

**DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A
LOS MOTORES DIESEL PERTENECIENTES AL PARQUE AUTOMOTOR DE
LA EMPRESA COVOLCO**

RAMIRO ANDRÉS MEJÍA ACEVEDO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2015

**DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A
LOS MOTORES DIESEL PERTENECIENTES AL PARQUE AUTOMOTOR DE
LA EMPRESA COVOLCO**

RAMIRO ANDRÉS MEJÍA ACEVEDO

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Director

CARLOS BORRÁS PINILLA

Ingeniero Mecánico Ph.D., M.Sc.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

A mi padre Ramiro Mejía Santander, mi madre Tésera Patricia Acevedo Blanco mi hermana Zulay Paola Mejía Acevedo y mi sobrino Juan Diego Vargas Mejía, gracias por su apoyo incondicional, su confianza, por sus palabras y consejos, siempre estuvieron bien.

A todas las personas que constantemente creyeron en mi capacidad y que de alguna u otra manera contribuyeron a que lograra esta gran meta, por su tiempo, dedicación y confianza.

Ramiro Andrés Mejía Acevedo

AGRADECIMIENTOS

Brindo mi más sincero agradecimiento a mi padre Ramiro Mejía Santander y mi madre Tésera Patricia Acevedo con su esfuerzo día a día siempre me apoyaron y supieron esperar el tiempo necesario para que este esfuerzo algún día se hiciera realidad gracias por esperar pacientes y no abandonar esta ilusión de convertirme en Ingeniero Mecánico.

Gracias a mis amigos, compañeros y colegas de la vida que me apoyaron durante los años de carrera universitaria y quienes estuvieron continuamente allí, quienes me han animado a seguir adelante y lo han conseguido.

A todos los profesores de la escuela de Ingeniería Mecánica quienes me han aportado todos los conocimientos profesionales y personales para llegar a finalizar con éxito esta gran meta

A todas las instituciones que hicieron posible la realización de este proyecto a la Universidad Industrial de Santander, a Covolco y el personal del departamento de mantenimiento.

“Los científicos estudian el mundo como es; los ingenieros crean el mundo que nunca ha sido”.

Teodoro von Karman

Ramiro Andrés Mejía Acevedo

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	24
1. MARCO ORGANIZACIONAL.....	26
1.1 DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE COVOLCO.	26
1.1.1 Historia.....	26
1.1.2 Misión.....	27
1.1.3 Visión	27
1.1.4 Planeación logística	27
1.1.5 Organigrama	29
1.1.6 Vehículos Carga Seca	30
1.1.7 Vehículos Carga Líquida.....	30
1.1.8 Certificaciones	31
1.1.9 Sistemas De Gestión	32
1.1.10 Instalaciones.....	32
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	33
1.2.1 Planteamiento Del Problema	33
1.3 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA	36
1.4 OBJETIVOS.....	37
1.4.1 Objetivo General	37
1.4.2 Objetivos Específicos.....	37
2. MARCO TEÓRICO	39
2.1. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO.....	39
2.1.1 Definición Del Mantenimiento	39
2.2 OBJETIVOS Y FILOSOFÍA DEL MANTENIMIENTO	39
2.3 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO	40

2.4. TIPOS DE MANTENIMIENTO	40
2.4.1 Mantenimiento Correctivo (MP)	40
2.4.2 Mantenimiento Preventivo (MP).....	41
2.4.3 Mantenimiento Predictivo.....	41
2.4.4 Mantenimiento Productivo.....	42
2.4.5 Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	43
2.4.6 Confiabilidad Operacional De Activos (RCA).....	44
2.5 HERRAMIENTAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ACTIVOS.....	44
2.6 ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ: (RCA.)	45
2.7 ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS (FMEA).....	46
2.7.1 Falla.....	46
2.7.2 Confiabilidad Operacional.....	48
2.7.3 Herramientas Para La Optimización De La Confiabilidad En Equipos.....	49
2.8 METODOLOGÍA DEL RCA.....	50
2.8.1 Paso 1: Identificar Los Eventos Más Significativos.....	50
2.8.2 Paso 2: Preservar Las Evidencias De Las Fallas	51
2.8.3 Paso 3: Ordenar El Análisis	52
2.8.4 Paso 4: Construir El Árbol Lógico De Fallas	52
2.8.5 Paso 5: Comunicación De Los Resultados Y Las Recomendaciones.....	54
2.8.6 Paso 6: Seguimiento A Los Resultados	54
2.9 INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	55
2.9.1 Disponibilidad.....	56
2.9.2 Mantenibilidad.....	56
2.9.3 Confiabilidad	57
2.10 GENERALIDADES DEL PROCESO DE AUDITORIA.....	58
2.10.1 Introducción	58
2.10.2 Contenido.....	58
2.10.3 La Auditoría Interna	59
2.10.4 Frecuencia Recomendable Para La Realización De Auditorías	60
2.11 GENERALIDADES MICROSOFT ACCESS	61

2.11.1 Introducción.	61
2.11.2 Bases De Datos	61
2.11.3 Tablas.	62
2.11.4 Consultas.....	62
2.11.5 Formularios.....	62
2.11.6 Informes.....	62
2.11.7 Cálculos Y Sumarios.....	63
3. GENERALIDADES PARQUE AUTOMOTOR COVOLCO	64
3.1. IDENTIFICACIÓN DE VEHÍCULOS TRACTO CAMIÓN.....	64
3.1.1 Tracto Camión Kenworth T800.	64
3.1.2 Características Técnicas.....	65
3.1.3 Ficha Técnica Vehículo Tracto Camión	66
3.1.4 Motor ISX.....	67
3.2 DIAGRAMAS DEL MOTOR	69
3.2.1 Vista Del Motor.	69
3.2.2 Placa De Datos Del Motor.....	74
Figura 22. Placa de datos del motor.	74
4. CLASIFICACIÓN Y CATALOGACIÓN DE LAS PARTES GENERALES DE UN MOTOR DIESEL.....	75
4.1 PRINCIPALES COMPONENTES DEL MOTOR	75
4.1.1 Elementos Fijos	75
4.1.2 Elementos Móviles.....	79
4.2 CATALOGACIÓN	84
4.3 ESPECIFICACIONES.....	85
4.3.1 Especificaciones Generales.....	85
4.3.2 Sistema De Combustible.....	85
4.3.3 Sistema De Lubricación	86
4.3.4 Sistema De Enfriamiento	86
4.3.5 Sistema De Admisión Y Escape	87
4.3.6 Sistema Eléctrico	87

4.3.7 Sistema De Arranque.....	88
5. AUDITORÍA DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ACTUAL AL PARQUE AUTOMOTOR DE COVOLCO.....	89
5.1 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO	89
5.1.1 Identificación De Aspectos.....	89
5.2 AUDITORÍA	89
5.3 EVALUACIÓN.....	90
5.4 RECONOCIMIENTO.....	90
5.4.1 Identificación De La Empresa	90
5.4.2 Identificación De Personal A Cargo Del Mantenimiento	91
5.4.3 Cuestionario Auditorio De Mantenimiento.....	92
5.5 RESULTADOS.....	102
5.6 RECOMENDACIÓN.....	104
6. DIAGNÓSTICO INICIAL AL PARQUE AUTOMOTOR DE COVOLCO	105
6.1 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	105
6.1.1 Procesos De Mantenimiento	105
6.1.2 Sistemas De Información	106
6.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO A LOS MOTORES DIESEL DEL PARQUE AUTOMOTOR DE COVOLCO	106
6.3 IDENTIFICACIÓN E INSTALACIONES	107
6.3.1 Identificación.....	107
6.3.2 Inventario	108
7. ANÁLISIS TEÓRICO PRÁCTICO DEL PROCESO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ (RCA)	109
7.1 INTRODUCCIÓN	109
7.2 PASO 1: IDENTIFICAR LOS EVENTOS MÁS SIGNIFICATIVOS	110
7.2.1 Análisis De Información	110
7.2.2 Formato Registro De Mantenimiento Motor Diesel	111
7.2.3 Ejemplo Inspección Y Registro Del Mantenimiento Motor Diesel	114
7.2.4 Identificación De Fallas	116

7.2.3 Diagrama De Pareto	119
7.2.4 Descripción Del Sistema Identificado Como Mal Actor	120
7.3 PASO 2: PRESERVAR LAS EVIDENCIAS DE LAS FALLAS.....	121
7.3.1 Tubería De Escape	121
7.3.2 Falla Humana.....	124
7.3.4 Fugas De Aceite	128
7.3.5 Instrumentos de control.....	129
7.3.6 Refrigerante	129
7.3.7 Ventilador.....	131
7.3.8 Radiador	132
7.3.9 Incremento Consumo De Combustible	133
7.4 PASO 3: ORDENAR EL ANÁLISIS.....	134
7.4.1 Facilitador que dirige el proceso	134
7.4.2 Operador familiarizado con el proceso operativo.....	134
7.4.3 Supervisor de primera línea	134
7.4.4 Ingeniero: Mecánico.....	134
7.5 PASO 4: EL ÁRBOL LÓGICO DE FALLAS	135
7.5.1 Árbol Lógico De Fallas Para El Mal Actor Tubería De Escape	135
7.5.2 Árbol Lógico De Falla Humana	136
7.5.3 Árbol Lógico De Falla Fuga De Aceite	138
7.6 PASO 5: RECOMENDACIONES EMITIDAS PARA LA ELIMINACIÓN DE LA FALLA.....	139
7.7 PASO 6: SEGUIMIENTO A LOS RESULTADOS.	141
7.7.1 Seguimiento A Las Recomendaciones Emitidas.....	141
7.7.2 Plan De Seguimiento A Las Recomendaciones Emitidas Para La Eliminación De Las Fallas	141
8. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS MOTORES DIESEL PERTENECIENTES AL PARQUE AUTOMOTOR DE COVOLCO	143
8.1 INTRODUCCIÓN	143

8.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	144
8.2.1 Rutina De Mantenimiento.....	145
8.2.2 Inspecciones De Mantenimiento	146
8.2.3 Orden De Trabajo	146
8.2.4 Control Del Programa De Mantenimiento	147
8.3 ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO	147
8.3.1 Recomendaciones, Especificaciones Del Aceite Lubricante e Intervalos De Drenado De Aceite.....	147
8.3.2 Recomendaciones Y Especificaciones Del Refrigerante.	151
8.3.3 Recomendaciones Y Especificaciones Del Combustible	152
8.3.4 Recomendaciones Y Especificaciones Del Filtro De Aire	153
8.3.5 Recomendaciones y especificaciones del sistema de admisión de aire	153
8.3.6 Recomendaciones Y Especificaciones Del Sistema De Escape.....	154
8.4 INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN	154
8.4.1 Procedimiento De Arranque Normal	154
8.4.2 Operando El Motor.....	154
8.4.3 Apagado Del Motor	155
8.5 PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES DIESEL	155
8.6 LIMITACIONES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	157
9. SISTEMA DE INFORMACIÓN BÁSICO PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS MOTORES DIESEL DEL PARQUE AUTOMOTOR DE COVOLCO	158
9.1 OBJETIVOS DEL SIMPAC	158
9.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN BÁSICO PARA EL MANTENIMIENTO (SIMPAC).....	159
9.2.1 Componentes Del Sistema De Información (SIMPAC)	160
9.3 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN (SIMPAC).	160
9.3.1 Inicio Usuario SIMPAC.....	161
9.3.2 Ubicación Base De Datos	163
9.3.3 Módulos Sistema De Información SIMPAC.....	165

9.3.4 Relaciones Módulos.....	170
9.3.5 Interfaz SIMPAC	171
3.3.6 Interfaz Usuarios.....	174
10. CONCLUSIONES	176
11. RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LOS MOTORES DIESEL.....	178
11.1 SOCIALIZACIÓN	178
11.2 RECOMENDACIONES	179
BIBLIOGRAFÍA.....	180
ANEXOS.....	183

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Sede administrativa Bucaramanga	26
Figura 2. Oficinas Covolco, Bucaramanga.....	28
Figura 3. Organigrama empresa Covolco.	29
Figura 4. Vehículos Tracto Camión kenworth T800	30
Figura 5. Vehículos Tracto Camión kenworth T800	31
Figura 6. Oficinas Covolco, Bucaramanga.....	32
Figura 7. Parque Automotor Covolco Bucaramanga.....	33
Figura 8. Patrones de falla según Moubray	47
Figura 9. Factores que determinan la Confiabilidad Operacional	48
Figura 10. Árbol lógico y principios de un RCA.....	52
Figura 11. Tipos de Disponibilidad.....	57
Figura 12 Estructura del proceso de auditoría del mantenimiento	60
Figura 13. Trato camión kenworth T800	64
Figura 14. Ficha técnica T800.....	65
Figura 15. Ficha técnica tracto camión	66
Figura 16. Motor Cummins ISX.....	67
Figura 17. Identificación del motor lado de admisión	69
Figura 18. Identificación del motor lado de escape	70
Figura 19. Identificación del motor lado de frente	71
Figura 20. Componentes del sistema de combustible controlado electrónicamente	72
Figura 21. Componentes del sistema de combustible controlado electrónicamente	73

Figura 22. Placa de datos del motor.	74
Figura 23. Bloque.....	76
Figura 24. Culata	76
Figura 25. Junta de culata	77
Figura 26. Cilindro y camisa	77
Figura 27. Bancada.....	78
Figura 28. Carter De Aceite	79
Figura 29. Embolo.....	80
Figura 30. Biela.....	80
Figura 31. Cojinetes.....	81
Figura 32. Cigüeñal.....	82
Figura 33. Volante De Inercia	82
Figura 34. Eje De Levas	83
Figura 35. Válvulas	83
Figura 36. Especificaciones Generales.....	85
Figura 37 Sistema De Combustible	85
Figura 38. Sistema De Lubricación	86
Figura 39. Sistema De Enfriamiento	86
Figura 40.Sistema de admisión y escape	87
Figura 41. Sistema Eléctrico	87
Figura 42. Sistema De Arranque.....	88
Figura 43.Organigrama departamento de mantenimiento Covolco.....	91
Figura 44.Cuestionario de auditoria	92
Figura 45. Gráfica De Araña	103
Figura 46. Parqueadero Pacific Rubiales Covolco Villavicencio	111
Figura 47. Registro de mantenimiento motor diesel.....	112
Figura 48 Ejemplo Inspección Y Registro Del Mantenimiento Motor Diesel	114
Figura 49. Comportamiento de las fallas en los tracto camiones a partir de los datos disponibles	118
Figura 50. Diagrama de Pareto.....	119

Figura 51. Falla de tubería de escape	121
Figura 52. Falla tubería de escape	122
Figura 53. Falla de tubería de escape	122
Figura 54. Falla tubería de escape	123
Figura 55. Limpieza y apariencia del motor	124
Figura 56. Fugas de aceite	128
Figura 57. Nivel de refrigerante.....	129
Figura 58. Nivel de refrigerante.....	130
Figura 59. Falla ventilador	131
Figura 60. Falla radiador.....	132
Figura 61. Filtro de combustible.....	133
Figura 62. Árbol lógico de fallas tubería de escape	136
Figura 63. Árbol lógico de falla humana.....	137
Figura 64. Árbol lógico de falla fuga de aceite	138
Figura 65.Recomendaciones emitidas para la eliminación de la falla.....	140
Figura 66. Programa de mantenimiento preventivo motores diesel	145
Figura 67.Progrma anual de mantenimiento preventivo	156
Figura 68. Esquema de flujo de datos	160
Figuran 69 Variables de entrada y salida.....	161
Figura 70. Bienvenida Sistema de información SIMPAC	162
Figura 71. Ingreso Al SIMPAC	162
Figura 72.Ubicación base de datos.....	163
Figura 73. Construcción base de datos	164
Figura 74. Modulo indicadores.....	165
Figura 75. Módulo programación	166
Figura 76. Modulo medición.....	167
Figura 77. Modulo alarma	168
Figura 78. Módulo planeación.....	169
Figura 79. Módulo falla	170
Figura 80. Relaciones módulos.....	171

Figura 81. Sistema de Información SIMPAC	171
Figura 82. Interfaz registro de mantenimiento.....	172
Figura 83. Interfaz programa anual mantenimiento	173
Figura 84. Panel de navegación SIMPAC.....	173
Figura 85. Interfaz usuarios	174
Figura 86. Finalización SIMPAC	175

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Áreas De Evaluación.....	102
Tabla 2. Identificación Vehículo tracto camión.....	107
Tabla 3. Inventario Instalaciones departamento de mantenimiento	108
Tabla 4.Tabla de falla	117
Tabla 5. Recomendaciones tubería de escape.....	141
Tabla 6. Recomendaciones falla humana	142
Tabla 7. Recomendaciones fuga de aceite	142
Tabla 8. Automotriz con CM870.....	148
Tabla 9. Automotriz con CM871.....	149
Tabla 10. Automotriz sin EGR.....	149
Tabla 11. Calidad del agua	151
Tabla 12. Contraseñas SIMPAC	163

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Gestión del trabajo de grado.....	183
ANEXO B. Carta de compromiso del estudiante.....	189
ANEXO C. Carta compromiso COVOLCO.....	190
ANEXO D. Ficha técnica vehículo tracto camión placa SXR 535	191
ANEXO E. Formato registro de mantenimiento motor Diesel	192
ANEXO F. Foto del motor placa SXR 535	195
ANEXO G. Formato programa de mantenimiento.....	196
ANEXO H. Formato recomendaciones para eliminar la falla.	197
ANEXO I. Formato programa anual de mantenimiento.....	198
ANEXO J. Orden de trabajo.....	199

GLOSARIO DE TÉRMINOS

API: Instituto Americano del Petróleo

C: Celsius

CO: Monóxido de Carbono

DOC: Catalizador de Oxidación del Diesel

EGE: Recirculación del Gas de Escape

EPA: Agencia de Protección Ambiental

Hg: Mercurio

Hp: Potencia

H₂O: Agua

HSEQ: Salud Ocupacional y Seguridad Industrial

HPI: Inyección de Alta Presión

IFSM: Sistema de Combustible Integrado

ISUCOL: Inversiones y Suministros de Colombia

KPA: Kilo pascuales

KM: Kilómetros

NOx: Óxidos de mono nitrógeno

Psi: Libras Por Pulgada Cuadrada

Rpm: Revoluciones Por Minuto

RCA: Análisis Causa Raíz

SAE: Sociedad de Ingeniero Automotrices

SCA: Aditivo Complementario de Refrigeración

SCR: Reducción Catalítica Selectiva

SIMPAC: Sistema de Información para el Mantenimiento Preventivo de los Motores Diesel del Parque automotor de Covolco.

RESUMEN

TÍTULO: DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LOS MOTORES DIESEL PERTENECIENTES AL PARQUE AUTOMOTOR DE LA EMPRESA COVOLCO.*

AUTOR: RAMIRO ANDRÉS MEJÍA ACEVEDO**

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento preventivo, Motor Diesel, Empresa Covolco, Parque automotor, Análisis causa raíz, Auditoria, Sistema de información.

DESCRIPCIÓN

El presente proyecto tiene como propósito la elaboración e implementación de un programa de mantenimiento preventivo para los motores diesel de los vehículos tracto camiones del parque automotor de Covolco. Mediante una auditoria, se verifica el estado del departamento de mantenimiento con el fin de recolectar información de los motores diesel de los vehículos tracto camiones por medio de su inspección, usando como parámetro las recomendaciones del fabricante del motor.

Analizando los sistemas del motor diesel, se ejecuta la metodología de análisis causa raíz (RCA), para abordar la solución de problemas en los motores diesel y poder eliminar las fallas que generan incumplimiento en el parque automotor de Covolco. La implementación del programa de mantenimiento se hace mediante la creación de SIMPAC que es un sistema de información para el mantenimiento preventivo de los motores diesel del parque automotor de Covolco, donde se registra la información de las fichas técnicas de los vehículos tracto camiones; datos del motor; fotos y formatos tales como: registro de mantenimiento, programa de mantenimiento preventivo del motor diesel, actividades anuales de inspección y fallas con recomendaciones.

Con la incorporación del programa de mantenimiento preventivo se estableció un cronograma de inspecciones diarias y reportes que evita futuras fallas o paros imprevistos. Se obtuvo una herramienta fundamental que generó un vínculo entre: departamento de mantenimiento – operario - dueño, que promueve un ambiente y cultura de mantenimiento.

Disponer de un parque automotor en condiciones óptimas refleja la obtención de nuevos contratos de trabajo.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Ing. Carlos Borrás Pinilla

ABSTRACT

TITLE: Development of a preventive maintenance program for automotive diesel engines belonging to the business park Covolco.*

AUTHOR: RAMIRO ANDRÉS MEJÍA ACEVEDO**

KEY WORDS: Preventive Maintenance, Company Covolco, Root cause analysis, Auditing, Information system, Vehicle fleet, engine.

DESCRIPTION:

The current Project aims the development and implementation of a preventive maintenance program for diesel engines of the vehicles fleet of trucks in Covolco. The maintenance department status in order to collect information from the diesel engine of the truck vehicles through inspection, it is verified by audit, using as a parameter the engine manufacturer's recommendations.

Analyzing the diesel engine systems and its possible failures, the Root Cause Analysis methodology (RCA) was implemented to address problem solving in diesel engines and to eliminate the faults that generate default in the Covolco's fleet.

The maintenance program implementation is done by creating SIMPAC software, Which is an information system for preventive maintenance of diesel engines in Covolco's automotive park, where the truck vehicles technical specifications information; engine data; photos and maintenance record formats such as record keeping, diesel engines preventive maintenance program, annual inspection activities and faults with recommendations are registered. The incorporation of preventive maintenance program which can generate a schedule with daily inspections and reports that prevent future failures or unplanned shutdowns. A fundamental tool that generated a link between maintenance department-operator-owner was obtained by promoting a maintenance environment and culture.

Having a fleet in good condition reflects obtaining new employment contracts.

* Degree Work

** Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering. Director: Eng. Carlos Borrás Pinilla

INTRODUCCIÓN

Covolco es una cooperativa constituida por propietarios de vehículos tracto camiones para el transporte terrestre de productos líquidos y secos con cobertura en el territorio nacional, consta de un parque automotor de 422 tractos camiones con motores Cummins ISX, los cuales se deben presentar en óptimas condiciones, ya que serán expuestos a condiciones extremas de operación.

Se aprecia un problema evidente en el departamento de mantenimiento de Covolco la falta de organización y el no tener un plan de mantenimiento preventivo para los vehículos tracto camiones han sido reflejados en retrasos e incumplimientos.

El presente proyecto tiene como objetivo la organización, planificación y ejecución de los procesos referidos al mantenimiento preventivo de los motores diesel del parque automotor de Covolco, Para cumplir con este propósito se diseña un programa de mantenimiento preventivo que permita administrar y controlar las actividades de mantenimiento, garantizando una alta disponibilidad y una larga vida para el motor diesel.

En el desarrollo del proyecto se realizó un reconocimiento al departamento de mantenimiento por medio de una auditoria, posteriormente se identificaron los vehículos tracto camiones y sus respectivos motores diesel ISX, consecutivamente se procede a crear una base de datos donde se almacena la información.

Posteriormente de la inspección de mantenimiento a los motores diesel y con base en las recomendaciones hechas por el fabricante, la información técnica, la experiencia obtenida por parte de los operarios y el departamento de

mantenimiento. Se diseñan formatos para el mantenimiento preventivo, cronograma de actividades anuales, se diseña el sistema de información nombrado SIMPAC, donde se genera un registro detallado del motor diesel del parque automotor de Covolco con fichas, formatos, fotos, fallas, recomendaciones.

El desarrollo e implementación del programa de mantenimiento preventivo requiere de un alto grado de responsabilidad por parte del departamento de mantenimiento, de los operarios y los dueños de los vehículos tracto camiones para lograr óptimas condiciones de funcionamiento de los motores diesel.

1. MARCO ORGANIZACIONAL

1.1 DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE COVOLCO.

1.1.1 Historia. Covolco nace en 1963 gracias a la iniciativa de 5 personas con la intención de formar una empresa de transporte con vehículos tipo volqueta, Covolco se forma con el objetivo de brindar desarrollo al campo del transporte terrestre de carga a nivel nacional Debido a las necesidades cambiantes del mundo actual la empresa se orienta hacia el transporte terrestre tanto de carga líquida como de carga seca y es en ese momento cuando inicia su período de crecimiento.

Figura 1. Sede administrativa Bucaramanga



Fuente: COVOLCO. Disponible en: <http://www.covolco.com/>

Es así como a través del tiempo se va posicionando hasta convertirse en una de las empresas de transporte no solo a nivel regional sino también a nivel nacional. En el 2009 la empresa obtuvo 7 certificaciones fundamentales, de esta manera es que Covolco garantiza la calidad del servicio que presta a importantes empresas de diversos sectores tales como el sector de hidrocarburos y el sector agrícola y cada vez se encamina más hacia la búsqueda de un sistema integral de todos sus procesos.

1.1.2 Misión. Covolco es una entidad cooperativa constituida por propietarios de vehículos Tracto Camión y camiones en óptimas condiciones, para el transporte terrestre de productos líquidos y secos a nivel nacional e internacional. Por su carácter solidario Covolco está comprometido a promover alternativas de toda índole para el beneficio de sus asociados y empleados; y enmarcado en los principios de honestidad, solidaridad y respeto, contribuyendo al desarrollo del sector transportador y se constituye en un reglón de apoyo al desarrollo del país.

1.1.3 Visión. Covolco es una empresa transportadora de carácter solidario que se proyecta para el año 2014 como una empresa líder en el transporte de líquidos y secos a nivel nacional e Internacional, afrontando los cambios y retos impuestos por el mercado y los tratados de comercio con otros países, cumpliendo con los compromisos pactados con nuestros clientes y generando valores agregados al servicio.

1.1.4 Planeación logística. Covolco dispone de un equipo humano especializado, tecnología de punta, un parque automotor de 422 vehículos e infraestructura física y de operaciones para cubrir todas las necesidades logísticas y poder así cumplir con la misión de transportar carga líquida, seca y a granel a nivel nacional e internacional. Nuestra sede principal está ubicada en la ciudad de Bucaramanga y contamos con 7 agencias en diferentes partes del país: Barrancabermeja, Barranquilla, Bogotá, Buga, Cartagena, Villavicencio y Yopal.

Figura 2. Oficinas Covolco, Bucaramanga

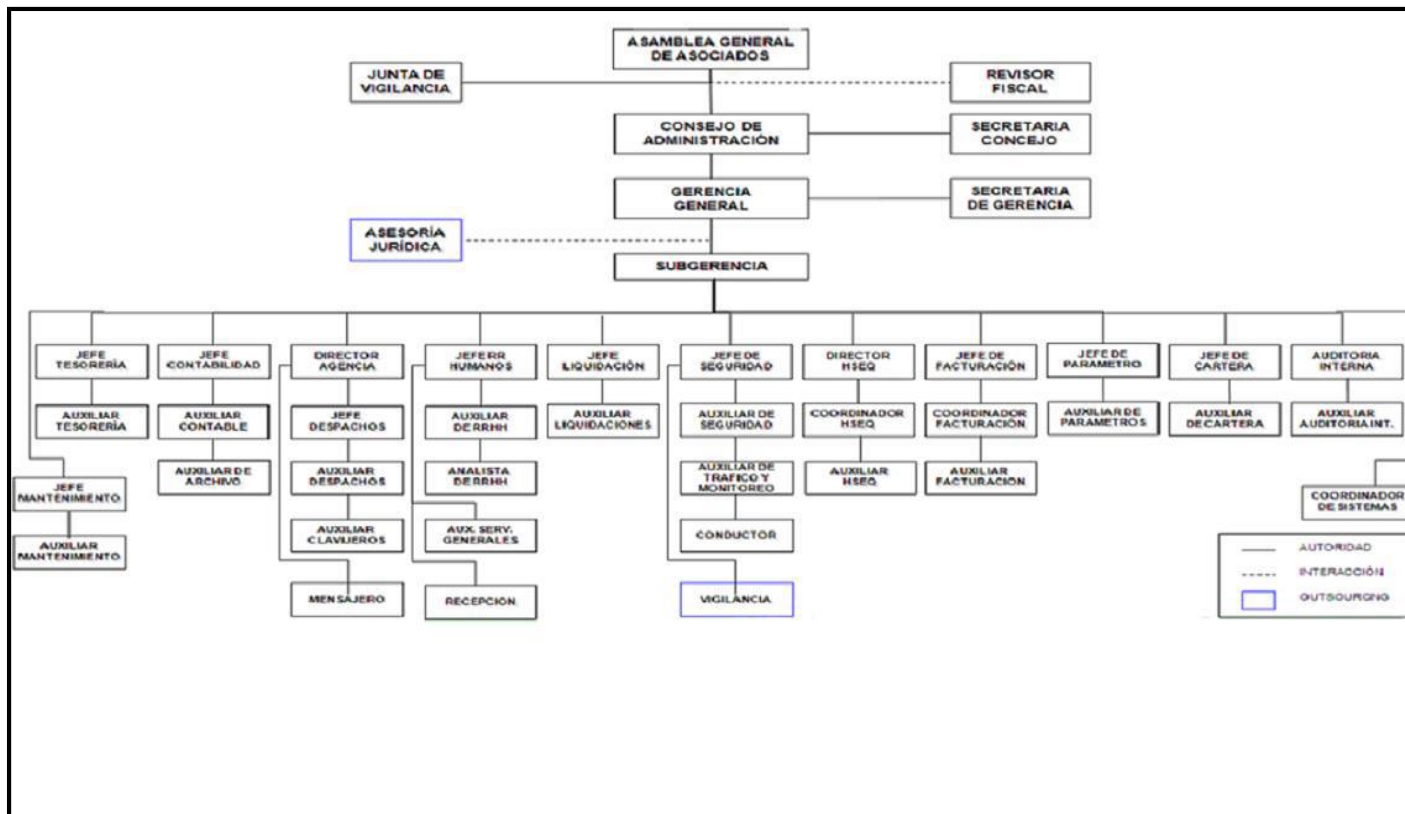


Fuente: COVOLCO. Disponible en: <http://www.covolco.com/>

- ✓ Coordinadores logísticos de programación, despacho y lista de chequeo del parque automotor.
- ✓ Parquero taller con almacén de repuestos y mecánicos.
- ✓ Todo el personal de conductores desarrollo el protocolo COMPETENCIAS LABORALES en un convenio MINISTERIO DE TRANSPORTE – SENA, habiendo sido certificado la Covolco y cada uno de sus conductores.
- ✓ Red de comunicación conductores: Todos los conductores y personal en general adscrito a la operación cuentan con sistema de comunicación individual, capacitación en contingencias, manejo de sustancias peligrosa.

1.1.5 Organigrama

Figura 3. Organigrama empresa Covolco.



Fuente 1: Suministrados por el departamento de mantenimiento

1.1.6 Vehículos Carga Seca

Figura 4. Vehículos Tracto Camión kenworth T800



Fuente: COVOLCO. Disponible en: <http://www.covolco.com/>

Abono, aceite en producto terminado, materias primas, productos químicos, cerámica, carbón, contenedores.

- ✓ Volquetas
- ✓ Tracto Camión en estaca y/o carrocería
- ✓ Doble Troques en estaca y/o carrocería
- ✓ Camiones sencillos en estaca y/o carrocería
- ✓ Movilización y desmovilización de maquinaria y equipos (cama baja, cama alta, contenedores).

1.1.7 Vehículos Carga Líquida. Crudo, gasolina, ACPM, productos derivados del petróleo, aceites, hidrocarburos refinados.

- ✓ Tracto Camión tanques en acero inoxidable /o lamina Corriente
- ✓ Doble-Troques tanques en acero inoxidable / o lamina Corriente
- ✓ Camiones sencillos en Acero inoxidable /o lamina Corriente.

Figura 5. Vehículos Tracto Camión kenworth T800



Fuente: COVOLCO. Disponible en: <http://www.covolco.com/>

1.1.8 Certificaciones. En el 2009 la empresa obtuvo 7 certificaciones fundamentales:

- ® ISO 9001:2008 (Calidad en el Servicio)
- ® OHSAS 18001:2007 (Salud Ocupacional y Seguridad Industrial)
- ® ISO 14001:2004 (Medio Ambiente)
- ® Norsok-S-006:2003
- ® BASC (Seguridad Física)
- ® Licencia internacional.
- ® RUC

1.1.9 Sistemas De Gestión. Las certificaciones en la norma ISO 9001, OHSAS 18001, ISO 14001, RUC y BASC de Covolco en la operación del servicio de transporte de carga nos permitirá prestar un seguro y mejor servicio a nuestros clientes, llevando la empresa a un mejor posicionamiento en el mercado. Los Sistemas de Gestión proporcionan herramientas para prevenir fallas de seguridad reduciendo riesgos de actividades ilícitas en las diferentes etapas de prestación del servicio de transporte de carga, creando un contacto directo con organismos y autoridades nacionales y extranjeros que cooperan con el programa BASC, brindando con esto un servicio seguro a nuestros clientes.

1.1.10 Instalaciones

Figura 6. Oficinas Covolco, Bucaramanga



Fuente: COVOLCO. Disponible en: <http://www.covolco.com/>

Figura 7. Parque Automotor Covolco Bucaramanga



Fuente: COVOLCO. Disponible en: <http://www.covolco.com/>

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Planteamiento Del Problema. Covolco es una entidad cooperativa constituida por propietarios de vehículos Tracto Camiones para el transporte terrestre de productos líquidos y secos con cobertura en el territorio nacional, su sede principal está ubicada en la ciudad de Bucaramanga y cuenta con 7 agencias en diferentes partes del país: Barrancabermeja, Barranquilla, Bogotá, Buga, Cartagena, Villavicencio y Yopal.

Cabe destacar que Covolco se encarga de prestar los servicios de transporte de carga líquida en el sector de la industria de hidrocarburos cumpliendo con más de 50 rutas a nivel nacional y participando activamente en el desarrollo económico de todo un país.

Cuenta con un parque automotor de 422 vehículos los cuales se deben presentar en óptimas condiciones ya que serán expuestos a un recorrido de más de 15 horas de trabajo y en algunas ocasiones en condiciones extremas de operación.

No se puede permitir la más mínima interrupción en el proceso de movilización de la carga de hidrocarburos una falla de un vehículo en cualquier ruta de trabajo traerá como secuencia detener e interrumpir el proceso de movilización ocurriendo un retraso inevitable trayendo como resultado una desmejora en la calidad del servicio prestado y por consiguiente quejas y reclamos por parte de los clientes que en tiempo de competencia deben minimizarse.

Dada la valiosa importancia los vehículos se deben prevenir contra posibles fallas durante la operación de trabajo destacando que uno de los componentes más críticos del vehículo Tracto Camión, es su Motor. El cual debe cumplir con un mantenimiento apropiado para efectuar dichas jornadas de operación y se debe basar en las recomendaciones del fabricante.

De no ser así el Motor sufrirá un desgaste inoportuno, no llevar a cabo un plan de mantenimiento podría traer severas consecuencias, un funcionamiento errático, recalentamiento, apagado del vehículo inesperado y en algunas ocasiones reemplazar componentes del motor.

Cummins Inc. recomienda que el motor sea mantenido según el programa de mantenimiento, si el motor está operando en temperaturas ambiente por debajo de -18 °c [0 °F] o por arriba de 38 °c [100 °F] realice el mantenimiento en intervalos más cortos. También se requieren intervalos de mantenimiento más cortos si el motor opera en un ambiente polvoriento.¹

¹ CUMMINS Inc. Manual de los propietarios. Estados Unidos. Canadá. México. impreso 12- Octubre-2010. Boletín 4018222. Sección 2. Lineamientos de mantenimiento. pág.2-1.

Se observa un problema evidente en Covolco ya que es común en algunos conductores y propietarios de vehículos Tracto Camión en su mayoría por falta de información y el desconocimiento de las recomendaciones del fabricante, obviar el mantenimiento preventivo y a su vez realizando malas prácticas de funcionamiento (costumbres y mitos) originando daños prematuros y severos al Motor Diesel y a su vez generan grandes pérdidas económicas para Covolco como para los propietarios del parque automotor causando retrasos en su servicio perjudicando notablemente a sus clientes.

En busca de la mejora de sus actividades se ha visto en la necesidad de realizar un estudio de métodos y tiempo con la finalidad de determinar los períodos reales de las operaciones de mantenimiento de los motores diesel, mediante una metodología más técnica y completa que permita analizar y establecer herramientas para la toma de decisiones; todo ello con el fin de optimizar los mismos para así obtener el máximo rendimiento de los motores diesel.

Esto se puede lograr mediante un estudio de confiabilidad a los motores diesel de cada vehículo Tracto Camión basado en su historial de fallas, con esto poder definir las frecuencias con que se debe realizar la inspección adecuada también identificando los componentes que pueden originar un mal funcionamiento en el vehículo Tracto Camión.

Teniendo en cuenta toda la información suministrada anteriormente se procederá a realizar un sistema de información utilizando las herramientas de Microsoft Excel, Microsoft Access mediante base de datos que pueda indicar al operario (conductor) a los propietarios de vehículo y a la empresa cual es el tipo de mantenimiento que se debe realizar.

Los objetivos principales de un parque automotor de carga líquida en el sector de la industria de hidrocarburos deben ser la seguridad, la calidad y el cumplimiento del servicio, un programa de mantenimiento preventivo adecuado debe posibilitar la consecución de estos objetivos garantizando la disponibilidad de los vehículos, disminuyendo las averías imprevistas aumentando la fiabilidad permitiendo la optimización de los recursos y contribuyendo a la eficiencia global en Covolco.

1.3 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

El presente proyecto de grado busca ampliar el conocimiento y la implementación de un programa de mantenimiento preventivo para el parque automotor de Covolco, que se encuentra en inevitable crecimiento productivo la cual cuenta con vehículos Tracto Camión de arduo servicio que deben tener una alta disponibilidad para soportar su constante operación.

Los motores empleados en los vehículos han experimentado un gran avance tecnológico en los últimos años, por ello es necesario realizar un estudio sistemático de los mismos partiendo de los principios de funcionamiento teóricos para analizarlos posteriormente.

Estos vehículos cuentan con motores que exigen altos niveles de cuidado en su operación y mantenimiento dichos motores sufren desgastes normales que en algunos casos es por falta de conocimiento, un adecuado mantenimiento o un óptimo acompañamiento.

Cuando el motor alcanza los límites de funcionamiento sin la adecuada intervención periódica debe ser sometido a un mantenimiento correctivo, impactando en su disponibilidad y ocasionando grandes pérdidas económicas

para la empresa, el programa de mantenimiento preventivo permitirá disminuir dichos costos de operación y reparaciones inoportunas.

Se propone realizar una auditoría de la gestión del mantenimiento actual del parque automotor y un análisis causa raíz (RCA) a través de la identificación de eventos, mediante un seguimiento continuo al Motor.

Con este proyecto de grado se espera un acercamiento entre Universidad-Estudiente-Empresa, y además sirva como documento orientador en el proceso de enseñanza y formación profesional.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General. Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo a los Motores pertenecientes al parque automotor de Covolco, teniendo en cuenta las diferentes variables en el funcionamiento de los Motores Diesel y así poder detectar con anterioridad posibles fallas, para realizar un adecuado mantenimiento y favorecer con el objetivo de aumentar la productividad y disponibilidad de dicho parque automotor. De ésta manera, contribuir con la misión de la Universidad Industrial de Santander de formar profesionales integrales de alta calidad con capacidad de investigación e innovación aportando crecimiento en el desarrollo industrial de la región y el país.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ♦ Realizar una auditoría de la gestión del mantenimiento actual al parque automotor de la empresa Covolco.
- ♦ Clasificar y Catalogar las partes generales de un Motor Diesel.

- ♦ Implementar un programa de mantenimiento preventivo para los Motores Diesel pertenecientes al parque automotor de Covolco, que incorpore parámetros de seguimiento de disponibilidad del motor y de sus respectivos componentes, desglosado en los siguientes subsistemas:
 - ✓ Sistema de arranque.
 - ✓ Sistemas de lubricación.
 - ✓ Sistemas de enfriamiento.
 - ✓ Sistema de admisión y escape.
 - ✓ Sistema de combustible.
 - ✓ Sistema eléctrico.
- ♦ Realizar un análisis de causa raíz (RCA) a través de la identificación de eventos a los Motores Diesel del parque automotor de Covolco.
- ♦ Contribuir a reducir costos de operación mediante buenas prácticas de funcionamiento promoviendo una cultura de conservación y mantenimiento autónomo.
- ♦ Desarrollar y operar un sistema de información básico para el mantenimiento preventivo de los Motores Diesel mediante las herramientas de Microsoft Excel y/o Microsoft Access en el diseño y elaboración de un programa de mantenimiento con los siguientes módulos:
 - ✓ Planeación.
 - ✓ Programación.
 - ✓ Medición.
 - ✓ Alarmas.
 - ✓ Indicadores

2. MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

2.1.1 Definición Del Mantenimiento. El mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles e instalaciones.

2.2 OBJETIVOS Y FILOSOFÍA DEL MANTENIMIENTO

- ✓ Las Reparaciones de emergencia se deben minimizarlas.
- ✓ Los Tiempo muerto en producción imputable a mantenimiento: se deben minimizar.
- ✓ Las Reparaciones y modificaciones de equipo: se deben optimizar.
- ✓ Los Desperdicio de materiales de producción imputable a mantenimiento: se deben minimizar.
- ✓ Los Materiales empleados en las reparaciones y modificaciones: se deben optimizar.
- ✓ La mano de obra de mantenimiento, conforme al volumen de mantenimiento: se deben optimizar.
- ✓ La depreciación del equipo y edificios: se deben retardar, incrementando su vida.

2.3 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO

El objetivo del mantenimiento es conservar todos los bienes que componen los eslabones del sistema directa e indirectamente afectados a los servicios en las mejores condiciones de funcionamiento, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible.

- ✓ Mantenga los equipos en una alta disponibilidad.
- ✓ Logren un alto rendimiento las tareas de mantenimiento.
- ✓ Optimice los costos de mantenimiento. ✓ Incremente o sostenga la productividad.
- ✓ Sea activo en los programas de calidad.

2.4. TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.4.1 Mantenimiento Correctivo (MP). Se denomina mantenimiento correctivo, aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos.

Es el mantenimiento correctivo de emergencia que debe llevarse a cabo con la mayor celeridad para evitar que se incrementen costos e impedir daños materiales y/o humanos. Si se presenta una avería imprevista, se procederá a repararla en el menor tiempo posible para que el sistema, equipo o instalación siga funcionando normalmente sin generar perjuicios.

2.4.2 Mantenimiento Preventivo (MP). Este tipo de mantenimiento es un programa que incluye las inspecciones planificadas, reemplazo de piezas, y reparaciones como medidas proyectadas para evitar las fallas catastróficas y controlar el deterioro.

El Mantenimiento Preventivo se dirige a la prevención de averías y defectos. Las actividades diarias incluyen chequeos del equipo, controles de precisión, hacer una revisión total o parcial en momentos específicos, cambios de aceite, lubricación, etc.

- ✓ Es el Mantenimiento. que se realiza a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas y debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminada a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de los equipos.
- ✓ El mantenimiento preventivo más que una técnica específica de mantenimiento es una filosofía o estado de ánimo que comienza desde el mismo momento en que se diseña el equipo, ya que allí se piensa en la facilidad de mantenimiento y montaje, en la confiabilidad, duración y cuidados de cada una.²

2.4.3 Mantenimiento Predictivo. Es el mantenimiento planeado con base en el análisis, muestreo y registro de variables que determinan el estado de la máquina y que se controlan para predecir la falla; tales variables pueden ser nivel de vibraciones, temperatura, presión, velocidad, etc.

² BORRÁS PINILLA. Carlos. Ph.D., M.Sc. Ingeniería de Mantenimiento. Material docente. Escuela de Ingeniería Mecánica. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga mayo 01 de 2013. pág.33

El mantenimiento predictivo emplea varias tecnologías para determinar la condición del equipo o de los componentes mediante la medición y el análisis de la tendencia de parámetros físicos con el objeto de detectar, analizar y corregir problemas en los equipos antes de que se produzca la falla.

Es un sistema de advertencia temprana que nos indica que algo malo está sucediendo en el equipo, antes de que podamos oírlo, verlo o sentirlo.

2.4.4 Mantenimiento Productivo. Este tipo de mantenimiento indica básicamente las actividades necesarias para mantener ciertas condiciones en el equipo. El mantenimiento Productivo se dirige a ampliar la productividad hasta el nivel máximo, lo que quiere decir rentabilidad.

La gestión de los equipos evolucionó pasando del mantenimiento preventivo al productivo, pero continuaba siendo primordial una actividad realizada por el departamento de mantenimiento, lo que no tenía regularmente mucho éxito en el logro de cero averías o defectos. Esta es la razón por la que apareció el TPM (Mantenimiento Productivo Total). Basado en la actividad de pequeños grupos de operarios, el TPM amplía la acción del Mantenimiento Productivo, con el apoyo y cooperación de la Dirección y los empleados a todos los niveles.

- ✓ Lograr la máxima efectividad del equipo por medio del mantenimiento preventivo económico.
- ✓ Un programa de mantenimiento preventivo para toda la vida del equipo.
- ✓ El mantenimiento es realizado por todas las dependencias de la empresa. Los operarios se encargan de prestar los primeros auxilios. Se acaba el "Yo opero, tu reparas".
- ✓ Todos los miembros de la organización tienen participación y responsabilidad. Se realiza un programa autónomo por parte de operarios.

- ✓ Se crean pequeños responsables de las actividades del mantenimiento; la existencia de estos grupos hace la diferencia entre mantenimiento Productivo y mantenimiento Productivo Total.

2.4.5 Mantenimiento Productivo Total (TPM). El Mantenimiento Productivo Total es un sistema diseñado para mantener los equipos en el punto de máxima efectividad operativa. Mientras que el mantenimiento Preventivo se preocupa por la vida útil del equipo y su idea es incrementarla, retardando las averías tanto como sea posible; el mantenimiento Productivo busca la máxima eficiencia de los equipos.

“El mantenimiento productivo es un paso hacia adelante, del mantenimiento preventivo.es realizar un mantenimiento preventivo eficaz”

Lograr la máxima efectividad en los mantenimientos implica:

- ✓ Mejorar la planeación y programación.
- ✓ Determinar con rigor académico, indicadores de gestión como la disponibilidad, la mantenibilidad y la confiabilidad.
- ✓ Un excelente sistema de comunicación e información a todos los niveles.
- ✓ Un buen manejo de los recursos físicos y los potenciales humanos.
- ✓ Excelente compromiso entre los departamentos de diseño, proyectos o ingeniería con el mantenimiento.

“El mantenimiento Productivo se basa en el principio fundamental de que toda persona cuyo trabajo tenga algo que ver con un equipo, debe estar involucrada en su mantenimiento y administración.”³

³ BORRÁS PINILLA. Carlos. Ph.D., M.Sc. Ingeniería de Mantenimiento. Material docente. Escuela de Ingeniería Mecánica. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga Mayo 01 de 2013. Pág. 135

2.4.6 Confiabilidad Operacional De Activos (RCA). La confiabilidad operacional de los activos incluye procesos metodológicos de mejoramiento continuo mediante incorporación sistemática de nuevas tecnologías, técnicas de análisis y herramientas de diagnóstico que logran optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la producción industrial, haciendo énfasis y reforzando positivamente las actividades humanas. Este proceso se fundamenta en la visión, la misión y los objetivos de la empresa u organización. Para lograr control de la producción se debe garantizar confiabilidad operacional de sus activos en sus cuatro áreas fundamentales; confiabilidad en proceso mediante una integridad operativa, confiabilidad humana través de las competencias y el entrenamiento, confiabilidad de diseño la cual incluye la mantenibilidad y por último la confiabilidad de equipos que se vale de estrategias de mantenimiento para aumentar disponibilidad de plantas y equipos.

2.5 HERRAMIENTAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ACTIVOS

- ✓ El Análisis de Criticidad (CA); es una técnica que permite jerarquizar instalaciones, sistemas y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.
- ✓ El Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA); es una metodología que permite determinar los modos de falla de los componentes de un sistema, el impacto y la frecuencia con que se presentan.
- ✓ La Inspección Basada en Riesgos (RBI); es la técnica que permite definir la probabilidad de falla de un sistema, y las consecuencias que las fallas pueden generar sobre la gente, el proceso y el entorno.
- ✓ El Análisis Costo - Riesgo - Beneficio (BRCA); es una metodología que permite establecer una combinación óptima entre los costos de realizar una actividad y

los beneficios generados, con base en el valor del riesgo que involucra la realización, o no, de tal acción.

- ✓ El Análisis del Costo del Ciclo de Vida (LCC); es una técnica que permite elegir entre opciones de inversión o acciones de mejora de la confiabilidad con base en su efecto en el costo total del ciclo de vida de un activo nuevo o en servicio.
- ✓ El Análisis Causa Raíz (RCFA); es un procedimiento sistemático que se aplica con el objetivo de precisar las causas que originan las fallas, sus impactos y sus frecuencias de aparición, para poder mitigarlas o eliminarlas.

2.6 ANÁLISIS CAUSA - RAÍZ: (RCA.)

El RCA es el mejor exponente de estas técnicas que combinado con los métodos de medición de fallas cuantitativo basado en los análisis estadísticos, se convierten en una herramienta poderosa para la eliminación de malos actores buscando una manera rápida y eficaz a la solución de problemas cotidianos y evitar repetición de eventos mayores, con la eliminación de los defectos de una falla repetitiva (mal actor) se lograra obtener una mayor confiabilidad integral del proceso de producción por reducción en el número de averías, también se optimizara el volumen de trabajo al reducir las actividades reactivas, aumentando de esta forma la eficiencia en los procesos de ejecución, razones por las cuales usar esta metodología de confiabilidad permitirá mejorar la confiabilidad operacional, con participación activa del personal de empresa optimizando de los recursos destinados al departamento de mantenimiento.

El análisis de causa raíz (RCA) es un método cualitativo de análisis de falla que utiliza la lógica sistemática para lograr idéntica las causas responsables de una falla. También permite identificar la mejor solución para corregir la causa identificada y como realizar su seguimiento, esta metodología se basa en el árbol

lógico de falla, la deducción y verificación de los hechos para encontrar el origen de una falla, permite aprender de las fallas y eliminar las causas, en lugar de corregir los síntomas.⁴

2.7 ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS (FMEA)

2.7.1 Falla. Se define falla como el deterioro o desperfecto en las instalaciones, máquinas o equipos que no permitan su normal funcionamiento. Es importante identificar las fallas para luego poder enfrentar su análisis y en base a esto solucionar los problemas, no siempre es fácil realizar ésta tarea por lo que se han desarrollado numerosas técnicas para identificar y analizar las fallas.

Los modos de fallas pueden ser causados por:

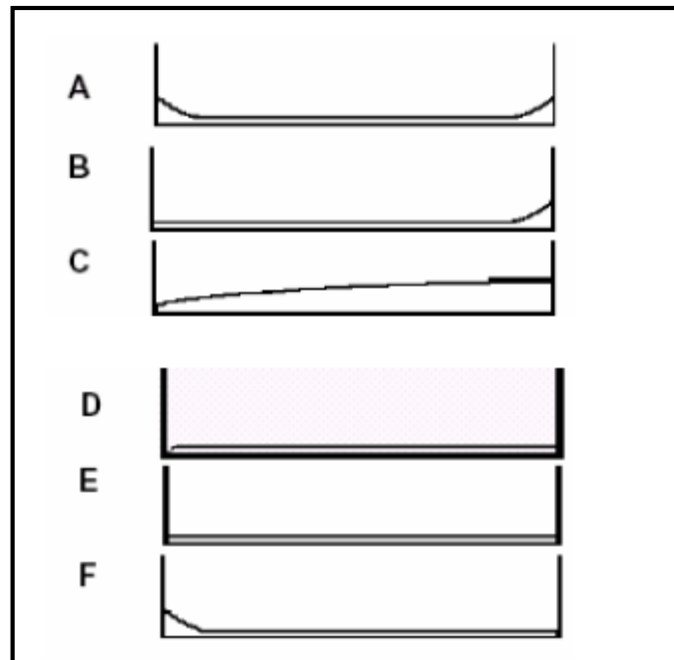
- ✓ Desgaste y deterioro
- ✓ Errores humanos
- ✓ Problemas de diseño

El FMEA permite seleccionar la apropiada estrategia de Gerenciamiento de Fallas. Como lo señala Moubray, existen 6 patrones de falla en la maquinaria actual.

A continuación está graficada la probabilidad de falla en función de la edad operacional. En los casos A, B y C se observa que la probabilidad de falla aumenta con la edad operacional, éste comportamiento es consecuencia del desgaste y más común en componentes que están en contacto directo con algún material o fluido.

⁴ BORRÁS PINILLA. Carlos. Ph.D., M.Sc. Ingeniería de Mantenimiento. Material docente. Escuela de Ingeniería Mecánica. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga Mayo 01 de 2013. Pág. 138-140.

Figura 8. Patrones de falla según Moubray



Fuente: Moubray, J. (1997)

En cambio los patrones D, E, y F no presentan relación entre la confiabilidad y la edad operacional.

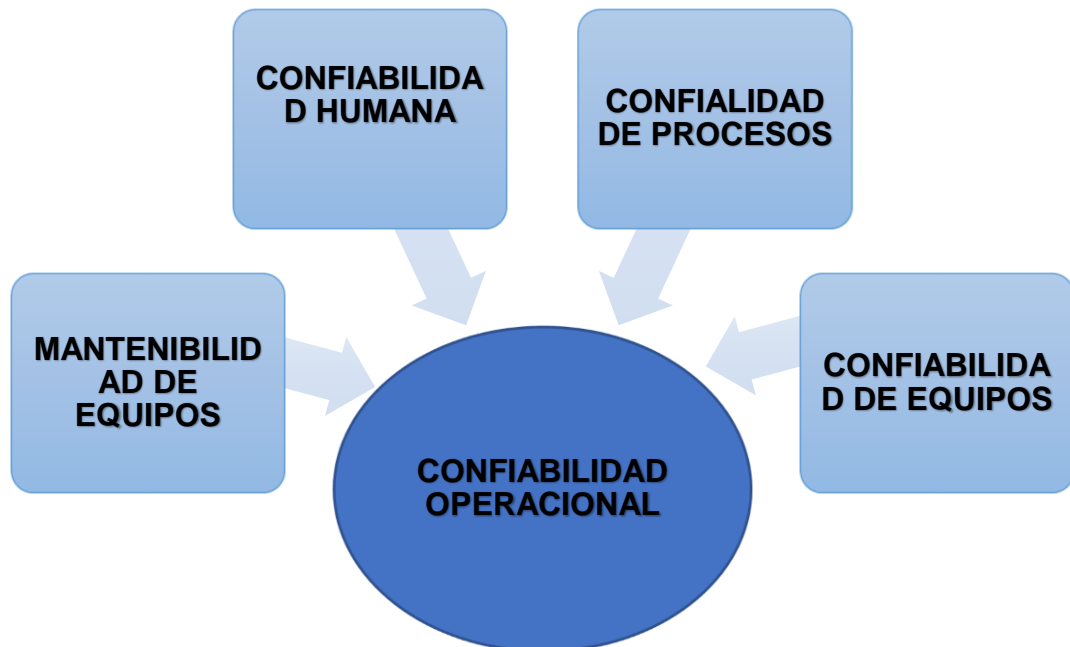
Las consecuencias de falla describen lo que pasa cuando ocurre un modo de falla, el objetivo de éste análisis es establecer si es necesario realizar un Mantenimiento Proactivo, dependiendo de las consecuencias operacionales o de Seguridad que tenga el modo de falla.⁵

⁵ ALTMANN, Carolina. Análisis de Causa Raíz en la mejora de la confiabilidad. Montevideo Uruguay.2006.p1

2.7.2 Confiabilidad Operacional. La Confiabilidad Operacional se define como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la producción industrial. La Confiabilidad Operacional lleva implícita la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un específico contexto operacional.

Es importante, puntualizar que en un sistema de Confiabilidad Operacional es necesario el análisis de sus cuatro parámetros operativos: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad y confianza de los equipos; sobre los cuales se debe actuar si se quiere un mejoramiento continuo y de largo plazo. Estos cuatro elementos se muestran

Figura 9. Factores que determinan la Confiabilidad Operacional



Fuente: Análisis Causa Raíz C. Altmann.

La Confiabilidad Operacional depende de los siguientes factores:

- **Confiabilidad Humana:** Se requiere de un alto Compromiso de la Gerencia para liderar los procesos de capacitación, motivación e incentivación de los equipos de trabajo, generación de nuevas actitudes, seguridad, desarrollo y reconocimiento, para lograr un alto involucramiento de los talentos humanos.
- **Confiabilidad de los Procesos:** Implica la operación de equipos entre parámetros, o por debajo de la capacidad de diseño, es decir sin generar sobrecarga a los equipos, y el correcto entendimiento de los procesos y procedimientos.
- **Mantenibilidad de equipos:** Es decir la probabilidad de que un equipo pueda ser restaurado a su estado operacional en un período de tiempo determinado. Depende de la fase de diseño de los equipos (Confiabilidad inherente de diseño), de la confiabilidad de los equipos de trabajo.
- **Confiabilidad de equipos:** Determinada por las Estrategias de Mantenimiento, la efectividad del Mantenimiento.

2.7.3 Herramientas Para La Optimización De La Confiabilidad En Equipos.

Una de las principales herramientas que se utilizan para la gestión de activos la cual contribuye a la confiabilidad de los equipos es el Análisis Causa Raíz (RCA); que es un procedimiento sistemático que se aplica con el objetivo de precisar las causas que originan las fallas, sus impactos y sus frecuencias de aparición, para poder mitigarlas o eliminarlas.

El RCA es el mejor exponente de estas técnicas que combinado con los métodos de medición de fallas cuantitativo basado en los análisis estadísticos, se convierten en una herramienta poderosa para la eliminación de los efectos de una

falla repetitiva (mal actor) se logrará obtener una mayor confiabilidad integral del proceso de producción por reducción en el número de averías, también se optimizara el volumen de trabajo al reducir las actividades reactivas, aumentando de esta forma la eficiencia en los procesos de ejecución, razones por las cuales usar esta metodología de confiabilidad permitirá mejor la confiabilidad operacional, con participación activa del personal de empresa optimizado de los recursos destinados al departamento de mantenimiento.

2.8 METODOLOGÍA DEL RCA.

La metodología está definida por un procedimiento de trabajo el cual está dividido en varias partes y pasos, este proceso inicia preparando la investigación y termina con un reporte de los hallazgos.

2.8.1 Paso 1: Identificar Los Eventos Más Significativos. Se recolecta la información, se definen las fallas y se calculan las perdidas debido a las fallas ocurridas.

El objetivo es determinar cuáles son los eventos y fallas más importantes. Esta información se utiliza para analizar los costos de las fallas en una instalación y clasificar los problemas encontrados en orden de importancia.

Se debe identificar los problemas específicos que dan el mejor retorno a la inversión. Hay dos tipos de problemas básicos: esporádicos y crónicos. Los problemas o eventos esporádicos son aquellos que causan una cantidad considerable de caos cuando aparecen, tienen ciertas características que son importantes y por la naturaleza del problema capturan la atención de todos;

individualmente son lo más costosos. Los problemas o eventos crónicos, ocurren una y otra vez, y por las mismas razones aparentes. A diferencia de los eventuales, los problemas crónicos tienen alta frecuencia de ocurrencia y no llevan mucho tiempo para corregirse. La herramienta apropiada es el análisis de Pareto.

➤ **Análisis de Pareto:** Es un método gráfico para definir las causas más importantes de una determinada situación y por consiguiente las prioridades de intervención, este permite una representación gráfica o tabular, conocida como diagrama de Pareto, idéntica en una forma decreciente los aspectos que se presentan con mayor frecuencia o que tienen una ponderación o incidencia mayor.

➤ **Objetivo del análisis de Pareto**

- ✓ Identificar oportunidades para llevar a cabo mejoras.
- ✓ Identificar los sistemas, equipos o elementos que están causando la mayoría de problemas a mantenimiento y producción.
- ✓ Analizar las diferentes agrupaciones de datos.
- ✓ Buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- ✓ Evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después).

2.8.2 Paso 2: Preservar Las Evidencias De Las Fallas. Es el paso donde se inicia con el análisis del problema específico, la recolección de datos es una parte integral del Análisis Causa Raíz. Sin la información de la falla, es imposible descubrir las causas raíz.

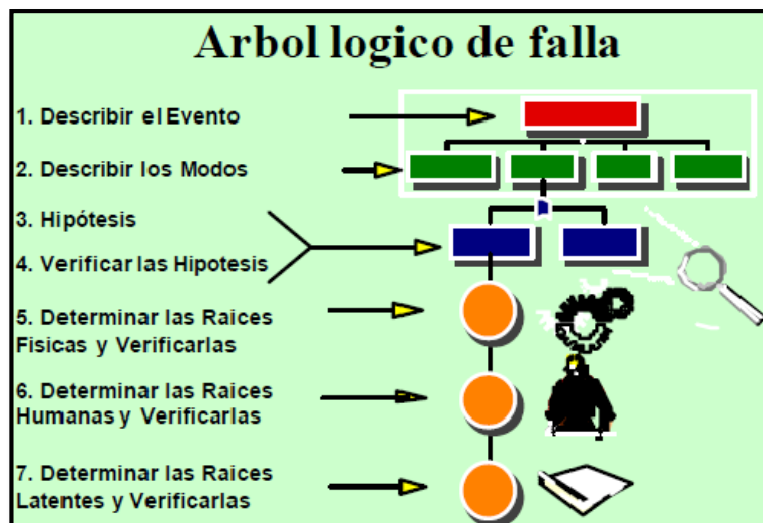
La metodología de las 5 P's se ha desarrollado como un medio de ayudar al analista a recolectar los diferentes tipos de datos. Las 5 P's es una sigla para partes, posición, personas, papel y paradigmas.

- **Partes:** Equipo o componente que fallo.
- **Posición:** Ubicación física del equipo o componente de falla.
- **Personal:** Entrevista al operario, entrevista con el personal de mantenimiento.
- **Papel:** Todos los reportes escritos relacionados con la falla.
- **Paradigmas:** frases comunes que el personal de operaciones usa para evitar investigaciones o desarrollar alguna actividad de mejora.

2.8.3 Paso 3: Ordenar El Análisis. Es la organización del equipo de trabajo y el procedimiento. El RCA es dirigido por un facilitador, quien ha recibido entrenamiento específico en la metodología RCA.

2.8.4 Paso 4: Construir El Árbol Lógico De Fallas. El análisis debe continuar con la construcción estructural del árbol lógico de fallas con niveles de causa y efecto. Un árbol lógico es una herramienta que usa la deducción lógica para la guía atraes de todos los eventos hipotéticos de la falla.

Figura 10. Árbol lógico y principios de un RCA



Fuente: CIER Modelo De Confiabilidad Basados En El Análisis De Fallas.

Pasos para construir un árbol de falla

1. Describir el evento de la falla.
2. Describir los modos de la falla.
3. Hacer una lista de las causas potenciales y verificar.
4. Causa Raíz Física: verificar mecanismo de falla en el nivel de componentes.
5. Causa Raíz Humana: verificar punto de acción indebida o error humano.
6. Causa Raíz del Sistema: Verificar defecto en el sistema de administración.

Las preguntas para construir un árbol de falla son simples y consistentes, algunas de ellas con “como pudo ocurrir la falla”, “porque ocurrió la falla”, entre otras. El éxito del método del análisis costo efectividad de un RCA es buscar e identifica muy bien la falla.

Se han identificado 4 agentes posibles de fallas

1. Fuerza.
2. Defecto en los materiales.
3. Fabricación y/o error de proceso.
4. Fuera de diseño o condiciones de servicio sin planeación.
6. Deficiencias en el mantenimiento.
7. Operaciones inapropiadas.

El análisis de la falla y verificación de las Causas Raíces, determinan las causas raíz física, humana y del sistema para cualquier tipo de falla. Consta de seis pasos básicos.

Los primero cuatro pasos se reconocen a partir de cosas tales como la solución inmediata de problemas, en los que únicamente se observan los elementos que resultan verdaderos.

El quinto algunas veces se encuentra también en la solución de problemas, puesto que la operación apropiada o deficiente de mantenimiento. El paso seis es la verificación de fallas latentes o del sistema y son debidos a problemas administrativos.

2.8.5 Paso 5: Comunicación De Los Resultados Y Las Recomendaciones.

Comunicar los resultados ha constituido el paso esencial al documentar los hallazgos en las investigaciones de RCA y las recomendaciones asociadas con ello. Estos hallazgos se deben analizar con el personal apropiado y pueden requerir de reuniones con la gerencia.

Un informe formal por lo general ayuda a obtener compromiso de la gerencia a resolver las fallas concentrándose en las causas raíz de terminadas en la investigación. El costo de implementar los resultados se debe comparar frente al costo de la falla.

2.8.6 Paso 6: Seguimiento A Los Resultados. Parte de la responsabilidad que asume el facilitador del sistema, es analizar la implementación de las recomendaciones y realizar el seguimiento de su ejecución. Los resultados pueden ser comparados y medidos mediante la reducción en los costos de mantenimiento, el mejoramiento en las tasas de producción, la reducción de las tasas de falla etc.

El RCFA sería una actividad sin valor agregado si no se actúa sobre las recomendaciones y las soluciones no son implementadas en el tiempo establecido. Después de todo, es demasiado frustrante dar recomendaciones para la solución de problemas, asignar responsabilidades para la implementación y establecer un plan de actividades para su realización y aun así no ver el fruto s de

sus esfuerzos. Por lo tanto, es primordial que se tome el control de las operaciones en vez de permitir que las operaciones tomen el control de la organización. Para poder obtener los recursos necesarios para dedicar al trabajo futuro, sea trabajo de mejora, corrección o rediseño se debe analizar los problemas hasta la causa raíz y actuar de acuerdo con sus resultados.⁶

2.9 INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

La meta y responsabilidad del departamento de mantenimiento es mantener el equipo en óptimas condiciones evitando las fallas. El mantenimiento, antes que todo debe ser eficaz y su trabajo desarrollado con la máxima calidad. Una de las herramientas claves es la medición del desempeño.

Estos indicadores nos ayudan a identificar áreas débiles, pobres prácticas de mantenimiento y otras oportunidades de mejora. Por lo tanto nos comprometemos a tomar una posición crítica y honesta de ese desempeño. Sólo de esta forma estaremos en capacidad de corregir pequeños inconvenientes antes que se conviertan en grandes problemas.

Los indicadores de desempeño son parámetros numéricos que convenientemente utilizados, pueden ofrecernos una oportunidad de mejora continua en el desarrollo, aplicación de nuestros métodos y técnicas específicas de mantenimiento. La magnitud de los indicadores sirve para compararlos con un valor o nivel de referencia con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas, predictivas según sea el caso.

⁶ GARCIA, Oliverio. El Análisis Causa Raíz, Estrategia de Confiabilidad Operacional. Conferencia y Exhibición. Reliability Word Latin América. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Cali Valle Colombia. Diciembre 5. 2002. Pag.11

La confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad son prácticamente las únicas medidas técnicas y científicas, fundamentales en cálculos matemáticos, estadísticos y probabilísticos, que tiene el mantenimiento para su análisis.

2.9.1 Disponibilidad. La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. Se define como la probabilidad de que una máquina esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté parada por verías o ajuste.

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

Dónde:

T_o = Tiempo total de operación.

T_p = Tiempo total de parada

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por mantenimientos planificados, o por paradas de producción, dado a que estas no son debidas al fallo de la máquina.

Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir, de forma más practica a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación.

2.9.2 Mantenibilidad. Es la probabilidad de que un equipo pueda ser puesto en condiciones operacionales en un período de tiempo dado, cuando el mantenimiento es efectuado de acuerdo con unos procedimientos preestablecidos. Significa también la probabilidad de que un equipo que ha fallado, pueda ser caracterizado por el “Tiempo promedio para reparar”.

2.9.3 Confiabilidad. La medida de la confiabilidad de un equipo, es la frecuencia con la cual ocurren las fallas en el tiempo. Si no hay fallas el equipo es 100% confiable; pero si la frecuencia de fallas es muy alta, el equipo es poco confiable.

Un equipo con muy buen diseño, con excelente montaje, con adecuadas pruebas de trabajo en campo y con un apropiado mantenimiento, no debe fallar nunca (en teoría); sin embargo, la experiencia demuestra que incluso los equipos con mejores: diseños, montajes y mantenimiento; fallan alguna vez (Bazovsky, 2004).

Figura 11. Tipos de Disponibilidad

Disponibilidad factible de calcular o deseada de utilizar				
Genérica o de Steady-state	Inherente o Intrínseca	Alcanzada	Operacional	Operacional Generalizada
<p>Es útil cuando no se tienen desglosados los tiempos de reparaciones o de mantenimientos planeados; o cuando no se mide con exactitud ni los tiempos logísticos, ni administrativos ni los tiempos de demoras por repuestos o recursos humanos que afecten el DT</p> <p>No asume que los UT sean altos y los DT bajos. Es útil al iniciar procesos CMD, engloba todas las causas</p> <p>Debe usarse entre 2 y n eventos</p>	<p>Considera que la no funcionalidad del equipo es inherente no más al tiempo activo de reparación</p> <p>No incluye los tiempos logísticos, ni los tiempos administrativos ni los tiempos de demora en suministros. Asume idealmente que todo está listo al momento de realizar la reparación</p> <p>Se debe cumplir que los UT sean muy superiores en tiempo a los MTTR (al menos unas 8 o más veces) y que DT tienda a cero en el tiempo</p>	<p>Tiene en cuenta tanto las reparaciones correctivas, como los tiempos invertidos en mantenimientos planeados (preventivo y/o predictivos); no incluye los tiempos logísticos, ni los tiempos administrativos ni otros tiempos de demora</p> <p>Los mantenimientos planeados en exceso pueden disminuir la disponibilidad alcanzada, aún cuando pueden incrementar el MTBM</p>	<p>Comprende, a efectos de la no funcionalidad, el tener en cuenta: tiempos activos de reparación correctiva, tiempos de mantenimientos planeados (preventivos o predictivos), tiempos logísticos (preparación, suministros de repuestos o recursos humanos), tiempos administrativos, demoras, etc.</p> <p>Es útil cuando existen equipos en espera para mantenimiento</p>	<p>Se sugiere cuando los equipos no operan en forma continua, o en los eventos en que el equipo está disponible pero no produce</p> <p>Es necesaria cuando se requiere explicar los tiempos no operativos</p> <p>Asume los mismos parámetros de cálculo de la alcanzada, adicionando el Ready Time tanto en el numerador como en el denominador</p> <p>Se usa cuando las máquinas están listas (Ready Time) u operan en vacío</p>

Fuente: Mora G. L. Alberto. Análisis de Fallas: Fiabilidad y Mantenibilidad. Pág. 6

2.10 GENERALIDADES DEL PROCESO DE AUDITORIA.

2.10.1 Introducción. El propósito de la Auditoría para la Efectividad del Mantenimiento es determinar donde la programación creada para el mantenimiento del activo está bien implementada, a fin de fortalecer este aspecto y donde quedan áreas que deben ser mejoradas para que los servicios sean entregados con la calidad y oportunidad que son requeridos. Este instrumento provee una visión de la estructura, relaciones, procedimientos y personal, relativo a una buena práctica de mantenimiento. Este es el primer paso para decidir e implementar mejoramientos en la gestión del mantenimiento.

2.10.2 Contenido. El contenido de la auditoría debe cubrir las áreas que van desde la identificación y descripción del departamento de mantenimiento hasta el uso de herramientas de gestión. La importancia de este recorrido por todos los aspectos involucrados en la gestión del mantenimiento es tener las bases para más adelante, cuando llegue el momento de planear alternativas de soluciones a los problemas detectados durante la auditoría.

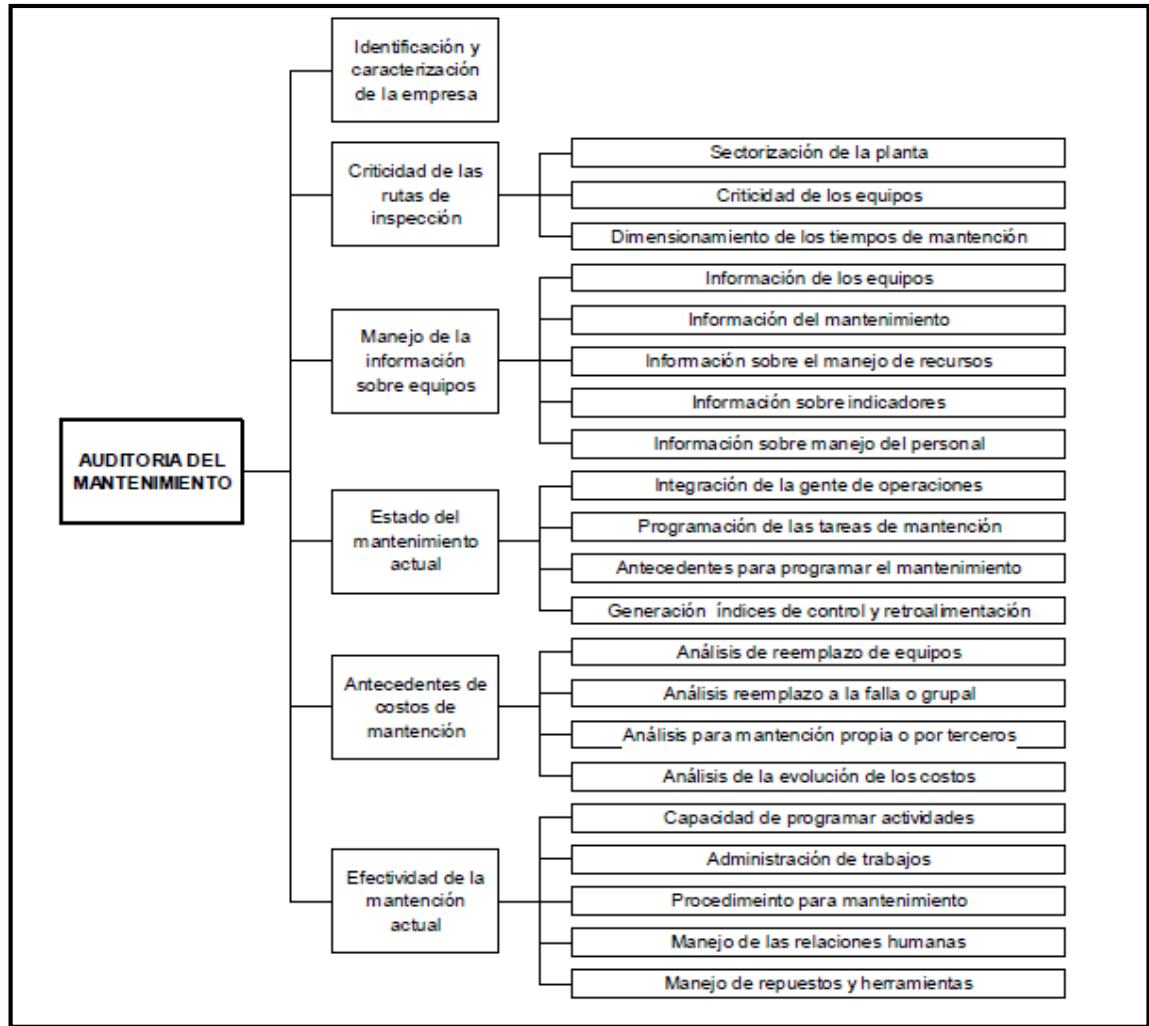
- ✓ Organización General
- ✓ Métodos y Sistemas de Trabajo
- ✓ Control técnico de instalaciones y equipos
- ✓ Gestión de carga de trabajo
- ✓ Compra y registro de repuestos y equipos
- ✓ Sistemas informáticos
- ✓ Organización del taller de mantenimiento
- ✓ Herramientas y medios de prueba
- ✓ Documentación Técnica
- ✓ Personal y formación

- ✓ Contratación
- ✓ Documentación
- ✓ Capacitación

2.10.3 La Auditoría Interna. La auditoría interna es una función dentro de la organización que tiene la función de evaluar permanente e independientemente en cada organización, si se tiene implementado un sistema de retroalimentación destinado al mejoramiento continuo. Su objetivo principal es asesorar al tomador de decisiones en la promoción de la eficiencia de los procesos existentes.

Cuando se plantea la necesidad de realizar la auditoria interna es para garantizar los resultados de la gestión y además tener recomendaciones, las cuales son objeto de las consideraciones y decisiones

Figura 12 Estructura del proceso de auditoría del mantenimiento



Fuente 2: Auditoria para la efectividad del mantenimiento Universidad De TALCA

2.10.4 Frecuencia Recomendable Para La Realización De Auditorías. Realizar una Auditoría de Mantenimiento puede ser una actividad puntual, realizada una sola vez a lo largo de la vida de la empresa. Pero obviamente, tiene mucho más interés y sus resultados en la mejora de la planta son más rápidos y evidentes si la realización de Auditorías se convierte en una actividad rutinaria, de carácter periódico.

Ciertamente, la periodicidad dependerá del tipo de empresa y de la situación de partida. Cuanto más grande sea la empresa, o cuanto peor sea la situación de partida, más recomendable resulta aumentar la frecuencia. De todas formas, si se adopta como herramienta de mejora la relación de Auditorías, será conveniente realizar un programa de en el que se reflejen las fechas de realización. Al principio es recomendable que la frecuencia sea mayor, y a partir de la 3ª o la 4ª, en que las posibilidades de optimización son menores, puede rebajarse enormemente la frecuencia.

2.11 GENERALIDADES MICROSOFT ACCESS

2.11.1 Introducción. Microsoft Access es un gestor de base de datos relacionales para Windows. Proporciona un entorno gráfico de fácil manejo que permite el diseño y la gestión de bases de datos sin necesidad de aprender complicados lenguajes de Programación.

2.11.2 Bases De Datos. Una base de datos es un sistema informatizado cuyo propósito principal es mantener información y hacer que esté disponible en el momento requerido. Esta información es persistente dentro del sistema, es decir, una vez introducida en él, se mantiene hasta que el usuario decida eliminarla.

Los sistemas de bases de datos se diseñan para manejar grandes cantidades de información. El manejo de datos incluye tanto la definición de las estructuras para el almacenamiento de la información como los mecanismos para el manejo de la misma.

2.11.3 Tablas. Una tabla es un conjunto de datos acerca de un tema específico. Los datos de la tabla se representan en columnas (llamadas campos) y filas (llamadas registros). En una tabla, un campo es una categoría o tipo de información. Un registro es un conjunto de información acerca de una persona, cosa o evento y por lo general incluye información de varios campos.

2.11.4 Consultas. Una consulta es una pregunta que se plantea acerca de la información contenida en la base de datos, los datos que responden a la pregunta pueden provenir de una tabla o de varias; la consulta reúne la información solicitada. El conjunto de registros que responden a la consulta se denomina hoja de respuestas dinámica. Una hoja de respuestas dinámica es un tipo actualizable de conjunto de registros, que es cualquier conjunto de registros definido por una tabla o consulta.

2.11.5 Formularios. Un formulario es, por lo general, un buen diseño para introducir, cambiar y ver los registros de una base de datos, al abrir un formulario, Access recupera los datos deseados de las tablas y los presenta de acuerdo con su diseño ya sea en la pantalla o en formato impreso, en un formulario se muestran determinados registros, con un diseño personalizado.

2.11.6 Informes. Un informe se utiliza para representar los datos en una página impresa y para mostrar los subtotales y totales correspondientes a todo un conjunto de registros, los informes se pueden presentar con un diseño personalizado.

2.11.7 Cálculos Y Sumarios. Los programas de bases de datos tienen la capacidad de realizar operaciones matemáticas sobre los registros. En la mayor parte de las bases de datos, los datos procedentes de los cálculos no quedan almacenados aumentando el tamaño de la base de datos, sino que sólo queda guardada la operación o fórmula.⁷

⁷ Curso de Microsoft Access. Nivel Básico. Universidad de Córdoba Servicio de Informática. Argentina. Julio 2004.

3. GENERALIDADES PARQUE AUTOMOTOR COVOLCO

3.1. IDENTIFICACIÓN DE VEHÍCULOS TRACTO CAMIÓN

Covolco cuenta con un parque automotor de 422 Tracto Camiones representados por la marca kenworth de la montaña identificados con el modelo o referencia T800.

3.1.1 Tracto Camión Kenworth T800.

Figura 13. Trato camión kenworth T800




Fuente: Características tractocamiÓN T800. Disponible en:
<http://www.kenworthcolombia.com/vehiculos/tractocamiones/t800>

3.1.2 Características Técnicas

Figura 14. Ficha técnica T800.

FICHA TÉCNICA
T800
FULL FILTROS
TRACTOCAMIÓN



ASESOR (A): _____

NOTAS: _____

MOTOR

Cummins:	ISX 400/400HP/1800 RPM/1450 Lbs.
	IISX 400ST2/400HP/1800 RPM/1450/1650lbr @ 1200rpm

CAJA DE VELOCIDADES

Caja:	Fuller RTO 16915 15 Velocidades
Embrague:	Fuller 15 1/2" 7 Resortes
Cardán:	Tipo pesado SPL 250 XL kit de engrase remoto

CHASIS

Medidas:	10 5/8" x 5/16"
Refuerzo total:	10 5/8" ó 10 3/4"
Bomper:	De una pieza en acero inoxidable
Puentes de chasis:	(7) de alta resistencia
Parrilla:	Sobre chasis en aluminio cromado
Quinta rueda:	Fija Holland FW0070-7602xl para 70.000 lbs

LLANTAS Y RINES

Llantas delanteras:	Bridgestone R250 en 12R 22.5
Llantas traseras:	Bridgestone M729 295/80R 22.5
Rines:	22.5 x 8.25 en aluminio

EJE DELANTERO

Eje:	Meritor FG941 14.600 Lbs.
Frenos:	Bendix 16,5" x 5" para 14.600 Lbs. ó 22.000 Lbs.
Campanas:	En hierro
Cubos:	Rodamiento grande
Raches:	Haldex autoajustables o mecánicos
Suspensión:	Taperleaf con amortiguadores de 2 hojas de resortes. 14.600 lbs

EJE TRASERO

Eje:	RT 46 - 164 PEH para 46.000 Lbs
Suspensión trasera:	Hendrickson RT 463 46.000 Lbs
Relacion Ejes Traseros:	4,56:1
Frenos:	16,5"x7plg 46klb TANDEM
Campanas:	En hierro
Cubos:	En acero
Raches:	Autoajustables o mecánicos

TANQUE DE COMBUSTIBLE




Características:	En aluminio de 120 GAL. Atrás de cabina L-I / L-D
------------------	---

*Opcional diseño de pintura

Fuente: Características tractocamiÓN T800. Disponible en: <http://www.kenworthcolombia.com/vehiculos/tractocamiones/t800>

3.1.3 Ficha Técnica Vehículo Tracto Camión

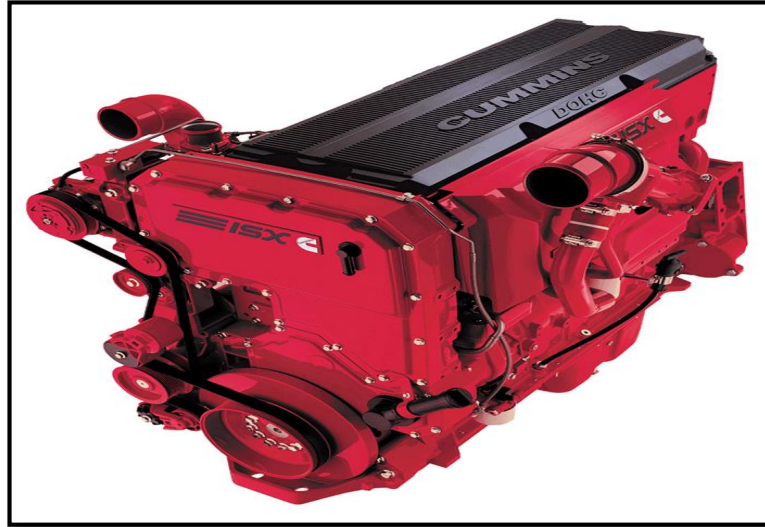
Figura 15. Ficha técnica tracto camión

		FICHA TECNICA DE VEHICULOS		R-MTO-003			
		Revisión No: 01	Fecha de Revisión: Enero 9 de 2009			Página 1 de 1	
		Revisado por: Director HSEQ	Aprobado por Gerente				
DATOS DEL VEHICULO							
PROPIETARIO	RAMIRO MEJIA SANTANDER		CEDULA	13353998			
PLACA	SXR535	No. MATRICULA	10001978172	MODELO	2012		
MARCA	KENWORTH	LINEA	T 800KW-38	REPONTECIADO	NO		
No. MOTOR	79459375	No. CHASIS	3WKDD40XXCF701341	CLASE	TRACTOCAMION		
CAPACIDAD	35000	COLOR	NEGRO	No. SERIE	3WKDD40XXCF701341		
No. EJES	3						
DATOS REMOLQUE							
REMOLQUE	R-80815	MODELO	2011	CAPACIDAD	35000		
MARCA	FAEL ESCOBAR CONTRERAS	No. EJES	3	COMPARTIMIENTOS	3		
CARROCERIA	TANQUE	TIPO DE LAMINA	ACERO INOXIDABLE	FORMA	CILINDRICO		
ESPECIFICACIONES TECNICAS							
MOTOR	CUMMIS ISX 400ST2	CILINDRAJE	15000	CILINDROS	6		
SUSPENSION	MUELLES	TRANSMISION	EATON	POTENCIA	400 HP		
S. DE FRENOS	AIRE	COMBUSTIBLE	ACPM	T. FRENO MOTOR	INTER BRAKE		
CAPACIDAD DE EJES (LIBRAS)	EJE DELANTERO 1er. EJE TRASERO 2do. EJE TRASERO	14800 15000 15000	TIPO DE CAJA LLANTAS RINES	FULLER RTO 15V BRIDGESTONE ALUMINIO	DIRECCION ENCENDIDO E.C.M	HIDRAULICA ELECTRONICO	
BATERIAS	3	N. TANQUES DE COMBUSTIBLE	2	QUINTA RUEDA	HOLLAND		
FILTRO AIRE	2	NUMERO DE TUBOS DE ESCAPE	2	REPUESTOS	2		
REGISTRO FOTOGRAFICO							
							

Fuente: Información suministrada por Covolco

3.1.4 Motor ISX

Figura 16. Motor Cummins ISX.



Fuente: Cummins S. de R.L. de C.V

El motor ISX está certificado y en conformidad con el estándar de emisiones de NOM044 (EPA04 en Estados Unidos). El ISX usa recirculación del gas de escape enfriado (EGR) para reducir las emisiones.

Desempeño: El diseño único de Cummins de árbol de levas doble entrega alto desempeño, bajas emisiones y tiene un frenado excepcional. El primer árbol de levas controla la inyección de combustible de alta presión para una potencia limpia y sensible. El segundo árbol de levas incluye un conjunto de lóbulos para la operación del freno de motor integrado, además de operar las válvulas de admisión y de escape. La inyección de combustible de alta presión le da al ISX combustión más limpia y más completa

Las Características: El ISX lleva la tecnología de motores a la siguiente dimensión, con características y opciones del próximo siglo. Por ejemplo, el ISX incluye un freno del motor totalmente integrado que es equipo estándar. Como todo lo demás en el ISX, el Intebrake está diseñado en el ISX, no "agregado sobre la cabeza", como antes era común, así que ocupa menos espacio y pesa considerablemente menos que otros frenos de motor. Además, usted no tiene que desactivarlo cuando el control de crucero esté activado - sólo enciéndalo y adelante.

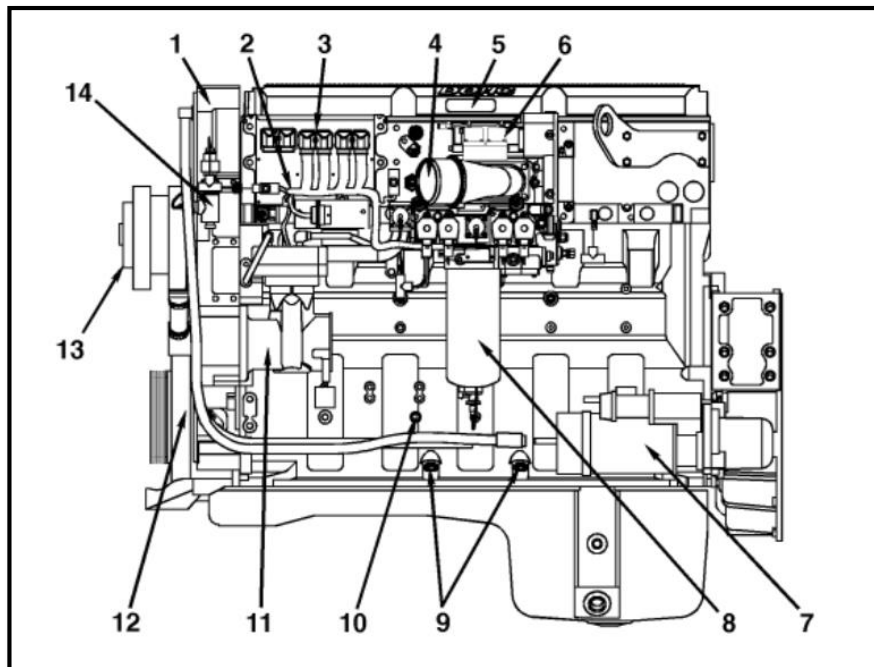
Smart Torque (Torque Inteligente): Esta exclusiva característica de Cummins agrega automáticamente hasta 200 lb-pie extras de torque en los dos cambios superiores, de modo que los operadores puedan subir cuestas sin tener que hacer cambios hacia abajo y permanezcan más tiempo en los cambios superiores. Smart Torque monitorea velocidad, carga y posición de cambio del motor. Cuando detecta un cambio hacia los dos engranes superiores, SmartTorque automáticamente "va hacia arriba" liberando hasta 200 lb-pie de torque. Esta potencia extra mantiene la velocidad de camino y reduce cambios hacia abajo con el beneficio agregado de hasta 2% mejor economía de combustible. SmartTorque significa también menos fatiga para el operador y tiempos de viaje más rápidos. Aunque esta característica es muy buena, no es aplicable en rutas con pendientes pronunciadas.

Mantenimiento: Las características estándar del ISX de Cummins incluyen filtros avanzados de Fleetguard® ES System™ con StrataPore™. Estos elementos están diseñados para usarse con los últimos niveles de aceites (CH-4, CI-4). Estos aceites para motor deberán tener la certificación CES 20078, lo cual significa que ellos cumplen con los estándares de Cummins. Los intervalos estándares de mantenimiento para el ISX son de 24,135 km. El Sistema opcional CENTINEL™ de Manejo Avanzado de Aceite para Motor extiende los intervalos de cambio de aceite.

3.2 DIAGRAMAS DEL MOTOR

3.2.1 Vista Del Motor. Las siguientes ilustraciones contienen información acerca de componentes del motor, ubicaciones de filtros, puntos de drenado, y puntos de acceso para instrumentación y controles del motor. La información y configuración de los componentes mostrados en estos dibujos son de naturaleza general. Algunas ubicaciones de componentes variarán dependiendo de las aplicaciones e instalaciones.

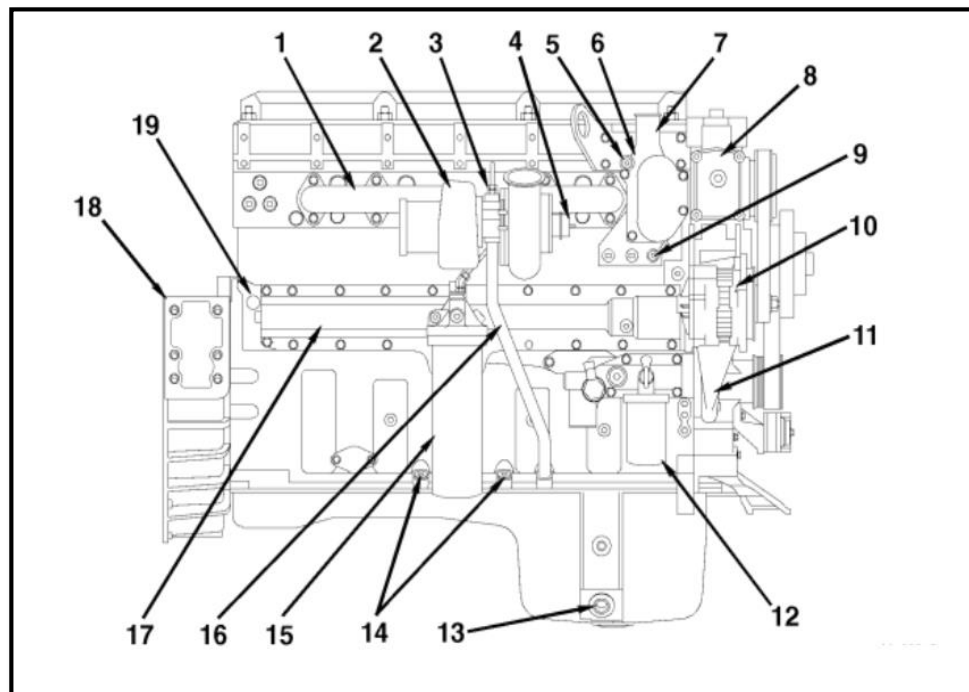
Figura 17. Identificación del motor lado de admisión



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento Motores Signature ISX

- | | |
|---|--|
| 1. Carcasa de engranes | 9. Receptáculo de la bayoneta (ubicaciones opcionales) |
| 2. Arnés del motor | 10. Puerto del perno de sincronización del cigüeñal |
| 3. Modulo del control electrónico (ECM) | 11. Compresor de aire |
| 4. Admisión de aire | 12. Amortiguador del motor |
| 5. Placa de datos del motor | 13. Cubo del ventilador |
| 6. Control de la compuerta de descarga | 14. Gobernador de aire inteligente (la ubicación puede variar) |
| 7. Motor de arranque | |
| 8. Filtro de combustible | |

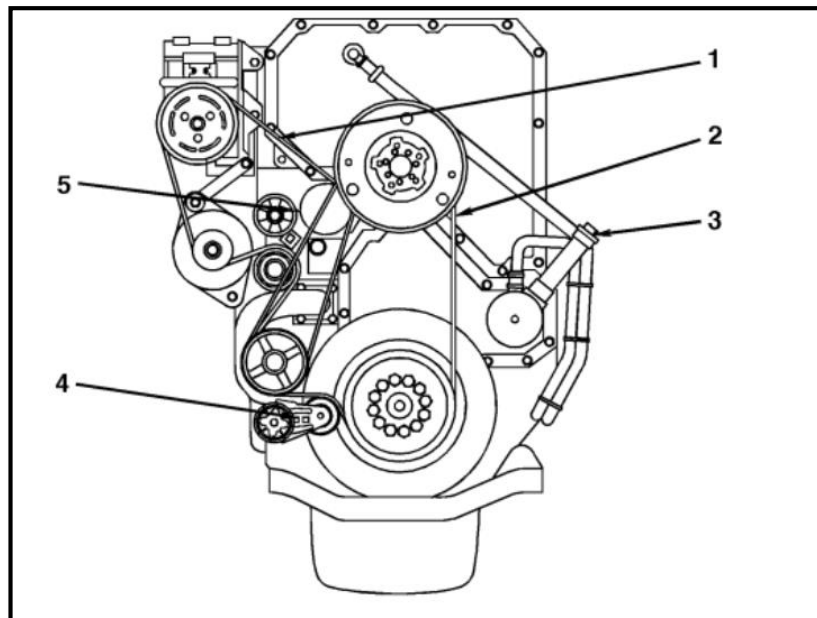
Figura 18. Identificación del motor lado de escape



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento Motores Signature ISX

- | | |
|---|--|
| 1. Múltiple de escape | 11. Bomba de agua |
| 2. Turbo cargador | 12. Filtro de refrigerante |
| 3. Entrada de aceite al turbo cargador | 13. Drenado de aceite |
| 4. Actuador de la compuerta de descarga | 14. Receptáculo de la bayoneta (ubicaciones opcionales) |
| 5. Ventilación de la carcasa del termostato | 15. Filtro de aceite lubricante de combinación de flujo pleno/derivación |
| 6. Carcasa del termostato | 16. Drenado de aceite del turbo cargador |
| 7. Salida de refrigerante del motor (al radiador) | 17. Ensamble del enfriador de aceite lubricante |
| 8. Compresor de freón | 18. Cubierta del volante |
| 9. Sensor de temperatura de refrigerante | 19. Número de serie del motor. |
| 10. Alternador | |

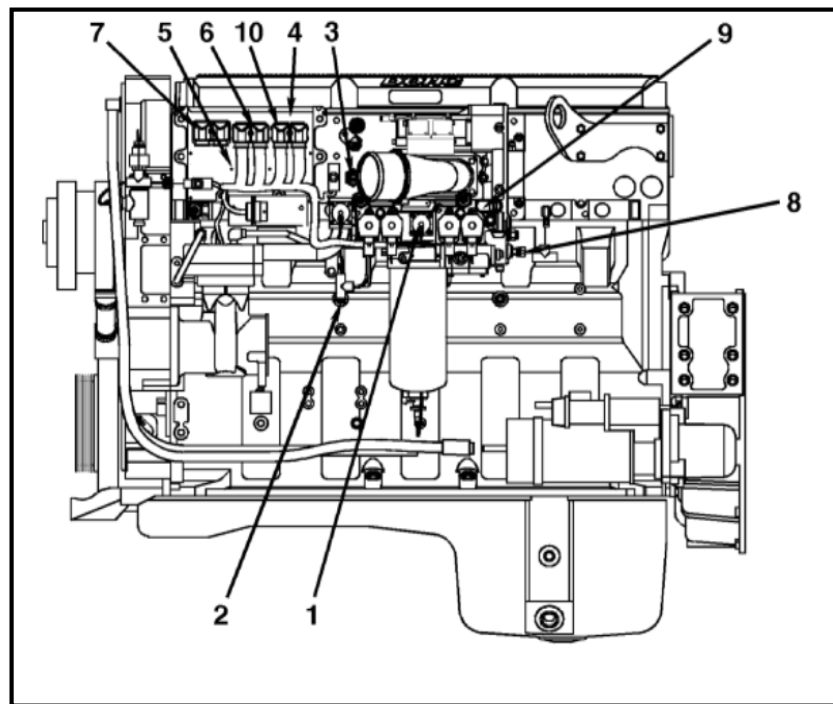
Figura 19. Identificación del motor lado de frente



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento Motores Signature ISX

1. Banda del mando de accesorios
2. Bomba del agua/banda impulsora del ventilador
3. Llenado de aceite
4. Bomba del agua/tensor de la bomba impulsora del ventilador
5. Tensor de la banda del mando de accesorios.

Figura 20. Componentes del sistema de combustible controlado electrónicamente

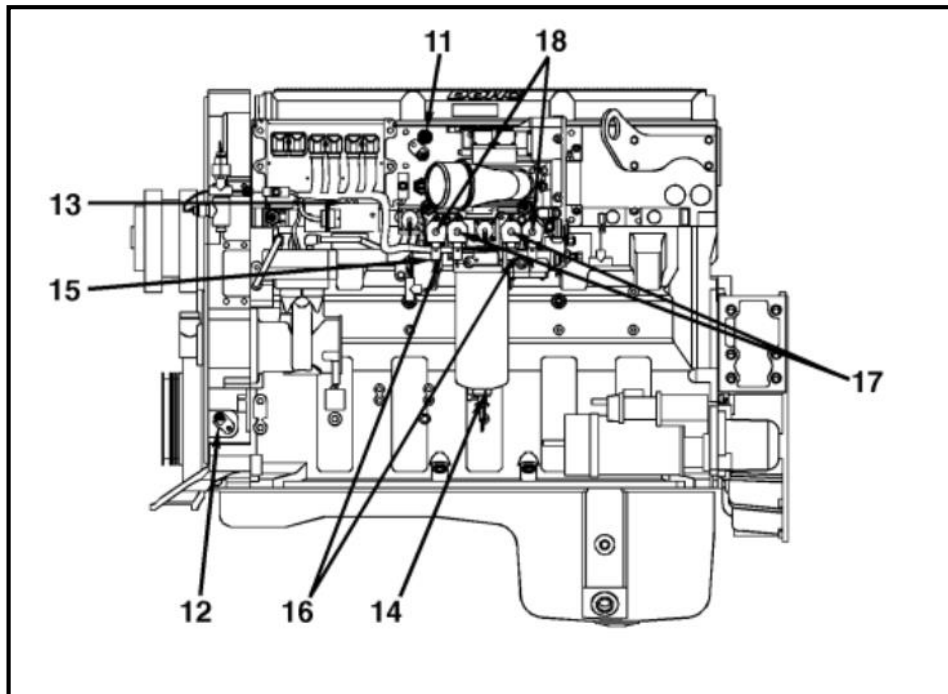


Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento Motores Signature ISX

- | | |
|--|---|
| 1. Válvula de cierre de combustible | 5. Placa de enfriamiento (detrás del ECM) |
| 2. Sensor de presión/temperatura de aceite | 6. Módulo de control electrónico |
| 3. Sensor de presión/temperatura de admisión | 7. ECM/puerto de actuadores |
| 4. Múltiple de admisión | 8. ECM/puerto del OEM |
| | 9. Entrada de combustible |

- 10. Salida de combustible
- 11. Salida de combustible
- 12. ECM/puerto de sensores

Figura 21. Componentes del sistema de combustible controlado electrónicamente

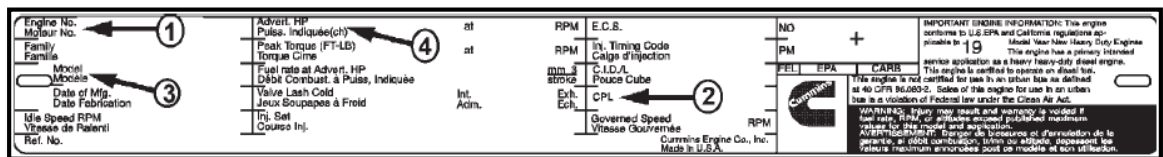


Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento Motores Signature e ISX

- | | |
|---|---|
| 11. Sensor de posición del árbol de levas | 16. Sensor para diagnóstico de combustible |
| 12. Sensor de posición del cigüeñal | 17. Actuadores de sincronización |
| 13. Sensor de presión de aire ambiente | 18. Actuadores de dosificación de combustible |
| 14. Sensor de agua en el combustible | 19. Sensor de nivel de refrigerante. |
| 15. Sensor de presión de combustible | |

3.2.2 Placa De Datos Del Motor. La placa de datos del motor muestra datos acerca de su motor. El Número de Serie del Motor y el CPL (Lista de Control de Partes) proporcionan información para ordenar partes y necesidades de servicio. La placa de datos está colocada en el lado de bomba de combustible del motor, sobre la carcasa de balancines. La siguiente información de la placa de datos es obligatoria cuando se solicitan partes de servicio.

Figura 22. Placa de datos del motor.



Fuente: Manual de los propietarios motores ISX.

1. Número de serie del motor
2. CPL
3. Modelo
4. Rango de potencia y rpm.

4. CLASIFICACIÓN Y CATALOGACIÓN DE LAS PARTES GENERALES DE UN MOTOR DIESEL

4.1 PRINCIPALES COMPONENTES DEL MOTOR

4.1.1 Elementos Fijos

4.1.1.1 Bloque: El bloque es el elemento soporte más importante del motor ya que sobre él se embridan o unen otros componentes tanto fijos como móviles, se encuentra entre la culata de cilindros y el depósito de aceite (cárter) y su diseño presenta grandes agujeros denominados cilindros, lugar donde se mueven los pistones.

Además es el encargado de soportar los esfuerzos transmitidos por los elementos móviles del motor y la presión de los gases en el cilindro.⁸ Cumple la función de disipación del calor por conducción a través de su cuerpo y debe poseer la suficiente rigidez para soportar la fuerza originada por el mismo trabajo del motor.

⁸ GONZÁLEZ CALLEJA David. Motores. Transporte y mantenimiento de vehículos. Madrid España. Ediciones Paraninfo, SA 1ª edición.2011. pág. 84.

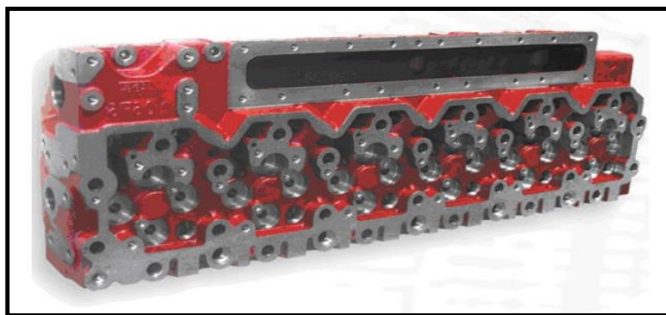
Figura 23. Bloque



Fuente: Hubei Juntu Industry Trading Co., Ltd.

4.1.1.2 Culata: La culata es el elemento que se fija al bloque en su parte superior, cerrando los cilindros se llama también cabeza del cilindro, son de hierro fundido de aleación especial para obtener una buena resistencia al calor, provistas de resistentes refuerzos para evitar deformaciones. Cada cilindro está dotado de una culata propia, a fin de facilitar la posible extracción del émbolo y la biela.

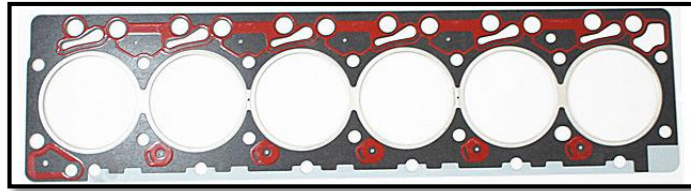
Figura 24. Culata



Fuente: Hubei Juntu Industry Trading Co., Ltd.

4.1.1.3 Junta De Culata: La junta de culata es un elemento que asegura la estanqueidad entre el bloque de cilindros y la culata.

Figura 25. Junta de culata



Fuente: Hubei Juntu Industry Trading Co., Ltd.

4.1.1.4 Cilindro y Camisa: El cilindro es el órgano fijo del motor en cuyo interior se producen las combustiones que han de originar el movimiento alternativo del émbolo, estando por ello sometido a un intenso rozamiento, motivo por el cual el cilindro debe de estar perfectamente alisado.

El empleo de la camisa en los motores de combustión interna, constituye un medio fácil y económico de sustituir la superficie gastada del cilindro sin necesidad de tener que recurrir a la renovación del mismo.

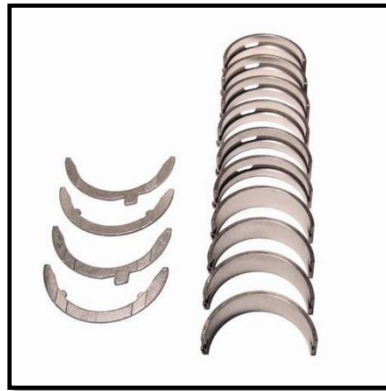
Figura 26. Cilindro y camisa



Fuente: Hubei Juntu Industry Trading Co., Ltd.

4.1.1.4 Bancada: La bancada es la encargada de soportar al tren alternativo y fijarlo al bloque de cilindros a través de sus cojinetes, dentro de los cuales se alojan los apoyos del cigüeñal. Normalmente, toda la estructura de la bancada se construye de fundición de hierro o acero. La parte inferior o fondo de la bancada, herméticamente cerrada con la estructura resistente, se utiliza como recipiente colector de aceite de engrase. La parte superior está perfectamente maquinada aquellos sitios donde espera anclarse los bastidores o columnas.⁹

Figura 27. Bancada



Fuente: Hubei Juntu Industry Trading Co., Ltd.

4.1.1.5 Cárter De Aceite: El cárter es el elemento que cierra el motor en su parte inferior y constituye un depósito del aceite de lubricante, en su parte inferior lleva un tapón de vaciado del aceite. Es habitual encontrar en su interior una serie de tabiques que impiden que el aceite se desplace.

⁹ GONZÁLEZ CALLEJA David. Motores. Transporte y mantenimiento de vehículos. Madrid España. Ediciones Paraninfo, SA 1ª edición.2011. pág. 97.

Figura 28. Carter De Aceite



Fuente: Hubei Juntu Industry Trading Co., Ltd.

4.1.2 Elementos Móviles

4.1.2.1 Embolo – Pistón: Es el órgano móvil del cilindro que recibe el empuje de los gases durante el período de combustión y expansión. Se construyen por lo general de hierro fundido especial que reúne las propiedades que se exigen para resistir el calor y el desgaste.

El émbolo toma formas muy diversas con objeto de transmitir eficazmente el calor y evitar dilataciones peligrosas, pero siempre de manera que la cámara de combustión que forma, asegure una perfecta combustión.

Figura 29. Embolo



Fuente: Hubei Juntu Industry Trading Co., Ltd.

4.1.2.2 Biela: Se encargan de convertir el movimiento rectilíneo del pistón en movimiento rotatorio al centro del cigüeñal por medio de los muñones de biela. Están fabricadas en aleaciones muy resistentes debido a que reciben gran presión por el empuje del pistón.

Figura 30. Biela



Fuente: Hubei Juntu Industry Trading Co., Ltd.

4.1.2.3 Cojinetes: Los son elementos que se interponen entre dos piezas que tienen movimiento relativo una respecto de la otra, con el fin de disminuir el rozamiento y favorecer la lubricación.

Figura 31. Cojinetes



Fuente: Hubei Juntu Industry Trading Co., Ltd.

4.1.2.4 Cigüeñal: El cigüeñal recibe los impulsos motrices de los émbolos a través de las bielas, transmitiéndolos al eje motor. Además asegura la continuidad de funcionamiento del émbolo durante los períodos resistentes.

El eje cigüeñal se apoya sobre los cojinetes de bancada en un determinado número de ellos. Es el órgano más perfectamente construido y sometido a pruebas dinámicas y de inercia. Se construye de acero forjado de alta calidad y mecanizado con los calibrados más exigentes, está provisto de unos contrapesos dispuestos en los codos con objeto de equilibrar las masas en movimiento, así como también se le dota en el extremo libre de un amortiguador de vibraciones.

Figura 32. Cigüeñal



Fuente: Hubei Juntu Industry Trading Co., Ltd.

4.1.2.5 Volante De Inercia: El motor tiene una cierta irregularidad en su funcionamiento, esto significa que su velocidad de giro no es constante y oscila entre un valor mínimo y uno máximo para un determinado régimen de giro. El volante de inercia trata de reducir la irregularidad de funcionamiento, también llamada irregularidad cíclica del motor.

Figura 33. Volante De Inercia



Fuente: Hubei Juntu Industry Trading Co., Ltd.

4.1.2.6 Eje De Levas: El eje de levas es la pieza del motor que es movida por el cigüeñal de forma sincronizada con una relación de transición $\frac{1}{2}$ y que contiene las levas que accionan las válvulas. El eje de levas puede ubicarse en el bloque o en la culata y está apoyado sobre cojinetes de fricción con su correspondiente tapa.

Figura 34. Eje De Levas



Fuente: Hubei Juntu Industry Trading Co., Ltd.

4.1.2.6 Válvulas. Las válvulas son los elementos encargados de permitir la entrada de gases frescos y la salida de los gases quemados tras la combustión, se instalan en la culata junto a otros elementos necesarios para su posicionamiento y guiado.

Figura 35. Válvulas



Fuente: Hubei Juntu Industry Trading Co., Ltd.

4.2 CATALOGACIÓN

- ✓ 2002: el ISX CM870 trajo recirculación de gases de escape (EGR), que toma el gas de escape y re circula de nuevo en la admisión del motor la reducción de las temperaturas de la cámara de combustión que limitan la formación de NOx.
- ✓ 2007: el ISX CM871, este motor presentaba un filtro de partículas Diesel (DPF), que atrapa las partículas o “hollín”, producido en el motor. Con la ayuda del catalizador e oxidación diesel (DOC) el hollín atrapado en el DPF se oxida y se volvió a cenizas durante un proceso llamado regeneración.
- ✓ Hasta 2010: En esta versión el motor era una sobrecarga diseño de leva dual con una leva de accionamiento de los inyectores y el otro tren de la válvula. Este sistema de inyección se conoce como HPI (Inyección de alta presión) en la que los inyectores son accionados por leva para crear la presión de inyección. El sistema de combustible utiliza un módulo de sistema de combustible integrado (IFSM) con una bomba de elevación, bomba de engranajes, reguladora de presión, válvula de cierre, de medición y actuadores de temporización para suministrar combustible a los inyectores.
- ✓ Adelante 2010: en la versión actual EPA conocida como ISX15 CM2250 característica mejorada de recirculación de gases de escape, filtro de partícula diesel y reducción catalítica selectiva (SCR), también conocido como inyección de urea. SCR consiste en un líquido de escape diesel (DEF - compuesto de ureas y agua) sistema de inyección: tanque de retención, se bombea y se inyecta en un tubo de descomposición que después reacciona con los gases de escape en el catalizador SCR para reducir los NOx. El ISX15 utiliza solo un árbol de levas en lugar de dos, como los modelos anteriores, debido a la llegada del sistemas de combustible de rali común en el que el combustible es presurizado desde una alta presión, bomba de pistón múltiple, a través de la tubería trasferido a un carril donde el combustible se almacena bajo extremadamente altas presiones de hasta 53.000 psi.

4.3 ESPECIFICACIONES

4.3.1 Especificaciones Generales

Figura 36. Especificaciones Generales

Potencia:	
Signature	600 hp
ISX	Consulte la placa de datos del motor
Velocidad del Motor:	
400 a 450 hp	1800 rpm
500 a 600 hp	2000 rpm
Desplazamiento	15 litros [912 C.I.D.]
Diámetro y Carrera	137 mm [5.40 pulg.] x 169 mm [6.65 pulg.]
Peso del Motor Seco	1202 kg [2650 lb]
Peso del Motor Húmedo	1266 kg [2790 lb]
Orden de Encendido	1-5-3-6-2-4
Rotación del Cigüeñal (vista desde el frente del motor)	En sentido de manecillas del reloj
Ajuste Superior:	
Ajuste de la Válvula de Admisión	0.36 mm [0.014 pulg.]
Ajuste de la Válvula de Escape	0.69 mm [0.027 pulg.]
Torque de Ajuste del Juego del Inyector	8 N•m [70 lb-pulg.]
Ajustes del Freno del Motor	7.00 mm [0.276 pulg.]

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento Motores Signature ISX

4.3.2 Sistema De Combustible

Figura 37 Sistema De Combustible

Restricción Máxima Permissible a la Bomba con o sin Enfriador de Combustible:	
Con Filtro Limpio	254 mm Hg [10 pulg. Hg]
Con Filtro Sucio	356 mm Hg [14 pulg. Hg]
Restricción Máxima Permissible en Conexión Opcional del OEM:	
Filtro de Combustible Montado en el Módulo del Sistema de Combustible Integrado	76 mm Hg [3 pulg. Hg]
Filtro de Combustible Montado Remoto:	
Con Filtro Limpio	152 mm Hg [6 pulg. Hg]
Con Filtro Sucio	254 mm Hg [10 pulg. Hg]
Restricción Máxima Permissible de la Línea de Retorno de Combustible	229 mm Hg [9 pulg. Hg]
Capacidad Mínima Permissible de Ventilación del Tanque de Combustible	2.0 m ³ /hr [70 pies ³ /hr]
Máxima Temperatura Permissible de Entrada de Combustible	71°C [160°F]
Resistencia del Solenoide de Cierre de Combustible	
12 VCD:	
20 a 25°C [68 a 78°F]	7 a 8 ohms
Otras Temperaturas	6 a 10 ohms
24 VCD:	
20 a 25°C [68 a 78°F]	28 a 32 ohms
Otras Temperaturas	24 a 40 ohms

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento Motores Signature ISX

4.3.3 Sistema De Lubricación

Figura 38. Sistema De Lubricación

Presión de Aceite en Ralentí (mínima permisible en temperatura de aceite de 93°C [200°F])	.....	103 kPa [15 psi]
Presión de Aceite en Velocidad Gobernada Sin Carga (solamente automotriz e industrial)	.	241 a 276 kPa [35 a 40 psi]
Capacidad de Aceite de Motor Estándar:		
Capacidad del Filtro de Combinación de Flujo Pleno/Derivación	.....	3.78 litros [1 gal.]
Capacidad del Cártel de Aceite:		
Alta	.....	41.6 litros [11 gal.]
Baja	.....	34.1 litros [9 gal.]
Capacidad de Cambio de Aceite (cártel de aceite y filtro llenados a capacidad)	.....	45.4 litros [12 gal.]
Rango de Presión de Aceite:		
Motor Frío	.....	Hasta 900 kPa [130 psi]
Motor Caliente	.....	241 a 276 kPa [35 a 40 psi]

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento Motores Signature ISX

4.3.4 Sistema De Enfriamiento

Figura 39. Sistema De Enfriamiento

Capacidad de Refrigerante (solamente el motor)	.....	24 litros [25 cuartos]
Rango del Termostato de Modulación Estándar	.....	82 a 93°C [180 a 200°F]
Presión Máxima de Refrigerante (exclusivo del tapón de presión - termostato cerrado en la máxima velocidad gobernada sin carga)		
	.	227 kPa [33 psi]
Temperatura de Activación de la Alarma del Refrigerante	.....	107°C [225°F]
Temperatura Máxima Permisible del Tanque Superior	.....	107°C [225°F]
Temperatura Mínima Recomendada del Tanque Superior	.....	70°C [158°F]
Merma Mínima Permisible ó 10 Por Ciento de la Capacidad del Sistema (lo que sea mayor)	.	2.4 litros [2.5 cuartos]
Tapón de Presión Mínima Recomendado	.....	50 kPa [7 psi]
Régimen Mínimo de Llenado (sin alarma de nivel bajo)	.....	19 litros/min. [5 gpm]
Tiempo Máximo de Deaeración	.....	25 minutos
Temperatura de Refrigerante para activación del Ventilador	.....	99°C [210°F]
Temperatura del Aire de Admisión para activación del Ventilador	.....	65.6°C [150°F]
Temperatura de Apertura de la Persiana:		
Refrigerante	.....	85°C [185°F]
Aire de Admisión	.....	65.6°C [150°F]
Cubiertas contra el Frío	.....	Area de pasaje de aire 775 cm ² [120 pulg. ²]

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento Motores Signature ISX

4.3.5 Sistema De Admisión Y Escape

Figura 40. Sistema de admisión y escape

△ PRECAUCIÓN △	
El aire de admisión del motor debe filtrarse para impedir que suciedad y desechos entren al motor. Si la tubería del aire de admisión está dañada o floja, el aire sin filtrar entrará al motor y causará desgaste prematuro.	
Elevación Máxima de Temperatura entre Aire Ambiente y Entrada de Aire del Motor (ambiente arriba de 0°C [32°F])	11°C [20°F]
Restricción Máxima de Entrada (filtro limpio) Elemento de Servicio Normal	250 mm H ₂ O [10 pulg. H ₂ O]
Restricción Máxima de Entrada (filtro sucio)	635 mm H ₂ O [25 pulg. H ₂ O]
Máxima Caída Permisible de Presión a Través del Enfriador de Carga de Aire:	
psi	13.5 kPa [2 psi]
Hg (mercurio)	102 mm Hg [4 pulg. Hg]
Resistencia del Solenoide del Control de Cuatro Pasos de la Compuerta de Descarga:	
12 VCD:	
20 a 25°C [68 a 78°F]	7 a 8 ohms
Otras Temperaturas	6 a 10 ohms
24 VCD:	
20 a 25°C [68 a 78°F]	28 a 32 ohms
Otras Temperaturas	24 a 40 ohms
Contrapresión Máxima Permisible del Escape Creada por la Tubería y el Silenciador:	
- Hg (mercurio)	76 mm Hg [3 pulg. Hg]
- H ₂ O (agua)	1016 mm H ₂ O [40 pulg. H ₂ O]
Tamaño del Tubo de Escape (diámetro interior normalmente aceptable)	127 mm [5 pulg.]

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento Motores Signature ISX

4.3.6 Sistema Eléctrico

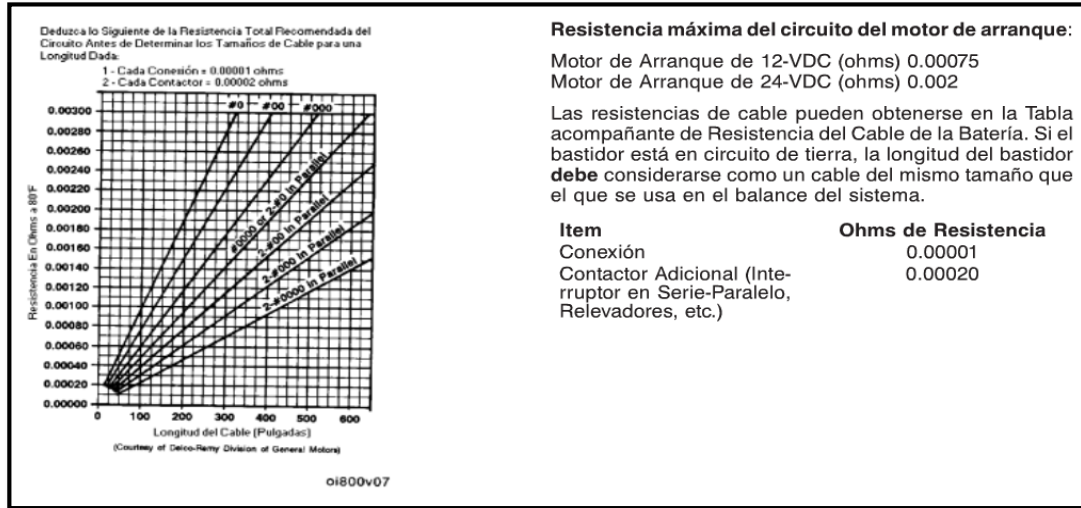
Figura 41. Sistema Eléctrico

Contrapresión Máxima Permisible del Escape Creada por la Tubería y el Silenciador:		
- Hg (mercurio)	76 mm Hg [3 pulg. Hg]	
- H ₂ O (agua)	1016 mm H ₂ O [40 pulg. H ₂ O]	
Tamaño del Tubo de Escape (diámetro interior normalmente aceptable)	127 mm [5 pulg.]	
Sistema Eléctrico		
Capacidad Mínima Recomendada de la Batería:		
Voltaje del Sistema	Temperaturas Ambiente	
	-18°C [0°F]	
	Amperes de Arranque en Frio	Amperes de Capacidad de Reserva*
12 VCD	1800	540
24 VCD**	900	270
* El número de placas dentro de un tamaño dado de batería determina la capacidad de reserva. La capacidad de reserva determina el lapso de tiempo durante el que puede ocurrir marcha sostenida.		
** Los rangos de CCA están basados en dos baterías de 12-VCD en serie.		
Se requiere un mínimo de 6 VCD en el conector del OEM para energizar el ECM.		
Baterías (Gravedad Específica)		
Gravedad Específica a 27°C [80°F]	Estado de Carga	
1.26 a 1.28	100%	
1.23 a 1.25	75%	
1.20 a 1.22	50%	
1.17 a 1.19	25%	
1.11 a 1.13	Descargada	

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento Motores Signature ISX

4.3.7 Sistema De Arranque

Figura 42. Sistema De Arranque



Resistencia máxima del circuito del motor de arranque:

- Motor de Arranque de 12-VDC (ohms) 0.00075
- Motor de Arranque de 24-VDC (ohms) 0.002

Las resistencias de cable pueden obtenerse en la Tabla acompañante de Resistencia del Cable de la Batería. Si el bastidor está en circuito de tierra, la longitud del bastidor **debe** considerarse como un cable del mismo tamaño que el que se usa en el balance del sistema.

Fuente: Manual De Operación Y Mantenimiento Motores Signature ISX

5. AUDITORÍA DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ACTUAL AL PARQUE AUTOMOTOR DE COVOLCO

5.1 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO

5.1.1 Identificación De Aspectos. Para la identificación de las preguntas a realizar en la auditoria de mantenimiento, se creó una tabla estandarizada según la bibliografía consultada, la metodología consistió en identificar los aspectos de acuerdo a la tabla por cada actividad del proceso de mantenimiento.

5.2 AUDITORÍA

De acuerdo con las actividades programadas en la fase preliminar, donde se planteó el proceso de auditoria como un objetivo específico del proyecto de grado, se realiza la identificación de herramientas claves para efectuar un análisis de las observaciones en el departamento de mantenimiento de Covolco, de esta manera poder desplegar metodologías para desatar acciones de mejoramiento efectivas y eficientes.

- ✓ Organización General
- ✓ Métodos y Sistemas de Trabajo
- ✓ Gestión de carga de trabajo
- ✓ Compra y registro de repuestos y equipos
- ✓ Sistemas informáticos

- ✓ Organización del taller de mantenimiento
- ✓ Herramientas y medios de prueba
- ✓ Documentación Técnica
- ✓ Control De La Actividad

5.3 EVALUACIÓN

Cada pregunta se valora con un puntaje de 1 cuando la situación es mala o desfavorable, con nota de 3 para situaciones regulares o que puedan ser rescatables y con nota de 5 cuando está bien implementada o cumple con su objetivo en el momento de aplicar la encuesta.

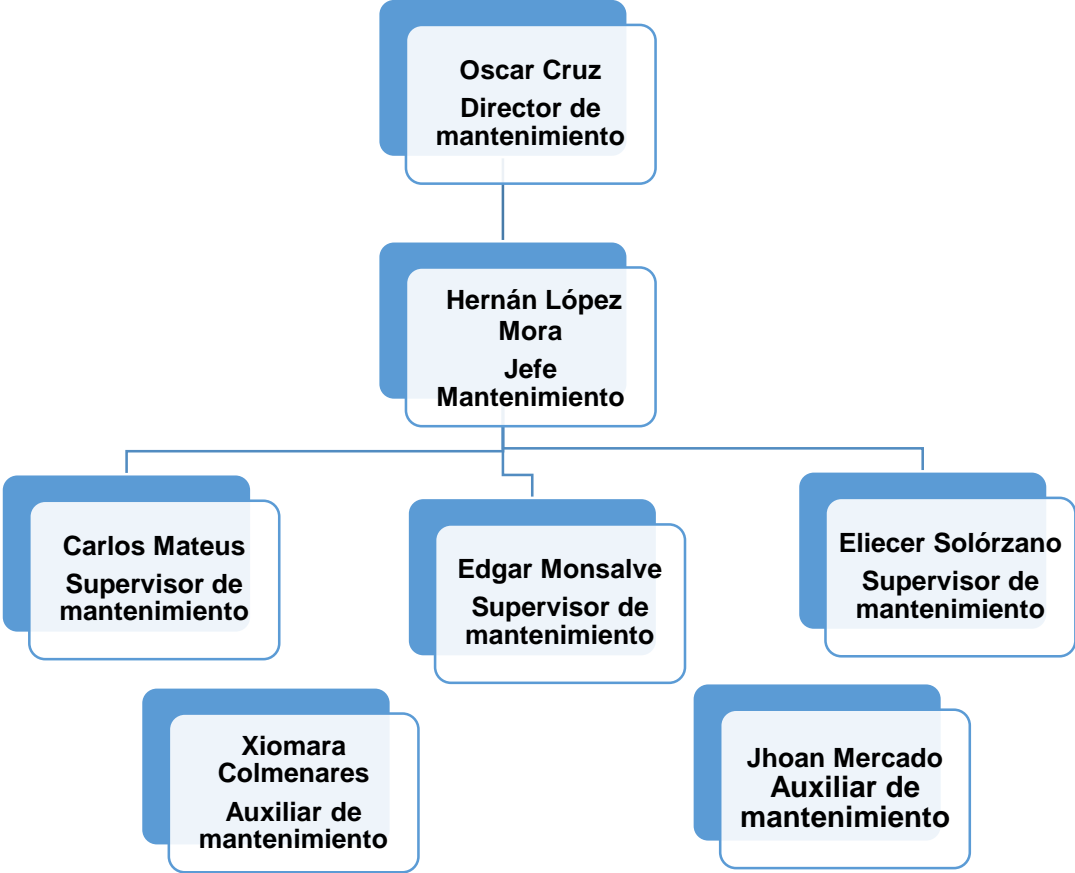
5.4 RECONOCIMIENTO

5.4.1 Identificación De La Empresa

- ✓ Nombre: Covolco
- ✓ Nit: 890201056-4
- ✓ Dirección: Cra 25 N° 16 - 36
- ✓ Página Web: <http://www.covolco.com/>
- ✓ Teléfono: +57 (7) 6458903-6325556
- ✓ Ciudad: Bucaramanga - Colombia

5.4.2 Identificación De Personal A Cargo Del Mantenimiento

Figura 43. Organigrama departamento de mantenimiento Covolco



5.4.3 Cuestionario Auditorio De Mantenimiento

Figura 44.Cuestionario de auditoria

1.ORGANIZACIÓN GENERAL						
No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
1.1	¿Está definida por escrito y aprobada, la organización y responsabilidades del departamento del mantenimiento (Organigrama)?	X				5
1.2	¿Existe un encargado de mantenimiento?	X				5
1.3	¿El personal encargado de mantenimiento conoce las responsabilidades, limitaciones y obligaciones de su cargo?	X				5
1.4	¿Está suficientemente dimensionada la estructura de la dirección de mantenimiento y su equipo técnico para abordar nuevos procesos de mejora?		X		Nuevo personal - 09/07/2014	3
1.5	¿El taller cuenta con personal certificado y calificado para realizar los mantenimientos?	X			Proyecta contratación de Nuevo personal, realizar supervisión en campo, Yopal, Barranquilla, Puerto Boyacá	5
1.6	¿Tiene cada sección y o actividad un presupuesto de funcionamiento y hay seguimientos periódicos de su adecuación a la realidad?	X				5
1.7	¿Existe un área de planificación y coordinación de trabajos para realizar estudios de mejora y formación?	X				5

1.ORGANIZACIÓN GENERAL						
No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
1.8	¿Existe descripciones de las funciones (En el terreno de responsabilidad y en el de iniciativa) para cada uno de los puestos de ejecución?	X				5
1.9	¿El personal de producción tiene instrucciones para llevar a cabo operaciones de mantenimiento de primer nivel y las ejecutan?		X		Bajo autorización del dueño del vehículo	3
1.10	¿Todas operaciones preventivas y correctivas se ejecutan con órdenes de trabajo y aplican adecuadamente las actividades y repuestos?			X	Se ejecutan las ordenes mes cumplido	1
1.11	¿Tiene objetivos claros e indicadores de funcionamiento que sirvan de pauta como resultados del servicio prestado?	X				5
1.12	¿Hay reuniones periódicas y se realizan seguimientos de niveles de calidad de servicios percibidos por nuestros clientes?	X				5

2. CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS						
No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
2.1	¿Disponen ustedes de una lista recapitulada (inventario) de ubicación de los equipamientos de su unidad?	X				5
2.2	¿La empresa cuenta con planos de ubicación y/o disposición de cada máquina?	X			GPS	5

2. CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS

No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
2.3	¿Tienen cada equipamiento un número de identificación cronológico de inmovilización?	X			Placa y remolque	5
2.4	¿En su instalación tiene todo el equipamiento un número de identificación claramente señalado?				No aplica, no hay taller	-----
2.5	¿Se registran sistemáticamente las modificaciones, instalaciones nuevas o la supresión de equipamientos?	X				5
2.6	¿Hay un archivo informático o en papel de cada equipo o instalación, y de sus subgrupos funcionales, con reseñas históricas de todos los trabajos llevados a cabo y su costo?	X			Lo que se pueda recopilar	3
2.7	¿Tiene efectuados análisis de criticidad de equipos y estudio de averías y modos de fallo (RCA, RCM, etc.)?			X		1
2.8	¿Disponen ustedes de información sobre las horas pasadas las piezas consumidas y los costes, equipamiento por equipamiento?	X			Por kilómetros y meses	5
2.9	¿Hay uno (o varios) responsables del cuidado de las reseñas históricas de los trabajos?	X				5
2.10	¿Está asegurado el seguimiento y control formal de las operaciones reglamentarias y de seguridad llevadas a cabo?		X		Acción de mejora por falta de asegurar el procedimiento	3
2.11	¿Se audita periódicamente la	X			HSEQ	5

2. CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS

No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
	situación de inventario y su documentación?					
2.12	¿Tiene posibilidad de analizar sistema a sistema el coste real de los ciclos de vida LCC?	X			Depende del proveedor	5
2.13	¿Posee la empresa algún método de estimación de costos por mantenimiento de las diferentes máquinas y herramientas?	X				5

3. GESTIÓN DE CARGA DE TRABAJO

No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
3.1	¿Tienen ustedes, un programa establecido de mantenimiento preventivo? (Acciones preventivas, periodicidad, carga de trabajo)	X				5
3.2	¿Disponen ustedes de fichas (o check-lists) escritas de mantenimiento preventivo?	X				5
3.3	¿Existe algún responsable del conjunto de las acciones de mantenimiento preventivo (en términos de control y de actualización)?	X				5
3.4	¿Tiene los usuarios (u operadores) de los equipos responsabilidades en materia de ajuste y mantenimiento de rutina?	X			Capacitaciones básicas, para mejorar	5
3.5	¿Tienen ustedes un sistema de registro de las demandas o solicitudes de trabajo?	X				5

3. GESTIÓN DE CARGA DE TRABAJO						
No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
3.6	¿Hay alguna persona más específicamente responsable de la planificación de los trabajos?	X				5
3.7	¿Tienen ustedes reglas definidas que permitan asignar los trabajos según las prioridades?	X				5
3.8	¿Existe algún documento (o solicitud de trabajo) que permita informar o seguir toda intervención que se utilice sistemáticamente para cada trabajo?	X				5
3.9	¿Disponen ustedes de una planeación semanal (o periódica) de distribución de los trabajos?	X			A personal nuevo se asignan tareas	5
3.10	Cuándo un trabajo no puede ser abordado con la celeridad que les exige producción, ¿tiene un procedimiento para informar de ello y poner medidas correctivas y preventivas?		X		Autorización de gerencia	3

4. COMPRA Y REGISTRO DE REPUESTOS Y EQUIPOS						
No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
4.1	Cuando se realiza un mantenimiento, ¿existe registro de materiales utilizados?	X				5
4.2	¿Existe un registro de repuestos o piezas de la maquinaria que se reemplazan durante el mantenimiento?	X				5
4.3	¿Tienen un almacén específico o diferenciado para mantenimiento y		X		Vinculo Isucol, legalmente constituido	3

4. COMPRA Y REGISTRO DE REPUESTOS Y EQUIPOS						
No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
	un sistema de lanzamiento y seguimiento de pedidos a su medida?				aparte.	
4.4	¿Disponen de un sistema de libre servicio para artículos y piezas de consumo habitual?		X		Vinculo Isucol, legalmente constituido aparte	3
4.5	¿El stock de repuestos está al día, accesible a su personal de forma informatizada y disponible el valor, número de artículos, plazo, etc.?		X		Vinculo Isucol, legalmente constituido aparte	3
4.6	¿Esta todas las piezas de repuesto Identificadas y codificadas?		X		Vinculo Isucol, legalmente constituido aparte	3
4.7	¿Hay un procedimiento formalizado de solicitud de ofertas con pliegos adaptados a sus necesidades y adjudicación de pedidos?		X		Vinculo Isucol, legalmente constituido aparte	3
4.8	¿Los procedimientos de aprovisionamiento son rápidos y flexibles?	X				5
4.9	¿Tiene proveedores concertados que almacenan en sus dependencias los materiales y repuestos de su suministro?	X				5
4.10	¿Tiene facilidad y homologados suministradores distintos al propio fabricante del equipamiento o instalación?	X				5
4.11	¿Tienen un sistema rápido y eficaz de reparación de equipos y sistemas de inventario?	X				5
4.12	¿Hay gran conexión entre el servicio de compras y de mantenimiento		X			3

4. COMPRA Y REGISTRO DE REPUESTOS Y EQUIPOS						
No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
	para las decisiones de compra y negociación con los suministros?					
4.13	¿Los procedimientos administrativos y operativos para solicitar un repuesto o un traslado son ágiles y amigables?	X				5

5. SISTEMAS INFORMÁTICOS						
No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
5.1	¿Cuentan con un software especializado para administrar el mantenimiento preventivo de los equipos?			X		1
5.2	¿La empresa tiene un programa informático para llevar un control de gastos de mantenimiento?			X	Tablas	1
5.3	¿Se dispone de una herramienta informática con las especificaciones y pasos a seguir para el mantenimiento?			X		1
5.4	¿Existe un software o inventario de los repuestos que se pueden encontrar en la bodega o una base de datos de empresas que los pueda suministrar?		X		Por medio de Isucol	1

6. ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO						
No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
6.1	¿El espacio que tiene asignado a su Departamento para actividades de banco, oficina, de planificación e ingeniería, almacén, etc., es suficiente?			X		1
6.2	¿Dispone a pie de obra de las instrucciones operativas y protocolos para ser consultados por sus Mandos y operarios directamente?			X		1
6.3	¿Se encuentra bien ubicado el almacén de herramientas y respuestas?	X			Tener en cuenta Isucol	5
6.4	¿Disponen de suficiente utillaje y medio de manutención y transporte adecuados a sus trabajos preventivos y correctivos?		X		Tener en cuenta subcontratos, SOS contingencias	3
6.5	¿Las órdenes de trabajo se abren y cierran a pie de obra, con terminales ubicados en la planta o con terminales portátiles?		X			3
6.6	¿Las zonas destinadas a materiales útiles, a averiados y de envío o recepción exterior están correctamente identificadas y delimitadas?			X		1
6.7	¿Hay un responsable de logística de la custodia de herramientas y útiles de la verificación y calibración periódica de ellas?			X		1

7. HERRAMIENTAS Y MEDIOS DE PRUEBA

No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
7.1	¿Dispone de un inventario documentado y actualizado de herramientas y equipos de pruebas?			X		1
7.2	¿Dispone de Departamento, en propiedad o con accesibilidad inmediata, de las herramientas especiales y equipamientos que precisan?		X		Isucol	3
7.3	¿Está correctamente definido el procedimiento de verificación y calibración de herramientas especiales y útiles?			X	No aplica, no hay taller	1
7.4	¿Dispone de proceso de puesta a disposición o bono de responsabilizarían de herramientas para el caso de que estas se utilicen por contratistas?			X		1
7.5	¿Cada operario dispone de una caja de herramientas personal?	X				5
7.6	¿Existen verificaciones periódicas de puesta en conformidad de máquinas y herramientas, nuevas, usadas, o modificadas por Ustedes?	X				5
7.7	Cuando necesitan un medio extraordinario de mantenimiento o transporte, ¿Lo disponen con las características y celeridad precisa?	X				5
7.8	¿La logística, contratación y gestión de nuevas herramientas y medios, es realizada directamente por Uds.?		X		Isucol	3

8. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA						
No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
8.1	¿Poseen inventario de equipos?	X				5
8.2	¿Los inventarios de los equipos se encuentran actualizados?	X				5
8.3	¿Poseen hoja de vida de los equipos?	X				5
8.4	¿La hoja de vida de los equipos se encuentra actualizadas?	X				5
8.5	¿La hoja de vida maquinas cuenta con la información necesaria para realizar los mantenimientos y su respectivo historial (herramientas, piezas)?	X				5
8.6	¿Tienen órdenes de trabajo para un mantenimiento preventivo?			X	En el momento mes vencido, a espera de nuevo programa.	1
8.7	¿Tienen órdenes de trabajo para un mantenimiento correctivo?		X			3
8.8	¿Las órdenes de trabajo contienen la información necesaria?		X			3
8.9	¿La empresa posee los programas de mantenimientos para todas sus máquinas herramientas?		X			3
8.10	¿La empresa posee instructivo de cada máquina herramienta?		X		Búsqueda por internet	3
8.11	¿La empresa realiza permisos de trabajo?		X			3
8.12	¿La empresa posee Manual de procedimientos?	X				5
8.13	¿Tienen cronograma de trabajos de mantenimiento?			X		1
8.14	¿Los documentos anteriormente nombrados se encuentran sistematizado en un software?		X		Base de datos	3

9. CONTROL DE LA ACTIVIDAD						
No.	PREGUNTA	SI	INTERMEDIO	NO	OBSERVACIONES	PUNTOS
9.1	¿Se dan informes regulares del control de las horas, los costos de mano de obra y repuestos?		X			3
9.2	¿Se controla la eficacia, grado de saturación y tiempos muertos del potencial de mantenimiento?			X		1
9.3	¿Dominan ustedes su carga de trabajo?		X		Falta de personal	3
9.4	¿Posee la empresa algún método de estimación de costos por mantenimiento de las diferentes máquinas y herramientas?	X				5
9.5	¿Emiten ustedes de forma regular un informe de las actividades a desarrollar (todos los meses y anualmente)?	X				5

Fuente 3: GONZÁLEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes. Bucaramanga: UIS, 2001. P 148

5.5 RESULTADOS

Tabla 1. Áreas De Evaluación

ÁREAS DE EVALUACIÓN	PUNTOS
Organización General	52
Métodos y Sistemas de Trabajo	52
Gestión de carga de trabajo	48
Compra y registro de repuestos y equipos	53
Sistemas informáticos	4
Organización del taller de mantenimiento	15
Herramientas y medios de prueba	24

ÁREAS DE EVALUACIÓN	PUNTOS
Documentación Técnica	50
Control De La Actividad	17

Luego de realizar la auditoria en el departamento de mantenimiento de Covolco en su sede principal con el apoyo del jefe de mantenimiento, se efectúa la valoración a cada pregunta incluida en el cuestionario señalado en la figura 44, calculando el número de puntos obtenidos en cada pregunta, se valora cada una de las áreas de evaluación mostradas en la tabla de áreas de evaluación, obteniendo como resultado una calificación con un valor de 4 para “sistemas informáticos”, 15 para “organización del taller de mantenimiento”, 17 “control de la actividad” y 24 en “herramientas y medios de prueba”.

Se evaluaron sus 9 áreas de trabajo con entrevistas al personal encargado manifestando una falencia del 40%.

Figura 45. Gráfica De Araña



El gráfico de araña ayuda a evaluar la posición competitiva a través de las medidas clave del desempeño del departamento de mantenimiento de Covolco, el modelo gráfico de araña de la figura 45, ilustrar las áreas con puntaje menor que se encuentran en una zona alejada de las áreas con puntajes mayores, de esta manera se identifican las áreas donde la evaluación competitiva es necesaria.

5.6 RECOMENDACIÓN

Todos aquellas preguntas valoradas por debajo de 3 se deben incluir en un plan de acción, y trascurrido cierto tiempo, se debe realizar una nueva auditoría comprobando especialmente aquellas preguntas que habían obtenido un resultado desfavorable. El punto más importante de una Auditoría de Mantenimiento es el plan de acción, en el que se identifican los problemas que se detectan en la gestión del mantenimiento de la empresa, se debe diseñar un plan de mejoramiento para solucionar aquellos resultados negativos.

6. DIAGNÓSTICO INICIAL AL PARQUE AUTOMOTOR DE COVOLCO

El diagnóstico realizado al parque automotor de Covolco tiene como objetivo identificar las debilidades y fortalezas complementándose con la valoración de los vehículos tracto camiones mediante métodos de observación y formatos técnicos con el fin de analizar su estado actual, para lograr lo anterior se realizó una codificación e inventarios de equipos.

6.1 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

La realización del diagnóstico de la administración del departamento de mantenimiento se llevó a cabo mediante una auditora, se realizó mediante entrevista a los administrativos en su sitio de trabajo.

6.1.1 Procesos De Mantenimiento. Como proceso del trabajo de campo con las inspecciones realizadas se determinó que es el único tipo de mantenimiento que se maneja es el mantenimiento correctivo, empieza cuando el vehículo tracto camión falla.

El operario es el encargado de comunicar al departamento de mantenimiento y al respectivo dueño, que es quien decide al final donde se realizara el servicio técnico.

Por su parte el proceso del mantenimiento preventivo se realiza con la aprobación del dueño del vehículo tracto camión tomando la decisión final sobre este proceso,

sin seguir ningún programa de mantenimiento específico, se hacen los cambios de filtros y aceite respectivos para cada sistema.

6.1.2 Sistemas De Información. Existe un carpeta con archivos donde se almacena la información de cada vehículo tracto camión como lo son facturas de cambios de aceite, compras de filtros y fichas técnicas del mismo. Esta información se actualiza cada vez que el propietario del vehículo envía las facturas, es decir se está llevando un control atrasado lo que se hizo el mes pasado.

6.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO A LOS MOTORES DIESEL DEL PARQUE AUTOMOTOR DE COVOLCO

- ✓ Los registros históricos de operaciones de mantenimiento de los vehículos no son muy claros y se encuentra desorganizado, esto interfiere en la prevención de posibles fallas y en la excelente operación de los motores diesel.
- ✓ Antes durante y después de una operación a plena carga, los operarios no realizan de manera organizada y periódica las rutinas de inspección y limpieza. Hecho que deteriora el aspecto operacional y físico del motor diesel.
- ✓ El departamento de mantenimiento no cuenta con un programa de mantenimiento preventivo claramente definido generando un desorden y confusión entre el departamento y los operarios. Además estos mantenimientos se realizan sin tener en cuenta criterios técnicos.
- ✓ Los dueños de los vehículos tracto camiones y algunos de los operarios no tienen una cultura de mantenimiento, esto hace que el departamento de mantenimiento no sea eficiente.
- ✓ El personal no se encuentra capacitado frente a conceptos de mantenimiento y no poseen catálogos de los motores diesel.

- ✓ El tiempo en los cuales se hace el mantenimiento a los motores diesel son demasiado largos y en algunas ocasiones se presentan prácticas erradas.

6.3 IDENTIFICACIÓN E INSTALACIONES

El diagnóstico a los motores diesel se hizo mediante una inspección con formatos de registros de mantenimiento identificando características y especificaciones para dar un reporte de estado actual.

Para empezar con la inspección es necesario tener una identificación inicial e inventario de las instalaciones que intervienen en el proceso de mantenimiento

6.3.1 Identificación. La identificación nos brinda la oportunidad de organizar, mejorar y facilitar la gestión de mantenimiento ordenando la información recolectada, se decidió dejar la identificación que tiene el departamento de mantenimiento para cada vehículo y es la respectiva placa o matrícula, con esta identificación se espera tener un mejor control a la hora de diseñar la base de datos para el programa de mantenimiento preventivo.

Tabla 2. Identificación Vehículo tracto camión

ÍTEM	PLACA
1	SXR 535
2	SNM 984
3	SNP 177
4	SON 496
5	SQI 861
6	SQM 105
7	SRN 294

6.3.2 Inventario. El objetivo del inventario es tener una identificación de las instalaciones del departamento de mantenimiento. Se realizó llenando una tabla con la descripción de las instalaciones, sus oficinas, el área de trabajo.

Tabla 3. Inventario Instalaciones departamento de mantenimiento

INVENTARIO DE LAS INSTALACIONES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE COVOLCO		
Oficina Bucaramanga		
N°	Descripción	Observaciones
3	Computador	Jefe - auxiliares
3	Escritorios	Personal
2	Teléfonos Celulares	Comunicación
1	papelería	Información
Oficina Villavicencio		
N°	Descripción	Observaciones
2	Computador	Supervisor - Director
2	Escritorio	supervisor
2	Teléfono Celular	supervisor
Oficina Dagota La Lizama		
N°	Descripción	Observaciones
1	Computador	Supervisor
1	Escritorio	supervisor
1	Teléfono Celular	supervisor

7. ANÁLISIS TEÓRICO PRÁCTICO DEL PROCESO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ (RCA)

7.1 INTRODUCCIÓN

Para abordar uno de los objetivos propuestos en el proyecto de grado se utiliza la metodología análisis causa raíz (RCA), esta técnica tiene como propósito y finalidad, ayudar a desarrollar las habilidades para dar una solución analítica a las acciones preventivas y correctivas que normalmente son solicitadas como parte de la operación de un sistema.

Para llevar a cabo este análisis se hace necesario realizar un estudio al estado actual del parque automotor de Covolco a través de la identificación de eventos a los motores diesel.

Esta metodología se apoya en la caracterización, análisis y causa, para llegar a la causa raíz proporcionando el camino para atender esos problemas, esas fallas o esos errores que causan retrasos identificando sus principales bondades y limitaciones trabajando en la introducción de soluciones y optimización de problemas.

7.2 PASO 1: IDENTIFICAR LOS EVENTOS MÁS SIGNIFICATIVOS

7.2.1 Análisis De Información. Con la finalidad de encontrar las limitaciones e imperfecciones que aparecen en los motores diesel, se hace necesario desarrollar una serie de técnicas planteadas en la fase II de reconocimiento, se diseña un formato para el registro de información general del mantenimiento y diagnóstico inicial al parque automotor de Covolco ver

Figura 45., de esta manera se inicia un proceso de inspección a través de charlas y encuestas a los conductores de los tracto camiones, donde se observa detenidamente los sistemas del motor diesel dando una opinión al respecto.

Esta información es recolectada a través de visitas a la zona industrial Chimita (Girón Santander), a la estación de servicio “Dagota”, estación de servicio “Palermo”, ubicado en el corregimiento de La Lizama (Santander), Estación Vasconia (Puerto Boyacá) Parqueadero Pacific Rubiales Covolco (Villavicencio Meta), diligenciando el formato para el registro del mantenimiento e información en cada vehículo encontrado en el sector.



En la figura 46 vemos el Parqueadero Pacific Rubiales Covolco en la ciudad de Villavicencio.

Figura 46. Parquadero Pacific Rubiales Covolco Villavicencio



7.2.2 Formato Registro De Mantenimiento Motor Diesel

Figura 47. Registro de mantenimiento motor diesel

 			
REGISTRO DE MANTENIMIENTO MOTORES DIESEL			
Fecha		(Foto Motor)	
Placa			
Modelo			
N°Serie Motor			
Kilometraje			
REVISIÓN DE MANTENIMIENTO EFECTUADA			
TIPO DE MANTENIMIENTO		FECHA	
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO CARRETERO			
SISTEMA DE ARRANQUE	ESTADO		
	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Estado baterías			
Terminales			
Condición de cableado			
Deterioro - Desgaste			
Encendido			
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	ESTADO		
	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Cambio de aceite motor			
Cambio de filtro de aceite			
Cambio de filtro de agua			

Nivel de refrigerante			
Cambio filtro de aire			
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	ESTADO		
	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Bandas			
Tolva de ventilador			
Aspas de ventilador			
Manzana de abanico			
Radiador			
Post-enfriador			
Montaje del sistema			
Mangueras			
Abrazaderas			
Conexiones			
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	ESTADO		
	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Condición de tubería			
Conexiones			
Abrazaderas			
Soportes del sistema			
SISTEMA DE COMBUSTION	ESTADO		
	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Cambio de filtro de combustible			
Mangueras			
Conexiones			
Tanques			
Tapones			
SISTEMA ELÉCTRICO	ESTADO		
	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Motor de arranque			
Instrumentos y controles			
Panel de fusibles			

MOTOR EN MARCHA	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Fallas de encendido de motor			
Vibraciones			
Ruidos inusuales del motor			
cambios repentinos en temperatura			
Presión de operación del motor			
Humo excesivo			
Pérdida de potencia			
Incremento en el consumo de aceite			
Incremento en el consumo de combustible			
Fugas de combustible, aceite o refrigerante			
Apariencia del motor			
Limpieza filtro de aire			

7.2.3 Ejemplo Inspección Y Registro Del Mantenimiento Motor Diesel

Figura 48 Ejemplo Inspección Y Registro Del Mantenimiento Motor Diesel

		
REGISTRO DE MANTENIMIENTO MOTORES DIESEL		
Fecha	11/10/2014	
Placa	SXR 535	
Modelo	2012	
N°Serie Motor	79459375	
Kilometraje	209.905(km)	
REVISIÓN DE MANTENIMIENTO EFECTUADA		
TIPO DE MANTENIMIENTO	FECHA	
CORRECTIVO - Reparación Parcial	2 Años	

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO CARRETERO				
SISTEMA DE ARRANQUE		ESTADO		
		OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Estado baterías		∥		
Terminales		∥		
Condición de cableado		∥		
Deterioro - Desgaste		∥		
Encendido		∥		
SISTEMA DE LUBRICACIÓN		ESTADO		
		OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Cambio de aceite motor		12.000 km		
Cambio de filtro de aceite		12.000 km		
Cambio de filtro de agua		∥		8 Meses
Nivel de refrigerante		∥		
Cambio filtro de aire			∥	1 Año
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		ESTADO		
		OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Bandas		∥		
Tolva de ventilador		∥		
Aspas de ventilador		∥		
Manzana de abanico		∥		
Radiador		∥		
Post-enfriador		∥		
Montaje del sistema		∥		
Mangueras		∥		
Abrazaderas		∥		
Conexiones		∥		
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE		ESTADO		
		OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Condición de tubería		∥		
Conexiones		∥		
Abrazaderas		∥		
Soportes del sistema		∥		

SISTEMA DE COMBUSTION	ESTADO		
	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Cambio de filtro de combustible	24.000 km	∅	
Mangueras	∅		
Conexiones	∅		
Tanques	∅		
Tapones	∅		
SISTEMA ELÉCTRICO	ESTADO		
	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Motor de arranque	∅		
Instrumentos y controles	∅		
Panel de fusibles	∅		
MOTOR EN MARCHA	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Fallas de encendido de motor	∅		
Vibraciones	∅		
Ruidos inusuales del motor	∅		
cambios repentinos en temperatura	∅		
Presión de operación del motor	∅		
Humo excesivo	∅		
Pérdida de potencia	∅		
Incremento en el consumo de aceite	∅		
Incremento en el consumo de combustible	∅		
Fugas de combustible, aceite o refrigerante	∅		
Apariencia del motor	∅	∅	Limpieza

7.2.4 Identificación De Fallas. Análisis de datos de fallas disponibles del parque automotor de Covolco en el periodo establecido en la fase II dentro del cronograma de actividades, permitió conocer y establecer que el total de fallas presentadas son:

- ✓ Incremento consumo de combustible
- ✓ Radiador
- ✓ Ventilador
- ✓ Refrigerante

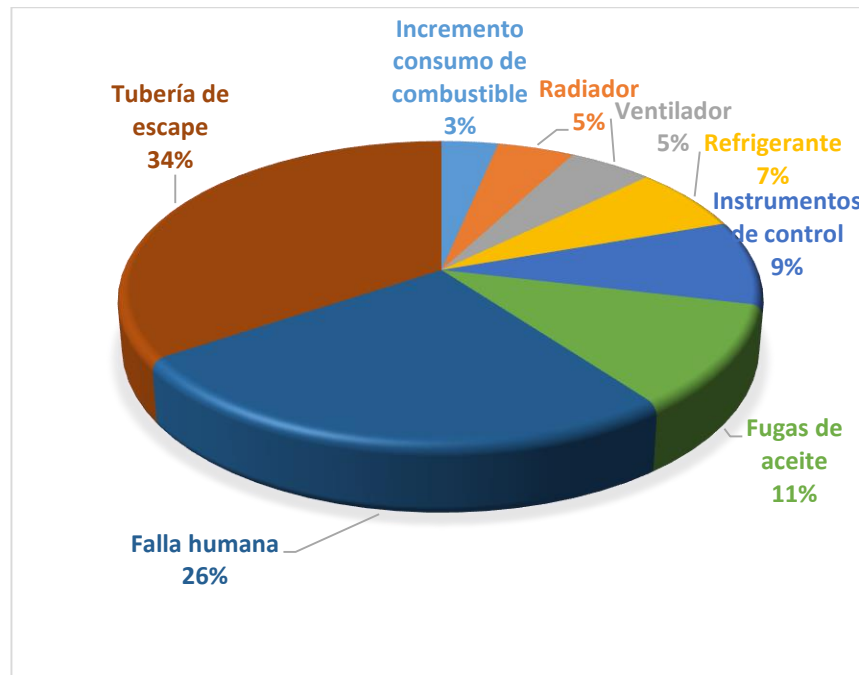
- ✓ Instrumentos de control
- ✓ Fuga de aceite
- ✓ Falla Humana
- ✓ Tubería de escape

En la Tabla 4. Se puede evidenciar el número de eventos presentados por cada falla y el porcentaje de frecuencia.

Tabla 4. Tabla de falla

ÍTEM	FALLAS	EVENTOS	% Frecuencia
1	Tubería de escape	145	34,36 %
2	Falla humana	109	25,82 %
3	Fugas de aceite	47	11,13%
4	Instrumentos de control	38	9,00%
5	Refrigerante	29	6,87%
6	Ventilador	21	4,97%
7	Radiador	19	4,50%
8	Incremento consumo de combustible	14	3,31%

Figura 49. Comportamiento de las fallas en los tracto camiones a partir de los datos disponibles



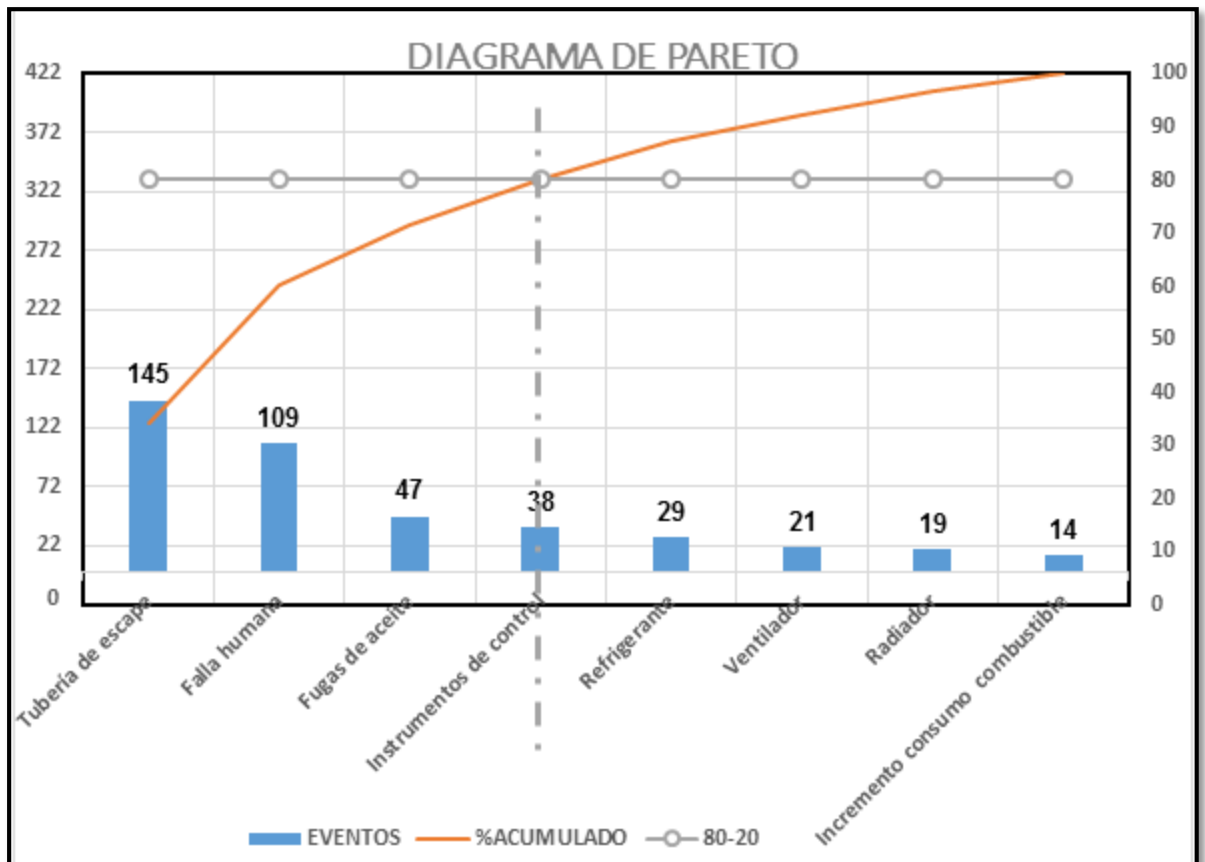
En la figura se observa, que las falla con más frecuencia corresponde a la tubería de escape, que afecta la condición de la tubería, sus conexiones, abrazaderas y el soporte del sistema junto con las fallas humanas que corresponde al cambio del filtro de aire que en algunas ocasiones su cambio es una vez durante el año y la forma de limpieza después de operaciones en extrema condición es utilizar un “soplete” y “golpearlo”, también se observó una apariencia negativa en la limpieza del motor, algunos retrasos en cambios del filtro de agua y otros no drenan el filtro de combustible.

Por otra parte también se puede evidenciar fallas en elementos que pertenecen al sistema de enfriamiento como lo es el radiador, el ventilador y el refrigerante. Todo esto tiene un peso significativo en la disponibilidad técnica del parque automotor,

además de limitar la movilidad del Tracto camión, pueden provocar su paralización total.

7.2.3 Diagrama De Pareto

Figura 50. Diagrama de Pareto



Con los datos de la tabla de falla, ver Figura. 48, se realizó el diagrama de Pareto, graficando de esta manera en el eje axial las fallas (Elementos que contribuyen a la falla) y en el eje vertical el N° de eventos, con el cual se identificaron los malos actores, aplicando la regla 80/20 “El 80% de los problemas que se presentan

proviene de un 20% de las causas”. Determinado las fallas más importantes y de mayor cuidado y por consiguiente priorizar su solución.

7.2.4 Descripción Del Sistema Identificado Como Mal Actor. El sistema de admisión y escape identificado como mal actor por presentar los mayores porcentajes de eventos según el diagrama de Pareto citado anteriormente donde presenta 34,36 % de las frecuencias y un total de 145 eventos.

El sistema de admisión y escape está conformado por la tubería de escape, las conexiones, abrazaderas y el soporte del sistema.

La tubería de escape sirve para evacuar los gases de combustión desde el motor hacia el exterior del vehículo tracto camión, una vez que el motor diesel ha realizado la combustión, el sistema se encarga de asegurar el rendimiento del motor reduciendo la temperatura.

Durante su trayectoria a lo largo de todo el tubo de escape, los gases se han enfriado, este enfriamiento, en ciertos casos de funcionamiento a poca potencia, permite que los gases puedan llegar a una temperatura menor de 100°C dentro del tubo de escape, lo que implica que el abundante vapor de agua que contienen pueda condensarse como agua líquida, probablemente al finalizar la tubería. El agua en este estado puede formar soluciones con las otras sustancias que contienen los gases de escape, para producir agentes muy corrosivos.

7.3 PASO 2: PRESERVAR LAS EVIDENCIAS DE LAS FALLAS

El siguiente es el reporte de las fallas presentes en cada sistema, su evidencia fotográfica, la causa latente de la falla y la recomendación para cada una de las fallas encontradas en la inspección realizada al parque automotor de Covolco.

La ubicación física del vehículo tracto camión, es donde se hizo el reporte, pero cabe destacar que los vehículos están en constante trabajo en la rutas nombradas en la descripción y generalidades de Covolco.

7.3.1 Tubería De Escape. En las siguientes figuras podemos observar el estado en que se encuentra el sistema de escape y su tubería principal de algunos de los 145 vehículos tracto camión que se revisaron en la inspección propuesta anteriormente en el paso 1.

Figura 51. Falla de tubería de escape



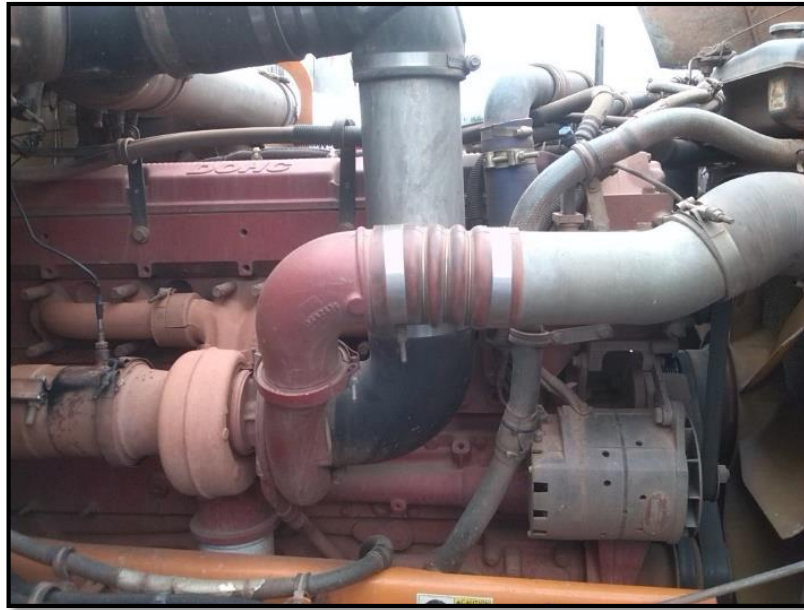
Figura 52. Falla tubería de escape



Figura 53. Falla de tubería de escape



Figura 54. Falla tubería de escape



7.3.1.1 Causa Latente: La mayoría de los problemas del tubo de escape son causa de la corrosión y un examen externo no dará una idea real del estado del escape, la corrosión interna es debida a la condensación del ácido. Cuando el motor está apagado el sistema de escape se enfría y los gases de combustión que quedan en el sistema se condensan formando ácido este se expulsa en el momento que el motor se enciende, solo si el trayecto es lo suficientemente largo para que el tubo de escape se caliente lo suficiente para condensarlo y evaporarlo, en el caso contrario el ácido se acumulará dentro de la tubería de escape lo que acelera la corrosión interna.

Parte de la función del sistema del escape y las piezas de fijación, es la de soportar la presión y las vibraciones, Si no hace cambiar las piezas de fijación, podría provocarse un disfuncionamiento prematuro de estos elementos y en consecuencia, el mal funcionamiento prematuro de todo el sistema de escape.

7.3.1.2 Recomendación: Utilizar un catalizador para transformar el contenido nocivo de los gases de escape el catalizador por sí mismo no necesita ningún mantenimiento, pero al tracto camión se le debe revisar con el fin de asegurarse que la tubería no esté dañada.

La composición correcta de gases de escape es fundamental para el correcto funcionamiento del catalizador, el sensor controla la mezcla de aire y combustible que entra en el catalizador e indica a la máquina eléctrica de control los ajustes a realizar para el buen funcionamiento del motor.

7.3.2 Falla Humana. Se clasificaron dentro de la falla humana una serie de fallos realizados por los operarios conductores de los vehículos tracto camión y se incluyeron con algunas evidencias fotográficas, causas latentes y recomendaciones.

7.3.2.1 Limpieza Y Apariencia Del Motor

Figura 55. Limpieza y apariencia del motor



✓ **Causa latente:** Un motor de combustión interna producto de su diseño y funcionamiento produce emisiones de gases desde y alrededor del motor, emisiones procedentes del interior del motor que salen por la tapa válvula y por el ducto de la varilla de medición de nivel de aceite, de estos dos puntos los gases principales son restos de combustible no quemado, ácido nítrico, óxidos de azufre. Estas emisiones se depositan, sobre los metales del motor, creando corrosión sobre todo en la puntas, lo que puede llegar a su debilitamiento. Este solo se sentirá ante un golpe o accidente. También se depositan sobre los ductos de caucho y sobre la parte externa del cableado eléctrico, degradándolos, y acelerando con los cambios de temperatura, su cristalización. Por último los ácidos presentes en estas emisiones corroen las terminales eléctricas de masa a chasis de todos los circuitos presentes del motor.

✓ **Recomendación:**

✓ **Limpieza con solvente y ácido:** Se pueden usar varios limpiadores de solventes y tipo ácido para limpiar las partes del motor. La experiencia ha mostrado que se puede obtener los mejores resultados usando un limpiador que pueda calentarse de 90 a 95 (°C). Un tanque de limpieza que proporcione un mezclado y filtración constante de la solución de limpieza dará los mejores resultados.

✓ **Limpieza con vapor:** Se puede utilizar limpieza con vapor para remover todo tipo de suciedad que pueda contaminar el tanque de limpieza es una buena forma de limpiar los taladros del aceite.

✓ **Limpieza con bolas de vidrio o de plástico:** Se puede limpiar con bolas de vidrio o de plástico en muchos componentes del motor, para remover depósitos de carbón, el proceso de limpieza es controlado por el tamaño de las bolas de vidrio o de plástico, la presión de operación y el tiempo de limpieza.

7.3.2.2 Cambio De Filtro De Aire

- ✓ **Causa Latente:** Es difícil dar un tiempo o kilometraje para cuando debe cambiarse un filtro de aire debido que la vida del mismo depende de cuánto polvo o suciedad pasa. Independientemente del kilometraje o del tiempo, un filtro de aire debe sustituirse antes de que alcance el punto donde empiece a restringir significativamente el flujo de aire.

Un aire de calidad pobre puede tener un impacto significativo en el desgaste y en el rendimiento del motor. Por este motivo, es esencial contar con una filtración de aire eficaz para proteger el motor frente a los contaminantes en partículas. Entre los síntomas de un mantenimiento deficiente se incluyen el taponamiento de los filtros de aire, la reducción del rendimiento del motor y el aumento del consumo de combustible.

- ✓ **Recomendación:** Los filtros de aire deben cambiarse sólo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del motor con respecto a la restricción que éstos tengan, utilizando un medidor de restricción de aire. Cummins Filtration recomienda cambiar un filtro de aire una vez se alcance un 80% de las recomendaciones de restricción de aire del fabricante del motor. Esto asegura un mínimo tiempo de paro durante los intervalos de cambio de filtro.

7.3.2.3 Limpieza Del Filtro

- ✓ **Causa Latente:** En condiciones normales de operación nunca se debe tratar de limpiar un filtro de aire, solo se deben utilizar los procedimientos para limpiar el filtro de aire que sea aprobado por el fabricante del Tracto camión.

Una de las fallas humanas más constantes que se vio en este proceso de recolección de datos fue la limpieza del filtro de aire, utilizando métodos rudimentarios sin seguir un protocolo o algún procedimiento estándar para este tipo de limpieza, nunca se debe usar la presión de aire directa de la manguera que infla las llantas sin bajar la presión, estas mangueras normalmente están con más de 100 psi de presión de aire esto abrirá los poros del papel filtrante, la tierra y el polvo pasara por el papel esto acortara la vida útil del motor, incrementara el consumo de combustible, escape de humo negro y posterior daño a la tubería de escape.

Nunca apunte la manguera de aire directamente al filtro.

✓ **Recomendación:**

- ✓ Afloje la tuerca central y retire la tapa.
- ✓ Retire el filtro halándolo hacia afuera.
- ✓ Cuando baje el filtro, recuerde bien la posición en la que estaba para que al montarlo sea más fácil hacerlo correctamente.
- ✓ Retire el filtro cuidadosamente para evitar daños en el mismo.
- ✓ Retire los excesos de polvo y partículas empleando aire a presión y sacudiendo el mismo cuidadosamente. Asegúrese de limpiar también el tubo de admisión de aire del mismo.
- ✓ Cuando el vehículo trabajó en terreno con mucho polvo, aumente la frecuencia de revisión del filtro.
- ✓ Utilice aire a presión para limpiar el filtro de adentro hacia afuera. Si lo hace de afuera hacia adentro puede aumentar la obstrucción del filtro.
- ✓ La presión utilizada no debe ser muy alta (debe ser 6 Kg/cm²).¹⁰

¹⁰ Manual de mantenimiento y operación tracto camión mini mula y mula. FOTÓN

7.3.4 Fugas De Aceite. La siguiente figura es la evidencia fotográfica de una de las fugas de aceite, en la causa latente esta la descripción de la falla.

Figura 56. Fugas de aceite



7.3.4.1 Causa Latente: Se evidenciaron goteos y derrame de aceite por diferentes partes del motor determinando fugas internas o externas que arrojan un alto consumo de aceite, pueden ser problemas de asentamiento o ajuste, el escaso o inadecuado asentamiento de anillos inducirá a un alto consumo de aceite y un inadecuado funcionamiento del motor.

7.3.4.2 Recomendación

- ✓ Revisar juntas o empaques de tapadera de válvulas.
- ✓ Revisar sellos retenedores de aceite del frente del motor.
- ✓ Revisar el interruptor de señales de presión de aceite.
- ✓ Revisar el filtro de aceite, puede estar flojo o golpeado.

- ✓ Revisar la tubería donde va ubicado la varilla o manguito, que sirve para medir el aceite.

7.3.5 Instrumentos de control

7.3.5.1 Causa Latente: Examinando la cabina de los tracto camiones se observó en algunos de ellos relojes y tacómetros sin funcionamiento, estos instrumentos registran la información sobre los diagnósticos del motor, condiciones de manejo e información general del recorrido.

7.3.5.2 Recomendación: Inspeccionar diariamente el panel de control del tracto camión para identificar posibles fallas en los indicadores, relojes y tacómetro para un posterior cambio y con ello establecer un registro para un adecuado programa de mantenimiento

7.3.6 Refrigerante. Evidencia fotográfica de la falla por refrigerante en los vehículos tracto camión.

Figura 57. Nivel de refrigerante

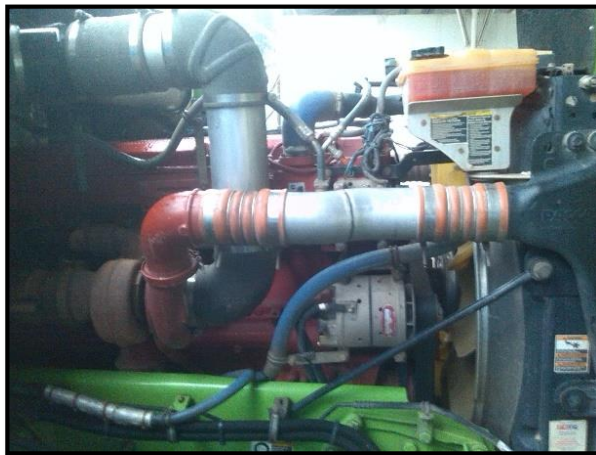


Figura 58. Nivel de refrigerante



7.3.6.1 Causa Latente: Las fugas de refrigerante son la principal causa de sobre calentamiento en los motores, concentración equivocada de refrigerante, cambiar el tipo de refrigerante específico por el fabricante o agua destilada, algunas de estos factores anteriores se observaron en la revisión al parque automotor de Covolco.

7.3.6.2 Recomendación: Verificar diariamente el nivel de líquido refrigerante con el fin de evitar el recalentamiento y daños en el motor, este debe coincidir con la marca superior (MAX) del depósito, si está por debajo adicione refrigerante.

- ✓ Asegúrese de que no hay fugas de refrigerante ni por mangueras, ni por el radiador.
- ✓ Sólo quite la tapa del radiador cuando vaya a echar refrigerante.
- ✓ Cuando eche refrigerante, déjelo recircular y vuélvalo a chequear con el fin de garantizar que no hayan fugas.
- ✓ No use anticorrosivos ni aditivos para el líquido refrigerante.
- ✓ Lave el sistema de refrigeración por lo menos dos veces al año.

7.3.7 Ventilador. Evidencia fotográfica de la falla por ventilador en algunos de los vehículos tracto camión.

Figura 59. Falla ventilador



7.3.7.1 Causa Latente: En la inspección realizada se observaron los ventiladores de algunos de los tracto camiones con fracturas en las aletas y otros con aletas desgastadas producto de un deficiente mantenimiento en algunos casos tracto camiones de años de servicio que nunca se han cambiado ni revisado.

Para ayudar a reducir la temperatura del radiador un ventilador succiona aire a través de las aletas del radiador, no podrá reducir la temperatura a un nivel adecuado si presenta alguna falla, dando como resultado un posible sobrecalentamiento.

7.3.7.2 Recomendación: Se debe cambiar la pieza del ventilador que se encuentre averiado o roto esto me mejorara la refrigeración del motor y estará en óptimas condiciones de funcionamiento.

7.3.8 Radiador. Evidencia fotográfica de la falla por radiador en algunos de los vehículos tracto camión.

Figura 60. Falla radiador



7.3.8.1 Causa Latente: Se observaron radiadores en mal estado con persianas rotas como se observa en la Figura.59. En un radiador la temperatura del refrigerante se reduce al pasar por una serie de tubos y aletas. Algunas de las causas más comunes de fallas en el radiador son las fugas y su obstrucción. Cualquier falla en la función del radiador podrá llevar al motor a temperatura elevada y sobre-calentamiento.

7.3.8.2 Recomendación: Se debe cambiar la pieza del radiador que se encuentre averiado o roto esto me mejorara la refrigeración del motor y estará en óptimas condiciones de funcionamiento.

7.3.9 Incremento Consumo De Combustible

Figura 61. Filtro de combustible



7.3.9.1 Causa Latente: Se debe tener cuidado con la compra de combustible y el llenado de los tanques para prevenir la entrada de suciedad y humedad al sistema de combustible. La suciedad tupidará los inyectores y causara desgaste acelerado en los componentes finamente maquinados del sistema de combustible. La humedad puede causar corrosión y falla de estos elementos.

7.3.9.2 Recomendación

- ✓ Diariamente drene el agua y las impurezas del filtro
- ✓ Cambiar el filtro de combustible como lo indique el fabricante.

7.4 PASO 3: ORDENAR EL ANÁLISIS.

7.4.1 Facilitador que dirige el proceso. Personal entrenado en la aplicación de la metodología RCA y encargado de explicar detalladamente los pasos a seguir durante el proceso.

7.4.2 Operador familiarizado con el proceso operativo. Jhoan Mercado Auxiliar de mantenimiento, fue el encargado de colaborar durante el proceso de inspección, el auxiliar cuenta con estudios afines al tema relacionado con el proyecto de grado.

7.4.3 Supervisor de primera línea. El supervisor de mantenimiento Edgar Monsalve fue la persona encargada de dar comunicación a los operarios sobre la realización de la inspección.

7.4.4 Ingeniero: Mecánico. Ingeniero Mecánico que tenga las capacidades y el conocimiento sobre el tema a tratar, en este caso sobre motores diesel.

Al organizar el equipo de trabajo Ramiro Mejía Autor del proyecto es el encargado de ser el facilitador del proceso operativo y a la vez servir como ingeniero mecánico

En la inspección a los vehículos tracto camión.

7.5 PASO 4: EL ÁRBOL LÓGICO DE FALLAS

La elaboración del árbol lógico de fallas se debe efectuar mediante un proceso ordenado, donde las diferentes etapas que lo componen guiaran el análisis del RCA que está originando el problema.

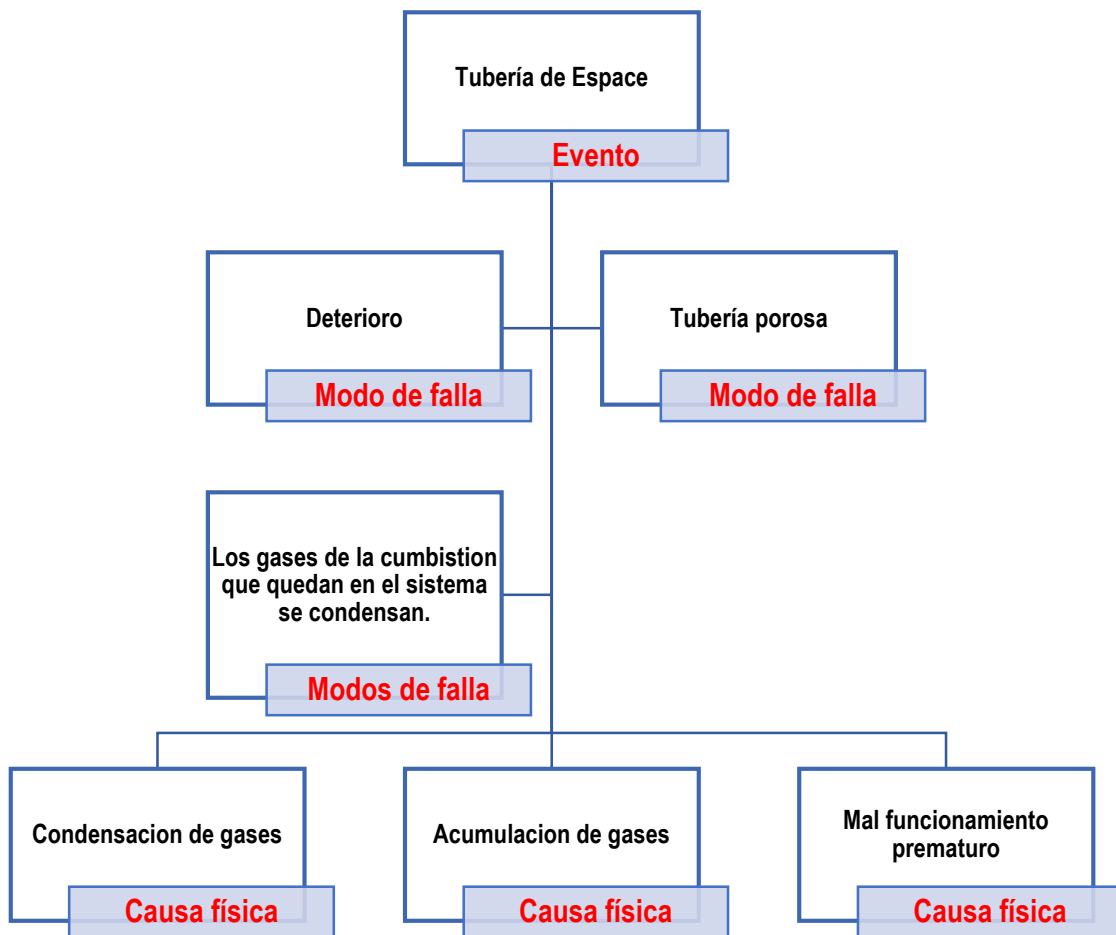
El árbol de fallos es considerado una herramienta de la confiabilidad operacional que permite representar gráficamente las relaciones de causa y efecto que conduce a descubrir el evento indeseable y cuál fue la causa raíz del problema.

Se aplicara el método de árbol de falla a las tres fallas más significativas que arrojo el diagrama de Pareto.

7.5.1 Árbol Lógico De Fallas Para El Mal Actor Tubería De Escape.

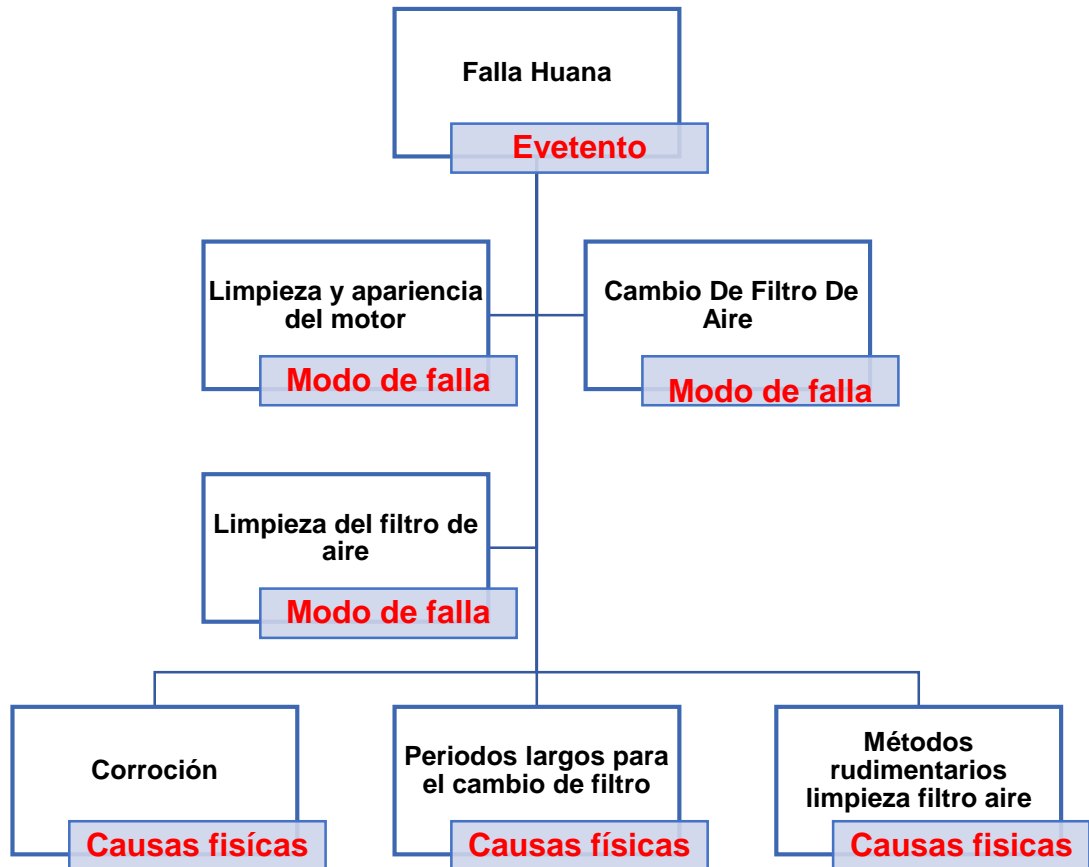
Construcción del árbol lógico de falla para el mal actor identificado luego de realizar la inspección y el análisis del diagrama de pareto.

Figura 62. Árbol lógico de fallas tubería de escape



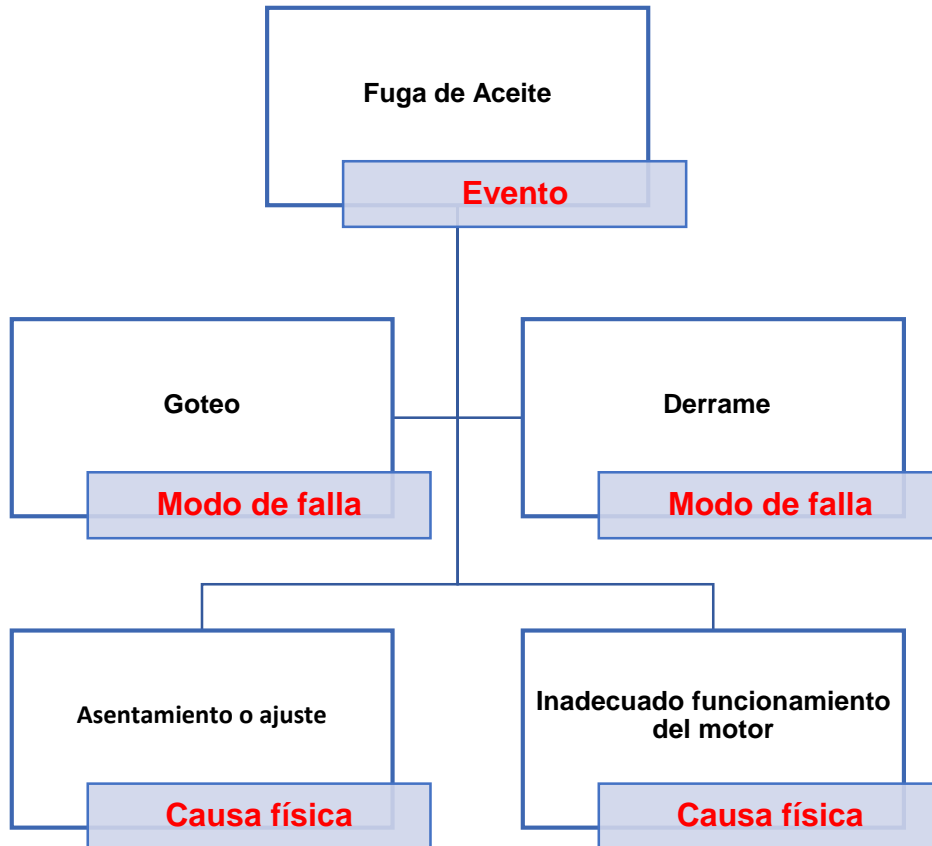
7.5.2 Árbol Lógico De Falla Humana

Figura 63. Árbol lógico de falla humana



7.5.3 Árbol Lógico De Falla Fuga De Aceite

Figura 64. Árbol lógico de falla fuga de aceite



Para solucionar el problema de raíz se deben atacar las causas latentes de cada falla que se encuentran en el siguiente paso de la metodología, ya que estas son quienes realmente ocasionan la cadena de eventos que produjo la falla.

7.6 PASO 5: RECOMENDACIONES EMITIDAS PARA LA ELIMINACIÓN DE LA FALLA

Las recomendaciones fueron formuladas de acuerdo a las causas latentes encontradas en las fallas, con esto se busca corregir el problema de una forma decisiva, minimizar costos de mantenimiento y mejorar la disponibilidad del parque automotor de Covolco.

Estas recomendaciones estarán dirigidas a las personas que conforman el departamento de mantenimiento y operadores o conductores de los vehículos tracto camión.

Se diseña un formato con la información resumida para una mejor evidencia.

Este formato será incluido en el sistema de información para lograr una eficaz reacción.

Figura 65.Recomendaciones emitidas para la eliminación de la falla

 			
RECOMENDACIONES EMITIDAS PARA LA ELIMINACIÓN DE LA FALLA			
TUBERÍA DE ESCAPE			
Parte	Falla	Causa Latente	Recomendaciones
Sistema de escape	Tubería de escape	La corrosión interna es debida a la condensación del ácido	Utilizar catalizador transforman el contenido nocivo de los gases de escape
FALLA HUMANA			
Parte	Falla	Causa Latente	Recomendaciones
Motor en marcha	Limpieza y apariencia del motor	El motor produce emisiones de gases alrededor de él.	Limpieza a vapor del motor
Sistema de lubricación	Cambio filtro de aire	Periodos Atrasados	Cambiar el filtro de aire una vez se alcance 80% de las recomendaciones de restricción de aire del fabricante del motor
Sistema de lubricación	limpieza del filtro de aire	Soplete y Golpe	Procedimientos para limpiar el filtro de aire que sean aprobados por el fabricante del Tracto camión
FUGA DE ACEITE			
Parte	Falla	Causa Latente	Recomendaciones
Sistema de lubricación	Fuga de aceite	Desgaste de empaque de culata	Revisar empaques de válvulas. sellos retenedores de aceite
INSTRUMENTOS DE CONTROL			
Parte	Falla	Causa Latente	Recomendaciones
Sistema eléctrico	Instrumentos de control	Relojes y tacómetros sin funcionamiento	Inspeccionar diariamente el panel de control del tracto camión
REFRIGERANTE			
Parte	Falla	Causa Latente	Recomendaciones
Sistema de refrigeración	Refrigerante	Concentración equivocada de refrigerante	Verifique diariamente el nivel
VENTILADOR			
Parte	Falla	Causa Latente	Recomendaciones
Sistema de enfriamiento	Ventilador	Aspas rotas y desgaste	Se debe cambiar la pieza del ventilador que se encuentre averiado
RADIADOR			
Parte	Falla	Causa Latente	Recomendaciones
Sistema de enfriamiento	Incremento del consumo de combustible	Entrada de suciedad y humedad al sistema de combustible	Diariamente drene el agua y las impurezas del filtro

7.7 PASO 6: SEGUIMIENTO A LOS RESULTADOS.

El personal del departamento de mantenimiento y los operarios conductores de los vehículos tracto camión desempeñaran un papel fundamental durante el proceso de recomendación, serán ellos quienes con sus capacidades, habilidades y potenciales participaran activamente en el mejoramiento continuo.

7.7.1 Seguimiento A Las Recomendaciones Emitidas. Las recomendaciones emitidas en el análisis de causa raíz son las que eliminaran el problema de una forma definitiva, para tal objetivo se hace necesario diseñar un plan de seguimiento eficaz que permita la implementación adecuada.

Se realiza el seguimiento a las recomendaciones formuladas para la eliminación de la falla mediante un proceso metodológico que presenta las actividades, metas, indicadores y responsables de la ejecución de las recomendaciones emitidas. Al no implementar el plan de seguimiento de las recomendaciones, el RCA sería una actividad sin valor agregado.

7.7.2 Plan De Seguimiento A Las Recomendaciones Emitidas Para La Eliminación De Las Fallas

Tabla 5. Recomendaciones tubería de escape

RECOMENDACIÓN TUBERÍA DE ESCAPE		
Acción de mejora: Revisiones Periódicas a la tubería		
Actividades: Establecer frecuencias para la realización de las revisiones		
META	INDICADOR	RESPONSABLE
implementar y ejecutar las actividades programadas en el plan de mantenimiento	Registro escrito de la rutina de mantenimiento	Supervisor de mantenimiento

Tabla 6. Recomendaciones falla humana

RECOMENDACIÓN FALLA HUMANA		
Acción de mejora: Divulgar a los operarios conductores sobre la manera correcta ante estos eventos		
Actividades: Realizar charlas		
META	INDICADOR	RESPONSABLE
Lograr que el 100% de los operarios conductores reciban la información	Registro escrito de las charlas, conferencias o videos.	Departamento de mantenimiento

Tabla 7. Recomendaciones fuga de aceite

RECOMENDACIÓN FUGA DE ACEITE		
Acción de mejora: Revisiones Periódicas		
Actividades: Establecer frecuencias para la realización de las revisiones		
META	INDICADOR	RESPONSABLE
Lograr la implementación y ejecución de las actividades programadas en el plan de mantenimiento	Registro escrito de la rutina de mantenimiento	Supervisor de mantenimiento

8. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS MOTORES DIESEL PERTENECIENTES AL PARQUE AUTOMOTOR DE COVOLCO

8.1 INTRODUCCIÓN

El mantenimiento regular es esencial para obtener los más altos niveles de desempeño en el Motor esta es una guía diseñada para ayudar a asegurar que los tracto camiones reciben el mantenimiento apropiado y a tiempo. Las buenas prácticas de conducción, realizar inspecciones de mantenimiento diarias y semanales por parte del operario o conductor.




La planeación y la programación son tal vez los aspectos más importantes a la hora de realizar una correcta administración del mantenimiento ya que contribuye de manera significativa con los siguientes parámetros:

- ✓ Reduce costos de mantenimiento.
- ✓ Mejora la calidad del mantenimiento al utilizar mejores métodos y procedimientos.
- ✓ Mantener el tracto camión en un nivel adecuado para satisfacer la demanda.

8.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Una excelente manera de asegurar que el motor recibe el mantenimiento recomendado es el programa de mantenimiento preventivo, es necesario elaborar un programa específico de mantenimiento para cada uno de los sistemas del motor diesel. El programa debe ser un listado de tareas que se deben realizar como son inspecciones diarias y semanales, programa de mantenimiento, o reemplazos de partes.

Figura 66. Programa de mantenimiento preventivo motores diesel

  	
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES DIESEL	
<p>REVISIÓN DIARIA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tubería de admisión de aire – revisar • Tanques y depósitos de aire - revisar • Nivel del refrigerante - revisar • Tubería de carga de aire - revisar • Tubo del respiradero del cárter - revisar • Bandas impulsoras – revisar • Ventilador de enfriamiento - revisar • Separador de agua combustible – drenar • Nivel de aceite lubricante – revisar • Tubería de postratamiento del escape – revisar
<p>REVISIÓN SEMANAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elemento del filtro del aire – reemplazar • Mangueras tubos y abrazaderas de admisión de aire – revisar • Tanque de aire – drenar
<p>32.000 KM 625 HORAS 6 MESES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aceite lubricante y filtros – cambiar • Filtro de combustible – cambiar • Elemento del filtro de aire del compresor de aire – reemplazar • Filtro del refrigerante – reemplazar • Concentración de aditivo refrigerante – revisar • Tapón de presión del radiador – revisar • Ventilador de enfriamiento – revisar • Enfriador de carga de aire – revisar • Cableado del motor – inspeccionar
<p>80.000 KM 1.500 HORAS 1 AÑO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Baterías – revisar • Auxiliares para arranque en frío – revisar • Elementos del respirador del cárter - limpiar/reemplazar • Tolerancia axial del cigüeñal – inspeccionar • Tornillos de montaje del motor – revisar/apretar • Cubo de ventilador impulsado por banda – lubricar • Mangueras – revisar/reemplazar • Limpieza a vapor del motor • Válvulas e inyectores – ajustar/revisar • Fugas de aire de los sistemas de admisión de aire y de escape
<p>200.000 KM 3.000 HORAS 2 AÑOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mangueras del radiador – revisar • Auxiliar para arranque en frío – revisar • Ensamble de persianas del radiador • Amortiguador de vibración, viscoso – revisar • Tornillos de montaje del motor – revisar • Bomba de agua – revisar
<p>800.000 KM 10.000 HORAS 5 AÑOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulación de carbón en el compresor de aire – revisión de mantenimiento • Ensamble del freno del motor – ajustar • Cubo del ventilador – revisión de mantenimiento • Tren de válvulas e inyectores - ajustar

8.2.1 Rutina De Mantenimiento. Para establecer la rutina de mantenimiento preventivo se tuvo en cuenta las recomendaciones del fabricante del motor, las recomendaciones encontradas en el análisis causa raíz.

En la Figura 66. Se observa el formato para la realización de la rutina de mantenimiento preventivo para los motores diesel, en la rutina se establecen las actividades a realizar así como las frecuencias de ejecución de cada una.

8.2.2 Inspecciones De Mantenimiento. Las inspecciones o rutinas de mantenimiento contienen tareas o actividades que se realizan fácilmente para el operario conductor, la mayor parte de ellas se refiere a controles visuales.

- ✓ Ruidos y vibraciones extrañas
- ✓ Control visual de fugas
- ✓ Trabajo de limpieza
- ✓ Revisar niveles

Todas estas tareas y las incluidas en el plan de mantenimiento se pueden realizar con el vehículo tracto camión en marcha y son la base de un buen mantenimiento preventivo.

8.2.3 Orden De Trabajo. Es la parte más importante de un programa de mantenimiento preventivo la orden es el inicio de cada actividad permitiendo registrar toda la información acerca de las actividades a realizar en cada inspección.

Cuando el vehículo tracto camión falla (El motor diesel es incapaz de seguir operando).

La implementación de las solicitudes de órdenes de trabajo trae las siguientes ventajas:

- ✓ Se obtiene información acerca del trabajo requerido
- ✓ Se registra información para la historia del diagnóstico del parque automotor

- ✓ Se conoce la parte del motor intervenido
- ✓ Se conoce el personal que interviene en el desarrollo de las actividades de mantenimiento

En el **Anexo J** se presenta el formato de orden de trabajo diseñado.

8.2.4 Control Del Programa De Mantenimiento. El programa de mantenimiento debe ejecutarse de la manera como fue planeado, es necesario ejercer una vigilancia sobre la ejecución del programa, donde se pueda observar e identificar desviaciones respecto a lo planeado.

Los supervisores y auxiliares de mantenimiento son quien tienen que ejercer el control o seguimiento semanal al programa de mantenimiento, mensualmente se debe reportar los controles.

8.3 ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO

8.3.1 Recomendaciones, Especificaciones Del Aceite Lubricante e Intervalos De Drenado De Aceite. Los intervalos de cambio de aceite lubricante recomendados por el fabricante están basados en el estándar 20081 de ingeniería de Cummins®¹¹ y en un ciclo de servicio normal. Los intervalos de cambio de aceite pueden ajustarse basados en el consumo de combustible y si el aceite cumple o no con el estándar de ingeniería Cummins® 20081. Ver tabla de intervalos de drenado de aceite para servicio severo y servicio ligero.

¹¹ CUMMINS® Inc. Manual de los propietarios. Estados Unidos. Canadá. México. impreso 12- Octubre-2010. Boletín 4018222. Sección 2. Lineamientos de mantenimiento. pág.2-3.

8.3.1.1 Motor Diesel Con CM870

Tabla 8. Automotriz con CM870

Clasificación Del Aceite	Servicio Severo	Servicio Normal	Servicio Ligero
		$< 2.3 \frac{km}{litro} o$ $> 36.287 kg$ <i>de peso bruto</i>	$2.3 a 2.8 \frac{km}{litro} o$ $36.287 kg$ <i>de peso bruto</i>	$> 2.3 \frac{km}{litro} o$ $< 31.751 kg$ de peso bruto
CES 20078⁽¹⁾, CES 20081²	24.000 km	40.000 Km	56.000 Km
CES 20076	16.000 Km	32.000 Km	48.000 Km

Fuente: CUMMINS® Inc. Manual de los propietarios

1. Si el motor está equipado con Centinel™, se requiere aceite lubricante con grado CI-4 de API o aceite que este conforme a CES 20078, para mantener el desempeño y durabilidad del motor, es obligatorio el uso de filtro de alta calidad Cummins® / Fleetguard®.
2. Cuando se usa con combustible diésel con azufre ultra bajo (15 ppm de azufre). Si el contenido de aceite es mayor de 15 ppm, los intervalos de cambio de aceite deben reducirse en un 20 por ciento.

8.3.1.2 Motor Diesel Con CM871

Tabla 9. Automotriz con CM871

Clasificación Del Aceite	Servicio Severo	Servicio Normal	Servicio Ligero
		$< 2.3 \frac{km}{litro} o$ $> 36.287 kg$ <i>de peso bruto vehicular</i>	$2.3 a 2.8 \frac{km}{litro} o$ $36.287 kg$ <i>de peso bruto vehicular</i>
CES 20081⁽¹⁾⁽²⁾	24.000 km	40.000 Km	56.000 Km
CES 20078⁽¹⁾⁽²⁾	32.000 Km	48.000 Km	64.000 Km

Fuente: CUMMINS® Inc. Manual de los propietarios

1. El uso de Centinel™ o de cualquier tipo de mezcla de aceite está prohibido, es obligatorio el uso de filtro de alta calidad CUMMINS® / Fleetguard®.
2. Los motores deben ser operados con combustible diesel con azufre ultra bajo (15 ppm de azufre).

8.3.1.3 Todos Los Otros Motores Sin EGR

Tabla 10. Automotriz sin EGR

Clasificación Del Aceite	Servicio Severo	Servicio Normal	Servicio Ligero
		$< 2.3 \frac{km}{litro} o$ $> 36.287 kg$ <i>de peso bruto vehicular</i>	$2.3 a 2.8 \frac{km}{litro} o$ $36.287 kg$ <i>de peso bruto vehicular</i>
CES 20071	24.000 km	56.000 Km	72.500 Km
CES 20076 Y CES 20078 CES 20081¹	32.000 Km	64.500 Km	80.500 Km

Fuente 4: CUMMINS® Inc. Manual de los propietarios

1. Cuando se usa con combustible diésel con azufre ultra bajo (15 ppm de azufre). Si el contenido de aceite es mayor de 15 ppm, los intervalos de cambio de aceite deben reducirse en un 20 %.

NOTA: El extender el intervalo de cambio de aceite y filtro más allá de la recomendación, disminuirá la vida del motor debido a factores tales como corrosión, depósitos y desgastes.

Si el contenido de azufre del combustible es mayor de 0.50 %, los intervalos de cambio del aceite deben reducirse en un 20 %.

El uso de aceites de calidad para motor, combinado con los intervalos apropiados de drenado de aceite y cambio de filtro, es un factor crítico para mantener el desempeño y durabilidad del motor.

Cummins Engine Company, Inc. recomienda el uso de un aceite multigrado 15W-40 de alta calidad para motor de servicio pesado, que cumplan los requerimientos de las especificación de ingeniería CES 20076 de Cummins® que es similar a la API CH-4, el CES 20078 que es similar a la API CL- 4 y el CES 20081 que es similar a la API CJ-4. Estos aceites suministrados cumplen características de desempeño que están conforme a los estándares de la industria de lubricantes. Los grados de aceite CC, DC, CE Y CF han sido obsoletos por API y no deberán usarse.

8.3.1.4 Filtro Del Aceite Lubricante: Requiere que se use un filtro de aceite lubricante que cumpla con el modelo 10765 de aprobación de origen Cummins, los filtros de aceite lubricante LF9000 Y LF9001, cumplen estas especificaciones. No se debe usar filtros no genuinos que no cumplan los requerimientos de desempeño o durabilidad de Cummins.

8.3.1.5 Nivel Del Aceite Lubricante: Nunca se debe operar el motor con un nivel de aceite por debajo de la marca L (bajo) , ni por arriba de la marca H (alto), esperar al menos 15 minutos después de apagar el motor para revisar el aceite. Esto da tiempo para que el aceite retorne al cárter.

8.3.2 Recomendaciones Y Especificaciones Del Refrigerante. Se recomienda enfáticamente el uso de refrigerante totalmente formulado que contenga una precarga de aditivo complementario de refrigerante (SCA). El refrigerante debe cumplir las especificaciones del estándar de ingeniería Cummins® (CES) 14603.

Se recomienda usar bien sea una mezcla al 50/50 de agua de alta calidad y refrigerante totalmente formulado cuando se llene el sistema el sistema de enfriamiento.

El agua de alta calidad es importante para el desempeño del sistema de enfriamiento, niveles excesivos de calcio y magnesio contribuyen a problemas de oxidación y niveles excesivos de cloruros y sulfatos causan corrosión del sistema de enfriamiento.

Tabla 11. Calidad del agua

Calidad Del Agua	
Calcio Magnesio (Dureza)	Máximo 170 ppm como ($CaCO_3 + MgCO_3$)
cloruro	Máximo 40 ppm como (Cl)
sulfato	Máximo 100 ppm como (SO_3)

Fuente: CUMMINS® Inc. Manual de los propietarios

8.3.2.1 Filtro De Refrigerante: Se debe usar el filtro de refrigerante Fleetguard®. Para mantener la concentración correcta en el sistema, mantenga la concentración correcta cambiando el filtro de servicio del refrigerante en cada intervalo de drenado de aceite.

8.3.2.2 Nivel Del Refrigerante: Llene el sistema de enfriamiento con refrigerante hasta la parte inferior del cuello de llenado del tanque de llenado o de expansión de radiador, el nivel del refrigerante debe ser revisado a diario.

Drene y limpie el sistema de enfriamiento después de 6000 horas o 3 años de servicio.

8.3.3 Recomendaciones Y Especificaciones Del Combustible. Todos los sistemas de motor EPA 07, EPA10, EPA Tier 4 Provisional/Unión Europea, Etapa IIIB 2011 (174 - 751 hp), de bajas emisiones equipados con postratamiento del escape, deben operar con diesel de azufre ultra bajo, con un contenido máximo de azufre de 15 ppm en los Estados Unidos y de 10 en la Unión Europea¹². El no hacerlo así puede dañar permanentemente el motor y a los sistemas de postratamiento dentro de un periodo de tiempo breve, este daño podría causar que el motor se vuelva inoperable.

8.3.3.1 Filtro De Combustible: Se requiere un separador de agua – combustible o filtro de combustible sean instalados en el sistema de suministro de combustible, drenar diariamente el agua y sedimentos del separador. Apagar el motor, aflojar completamente la tuerca de la válvula de drenado, drene el agua del colector del filtro hasta que se vea combustible limpio.

12 CUMMINS® Inc. Manual de los propietarios. Estados Unidos. Canadá. México. impreso 12- Octubre-2010. Boletín 4018222. Sección 2. Lineamientos de mantenimiento. pág.2-3.

8.3.3.2 Nivel De Combustible: El tracto camión cuenta con dos o tres tanque de combustible se deben mantener por lo menos a la mitad del tanque de lo contrario, el agua que se condensa en un tanque vacío contaminara el combustible y podría dañar el motor. El indicador de nivel de combustible muestra la cantidad aproximada de combustible en los tanques.

Al reabastecer combustible llene los tanques al 95 % de su capacidad, nunca los llene a más del 95 %, ya que es necesita espacio para la expansión ocasionadas por las temperaturas externas, agregar la misma cantidad a cada tanque.

8.3.4 Recomendaciones Y Especificaciones Del Filtro De Aire. Por cada litro de combustible consumido, un motor diesel moderno necesita por lo general 15.000 litros de aire. Por lo tanto, un aire de calidad pobre puede tener un impacto significativo en el desgaste y en el rendimiento del motor. Por este motivo, es esencial contar con una filtración de aire eficaz para proteger el motor frente a los contaminantes en partículas. Entre los síntomas de un mantenimiento deficiente se incluyen el taponamiento de los filtros de aire, la reducción del rendimiento del motor y el aumento del consumo de combustible.

Revisar la restricción del filtro de aire, la restricción máxima es de $64 \text{ cmH}_2\text{O}$. Nunca debe operarse el motor sin filtro de aire, el aire de admisión debe filtrarse para evitar que suciedad y desechos entren en el motor y causen desgaste prematuro, sigas las instrucciones del fabricante cuando limpie o reemplace el filtro de aire.

8.3.5 Recomendaciones y especificaciones del sistema de admisión de aire

- ✓ Inspeccionar diariamente la tubería de inducción, conexiones de codos, abrazaderas, soportes y afianzadores para ver si hay deterioro o rajaduras.

- ✓ Si se encuentra una fuga de aire en cualquier lugar entre el depurador de aire y el motor, reparar fuga inmediatamente. Las fugas de aire ocasionan demasiado ruido y pueden provocar daños severos al motor

8.3.6 Recomendaciones Y Especificaciones Del Sistema De Escape

- ✓ Si hay fugas de escape que podrían indicar un empaque del distribuidor con fugas; si es necesario reemplace el empaque.
- ✓ Revisar los tornillos de capuchón para ver si están apretados, incluyendo los que están en las bridas.
- ✓ Revisar si hay fugas y revisar si hay deterioro o abolladuras en los tubos y abrazaderas que podrían permitir que se escape el aire.
- ✓ Revisar si la tubería de escape tiene oxido, corrosión o daños, reemplace la tubería deteriorada antes de que aparezcan agujeros.

8.4 INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

8.4.1 Procedimiento De Arranque Normal. Después de arrancar un motor frio, incremente lentamente la velocidad del motor (rpm) para proporcionar lubricación adecuada a los cojinetes y para permitir que la presión de aceite se estabilice.

8.4.2 Operando El Motor. Revisar diariamente los indicadores de presión de aceite, indicadores de temperatura, malparas de advertencia y otros indicadores para asegurarse de que operen correctamente. Apague el motor si cualquier presión o temperatura no cumpla las especificaciones.

No opere el motor más allá de la velocidad máxima del motor, esto puede causar daño severo al motor.

El motor produce potencia máxima en unas rpm menores que la velocidad gobernada del motor, para obtener óptimo desempeño del motor en una pendiente, permita que la velocidad del motor se cargue hasta cerca de torque pico antes de hacer el cambio. Esto resultara en una velocidad de operación del motor en la zona máxima potencia, después de que se complete el cambio.

8.4.3 Apagado Del Motor. Permita que el motor opere en ralentí de 3 a 5 minutos antes de apagarlo después de una operación a carga plena, esto permite el enfriamiento adecuado de pistones, cilindros, cojinetes y componentes del turbo cargador.

8.5 PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES DIESEL

El programa de mantenimiento anual no es más que el conjunto de tareas de inspecciones y cambios que se deben realizar en el tiempo estipulado, este programa anual de mantenimiento incluye tareas y actividades necesarias para prevenir las fallas con revisiones diarias y semanales, reparaciones o sustituciones necesarias y así poder garantizar una vida más larga y confiable.

8.6 LIMITACIONES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Si no se sigue con las especificaciones y recomendaciones del fabricante del vehículo tracto camión podemos encontrar limitaciones en el plan de mantenimiento y los resultados no serán los esperados, no opere el motor:

- ✓ Sin refrigerante o con lubricantes inadecuados.
- ✓ Con sobre dosificaciones de combustible.
- ✓ Con sobre velocidad.
- ✓ Falta de mantenimiento de los sistemas de lubricación, enfriamiento o admisión.
- ✓ Practicas inapropiadas de almacenaje, arranque calentamiento, asentamiento o paro.
- ✓ Modificaciones no autorizadas del motor.

El mantenimiento preventivo en los motores diesel juega un papel esencial para potenciar al máximo la fiabilidad del motor, reducir al mínimo las reparaciones y disminuir los costos a largo plazo, siguiendo los procedimientos de mantenimiento generalmente reconocidos para los motores diesel y las recomendaciones específicas del fabricante para su aplicación, se tendrá asegurado que los sistemas del motor diesel arrancaran y funcionaran cuando más se necesite.

9. SISTEMA DE INFORMACIÓN BÁSICO PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS MOTORES DIESEL DEL PARQUE AUTOMOTOR DE COVOLCO

El plan de mantenimiento cuenta con varios tipos de información, ficha técnica, registro de mantenimiento, inspección de mantenimientos y formato de revisiones diarias para un mantenimiento preventivo, para la organización de la información fue necesario implementar un sistema en conjunto entre un sistema de información manual y un sistema de información computarizado, que se nombra sistema de información para el mantenimiento preventivo de los motores diesel del parque automotor de Covolco (SIMPAC), el cual aportara para que el departamento de mantenimiento logre nuevos niveles de eficiencia y eficacia.

9.1 OBJETIVOS DEL SIMPAC

- ✓ Servir como herramienta para el departamento de mantenimiento de la empresa Covolco donde se pueda realizar un mejor monitoreo planeación control y toma de decisiones sobre el mantenimiento de los motores diesel.
- ✓ Garantizar información confiable y exacta sobre los motores diesel del parque automotor de Covolco.
- ✓ Brindar una interfaz amigable para los usuarios del departamento de mantenimiento.

9.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN BÁSICO PARA EL MANTENIMIENTO (SIMPAC).

Este sistema de información básico es el apoyo del plan de mantenimiento, además es fuente de información, análisis y creación de informes, con ello contribuye en el desarrollo de los objetivos planteados para la solución de problemas en el departamento de mantenimiento del parque automotor de Covolco.

Utilizando la herramienta de base de datos de Microsoft Access para la clasificación de la información recopilada después de hacer la inspección a los motores diesel se proponen los siguientes módulos:

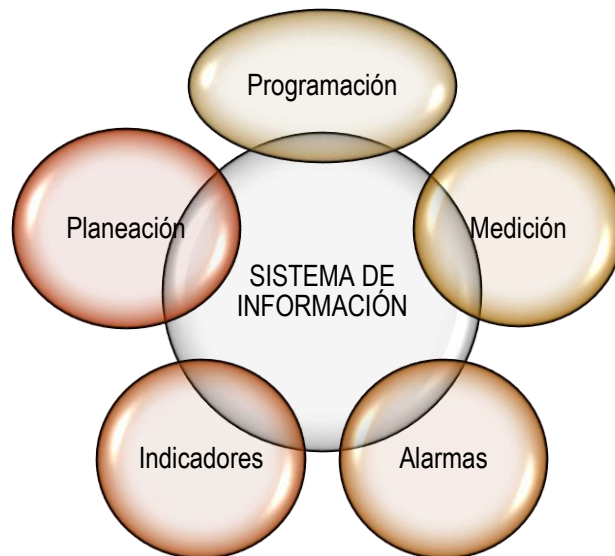
- ✓ Programación: Incluye formato de hoja de vida o ficha técnica.
- ✓ Medición: Reporte de la actividad de mantenimiento mediante la inspección de los motores diesel.
- ✓ Alarmas: Tiempo óptimo para aplicar la acción de mantenimiento a los motores diesel.
- ✓ Indicadores: Incluye información como placa, kilometraje, modelo, N° serie del motor y si ha tenido o no alguna reparación anterior el motor.
- ✓ Planeación: Rutina diaria y programa de mantenimiento preventivo a los motores diesel pertenecientes al parque automotor de Covolco.

Donde cada módulo es caracterizado y relacionado entre sí con la placa del vehículo tracto camión.

9.2.1 Componentes Del Sistema De Información (SIMPAC). Se compone de una base de datos representada por tablas diseñadas en Microsoft Access, donde se almacena y se procesa la información para mostrarla en los módulos definidos anteriormente.

La estructura de un sistema de información está concebida para que de una manera ágil, eficiente y ordenada se maneje toda la información pertinente y necesaria para desempeño del programa de mantenimiento.

Figura 68. Esquema de flujo de datos

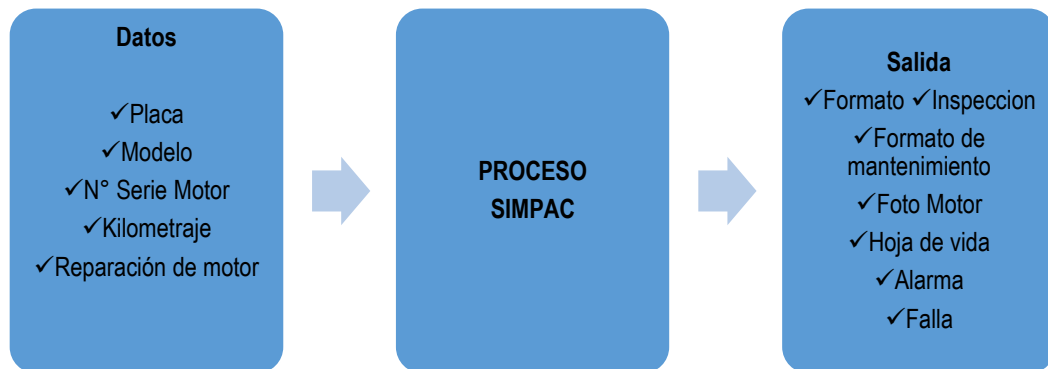


9.3 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN (SIMPAC).

El sistema de información funciona de la siguiente manera, se abre el programa Microsoft Access, y para el ingreso de los módulos, primero nos ejecuta una pantalla de ingreso de usuario con su respectiva contraseña, seguidamente

aparece la interfaz de inicio o los formularios donde se almacena de una mejor manera la información y se puede seleccionar su foto y sus formatos respectivas.

Figuran 69 Variables de entrada y salida



9.3.1 Inicio Usuario SIMPAC. Al ejecutar el sistema de información SIMPAC aparece una ventana de bienvenida y luego la ventana de inicio donde tiene dos tipos de acceso con contraseñas diferentes, uno como administrador donde se podrán hacer todas modificaciones respectivas y el diseño de la base de datos, y el otro acceso es como usuario, también con su respectiva contraseña donde solo se podrá ver la información almacenada en los módulos.

Figura 70. Bienvenida Sistema de información SIMPAC

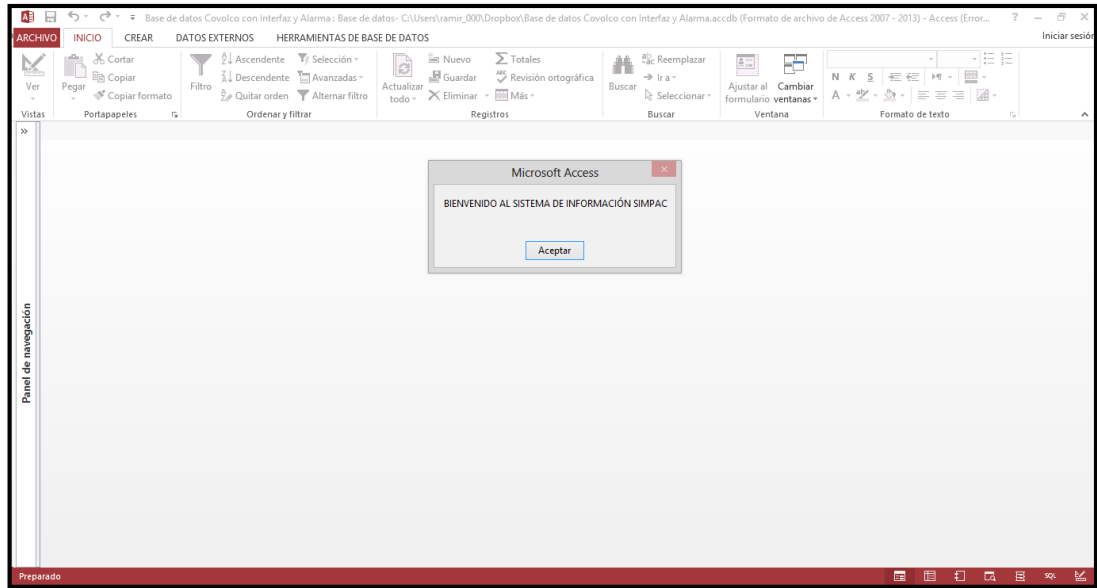


Figura 71. Ingreso Al SIMPAC



9.3.1.1 Contraseñas para acceder a SIMPAC

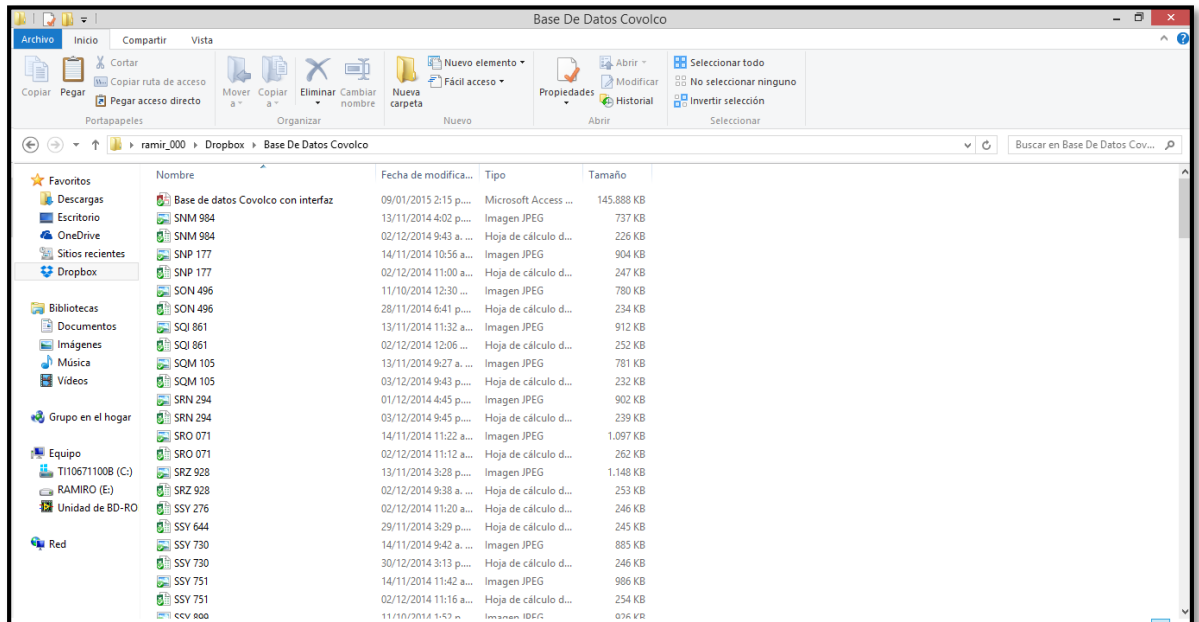
Tabla 12. Contraseñas SIMPAC

CONTRASEÑAS DE ACCESO SIMPAC	
USUARIO	CONTRASEÑA
Administrador	1098615669
Usuario	covolco

En la tabla 12 se puede observar las contraseñas se acceso al sistema de información.

9.3.2 Ubicación Base De Datos

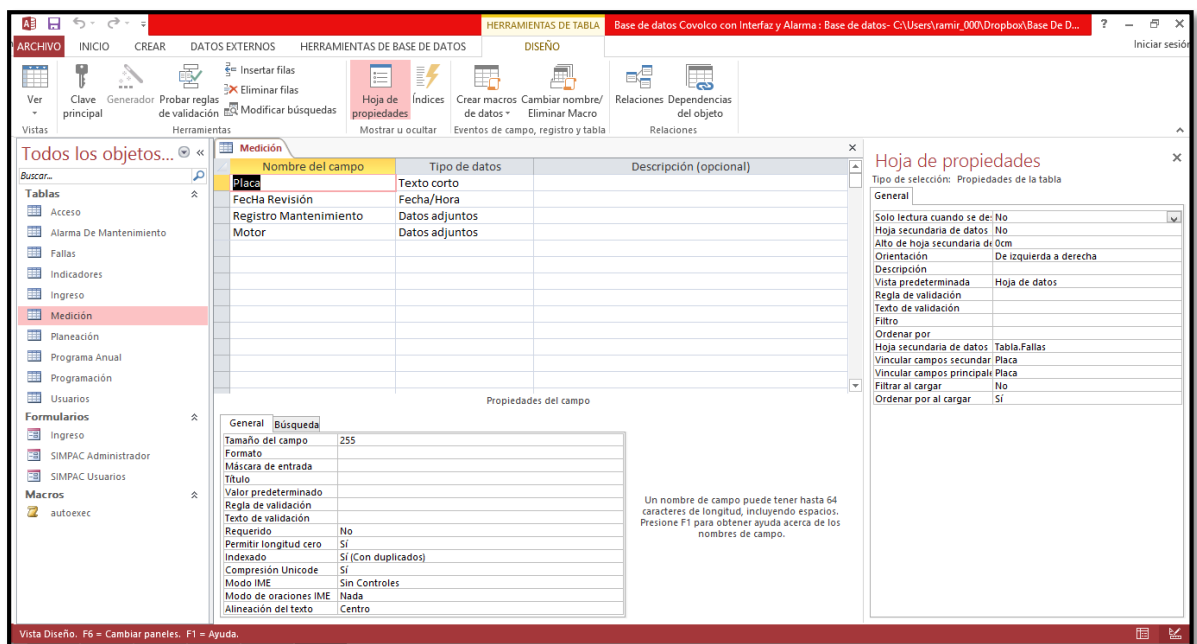
Figura 72. Ubicación base de datos



La base de datos del sistema de información se encuentra almacenado en una carpeta que tiene por nombre base de datos Covolco, allí se encuentra almacenado los formatos que están incluidos en los módulos establecidos.

9.3.2.1 Construcción Base De Datos Covolco

Figura 73. Construcción base de datos



Para la construcción de la base de datos, primero debemos diseñar unos formatos llamados tablas en Microsoft Access en las cuales podemos incluir un nombre de campo y un tipo de dato, ya sea numeración, fecha, adjuntar archivos etc. En la parte inferior encontramos las propiedades del campo y en la parte superior izquierda encontramos la hoja de propiedades donde podemos dar formato, datos, eventos a cada campo.

9.3.3 Módulos Sistema De Información SIMPAC. El sistema de información SIMPAC está compuesto por 5 módulos que estructuran y ordenan la información, esta información esta almacenada en su totalidad en la interfaz SIMPAC esto para dar un entorno más agradable y un mejor manejo a la información.

Los módulos están conformados por tablas donde se recopila la información de cada vehículo tracto camión, esta información es almacenada de manera consecutiva y su identificación se hace por medio de la placa de cada vehículo como se había mencionado en el diagnóstico inicial de parque automotor Covolco. A continuación se exponen cada uno de los módulos.

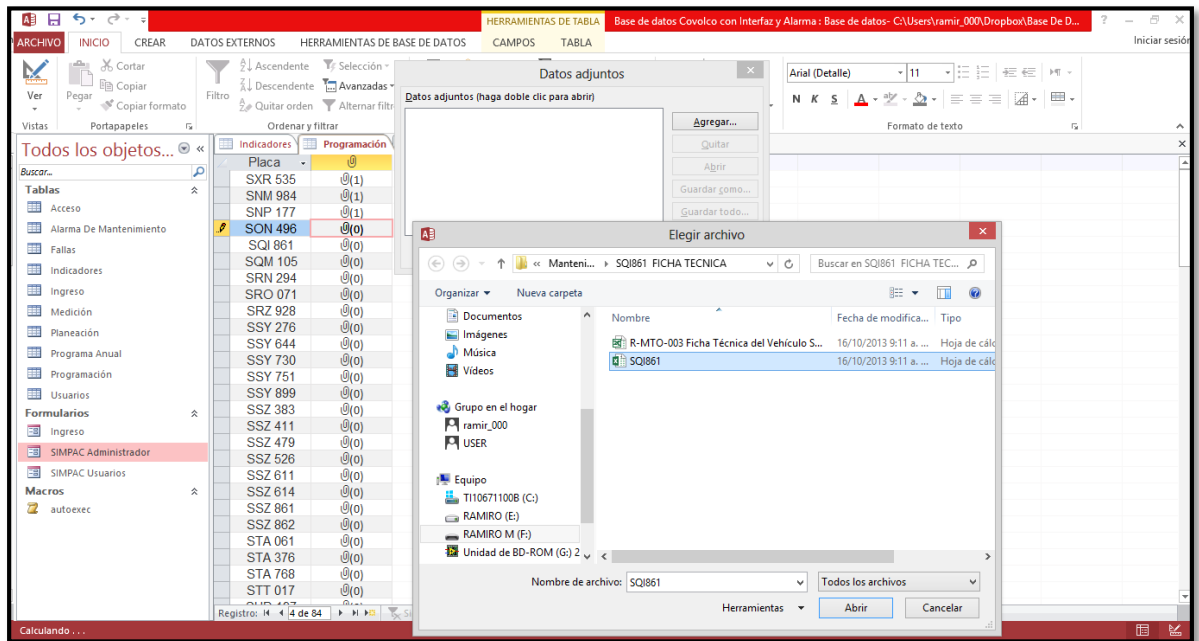
9.3.3.1 Módulo Indicadores: Incluye información como placa, kilometraje, modelo, N° serie del motor, kilometraje de cuando se realizó la inspección y si ha tenido alguna reparación anterior el motor.

Figura 74. Modulo indicadores

Vehículo	Placa	Modelo	N° Serie Motor	Kilometraje (Km)	Reparación Motor
11	SXR 535	2012	79459375	209.905,00	<input checked="" type="checkbox"/>
12	SNM 984	2007	79191716	625.079,00	<input type="checkbox"/>
13	SNP 177	2009	79341042	321.690,00	<input checked="" type="checkbox"/>
14	SON 496	2007	79197327	533.645,00	<input checked="" type="checkbox"/>
15	SQI 861	2014	79653240	92.945,00	<input type="checkbox"/>
16	SQM 105	2005	79072025	459.640,00	<input type="checkbox"/>
17	SRN 294	2008	79239359	455.500,00	<input checked="" type="checkbox"/>
18	SRO 071	2008	79273997	497.093,00	<input checked="" type="checkbox"/>
19	SRZ 928	2006	79144344	613.669,00	<input checked="" type="checkbox"/>
20	SSY 276	2011	79437219	277.269,00	<input type="checkbox"/>
21	SSY 644	2011	79446222	220.981,00	<input type="checkbox"/>
22	SSY 730	2012	79460079	241.669,00	<input checked="" type="checkbox"/>
23	SSY 751	2012	79451200	218.103,00	<input checked="" type="checkbox"/>
24	SSY 899	2012	79486587	218.500,00	<input type="checkbox"/>
25	SSZ 383	2012	79520581	186.744,00	<input type="checkbox"/>
26	SSZ 411	2012	79530628	165.000,00	<input type="checkbox"/>
27	SSZ 479	2013	79526434	11.463,00	<input type="checkbox"/>
28	SSZ 526	2012	79520745	145.011,00	<input checked="" type="checkbox"/>
29	SSZ 611	2012	79525164	149.131,00	<input type="checkbox"/>
30	SSZ 614	2012	79524740	165.600,00	<input checked="" type="checkbox"/>
31	SSZ 861	2013	79532987	169.394,00	<input type="checkbox"/>
32	SSZ 882	2013	79539695	191.398,00	<input type="checkbox"/>
33	STA 061	2012	79530607	135.101,00	<input type="checkbox"/>
34	STA 376	2012	79524347	119.000,00	<input checked="" type="checkbox"/>
35	STA 768	2013	79571744	105.400,00	<input type="checkbox"/>
36	STT 017	2012	79497835	152.653,00	<input type="checkbox"/>

9.3.3.2 Módulo Programación

Figura 75. Módulo programación



Incluye formato en Microsoft Excel de ficha técnica, en la figura 77, se puede observar cómo se agrega cada formato a cada placa de identificación del vehículo tracto camión.

9.3.3.3 Módulo Medición

Figura 76. Modulo medición

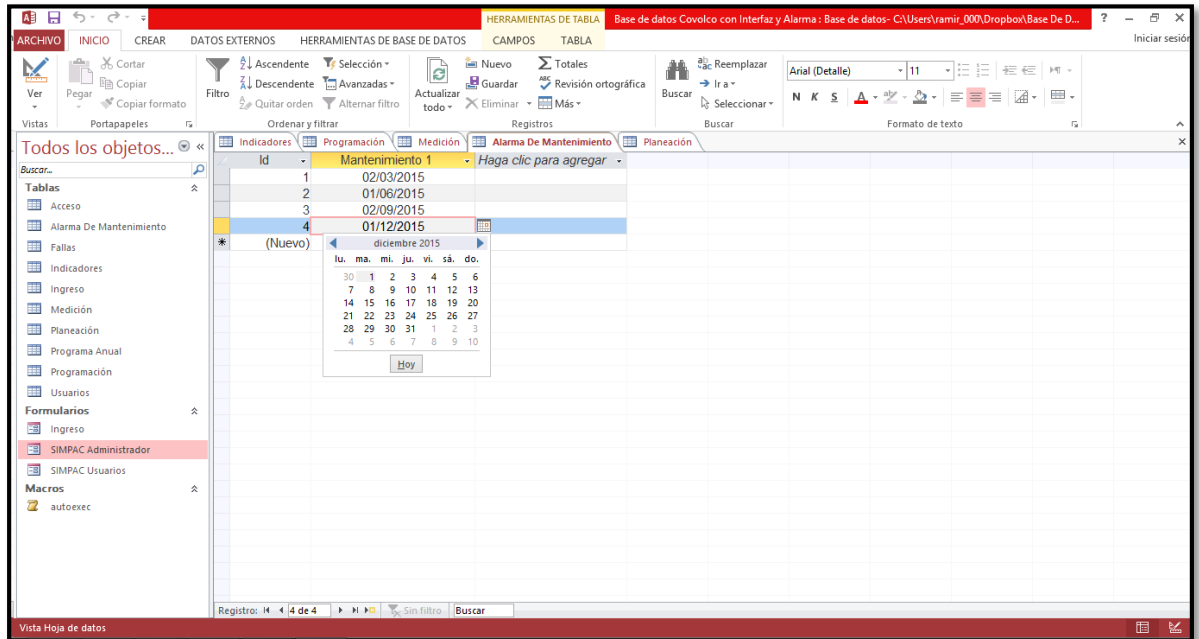
The screenshot displays a software application window titled 'Base de datos Covolco con Interfaz y Alarma'. The interface includes a menu bar with options like 'ARCHIVO', 'INICIO', 'CREAR', 'DATOS EXTERNOS', 'HERRAMIENTAS DE TABLA', 'CAMPOS', and 'TABLA'. Below the menu is a toolbar with various icons for file operations and data management. The main area shows a data table with the following columns: 'Placa', 'Fecha Revisión', and 'Registro'. The table contains multiple rows of data, including vehicle IDs like 'SXR 535', 'SNM', 'SNP', 'SON', 'SQE', 'SQM', 'SRN', 'SRO', 'SRZ', 'SSY 644', 'SSY 730', 'SSY 751', 'SSY 899', 'SSZ 383', 'SSZ 411', 'SSZ 479', 'SSZ 526', 'SSZ 611', 'SSZ 614', 'SSZ 861', 'SSZ 862', 'STA 061', 'STA 376', 'STA 768', and 'STT 017'. A calendar pop-up is overlaid on the 'Fecha Revisión' column, showing the month of October 2014. The status bar at the bottom indicates 'Vista Hoja de datos' and 'Registro: 1 de 85'.

Placa	Fecha Revisión	Registro
SXR 535	11/10/2014	0(1)
SNM	11/10/2014	0(1)
SNP	11/10/2014	0(1)
SON	11/10/2014	0(1)
SQE	11/10/2014	0(1)
SQM	11/10/2014	0(1)
SRN	11/10/2014	0(1)
SRO	11/10/2014	0(1)
SRZ	11/10/2014	0(1)
SSY 644	11/10/2014	0(1)
SSY 730	14/11/2014	0(1)
SSY 751	14/11/2014	0(1)
SSY 899	11/10/2014	0(1)
SSZ 383	14/11/2014	0(1)
SSZ 411	14/11/2014	0(1)
SSZ 479	11/10/2014	0(1)
SSZ 526	04/10/2014	0(1)
SSZ 611	14/11/2014	0(1)
SSZ 614	11/10/2014	0(1)
SSZ 861	10/10/2014	0(1)
SSZ 862	10/10/2014	0(1)
STA 061	11/10/2014	0(1)
STA 376	11/10/2014	0(1)
STA 768	31/10/2014	0(1)
STT 017	31/10/2014	0(1)

Reporte de la actividad de mantenimiento mediante la inspección de los motores diesel, incluye fecha de revisión, registro de mantenimiento y evidencia fotográfica del motor diesel de cada vehículo tracto camión.

9.3.3.4 Módulo Alarmas

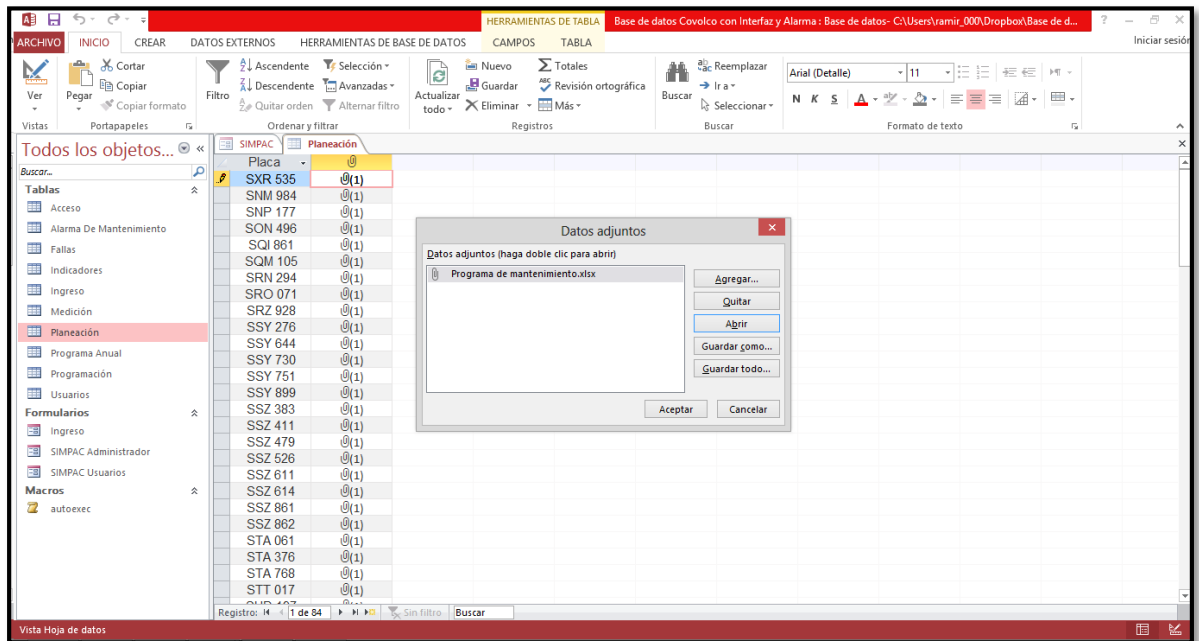
Figura 77. Modulo alarma



Tiempo óptimo para aplicar la acción de mantenimiento a los motores diesel.

9.3.3.5 Módulo Planeación

Figura 78. Módulo planeación



Rutina diaria y programa de mantenimiento preventivo a los motores diesel pertenecientes al parque automotor de Covolco.

9.3.3.6 Módulo Falla: Este módulo falla es una inclusión al sistema de información planteado al principio del proyecto, se ve necesario la vinculación de un nuevo módulo para llevar un control sobre las fallas de cada vehículo tracto camión y así cuando se realicen inspecciones por parte del departamento de mantenimiento se pueda verificar la eliminación de la falla.

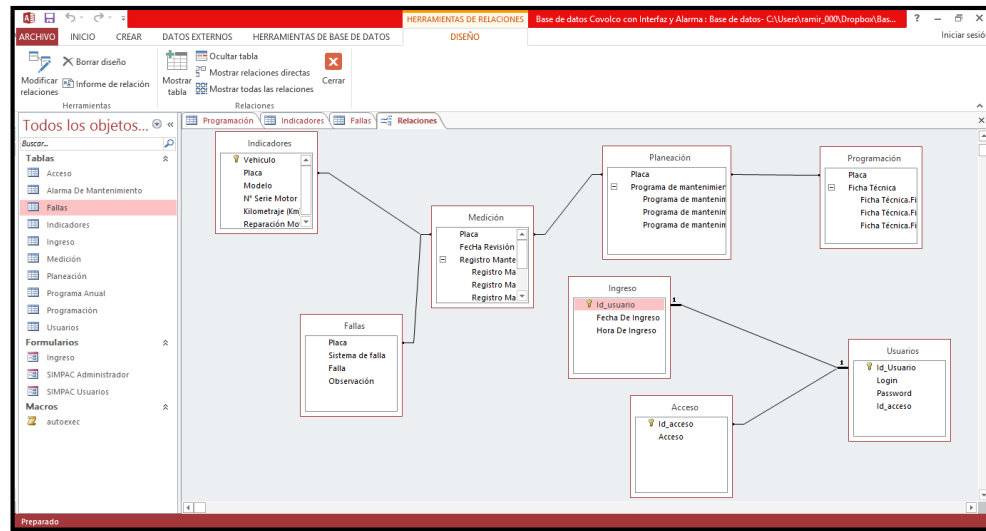
Figura 79. Módulo falla

Placa	Sistema de falla	Falla	Observación
SNP 177	Sistema De Admisión Y Escape	Tubería de escape	Programa de mantenimiento
SON 496	Sistema De Enfriamiento	Radiador	Programa de mantenimiento
SQI 861	Sistema De Lubricación	Cambio filtro de aire	Programa de mantenimiento
SQM 105	Sistema De Admisión Y Escape	Tubería de escape	Programa de mantenimiento
SRN 294	Sistema De Lubricación	Cambio filtro de aire	Programa de mantenimiento
SRO 071	Sistema De Admisión Y Escape	Tubería de escape	Programa de mantenimiento
SRZ 828	Sistema De Admisión Y Escape	Tubería de escape	Programa de mantenimiento
SSY 276	Sistema De Admisión Y Escape	Tubería de escape	Programa de mantenimiento
SSY 644	Motor En Marcha	Incremento consumo de aceite	Programa de mantenimiento
SSY 730	Sistema De Admisión Y Escape	Tubería de escape	Programa de mantenimiento
SSY 751	Sistema De Admisión Y Escape	Tubería de escape	Programa de mantenimiento
SSY 899	Sistema De Lubricación	Cambio filtro de aire	Programa de mantenimiento
SSZ 383	Sistema De Admisión Y Escape	Tubería de escape	Programa de mantenimiento
SSZ 411	Sistema De Lubricación	Cambio filtro de aire	Programa de mantenimiento
SSZ 479	Sistema De Lubricación	Cambio filtro de aire	Programa de mantenimiento
SSZ 526	Sistema De Enfriamiento	Radiador	Programa de mantenimiento
SSZ 611	Motor En Marcha	Limpieza filtros	Programa de mantenimiento
SSZ 614	Sistema De Admisión Y Escape	Tubería de escape	Programa de mantenimiento
SSZ 861		-----	Buen Estado
SSZ 862	Sistema De Lubricación	Cambio filtro de aire	Programa de mantenimiento
STA 061		-----	Buen Estado
STA 376	Motor En Marcha	Limpieza filtros	Programa de mantenimiento
STA 768	Motor En Marcha	Limpieza filtros	Programa de mantenimiento
STT 017	Motor En Marcha	Fugas	Programa de mantenimiento
SUD 197	Sistema De Admisión Y Escape	Tubería de escape	Programa de mantenimiento
SXR 535	Sistema De Lubricación	Cambio filtro de aire y limpieza	Programa de mantenimiento

9.3.4 Relaciones Módulos. Para ver los módulos en la interfaz, los formatos las fotografías y demás información es necesario tener una relación entre módulos, para tal objetivo se realizó la identificación del vehículo con su respectiva placa como fue mencionado en el capítulo 6.

Se debe relacionar el campo placa de cada módulo, primero se debe ir a relaciones de tablas e incluir cada módulo, una vez estén los módulos se hace la relación directa entre cada módulo.

Figura 80. Relaciones módulos



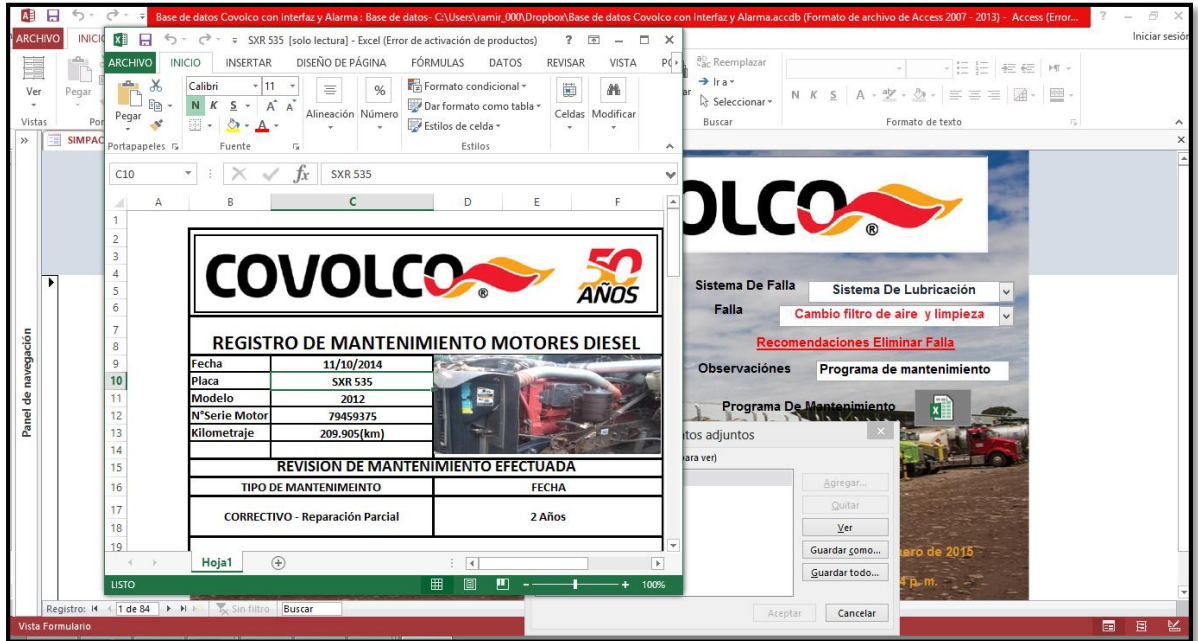
9.3.5 Interfaz SIMPAC

Figura 81. Sistema de Información SIMPAC



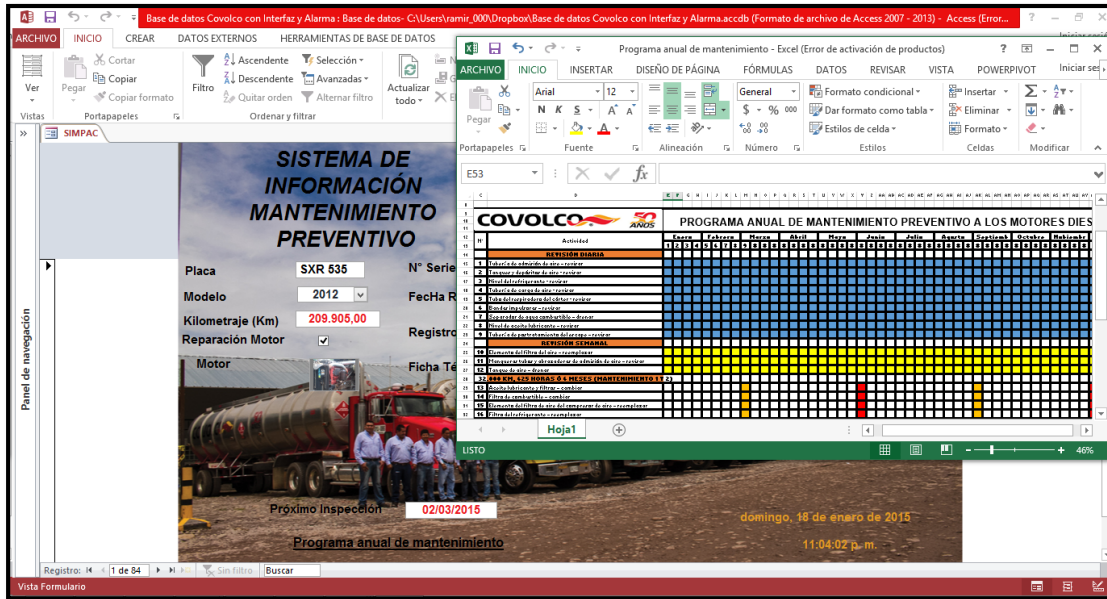
La interfaz del SIMPAC nos brinda toda la información de la base de datos y de los módulos que se han especificado anteriormente, al navegar por la interfaz encontramos los datos más relevantes de identificación de cada tracto camión.

Figura 82. Interfaz registro de mantenimiento



En la interfaz se registran las actividades de mantenimiento de los tracto camiones y los formatos correspondientes a ficha técnica, formato de inspección y programa de mantenimiento, además nos brinda información de las fallas presentes en cada tracto camión y su recomendación ante algún evento.

Figura 83. Interfaz programa anual mantenimiento

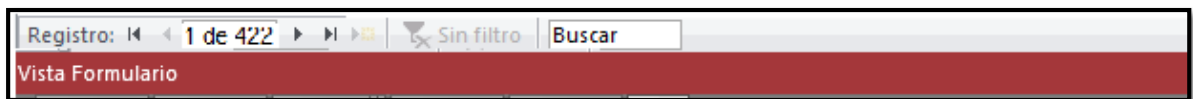


Dispone de un programa de mantenimiento anual y de una alarma para la próxima inspección de mantenimiento.

Parte adicional en la interfaz nos indica la fecha y la hora del día de ingreso, esto para llevar un mejor control con las fechas y las programaciones de las próximas revisiones y su posterior almacenamiento y actualización en la base de datos del sistema de información SIMPAC.

9.3.5.1 Panel De Navegación SIMPAC

Figura 84. Panel de navegación SIMPAC



En el panel de navegación encontramos los botones, que permiten al usuario el traslado de una placa a la otra, hacia adelante o hacia atrás, el traslado directamente a la primera o a la última página, también tiene un buscador donde podemos introducir la placa de identificación de algún vehículo tracto camión en especial y rápidamente nos desplaza a él.

3.3.6 Interfaz Usuarios

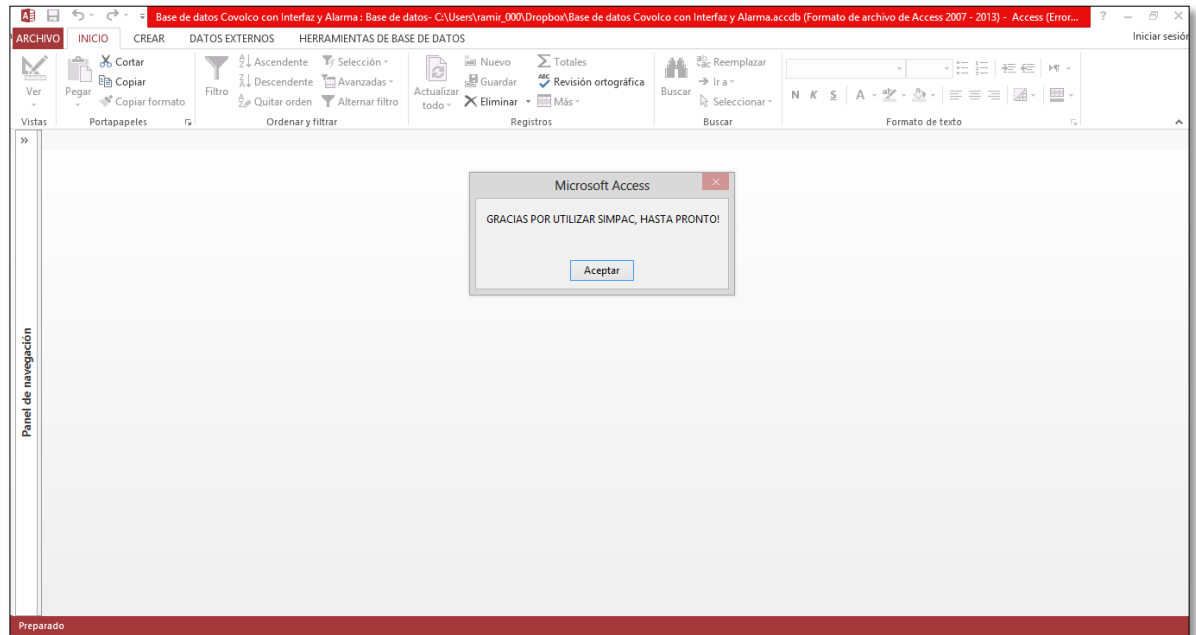
Figura 85. Interfaz usuarios



Cuando se decide ingresar por esta sesión recordar que solo nos permite ver la información de cada vehículo, no nos permite manipular módulos, ni tablas, esta interfaz tiene un bloqueo y solo se podrá cerrar con el botón salir

9.3.6.1 Finalización Sistema De Información SIMPAC

Figura 86.Finalización SIMPAC



Al abandonar la interfaz de usuario y pulsar el botón salir, nos saldrá una ventana con un mensaje gracias por utilizar SIMPAC, hasta pronto.

10. CONCLUSIONES

- ✓ Se realizó una auditoria de mantenimiento para establecer la situación actual del departamento, se evaluaron sus 9 áreas de trabajo con entrevistas al personal encargado manifestando una falencia del 40%,
- ✓ Se diseñó e implemento el programa de mantenimiento preventivo para los motores diesel de los 422 vehículos tracto camiones pertenecientes al parque automotor de Covolco, el cual fortalecerá la gestión en el departamento de mantenimiento y las relaciones con los operarios y dueños de vehículos tracto camión.
- ✓ Se creó un cronograma de mantenimiento preventivo que permite programar el mantenimiento periódicamente con inspecciones diarias y reportes evitando futuras fallas o paros imprevistos. Esto se logró mediante la inspección visual y revisión general al parque automotor de Covolco.
- ✓ Se realizó un análisis RCA riguroso método de solución de problemas, para cualquier tipo de falla que utiliza la lógica y un árbol de causas que consiste en una representación visual de un evento de falla en el cual el razonamiento por suposición y la revisión de los hechos conducen a las causas que originan la falla.
- ✓ Se realizó la inspección de mantenimiento a los motores diesel pertenecientes al parque automotor de Covolco identificando los malos actores y aplicando la regla 80/20 al diagrama de Pareto. “El 80% de los problemas que se presentan provienen de un 20% de las causas”. Con ello poder identificar las fallas presentes en el los vehículos tracto camiones.

- ✓ Se desarrolló el sistema de información en Microsoft Office Access, llamado SIMPAC con una interfaz amigable para los usuarios del departamento de mantenimiento. Creando formatos para el mantenimiento preventivo donde se registra la información y algunas características de los motores diesel unificando la información recopilada, facilitando su identificación, contribuyendo con la optimización de los procesos en el departamento.

- ✓ Realizar el diseño de un nuevo módulo necesario llamado módulo fallas, para observar las falencias que afectan algún sistema del motor diesel y poder corregir.

- ✓ Se socializo el programa de mantenimiento junto con el sistema de información SIMPAC, por medio de una presentación al consejo de administración de la cooperativa Covolco, con una capacitación y charlas informativas a los operarios y al departamento de mantenimiento.

- ✓ El éxito del programa de mantenimiento propuesto dependerá del departamento de mantenimiento de Covolco y de los operarios de los vehículos tracto camiones, realizando las inspecciones adecuadas y las recomendaciones para su desarrollo.

- ✓ Realizar el proyecto de grado presento un gran aporte al autor, ya que se aumentó la competencia para afrontar un trabajo diario debido al estudio extenuado de los manuales y técnicas de mantenimiento así como los demás temas abordados para la realización y ejecución del proyecto de grado.

- ✓ Se cumple con el objetivo de Contribuir con la misión de la Universidad Industrial de Santander de formar profesionales integrales de alta calidad con capacidad de investigación e innovación, aportando crecimiento en el desarrollo industrial de la región y el país.

11. RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LOS MOTORES DIESEL

Para hacer que el plan de mantenimiento se lleve a cabo y sea una opción viable se recomienda alcanzar una serie de actividades que permitan implementar el plan de mantenimiento correctamente.

- ✓ Socialización entre el departamento de mantenimiento, los operarios y los dueños de cada tracto camión.
- ✓ Compromiso del departamento de mantenimiento
- ✓ Compromiso de los propietarios y operarios de cada vehículo tracto camión.

11.1 SOCIALIZACIÓN

La socialización del plan de mantenimiento y del sistema de información, se originó mediante una exposición y capacitación al personal de mantenimiento, además durante la inspección de los trato camiones se dejaron recomendaciones y resolvieron algunas dudas por parte de los operarios.

Se deja un informe con los resultados del análisis del proyecto incluyendo el estado del departamento de mantenimiento, el parque automotor, también la organización de las fichas técnicas y la creación de nuevos formatos para la inspección de mantenimiento, formato de las recomendaciones de falla, formato del programa de mantenimiento y el formato del programa anual de mantenimiento preventivo con fechas para la inspección.

11.2 RECOMENDACIONES

Recomendaciones generales para la implementación del programa de mantenimiento del parque automotor de Covolco.

- ✓ Disponer de un programa de mantenimiento carretero para toda la flota donde no solo incorpore la fase de mantenimiento del motor diesel, sino que también incorpore los demás sistemas del trato camión como los son, sistemas de frenos, sistemas hidráulicos, revisión de llantas, entre otros como lo son todos los mantenimientos especializados de los demás componentes.
- ✓ Ampliar la base de datos con información y recomendaciones del fabricante, como catálogos, manuales, libros técnicos y demás información sobre el correcto mantenimiento del parque automotor.
- ✓ Es importante la constante socialización entre el departamento de mantenimiento, operarios y dueños del parque automotor para generar una cultura de mantenimiento y un efectivo seguimiento a todo el parque automotor en general.
- ✓ Los procesos de inspección, recomendaciones, charlas, visitas y análisis de información deben ser contantes y pertinentes con el programa de mantenimiento preventivo.
- ✓ Aumentar los recursos para las actividades de mantenimiento con la adquisición de repuestos y partes funcionales del motor que sean comprados en establecimiento recomendados por el fabricante como lo indican sus manuales.

BIBLIOGRAFÍA

ALBA, Diego A.; y BÁEZ, Diego J. Plan de mantenimiento para la maquinaria pesada, maquinaria agrícola y vehículos de transporte de la alcaldía del municipio de Belén Boyacá. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas Bucaramanga Colombia. 2013.

BARAJAS, Diego F.; y ARDILA, Gabriel L. Planteamiento para la determinación de mantenimiento overhaul a motores Caterpillar 3612 y compresores Ariel JGC4. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas Bucaramanga Colombia. 2012.

BORRÁS PINILLA. Carlos. PhD., M.Sc. Ingeniería de Mantenimiento. Material docente. Escuela de Ingeniería Mecánica. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga mayo 01 de 2013.

CUMMINS Inc. Manual de los propietarios. Estados Unidos. Canadá. México. impreso 12-October-2010. Boletín 4018222.

CURSO DE MICROSOFT ACCESS. Nivel Básico. Universidad de Córdoba. Servicio de información. Julio 2014. (Duración 25 Horas)

GLORIETA de RUBÉN Darío. Mecánica vehículos pesados. Manual de enseñanza programada. Madrid España. Editorial Pons.SA.

GONZÁLEZ CALLEJA, David. Motores. Transporte y mantenimiento de vehículos. Madrid España. Ediciones Paraninfo, SA 1ª edición.2011

GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Francisco J. Auditoría del mantenimiento e indicadores de Gestión. ARTEGRAF S.A. España. 2009.

GONZÁLEZ GARCÍA, Andrés. Auditoría de los Sistemas de Prevención de Riesgos Laborales. Madrid España. Audelco FC. Editorial 2ª edición.2006.

JIMÉNEZ HERREÑO, Jhonathan. Programa de mantenimiento preventivo para el centro de diagnóstico automotor San Pedro de Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas Bucaramanga Colombia. 2013.

KENWORTH Mexicana S.A de C.V. Manual de Mantenimiento Preventivo Kenworth. Aplicación en carretera y reparo urbano. Unidad Industrial Impreso en México.

KENWORTH Mexicana S.A de C.V. Manual del operador Kenworth T800. Unidad Industrial. Impreso en México.

NEVADO CASTELLANOS, Wilmar José. Propuesta para el mejoramiento del mantenimiento preventivo de los motores de la flota de volquetas Kodiak de la empresa Construvicol S.A. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas Bucaramanga Colombia. 2013.

PACCAR INC. Manual del operador. Bellevue Washington. 2010 Paccar Inc. Todos los derechos reservados. Impreso en México.

SÁNCHEZ A. TOLEDO L. Guía para la auditoria de los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. OHSAS 18001. Madrid España. AENORediciones.2008.

SENN, James A. Análisis y diseño de sistemas de información. México: McGraw-Hill, 2001. 942 p.

ANEXOS

ANEXO A. Gestión del trabajo de grado

► Identificación De Tareas Y Subtareas

Presentación de la secuencia que rige el desarrollo metodológico a seguir para alcanzar los objetivos planteados, a continuación se proyecta las actividades a desarrollar.

► Fase I Preliminar

- ✓ Identificar las necesidades y los recursos para el programa de mantenimiento Preventivo.
- ✓ Estudio documental para abordar el problema.
- ✓ Realizar una auditoría a la gestión del mantenimiento actual del parque automotor de Covolco.

Tiempo Requerido: 3 Semanas

► Fase II Reconocimiento

- ✓ Reconocimiento de la empresa, equipos y procesos.
- ✓ Identificación de los Motores Diesel de los vehículos del parque automotor
- ✓ Identificación del personal a cargo del mantenimiento.
- ✓ Diseñar formato de ficha técnica del Motor Diesel, formato para el registro de información general del mantenimiento, para un diagnóstico inicial.

- ✓ Recopilación de información del estado de los Motores Diesel pertenecientes al parque automotor.

Tiempo Requerido: 8 Semanas

► Fase III Ejecución

- ✓ Informe de estado de los Motores Diesel del parque automotor y recomendaciones de mejora, de acuerdo al seguimiento realizado.
- ✓ Realizar un programa inicial de frecuencia y calendario para las actividades respectivas del mantenimiento preventivo.
- ✓ Desarrollar un sistema de información para el mantenimiento preventivo de los Motores Diesel.

Tiempo Requerido: 9 Semanas

► Fase IV Evaluación

- ✓ Cuantificación del impacto positivo o negativo en la realización del proyecto.
- ✓ Verificación del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- ✓ Retroalimentación mediante taller de acompañamiento para la ejecución de un programa de mantenimiento preventivo.

Tiempo Requerido: 4 Semanas

► Fase V Preparación de memorias

- ✓ Redacción preliminar
- ✓ Elaboración de memorias
- ✓ Corrección de memorias

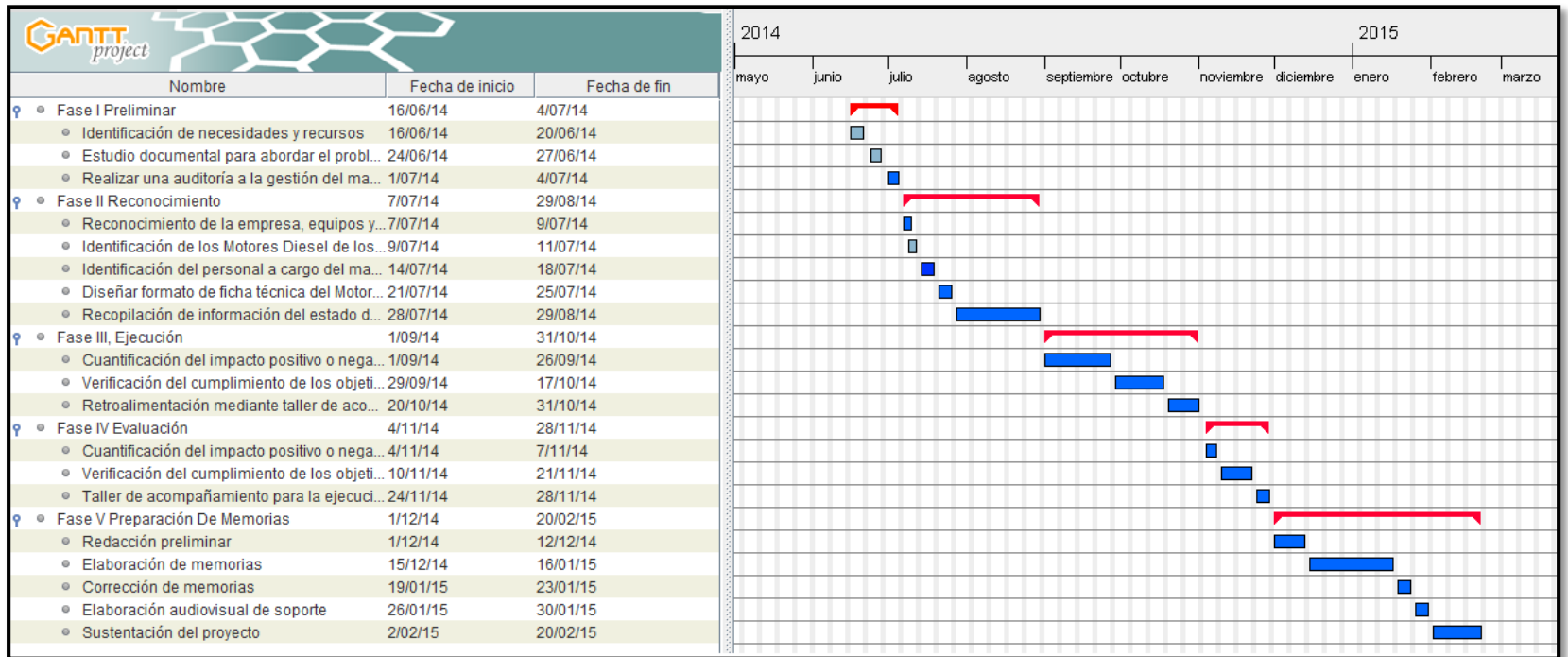
- ✓ Elaboración audiovisual de soporte
- ✓ Sustentación del proyecto

Tiempo Requerido: 10 Semanas

Tiempo Total Requerido: 34 semanas

► Diagrama De Gantt

Figura 87. Diagrama de gantt



► Identificación De Recursos Necesarios.

El siguiente es el material y equipos que se sugiere y requieren para la realización del proyecto de grado.

- ✓ Computador.
- ✓ Fotocopiadora multifuncional
- ✓ Cámara digital (Toma de evidencia).
- ✓ Papelería (Formatos, Fotocopias, Carpetas, Agenda, Tinta, Resma de papel)
- ✓ Manuales de operación de los Motores Diesel.
- ✓ Documentación sobre mantenimiento de Motores Diesel.
- ✓ Transporte a donde se encuentren los vehículos para la recopilación de información.

► Presupuesto

Tabla 13. Presupuesto

DESCRIPCIÓN	VALOR
Asesoría profesional (PhD Msc Carlos Borrás Pinilla)	\$2.000.000
Asesoría técnicas en Access	\$1.000.000
Computador	\$994.990
Fotocopiadora multifuncional	\$250.000
Cámara digital	\$100.000
Papelería (Formatos, Fotocopias, Carpetas, Agenda, Tinta, Resma de papel)	\$200.000
Manuales de operación de los Motores Diesel.	\$200.000
Documentación sobre mantenimiento de Motores Diesel	\$300.000
Transporte a donde se encuentren los vehículos para la recopilación de información.	\$800.000
Otras asesorías	\$1.000.000
Subtotal	\$6.844.990

DESCRIPCIÓN	VALOR
Imprevistos 10%	\$684.499
TOTAL	\$7.529.489

► **Fuentes De Financiación.**


El proyecto de grado será financiado en su totalidad por el estudiante, excepto para los ítems que señalan otra fuente, se propone a la cooperativa Covolco asuma los gastos si es necesario el traslado del estudiante a algún sitio donde se encuentren los vehículos.

ANEXO B. Carta de compromiso del estudiante

Figura 88. Carta de compromiso del estudiante


DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A
LOS MOTORES DIESEL PERTENECIENTES AL PARQUE AUTOMOTOR DE
LA EMPRESA COVOLCO

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



Ing. CARLOS BORRÁS PINILLA

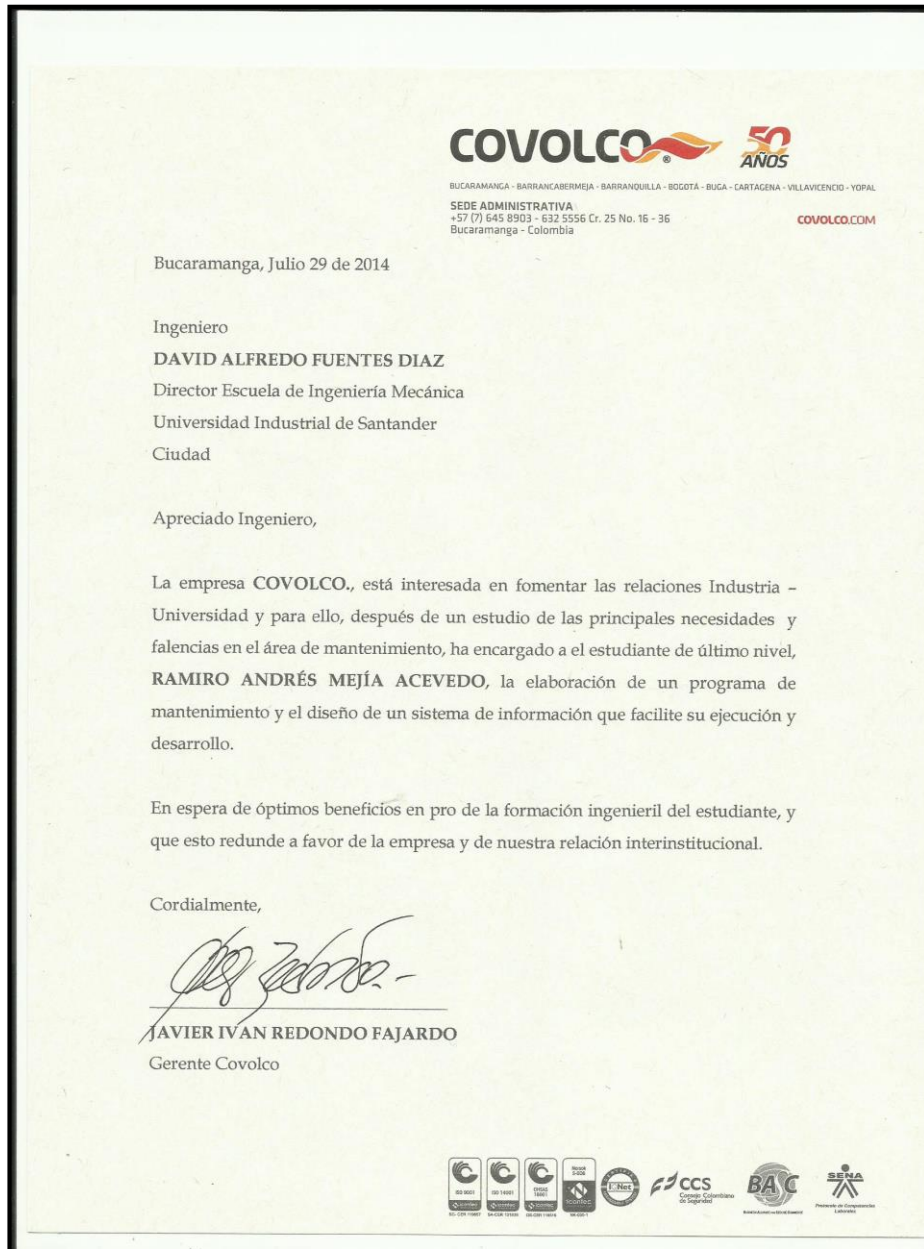
AUTOR



Nombre: Ramiro Andrés Mejía Acevedo
Código: 2049003

ANEXO C. Carta compromiso COVOLCO



Figura 89. Carta compromiso Covolco



Fuente Covolco

ANEXO D. Ficha técnica vehículo tracto camión placa SXR 535

Figura 90. Ficha técnica

	FICHA TECNICA DE VEHICULOS		R-MTO-003		
	Revisión No: 01	Fecha de Revisión: Enero 9 de 2009	Página 1 de 1		
	Revisado por: Director HSEQ	Aprobado por Gerente			
DATOS DEL VEHICULO					
PROPIETARIO	RAMIRO MEJIA SANTANDER		CEDULA	13353998	
PLACA	SXR535	No. MATRICULA	10001978172	MODELO	2012
MARCA	KENWORTH	LINEA	T 800KW-36	REPONTECIADO	NO
No. MOTOR	79459375	No. CHASIS	3WKDD40XXCF701341	CLASE	TRACTOCAMION
CAPACIDAD	35000	COLOR	NEGRO	No. SERIE	3WKDD40XXCF701341
No. EJES	3				
DATOS REMOLQUE					
REMOLQUE	R-60815	MODELO	2011	CAPACIDAD	35000
MARCA	FAEL ESCOBAR CONTRERAS	No. EJES	3	COMPARTIMIENTOS	3
CARROCERIA	TANQUE	TIPO DE LAMINA	A CERO INOXIDABLE	FORMA	CILINDRICO
ESPECIFICACIONES TECNICAS					
MOTOR	CUMMIS ISX 400ST2	CILINDRAJE	15000	CILINDROS	6
SUSPENSION	MUELLES	TRANSMISION	EATON	POTENCIA	400 HP
S. DE FRENOS	AIRE	COMBUSTIBLE	ACPM	T. FRENO MOTOR	INTER BRAKE
CAPACIDAD DE EJES (LIBRAS)	EJE DELANTERO: 14600 1er. EJE TRASERO: 15000 2do. EJE TRASERO: 15000	TIPO DE CAJA	FULLER RTO 15V	DIRECCION	HIDRAULICA
		LLANTAS	BRIDGESTONE	ENCENDIDO	ELECTRONICO
		RINES	ALUMINIO	E.C.M	
BATERIAS	3	N. TANQUES DE COMBUSTIBLE	2	QUINTA RUEDA	HOLLAND
FILTRO AIRE	2	NUMERO DE TUBOS DE ESCAPE	2	REPUESTOS	2
REGISTRO FOTOGRAFICO					
					

Fuente: Información suministrada por Covolco

ANEXO E. Formato registro de mantenimiento motor Diesel

Figura 91. Ejemplo registro de mantenimiento

 				
REGISTRO DE MANTENIMIENTO MOTORES DIESEL				
Fecha	11/10/2014			
Placa	SXR 535			
Modelo	2012			
N°Serie Motor	79459375			
Kilometraje	209.905(km)			
REVISIÓN DE MANTENIMIENTO EFECTUADA				
TIPO DE MANTENIMIENTO		FECHA		
CORRECTIVO - Reparación Parcial		2 Años		
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO CARRETERO				
SISTEMA DE ARRANQUE		ESTADO		
		OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Estado baterías		<input type="checkbox"/>		
Terminales		<input type="checkbox"/>		
Condición de cableado		<input type="checkbox"/>		
Deterioro - Desgaste		<input type="checkbox"/>		
Encendido		<input type="checkbox"/>		
SISTEMA DE LUBRICACIÓN		ESTADO		

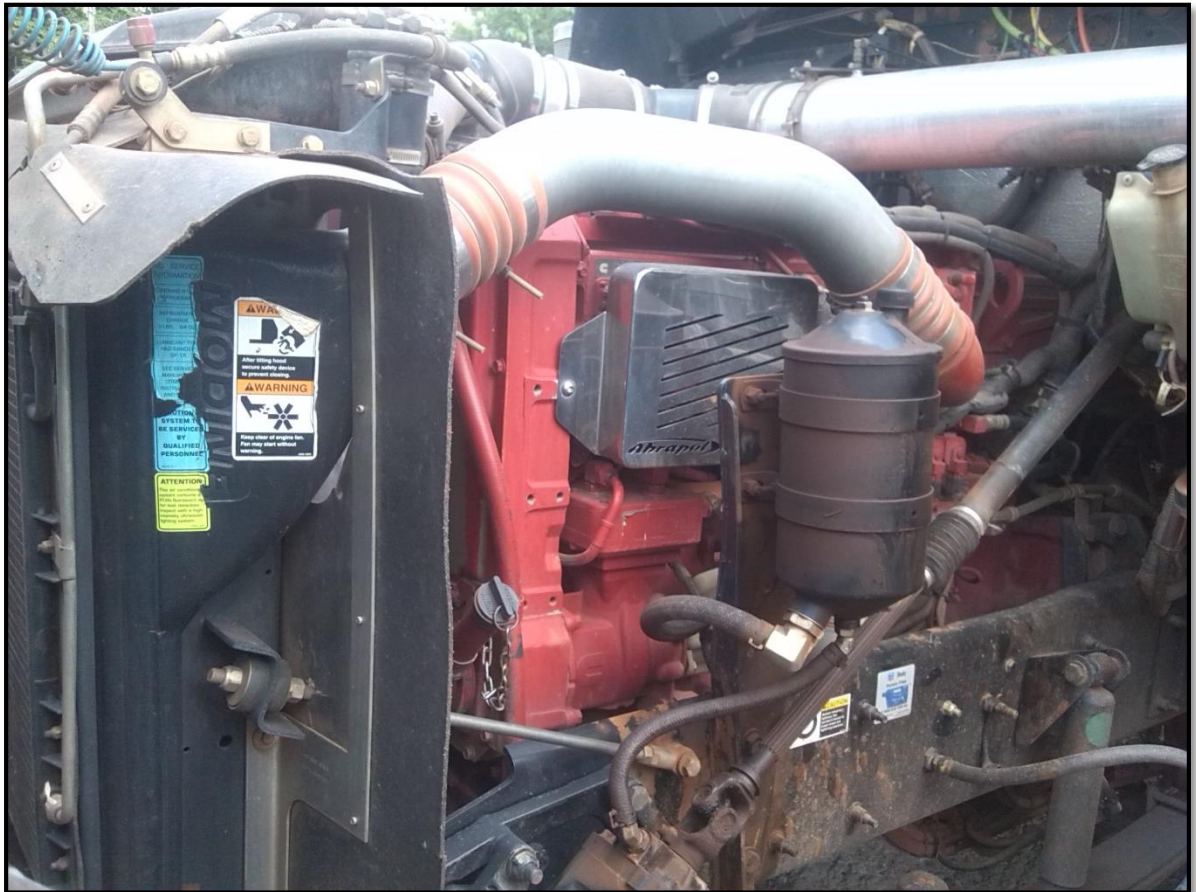
	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Cambio de aceite motor	12.000 km		
Cambio de filtro de aceite	12.000 km		
Cambio de filtro de agua		☐	8 Meses
Nivel de refrigerante	☐		
Cambio filtro de aire		☐	1 Año

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	ESTADO		
	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Bandas	☐		
Tolva de ventilador	☐		
Aspas de ventilador	☐		
Manzana de abanico	☐		
Radiador	☐		
Post-enfriador	☐		
Montaje del sistema	☐		
Mangueras	☐		
Abrazaderas	☐		
Conexiones	☐		
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	ESTADO		
	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Condición de tubería	☐		
Conexiones	☐		
Abrazaderas	☐		
Soportes del sistema	☐		
SISTEMA DE COMBUSTION	ESTADO		
	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Cambio de filtro de combustible	24.000 km	☐	
Mangueras	☐		
Conexiones	☐		
Tanques	☐		
Tapones	☐		
SISTEMA ELÉCTRICO	ESTADO		

	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Motor de arranque	☐		
Instrumentos y controles	☐		
Panel de fusibles	☐		
MOTOR EN MARCHA	OK	REVISAR	OBSERVACIONES
Fallas de encendido de motor	☐		
Vibraciones	☐		
Ruidos inusuales del motor	☐		
cambios repentinos en temperatura	☐		
Presión de operación del motor	☐		
Humo excesivo	☐		
Pérdida de potencia	☐		
Incremento en el consumo de aceite	☐		
Incremento en el consumo de combustible	☐		
Fugas de combustible, aceite o refrigerante	☐		
Apariencia del motor		☐	Limpieza




ANEXO F. Foto del motor placa SXR 535

Figura 92. Fotor motor placa XSR 535





ANEXO G. Formato programa de mantenimiento.

Figura 93. Formato programa de mantenimiento preventivo

  	
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTORES DIESEL	
REVISIÓN DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Tubería de admisión de aire – revisar • Tanques y depósitos de aire - revisar • Nivel del refrigerante - revisar • Tubería de carga de aire - revisar • Tubo del respiradero del cárter - revisar • Bandas impulsoras – revisar • Ventilador de enfriamiento - revisar • Separador de agua combustible – drenar • Nivel de aceite lubricante – revisar • Tubería de postratamiento del escape – revisar
REVISIÓN SEMANAL	<ul style="list-style-type: none"> • Elemento del filtro del aire – reemplazar • Mangueras tubos y abrazaderas de admisión de aire – revisar • Tanque de aire – drenar
32.000 KM 625 HORAS 6 MESES	<ul style="list-style-type: none"> • Aceite lubricante y filtros – cambiar • Filtro de combustible – cambiar • Elemento del filtro de aire del compresor de aire – reemplazar • Filtro del refrigerante – reemplazar • Concentración de aditivo refrigerante – revisar • Tapón de presión del radiador – revisar • Ventilador de enfriamiento – revisar • Enfriador de carga de aire – revisar • Cableado del motor – inspeccionar
80.000 KM 1.500 HORAS 1 AÑO	<ul style="list-style-type: none"> • Baterías – revisar • Auxiliares para arranque en frío – revisar • Elementos del respirador del cárter - limpiar/reemplazar • Tolerancia axial del cigüeñal – inspeccionar • Tornillos de montaje del motor – revisar/apretar • Cubo de ventilador impulsado por banda – lubricar • Mangueras – revisar/reemplazar • Limpieza a vapor del motor • Válvulas e inyectores – ajustar/revisar • Fugas de aire de los sistemas de admisión de aire y de escape
200.000 KM 3.000 HORAS 2 AÑOS	<ul style="list-style-type: none"> • Mangueras del radiador – revisar • Auxiliar para arranque en frío – revisar • Ensamble de persianas del radiador • Amortiguador de vibración, viscoso – revisar • Tornillos de montaje del motor – revisar • Bomba de agua – revisar
800.000 KM 10.000 HORAS 5 AÑOS	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulación de carbón en el compresor de aire – revisión de mantenimiento • Ensamble del freno del motor – ajustar • Cubo del ventilador – revisión de mantenimiento • Tren de válvulas e inyectores - ajustar

ANEXO H. Formato recomendaciones para eliminar la falla.

Figura 94. Formato recomendaciones para eliminar la falla

 			
RECOMENDACIONES EMITIDAS PARA LA ELIMINACIÓN DE LA FALLA			
TUBERÍA DE ESCAPE			
Parte	Falla	Causa Latente	Recomendaciones
Sistema de escape	Tubería de escape	La corrosión interna es debida a la condensación del ácido	Utilizar catalizador transforman el contenido nocivo de los gases de escape
FALLA HUMANA			
Parte	Falla	Causa Latente	Recomendaciones
Motor en marcha	Limpieza y apariencia del motor	El motor produce emisiones de gases alrededor de él.	Limpieza a vapor del motor
Sistema de lubricación	Cambio filtro de aire	Periodos Atrasados	Cambiar el filtro de aire una vez se alcance 80% de las recomendaciones de restricción de aire del fabricante del motor
Sistema de lubricación	limpieza del filtro de aire	Soplete y Golpe	Procedimientos para limpiar el filtro de aire que sean aprobados por el fabricante del Tracto camión
FUGA DE ACEITE			
Parte	Falla	Causa Latente	Recomendaciones
Sistema de lubricación	Fuga de aceite	Desgaste de empaque de culata	Revisar empaques de válvulas. sellos retenedores de aceite
INSTRUMENTOS DE CONTROL			
Parte	Falla	Causa Latente	Recomendaciones
Sistema eléctrico	Instrumentos de control	Relojes y tacómetros sin funcionamiento	Inspeccionar diariamente el panel de control del tracto camión
REFRIGERANTE			
Parte	Falla	Causa Latente	Recomendaciones
Sistema de refrigeración	Refrigerante	Concentración equivocada de refrigerante	Verifique diariamente el nivel
VENTILADOR			
Parte	Falla	Causa Latente	Recomendaciones
Sistema de enfriamiento	Ventilador	Aspas rotas y desgaste	Se debe cambiar la pieza del ventilador que se encuentre averiado
RADIADOR			
Parte	Falla	Causa Latente	Recomendaciones
Sistema de enfriamiento	Incremento del consumo de combustible	Entrada de suciedad y humedad al sistema de combustible	Diariamente drene el agua y las impurezas del filtro

ANEXO I. Formato programa anual de mantenimiento.

Figura 95. Programa anual de mantenimiento e inspección

		PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LOS MOTORES DIESEL																																													
N°	Actividad	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
REVISIÓN DIARIA																																															
1	Tubería de admisión de aire – revisar																																														
2	Tanques y depósitos de aire - revisar																																														
3	Nivel del refrigerante - revisar																																														
4	Tubería de carga de aire - revisar																																														
5	Tubo del respiradero del cárter - revisar																																														
6	Bandas impulsoras – revisar																																														
7	Separador de agua combustible – drenar																																														
8	Nivel de aceite lubricante – revisar																																														
9	Tubería de postratamiento del escape – revisar																																														
REVISIÓN SEMANAL																																															
10	Elemento del filtro del aire – reemplazar																																														
11	Mangueras tubos y abrazaderas de admisión de aire – revisar																																														
12	Tanque de aire – drenar																																														
32.000 KM, 625 HORAS Ó 6 MESES (MANTENIMIENTO 1 Y 2)																																															
13	Aceite lubricante y filtros – cambiar																																														
14	Filtro de combustible – cambiar																																														
15	Elemento del filtro de aire del compresor de aire – reemplazar																																														
16	Filtro del refrigerante – reemplazar																																														
17	Concentración de aditivo refrigerante – revisar																																														
18	Tapón de presión del radiador – revisar																																														
19	Ventilador de enfriamiento – revisar																																														
20	Enfriador de carga de aire – revisar																																														
21	Cableado del motor – inspeccionar																																														
80.000 KM, 1.500 HORAS Ó 1 AÑO (MANTENIMIENTO 3)																																															
22	Baterías – revisar																																														
23	Auxiliares para arranque en frío – revisar																																														
24	Elementos del respirador del cárter - limpiar/reemplazar																																														
25	Tolerancia axial del cigüeñal – inspeccionar																																														
26	Tornillos de montaje del motor – revisar/apretar																																														
27	Cubo de ventilador impulsado por banda – lubricar																																														
28	Mangueras – revisar/reemplazar																																														
29	Limpieza a vapor del motor																																														
30	Válvulas e inyectores – ajustar/revisar																																														
31	Fugas de aire de los sistemas de admisión de aire y de escape																																														

REVISIÓN DIARIA	
REVISIÓN SEMANAL	
32.000 KM, 625 HORAS Ó 6 MESES	
80.000 KM, 1.500 HORAS Ó 1 AÑO	

Se recomienda que le motor sea mantenido según el programa de mantenimiento preventivo, si el motor está operando en temperaturas ambiente por arriba de 38° C, si el motor opera en un ambiente polvoriento, o si se hacen paros frecuentes, se requieren intervalos de

