muestra en la figura 5. En este se muestra también el diagrama de flujo de información.

Figura 5: Jerarquía y diagrama de flujo de información en el departamento de mantenimiento (línea continua: jerarquía, línea a trazos: flujo de información)



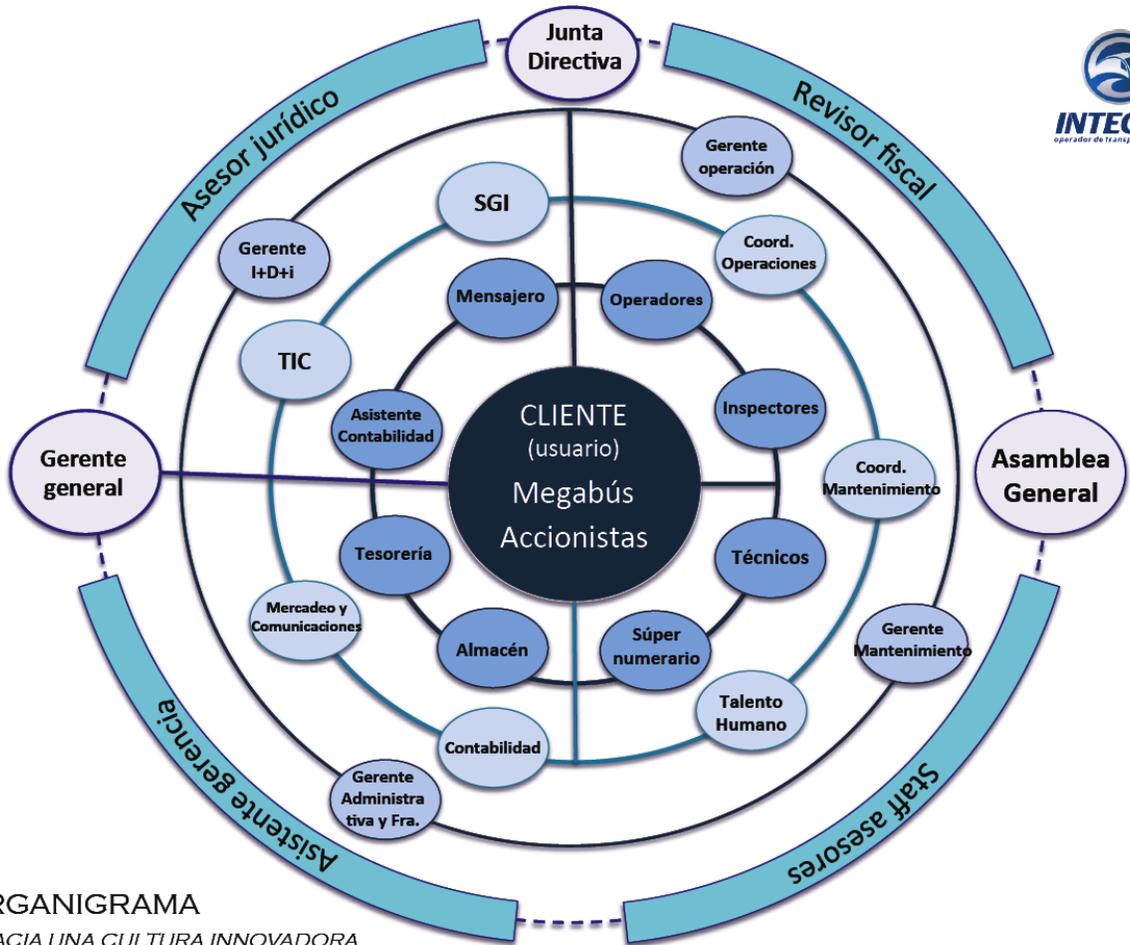
Diariamente el administrador del sistema imprime las O.T.s y las entrega al jefe de patio quien las revisa y corrige si es necesario y luego entrega al personal correspondiente. Éste cumple con las labores que se le indican y diligencia la orden de trabajo indicando en ella todas las anotaciones y datos que considere importantes y luego entrega las O.T.s al administrador del software quien se encarga de tomar la información y computarla en el sistema. Posteriormente valiéndose de dicha información se levantan informes que se presentan periódicamente al gerente de mantenimiento para que este pueda tomar decisiones.

Los horarios de operación de los vehículos son determinados por el departamento de operaciones, quien se encarga de programar las entradas y salidas del patio de los equipos, garantizando un determinado número de horas fuera de servicio en las que el área de mantenimiento puede realizar sus actividades.

1.6 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA:

La figura 6 muestra el organigrama de la compañía.

Figura 6: organigrama de INTEGRA S.A.



Fuente: sitio web oficial de INTEGRA S.A.

1.7 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA:

En la figura 7 se puede observar cómo se encuentra distribuido el espacio en los patios de INTEGRA S.A.

Figura 7: Mapa de los patios de integra



Fuente: autor

1.8 SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA:

El plan de mantenimiento con el que cuenta la empresa está diseñado como un mantenimiento preventivo tipo LEMI, debido a que no se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de los procesos de mantenimiento y no se ha explorado y estudiado las ventajas de implementar un mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Por otro lado debido a dificultades con el manejo de la información, no se cuenta con un correcto manejo de los datos de mantenimiento, pues el formato de las O.T.s no lo permite.

Tampoco se cuenta con una documentación completa de instructivos que sirva de guía y soporte al personal técnico, lo cual conlleva a ambigüedades y falta de claridad en los procesos y actividades de mantenimiento.

2. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO:

2.1 TARJETA MAESTRA DE DATOS (TMD)

La tarjeta maestra de datos es un formato que se debe diseñar y donde se deben hacer constar las características de cada vehículo, estos datos se distribuyen en el documento según su naturaleza así:

Datos generales: son los que se refieren a la nomenclatura e identificación del equipo dentro de la compañía (placa, número del bus, y la flota),

Datos de carrocería: estos son entregados por la compañía ensambladora como las dimensiones, el color, y el tipo de carrocería que se le instaló. Mientras otros son determinados por la empresa como su peso y capacidad de carga

Datos de chasis: estos tienen que ver con el fabricante y contiene datos como el año de fabricación, especificaciones a cerca del motor, y otros componentes.

Tabla de líquidos: contiene los datos de lubricación, las clasificaciones API y SAE que requiere en sus componentes críticos, además de la frecuencia cambio cantidad, etc.

No se debe confundir la tarjeta maestra con la hoja de vida de un activo. La hoja de vida es la relación de todas las modificaciones, reparaciones, etc., que ha sufrido la máquina. Se debe iniciar con la tarjeta maestra, es decir ésta puede servir de carátula a la hoja de vida, a lo largo de su vida útil. La "Hoja de Vida" es como la "historia clínica" del equipo⁵. En la figura 8 se especifica la estructura de la TMD propuesta. Además en el *Anexo 1* se muestran las tarjetas maestras de cada uno de los vehículos articulados de la empresa INTEGRAL S.A. Los datos que en ellas aparecen son tomados directamente de las tarjetas entregadas por VOLVO que es la compañía fabricante y BUSSCAR de Colombia que es la ensambladora local. En ellos se especifican la identificación de los buses, además de un listado de los requerimientos de lubricación utilizados actualmente en la empresa.

⁵ HERRERA SANCHEZ, Humberto. Mantenimiento industrial, Universidad Tecnológica De Pereira, facultad de ingeniería mecánica, Pereira, Enero de 2006

Figura 8. Formato de tarjeta maestra de datos propuesta

TARJETA MAESTRA

CHASIS	
N CHASIS	
MARCA	
MODELO	
MOTOR	
N MOTOR	
PARTICULARIDADES	
ALTURA	
CARGA MAX	
SUSPENSIÓN TRASERA	
DEPÓSITOS COMBUSTIBLE	
CAJA BATERÍAS	
5ª RUEDA	
EJES	
FRENOS	

GENERALIDADES	Nº BUS	
	PLACA	
	FLOTA	

CARROCERÍA	MARCA	
	MODELO	
	CAPACIDAD	
	DIMENSIONES	
	FABRICANTE	
	TIPO	

LÍQUIDOS	Cantidad (gal)	Frecuencia de cambio (km)	Marca	Clasificación API SAE
Motor:				
Caja de Velocidades:				
Combustible:				
Diferencial:				
Caja de Dirección:				
Cubos Delanteros y medios:				
Cubo Eje Trasero:				
Refrigerante:				

Fuente: autor

2.2 MATRIZ DE REQUERIMIENTOS:

Para completar la *fase 1* propuesta en la metodología se debe efectuar un listado completo de las partes o componentes de cada vehículo. Para tal fin se proponen una serie de etapas de análisis de requerimientos

2.2.1 Etapas de la fase de requerimientos:

- **Obtención de requerimientos:** búsqueda y obtención de los requerimientos desde los grupos de interés.
- **Análisis:** comprobación de la existencia y consistencia de los requerimientos.
- **Verificación:** constatación de que los requerimientos especificados son correctos.

Todos los datos fueron tomados de fuentes como manuales de servicio, catálogos o la web, pero la principal fuente de información fue el equipo técnico, puesto que la gerencia de mantenimiento le encargo dicha tarea a este grupo de trabajadores por su amplio conocimiento empírico

Después de haber terminado el empadronamiento y tener todas las Tarjetas Maestras, se elabora una Matriz de Requerimientos a partir de un AMEF (análisis de modo y efecto de falla también llamado en ingles FMEA) dividiendo, en primera instancia, el vehículo en cada uno de los diferentes subsistemas que lo conforman, estos a su vez se desagregan en componentes.

El mantenimiento centrado en fiabilidad se basa en el análisis de fallos, tanto aquellos que ya han ocurrido, como los que se están tratando de evitar con determinadas acciones preventivas como por último aquellos que tienen cierta probabilidad de ocurrir y pueden tener consecuencias graves. Durante las *fases 2 a 5* de la metodología propuesta se debe ejecutar un análisis de fallos a cada uno de los sistemas, subsistemas y componentes del vehículo en el cual debemos contestar a siete preguntas claves:

1. ¿Cuáles son las funciones y los estándares de funcionamiento en cada sistema?
2. ¿Cómo falla cada equipo?
3. ¿Cuál es la causa de cada fallo?
4. ¿Qué consecuencias tiene cada fallo?
5. ¿Qué efectos tiene cada fallo? (¿Qué ocurre cuando falla?)
6. ¿Cómo puede evitarse cada fallo?
7. ¿Qué debe hacerse si no es posible evitar un fallo? ⁶

2.2.2 Algunos términos a tener en cuenta:

Para completar esta fase es necesario contar con la ayuda del personal técnico de la empresa. Los trabajadores del departamento de mantenimiento se consideran idóneos para realizar dicha labor, dado que ellos son quienes tienen un conocimiento tanto teórico como práctico del sistema y además conocen los requerimientos del mismo. Pero al momento de efectuar dicho proceso se debe tener absoluta claridad acerca de lo que se está buscando pues se deben evitar las ambigüedades. A continuación se enuncian algunos conceptos que deben ser bien comprendidos:

- **Falla funcional.**
- **Falla parcial (potencial).**
- **Causa.**
- **Efecto.**
- **Consecuencia.**
- **Modo de falla.**
- **Frecuencia.**
- **Gravedad o severidad de la falla.**
- **Detectabilidad.**

⁶ DESHPANDE, V.S., MODAK, J.P. Application of RCM for safety considerations in a steel plant.[2]

A continuación se muestra la matriz generada a partir del análisis descrito, en la cual se presenta de manera ordenada la descomposición de cada uno de los sistemas y subsistemas hasta sus componentes, aplicando a cada uno de ellos las preguntas de la teoría RCM, contestándolas en frente, dando lugar a un compendio de fallas, y a una serie de tareas de mantenimiento preventivo con la cual se diseñará posteriormente el plan maestro de mantenimiento:

2.3 MATRIZ DE CRITICIDAD:

2.3.1 Análisis de criticidad: Para aplicar RCM en una empresa, en primera instancia es necesario decidir cuáles son los equipos críticos, a partir de un análisis de criticidad (**CA**). El análisis de criticidad debe estar basado en estadísticas de fallas; de lo contrario se deberían conocer los modos o patrones de falla, y en el conocimiento de la planta y del proceso, se determina el CA a través del uso de la ecuación (0).

$$CA = Frecuencia * Gravedad \quad (0)$$

2.3.2 Numero de prioridad de riesgo: Una vez detectados los equipos críticos se pasa a realizarles un AMECF⁷ (Análisis de Modo, Efecto y criticidad de la Falla) o FMECA (*Failure Mode, effect and criticity Analysis*), el cual busca determinar los subsistemas críticos, para posteriormente plantear estrategias de solución. El AMEF es una metodología que pretende determinar el **Índice de Riesgo o Número de Prioridad de Riesgo (NPR)**: resultado numérico de multiplicar la frecuencia, por la Gravedad de la Falla y por la Detectabilidad (ecuación 1).

$$NPR = Frecuencia * Gravedad * Detectabilidad \quad (1)$$

Se sugiere realizar el análisis AMEF con base en la metodología descrita a continuación, la cual asegura que se respondan satisfactoriamente una serie de preguntas en la secuencia indicada, referenciándolas a un contexto productivo:

1. ¿Cuáles son las funciones y los modelos ideales de rendimiento del recurso en el actual contexto operativo (Funciones principales y secundarias)?

⁷ HERRERA SÁNCHEZ, Humberto. Mantenimiento industrial [5].

2. ¿En qué formas no puede cumplir sus funciones (fallas funcionales)?. Se trata de describir los modos de falla funcionales y potenciales (¿en qué condiciones el equipamiento falla?
3. ¿Qué ocasiona cada falla funcional? Posteriormente clasificar las fallas en categorías o modos de falla en categorías (mecánicas, eléctricas, lubricación, instrumentación), haciendo la respectiva descripción.
4. ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla (**efectos y consecuencias de la falla**)?. (Recordar que efecto es diferente de consecuencia).

Con esto se describe el efecto potencial de la falla, y surgen otras preguntas: ¿ocurrirá parada de la producción? ¿Ocurre reducción de la producción? ¿La calidad del producto es afectada? ¿Cuáles son los daños provocados? El responder las preguntas anteriores ayudará a determinar las consecuencias (sobre la seguridad personal, sobre el medio ambiente, sobre la producción, sobre la calidad, etc.).

5. ¿Cuál es la Frecuencia de la falla? Tabla 1.
6. ¿Cuál es la Gravedad o Severidad de la falla? Tabla 1.
7. ¿Cuál es la Detectabilidad de la falla? Tabla 1.

Una vez respondidas las preguntas anteriores, se debe calcular el NPR (ecuación 1). Además Se debe desarrollar planes de acción para eliminar o corregir el problema potencial. ¿Qué debe hacerse para predecir o prevenir cada falla (tareas proactivas e intervalos de labores? En este punto son de mucha ayuda los análisis causa-raíz o espina de pescado.

Tabla 1. Valores recomendados para la evaluación de RCM.

Componente del NPR	Clasificación	Peso
Frecuencia de ocurrencia	Improbable	1
	Muy pequeña	2 a 3
	Pequeña	4 a 6
	Media	7 a 8
	Alta	9 a 10
Gravedad de la falla (G)	Apenas imperceptible	1
	Poca importancia	2 a 3
	Moderadamente grave	4 a 6
	Grave	7 a 8
	Extremadamente grave	9 a 10
Detectabilidad (D)	Alta	1
	Moderada	2 a 5
	Pequeña	6 a 8
	Muy pequeña	9
	Improbable	10
Índice de Riesgo (NPR)	Bajo	1 a 50
	Medio	50 a 100
	Alto	100 a 200
	Muy alto	200 a 1000

Fuente: notas de clase del ing. Carlos Montilla

Por medio de este análisis es posible pasar entonces a la toma de decisiones y definir el tipo de mantenimiento a adoptar con respecto a los sistemas, subsistemas, componentes del equipo/proceso y situaciones que se puedan presentar.

A continuación se muestra la matriz de criticidad de cada uno de los componentes de los vehículos articulados de integra, aprovechando la matriz de requerimientos mostrada en el capítulo 4. En ésta se relacionan a cada falla funcional de cada componente los parámetros mencionados anteriormente, para luego poder clasificarlas según su criticidad en tolerable (T), importante (I), y crítica (C). De ésta manera podemos desarrollar un plan de mantenimiento basado en la importancia de cada falla para organizar los parámetros bajo los cuales se va a aplicar el nuevo plan de mantenimiento.

2.4 CODIFICACIÓN

Para efectos de practicidad y para evitar ambigüedades o confusiones es recomendable codificar las actividades. El sistema según el cual se codificaron las actividades de mantenimiento es el sistema alfanumérico, en el cual se utilizan números y letras.

Para identificar las actividades de este modo se ha elegido un código de cuatro caracteres: una letra seguida de tres números. Se identifican entonces con la letra C las actividades de mantenimiento de carrocería, la E para las eléctricas, la L para lubricación y la M para las mecánicas. Por ejemplo: **L010 CAMBIO DE ACEITE MOTOR**

Para las rutinas se usó un código basado en el modelo del motor con que trabaja la flota alimentadora (B10M) seguido por dos números y una letra con la que se define el área a al que pertenece. Por ejemplo: **B10M-02C RUTINA DE CARROCERÍA DE 13000 KM.**

2.5 RELACIÓN DE REQUERIMIENTOS (ACTIVIDADES PREVENTIVAS):

Después de concluido el empadronamiento, se deben relacionar las acciones de mantenimiento que se le deben practicar al equipo “para que no se dañe” o para aplazar su deterioro: ésta es la llamada “Relación de requerimientos”. Cada requerimiento dará origen a un instructivo.

Los Requerimientos son de Lubricación, Electricidad, Mecánica y Carrocería. Cuando se toman uno por uno los requerimientos y se les asigna un código, el material necesario, se redacta una relación de ejecución (cuerpo) y se le asigna un tiempo estimado de ejecución, se tiene un Instructivo.

En esta parte del trabajo se lleva a cabo una compilación de todos los requerimientos de lubricación, electricidad, carrocería y mecánica principalmente. De esta manera se completa la *fase 6* que propone la metodología de RCM.

Para fines de hacer una recopilación, análisis y verificación de los requerimientos mostrados por la flota articulada de Integra S.A. se ha realizado el análisis AMEF para los vehículos en cuestión.

Estos requerimientos (tareas preventivas) y rutinas se han clasificado según el sistema al que pertenezcan contando con la asesoría del personal técnico de la compañía, y teniendo en cuenta la criticidad de cada componente analizado y la frecuencia recomendada de revisión. La lista de requerimientos se muestra a continuación en la tabla 2:

Tabla 2. Lista de requerimientos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
E010	REVISAR CONEXIÓN ELÉCTRICA TABLERO
E011	REVISAR DE CINTURONES DE SEGURIDAD
E012	MOTOR LIMPIA PARABRISAS
E013	REVISAR TARJETAS DE FUSIBLES Y RELÉS
E015	REVISIÓN DE ALTERNADORES
E026	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DEL RETARDADOR
E050	REVISAR REFRIGERANTE
E052	REVISAR SISTEMA ELECTRÓNICO VOLVO EDC
E081	CAMBIAR FUSIBLE DEL MOTOR DE ARRANQUE
L010	CAMBIO DE ACEITE MOTOR Y FILTRO VOLVO
L020	CAMBIO ACEITE CUBOS RUEDAS
L022	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE VOLVO
L025	ENGRASE QUINTA RUEDA
L026	CAMBIO FILTRO TRAMPA DE COMBUSTIBLE VOLVO
L030	CAMBIAR ACEITE CAJA DE TRANSMISIÓN
L033	CAMBIAR ACEITE DE CAJA DE DIRECCIÓN
L035	CAMBIAR GRASA RODAMIENTOS EJE LIBRE
L040	CAMBIAR ACEITE DE LA DIFERENCIAL
M035	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE
M051	REVISAR CULATA DEL COMPRESOR
M054	REVISAR COMPRESOR DE AIRE
M058	CAMBIAR FILTRO DE AIRE
M061	TENSIÓN DE FRENOS
M058	CAMBIAR FILTRO DE AIRE
M070	REVISAR BUJES BARRAS SUSPENSIÓN
M081	REVISAR Y/O CAMBIAR CAUCHO ENFOCADOR
M087	ASEO RADIADOR
M088	CAMBIAR BANDAS DE FRENO DE EJE LIBRE

M123	MANTENIMIENTO DE ALTERNADORES
M161	REVISAR RODAMIENTOS EJE DELANTERO
M162	REVISAR SISTEMA DE DIRECCIÓN

Fuente: Autor

2.6 RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Una vez concluido el listado de actividades, se procede a compilarlas según el área a la que pertenezcan y su frecuencia, en rutinas o “paquetes” de tareas preventivas aplicación periódica, la tabla 3 muestra el listado de rutinas con su respectiva codificación y frecuencia.

Tabla 3. Rutinas de mantenimiento

CÓD.	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	SISTEMA
E011 (B10M-01E)	REVISAR EL CIRCUITO ILUMINACIÓN INTERNA Y EXTERNA DEL VEHÍCULO CON SUS CONECTORES, FUSIBLES Y EMPALMES, VERIFICAR	6500 KM	ELÉCTRICA
	REALIZAR MANTENIMIENTO A LAS ELECTROVÁLVULAS DE BLOQUEO Y VERIFICAR SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO		
C030 (B10M-01C)	REVISIÓN DE MECANISMOS PUERTAS DE SERVICIO GARANTIZANDO SU ADECUADA APERTURA Y CIERRE. REALIZAR SU RESPECTIVA CALIBRACIÓN		
E020 (B10M-01E)	REVISIÓN DE CIRCUITO ÁNGEL DE LA GUARDA(RELÉS, INTERRUPTORES Y MICROSWITCHES PUERTAS DE SERVICIO), VERIFICAR SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO	6500 KM	CARROCERÍA
E012 (B10M-02E)	CHEQUEO DE BATERÍAS, INTERCALAR, REVISIÓN DE SISTEMA DE CARGA. MANTENIMIENTO FINALES DE CARRERA, ALARMA ARTICULACIÓN,	13000 KM	ELÉCTRICA
	MANTENIMIENTO A ELECTRODOS DE DEPOSITO DE REFRIGERANTE		
E013 (B10M-02E)	REVISIÓN DE CABLEADO ZANFONA VERIFICAR SU CORRECTA PROTECCIÓN	13000 KM	ELÉCTRICA
	REVISAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LOS SIGUIENTES CIRCUITOS: RESISTENCIA DE PRECALENTAMIENTO, ALARMA DE NIVEL DE REFRIGERANTE Y ACEITE, CIRCUITO DE PRESIÓN DE ACEITE.		
C010 (B10M-02C)	REVISAR LOS CINTURONES DE SEGURIDAD DEL CONDUCTOR Y MINUSVÁLIDOS Y EL FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA SONORA. AJUSTE SILLETERÍA, TUBOS PASAMANOS.	13000 KM	CARROCERÍA
C011 (B10M-02C)	REVISAR COMPONENTES NEUMÁTICOS (CILINDROS Y FUGAS), REVISAR BOCELARÍA, TAPIZ Y VENAS)		
E040 (B10M-04E)	CAMBIO DE CORREAS DE ALTERNADOR MANTENIMIENTO MASAS CHASIS, MOTOR ARRANQUE, REVISAR AJUSTE Y CONEXIONES MOTOR DE ARRANQUE, MANTENIMIENTO AL CIRCUITO MOTOR DESEMPAÑADOR	32500 KM	ELÉCTRICA
	CALIBRAR MECANISMO DE APERTURA DE PUERTAS		

E050 (B10M-04E)	REVISIÓN Y REPARACIÓN CIRCUITO EXTRACTORES Y VENTILADORES- REVISIÓN CIRCUITO CONTROL DE AJUSTE AVANCE DE INYECCIÓN DINÁMICO.		
C040 (B10M-03C)	REVISAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LOS CINTURONES DE SEGURIDAD OPERADOR Y DISCAPACITADOS, TAPIZ Y VENAS REVISIÓN PUERTAS DE INSPECCIÓN Y ESTRUCTURA	32500 KM	CARROCERÍA

Fuente: Autor.

2.7 REDACCIÓN DE INSTRUCTIVOS

Una vez terminada la fase de recopilación de requerimientos, se procede a la redacción de instructivos. Cada requerimiento dará origen a un instructivo. Este es una relación en una hoja de papel (o en un pantallazo de computador) que tiene las siguientes 5 partes: código, nombre, material necesario, cuerpo y tiempo estimado de ejecución.

El manual de instructivos contiene la explicación de aquellas actividades L, E, C y M que requiere la flota, teniendo en cuenta que se trata de descripciones básicas del trabajo que el cuerpo técnico debe desarrollar y que proporcionan un soporte al equipo ejecutor de las tareas de mantenimiento. Se aclara entonces que no se trata de un manual de operaciones sino más bien de un corolario de actividades, el cual sirve como soporte a cualquier trabajador que vaya a realizar una de dichas tareas preventivas.

Cabe anotar que los instructivos mostrados a continuación han sufrido modificaciones a lo largo del desarrollo del presente trabajo, puesto que la empresa fabricante VOLVO (R) y la ensambladora BUSSCAR S.A. entregan ciertas indicaciones con respecto a la periodicidad, revisión, manejo, herramientas y procedimientos de mantenimiento; pero éstos están sujetos a cambios debido a las condiciones particulares (como las condiciones geográfica, topográfica, higroscópica, climática, de carácter humano, etc. en la cuenca de Pereira y Dosquebradas) de la empresa INTEGRAL S.A.

Los instructivos correspondientes al mantenimiento preventivo de los vehículos, los cuales fueron basados en el manual de manejo de VOLVO⁸, se muestran en el

⁵ Volvo Car Corporation TP 11794 (Spanish). AT1000. Suecia, Goteborg 2010. Copyright (c) 2000-2010 Volvo Car Corporation

Anexo 2. A continuación se muestra la estructura con la que se construye un instructivo para una tarea de mantenimiento:

- Código
- Nombre
- Tiempo estimado
- Material necesario
- Cuerpo del instructivo.

M061-TENSIÓN DE FRENOS:

Material necesario:

- Cuñas para las ruedas
- Trinquete de 1/2 pulgada
- Juego de tubos de 1/2-pulgada
- linterna

Para ejecutar la tensión de frenos:

1. Coloque el vehículo sobre una superficie plana y aplique los frenos de aire halando la perilla del freno de aire. Deje el motor en marcha.
2. Salga del vehículo y coloque las cuñas de las ruedas adelante y atrás de las ruedas traseras.
3. Libere los frenos de aire, empujando la perilla hacia adentro.
4. Deslícese debajo de la parte trasera del vehículo y localice los dos tensores de ajuste en cada lado del eje respectivo. Los tensores de ajuste tienen una leva S que se extiende hacia afuera del lado del ajustador de la parte posterior del cubo de la rueda.
5. Localice el tornillo de ajuste en el lado posterior del ajustador. Coloque un trinquete y un tubo en el tornillo de ajuste. Si el tornillo es de resorte, apriete en la cabeza de la llave para desbloquear y que pueda girar. Gire hacia la derecha para comprimir las zapatas de freno sobre la superficie interior de los tambores. Una vez que el perno deje de girar, las zapatas deben estar contra el interior de los tambores. Asegúrese que las zapatas estén completamente aplicadas al tambor.
6. Gire el tornillo de ajuste en sentido anti horario entre un giro de 1/4 y un 1/2 de vuelta para colocar las zapatas de freno a la distancia apropiada desde la superficie interior de los tambores. Siga este proceso de ajuste igual para ambos reguladores.

Tiempo: 30 min

2.8 FORMATO PARA ORDEN DE TRABAJO (O.T.):

Una orden de trabajo es la conjunción de todas las informaciones necesarias para realizar un trabajo de mantenimiento determinado. Una orden de trabajo puede ser generada por varias razones:

Debido a un trabajo planificado: En nuestro sistema hemos configurado un plan de mantenimiento que cada "X" tiempo o un determinado parámetro configurado lanza ese trabajo creando nuestra orden de trabajo.

Debido a un trabajo esporádico: Debido a las circunstancias tenemos que realizar un trabajo planificado pero no incluido en nuestro plan de mantenimiento, esto creará una orden de trabajo que se incluirá dentro de nuestro listado de órdenes de trabajo a realizar.

Queda una tercera vía que no realmente genera una orden de trabajo. Dentro del software de administración de mantenimiento usado "INFOMANTE (R)" cuando registremos una avería con un informe automáticamente nos creará una orden de trabajo cómo un trabajo inesperado, esto nos facilitará en un futuro realizar informes de los trabajos de avería que hemos tenido en nuestra empresa.

Las órdenes de trabajo incluyen toda la información necesaria para realizar un trabajo de mantenimiento, entre esa información hay que destacar cómo mínimo: Información básica de cuando hay que realizar el trabajo, la máquina sobre la que hay que realizar el trabajo, localización de la máquina, fecha en la que se hace el trabajo, personas a las que va dirigida la orden de trabajo, etc.

Procedimiento a seguir para realizar el trabajo. Repuestos necesarios para realizar el trabajo. (Estos se encuentran en el instructivo)

En la actualidad la compañía Integra S.A. ya cuenta con un formato de O.T. Dicho formato está sujeto a cambios y modificaciones. El formato de O.T. propuesto para la empresa se muestra a continuación

2.9 INDICADORES DE GESTIÓN: KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPI):

Un indicador de gestión es un número que se calcula periódicamente con los resultados numéricos de cierta actividad y que permite calificarla en determinado periodo de tiempo.

Es posible establecer los Indicadores de Gestión, no sólo para el caso particular del Mantenimiento Preventivo, sino para toda la labor de Mantenimiento. Estos indicadores calculados periódicamente dan una visión panorámica de la productividad de la gestión.

La administración moderna de Mantenimiento debe incluir necesariamente Indicadores de Gestión, que son una forma expedita de evaluar la eficacia de la actividad por parte de la Alta Gerencia.

El tema de indicadores de gestión adquiere día a día más importancia, por lo que es conveniente dedicarle atención especial.

2.9.1 Indicadores a tener en cuenta:

- **Disponibilidad:** Indicador de eficacia del mantenimiento, que expresa la relación entre el Tiempo Planeado de Producción (*TPP*) y el Tiempo de Paradas No Programadas (*TPNP*).

$$\% \text{Disponibilidad} = \frac{TPP - TPNP}{TPP} \times 100 \quad (2)$$

- **Confiabilidad:** Probabilidad de que un equipo no falle durante su operación. Se evalúa a través del tiempo promedio entre fallas (TPEF). En ingles (MTBF)

$$TPEF = \frac{\text{Tiempo.Funcionamiento}}{\text{Número.de.puestas.en.servicio}} \left[\frac{\text{horas.operación}}{\text{int revención}} \right] \quad (3)$$

- **Mantenibilidad:** Probabilidad de que un equipo pueda ser puesto en condiciones operacionales en un período de tiempo dado, cuando el mantenimiento es ejecutado de acuerdo con procedimientos pre-establecidos.

Se puede evaluar a través del Tiempo Promedio Para Reparar (*TPPR*) o a través del Tiempo de Falla Promedio (*TFP*).

$$TPPR = \frac{\text{Tiempo.de.no.funcionamiento}}{\text{N}^\circ.\text{intervenciones.de.Mantenimiento}} \left[\frac{\text{h.no.operación}}{\text{intervenciones}} \right] \quad (4)$$

$$TFP = \frac{\text{Tiempo.total.de.fallas}}{\text{N}^\circ.\text{fallas}} \left[\frac{h}{\text{falla}} \right] \quad (5)$$

2.9.2 Toma de decisiones a partir de los resultados arrojados: La teoría del RCM, según se describe en las guías para la aplicación del RCM de la NASA [3], propone una cadena de razonamiento lógico (figura 2) en cuanto a la determinación del modo de proceder con respecto a los escenarios de falla encontrados, donde se llega por último a (5) soluciones posibles:

- Aceptar el riesgo de la falla
 - Instalar unidades redundantes
 - Definir actividades de Mantenimiento Preventivo
 - Programar actividades de Mantenimiento Predictivo
 - Proponer rediseño del sistema
- **Aceptación del riesgo de la falla.** Cuando no resulta viable por razones de prioridad, costos y variabilidad de las frecuencias de falla, aplicar tareas de Mantenimiento preventivo, se asume el riesgo de la falla y se estudia la posibilidad de realizar un monitoreo constante del sistema, subsistema o componente.
 - **Instalación de unidad redundante** Consiste en proveer al sistema de un equipo alternativo, el cual se ponga en marcha en caso de falla de alguno de los componentes y realice un reemplazo temporal. Ampliamente aplicado en mantenimiento industrial. *No aplica en equipos automotrices, debido a que los componentes principales de los vehículos son unitarios y no es común el contar con componentes o subsistemas de emergencia*
 - **Tareas de mantenimiento preventivo** Ampliamente usado en el campo automotriz. Estas consisten básicamente en revisiones antes de la salida de cada equipo y durante periodos determinados por el kilometraje y recomendados en su gran mayoría por el fabricante del vehículo.

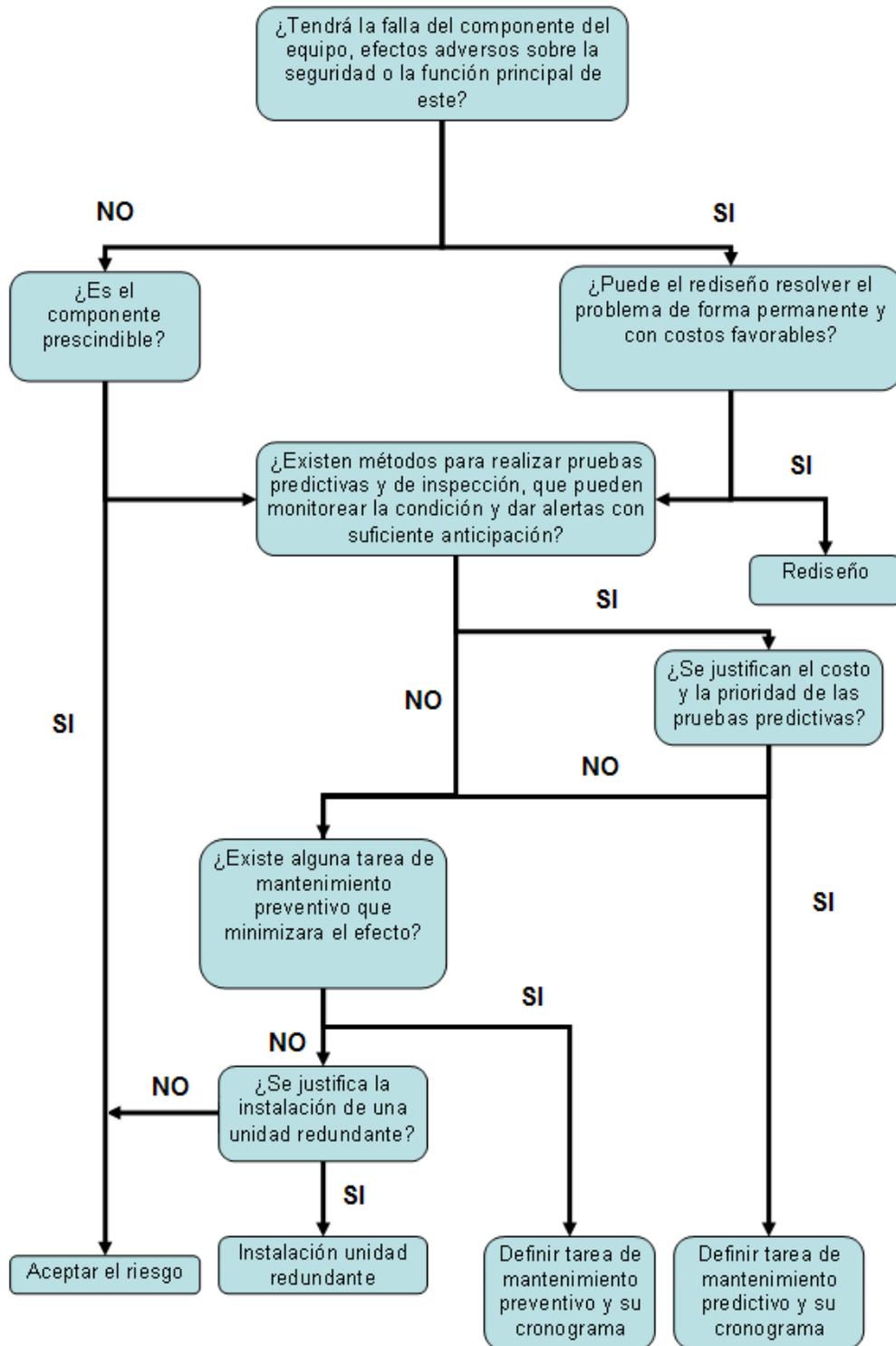
- **Tareas de mantenimiento Predictivo** Es común en el mantenimiento industrial hacerse de métodos de predicción de fallas, como los análisis de vibraciones, análisis termográficos, ensayos de tintas penetrantes, etc. En el mantenimiento automotriz, las herramientas más poderosas son las alarmas dispuestas en el tablero de control del vehículo que permiten un monitoreo constante del equipo, la inspección diaria del vehículo (que también puede ser tomada como una rutina preventiva) y el **análisis de aceite usado**.
- **Rediseño del sistema** Por lo general aplicado en mantenimiento industrial, específicamente en el movimiento de fluidos, este tipo de propuesta, hace modificaciones de forma y funcionamiento en el sistema, las cuales son meritorias a través de los análisis de costos. En el mantenimiento vehicular, es posible aplicar esta propuesta haciéndole llegar a los proveedores de vehículos, las apreciaciones que uno tiene de sus productos y de igual forma, cuando se tiene la opción de escoger las marcas de los componentes del vehículo como el motor, la caja, los filtros, etc., se puede diseñar una configuración óptima, con componentes durables, mayores periodos de mantenimiento preventivo y mejor desempeño⁹.

Para el caso particular de este trabajo, se levantó un compendio de actividades o plan de mantenimiento, por lo tanto se hallaron tareas preventivas y predictivas, pues no se pretendía rediseñar o cambiar ningún componente de los sistemas. En ciertos casos es necesario aceptar el riesgo de falla y monitorear y llevar a cabo un seguimiento de componentes clave. Para el caso de que sea un vehículo que falle o sufra una avería no prevista, es trabajo del departamento de operaciones efectuar los cambios necesarios.

El diagrama de razonamiento el cual permite tomar las decisiones adecuadas basándose en los resultados de los indicadores de desempeño, se muestra en la figura 10. Posteriormente figura la tabla de los indicadores aplicada a toda la flota articulada de INTEGRA S.A.:

⁹ MONTILLA, Carlos A. Notas de clase, curso de Mantenimiento Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira. Julio. 2010.

Figura 10. Diagrama lógico de toma de decisiones



Fuente: apuntes de clase del ing. Carlos Montilla [9].

2.10 TABLEROS DE CONTROL:

Es un cronograma anual con divisiones semanales generalmente y con duración corrientemente de un año. Veamos un pequeño ejemplo:

Atendiendo a las frecuencias para cada equipo, se escriben (de forma provisional) los códigos de los requerimientos L, E, C y M., en las columnas de las semanas correspondientes.

Es de anotar que por ejemplo el requerimiento L010 (cambio aceite motor y filtros) puede servir para varias máquinas pero tener diferentes frecuencias de ejecución. Por este motivo los instructivos no deben llevar escrito a qué máquinas se van a aplicar ni con qué frecuencia. Sólo en el software de administración de mantenimiento (INFOMANTE) se sabe a qué equipo o equipos se le practica determinado instructivo y con qué frecuencia.

Después de llenar el tablero de control de todos los requerimientos, las semanas quedarán desbalanceadas, El balanceo se hace por tanteo y se busca que la carga máxima y la mínima estén separadas solo un $\pm 10\%$. Esta actividad es laboriosa y larga. Se debe tener en cuenta que cuando un requerimiento se "corre" hacia la derecha se está aplazando su ejecución y si se mueve para la izquierda se está anticipando.

Es de anotar que los instructivos deben correrse a izquierda o derecha lo mínimo posible, preferiblemente solamente una semana, lo que retardaría o adelantaría una acción de mantenimiento sólo este lapso. Es preferible que al mover un instructivo este "empuje" otros (como un tren) hacia los lados.

El balanceo tiene como fin garantizar una carga de trabajo más o menos constante semana a semana, tanto en lubricación como en electricidad, en carrocería y en mecánica. Cabe preguntarse por qué es necesario el balanceo: imaginémosnos qué sucedería donde se tuvieran muchos minutos de trabajo para una semana dada, y a la siguiente pocos. Una de estas dos situaciones tendrían que darse: si se tiene el personal suficiente para la carga de trabajo "grande", entonces a la semana siguiente habría personal descargado u ocioso (con los peligros que esto conlleva). Y si se tiene personal suficiente para la semana "descargada" a la siguiente se debería tener horas extras o contratar personal adicional. Estos inconvenientes se obvian, balanceando el tablero.

Tableros auxiliares:

Son las Rutinas semanal y diaria. Es obvio que si un instructivo se debe practicar sistemáticamente todas las semanas, no sería conveniente ni estético ponerlo en todos las "celdas" de una línea en el tablero de control.

No se debe entonces poner allí, sino en la "Rutina diaria", que es un cronograma muy parecido al tablero de control, pero que en las abscisas en vez de las semanas del año, tiene las horas del día, similar a un horario de clases.

Como se dijo anteriormente, después de que llenemos el Tablero de Control y las Rutinas Diarias, lógicamente estarán desbalanceados y por lo tanto debemos proceder a su adecuado balanceo. Es de anotar que para los instructivos del Tablero de Control y las Rutinas periódicas, deben generarse Órdenes de Trabajo. No así para la Rutina Diaria, pues su sistema de aplicación de todos los días, la convierte en una verdadera rutina de trabajo para los operarios y entonces es suficiente fijarla en un sitio visible¹⁰.

¹⁰ Mantenimiento industrial, Ing Humberto Herrera [5]

2.11 SOFTWARE PARA ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO:

Para el caso particular de la compañía Integra S.A. se ha llevado a cabo una licitación de herramientas informáticas para la administración del mantenimiento entre varias opciones, con fines de optimizar recursos por la vía de la mantenibilidad de los recursos, aprovechando la trazabilidad que posibilita el manejo digital de la información derivada del mantenimiento. De dicha licitación se tomó la decisión de adoptar el sistema “INFOMANTE ®”.

2.11.1 Taxonomía de activos: Método a través del cual se ordenan los activos en un sistema de clasificación, determinando las relaciones de parentesco, o relaciones jerárquicas entre los activos y su ubicación en una empresa en los siguientes niveles (pondremos un ejemplo para ilustrar el manejo que se le dio a la compañía durante el último año):

- **Compañías:** INTEGRA S.A.
- **Áreas operativas:** Departamento de mantenimiento
- **Sistemas:** Flota articulada
- **Activos Padre:** Vehículo MI-053
- **Componente Mayor:** Caja de dirección.
- **Componentes:** Rodamientos de timón

2.11.2 Análisis de Criticidad: Es la herramienta que permite establecer niveles jerárquicos en sistemas, equipos y componentes en función del impacto global que generan, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones centrándose en los conceptos de evaluación alrededor del desempeño de los activos.

2.11.3. Plan de Mantenimiento: Automatiza la generación de actividades de mantenimiento de forma cronológica, y permite obtener reportes de la programación de trabajos sistemáticos como rutinas de inspección, lubricación e intervenciones periódicas.

El plan de mantenimiento es una herramienta fundamental en la gestión mantenimiento, ya que permite programar las tareas de forma detallada, organizada y ordenada. INFOMANTE (R) permite modificaciones que lo ajustan al funcionamiento real de los activos:

- Adición de nuevas actividades.
- Modificación en fechas de intervención.
- Reprogramación de actividades.
- Cambio de frecuencias en la intervención de los activos.
- Actualización de costos en los recursos empleados.
- Retiros de equipos obsoletos o inactivos y actividades que ya no son ejecutadas.
- Desplazamiento.

2.11.4. Indicadores de gestión: Además de los indicadores de control, como el cumplimiento del plan de mantenimiento, la programación y la planeación de intervenciones, entre otros; Infomante® permite el ingreso de la información del tiempo disponible y de paro de los activos, dando la oportunidad de calcular y analizar indicadores de mucha importancia como lo son:

- Efectividad
- Disponibilidad
- Confiabilidad: Tiempo medio entre fallas (MTBF)
- Mantenibilidad: Tiempo medio para reparar (MTTR)

2.11.5. Identificación del trabajo: Permite el ingreso de solicitudes de trabajo, requeridas por los usuarios de los servicios de mantenimiento. Los solicitantes tienen la posibilidad de verificar el estado de sus solicitudes y las acciones que se están desarrollando.

2.11.6. Planeación y programación: Con base en las solicitudes de trabajo o en el plan de mantenimiento adoptado, se generan las órdenes de trabajo que van a ser planeadas y ejecutadas.

Permite realizar la estimación de las tareas y recursos que se requieren para realizar un trabajo. Los recursos planeados son repuestos, materiales, mano de obra, herramientas y servicios.

INFOMANTE ® permite el control detallado de las intervenciones de mantenimiento basado en el esquema actividad - tarea - procedimiento - recursos (qué - cómo - cuándo - con qué - con quién).

- Generar las requisiciones de repuestos / materiales desde la orden de trabajo
- Priorizar y asignar la ejecución de los trabajos

3. CONCLUSIONES

A partir del trabajo realizado a cabo en la empresa INTEGRAL S.A. se logró llegar a las siguientes conclusiones:

- Con la ayuda de algunas herramientas de análisis propuestas en la teoría del RCM se ha logrado diseñar un plan maestro de mantenimiento para la flota articulada del operador de transporte masivo INTEGRAL S.A.
- Usando la metodología propuesta por el RCM, se logró hacer una *matriz de requerimientos* en la cual se desglosan parte por parte los diferentes sistemas en componentes, esto para visualizar las posibles fallas y determinar los requerimientos específicos para cada uno de dichos componentes.
- Aplicando la *matriz de requerimientos* es posible analizar en los vehículos sus componentes, modos de falla, causas y consecuencias principales, los efectos finales que percibe el usuario y por último, de haberla, una manera de evitar dichas fallas con el uso de medidas preventivas.
- Se logró determinar por medio del análisis *AMEF* realizado a los vehículos, el *número de prioridad de riesgo NPR* de cada uno de sus componentes, y por medio de este, detectar los subsistemas más críticos.
- Subsistemas como el de suspensión, de frenos y el de dirección, demostraron ser los más críticos pero también se pudieron determinar las medidas preventivas necesarias para aminorar el desgaste y evitar las potenciales fallas, lo cual es el objetivo del mantenimiento preventivo.
- Los subsistemas neumático y de carrocería resultaron ser los de menor criticidad, motivo por el cual los requerimientos de mantenimiento son preventivo y proactivo son mucho menores. No obstante, se diseñó también para estos una serie de rutinas con las cuales se pretende compilar las tareas de mantenimiento más adecuadas.
- Para cada uno de los sistemas se determinó una serie de acciones preventivas de mantenimiento, éstas se compilaron y clasificaron y codificaron según su

naturaleza en *Rutinas* o paquetes de actividades, a las cuales se les asignó una frecuencia de aplicación.

- No todas quedaron enmarcadas en una rutina, también quedaron algunas como actividades aisladas con el fin de que se puedan realizar aun cuando no se vaya a aplicar el mantenimiento completo, se trata de tareas que comprometen componentes de muy alta criticidad y cuya intervención periódica es imperativa, tal es el caso de la lubricación de partes como el motor o la caja de dirección.
- El material entregado en el apartado de instructivos queda a disposición de la empresa, esto le servirá para el adiestramiento del personal nuevo en el departamento de mantenimiento, y para el conocimiento general de cualquier interesado en el tema.
- Los formatos propuestos para las O.T. en la correspondiente unidad, serán de gran ayuda para la comunicación entre el personal administrativo y técnico del departamento de mantenimiento, puesto que allí se muestran de forma clara datos como las actividades que se deben llevar a cabo, el técnico a quien van dirigidas, el equipo al que deben ser aplicada, la fecha, entre otros.
- Se llevó a cabo un análisis de los diferentes *indicadores de gestión*, dando como resultado una serie de medidas cuantitativas correspondientes a la disponibilidad confiabilidad y mantenibilidad de la flota en general. Dichos datos servirán como punto de comparación para el futuro análisis y comparación con un punto anterior a la aplicación del plan de mantenimiento propuesto en el presente trabajo.
- Siguiendo las indicaciones encontradas en la teoría del RCM, se distribuyeron las actividades en un calendario anual, buscando la menor cantidad de postergaciones o anticipaciones de las tareas y rutinas, con el fin de optimizar el tiempo sin necesidad de sobrecargar algunas semanas o dejar otras con pocas actividades programadas.
- Una muy buena forma de dar un manejo eficiente al mantenimiento en una compañía como INTEGRA S.A. y aumentar la mantenibilidad de su flota, es utilizando un software especializado, puesto que de esta manera se simplifica la organización y manejo de datos de actividades y rutinas de mantenimiento, ordenes de trabajo tales como fechas, técnicos encargados, además de datos

generales de la flota como tiempos perdidos, estado actual, y datos del personal como eficiencia, tiempos de ocio, tiempos perdidos, horas hombre entre otros.

- Debido a los cambios culturales que conlleva el RCM, es de esperar que durante su implementación se tengan varios obstáculos, así que se debe estar preparado para situaciones como las siguientes:
 - Gerencia con temor al cambio de costumbres de mantenimiento, por lo regular debido al desconocimiento.
 - No existe espíritu de innovación tanto en las labores de mantenimiento como de operaciones, se piensa que todavía se siguen haciendo bien las cosas, pues el manejo acostumbrado es diferente.
 - Selección inadecuada de equipos y herramienta o mala utilización de los mismos.
 - Diferencias entre los equipos técnico y administrativo de mantenimiento, no se da paso a un cambio a una moderna administración, principalmente por el miedo al cambio y a las costumbres adquiridas por tradición.
 - Falta de claridad conceptual en cuanto a los tres parámetros básicos del mantenimiento: confiabilidad. mantenibilidad y disponibilidad.
 - La falta de disponibilidad por parte del personal en registrar la información de forma organizada y correcta.
 - La necesidad de contratar personal nuevo o capacitar el existente en nuevas técnicas informáticas.

- Es importante tener en cuenta que de las diferentes actividades de las que se vale el RCM, las cuales son propuestas desde los cinco distintos mantenimientos. Solo se proponen en este trabajo tareas que se clasifican dentro de estos tres:
 - Mantenimiento Proactivo.
 - Mantenimiento Predictivo.
 - Mantenimiento Preventivo.

- El resultado final de implementar las correcciones que proponen las metodologías adecuadamente, será una gestión de mantenimiento satisfactoria tanto para la empresa como para los usuarios y en general para la comunidad, cumpliendo con las necesidades y requerimientos deseados.

4. RECOMENDACIONES:

- El uso del RCM requiere ciertas modificaciones en el área gerencial ya que se trata de una innovación que requiere crear nuevas áreas competitivas, puesto que para la administración y gestión eficientes del proceso se requiere implementar tecnologías informáticas y medios computacionales con el fin de automatizar tanto como sea posible el proceso y de dar un manejo controlado reduciendo el riesgo de error, y de esta manera mejorando la trazabilidad de la gestión de mantenimiento.
- En la tarjeta maestra deben figurar claramente las cantidades de los líquidos y las especificaciones tanto de chasis como de carrocería. Por tanto se propone la utilización del formato de tarjeta muestra que se entrega en el presente trabajo,
- Por medio de la metodología que propone la teoría de RCM, es posible identificar las políticas de mantenimiento útiles para garantizar el cumplimiento de los estándares requeridos por los procesos del departamento de operaciones. Dicha metodología consiste en la revisión sistemática de las funciones que conforman un proceso determinado, sus entradas y salidas, los modos en los que puedan dejar de cumplirse tales funciones, las causas y consecuencias de las fallas funcionales, y en últimas, las actividades de mantenimiento óptimas para cada situación (correctivo, preventivo. etc.) en función de los requerimientos del departamento de operaciones.
- Se recomienda que una vez hayan sido estudiados los diferentes factores de falla se debe continuar con la selección de las tareas de mantenimiento, lo cual se realiza tomando en cuenta las posibles consecuencias producidas por cada modo de falla a través de un proceso estructurado de preguntas contenidas en un árbol lógico de decisión.
- Por ser el transporte público un servicio en el cual se cuenta con un determinado número de clientes o usuarios, y ampliar el mercado no es posible pues éste depende de la densidad demográfica de la ciudad. La única ventaja sustancial sobre la competencia surge de la capacidad de aprender más rápidamente que ésta y aplicar el conocimiento en todas sus actividades organizacionales e individuales, llevando dichos conocimientos a sus servicios.

- La administración de la compañía Integra S.A. debe desarrollar nuevas formas de fortalecer y renovar las bases del conocimiento organizacional, orientado a crear competencias claves como lo son la gestión de nuevos proyectos y filosofías de mantenimiento.
- En función de la confiabilidad varias capacitaciones tendrán que hacerse ya que si el personal técnico y administrativo no conocen bien sus tareas no sabrán como ejecutarlas. El entrenamiento debe ser puesto en manos tan expertas como sea posible para que el conocimiento sea llevado al personal adecuadamente.
- La gestión de mantenimiento en la compañía debe estar encaminada a tratar los siguientes puntos:
 - Calidad en el servicio.
 - Reducción de costos.
 - Modernización.

Si se enfoca la administración de mantenimiento en estos tres aspectos se podrá contar con una gestión dinámica y eficiente del proceso.

- El RCM suele hacer parte fundamental de las organizaciones que basan su éxito en el mejoramiento continuo de su personal, llegando a ser una herramienta de gran ayuda en el proceso de gestión y evaluación de tareas y actividades dentro de la organización.
- La gestión de mantenimiento no se debe valer de una sola filosofía o técnica sino que por el contrario se deben combinar varias filosofías y tipos de mantenimiento como lo son:
 - Mantenimiento Proactivo.
 - Mantenimiento Predictivo.
 - Mantenimiento Clase Mundial. Mantenimiento Integral Logístico.
- El constante cambio del mercado y en las necesidades de los clientes no permite desarrollar un algoritmo único para competir con agilidad, sin

embargo, se deben considerar ciertos factores clave para medir el impacto de la agilidad en la organización:

- Proporcionar garantías de seguridad a los usuarios.
- Velar por la seguridad e integridad del personal de INTEGRA S.A
- Apoyo y diálogo continuos con los usuarios.
- Comunicación e información dentro de la organización.
- Trabajo en equipo y cooperación entre los diferentes departamentos.
- Mejoramiento y cambio continuo
- Operaciones rápidas y eficientes
- Educación y entrenamiento continuos tanto al personal técnico como al administrativo.
- Alto flujo de información y de alta calidad.
- Sistemas de información distribuidos y accesibles a todo el personal.
- Integración empresarial, de la gerencia con sus distintas dependencias.
- Alta confiabilidad en las máquinas y mantenimientos mediante una clara comunicación.
- Sistemas de evaluación de desempeño
- Altos estándares de disponibilidad de flota. ¹¹

¹¹ Basado en “Mantenimiento Centrado En Confiabilidad Para La Empresa Metalmecánica En La Industria Ecuatoriana De Artefactos ECASA” [8].

BIBLIOGRAFÍA

- [1] HERGUEDAS, Antonio Sánchez, Ingeniería del mantenimiento, 1ra ed. Sevilla. España. Editorial ETESAP, 2004. 235 p
- [2] DESHPANDE, V.S., MODAK, J.P. Application of RCM for safety considerations in a steel plant. Version 1.0, India: Department of Mechanical Engineering, P.C.E&A, Nagpur University, Nagpur, Maharashtra 440 019, 2001. 459 p.
- [3] ÁVILA CÁRDENAS, Jaime Andrés y GUTIÉRREZ FRANCO, Sebastián. Elaboración y sistematización de un plan de mantenimiento preventivo para la planta de producción de FLEXCO. Trabajo de grado. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, facultad de ingeniería mecánica, 2011. 104 p
- [4] Volvo Car Corporation TP 11794 (Spanish). AT1000. Suecia, Goteborg 2010. Copyright (c) 2000-2010 Volvo Car Corporation
- [5] HERRERA SÁNCHEZ, Humberto. Mantenimiento industrial, Universidad Tecnológica De Pereira, facultad de ingeniería mecánica, Pereira, Risaralda, Colombia, enero de 2006
- [6] Módulos Infom@nte - Soporte y Cía. SAS, Bogotá, Colombia. [<http://www.soporteycia.com/infomnte-13/modulos-infomnte>] [Consulta: 01 de agosto 2013]
- [7] VELA CHICAIZA, Bolívar. PEÑAFIEL ECHEVERRIA Edgar Alexander. Propuesta De Implantación Del Modelo: "Mantenimiento Centrado En Confiabilidad Para La Empresa Metalmecánica En La Industria Ecuatoriana De Artefactos ECASA". Escuela Politécnica Nacional (Ecuador). Escuela de Ciencias. Proyecto Previo A La Obtención Del Título De Ingeniero En Administración De Procesos. Quito, Abril -2004
- [8] [Página oficial del operador de transporte masivo INTEGRA S.A. http://www.integra.com.co/es/ipaginas/ver/G227/86/historia_integra_sa/#sthash.MPcZtAvl.dpuf] [Consulta: 20 de noviembre 2013]

[9] MONTILLA MONTAÑA, Carlos A. Notas de clase, curso de Mantenimiento Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Risaralda, Colombia, Julio. 2010.

ANEXO 1
NORMA NTC 1486 SEXTA ACTUALIZACIÓN

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA - NTC 1486

Sexta actualización - 2008.

Documentación, Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación.

INTRODUCCIÓN

El centro de documentación de Ingeniería ha realizado este instructivo con el fin de orientar a la comunidad educativa en la aplicación de las normas ICONTEC en la presentación de trabajos escritos y de grado.

Es importante, que nuestra Facultad se destaque en la aplicación de estas normas, ya que en todas las presentaciones de trabajos escritos, se requiere un lenguaje normalizado y profesional adecuado en el área.

¿Cuáles son los nuevos cambios en la normas ICONTEC (Sexta Actualización) del 2008?

La anterior versión no permitía que se imprimiera por lado y lado. Se usaba solo una cara de la hoja. Pero, el ICONTEC, en esta nueva versión, vio la necesidad de optimizar el papel.

Si el documento se va a imprimir por ambas caras, sus márgenes deben ser simétricas a 3 centímetros.

El título de cada capítulo debe comenzar en una hoja independiente, a 3 centímetros del borde superior.

El texto debe llegar hasta la margen inferior establecida. Se debe evitar títulos o subtítulos solos al final de la página o renglones sueltos.

En esta versión, habla de referencias que no estaban consideradas como patentes, normas legales y otro tipo de fuentes documentales. Todas se unifican en una sola directriz de referencias bibliográficas, con un uso más sencillo y claro. Además, trae más ejemplos

La norma NTC 1486, establece las reglas para la presentación de un trabajo escrito, cualquiera que sea su nivel de profundidad. Algunos de los trabajos que se pueden ejecutar bajo las pautas de presentación de esta norma son:

- Trabajos de introducción a la investigación
- Trabajo de grado
- Trabajo de investigación profesional
- Ensayo
- Monografía
- Tesis
- Informe científico y técnico
- Otros del mismo tipo

1. GENERALIDADES

- Se debe utilizar papel tamaño carta de color blanco, opaco, de buena calidad para facilitar la lectura. Para facilitar la impresión por ambas caras se recomienda usar un gramaje de papel más alto que el usual.
- Si el documento se va a imprimir por ambas caras, las márgenes deben ser todas de 3 cm y su impresión se realiza a partir de la página de contenido.

Las márgenes deben ser:

Superior: 3 cm. (4 cm. título)

Izquierdo: 4 cm.

Derecho: 2 cm.

Inferior: 3 cm.

Número de página a 2 cm. y centrado

- Cada capítulo comienza en una hoja independiente y el título debe ir centrado.
- El trabajo se escribe a una interlinea sencilla y después de punto aparte a dos interlíneas sencillas, cuando es punto seguido se deja un espacio.
- La redacción es impersonal y genérica.
- La numeración de las hojas debe hacerse en números arábigos, centrada y en forma consecutiva a partir de la introducción. La cubierta y la portada no se numeran pero si se cuentan, por lo tanto la numeración se debe iniciar en 3.

- Fuente y tipo de letra, se sugiere Arial 12.
- Para trabajos muy extensos se recomienda publicar más de un volumen. La numeración puede ser consecutiva o independiente. Cada tomo debe empezar con un capítulo y no debe exceder las 200 páginas.

Todo trabajo escrito está conformado por: preliminares, texto o cuerpo y complementarios.

2. Preliminares

Partes que anteceden al cuerpo

- Tapa o pasta: son las láminas de cartón, plástico u otros materiales que protegen el trabajo, encuadernado, anillado o empastado. La tapa o pasta puede llevar información o ilustración o ambas.
- Guardas: Son las hojas en blanco puestas entre las tapas o pastas, al principio y al final del documento (son opcionales).
- Cubierta: Esta página es opcional, contiene los mismos datos que la pasta y conserva la misma distribución.
- Portada: Es la página informativa del documento y proporciona los datos que permiten identificarlo. Incluye el título, el subtítulo (si lo hay), el nombre de el (los) autor(es), el tipo de trabajo realizado (tesis, monografía, trabajo, informe, etc.) y el nombre y título académico del director o asesor del trabajo. Estos elementos deben estar centrados en la página y a una distancia equidistante.
- Página de aceptación: En esta página se registran las firmas de los jurados que participan en la revisión, sustentación y aprobación del trabajo. También incluye la ciudad y fecha de entrega del trabajo.
- Página de dedicatoria: Su uso es opcional. En ella el autor o autores del trabajo, dedican su trabajo en forma especial a personas o entidades.
- Se conservan los márgenes de las demás páginas preliminares.

- **Página de agradecimientos:** Es una página opcional. En ella el autor(es) agradece(n) a las personas o instituciones que colaboraron en la realización del trabajo. Deben aparecer los nombres completos, los cargos y su aporte al trabajo.
- **Contenido:** Esta página es obligatoria. En ella aparecen los títulos de las divisiones y subdivisiones del trabajo, así como los materiales complementarios como índices, glosarios, bibliografías y anexos. Estos deben ir en el orden en que aparecen y con el número de página en que se encuentran.
- **Listas especiales:** Son obligatorias. En ellas deben aparecer los títulos de las ilustraciones, gráficos, tablas, anexos, abreviaturas, etc. que hacen parte del trabajo. Su esquema es igual al de la tabla de contenido.
- **Glosario:** Es la lista alfabética de los términos usados en el trabajo, con sus correspondientes definiciones. Los términos deben escribirse en mayúscula sostenida seguidos por dos puntos y a continuación la definición. Entre término y término se debe dejar un espacio interlineal.
- **Resumen:** Su uso es obligatorio. Consiste en la presentación abreviada y clara del contenido del documento. Para las monografías y ensayos se recomienda un resumen de máximo 250 palabras. En trabajos muy extensos, el resumen debe ser de máximo 500 palabras. Al final del resumen se deben poner en mayúscula las palabras claves que permitan recuperar la información.

3. TEXTO O CUERPO

Parte central donde se desarrolla el tema.

- **Introducción:** Esta es obligatoria. En ella el autor presenta el documento, explica porque es importante, cuáles son los antecedentes del trabajo, los objetivos, el alcance, la metodología empleada y la aplicación en el área del conocimiento. No debe confundirse con el resumen, ni contener un recuento detallado de la teoría, el método o los resultados, como tampoco anticipar las conclusiones y recomendaciones.

- **Capítulos:** Son las principales divisiones del trabajo. En estos, se desarrolla el tema del documento. Cada capítulo debe corresponder a uno de los temas o aspectos tratados en el documento y por tanto debe llevar un título que indique el contenido del capítulo.
- **Conclusiones:** Esta página es obligatoria. En ella se presentan en forma ordenada y clara los resultados de la investigación. No se deben confundir con las recomendaciones.
- **Recomendaciones:** Cuando estas sean necesarias, se ubican después de las conclusiones, en un capítulo aparte.

En algunas ocasiones, las conclusiones y recomendaciones de un trabajo pueden presentarse como un texto con características argumentativas, resultado de una reflexión acerca del trabajo de investigación.

4. COMPLEMENTARIOS

Material que complementa o adiciona al escrito

- **Bibliografía:** Es el listado completo de los materiales consultados por el investigador para documentar su trabajo. Es obligatorio incluirla.

Las bibliografías se escriben según el modelo (la entrada principal será el autor. Se escribe primero los APELLIDOS en mayúsculas fijas, nombre son mayúscula inicial. Título, ciudad de edición, editorial, año de publicación y número de páginas).

Ejemplos:

- Libros:

APELLIDO (S), Nombre. Título: Subtítulo. Número de edición (diferente a la primera). Ciudad de publicación: editorial, año de publicación. Paginación (serie)

LOPEZ CASTAÑO. Hugo. El comportamiento de la oferta. Bogota: escala, 2000. 129p.

- Artículo de Periódico:

APELLIDO (S), Nombre. Nombre del artículo. En: nombre del periódico. Ciudad: (fecha de publicación), Pagina.

CARVAJAL CRESPO. Tobías. Los años que se fueron. En: El espectador. Bogota: (16 sept, 2003), P.2c.

- Artículo Web:

APELLIDO, Nombre. Título. {En línea}. Fecha. {Fecha de consulta}. Disponible en...

MARQUEZ DE MELO, José “Comunicación e integración latinoamericana: El papel de ALAIC”. {En línea}. {10 julio de 2008} disponible en: (www.mty.itsem.mx/externos/alaic/texto1html).

- Tesis:

APELLIDO, Nombre. Título. Ciudad, año, páginas. Trabajo de grado (titulo). Universidad. Facultad. Departamento.

BERRQUET MARIMON, Félix. Experiencia de iniciaciones cultura investigativa con estudiantes de pregrado desde un semillero de investigación. Medellín, 2007, 117p. Trabajo de investigación (magíster en educación con énfasis en pedagogía y diversidad cultural). Universidad de Pamplona. Facultad de educación.

- Artículo de revista:

APELLIDO, Nombre. Título del artículo. En: Nombre de la revista. Vol., No (mes abreviado, año); Pág.

FLECHA, Ramón. H. Giroux o la solidaridad. En: Cuadernos de pedagogía. Vol.; 2. No 198 (Ago-Sep.1991); p. 15-20.

- Un autor institucional:

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION.
Compendio, tesis y otros trabajos de grado. Quinta Actualización. Bogota.
ICONTEC, 2002.

- Bibliografía complementaria: Es el listado de documentos que se relacionan con el tema, pero que no fueron consultados para la elaboración del trabajo y pueden servir como fuentes de información para ampliar el tema. Se organiza de la misma forma que la bibliografía principal.
- Índices: La inclusión de índices es opcional. Éstos son listas detalladas y especializadas de los términos, nombres, autores, temas, etc. que aparecen en el trabajo. Sirven para facilitar su localización en el texto.
- Los índices pueden ser alfabéticos, cronológicos, numéricos, analíticos, entre otros. Luego de cada palabra, término, etc. se pone coma y el número de la página donde aparece esta información.
- Anexos: Documentos o elementos que complementan el cuerpo del trabajo y que se relacionan, directa o indirectamente, con la investigación, tales como acetatos o cd.

5. CITAS

- Elaboración de citas

Una cita textual de menos de cinco renglones se inserta dentro el texto entre comillas y el número al final.

Ejemplo:

Ander Eqq nos presenta la siguiente definición: “Es un procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico que permite descubrir nuevos hechos o datos, relaciones o leyes en cualquier campo del conocimiento humano” 1.

1. ANDER, Egg. Técnicas de investigación social. Buenos Aires: Humanitas, 1969.

p.28.

Cuando una cita ocupa más de cinco renglones (Extensa) aparece como una inserción en el texto y se deja una sangría de cuatro espacios que se conserva

hasta el final. Cuando en la misma obra se cite más de una vez el mismo autor, no se repite se utiliza el *Ibíd.* “en el mismo lugar”.

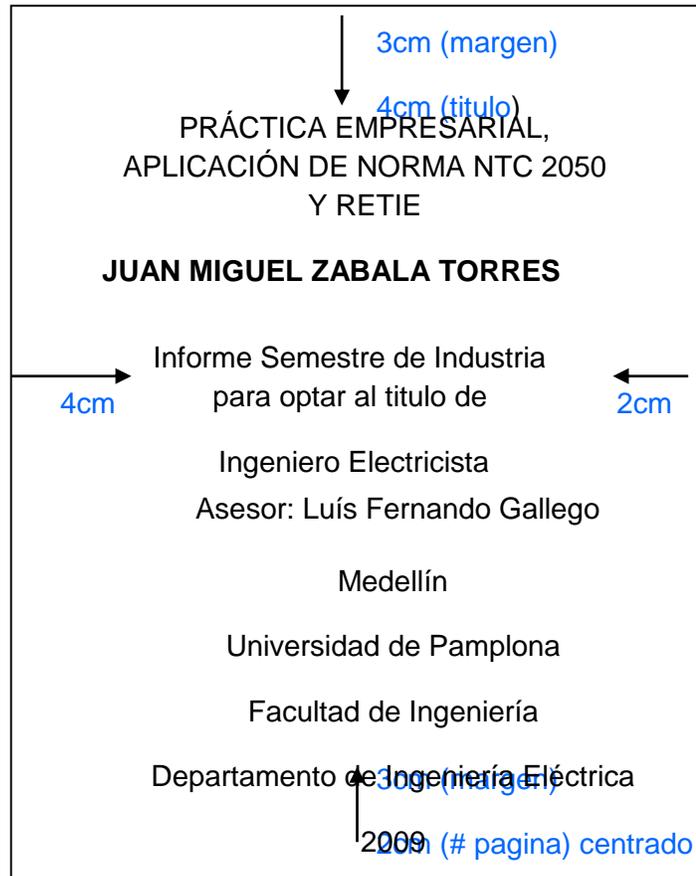
1. ANDER, Egg. Técnicas de investigación social. Buenos Aires: Humanitas, 1969. p. 28.
2. *Ibíd.*, p.90

Cuando sea necesario citar la obra de un autor ya citado anteriormente en forma completa se utiliza la abreviatura *op. cit.*

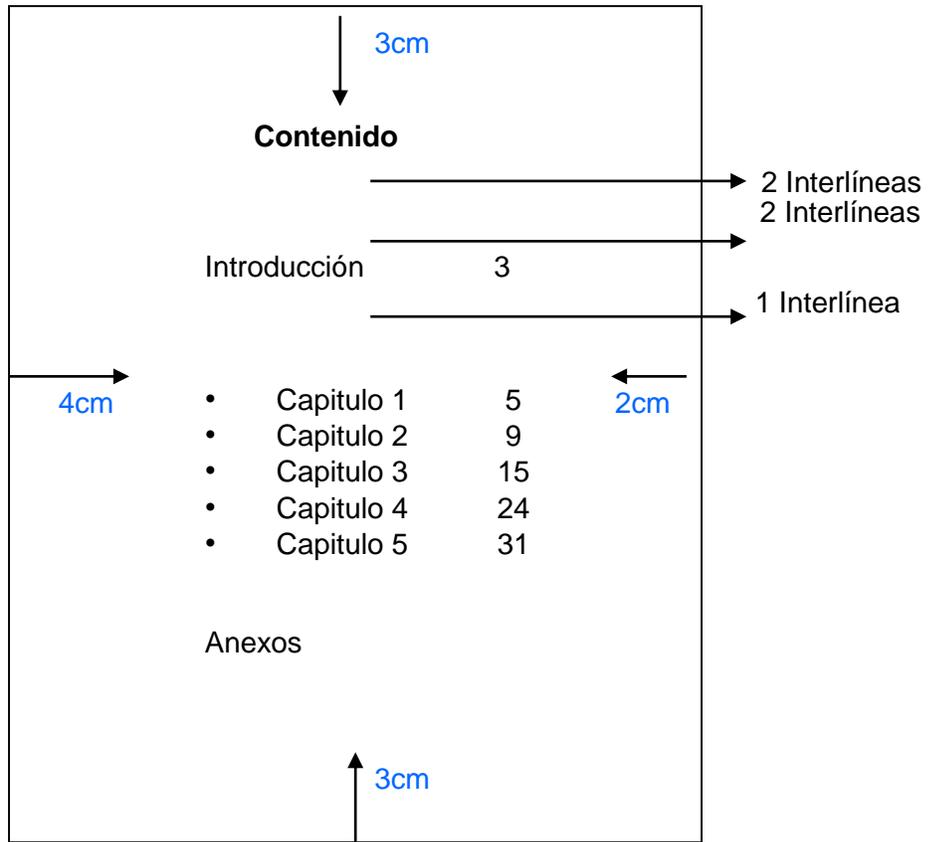
1. ANDER, Egg. Técnicas de investigación social. Buenos Aires: Humanitas, 1969. p. 28.
2. MABBET, Terry. Fruta chilena: Un éxito fenomenal. En: agricultura de las américas. Nueva York. Vol.4, No 1 (ene-feb. 1994). P.5.
3. ANDER, *op. cit*, p.90

6. EJEMPLO DE PORTADA Y PAGINA DE CONTENIDO

PORTADA



PAGINA DE CONTENIDOS



INSTRUCTIVOS

ANEXO 2

Tiempo: 30 min

Material necesario:

- Cuñas para las ruedas
- Trinquete de 1/2 pulgada
- Juego de tubos de 1/2-pulgada
- Linterna

Para ejecutar la tensión de frenos:

1. Coloque el vehículo sobre una superficie plana y aplique los frenos de aire halando la perilla del freno de aire. Deje el motor en marcha.
2. Salga del vehículo y coloque las cuñas de las ruedas adelante y atrás de las ruedas traseras.
3. Libere los frenos de aire, empujando la perilla hacia adentro.
4. Deslícese debajo de la parte trasera del vehículo y localice los dos tensores de ajuste en cada lado del eje respectivo. Los tensores de ajuste tienen una leva S que se extiende hacia afuera del lado del ajustador de la parte posterior del cubo de la rueda.
5. Localice el tornillo de ajuste en el lado posterior del ajustador. Coloque un trinquete y un tubo en el tornillo de ajuste. Si el tornillo es de resorte, apriete en la cabeza de la llave para desbloquear y que pueda girar. Gire hacia la derecha para comprimir las zapatas de freno sobre la superficie interior de los tambores. Una vez que el perno deje de girar, las zapatas deben estar contra el interior de los tambores. Asegúrese que las zapatas estén completamente aplicadas al tambor.
6. Gire el tornillo de ajuste en sentido anti horario entre un giro de 1/4 y un 1/2 de vuelta para colocar las zapatas de freno a la distancia apropiada desde la superficie interior de los tambores. Siga este proceso de ajuste igual para ambos reguladores.

M087-ASEO DEL RADIADOR

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Anticongelante
- Recipiente
- una manguera con boquilla
- guantes
- cepillo suave
- agua con jabón
- lentes protectores
- contenedores con tapa
- trapo
- llaves
- desarmadores.

1. Con ayuda de un cepillo y agua con jabón limpie el radiador. Cuando la parrilla esté limpia, enjuague con una manguera hasta que todos los residuos hayan desaparecido.
2. Coloque el recipiente debajo de la fuga del elemento.
3. Selle la tapa del radiador con el refrigerante dentro.
4. Revise que las mangueras del radiador no contengan refrigerante, de ser así aplique agua en repetidas ocasiones hasta que de la manguera salga agua limpia.
5. Prepare el refrigerante. La mezcla ideal debe estar compuesta por un 50% de agua destilada y 50% de anticongelante.
6. Encienda el motor sin tapar el radiador y manténgalo así por 10 minutos. Esto es necesario para eliminar el aire que pudo haber entrado.
7. Finalmente limpie cualquier exceso que quede después del procedimiento.

L010-REVISIÓN DE NIVEL ACEITE MOTOR

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Destornillador dinamométrico de 1/4 de pulgada
 - Trapo limpio, sin pelusa
 - Aceite de propulsión mixto
 - Junta teórica de reemplazo
1. Desenrosque la varilla de medición, localizada en la parte superior del motor, con el destornillador dinamométrico. Retire la varilla y límpiela con un paño limpio y sin pelusa. Atornille la varilla en el agujero tanto como sea posible usando la mano solamente.
 2. Desenrosque la varilla de medición, retírela del propulsor de popa y observe la parte plana de la varilla: debe haber aceite presente en la parte plana de la varilla, pero no en la parte superior. El color del aceite en la varilla debe ser de color ámbar, sin una apariencia "lechosa" lo que significa que existe agua en el aceite. El aceite en la varilla no debe tener rastros de metal en ella, tampoco ambas condiciones son graves y requieren atención del distribuidor.
 3. Añada aceite al motor hasta que alcance la porción plana de la varilla de medición, vierta una pequeña cantidad de aceite a través del orificio de la varilla, luego introdúzcala nuevamente y revise el nivel de aceite en la varilla, después de cada llenada.
 4. Revise la junta tórica justo debajo de las roscas de la varilla y compruebe que no existan grietas, rasguños o cortes. Si el daño o desgaste aparece, sustituya la junta tórica por una nueva junta.
 5. Atornille nuevamente la varilla de medición en la parte superior del motor. Ajuste con el destornillador dinamométrico con una torsión mínima de 48 pulgadas-libra y un máximo de 72 pulgadas-libra.

M162-REVISIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Protección para los ojos y guantes
- Trapos limpios
- Llave inglesa ajustable
- Llave Allen grande

1. Revise todos los elementos de su sistema:

- En la barra de dirección los elementos que más se deterioran son los extremos de dirección, la cremallera de dirección y los bujes de guía de la barra.

- En la columna de dirección revise el piñón de dirección y los rodamientos.

- Compruebe que la presión de la bomba es la correcta y que no se producen fugas en el circuito.

2. Verifique con el vehículo en marcha que los elementos de la dirección funcionan correctamente. Ajuste la alineación de la dirección y equilibre los neumáticos si fuese necesario.

Para llevar a cabo una revisión de la Servo Bomba y la Caja de Dirección completar lo siguiente:

1. Revise la flecha de dirección, eslabón de arrastre y la barra de unión. Inspeccione el daño o el desgaste externo.
2. Revise el juego de las rótulas empujando y halando con las manos cada perno de bola.
3. Revise las fugas de la caja de dirección alrededor de las áreas de sellado y las conexiones hidráulicas. Inspeccione que los tornillos no estén flojos o fracturados en el marco a la caja, o en el marco al soporte y a la caja.
4. Revise el desgaste axial y radial del perno real.
5. Revise los daños al brazo Pitman. Revise que el tornillo de la flecha de sector no muestre señales de que esté flojo.

E050-REVISIÓN DEL REFRIGERANTE

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Protección para los ojos y guantes
- Trapos limpios
- Llave inglesa ajustable
- Llave Allen 17"

Revise la protección de congelación del refrigerante y el nivel de refrigerante (Revise el Nivel del SCA)

ADVERTENCIA

No quite el tapón del tanque de expansión de refrigerante mientras el motor y el radiador estén aún calientes. Puede escapar fluido y vapor bajo presión si el tapón se retira muy pronto.

CUIDADO

Asegúrese que el refrigerante no sea un producto de larga duración. El SCA no se puede agregar a este tipo de refrigerante.

1. Extraiga refrigerante para la prueba. Ajuste el refrigerante según sea necesario y cambie el filtro, si se necesita.
2. El nivel del aditivo de refrigerante complementario (SCA) queda entre 0.4 a 0.8 units/liter (1.5 y 3.0 SCA unidades/galón).
3. Vea la recomendación de cada fabricante de motor para obtener los intervalos de cambio de filtro y la recuperación del aditivo.

L030-REVISIÓN EL FLUIDO DE LA TRANSMISIÓN:

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Destornillador dinamométrico de 1/4 de pulgada
- Trapo limpio, sin pelusa
- Aceite de propulsión mixto
- Junta teórica de reemplazo

1 Limpie toda la suciedad de alrededor del extremo del tubo de llenado antes de sacar la bayoneta. No deje que la suciedad o materias extrañas entre a la transmisión. La suciedad o la materia extraña en el sistema hidráulico pueden provocar un desgaste indeseado a las partes de la transmisión, hacer que las válvulas se peguen y tapar los pasajes. Revisar el nivel del fluido. Aplique el siguiente procedimiento y registre el nivel en su bitácora de mantenimiento.

2 Siempre revise el nivel del fluido con el motor funcionando al menos dos veces. La consistencia es importante para mantener la exactitud de las lecturas. Si persisten las lecturas inconsistentes, revise el respiradero de la transmisión para asegurarse que esté limpio y destapado

M070-REVISIÓN DE BOMBONAS

Tiempo: 30 min

Revise el desgaste de los elementos y de las holguras entre sus puntos de amarre

Revise el circuito de alimentación, localizándose en los siguientes puntos:

1. Revise presión de aire en el calderín principal.
2. Revise que no haya fugas de aire por las canalizaciones o racores de unión.
3. Revise defectos del nivelador o regulador.
4. Revise pérdida de presión en los elementos neumáticos por falta de hermeticidad o agrietamiento en las paredes de su cuerpo elástico.

L040-REVISIÓN NIVEL DE ACEITE EN EL EJE DE MANDO DELANTERO

Tiempo: 30 min

Revise y Drene el Aceite

Revise el nivel de aceite a través del tapón superior. El aceite debe quedar a nivel con el barreno. Agregue aceite si es necesario.

Drene el aceite a través del tapón del fondo. Drene el aceite inmediatamente después de operar el vehículo, para que esté caliente.

¡Nota! También revise la ventilación del eje trasero por si está bloqueado. El bloqueo puede causar presión extrema en el eje y provocar fugas.

E013-REVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS LUCES

Tiempo: 30 min

Para llevar a cabo una revisión de funcionamiento de las luces externas llevar a cabo lo siguiente:

- 1 Revise el circuito, iluminación interna y externa del vehículo con sus conectores, fusibles y empalmes.
- 2 Revise que todas las lámparas estén en buenas condiciones apagando y encendiendo los interruptores y sus diferentes modalidades de iluminación.
- 3 Revise los puntos de sujeción y contactos a la vista para cerciorarse de que no haya ninguna suelta.

E026-MEDICIÓN SISTEMA DE CARGA

Materiales

Tiempo: 30 min

- Tester
- Destornillador
- Llave ajustable

1. Mida el voltaje de la batería en descanso, se hace sin nada prendido (sin luces, con las puertas cerradas, etc.). Tiene que marcar 12,7 voltios (entre 11,8 y 13,1 voltios también está bien.)

2. Con el motor prendido, el alternador carga la batería, brindando entre 13,5 y 14,5 voltios, lo que demuestra que el alternador y el regulador de voltaje están trabajando bien. Si tuviera menos de 13,5 voltios, hay problemas de alternador; si marca más de 14,5 voltios, el regulador de voltaje requiere cambio

3. Ahora pruebe la descarga de la batería, apague el motor, prenda el estéreo, las luces, el ventilador, etc., para ver cuánto se descarga la batería al medirle voltaje. Si marcara menos de 11 voltios al exigir la batería, es hora de reemplazarla, o por lo menos medirle la carga con un densitómetro antes de descartarla.

Todas estas pruebas se ejecutan midiendo directamente desde los bornes de la batería.

E011 (B10M-01E)-REVISIÓN DE VÁLVULAS DE BLOQUEO

Materiales

Tiempo: 30 min

- llave de 32 mm E/C
- Destornillador de estría corto
- Destornillador de pala 1/4 x 3"
- Juego llaves Thoor

Instrucciones:

1. El obturador y el asiento de la válvula deben de permanecer limpios. Cualquier filtro montado aguas arriba de la SRV2 y el tamiz montado en el interior de la válvula, deben ser limpiados periódicamente de tal manera que el caudal de la válvula no quede restringido.
2. El tamiz interno forma parte del conjunto del asiento de la válvula. Este puede ser extraído sacando la campana de ajuste y el conjunto fuelle y desenroscando el conjunto de la válvula, utilizando una llave de 32 mm E/C.

E012 (B10M-02E)-MANTENIMIENTO A ELECTRODOS DEPÓSITO DE REFRIGERANTE

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Tester
- Destornillador
- Llave ajustable

1. Controle la varilla de control del electrodo y realice una limpieza exhaustiva
2. Compruebe tensiones eléctricas de alimentación en el electrodo
3. Repase la conexión regulador-electrodo.
4. Revise el fusible del regulador de nivel

E040 (B10M-04E)-CALIBRACIÓN MECANISMO DE APERTURA DE PUERTAS:

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Destornillador dinamométrico de 1/4 de pulgada
- Trapo limpio, sin pelusa
- Aceite de propulsión mixto
- Junta teórica de reemplazo

1. Localice la ficha técnica del actuador de la válvula y tome nota de los valores de la gama del resorte (con que presión debe de empezar a moverse y con qué presión debe de hacer el recorrido completo). Si el actuador tiene volante, lleve este al extremo donde no interfiera para mover el actuador con aire.

2. Los vástagos del actuador y de la válvula han de estar desconectados, para que el vástago del actuador pueda recorrer su carrera libremente.

3. Con un regulador de presión neumático empiece a meter aire directamente a la campana del actuador, suba la presión muy lentamente y anote el valor de la presión para la cual empieza a moverse el vástago del actuador. Continúe aumentando la presión hasta que el actuador haya realizado su carrera completa y anote el valor de la presión en ese momento. En esta situación se debe observar si hay fugas por la membrana de la campana. Si hay fugas, se deben de corregir antes de continuar, cambiando la membrana del actuador si es preciso.

4. Si los valores de presión obtenidos coinciden con los de la “gama del resorte” dados por el fabricante, se debe continuar con el “ajuste de la carrera y acople entre vástagos”. Si estos valores no coinciden, se ha de apretar o de aflojar la tuerca de ajuste del muelle para conseguir los valores más cercanos a los facilitados por el fabricante para la gama del resorte.

E025 (B10M-02E)-REVISIÓN E INTERCALACIÓN DE BATERÍAS

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Tester
- Destornillador
- Llave ajustable
- Anticorrosivo

1 Inspeccione la colocación apropiada y el apriete de los sujetadores de la batería.

2 Asegúrese que las conexiones no estén corroídas.

3 Inspeccione la longitud apropiada, rozamiento y el tendido apropiado de los cables.

4 Revise el apriete y fracturas de las terminales.

5 Quite la corrosión de los extremos de los cables y los postes de la batería.

6 Después de limpiarlos, rocíe un anticorrosivo en los postes, terminales y el área en general alrededor de ellos.

7 Asegúrese que las conexiones a tierra de la batería del motor al marco estén fijas y sin corrosión.

Nota! La conexión a tierra de la batería va directamente al motor de arranque

E020 (B10M-02E)-REVISIÓN DE CIRCUITO “ÁNGEL DE LA GUARDA”

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Tester
- Destornillador
- Llave ajustable
- Anticorrosivo
- Lubricante

Nota: Si la presión de aire del vehículo está aproximadamente a menos de 720 kPa (75 psi), los interruptores neumáticos no funcionarán. **Este es un bloqueo de seguridad para el sistema de frenos de aire.**

1. Opere los interruptores de bloqueo del diferencial.
2. Verifique el acoplamiento escuchando que opere el mecanismo de bloqueo y que el indicador encienda en el tablero de instrumentos.
3. Opere el interruptor de nivelación para la suspensión de aire.
4. Verifique que funcione observando que baje el chasis.
5. Verifique que el indicador encienda en el tablero de instrumentos.
6. Asegúrese que el bloqueo funcione en cada interruptor de tal manera que el interruptor no se active sin operar el bloqueo.

E013-REVISIÓN DE RELÉS, INTERRUPTORES Y MICROSWITCHES DE LAS PUERTAS DE SERVICIO

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Manómetros

1. Inicie la revisión de la válvula de tablero del múltiple pulsando el botón amarillo (Estacionar). Al mismo tiempo el botón rojo (Suministro de aire del remolque) debe botar. Oprimir ambos botones.

Nota! Los manómetros se deben usar sólo para referencia general. La exactitud de los manómetros a menos de 275 kPa (40 psi) es pobre.

2. Baje la presión de aire, bombeando la válvula de freno de pie, al punto en que el botón rojo se salte. Verifique que esto suceda a una presión de 275 ± 35 kPa (40 ± 5 psi).

3. Mantenga el botón rojo oprimido y disminuya más aún la presión. A una presión de 210 ± 35 kPa (30 ± 5 psi), una válvula de disparo empieza a dejar escapar el suministro de aire al remolque. Esta es la función de no-anulación trabajando. Suelte el botón rojo.

4. Continúe disminuyendo la presión de aire hasta que el botón amarillo se salte, ésto debe suceder a una presión de 170 ± 35 kPa (25 ± 5 psi). Ahora trate de empujar ambos botones, que deben quedar hundidos.

E050 (B10M-04E)- REVISIÓN CIRCUITO CONTROL DE AJUSTE AVANCE DE INYECCIÓN DINÁMICO.

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Herramienta VCADS Pro.
- Multímetro

Use como referencia la Información de Servicio en el Grupo de Función 23.

Cuando se lean los códigos de falla realice lo siguiente:

- Que el motor esté apagado.
- Que el freno de mano esté aplicado.
- Que la llave de encendido esté en la posición de manejo (I).

1 Lea en la pantalla del tablero de instrumentos que no se han guardado códigos de falla en el ECU.

Nota: Los códigos de falla también se pueden rastrear usando un programa de diagnóstico en una PC.

Nota: Consulte la documentación pertinente de la Herramienta VCADS Pro.

E015- REVISIÓN DE CÓDIGOS DE FALLA EN LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO DEL VEHÍCULO:

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Herramienta VCADS Pro.
- Multímetro.

Los instrumentos y las unidades de control del motor, siempre se incluyen en el sistema. Otras unidades de control incluidas dependen de la variante del vehículo, los requisitos legales y las especificaciones de él. Las unidades de control son:

- Pantalla de información del operador
- Tablero de Instrumentos
- Unidad de Control del Vehículo
- Unidad de Control del Motor
- Unidad de Control ABS
- Unidad de Control EBS
- Unidad de Control de la Suspensión de Aire
- Unidad de Control del Retardador
- Unidad de Control del Indicador de Carga
- Unidad de Control SRS (Bolsa de aire)
- Unidad de Control Antirrobo

Asegúrese de apagar el motor durante la revisión de servicio y que la llave de la marcha esté en la posición de manejo (I).

La palanca de control en el lado derecho del volante se usa para comunicar y mostrar los códigos de falla en la pantalla de información del operador de los instrumentos.

1 Lea los códigos de falla usando la palanca de control y la pantalla. Estos códigos de falla se guardan en las unidades de control del vehículo.

2 Anote los códigos de falla mostrados y luego corrija las fallas.

3 Después de la corrección, elimine los códigos de falla.

Nota: Los códigos de falla también se pueden rastrear usando el programa de diagnóstico que se corre en un PC.

E011-REVISIÓN DE LOS CINTURONES DE SEGURIDAD

Tiempo: 30 min

PELIGRO

Un cinturón de seguridad dañado, visiblemente dañado o no, podría dar como resultado una seria lesión personal o la muerte en el caso de un accidente.

1 Revise los cinturones, hebillas, placas de cerrojo, retractores, anclajes y rizo guía para asegurarse que estén operando apropiadamente.

2 Revise las partes flojas o dañadas (sin desensamblarlas) que pudieran evitar que el sistema de restricción operara apropiadamente.

M123-CAMBIO DE LA CORREA DEL ALTERNADOR

Tiempo: 30 min

- Destornillador de estría corto
- Destornillador de pala 1/4 x 3"
- Juego de llaves combinadas

El desmontaje de la correa:

1. Liberar la tensión de la correa. Esta tensión se logra a través de los rodillos tensores vinculados a la correa. Retire la correa
2. Verifique el estado de los rodamientos de las poleas y de los rodillos haciéndolos girar con la mano.
3. Desmonte los rodillos tensores y de enrollado.
4. Compare las piezas desmontadas con las nuevas (correa y rodillos).

La colocación de la correa:

5. Vuelva a montar los rodillos tensores y de enrollado. Instale la correa teniendo en cuenta su recorrido.
6. Vuelva a cebar el rodillo tensor para sujetar la correa.
7. Ajuste la tensión: en general, una correa tensada adecuadamente debe poder hacer un cuarto de giro en toda su profundidad cogiéndola con los dedos (entre el índice y el pulgar). Realice la prueba en el centro de la parte más larga (entre dos equipos o tensores).
8. Arranque el vehículo
9. Verifique que la correa presente una tensión correcta acelerando a golpes:
 - En el caso de que la correa no tenga la tensión adecuada, no se acoplará suficientemente a las poleas durante la aceleración y patinará, generando una especie de silbido.
 - En el caso de que la correa esté demasiado tensa, ejercerá una presión excesiva sobre los rodamientos que se escuchará (especie de runrún) al decelerar.

C030 (B10M-02C)-REVISIÓN DE SILLAS:

Tiempo: 30 min

- Caja de herramientas
- Copa 27 mm ½
- Destornillador de estría 1/4 x 6"
- Linterna
- Llave de 14 mm

Sillas de pasajeros

Instrucciones:

1. Verifique sujeción y anclaje de los asientos, cojines y respaldos. Confirme el buen estado de la tapicería
2. Compruebe la presencia del pasamanos en la parte superior del respaldo debidamente revestido
3. Verifique los asientos destinados a discapacitados, junto con la leyenda que así lo indica
4. Corrobore que los asientos del tipo butaca individual estén debidamente acolchados y con respaldo alto y abatible en tres posiciones, mínimo.
5. compruebe la distancia mínima entre la cara anterior del respaldo del asiento y la cara posterior del respaldo del asiento ubicado adelante 65 cm.
6. Confirme la existencia y el correcto funcionamiento del sistema de sujeción para silla de ruedas. Los buses que cuenten con dicho sistema deberán verificar su correcto funcionamiento.
7. Verifique que los asientos cuenten con un cinturón de seguridad del tipo subabdominal, entendiéndose como tal un cinturón que pasa por delante del cuerpo del usuario a la altura de la pelvis.

Silla del conductor:

Instrucciones:

1. Verifique la sujeción y anclaje del asiento.
2. Compruebe la existencia y funcionamiento del mecanismo de regulación vertical, longitudinal y de la inclinación del respaldo del asiento

C010-REVISIÓN DE ASIDEROS Y PASAMANOS:

Tiempo: 30 min

1. Compruebe la existencia de fijaciones de los asideros en la zona de las puertas de servicio.
2. Verifique la existencia y correcta fijación de los pasamanos del interior del vehículo.
3. Verifique la presencia de defectos (aristas cortantes, uniones defectuosas, etc.) que signifiquen riesgo para los pasajeros.

C011 (B10M-02C)-REVISIÓN DE LOS COMPONENTES NEUMÁTICOS (CILINDROS Y FUGAS)

Tiempo: 30 min

Esta revisión también se considera como Mantenimiento del Control de Emisiones de Ruido, la cual es un mantenimiento requerido para cualquier vehículo Volvo.

- 1 Revise el tendido de las líneas de escape flexible.
- 2 Asegúrese de que nada que sea afectado por el calor esté cerca de las líneas flexible del escape.
- 3 Confirme las señales de fugas del escape.
- 4 Revise las fugas en los puertos de escape en las cabezas de cilindros, en los múltiples de admisión y escape y las bridas.
- 5 constate las fugas en la mordaza de unión del tubo de escape.

C030 (B10M-01C)-MANTENIMIENTO DE LAS VÁLVULAS DE APERTURA DE LAS PUERTAS:

Tiempo: 30 min

1. Inicie la revisión de la válvula de tablero del múltiple tirando el botón amarillo (Estacionar). Al mismo tiempo el botón rojo debe saltar. Oprima ambos botones.

Nota: Los manómetros se deben usar sólo para referencia general. La exactitud de los manómetros a menos de 275 kPa (40 psi) es pobre.

2. Baje la presión de aire, bombeando la válvula de freno de pie, al punto en que el botón rojo se bote. Verifique que esto suceda a una presión de 275 ± 35 kPa (40 ± 5 psi).

3. Mantenga el botón rojo oprimido con la mano y disminuya más aún la presión. A una presión de 210 ± 35 kPa (30 ± 5 psi), una válvula de disparo empieza a dejar escapar el suministro de aire a las puertas. Esta es la función de no-anulación trabajando. Ahora suelte el botón rojo.

4. Continúe disminuyendo la presión de aire hasta que el botón amarillo se bota. Esto debe suceder a una presión de 170 ± 35 kPa (25 ± 5 psi). Ahora trate de empujar ambos botones. Deben de quedarse adentro por sí mismos.

C030 (B10M-03C)-REVISIÓN BOCELARÍA, TAPIZ Y VENAS.

Tiempo: 30 min

1. Verifique la existencia de quebraduras o rajaduras en los boces y en los
 - Pilares de puertas.
 - Marcos de parabrisas.
 - Pilares de ventanas
 - Soportes de bisagras de puertas y cubremotor.
2. Compruebe la existencia de elementos sobresalientes a la línea de la carrocería (excepto espejos retrovisores).
3. Verifique que no haya cintas sueltas, con quebraduras, deformaciones o que presenten corrosión importante.
4. Compruebe que la pintura se encuentre en buen estado.
5. Verifique pintura mal reparada o que presente rayaduras.

E010-REVISIÓN CONEXIÓN ELÉCTRICA TABLERO:

Tiempo: 30 min

1. Revise todos los indicadores en el tablero de instrumentos. Prenda el encendido. Espere hasta que el tablero de instrumentos haya hecho el ciclo de arranque. Oprima el botón MODE hasta que la ventana de diagnóstico muestre DIAGNOSTICS MENU. Oprima el botón dos veces y el botón SET una vez. La ventana de diagnóstico muestra BULB TEST? Oprima SET, el programa de revisión interno enciende todos los indicadores. Si algún foco no está funcionando, lo debe reportar.
2. Oprima los botones hacia abajo y SET una vez, el programa de revisión prueba que la chicharra funcione. Se escuchan tres duraciones diferentes del tono. Oprima el botón SET otra vez, el programa de revisión prueba los medidores. La mayoría de los medidores controlados electrónicamente se ponen a la mitad de la gama, a toda la gama y luego en reposo otra vez tres veces.
3. Oprima los botones abajo y SET otra vez para probar la pantalla de diagnóstico. La pantalla se alterna entre claro y oscuro. Si se nota algún defecto se debe reportar inmediatamente. Regrese a la pantalla de diagnóstico al reloj oprimiendo el botón MODE cinco veces.
4. Para realizar la “prueba” del ABS, se debe apagar el encendido. Pise el freno y luego vuelva a prender el encendido. Escuche por la ventana lateral que la auto-revisión del ABS se cicle dos veces. Cada vez opera las válvulas del modulador ABS una vez, lo que resulta en un breve chorro de aire que sale de cada válvula. El indicador ABS se enciende y apaga dos veces y luego queda encendido.
5. El indicador del precalentamiento del motor permanece encendido de tres a cuatro segundos. Si la temperatura del refrigerante está a más de 50 C (120 F), el precalentador no se activa. Si la temperatura del refrigerante está a menos de 50 C (120 F), el precalentador se activa progresivamente más tiempo dependiendo de lo frío del refrigerante. Si el indicador permanece encendido, existe un problema en el circuito del precalentador.

E012-REVISIÓN DE LIMPIAPARABRISAS

Tiempo: 30 min

1. Revise los limpia-parabrisas y el lavador desde el interior de la cabina. Los limpiadores deben operar suavemente y sin atorones al barrer. Escuche algún ruido inusual. Las plumillas deben limpiar el área barrida sin dejar rayas u omitir ningún punto. Revise el modo de funcionamiento intermitente.

Nota! Para acortar el tiempo del intervalo, desplace la palanca a la posición normal y luego a la posición de intervalo otra vez cuando desee el siguiente barrido. De esta manera, el intervalo se puede programar entre 1–10 segundos.

2. Opere el lavado del parabrisas y revisar que los patrones de rociado cubran el parabrisas con efectividad.

M123- REVISIÓN DEL MONTAJE DEL ALTERNADOR Y LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS

Tiempo: 30 min

Sistema de Carga:

Un alternador con un regulador integrado se usa para suministrar energía al sistema eléctrico del vehículo. El voltaje del sistema de carga se debe revisar periódicamente para prevenir la sobrecarga o subcarga y para detectar alguna caída de voltaje en el alambrado.

1 Revisar las Bandas de Mando

PELIGRO

Se debe asegurar que el motor no pueda arrancar mientras trabaja alrededor del área del ventilador. El no hacerlo puede dar como resultado en una seria lesión personal o la muerte.

Nota! Esta revisión también es considerada en el Mantenimiento del Control de Emisiones de Ruido, lo cual es un mantenimiento exigido para cualquier vehículo Volvo.

Para realizar una revisión de funcionamiento de las Bandas de Mando complete lo siguiente:

- 1 Revisar la tensión correcta de las bandas del ventilador.
- 2 Inspeccionar el desgaste, grietas y rozamiento de las bandas.
- 3 Revisar la alineación apropiada de las bandas.
- 4 Visualmente inspeccionar el desgaste y daño de las mazas y poleas.
- 5 Inspeccionar las fugas y daños superficiales del amortiguador de vibraciones.

E081-CAMBIO FUSIBLE DEL MOTOR DE ARRANQUE:

Tiempo: 30 min

1. Apague el motor antes de comenzar a trabajar con los fusibles. Localice las dos cajas de fusibles.
2. Encuentre una de las cajas de fusibles en el compartimiento del motor, cerca del lado del conductor. La otra caja, la que contiene la mayor parte de los fusibles que se necesitarán, está del lado del conductor, debajo del tablero de instrumentos.
3. Abra la caja de fusibles y revise el interior de la cubierta para ver la lista de ubicación del fusible del motor de arranque.
4. Retire el fusible si está fundido o para revisarlo. Si el cable en su interior está quemado, el fusible está fundido y debe ser reemplazado.
5. Coloque un fusible de reemplazo que tenga el mismo rango de amperaje en la ranura vacía.
6. Vuelva a colocar la tapa de los fusibles y arrancar el motor. Pruebe el nuevo fusible para asegurarse de que funciona.

E025-VERIFICACIÓN FUNCIONAMIENTO DE RETARDADOR

Tiempo: 30 min

1. Revise el Nivel de Aceite en el Retardador

Para asegurar el nivel correcto de aceite en el retardador el nivel debe ser revisado cuando el retardador esté caliente

Quitar el tapón de nivel/llenado y revisar que el nivel de aceite llegue a la orilla del barreno de llenado

2. Revisar el Control del Retardador

Asegurarse que los pasos del control estén bien definidos y que el control se detenga en la posición establecida.

3. Revisar el Sellado del Retardador

Revisar las grietas o fugas del Sellado del Retardador.

L020-CAMBIO DE ACEITE DEL CUBO

Material necesario:

Tiempo: 40 min

- Caja de herramientas
- Copa 27 mm ½
- Destornillador de estría 1/4 x 6"
- Linterna
- Llave de 14 mm

1. Retirar el tapón de vaciado, bajo la carcasa del diferencial del eje delantero. Dejar que el aceite escurra.
2. Retirar el tapón de nivel/llenado de la cara anterior, lado izquierdo del eje delantero.
3. Cuando el aceite haya escurrido totalmente, recolocar el tapón de vaciado y llenar el eje con aceite nuevo hasta que alcance la parte inferior del orificio del tapón de nivel/llenado.
4. Para cambiar el aceite del cubo, posicionar la rueda izquierda de modo que el tapón de nivel/llenado esté en el punto más bajo. Retirar el tapón y drenar completamente el aceite.
5. Reposicionar la rueda de modo que el tapón de nivel/llenado esté en la posición adecuada. Llenar el cubo con aceite nuevo hasta que alcance la parte inferior del orificio del tapón. Recolocar el tapón. Repetir el procedimiento en la rueda derecha.

Nota: Al operar con cilindros hidráulicos, el nivel de aceite del eje trasero será afectado. Al añadir aceite al eje trasero para acomodar las necesidades de los cilindros hidráulicos, no se podrá añadir más que 45 litros (11 Gal US) para alcanzar la marca superior de la varilla de nivel, con los cilindros totalmente extendidos.

L030-CAMBIO ACEITE CAJA DE TRANSMISIÓN

Material necesario:

Tiempo: 60 min

- Caja de herramientas
- Copa 27 mm ½
- Destornillador de estría 1/4 x 6"
- Linterna
- Llave de 14 mm

1. Preparación para el drenaje del lubricante: Caliente el líquido de transmisión dejando el motor en marcha de vacío o conduciendo el vehículo. Eleve el vehículo, se debe asegurar que está a nivel y estable, haga una inspección visual buscando pérdidas de la transmisión. El eje de transmisión tiene tapones de drenaje conectados en lugares de fácil acceso para poder drenar el aceite.

Nota ¡Tenga cuidado porque el lubricante puede estar suficientemente caliente como para quemarlo.

2. Drene el lubricante usando un tapón de drenaje: Ubique la posición del tapón de drenaje y remover cualquier cubierta de protección si es necesario. Seleccione la llave de 14 mm y afloje el tapón. Ubique una bandeja de drenado de diámetro grande, debajo de la transmisión, limpie el tapón y luego remuévalo. Después que el lubricante ha drenado por completo, limpie el tapón de drenaje y vuelva a colocar el tapón de drenaje con una arandela nueva. Use la llave de torsión para asegurarse que la torsión es correcta.

3. Bombee lubricante nuevo: Verifique especificación del fluido correcto de reposición y la cantidad correcta. Si la ubicación del punto de llenado está debajo del capó, se deberá bajar el vehículo. Limpie el pico de la bomba de lubricante con un trapo limpio, libre de pelusa o con una toalla de papel.

Use la bomba para colocar el aceite de transmisión nuevo en el agujero de llenado o en la abertura tubular de la varilla. Detenga por unos segundos después de cada bombeada, para dar tiempo al lubricante de fluir hacia el fondo.

4. Detenga cuando el lubricante alcanza el fondo del agujero del tapón de llenado o el tope de la marca "frio" en la varilla.

L035-CAMBIO DE GRASA DE RODAMIENTOS DEL EJE LIBRE:

Material necesario:

Tiempo: 120 min

- Caja de herramientas
- Copa 27 mm ½
- Destornillador de estría 1/4 x 6"
- Linterna
- Llave de 14 mm
- grasera

1. *Determine la ubicación de los puntos a lubricar:* Chequee para determinar dónde están las partes a engrasar y que tipo de grasa se necesita.

2. *Control y limpieza del equipo:* Comience la tarea de lubricación, limpie cada uno de las piezas de lubricación, y la boquilla de la pistola lubricante con un trapo limpio. Esto se debe hacer antes de aplicar la boquilla a cada una de las piezas. En algunos casos, hay que remover el tapón de uno de los componentes e instalar momentáneamente un accesorio de lubricación. Después que el componente ha sido lubricado, el tapón original debe ser reinstalado.

3. *Lubricación del componente:* Ahora que los accesorios y la boquilla han sido limpiados empuje la boquilla de la pistola lubricante sobre la pieza. La boquilla debe cubrir la pieza completamente, para asegurarse que la presión de la pistola empuje la grasa a través de la pieza dentro de la junta. Agregue suficiente grasa hasta ver que el sello o bota de goma se levantan ligeramente. Bajo ninguna circunstancia se debe sobre llenar una junta lubricada con grasa. Esto podría romper el sello o bota de goma. Asegúrese que la grasa no escape de la boquilla. Si es así, chequee que el accesorio ha sido limpiado correctamente, para permitir que la boquilla calcé en el accesorio.

4. *Chequear y repetir:* Si el accesorio está limpio, remover la válvula inyectora de grasa y chequear si hay algún bloqueo. Si es así, reemplazarlo con un nuevo accesorio del mismo tamaño y ángulo, y la junta relubricada. Remover la boquilla del accesorio y limpiar el exceso de grasa. Repita el procedimiento hasta que todas las juntas hayan sido lubricadas.

5. *Completar el servicio:* Después que todas las juntas han sido lubricadas y limpiadas de exceso de grasa, es apropiado pegar una etiqueta adhesiva al parabrisas.

L022-CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE:

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Caja de herramientas
- Copa 27 mm ½
- Destornillador de estría 1/4 x 6"
- Linterna
- Llave de 14 mm

1. Coloque el coche sobre la rampa y levantarlo. Asegúrese que el vehículo esté correctamente elevado para evitar que se caiga y lesione a alguien.
2. Mantenga el vehículo quieto durante una hora o dos para permitir que la presión en el sistema de combustible se disipe. Este proceso reducirá al mínimo las fugas cada vez que se cambie el filtro de combustible.
3. Ubique el filtro de combustible, situado en la parte inferior de lado del pasajero del vehículo justo en frente del eje trasero.
4. Coloque una bandeja debajo del filtro de combustible antiguo para recoger el combustible que se fugará. Si se deja quieto el vehículo durante una hora o dos, esta fuga debe ser mínima.
5. Quite la línea de retorno fuera de su soporte y afloje la tuerca que aprieta la banda alrededor del filtro de combustible antiguo. Deslice el filtro de combustible fuera de la banda una vez que ésta esté lo suficientemente floja.
7. Retire las tapas de plástico que vienen con el nuevo filtro y póngalos de lado, para ponerlas luego en él el filtro antiguo y evitar así la fuga de combustible.
8. Empuje lejos de la carcasa con un destornillador de punta plana los anillos de conexión del filtro antiguo. Una vez que los anillos de acoplamiento se aflojen, se deben sacar las líneas de combustible. Pueden estar un poco pegadas, mueva con un destornillador de punta plana hasta que se aflojen.
9. Coloque las tapas en los extremos del filtro usado para evitar fugas.
10. Deslice y coloque los conductos de combustible en el nuevo filtro y deslice el filtro en la banda. Apriete la banda hacia abajo con una llave hasta que se escuche el clic; ésto dirá que la línea de retorno de combustible está en su lugar.

M051-REVISIÓN DEL MONTAJE DEL COMPRESOR:

Tiempo: 30 min

Nota: Esta revisión también se considera como Mantenimiento del Control de Emisiones de Ruido, el cual es un mantenimiento requerido para cualquier vehículo Volvo.

Para llevar a cabo una revisión del montaje del Compresor completar lo siguiente:

1. Revise la firmeza y fracturas de los soportes del Compresor
2. Inspeccione las fugas del exterior del compresor.
3. Revise el nivel del fluido y reporte el tipo de aceite usado.

M058-CAMBIO DEL FILTRO DE AIRE:

Tiempo: 30 min

Antes de comenzar, asegúrese que se cuenta con el filtro de recambio correcto, ya sea el original.

1. Una vez que se retira la tapa de la hélice motora, se va a encontrar a la izquierda y en la parte superior del mismo, la caja del filtro.
2. Para abrirla sólo se quitan cuatro trabas metálicas que fijan la tapa superior.
3. Una vez retirada la tapa, se podrá ver el filtro de aire en su alojamiento. Para retirarlo, desplace manualmente la fijación anterior de filtro, para liberarlo de su alojamiento.
4. Retire el filtro usado, quedando la caja de filtro vacía y muy accesible para limpiarla.
5. Una vez limpia, sólo se coloca el nuevo filtro y se fija en su alojamiento.
6. Posteriormente se coloca la tapa de la caja del filtro

M070-REVISIÓN DE BUJES DE LAS BARRAS DE SUSPENSIÓN:

Material necesario:

Tiempo: 40 min

- Caja de herramientas
- Copa 27 mm ½
- Destornillador de estría 1/4 x 6"
- Linterna
- Llave de 14 mm
- Llave buje 5 mm

Para llevar a cabo este procedimiento el eje debe colgar libremente. La tolerancia de desgaste para el perno de muelle y el buje es de 5 mm (3/16 pulg.)

1 Revise el desgaste y aprensión de las barras de torsión de la suspensión y el montaje superior de los amortiguadores.

2 Inspeccione el columpio de las muelles, las hojas de torsión y los tornillos de la suspensión al eje.

3 Inspeccione el desgaste y grietas de todas las bolsas de aire.

4 Revise la altura de viaje de la suspensión de aire.

5 Lubrique los pernos de muelle usando grasa con base de litio con aditivos EP y una consistencia de NLG1 No.2.

6 Engrase hasta que la grasa anterior salga del sello en ambos lados y se vea fluyendo la grasa nueva.

7 Si la grasa no fluye, use una barra para hacer palanca en los extremos de las muelles y abra para que la grasa fluya.

M061-INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS DE AIRE

Material necesario:

Tiempo: 40 min

- Caja de herramientas
- Copa 27 mm ½
- Destornillador de estría 1/4 x 6"
- Linterna
- Llave de 14 mm

Revisión de las Zapatas de Freno

Mida la zapata de freno a través de los barrenos de inspección en las placas de respaldo.

1 Calibre para obtener el espesor mínimo de las zapatas.

- *Revise los Cilindros de Freno, Palancas y Horquillas*

1 Retire la rueda y tambor de freno.

2 Inspeccione las señales de desgaste, flexión o grietas de los cilindros de freno, palancas y horquillas.

- *Revisión del Sellado en el Freno Principal (Servicio)*

1 Arranque el motor.

2 Cargue el Sistema de Aire a Presión a 7.5 bar (109 psi).

3 Apague el motor.

4 Suelte el freno de mano.

5 Presione el pedal un mínimo de cinco minutos. Use un apoyo para el pedal si es lo apropiado.

6 Use un Manómetro Doble para asegurarse que la caída de presión no exceda .10 bar (1.57 psi) por minuto.

7 Escuchar si hay fugas de aire.

8 Desconectar el Manómetro Doble del tanque de aire a presión.

M081- REVISIÓN EL CAUCHO ENFOCADOR:

Material necesario:

Tiempo: 40 min

- Protección para los ojos y guantes
- Trapos limpios
- Llave inglesa ajustable
- Llave Allen 19"

Instrucciones:

Nota: Esta revisión también se considera como Mantenimiento del Control de Emisiones de Ruido, la cual es un mantenimiento requerido para cualquier vehículo Volvo.

Revisión de las mazas y poleas:

- 1 Inspeccione los daños de los álabes del ventilador.
- 2 Asegúrese que haya un claro suficiente entre las puntas de los álabes del ventilador y el anillo en el bastidor.

Nota: La distancia mínima es de 3 mm (0.12 in.) en cualquier punto alrededor del anillo del ventilador.

- 3 Afloje las bandas y haga girar el ensamble de la maza del ventilador. Revise la aspereza y atascamiento de los baleros. Revise que el juego axial no exceda los 1.5 mm (1/16 in.).
- 4 Revise el desgaste de la zapata o las fugas de aire del embrague del ventilador. Lubrique la maza del ventilador, si es pertinente. Inspeccione las grietas de la polea loca. Revise la aspereza y atascamiento del balero.
- 5 Inspeccione el alabeo del balero de la bomba de agua impulsada por banda y correr cualquier evidencia de fugas.
- 6 Revise el montaje del paquete del radiador. Inspeccione el desgaste de los soportes de hule.
- 7 Inspeccione las molduras de hule del bastidor del ventilador y el desgaste y apriete de los tornillos.

E026-CAMBIO DEL ALTERNADOR:

Material necesario:

Tiempo: 140 min

- Herramienta de correa serpentina
- Copa 15 mm 1/2
- Copa 16 mm 1/2 Bahco
- Juego de llaves combinadas

1. Desconecte el cable positivo de la batería.
2. Utilice una herramienta de correa serpentina para aflojar el cinturón y moverlo fuera de la polea del alternador.
3. Quite los 4 tornillos que sujetan el alternador en su lugar.
4. Emplee un destornillador y un trinquete para aflojar y remover los tornillos.
5. Retire el alternador, a continuación, desconectar y retirar la tuerca para las conexiones eléctricas.
6. Remueva el alternador del motor
7. Inspeccione el nuevo alternador cuando aún esté sin instalar. Asegúrese que el regulador de voltaje y la polea concuerden con los antiguos. Si no es así, haga que en la tienda de repuestos pongan el conjunto de la polea anterior en el nuevo.
8. Invierta el proceso para instalar el nuevo alternador.
9. Conecte los enchufes eléctricos y los cables en el nuevo alternador.
10. Coloque el alternador en su lugar y empezar a enroscar los tornillos antiguos en la posición correcta.
11. Coloque la polea del alternador de nuevo en su lugar, atornillándola. revise la alineación con la polea del tensor de la correa.
12. Utilice la herramienta de correa serpentina para obtener la holgura que se necesita y pase el cinturón de nuevo sobre la polea del alternador. Después, la herramienta de liberación, poniendo tensión en la correa.
13. Vuelva a conectar el cable positivo de la batería.
14. Encienda el vehículo y asegúrese que el alternador esté cargando.

M088-CAMBIO DE BANDAS DE FRENO DEL EJE LIBRE:

Tiempo: 400 min

Desmontaje

1. Extraiga el portamanguetas.
2. Desacople el cubo del portamanguetas.
3. Saque la pista interior del cubo de la rueda.
4. Quite el anillo elástico del cojinete.
5. Colocación del cojinete interior.
 - a). Monte la jaula del cojinete.
 - b). Coloque el retén.
 - c). Coloque la pista interior.
6. Extraiga el cojinete

Montaje

1. Coloque el cojinete.
2. Coloque el anillo elástico del cojinete.
3. Acople el cubo al portamanguetas.
4. Instale el portamanguetas.

Desmontaje

1. Afloje las tuercas de la rueda delantera.
2. Suba el vehículo y dejarlo apoyado.

3. Saque la rueda delantera.
4. ATENCIÓN: Proteja el retén de la rótula con un paño suave para evitar que se produzcan daños. Suelte la rótula del brazo inferior.
 - a). Desenrosque el tornillo.
 - b). Suelte la rótula del brazo inferior.
5. Quite el brazo inferior.
 - Desenrosque los tornillos.

Montaje

1. Monte el brazo inferior.
2. ATENCIÓN: Se debe asegurar que se monta una pantalla térmica para prevenir daños en la rótula. Montar la pantalla térmica.
3. Monte el brazo inferior en el portamanguetas.
4. Monte la rueda.
5. Baje el vehículo.

Barra estabilizadora (14 752 0)

Desmontaje

1. Saque el tornillo de presión que fija el acoplamiento flexible al eje del piñón del mecanismo de la dirección.
2. Desconecte el acoplamiento flexible del piñón del mecanismo de la dirección.
 - a) Afloje el tornillo.

- b) Deslice el acoplamiento hacia arriba por el eje de la dirección.
3. Afloje las tuercas de la rueda delantera.
4. Suba el vehículo y dejarlo apoyado.
5. Desmante las ruedas delanteras.
6. Desacople las bieletas de conexión de la barra estabilizadora a los amortiguadores.
7. ATENCIÓN: Proteja el retén de la rótula con un paño suave para evitar que se produzcan daños. Suelte la rótula del brazo inferior.
 - a). Desenrosque el tornillo.
 - b). Suelte la rótula del brazo inferior.
8. Desconecte el varillaje del cambio.
9. Desmante el apoyo del cambio.
10. Desmante el ventilador de refrigeración con la cubierta.
11. ATENCIÓN: Si se dobla demasiado el tubo flexible se pueden producir daños que provoquen una avería posterior. Apoye el tubo flexible con una vuelta de apoyo o en unos caballetes adecuados.
12. Desconecte el tubo delantero del escape.
13. Retire el tornillo de sujeción que fija el limitador de balanceo a la caja de cambios.
14. Desenganche los cables del sensor ABS
15. Apoye el travesaño.

16. Quite los tornillos de sujeción del travesaño (se muestra sin soporte para mayor claridad).

17. Baje el travesaño para poder acceder a los tornillos de fijación de la barra estabilizadora.

18. Desmunte la barra estabilizadora.

- Desatornille las dos abrazaderas de sujeción.

Montaje

1. Monte la barra estabilizadora.

2. Alinee el travesaño.

1. Meta los pasadores guía en los orificios de alineación del travesaño.

2. Deslice las placas de seguridad en las ranuras de bloqueo y aparez los manguitos de los pasadores guía

- Levante el travesaño para encajar los pasadores guía en los orificios de alineación.

3. Coloque los tornillos de sujeción del travesaño.

4. Enganche los cables del sensor ABS.

5. Coloque el tornillo de sujeción del limitador de balanceo a la caja de cambios.

6. ATENCIÓN: Si se dobla demasiado el tubo flexible se pueden producir daños que provoquen una avería posterior. Conecte el tubo delantero del escape.

7. Retire la envuelta de apoyo.

8. Monte el ventilador de refrigeración con la cubierta.
9. Monte el soporte del cambio.
10. Monte el varillaje de la caja de cambios.
11. ATENCIÓN: Asegúrese que se monta una pantalla térmica para prevenir daños en la rótula. Monte la pantalla térmica.
12. Acople los brazos inferiores a los portamanguetas.
13. Fije las bieletas de conexión de la barra estabilizadora a los amortiguadores.
14. Monte las ruedas delanteras.
15. Baje el vehículo.
16. NOTA: Cerciórese que la dirección esté en la posición de marcha en línea recta. Conecte el acoplamiento flexible al eje de la dirección y al eje del piñón del mecanismo de la dirección. Apriete el tornillo de presión que fija el acoplamiento al eje de la dirección.
17. Apriete el tornillo de presión que fija el acoplamiento flexible al eje del piñón del mecanismo de la dirección.

Portamanguetas (14 343 0)

Desmontaje

1. ATENCIÓN: Inmovilizar el vástago con una llave Allen para impedir que gire. Aflojar la tuerca de la copela del amortiguador cinco vueltas.
 1. Retirar la tapa.
 2. Aflojar la tuerca cinco vueltas.

2. Aflojar la tuerca de sujeción del cubo de la rueda.
 - Quitar el tapacubos.
 - Doblar hacia atrás la lengüeta de bloqueo.
 - Aflojar la tuerca de sujeción del cubo.
3. Afloje las tuercas de la rueda delantera.
4. Suba el vehículo y déjelo apoyado. Para más información.
5. Desmante la rueda delantera.
6. Quite la tuerca de sujeción del extremo de la barra de acoplamiento.
7. ATENCIÓN: Proteja el retén de la rótula para evitar que se dañe. Separe el extremo de la barra de acoplamiento del portamanguetas.
8. ATENCIÓN: Ate el conjunto pinza/soporte de anclaje a un lado para evitar dañar el tubo flexible del freno. Desmante el conjunto pinza/soporte de anclaje.
9. Desmante el disco del freno.
 - Extraiga el retenedor del disco (si procede).
 - Quite el disco.
10. Quite la tuerca de sujeción del cubo de la rueda y la arandela.
11. Desatornille el sensor ABS.
12. ATENCIÓN: Al desacoplar el brazo inferior del portamanguetas se debe proteger el retén de la rótula para evitar que se dañe. Desacoplar el brazo inferior del portamanguetas.
 - Retirar el tornillo de presión.

- Separar la rótula del portamanguetas.

13. Quite el tornillo de presión que fija el amortiguador al portamanguetas

14. NOTA: En el paso siguiente, tenga cuidado que el palier no se desacople de la junta homocinética interior. Desacople el palier del cubo de la rueda.

15. Sacar el portamanguetas.

1. Coloque la herramienta especial y gírela 90 grados.

2. Extraiga el portamanguetas.

- Ate el palier a un lado.

Montaje

1. Monte los componentes en el orden inverso al de desmontaje.

2. ATENCIÓN: Asegúrese que se monta una pantalla térmica para prevenir daños en la rótula. Monte la pantalla térmica

Rótula del brazo de suspensión inferior (14 735 0)

Desmontaje

1. Quite el brazo inferior.

2. Frese los remaches.

Montaje

1. Monte la rótula nueva.

2. Monte el brazo inferior.

3. Compruebe la alineación de las ruedas delanteras.

Columna de suspensión (14 781 0)

Desmontaje

1. Afloje las tuercas de rueda.
2. Suba el vehículo y apoyarlo en caballetes.
3. Retire las ruedas delanteras.
4. Suelte el cable del sensor del ABS de la bieleta de conexión.
5. Suelte el cable del sensor del ABS del travesaño.
6. Retire la bieleta de conexión de la barra estabilizadora y el latiguillo de freno del amortiguador.
7. Suelte la pinza de freno.
 - Suspenda la pinza para prevenir que se produzcan daños en el latiguillo.
8. ATENCIÓN: Proteja el retén de la rótula con un paño suave para evitar que se produzcan daños. Suelte la rótula del brazo inferior.
 - Desenrosque el tornillo.
 - Suelte la rótula del brazo inferior.
9. Retire el tornillo de presión que fija el portamanguetas al amortiguador.
10. Retire el portamanguetas del amortiguador.
 - Coloque la herramienta especial y girar 90 grados.
 - Retire el portamanguetas.

11. ATENCIÓN: Bloquee el vástago con una llave Allen. Retire la tuerca del soporte superior del amortiguador.

1. Retire la tapa.

2. Retire la tuerca.

12. Retire el amortiguador.

Montaje

1. Coloque el amortiguador en posición.

2. ATENCIÓN: Bloquee el vástago con una llave Allen. Monte la tuerca del soporte superior del amortiguador.

- Monte la tuerca.

- Monte la tapa.

3. Monte el portamanguetas en el amortiguador.

1. Inserte la herramienta especial y gire 90 grados.

2. Monte el portamanguetas.

4. Monte el tornillo de presión que fija el portamanguetas al amortiguador.

5. ATENCIÓN: Asegure que se ha montado una pantalla térmica para prevenir daños en la rótula. Monte la pantalla térmica.

6. Monte el brazo inferior en el portamanguetas.

7. Monte la bieleta de conexión de la barra estabilizadora y el latiguillo de freno en el amortiguador.

8. Fije el cable del sensor del ABS en el travesaño.

9. Fije el cable del sensor del ABS en la bieleta de conexión

10. Monte la rueda delantera.

11. Compruebe la alineación de las ruedas delanteras.

Columna de la suspensión (14 783 4)

1. PELIGRO El muelle está sometido a una gran tensión; se debe tener cuidado en todo momento. Comprimir el muelle.

2. Desarme el conjunto de amortiguador y muelle.

- Retire la tuerca de sujeción del cojinete de empuje.
- Retire el cojinete de empuje.
- Retire la cazoleta.
- Retire el muelle.
- Retire el fuelle.
- Retire el tope.
- Retire la funda guardapolvo.

Ensamblaje

1. NOTA: Asegúrese que los extremos del muelle queden bien encajados en las cazoletas.

Para el ensamblaje siga los pasos en el orden inverso al de desarme

M123-MANTENIMIENTO DE ALTERNADORES:

Tiempo: 120 min

Revise el Montaje del Alternador y las Conexiones Eléctricas del Sistema de Carga

Un alternador con un regulador integrado se usa para suministrar energía al sistema eléctrico del vehículo. El voltaje del sistema de carga debe revisarse periódicamente para prevenir la sobrecarga o subcarga y para detectar alguna caída de voltaje en el alambrado.

Revise las Bandas de Mando

PELIGRO

Asegúrese que el motor no pueda arrancar mientras trabaja alrededor del área del ventilador. El no hacerlo puede dar como resultado en una seria lesión personal o la muerte.

Nota! Esta revisión también se considera en el Mantenimiento del Control de Emisiones de Ruido, la cual es un mantenimiento exigido para cualquier vehículo Volvo.

Para realizar una revisión de funcionamiento del alternador complete lo siguiente:

- 1 Revise la tensión correcta de las bandas del ventilador.
- 2 Inspeccione el desgaste, grietas y rozamiento de las bandas.
- 3 Revise la alineación apropiada de las bandas.
- 4 Visualmente inspeccione el desgaste y daño de las mazas y poleas.
- 5 Inspeccione las fugas y daños superficiales del amortiguador de vibraciones.

M054-MANTENIMIENTO DEL COMPRESOR DE AIRE:

Tiempo: 40 min

Revisar el Montaje del Compresor de A/A

1 Revise la firmeza y fracturas de los soportes del Compresor y de las juntas aire/aire .

2 Inspeccione las fugas del exterior del compresor.

3 Revise el nivel del fluido y mencione el tipo de aceite usado.

4 Suba la presión de aire hasta los 5.8 bar (85 psi). Tome el tiempo de acumulación de presión desde ese punto con el motor a plena velocidad. La presión debe alcanzar los 6.9 bar (100 psi) en 25 segundos o menos. Verifique que el corte del gobernador es a los $9 \pm .34$ (130 \pm 5 psi).

5 Escuche los ruidos inusuales del compresor mientras está operando con carga y sin carga.

6 Cuando el gobernador corte, revise que funcione el escape del secador de aire escuchando su salida a través de la puerta o ventana.

M161-REVISAR RODAMIENTOS DEL EJE DELANTERO (LUBRICAR):

Instrucciones:

Revise y drene el aceite. Revise el nivel del aceite a través del tapón superior.

El aceite debe quedar a nivel con el barreno. Agregue aceite si es necesario.

Drene el aceite a través del tapón del fondo. Drene el aceite inmediatamente después de usar el vehículo, para que esté caliente.

Nota: También revise la ventilación del eje trasero por si está bloqueada. El bloqueo puede causar presión extrema y provocar fugas.

Para llevar a cabo una revisión del sellado en los ejes de tracción delantero y trasero complete lo siguiente:

- Revise las fugas de la maza alrededor de la brida de la flecha de tracción delantero y trasero.

M162-REVISIÓN DE RODAMIENTOS DE EJE DE TRACCIÓN (LUBRICACIÓN):

Tiempo: 140 min

Revise el Sellado del Eje Trasero y el Engranar de Reducción de la Maza

Para llevar a cabo una revisión del Sellado del Eje Trasero y en Engranar de Reducción de la Maza complételo siguiente:

1 En el Eje Trasero, inspeccione las fugas que pasan el empaque alrededor de las superficies de empate.

2 Revise la condición de la cámara de freno y la tubería de aire.

3 Revise las fugas o el sellador fracturado del Engrane de Reducción de la Maza.

Revise el Claro del Balero en el Piñón y la Flecha de Entrada del Eje Trasero así:

1 Use un indicador de carátula para revisar el claro del balero en el piñón y los ejes traseros. El claro debe estar entre 0.04 a 0.12 mm (0.001 a 0.005 pulg.).