

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

### **ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EL EQUIPO CAMINERO DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN PUJILÍ**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO**

**ANDRÉS VLADIMIR CHÁVEZ GUEVARA**  
ansoloan651@hotmail.com

**JORGE LUIS VILLARROEL GUERRERO**  
georlui85@hotmail.com

**DIRECTOR: ING. JAIME VARGAS**  
jaime.vargas@epn.edu.ec

**Quito, Marzo 2012**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Andrés Vladimir Chávez Guevara, Jorge Luis Villarroel Guerrero, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Andrés Vladimir Chávez Guevara

---

Jorge Luis Villarroel Guerrero

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Andrés Vladimir Chávez Guevara y Jorge Luis Villarroel Guerrero, bajo nuestra supervisión.

---

Ing. Jaime Vargas T.  
DIRECTOR DE PROYECTO

---

Ing. Orwield Guerrero B.  
COLABORADOR DE PROYECTO

---

Ing. Jorge Escobar L.  
COLABORADOR DE PROYECTO

## AGRADECIMIENTOS

*A la Divinidad, que me ha guiado hasta este punto de mi vida y que ha puesto en mi camino a las personas que tanto amo.*

*A mis padres, Víctor Chávez y Martha Guevara, por demostrarme en todo momento su apoyo y su amor incondicional; por haber inculcado en mí, los principios y valores que ahora me permiten el presente logro. A mis hermanos: Víctor, Fausto, Fritz, Sabrina y Frank, quienes siempre me apoyan y me brindan su valioso afecto. Gracias hermanos, todos fueron y seguirán siendo importantes a lo largo del camino.*

*A mi tío, Fausto Chávez, que con su optimismo y alegría logró incentivar me a la culminación de este proyecto.*

*A Johana Merizalde por todo el apoyo y el cariño que me brinda. Por equilibrar mi vida, para que lleguen momentos de infinita felicidad. A Jorge Villarroel y a su familia, por la generosidad que me brindó en su hogar durante la realización del proyecto.*

*A toda mi familia y a mis amigos.*

**Andrés**

*A mis padres Luis y Aída y a mi tía Alicia por su total entrega y amor. A mis hermanos Hugo y Oscar por haber creído siempre en mí.*

*A Karla Merizalde por complementar mi vida con amor y comprensión.*

*Al mejor ingeniero del mundo quien inspiro en mí esta profesión Ing. Darwin de la Guerra. A mis abuelitos Enrique y Ester, Aurelio y Mercedes por haber forjado todo lo que soy. A toda mi familia y amigos por su apoyo y comprensión.*

**Jorge Luis**

*A los ingenieros Jaime Vargas, Orwield Guerrero y Jorge Escobar, por haber colaborado incondicionalmente con sus conocimientos y experiencia para el desarrollo del presente trabajo.*

**Andrés y Jorge**



## DEDICATORIA

*Con todo mi cariño para mis padres, Víctor y Martha.*

*A mi abuelita Rebeca Luna, por ser un pilar importante de mi vida.*

*A la memoria de María Dolores Chávez y Miguel Ángel Guevara, quienes me acompañaron en el camino y me enseñaron que la vida es un regalo invaluable.*

**Andrés**

*A mis padres Luis y Aída*

*A mi tía Alicia*

*A mis hermanos Hugo y Oscar*

*A la memoria de mi ñaño Darwin Arturo y*

*A la memoria de mi querida tía Mariana de Jesús.*

**Jorge Luis**

## ÍNDICE

<b>DECLARACIÓN</b> .....	<b>I</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XVI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XIX</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>XXI</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XXIII</b>
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>XXIII</b>
<b>CAPÍTULO 1: INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO</b> .....	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. ANTECEDENTES .....	1
1.3. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL MANTENIMIENTO.....	2
1.3.1. PRIMERA GENERACIÓN .....	2
1.3.2. SEGUNDA GENERACIÓN .....	2
1.3.3. TERCERA GENERACIÓN .....	3
1.3.4. CUARTA GENERACIÓN .....	4
1.4. INGENIERÍA DE PLANTA.....	4
1.4.1. INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO .....	5
1.5. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE MANTENIMIENTO.....	5
1.5.1. DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO .....	5
1.5.2. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.....	6
1.5.3. FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO.....	6

1.6. DEFINICIONES ELEMENTALES RELACIONADAS CON EL	
MANTENIMIENTO .....	7
1.6.1. SISTEMA.....	7
1.6.2. ORGANIZACIÓN.....	7
1.6.3. INFRAESTRUCTURA .....	7
1.6.4. EQUIPO.....	7
1.6.5. COMPONENTE .....	7
1.6.6. PROCESO.....	7
1.6.7. PROCEDIMIENTO .....	7
1.6.8. TRAZABILIDAD.....	7
1.6.9. ACCIÓN PREVENTIVA .....	8
1.6.10. ACCIÓN CORRECTIVA .....	8
1.6.11. REPARACIÓN .....	8
1.6.12. ESPECIFICACIÓN .....	8
1.6.13. REGISTRO.....	8
1.6.14. INSPECCIÓN .....	8
1.6.15. ENSAYO/PRUEBA .....	8
1.6.16. VALIDACIÓN.....	8
1.6.17. REVISIÓN .....	9
1.6.18. EFICIENCIA.....	9
1.6.19. EFICACIA.....	9
1.6.20. EFECTIVIDAD.....	9
1.6.21. DESGASTE .....	9
1.6.22. FALLA.....	9
1.7. TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	9

1.7.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	10
1.7.1.1. Tipos de Mantenimiento Correctivo.....	11
1.7.1.1.1.Mantenimiento Correctivo Planificado.....	11
1.7.1.1.2.Mantenimiento Correctivo No Planificado.....	11
1.7.1.2. Características del Mantenimiento Correctivo.....	11
1.7.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	11
1.7.2.1. Características del Mantenimiento Preventivo.....	12
1.7.2.2. Fases del Desarrollo del Mantenimiento Preventivo.....	13
1.7.2.3. Tipos de Mantenimiento Preventivo.....	13
1.7.2.3.1.Mantenimiento Preventivo a Tiempo Fijo.....	13
1.7.2.3.2.Mantenimiento Preventivo a Tiempo Variable.....	14
1.7.2.4. Ventajas del Mantenimiento Preventivo.....	14
1.7.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	14
1.7.3.1. Criterios del Mantenimiento Predictivo.....	15
1.7.3.2. Características del Mantenimiento Predictivo.....	15
1.7.3.3. Técnicas del Mantenimiento Predictivo.....	16
1.7.3.3.1.Análisis de Vibración.....	16
1.7.3.3.2.Termografía.....	17
1.7.3.3.3.Tribología.....	18
1.7.3.3.4.Espectroscopia por Emisión Atómica.....	18
1.7.3.3.5.Viscosidad.....	18
1.7.3.3.6.Ensayos Físicos y Químicos.....	19
1.7.3.3.7.Alineado de Precisión y Dispositivos de Balanceo.....	19
1.7.3.4. Ventajas del Mantenimiento Predictivo.....	19
1.7.4. MANTENIMIENTO PROACTIVO.....	20

1.7.5.	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) .....	20
1.7.5.1.	Características del TPM .....	21
1.7.5.2.	Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen) .....	22
1.7.5.3.	Criterios para alcanzar el TPM.....	23
1.7.5.4.	Etapas de implementación del TPM.....	23
1.7.6.	ESTRATEGIA DE LAS 5S .....	24
1.7.7.	MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) ...	25
1.8.	ANÁLISIS DE FALLOS Y AVERÍAS .....	26
1.8.1.	CLASIFICACIÓN DE FALLAS Y AVERÍAS .....	27
1.8.1.1.	En función de la capacidad de trabajo .....	27
1.8.1.1.1.	Fallas Totales.....	27
1.8.1.1.2.	Fallas Parciales.....	27
1.8.2.	PROCEDIMIENTOS PARA ANALIZAR FALLOS Y AVERÍAS .....	28
1.8.2.1.	Análisis de Prioridad de Reparación .....	28
1.8.2.2.	Herramientas para el Análisis de Averías .....	29
1.8.2.2.1.	Histograma.....	29
1.8.2.2.2.	Diagrama de Pareto .....	30
1.8.2.2.3.	Diagrama Causa Efecto (Ishikawa).....	31

## **CAPÍTULO 2: CONTEXTO OPERACIONAL DE LA MAQUINARIA**

	<b>CAMINERA DEL CANTÓN PUJILÍ.....</b>	<b>33</b>
2.1.	INTRODUCCIÓN .....	33
2.2.	DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR .....	33
2.3.	VISITA TÉCNICA .....	34
2.3.1.	MANTENIMIENTO ACTUAL .....	35

2.3.2.	ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA .....	36
2.3.3.	INFRAESTRUCTURA Y ESPACIO FÍSICO .....	37
2.3.4.	HERRAMIENTAS .....	37
2.3.5.	PERSONAL .....	38
2.4.	DESCRIPCIÓN Y CODIFICACIÓN DEL EQUIPO CAMINERO .....	39
2.4.1.	CODIFICACIÓN UTILIZADA .....	39
2.5.	CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA MAQUINARIA.....	41
2.5.1.	VOLQUETAS .....	43
2.5.2.	CARGADORES FRONTALES.....	47
2.5.3.	MOTONIVELADORAS .....	51
2.5.4.	BULLDOZERS.....	55
2.5.5.	MINICARGADORA .....	59
2.5.6.	RETROEXCAVADORA .....	63
2.5.7.	COMPACTADORES VIBRATORIOS .....	67
2.5.8.	EXCAVADORA.....	71
2.5.9.	PLATAFORMA .....	75

<b>CAPITULO 3: IMPLANTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA EL EQUIPO CAMINERO .....</b>	<b>79</b>
3.1. SELECCIÓN DEL MANTENIMIENTO APROPIADO PARA LA MAQUINARIA .....	79
3.1.1. GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	80
3.1.1.1. Gestión.....	80
3.1.1.1.1. Planificar el Mantenimiento .....	80

3.1.1.1.2.Administrar el Mantenimiento.....	80
3.1.1.2. Planificación .....	80
3.2. MANTENIMIENTO PROACTIVO .....	81
3.2.1. DEFICIENCIAS DE MANTENIMIENTO PROACTIVO.....	81
3.2.1.1. Reparación Frecuente de Motores.....	82
3.2.1.2. Reparación y Reemplazo de Diferenciales .....	82
3.2.1.3. Daños y Fugas Frecuentes en el Sistema Hidráulico.....	82
3.2.1.4. Funcionamiento Defectuoso de Frenos .....	82
3.2.1.5. Fracturas en las Herramientas y Estructura .....	83
3.2.1.6. Desgaste Excesivo e Irregular de los Trenes de rodaje.....	83
3.2.1.7. Partes Flojas .....	83
3.2.1.8. Falla de Rodamientos .....	83
3.2.2. PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO PROACTIVO .....	83
3.2.2.1. Aspectos Relacionados con la Seguridad Personal y de la Maquinaria .....	84
3.2.2.2. Aspectos Relacionados con el Proceso de Mantenimiento.....	85
3.2.2.3. Aspectos Relacionados con la Lubricación, Filtros y Combustible .....	87
3.2.2.3.1.Contaminación de los Lubricantes .....	91
3.2.2.4. Sistema de Enfriamiento .....	92
3.2.2.4.1.Mantenimiento Componentes del Sistema de Enfriamiento....	93
3.2.2.4.2.Efectos de la Altura (sobre el nivel del mar) en el Refrigerante y el Sistema. ....	97
3.2.2.5. Trenes de Rodaje y Neumáticos .....	99
3.2.2.5.1.Trenes de Rodaje.....	99

3.2.2.5.2. Neumáticos .....	103
3.2.2.5.3. Almacenaje de Neumáticos.....	103
3.2.2.6. Cojinetes y Rodamientos .....	104
3.2.2.6.1. Lubricación de Cojinetes y Rodamientos .....	105
3.2.2.6.2. Cojinetes lisos o Bujes .....	105
3.2.2.6.3. Cojinetes Anti-fricción o Rodamientos .....	106
3.2.2.6.4. Montaje de Rodamientos .....	106
3.2.2.6.5. Desmontaje de Rodamientos .....	109
3.2.2.7. Uso Apropriado de Herramientas .....	112
3.2.2.7.1. Herramientas Manuales .....	113
3.2.2.7.2. Alicates, Playos y Pinzas. ....	113
3.2.2.7.3. Destornilladores .....	113
3.2.2.7.4. Limas .....	114
3.2.2.7.5. Llaves.....	114
3.2.2.7.6. Martillos y Mazos .....	114
3.2.2.7.7. Sierras.....	115
3.2.2.7.8. Cinceles .....	115
3.2.2.7.9. Equipos y Herramientas Portátiles Accionadas por Aire Comprimido. ....	115
3.2.2.8. Conjunto de Herramientas Básico en el Taller Mecánico.....	116
3.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	117
3.3.1. GENERALIDADES .....	117
3.3.2. PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	118
3.3.3. DOCUMENTACIÓN PARA MANTENIMIENTO .....	118
3.3.3.1. Hoja de Control de Operación.....	118



3.3.3.2.	Procedimiento de Mantenimiento.....	119
3.3.3.3.	Orden de Trabajo.....	119
3.3.3.4.	Planificación de Mantenimiento.....	120
3.3.3.5.	Intervalos de Mantenimiento Preventivo .....	121
3.3.3.6.	Bulldozer Caterpillar D5B (BD-1) .....	123
3.4.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	127
3.4.1.	GENERALIDADES .....	127
3.4.2.	TÉCNICAS QUE MEJORAN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	127
3.5.	MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	127
3.5.1.	INTRODUCCIÓN.....	127
3.5.1.1.	VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN MAQUINARIA CAMINERA.....	128
3.5.2.	FASES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA.....	129
3.5.2.1.	Fase Infantil.....	129
3.5.2.2.	Fase Operacional.....	129
3.5.2.3.	Fase de Desgaste Progresivo .....	129
3.5.3.	MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA MAQUINARIA CAMINERA.....	129
3.5.4.	ANÁLISIS DE ACEITES .....	130
3.5.4.1.	Variables que Considera el Análisis de Aceite .....	131
3.5.4.1.1.	El aceite lubricante (Tipo y Estado).....	131
3.5.4.1.2.	Contaminación .....	131
3.5.4.1.3.	Partículas de Desgaste .....	131
3.5.4.2.	Tipos de Análisis de Aceites .....	132

3.5.4.2.1. Análisis para Detección de Elementos de Desgaste .....	132
3.5.4.2.2. Análisis de Condición del Aceite .....	133
3.5.4.2.3. Pruebas Físicas .....	134
3.5.4.2.4. Conteo de Partículas.....	134
3.5.4.2.5. Viscosidad.....	138
3.5.4.2.6. Índice PQ .....	139
3.5.4.3. Criterios para la ejecución del análisis de aceite.....	140
3.5.4.3.1. Procedimiento de toma de muestras.....	141
3.5.4.3.2. Intervalos recomendados para análisis de aceites en maquinaria pesada. ....	142
3.5.5. ANÁLISIS DE VIBRACIÓN.....	142
3.5.5.1. Introducción.....	142
3.5.5.2. Identificación de la vibración .....	143
3.5.5.3. Causas de la vibración .....	144
3.5.5.4. Criterios para la ejecución del análisis de vibración.....	144
3.5.6. COMBINACIÓN PROACTIVA DEL ANÁLISIS DE ACEITES Y DE VIBRACIÓN.....	145
<b>CAPÍTULO 4: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....</b>	<b>146</b>
4.1. INTRODUCCIÓN .....	146
4.2. PARÁMETROS PARA DETERMINAR LOS COSTOS.....	146
4.2.1. COSTOS DE OPERACIÓN .....	146
4.2.1.1. Consumo de combustible.....	147
4.2.1.1.1. Cargadoras Frontales .....	147
4.2.1.1.2. Minicargadora .....	148

4.2.1.1.3.Retroexcavadora.....	148
4.2.1.1.4.Excavadora .....	148
4.2.1.1.5.Compactadores de Rodillo .....	150
4.2.1.1.6.Motoniveladoras.....	151
4.2.1.2. Neumáticos .....	156
4.2.1.2.1.Gráficas.....	157
4.2.1.2.2.Sistema Goodyear para calcular la vida útil de los neumáticos .....	158
4.2.1.3. Tren de rodaje.....	160
4.2.1.3.1.Impacto .....	160
4.2.1.3.2.Abrasión.....	160
4.2.1.3.3.Factor “Z” .....	161
4.2.1.4. Componentes de Desgaste Especial .....	164
4.2.2. COSTOS DE MANTENIMIENTO.....	164
4.2.2.1. Costos de Mantenimiento Preventivo.....	164
4.2.2.2. Costos de Mantenimiento Correctivo .....	165
4.2.2.3. Costos de Mantenimiento Predictivo .....	166
4.3. EJEMPLO DE CÁLCULO .....	166
4.3.1.1. Costos de Operación .....	166
4.3.1.1.1.Consumo de combustible.....	166
4.3.1.1.2.Tren de rodaje.....	167
4.3.1.1.3.Componentes de desgaste especial .....	168
4.3.1.1.4.Costo Total de Operación .....	168
4.3.1.2. Costos de Mantenimiento.....	168
4.3.1.2.1.Costos de Mantenimiento Preventivo.....	169

4.3.1.2.2.Costos de Mantenimiento Correctivo .....	171
4.3.1.2.3.Costos de Mantenimiento Predictivo .....	171
<b>CAPÍTULO 5:DESARROLLO DE UN PROGRAMA PARA LA</b>	
<b>ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO</b>	
<b>DEL EQUIPO CAMINERO .....</b>	<b>172</b>
5.1. PROPÓSITO Y ALCANCE.....	172
5.2. DEFINICIONES.....	172
5.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS .....	172
5.2.2. PARÁMETROS.....	174
5.2.3. FORMULARIOS .....	174
5.2.3.1. Formulario de Inicio.....	174
5.2.3.2. Formulario de Maquinaria .....	175
5.2.3.3. Formulario de Operadores .....	176
5.2.3.4. Formulario de Control de Operación .....	177
5.2.3.5. Formulario Mantenimiento.....	178
5.2.3.6. Formulario Talleres .....	179
5.2.3.7. Formulario de Repuestos .....	180
5.2.4. INFORMES.....	181
5.2.5. CONSULTAS.....	181
5.3. RESPONSABLES.....	181
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>182</b>
6.1. CONCLUSIONES.....	182
6.2. RECOMENDACIONES.....	183
<b>ANEXOS.....</b>	<b>185</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Pasos para el desarrollo del mantenimiento autónomo .....	22
Tabla 1.2. Significado de las 5S .....	24
Tabla 2.1. Siglas para asignar el tipo de máquina.....	39
Tabla 2.2. Equipo Caminero Operativo del Municipio de Pujilí.....	40
Tabla 2.3. Criterios para calificar la importancia de la maquinaria caminera.....	42
Tabla 2.4. Criterios para calificar el estado de la máquina.....	42
Tabla 2.5. Especificaciones Volqueta VQ-1.....	44
Tabla 2.6. Inspección Volqueta VQ-1.....	45
Tabla 2.7. Especificaciones Cargador Frontal CF-1.....	48
Tabla 2.8. Inspección Cargador frontal CF-1.....	49
Tabla 2.9. Especificaciones Motoniveladora MT-1.....	52
Tabla 2.10. Inspección Motoniveladora MT-1.....	53
Tabla 2.11. Especificaciones Bulldozer BD-1.....	56
Tabla 2.12. Inspección Bulldozer BD-1.....	57
Tabla 2.13. Especificaciones Minicargadora MC-1.....	60
Tabla 2.14. Inspección Minicargadora MC-1.....	61
Tabla 2.15. Especificaciones Retroexcavadora RE-1.....	64
Tabla 2.16. Inspección Retroexcavadora RE-1.....	65
Tabla 2.17. Especificaciones Rodillo RD-1.....	68
Tabla 2.18. Inspección Rodillo RD-1.....	69
Tabla 2.19. Especificaciones Excavadora EX – 1.....	72
Tabla 2.20. Inspección Excavadora EX – 1.....	73
Tabla 2.21. Especificaciones Plataforma PT-1.....	76
Tabla 2.22. Inspección Plataforma PT-1.....	77
Tabla 3.1. Variación en el intervalo de mantenimiento según contenido de azufre en el diesel.....	90
Tabla 3.2. Intervalos para el mantenimiento del Bulldozer D5B.....	123

Tabla 3.3. Algunos elementos de desgaste y su procedencia.....	132
Tabla 3.4. Códigos ISO-Rango para conteo de partículas por ml.....	135
Tabla 3.5. Códigos de limpieza ISO para componentes hidráulicos típicos.....	136
Tabla 3.6. Límites condenatorios para motores Caterpillar, Cummins y Detroit .....	137
Tabla 3.7. Límites condenatorios de desgaste, otros componentes (ppm).....	137
Tabla 3.8. Límites normalmente aceptados .....	138
Tabla 3.9. Pruebas realizadas a aceites, objetivos y criterios de análisis.....	140
Tabla 3.10. Fortalezas y debilidades del análisis de aceite y análisis de vibración .....	145
Tabla 4.1. Consumo de Combustible Case 621D .....	147
Tabla 4.2. Consumo de Combustible Case 420 .....	148
Tabla 4.3. Consumo de Combustible Case 590SM .....	148
Tabla 4.4. Consumo de Combustible Amman ASC-100.....	150
Tabla 4.5. Consumo de Combustible motor Detroit 4-53.....	150
Tabla 4.6. Consumo de Combustible Caterpillar 120G.....	151
Tabla 4.7. Consumo de Combustible Caterpillar 120M.....	151
Tabla 4.8. Consumo de Combustible motor Detroit 4-71 .....	152
Tabla 4.9. Consumo de Combustible Caterpillar D5B.....	152
Tabla 4.10. Consumo de Combustible Caterpillar D6N .....	153
Tabla 4.11. Consumo de Combustible New Holland D170.....	153
Tabla 4.12. Consumo de Combustible Motor Cummins NTC350 .....	155
Tabla 4.13. Resumen de Consumo de Combustible y Costos .....	156
Tabla 4.14. Vida útil calculada de los neumáticos de acarreo .....	159
Tabla 4.15. Vida Útil Promedio Base.....	160
Tabla 4.16. Factores básicos del tren de rodaje para maquinaria Caterpillar....	163
Tabla 4.17. Escalas de Impacto, Abrasión y Factor "Z" .....	163
Tabla 4.18. Costo de lubricantes .....	169
Tabla 4.19. Costo del mantenimiento a las 50 horas.....	169
Tabla 4.20. Costo del mantenimiento a las 250 horas.....	169
Tabla 4.21. Costo del mantenimiento a las 500 horas.....	169

Tabla 4.22. Costo del mantenimiento a las 1000 horas.....	170
Tabla 4.23. Costo del mantenimiento a las 2000 horas.....	170
Tabla 4.24. Costo del mantenimiento a las 4000 horas.....	170

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.	Filosofía del Mantenimiento Preventivo.....	12
Figura 1.2.	Proceso de aparición de una vería.....	27
Figura 1.3.	Diagrama de Pareto antes y después de la mejora.....	31
Figura 1.4.	Diagrama de Ishikawa con todas sus partes.....	31
Figura 2.1.	Cantones de la provincia de Cotopaxi.....	33
Figura 2.2.	Visita técnica.....	34
Figura 2.3.	Estructura Organizacional del área de mantenimiento y operación.....	36
Figura 2.4.	Infraestructura del parque de maquinaria.....	37
Figura 2.5.	Volquetas.....	43
Figura 2.6.	Cargador Frontal Case 621D.....	47
Figura 2.7.	Motoniveladora Caterpillar 120G.....	51
Figura 2.8.	Bulldozer New Holand D170.....	55
Figura 2.9.	Minicargadora Case 420.....	59
Figura 2.10.	Retroexcavadora Case 590SM.....	63
Figura 2.11.	Compactador vibratorio Amman ASC-100.....	67
Figura 2.12.	Excavadora Doosan DX-255LC.....	71
Figura 2.13.	Plataforma Kenworth K100.....	75
Figura 3.1.	Tensión en los carriles.....	102
Figura 3.2.	Ejemplos de desalineación de carriles.....	102
Figura 3.3.	Montaje mecánico en un eje y su alojamiento.....	108
Figura 3.4.	Tuerca hidráulica. a) Imagen real, b) Funcionamiento.....	109
Figura 3.5.	Extractores mecánicos. a) Interno, b) Externo, c) Ciego.....	111
Figura 3.6.	Extractor hidráulico.....	111
Figura 3.7.	Elementos usados en el método de calentamiento. a) Anillo de calentamiento, b) Calentador de inducción.....	112
Figura 4.1.	Curva de Rendimiento Motor Doosan DL06.....	149
Figura 4.2.	Curva de Rendimiento Motor Isuzu 6HK1.....	154
Figura 4.3.	Vida útil del neumático según el trabajo de la máquina.....	158
Figura 4.4.	Costos de reparación vs. Vida útil del componente.....	166



Figura 5.1. Diagrama de flujo para programa administración de mantenimiento .....	173
Figura 5.2. Vista de Formulario de Inicio .....	175
Figura 5.3. Vista de Formulario de Maquinaria .....	176
Figura 5.4. Vista de Formulario de Operadores.....	177
Figura 5.5. Vista de Formulario Control de Operación.....	178
Figura 5.6. Vista de Formulario de Mantenimiento .....	179
Figura 5.7. Vista de Formulario de Talleres.....	180
Figura 5.8. Vista de Formulario de Repuestos.....	180

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo A	Hojas de Especificación y Evaluación de la Maquinaria
Anexo B	Documentos para Administrar el Mantenimiento
Anexo C	Hojas de Intervalos de Mantenimiento
Anexo D	Funcionamiento elemental de la maquinaria caminera

## RESUMEN

El presente trabajo consta de seis capítulos en los cuales se desarrolla un proceso de investigación y aplicación de técnicas y conocimientos de ingeniería dirigidos a establecer y controlar el mantenimiento de la maquinaria caminera del cantón Pujilí.

En el primer capítulo se abordan aspectos teóricos fundamentales de la Ingeniería de Mantenimiento. Se fundamenta la necesidad de implantar con prioridad un programa de mantenimiento en una organización dedicada a la producción o prestación de servicios.

El segundo capítulo contiene un estudio de la situación actual de operación y mantenimiento en la municipalidad, la infraestructura, el personal, nivel de organización, etc. Además incluye una evaluación técnica del estado actual de la maquinaria acompañada de la caracterización de cada uno de los equipos que conforman el parque de maquinaria.

Partiendo del análisis del segundo capítulo en el tercer capítulo se propone y se desarrolla un programa de mantenimiento preventivo. Se recomiendan técnicas de mantenimiento proactivo y herramientas para el análisis de fallos y averías para mantenimiento correctivo. También se incluye una breve introducción teórica sobre mantenimiento predictivo enfocado a maquinaria pesada para cuando el municipio decida implantar este tipo de prácticas.

El cuarto capítulo es una guía para la determinación de costos de operación y mantenimiento de maquinaria pesada.

El quinto capítulo constituye una guía para el uso del programa de administración del mantenimiento desarrollado en Microsoft Access.

En el Anexo D se realiza una descripción teórica general del funcionamiento de la maquinaria pesada, para fundamentar los procesos de mantenimiento y operación.

## PRESENTACIÓN

Todas las organizaciones dedicadas a la producción o prestación de servicios sean estas públicas o privadas poseen equipos, máquinas, sistemas que requieren de mantenimiento para seguir cumpliendo con el propósito de su existencia.

El Municipio del Cantón Pujilí posee un parque completo de maquinaria caminera para dar servicio de construcción y mantenimiento de carreteras y caminos vecinales a sus seis parroquias. Esta maquinaria no posee un plan de mantenimiento efectivo, por lo tanto se produce un funcionamiento deficitario y costoso de la misma.

Al ser un cantón muy extenso que abarca diferentes zonas desde la sierra central, paramos, y subtrópico, su maquinaria está expuesta a elevados niveles de exigencia y desgaste ya que se debe abarcar grandes extensiones con muy pocas unidades.

Esto hace surgir la necesidad de elaborar y ejecutar un plan de mantenimiento.

El presente trabajo responde ante esta necesidad aplicando los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional y la investigación desarrollada como aporte práctico de la universidad pública al país.

# **CAPÍTULO 1**

## **INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

El desarrollo incesante de nuevas tecnologías altera de forma relativa y muchas veces de forma absoluta la actividad industrial, obligando a ésta a cambiar sus patrones tradicionales de diseño, operación, administración y mantenimiento.

El hombre depende cada día más de máquinas y sistemas que le permiten mejorar su estilo de vida, elevar su productividad, prestar mejores servicios, ser más exacto, aprovechar mejor los recursos y el tiempo, para así aumentar sus ganancias y su satisfacción personal. La integridad de estas máquinas y sistemas le permiten alcanzar los objetivos antes mencionados, entre otros, comprendiendo por integridad al correcto y óptimo funcionamiento de las mismas.

Cuando la integridad de estas máquinas y sistemas se ve comprometida o disminuida, la capacidad para realizar las funciones para las cuales fueron desarrolladas decrece o se pierde, además de poner en riesgo la vida del personal que las opera.

Como respuesta a esta situación se vuelve una prioridad el estudio minucioso y continuo de procesos, procedimientos, y la aplicación de técnicas apropiadas de operación, administración y mantenimiento de máquinas, equipos satisfaciendo las expectativas del consumidor y cumpliendo las normas, reglamentos y especificaciones aplicables.

Lo anterior sienta el precepto que “el mantenimiento en su universo trata de satisfacer e integrar”.

### **1.2. ANTECEDENTES**

Desde que la mente humana empieza a desarrollar su creatividad y a materializarla, cuenta con la necesidad de que si dicha idea se hace realidad, ésta

se mantenga, se conserve y que pueda seguir cumpliendo con el objetivo para el cual se pensó.

Cuando la sociedad organizada evoluciona, desarrolla nuevas tecnologías y las actividades relacionadas con el mantenimiento de dichas tecnologías deben también evolucionar y convertirse en acciones específicas, administradas y realizadas por grupos determinados.

### **1.3. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL MANTENIMIENTO**

El mantenimiento sigue una serie de etapas cronológicas conocidas como generaciones, las cuales se presentan en un periodo determinado y se caracterizan cada una por poseer una metodología específica, que concuerda con el desarrollo científico y tecnológico de su período. Estas metodologías han ido cambiando, fruto de la necesidad de optimizar recursos, reducir gastos y familiarizarse con los cambios que implica la globalización que acerca cada vez más la geografía del mundo.

#### **1.3.1. PRIMERA GENERACIÓN**

La primera generación cubre los orígenes del mantenimiento descritos anteriormente hasta la II Guerra Mundial, caracterizándose por la práctica del mantenimiento reactivo o correctivo, a consecuencia de que la industria no estaba muy mecanizada, la maquinaria era sencilla y diseñada para un propósito determinado, por lo que los periodos de parada no importaban mucho. La metodología característica de este período era reparar cuando ocurría una avería.

#### **1.3.2. SEGUNDA GENERACIÓN**

Durante la II Guerra Mundial todo cambió dramáticamente, la presión de los tiempos de guerra convino en el aumento de la demanda de todo tipo de bienes, obligando a mecanizar las máquinas y procesos, al mismo tiempo que disminuyó el número de trabajadores en las industrias. Para la década de 1950, ya era otro el enfoque de producción, con un elevado número de máquinas, para las diversas tareas y con una gran complejidad.

La segunda generación cubre toda la II Guerra Mundial hasta mediados de la década de 1970, y se caracterizó por la aplicación de lo que hoy se conoce como mantenimiento preventivo.

### **1.3.3. TERCERA GENERACIÓN**

Esta generación aparece a mediados de la década de 1970 y se extiende hasta finales de la década de 1980. Durante éste intervalo el proceso de cambio y complejidad en la empresa ha tomado velocidades mucho más altas que en la generación predecesora.

Se generan nuevas expectativas por el crecimiento continuo de la mecanización que afectan drásticamente a la producción, costo total y servicio al cliente. Se hacen presentes los sistemas de producción justo a tiempo, los mismos que manejan reducidos niveles de inventarios tanto de materia prima como de repuestos, partes, piezas y reducen el costo de producción por pérdida en almacenes debido a mercadería innecesaria.

De ésta forma, la producción no se efectúa bajo suposiciones, sino sobre necesidades reales, provocando que pequeñas averías en el sistema puedan causar el paro de todas las operaciones, exigiéndose así un mantenimiento óptimo.

El aumento de la mecanización también incrementa la responsabilidad con la seguridad industrial y el medio ambiente, consecuentemente esta generación se ve obligada a desarrollar nuevas estrategias para llevar a cabo el mantenimiento como son: el Mantenimiento Productivo Total (TPM), el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), métodos estadísticos, métodos para gestión de la calidad.

Esta generación se ayuda de herramientas como: histogramas, distribuciones de Weibull, índices de confiabilidad, diagramas de Pareto, diagramas de Ishikawa (espina de pescado), árbol de fallos, Análisis Modal de Falla y Efecto (AMFE), análisis de causa raíz, etc., los mismos que están relacionados entre sí y son complementarios. Éstos, en conjunto, posibilitan el desarrollo de las estrategias.

#### **1.3.4. CUARTA GENERACIÓN**

Esta generación abarca la década de 1990 hasta nuestros días. Se caracteriza por la sistematización de las estrategias, métodos, procedimientos y actividades. Además está respaldada como nunca antes por sistemas computarizados los cuales permiten cumplir con la misión de la ingeniería de mantenimiento, obtener mayor grado de confiabilidad en la disponibilidad de equipos, sistemas e infraestructura. De ésta manera se consigue producir con calidad, eficiencia, a bajo costo y competitivamente.

La sistematización ha posibilitado definir algunas etapas tentativas en la implantación, ejecución, administración, evaluación del mantenimiento, tentativas debido a que pueden existir más o menos según el tipo de organización, recursos, objetivos. Estas etapas son:

- Recopilación de Información
- Diagnóstico
- Definición de Estrategia
- Planificación
- Programación
- Control
- Optimización del mantenimiento en una empresa

#### **1.4. INGENIERÍA DE PLANTA**

La Ingeniería de Planta conocida también como Ingeniería de Operaciones, está encargada de desarrollar la infraestructura administrativa, operativa y de control, para la transformación de entradas en salidas. Por ejemplo la materia prima que luego de algunos procesos de realización productivos se transforma en productos o servicios elaborados de diversos usos y aplicaciones.

La Ingeniería de Operaciones proporciona los recursos necesarios para alcanzar una producción más eficiente, más segura y más rentable. También cubre una gran variedad de actividades de diversa naturaleza y complejidad, las cuales son imposibles de atender de manera efectiva si se las quiere abarcar como un todo.



En vista de esta realidad y con el fin de optimizar, especializar, asignar, y mejorar el desempeño de esta ingeniería se la ha dividido en cinco categorías: Ingeniería de investigación, Ingeniería de desarrollo, Ingeniería de diseño, Ingeniería constructiva y la Ingeniería de mantenimiento; todas ellas de vital importancia, con características propias y que interactúan para alcanzar un objetivo en común.<sup>1</sup>

El fundamento del presente trabajo se centra en la Ingeniería de Mantenimiento, el mismo que proporciona una comprensión más clara y profunda de la gestión de mantenimiento.

#### **1.4.1. INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

La Ingeniería de Mantenimiento atiende los problemas cotidianos que surgen al intentar mantener en buenas condiciones o devolverlas a activos físicos como plantas, industrias, equipos, máquinas, sistemas, edificios, etc., buscando obtener los mejores beneficios de los mismos. Esta ingeniería modernamente comprende una serie de funciones de aplicación de procesos creativos, técnico-científicos, de planificación y gestión empresarial que logran un mayor grado de confiabilidad en el desempeño al emplear el mínimo capital de instalaciones, maquinaria y mano de obra.

### **1.5. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE MANTENIMIENTO**

#### **1.5.1. DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO**

Se denomina mantenimiento al conjunto de actividades que permiten la operación eficiente y sustentable de maquinaria, instalaciones y edificaciones sosteniendo su desempeño en condiciones de confiabilidad, seguridad, competitividad y respeto al medio ambiente, asumidas a partir de su propio compromiso de negocios y desempeño con la optimización como objetivo asociado.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>JÁCOME, FERNANDO; Folleto de Ingeniería de Mantenimiento; EPN; 2010; Pág. 7

<sup>2</sup>JÁCOME, FERNANDO; Folleto de Ingeniería de Mantenimiento; EPN; 2010; Pág. 32

### **1.5.2. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO**

Como objetivo general para que el mantenimiento cumpla su verdadera misión, la meta perseguida no es la conservación en sí misma, sino el coincidir con las demás actividades para obtener la más alta productividad, alcanzando esto con el empleo racional, eficaz y económico de los recursos disponibles.

Como objetivos específicos del mantenimiento se encuentran:

- Ejecutar acciones de mantenimiento preventivo.
- Planificar, controlar, evaluar las actividades del mantenimiento.
- Alargar la vida útil de los equipos e instalaciones.

### **1.5.3. FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO**

El campo de acción del mantenimiento varía en función del tipo de empresa u organización, del tamaño de la misma y de sus políticas. Entre las principales funciones que desempeña se encuentran:

- Crear y administrar un sistema de mantenimiento operativo, seguro, eficiente, económico, y que no afecte al medio ambiente circundante.
- Diagnosticar problemas mecánicos, eléctricos, neumáticos los cuales deben estar dentro del aspecto técnico y de operación.
- Coordinar la seguridad y protección del personal, de la maquinaria, de las instalaciones incluyendo las adecuaciones y equipos contra percances, accidentes, inundaciones, incendios, temblores, etc.
- Implementar y controlar los registros relacionados con el inventario de la maquinaria, bodega, materia prima y bienes de capital.
- Implementar y controlar los registros de la operación de la maquinaria, equipos e instalaciones.
- Seleccionar, capacitar y distribuir el personal de mantenimiento.

## **1.6. DEFINICIONES ELEMENTALES RELACIONADAS CON EL MANTENIMIENTO**

### **1.6.1. SISTEMA**

Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan.

### **1.6.2. ORGANIZACIÓN**

Conjunto de personas que interactúan entre si dentro de un proceso administrativo, productivo o de generación, para conseguir un objetivo común.

### **1.6.3. INFRAESTRUCTURA**

Sistema de instalaciones, equipos y servicios necesarios para el funcionamiento de una organización.

### **1.6.4. EQUIPO**

Elemento que constituye el todo o parte de una máquina o instalación que, por sus características tiene datos, historial y programas de reparación propios.

### **1.6.5. COMPONENTE**

Parte esencial para el funcionamiento de una actividad mecánica, eléctrica o de otra naturaleza que conjugada a otro(s) crea(n) el potencial de realizar un trabajo.

### **1.6.6. PROCESO**

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

### **1.6.7. PROCEDIMIENTO**

Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.

### **1.6.8. TRAZABILIDAD**

Capacidad para seguir la historia, la aplicación, o la localización de todo aquello que está bajo consideración.

**1.6.9. ACCIÓN PREVENTIVA**

Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencialmente indeseable.

**1.6.10. ACCIÓN CORRECTIVA**

Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.

**1.6.11. REPARACIÓN**

Acción tomada sobre una no conformidad para convertirla en aceptable para su utilización prevista.

**1.6.12. ESPECIFICACIÓN**

Documento que establece requisitos, requerimientos, características.

**1.6.13. REGISTRO**

Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

**1.6.14. INSPECCIÓN**

Evaluación de la conformidad por medio de observación y dictamen, acompañada cuando sea apropiado por medición, ensayo o comparación de patrones.

**1.6.15. ENSAYO/PRUEBA**

Determinación de una o más características de acuerdo con un procedimiento.

**1.6.16. VALIDACIÓN**

Confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista.

### **1.6.17. REVISIÓN**

Actividad emprendida para asegurar la conveniencia, adecuación, y eficacia del tema objeto de la revisión, para alcanzar unos objetivos determinados.

### **1.6.18. EFICIENCIA**

Es el uso racional de los medios con que se cuenta para alcanzar un objetivo predeterminado, se trata de la capacidad de alcanzar los objetivos y metas programadas con el mínimo de recursos disponibles y tiempo, logrando de ésta forma su optimización. *“Capacidad de utilizar bien los recursos disponibles”*

### **1.6.19. EFICACIA**

Es la capacidad de alcanzar el efecto que se espera o se desea tras la realización de una acción. *“Capacidad de obtener lo que se quiere”*

### **1.6.20. EFECTIVIDAD**

Es el balance existente entre los efectos deseados y los efectos indeseados. Cuantificación del logro de la meta. *“Capacidad de satisfacer o no las expectativas”*

### **1.6.21. DESGASTE**

Es el cambio acumulativo de tamaño, forma o propiedades de un elemento, mecanismo, estructura, sistema o dispositivo que conduce a una falla. Este cambio por lo tanto es indeseable.

### **1.6.22. FALLA**

Es el paso o acción de cambio de condición de un producto o sistema de una situación de trabajo satisfactoria a un estado de inconformidad que denota que se encuentra fuera de los rangos de aceptabilidad determinados por un estándar.

## **1.7. TIPOS DE MANTENIMIENTO**

Se pueden identificar varios tipos de mantenimiento los cuales poseen características propias que difieren en función de: el momento en el que se

realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, qué tan oportunos, prácticos y adecuados son para solventar una determinada necesidad o circunstancia, los recursos que utilizan y las estrategias a las que recurren.

También son dosificados indistintamente de acuerdo a la organización, políticas, y disponibilidad de recursos.

Un plan adecuado debe usar una combinación de los diferentes tipos de mantenimiento. Actualmente se reconocen los siguientes:

### **1.7.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Mantenimiento correctivo o también llamado "*Mantenimiento Reactivo*", consiste en dejar a los equipos que operen sin ningún el servicio o control del estado de los mismos, hasta que se produzca una falla en su funcionamiento en la mayoría de las ocasiones hasta que llegan a detenerse.

Dada esta situación, se realizan las debidas labores de reparación en el momento más oportuno, según las condiciones de la empresa, del área encargada del mantenimiento, o del área de producción, muchas veces causando daños severos a otros elementos relacionados con los equipos. Este método se basa en la imprevisión y representa el más alto costo para las organizaciones.

El mantenimiento correctivo tiene costo nulo en función del tiempo, hasta que la unidad falla, y hay que repararla sorpresivamente y de urgencia, sin posibilidades de planificación y programación. Se caracteriza por generar lucros cesantes, y daños que representan costos de gran magnitud.

Una vez arreglado el problema o defecto no se realizan chequeos periódicos hasta que se presente otra anomalía. Este tipo de mantenimiento es el más usual en nuestro medio, y se le pueden atribuir razones tales como:

- Falta de apoyo de la alta gerencia a la gestión del mantenimiento.
- Desconocimiento de los beneficios inherentes al mantenimiento organizado.
- Falta de justificación económica para los recursos que utiliza el mantenimiento.

### **1.7.1.1. Tipos de Mantenimiento Correctivo**

#### *1.7.1.1.1. Mantenimiento Correctivo Planificado*

Se sabe con antelación que es lo que debe hacerse de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos, insumos e información técnica necesarios para realizar la actividad de forma correcta.

#### *1.7.1.1.2. Mantenimiento Correctivo No Planificado*

Es el mantenimiento de emergencia (rotura de partes), y debe efectuarse con urgencia, ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imprevista que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.)

### **1.7.1.2. Características del Mantenimiento Correctivo**

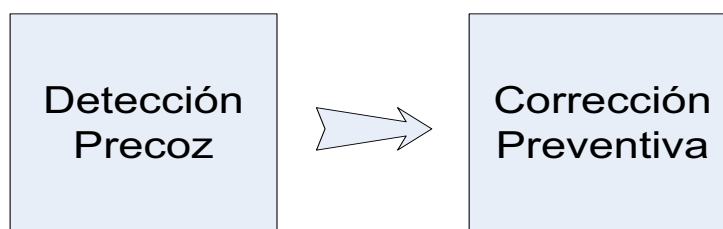
- Está basado en la intervención rápida después de ocurrida la avería.
- Implica discontinuidad en los flujos de producción y logísticos.
- Tiene una gran incidencia en los costos de mantenimiento por producción no efectuada.

### **1.7.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo es una estrategia en la que se programan periódicamente las intervenciones de máquinas, con el fin de inspeccionar, reparar y/o reemplazar componentes. También intenta anticiparse o prever las fallas para evitar daños y paros imprevistos. (Fig. 1.1.)

Las intervenciones se realizan aún cuando la máquina está operando satisfactoriamente. Programa el mantenimiento basándose en estimaciones de vida útil o tiempo entre fallas esperadas. Por su naturaleza requiere la instauración de un sistema que involucra ciertas actividades complementarias, las mismas que permiten realizar un trabajo metódico y sistemático que conjuga a todos los elementos activos y pasivos de la organización a desarrollar estas actividades de forma cronológica y ordenada.

El mantenimiento preventivo trata de obtener el máximo rendimiento de la vida útil de las piezas de una máquina disminuyendo hasta donde sea posible las paradas imprevistas. Se sabe que es lo que se debe hacer, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar una reparación se disponga del personal, repuestos, e información técnica necesaria.



**Figura 1.1. Filosofía del Mantenimiento Preventivo<sup>3</sup>**

Esta estrategia se basa en una herramienta esencial para la elaboración de proyectos, el ciclo “*Deming*” el mismo que permite sistematizarla.

Según la filosofía del ciclo Deming y siguiendo su orden se cumplen los siguientes pasos:

- *Planificar*: Definir las metas, definir los métodos que permiten alcanzar las metas.
- *Hacer*: Hacer lo planificado.
- *Verificar*: Responde a: ¿Las cosas pasaron según lo planificado?
- *Actuar*: Responde a: ¿Cómo mejorar la próxima vez?

La retroalimentación permite, por medio de la revisión, realizar un mejoramiento continuo de los procesos de mantenimiento. Esta facultad le permite a ésta estrategia planificar o programar con anticipación las actividades.

#### **1.7.2.1. Características del Mantenimiento Preventivo**

- Tiene costos escalonados con saltos de poca envergadura debido a las intervenciones periódicas planificadas, con algún salto importante en los mantenimientos mayores derivados fundamentalmente del reemplazo de partes de elevado costo.

---

<sup>3</sup>Mantenimiento, su implementación y gestión; Leandro Daniel Torres; UNIVERSITAS; 2da Ed.; 2005; Pág. 31



- Este mantenimiento se sustenta en un análisis previo de información técnica, características, inspecciones, experiencia y a factores que afectan la operación y servicio de los equipos.
- Las operaciones de mantenimiento preventivo se llevan a cabo a intervalos regulares de tiempo, determinados por el número de horas, días, ciclos de operación.

#### **1.7.2.2. Fases del Desarrollo del Mantenimiento Preventivo.**

Este tipo de mantenimiento permite desarrollar una serie de pasos o fases de acción lógica que nos permiten llevar a cabo su ejecución de forma segura y eficiente los cuales son:

- 1) Evaluar en qué condiciones se encuentran los equipos, sistemas, estructuras de la organización en forma predictiva. (objetiva o subjetiva).
- 2) Determinar cómo proceder para un arreglo eficiente.
- 3) Planificar el trabajo de mantenimiento y del área productiva.
- 4) Realizar el trabajo operativo de mantenimiento cuando se tienen todos los elementos técnicos, logísticos y de seguridad para una ejecución garantizada.

#### **1.7.2.3. Tipos de Mantenimiento Preventivo**

##### *1.7.2.3.1. Mantenimiento Preventivo a Tiempo Fijo*

En éste tipo de mantenimiento las acciones de inspección y operación se las planifica conjuntamente con el área de producción en fechas predeterminadas con anterioridad y para su ejecución es necesario tener a punto todos los requisitos necesarios como: recursos humanos, repuestos, documentación, herramientas, etc.

Las organizaciones que trabajan bajo este régimen poseen equipos redundantes o de emergencia para los procesos críticos con el fin de evitar posibles fallas imprevistas.

#### 1.7.2.3.2. *Mantenimiento Preventivo a Tiempo Variable*

Este mantenimiento defiere básicamente del anterior en la planificación de los paros, ya que estos se los realiza en diferentes periodos de tiempo durante el año, de acuerdo a la disponibilidad particular de cada equipo de realizar paros de duración corta como fines de semana o feriados.

#### 1.7.2.4. **Ventajas del Mantenimiento Preventivo**

- Disminuye el tiempo ocioso debido a menos paros imprevistos.
- Eleva la productividad y la calidad.
- Disminuye las reparaciones de gran escala.
- Disminuye los costos de repuestos, insumos y mano de obra, pues permite tener lo estrictamente necesario de repuestos e insumos en bodega.
- Mejora la seguridad para los trabajadores y protege a la maquinaria.

Al implementar una política eficaz de mantenimiento preventivo se vinculan todas las áreas de la organización, se promueve su comunión y colaboración; además de la cuantificación total económica que esto implica y que permite:

- Gestionar la documentación técnica.
- Preparar intervenciones preventivas.

#### 1.7.3. **MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

También conocido como "*Mantenimiento Basado en Condición CBM*", monitorea y detecta parámetros operativos de los sistemas, máquinas y equipos. Realiza un seguimiento del desgaste de los mismos para determinar o predecir el punto exacto de cambio o reparación. Busca determinar el punto óptimo para la ejecución del mantenimiento preventivo en un equipo, es decir, el punto a partir del cual la probabilidad que el equipo falle asume valores indeseables y programa el mantenimiento basado en el pronóstico de ocurrencia de fallas o vida remanente.

Es el método más interesante y complejo de implementar y administrar, involucra un monitoreo permanente del equipo, sus partes críticas y de los parámetros indicadores del funcionamiento de los mismos en base a instrumentos

sofisticados muy costosos. También es indispensable un elevado conocimiento y profesionalismo del personal para la detección de fallas, caso contrario se podría reemplazar partes que están aún en buen estado.

Aunque el mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de equipos y supone un gran avance en planificación del trabajo, puede resultar perjudicial si se programan trabajos en exceso y se realizan excesivas intervenciones además del aumento de los costos. Por ésta razón se ideó el mantenimiento predictivo, que estudia la evolución temporal de ciertos parámetros asociándolos a la evolución de fallos y poder programar las actividades con tiempo suficiente para evitar consecuencias graves.

#### **1.7.3.1. Criterios del Mantenimiento Predictivo**

*Objetivo:* Por medio de equipos medidores de vibraciones, desgaste, bancos de pruebas de motores, medidores térmicos y demás ensayos no destructivos.

*Subjetivo:* De acuerdo a la experiencia del ente encargado de las inspecciones del equipo.

Utilizando estos criterios, las actividades de mantenimiento son reprogramadas después de cada chequeo, tomando en cuenta el estado real de los equipos y no solamente la recomendación del fabricante. Su aplicación contribuye generalmente al ahorro de materiales y repuestos que innecesariamente se los descartaría antes de tiempo.

#### **1.7.3.2. Características del Mantenimiento Predictivo**

- Aprovecha la experiencia del operador para dar cuenta de un buen o mal desempeño de la máquina aplicando el criterio subjetivo, aunque es necesario resaltar que ésta información puede estar errada.
- Es más efectivo cuando el modo de falla es detectado por monitoreo de las condiciones de operación.
- Se lleva a cabo en forma cronológica y no implica poner fuera de operación los equipos.

- Las inspecciones de parámetros se pueden realizar de forma continua o periódica dependiendo de factores como: tipo de planta, los tipos de fallos a diagnosticar y la inversión que se deba o quiera realizar.

### **1.7.3.3. Técnicas del Mantenimiento Predictivo**

Existe una gran variedad de tecnologías que pueden y deben ser utilizadas como parte de un programa predictivo global de mantenimiento, tomando en consideración que existen sistemas mecánicos, hidráulicos, neumáticos, etc.

Frecuentemente los sistemas mecánicos son los que más requieren de seguimiento como monitoreo de vibraciones, análisis de lubricantes (tribología) y termografía, que son generalmente los componentes cruciales de muchos programas de mantenimiento predictivos.

La elección del método más conveniente o apropiado está condicionada a diversos factores. Siendo tan diversos los problemas de control, no resulta raro que a veces se deban aplicar algunas técnicas a un mismo sistema o parte. A continuación se detallan brevemente las técnicas no destructivas más comunes para mantenimiento predictivo en maquinaria pesada:

#### *1.7.3.3.1. Análisis de Vibración*

El monitoreo de vibración mide la frecuencia de las vibraciones del equipo para diagnosticar el origen de las fallas. Además mide la amplitud de las mismas para determinar la severidad mediante opciones de rastreo de banda ancha, banda corta y análisis de señales.

Esta técnica permite detectar problemas tales como: carga desequilibrada, desalineamiento, desprendimiento, correas defectuosas, cojinetes deteriorados y aflojamientos, e indica la presencia y grado de criticidad de estos problemas mediante niveles de alarma:

#### *Alarmas por falla*

- Advertencia de problemas críticos-falla inminente.
- Alarma más alta.

#### *Alarmas de alerta*

- Advertencia de una situación seria pero no critica.
- Advierte a los técnicos que una máquina debe ser evaluada detalladamente.
- Proporciona una advertencia anticipada para la planificación de acciones de reparación.

#### *Alarmas de índice de línea de base*

- Monitorea la tendencia de la vibración a través del tiempo, para establecer una línea de base.
- El nivel de alarma se establece tomando como base un aumento del porcentaje sobre una lectura de línea de base (referencia).
- Las lecturas de vibración de la corriente se compara con los datos más recientes, para detectar los problemas de los equipos nuevos.

Esta técnica se aplica principalmente en ejes de alta velocidad y equipos giratorios, detectando desgaste y problemas de alineado en cojinetes. Es preciso anotar que para efectuar y evaluar correctamente un análisis de vibración se requiere experiencia y conocimiento.

#### *1.7.3.3.2. Termografía*

La termografía utiliza sistemas de cámaras sensibles a los rayos infrarrojos para capturar la radiación (calor) emitida por los objetos con el fin de producir una imagen o proporcionar una temperatura.

Los patrones técnicos basados en diferencias de temperatura son medidos por termómetros infrarrojos, scanners en línea y son registrados en videos para su inmediata reproducción, procesados por sistemas de análisis de imagen por computador e impresos para fines de documentación y trazabilidad.

La imagen térmica es útil para el mantenimiento predictivo de dos modos:

- 1) El primero es el método de “no-contacto” utilizado para identificar componentes mecánicos y eléctricos que están más calientes que lo normal lo que sugiere una falla inminente.
- 2) El segundo modo indica pérdida excesiva de calor que usualmente es un signo de aislamiento incorrecto o inadecuado.

#### *1.7.3.3.3. Tribología*

La tribología (análisis de lubricantes) estudia la fricción, el desgaste y la lubricación que tienen lugar durante el contacto entre superficies sólidas en movimiento.

Para entender éste tipo de análisis se requieren conocimientos de física, de química y de tecnología de materiales.

La tarea de esta especialidad es reducir la fricción y desgaste para conservar y reducir energía, lograr movimientos más rápidos y precisos, incrementar la productividad y reducir el mantenimiento.

Para determinar ciertas condiciones ésta técnica utiliza determinados tipos de ensayos tales como:

#### *1.7.3.3.4. Espectroscopia por Emisión Atómica*

La espectroscopia identifica:

- Partículas metálicas muy finas disueltas en el lubricante, las partículas gruesas (desgaste severo) no son analizadas por esta técnica
- Las condiciones de las superficies de desgaste
- Desgaste por roce
- Desgaste por corte
- Desgaste de fatiga por rodadura
- Desgaste combinado por rodadura y deslizamiento
- Desgaste grave por deslizamiento

#### *1.7.3.3.5. Viscosidad*

Mide la capacidad de flujo del lubricante.

#### 1.7.3.3.6. *Ensayos Físicos y Químicos*

Evalúan si el lubricante es adecuado o no para el servicio así como también:

- La condición del lubricante
- Presencia de contaminantes
- Dilución del combustible
- Contenido de sólidos (hollín de combustible)
- Nitración
- Número total de ácidos (TAN)
- Número total de base (TBN)
- Conteo de partículas

En la práctica ésta técnica es utilizada para monitoreo de equipos con tanques de lubricación, para determinar el reemplazo de aceite tomando como base las condiciones y no los calendarios (medidores internos) y se la combina con el análisis de vibraciones para confirmar las conclusiones.

#### 1.7.3.3.7. *Alineado de Precisión y Dispositivos de Balanceo*

Se utiliza para inspeccionar el alineado y balanceo en máquinas acopladas. Estas herramientas predictivas incluyen sistemas de alineamiento laser y electromecánico.

Encuentra especial aplicación en maquinaria en la que la falta de alineamiento o desequilibrio ocasionan fallas prematuras o falta de calidad en elementos como motores de impulsión, bombas, nivelación de prensas y componentes giratorios de alta velocidad; durante la etapa de pruebas iniciales, inspección de equipos nuevos y reconstruidos, inspecciones de rutina y verificación de acciones de reparación.

#### **1.7.3.4. Ventajas del Mantenimiento Predictivo**

- Sigue la evolución de un defecto en el tiempo.
- Verifica el estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma esporádica, al confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico y operacional muy útil en estos casos.

- Permite conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Permite la toma de decisiones sobre la parada de una máquina en momentos críticos.

#### **1.7.4. MANTENIMIENTO PROACTIVO**

El mantenimiento proactivo es una estrategia de mantenimiento dirigida fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria.

La longevidad de los componentes del sistema depende de que los parámetros de causas de falla sean mantenidos dentro de los límites aceptables, utilizando una práctica de “detección y corrección” de las desviaciones estándares, las mismas que están establecidas para cada uno de los elementos en esta práctica.

Los “límites aceptables” significan que los parámetros de causas de falla están dentro del rango de severidad operacional que conduce a una vida aceptable del componente en servicio.

Sus costos son similares y complementarios a los del mantenimiento predictivo. Una vez que las causas que generan el desgaste han sido localizadas, no se debe permitir que estas continúen presentes en la maquinaria, porque su vida y desempeño se ven reducidos.

#### **1.7.5. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**

El Mantenimiento Productivo Total TPM (*Total Productive Maintenance*) es una estrategia que se creó en la década de los cincuenta en el Japón y que ayuda a desarrollar y crear capacidades competitivas a través de la eliminación sistemática y rigurosa de las deficiencias de los sistemas operativos.

Se compone por una serie de actividades ordenadas que, una vez implantadas, ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial orientado a lograr:



- Cero accidentes
- Cero defectos
- Cero pérdidas

La forma óptima del mantenimiento en una instalación industrial o manufacturera es la técnica TPM, la cual es un mejoramiento del mantenimiento preventivo y se basa en tres criterios fundamentales:

*1) Maximizar la efectividad del tiempo*

- Lograr cero tiempos muertos que es una meta alcanzable al prevenir las fallas.

*2) Mantenimiento autónomo por operarios*

- Los operadores son los responsables del mantenimiento.
- Se sigue teniendo un equipo de mantenimiento pero cada vez se incrementan las actividades de mantenimiento que realizan los operadores.
- Actividades de mantenimiento que realizan los operadores son: limpieza del equipo, lubricación, ajustes e inspecciones de mantenimiento preventivo.

*3) Actividades de grupos pequeños dirigidos por la organización*

- Las actividades de estos pequeños grupos son dirigidas por la administración mediante una conducción motivadora; con el fin de organizar la disponibilidad de trabajadores que cumplan con requisitos de conocimiento de los nuevos procesos y maquinaria.

#### **1.7.5.1. Características del TPM**

- Se realizan acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Orienta a la mejora de la efectividad global de las operaciones en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación, producción y en el cuidado de los equipos y recursos físicos.

Los empleados deben estar bien capacitados y entrenados, esperando que se ocupen de las reparaciones básicas, de la limpieza del equipo a su cargo, de la

lubricación, ajustes de piezas mecánicas, de la inspección y detección diaria de hechos anormales en el funcionamiento del equipo. Para esto es necesario que los operadores hayan comprendido la forma de funcionamiento del equipo y que sean capaces de detectar las señales que anuncian la proximidad de llegada de fallas. A ésta actitud y metodología se la denomina “*Mantenimiento Autónomo*” la cual forma parte de los pilares del mantenimiento.

#### 1.7.5.2. Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)

La idea del mantenimiento autónomo es que cada operario sepa diagnosticar y prevenir las fallas eventuales del equipo y de éste modo prolongar la vida útil del mismo. Es el mantenimiento que los operadores realizan a menor escala, y que contribuye en gran medida a aumentar la eficacia de los equipos a través de la prevención del deterioro.

El mantenimiento autónomo puede prevenir contaminación por agentes externos, ruptura de ciertas piezas, desplazamientos, errores en la manipulación con el solo hecho de instruir al operario en limpiar, lubricar y revisar.

A pesar de que muchas organizaciones piensan que lograr el mantenimiento autónomo requiere de una gran inversión, la realidad es que a la larga es más económico porque la inversión que se hace en la capacitación del personal siempre es provechosa, manifestándose en un menor número de fallas. La tabla 1.1. detalla los pasos para el desarrollo del manteniendo autónomo:

**Tabla 1.1. Pasos para el desarrollo del mantenimiento autónomo<sup>4</sup>**

PASO	TIPO DE ACTIVIDAD
1) Limpieza inicial	Limpiar todo el polvo y basura del equipo. Lubricar y ajustar las piezas. Detectar y reparar mal funciones.
2) Medidas contra las fuentes de averías	Prevenir las causas de polvo, basura y desajustes. Hacer más accesibles las partes difíciles de limpiar y lubricar. Hacer más accesibles las partes difíciles de limpiar y lubricar.

Continúa .

<sup>4</sup>JÁCOME, FERNANDO; Folleto de Ingeniería de Mantenimiento; EPN; 2010; Pág. 25

3) Formulación de estándares de limpieza y lubricación	Establecer estándares de limpieza, lubricación y ajuste invirtiendo el menor tiempo.
4) Verificación global	Entrenamiento en verificación a través de manuales. Detectar y reparar defectos menores del equipo a través de chequeos globales.
5) Verificación autónoma	Formular e interpretar hojas de verificación autónoma.
6) Orden y aseo	Estándares de limpieza, verificación y lubricación. Estándares para la distribución física en los puestos de trabajo. Estandarización de registros de datos. Estandarización de montajes, útiles y herramientas.
7) Dirección del sistema autónomo	Desarrollar políticas corporativas y objetivos. Hacer rutinas para las actividades de mejora, análisis de funciones y mejora de los equipos.

#### 1.7.5.3. Criterios para alcanzar el TPM

- Llevar a cabo actividades de mejora diseñadas para aumentar la eficacia del equipo.
- Establecer un sistema de mantenimiento planificado.
- Establecer un sistema de mantenimiento autónomo que se realice por los operarios, después de que hayan sido debidamente capacitados y hayan adquirido la destreza para que puedan prevenir y corregir fallas.
- Establecer cursos de formación (capacitación) permanente a los trabajadores que aumenten su nivel técnico.
- Establecer un sistema para desarrollo del mantenimiento productivo y la gestión temprana del equipo.

#### 1.7.5.4. Etapas de implementación del TPM

A continuación se presentan una secuencia ordenada de pasos para alcanzar el TPM en una organización:

- 1) Decidir la implementación
- 2) Informar y formar a todos los grupos de la organización

- 3) Poner en marcha una estructura de comando
- 4) Diagnosticar la situación de cada una de las áreas
- 5) Elaborar un programa
- 6) Poner en marcha el programa
- 7) Analizar y eliminar las causas de falla
- 8) Desarrollar el mantenimiento autónomo
- 9) Desarrollar el mantenimiento programado
- 10) Mejorar la técnica
- 11) Integrar experiencias
- 12) Validar el TPM

#### 1.7.6. ESTRATEGIA DE LAS 5S

Las 5S son un método de gestión japonesa originado en los años sesentas en Toyota. Esta técnica es denominada de ésta manera por la primera letra en japonés de cada una de sus cinco palabras. Esta metodología pretende reducir los costos por pérdidas de tiempo y energía, mejorar la calidad de la producción, minimizar los riesgos de accidentes, incrementar la seguridad industrial y mejorar las condiciones de trabajo al igual que elevar la moral del personal.

Se piensa que los recursos destinados a la limpieza no producen rentabilidad, sin embargo, el orden metódico y organización son algo primordial en las áreas de trabajo.

**Tabla 1.2. Significado de las 5S<sup>5</sup>**

<b>Nombre (Japonés)</b>	<b>Significado</b>	<b>Definición</b>	<b>¿Qué pretende?</b>
<b><i>Seiri</i></b>	Clasificar	Separar innecesarios	Eliminar lo innecesario del espacio de trabajo.
<b><i>Seiton</i></b>	Ordenar	Situar Necesarios	Organizar adecuadamente los elementos a usar en el espacio de trabajo
<b><i>Seiso</i></b>	Limpiar	Suprimir suciedad	Mejorar el nivel de limpieza del lugar.
<b><i>Seiketsu</i></b>	Estandarizar	Señalar actividades	Elaborar, establecer estándares y normas sencillas y visibles
<b><i>Shitsuke</i></b>	Disciplinar	Mejora continua	Fomentar los esfuerzos en este sentido.

<sup>5</sup>JÁCOME, FERNANDO; Folleto de Ingeniería de Mantenimiento; EPN; 2010; Pág. 26

Las 5S consisten en organizar el lugar de trabajo, ordenar todas las cosas, contar con un aspecto de limpieza tanto de las personas como del lugar de trabajo, asear el lugar de trabajo continuamente, remover partículas y manchas, y por último buscar la disciplina y compromiso por parte de los empleados para mantener estas condiciones.

Estas actividades, aunque parezcan pequeñas e infructuosas, son la base para la mejora de los equipos a través de un adecuado programa de mantenimiento que involucre al operador de la máquina (que está en contacto permanente con la misma) y le facilite detectar anomalías tempranas que puedan coadyuvar en la prevención del mantenimiento.

#### **1.7.7. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)**

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) se propone preservar el estado original de diseño y operación. Para que esto sea posible los equipos deben ser capaces de cumplir las funciones para las cuales fueron seleccionados y que la selección haya tenido en cuenta la condición operacional real. Una alta disponibilidad no implica necesariamente una alta confiabilidad, pero una alta confiabilidad si implica una buena disponibilidad y seguridad, en la medida en que la maquinaria presenta una baja probabilidad de falla.

Para el caso de maquinaria pesada, la confiabilidad es el producto de la confiabilidad individual de cada sistema que la compone.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad se caracteriza por:

- Considerar la fiabilidad inherente o propia del equipo/instalación.
- Asegurar la continuidad del desempeño de su función.
- Mantener la calidad y capacidad productiva.
- Si se desea aumentar la capacidad, mejorar el rendimiento, incrementar la fiabilidad, mejorar la calidad de la producción es necesario un rediseño.
- Toma en cuenta la consideración operacional ¿Dónde y cuándo se está usando la maquinaria?

## 1.8. ANÁLISIS DE FALLOS Y AVERÍAS

Quien se dedique al mantenimiento de cualquier instalación, equipo o sistema, debe ofrecer la reparación de los desperfectos que surjan y las modificaciones necesarias para que estos no aparezcan.

El mantenimiento debe conocer las posibles averías que se pueden producir. No se puede conformar con detectar una falla y repararla. Lo importante es descubrir el origen del desperfecto y prever que no se repita en el futuro. Es una tarea de aprendizaje que utiliza la experiencia propia y ajena, que juntas pueden predecir cualquier inconveniente en el desempeño y muestran desviaciones respecto a resultados previstos.

*El fallo* es considerado como una pérdida de aptitud para cumplir una determinada función, y la *avería* es el estado del sistema tras la aparición del fallo pero este concepto es mucho más amplio y se debe tomar en cuenta la falta de calidad del producto, la falta de seguridad, el mal aprovechamiento de la energía disponible y la contaminación ambiental.

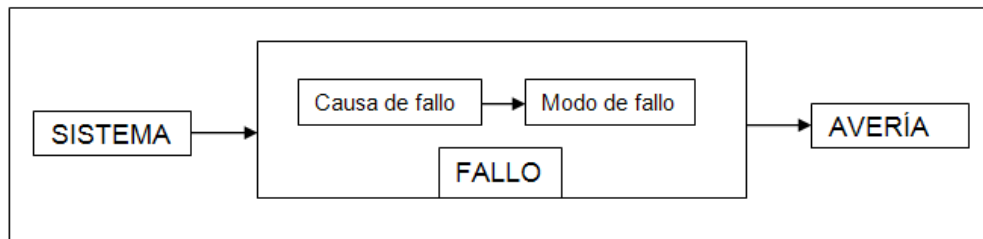
Por tal motivo, se impone establecer una estrategia que además de corregir las citadas desviaciones asegure que todos los involucrados en el proceso se comprometan con la mejora continua del mismo.

El análisis de fallas y averías se define como el conjunto de actividades de investigación que, aplicadas sistemáticamente, trata de identificar las causas de las averías y establecer un plan que permita su eliminación. Si ello no es posible se debe disminuir la frecuencia de la citada avería o la detección conveniente de la misma en busca de consecuencias tolerables o controladas.

En conclusión se busca mejorar la fiabilidad, aumentar la disponibilidad, reducir costos y evitar:

- La tendencia a convivir con los problemas.
- La tendencia a simplificar los problemas.
- La tendencia a concentrarse en el problema del día.

Se denomina *modo de fallo* al efecto observable por el que se constata el fallo del sistema. A cada fallo se le asocian diversos modos de fallo y cada modo de fallo se genera como consecuencia de una o varias causas de fallo; de manera que un modo de fallo representa el efecto por el que manifiesta la causa de fallo (Fig. 1.2.).



**Figura 1.2. Proceso de aparición de una vería<sup>6</sup>**

### 1.8.1. CLASIFICACIÓN DE FALLAS Y AVERÍAS

Desde el punto de vista del mantenimiento las fallas o averías se clasifican de la siguiente manera:

#### 1.8.1.1. En función de la capacidad de trabajo

##### 1.8.1.1.1. *Fallas Totales*

Son aquellas que ponen fuera de servicio a todo el equipo.

##### 1.8.1.1.2. *Fallas Parciales*

Son aquellas que ponen fuera de servicio a una parte del equipo.

Son muy útiles otros tipos de clasificaciones de los fallos, por ejemplo según:

- La técnica a aplicar para subsanar la falla, mecánica, eléctrica, instrumental, etc.
- Si toma en cuenta que la falla fue originada por otra, es decir es dependiente o independiente.
- El tiempo que dura la falla clasificándose en continua, intermitente o errática.

<sup>6</sup>AGUINAGA, ÁLVARO; Folleto de Ingeniería de Mantenimiento; EPN; 2010; Pág. 33

- Según el momento de aparición puede ser infantil o precoz, aleatorio o tasa de fallos constante, de desgaste o envejecimiento.
- Según como se manifiestan y la magnitud: 1) Cataléptico: Súbito y Total 2) Por degradación: Progresivo y Parcial.
- Según sus efectos: menores, significativos, críticos, catastróficos.

## **1.8.2. PROCEDIMIENTOS PARA ANALIZAR FALLOS Y AVERÍAS**

Antes de investigar un problema es preciso asegurarse de que se lo comprende perfectamente. Esto supone definir los síntomas del problema y comprender el proceso que lo provoca, así se evita desperdiciar esfuerzos innecesariamente.

Cuando se define y comprende un problema se ha avanzado significativamente en su resolución. Se debe delimitar el alcance del análisis de averías, esto se consigue definiendo los límites del sistema. El sistema es un conjunto de elementos, denominados generalmente componentes, interconectados o en interacción, cuya misión es realizar una o varias funciones en condiciones predeterminadas. El análisis de averías debe contemplar una fase en que se defina el sistema, sus funciones y las condiciones de funcionamiento.

### **1.8.2.1. Análisis de Prioridad de Reparación**

Para establecer la importancia entre los diferentes equipos y poder determinar la prioridad que es requerida por cada máquina, es conveniente estudiar cada equipo con respecto al conjunto de instalaciones con que cuenta la organización. Se presentan a continuación los criterios para obtener la prioridad, en función de diferentes factores básicos. Se debe ponderar cada factor insistiendo en que cada organización debe ajustar los valores de los mismos para adaptarlos a casos concretos y de ser necesario se deben sumar o restar factores.

Este análisis conviene realizarlo en función de:

#### *La producción*

- Porcentaje de uso del equipo
- Disponibilidad de equipo alternativo
- Influencia sobre el resto de equipos



### *La calidad*

- Pérdidas por no cumplir requisitos de calidad
- Importancia del equipo sobre la calidad final

### *El medioambiente*

- Impacto sobre el medio ambiente

### *La seguridad*

- Riesgos sobre el personal
- Riesgos sobre el equipo

### *Mantenimiento*

- Frecuencia de las averías
- Costos de las averías
- Número de horas paradas por avería
- Grado de complejidad y tecnología del equipo
- Nivel de especialización del personal requerido

## **1.8.2.2. Herramientas para el Análisis de Averías**

Entre las diversas herramientas se han seleccionado las que más se adaptan para la fase de análisis.

### *1.8.2.2.1. Histograma*

Histograma es un gráfico de barras verticales que representan la distribución de un conjunto de datos. Su contribución ayuda a comprender la tendencia central, dispersión y frecuencias relativas de los distintos valores. Muestra grandes cantidades de datos dando una visión clara y sencilla de su distribución.

El histograma es especialmente útil cuando se tiene un amplio número de datos que es preciso organizar, para analizar más detalladamente o tomar decisiones sobre la base de ellos.

Es un medio eficaz para transmitir a otras personas información sobre un proceso de forma precisa e inteligible. Compara los resultados de un proceso con las

especificaciones previamente establecidas para el mismo. Proporciona, mediante el estudio de la distribución de los datos, un excelente punto de partida para generar hipótesis acerca de un funcionamiento insatisfactorio.

#### 1.8.2.2.2. *Diagrama de Pareto*

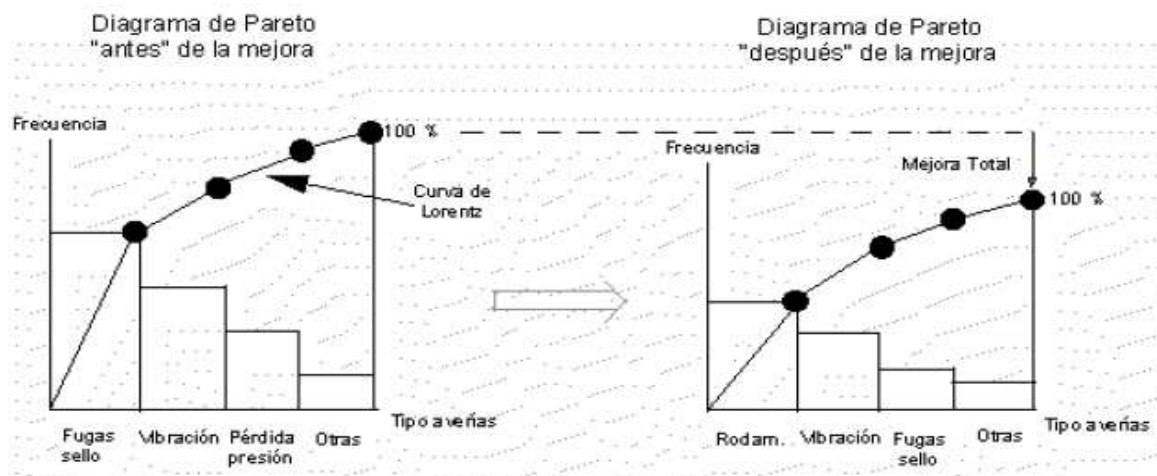
Frecuentemente el personal técnico de mantenimiento y producción debe enfrentarse a problemas que tienen varias causas o son la suma de varios problemas. El diagrama de Pareto selecciona, por orden de importancia y magnitud, las causas o problemas que se deben investigar hasta llegar a conclusiones que permitan eliminarlos de raíz.

La mayoría de problemas son producidos por un número pequeño de causas, ley de las prioridades 20-80 “el 80% de los problemas que ocurren en cualquier actividad son ocasionados por el 20% de los elementos que interviene en producirlos”. Sirve para conseguir el mayor nivel de mejora con el menor esfuerzo posible. Tiene la capacidad de concentrar la atención en puntos clave, en vez de extenderse a toda la población.

A los pocos orígenes que son los responsables de la mayoría de los problemas se los conoce como *causas vitales*. Los orígenes que no aportan en mayor magnitud a generar los problemas se los conoce como *causas triviales*.

Aunque las causas triviales no sean significativas no implica que sean dejadas de lado o descuidadas. Se trata de ir eliminando progresivamente las causas vitales y una vez conseguido esto, es posible que las triviales se conviertan en vitales.

Se trata de clasificar los problemas y/o causas en vitales y triviales. Ver figura 1.3.

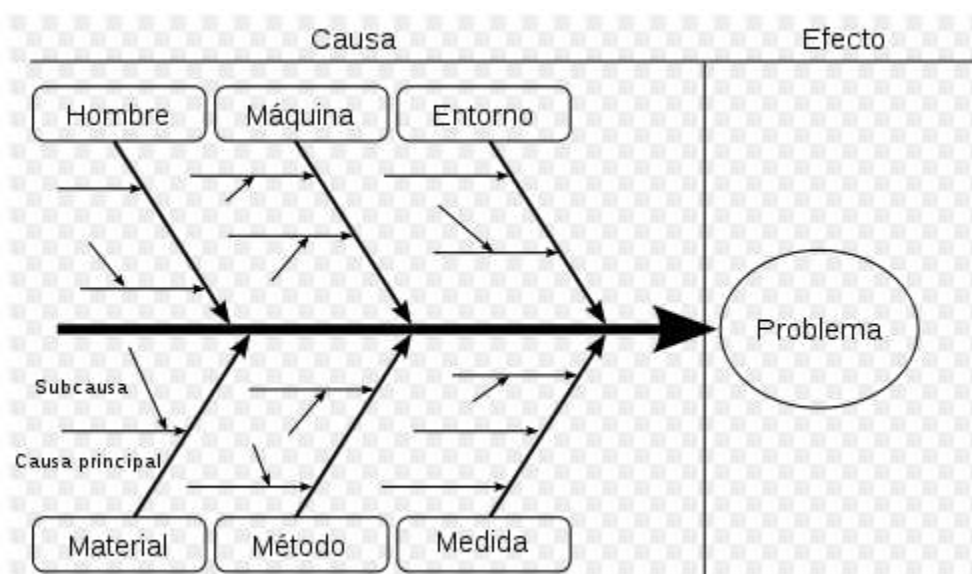


**Figura 1.3. Diagrama de Pareto antes y después de la mejora<sup>7</sup>**

#### 1.8.2.2.3. Diagrama Causa Efecto (Ishikawa)

Este diagrama se utiliza para representar la relación entre algún efecto y todas las causas posibles que lo puedan originar. Todo tipo de problema como el funcionamiento de un motor o una lámpara que no encienda puede ser sometido a este análisis.

Se le denomina también diagrama de Ishikawa en honor de quién lo concibió e impulsó, el Dr. Kaoru Ishikawa (Japón), o como diagrama de espina de pescado por su forma (Figura 1.4.).



**Figura 1.4. Diagrama de Ishikawa con todas sus partes<sup>8</sup>**

<sup>7</sup> Mantenimiento, su implementación y gestión; Leandro Daniel Torres; UNIVERSITAS; 2da Ed.; 2005; Pág. 31

Los diagramas de causa efecto se construyen para ilustrar con claridad cuáles son las posibles causas que producen el problema. Un eje central se dirige al efecto, y sobre éste eje se disponen las posibles causas.

El análisis causa-efecto es el proceso mediante el cual se parte de una definición precisa del efecto que se desea estudiar. Posteriormente se disponen todas las causas que pueden provocar el efecto. A las causas conviene agruparlas por tipo; por ejemplo las originadas por motivos eléctricos, otras por elementos mecánicos, hidráulicos, humanos, materiales, etc. Cada grupo se dispone en una espina diferente o subeje.

## CAPÍTULO 2

### CONTEXTO OPERACIONAL DE LA MAQUINARIA CAMINERA DEL CANTÓN PUJILÍ

#### 2.1. INTRODUCCIÓN

Para diseñar un plan de mantenimiento es necesario conocer el parque de maquinaria caminera que posee el Municipio del Cantón Pujilí, sus especificaciones, características, estado y operatividad, la infraestructura disponible, herramientas, mano de obra disponible con su nivel de preparación, las medidas actuales de mantenimiento, la estructura de funcionamiento del área de mantenimiento y la relación del departamento de mantenimiento con los demás departamentos de la organización.

#### 2.2. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR<sup>1</sup>

El cantón Pujilí se halla ubicado en las estribaciones de la cordillera occidental del callejón interandino, en las laderas del monte Sichahuasín, en la provincia de Cotopaxi, a 2961 msnm, por lo que su geografía presenta elevaciones y depresiones a lo largo y ancho del territorio. Es un cantón extenso (abarca zonas desde la sierra central, páramos y subtrópico; Fig. 2.1.), pues es el segundo en extensión territorial con 1308 km<sup>2</sup> después de Latacunga, en toda la provincia.



**Figura 2.1. Cantones de la provincia de Cotopaxi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Plan de desarrollo estratégico del Cantón Pujilí, Pág. 2

<sup>2</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Cantones\\_de\\_la\\_Provincia\\_de\\_Cotopaxi.JPG](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Cantones_de_la_Provincia_de_Cotopaxi.JPG)

### 2.3. VISITA TÉCNICA

El día 27 de Mayo de 2011, se realiza la visita técnica al parque de maquinaria caminera (Fig. 2.2.). Con la presencia del Ing. Jaime Vargas (Director de Tesis) y del Ing. Diego Toro (Jefe de Operación y Mantenimiento del Municipio) se realiza el reconocimiento del lugar, en donde se aprecia gran parte de las instalaciones, estado de la infraestructura y capacidad del lugar para una correcta distribución de la maquinaria.

En ésta visita se determinan las máquinas a las que se evalúan y posteriormente se realiza el plan de mantenimiento preventivo. Se tiene una charla con el Ing. Diego Toro, quien nos ofrece información sobre: antecedentes de alguna maquinaria, el tipo de mantenimiento actual, infraestructura, herramientas y el personal que trabaja en el parque.



**Figura 2.2. Visita técnica<sup>3</sup>**

En los subcapítulos del 2.3.1. al 2.3.5. se da a conocer en detalle la información que se obtiene en base a la visita técnica y en el posterior trabajo realizado en campo:

---

<sup>3</sup> Fuente Propia

### **2.3.1. MANTENIMIENTO ACTUAL**

El Municipio del Cantón Pujilí posee un parque de maquinaria caminera, nueva y antigua, para dar servicio de apertura y mantenimiento de carreteras y caminos vecinales a sus seis parroquias. Su maquinaria está expuesta a elevados niveles de exigencia y desgaste ya que debe cubrir grandes extensiones con pocas unidades.

Actualmente, el municipio no posee un plan de mantenimiento eficiente para la administración de la maquinaria. Tampoco cuenta con personal especializado y con experiencia para realizar inspecciones, evaluaciones y diagnóstico de los diferentes sistemas que conforman el equipo pesado. No se realizan tareas de mantenimiento correctivo mayores como reparación de motores, convertidores, motores de arranque, alternadores, sistemas de enfriamiento, sistemas de inyección, sistemas hidráulicos, etc.

Es conveniente anotar que no se poseen registros que contengan información sobre diversos aspectos importantes relacionados con la maquinaria como libros de actividades diarias o bitácoras, registros de mantenimientos correctivos, registros de rendimientos, etc.

En la actualidad se realizan tareas de mantenimiento correctivo menores y pocas tareas preventivas. La disponibilidad de manuales de la maquinaria es escasa debido ya sea a la antigüedad de los equipos, la incorrecta administración de bibliografía técnica o el simple desconocimiento y desinterés de las diferentes administraciones municipales entre otras razones que provocan un funcionamiento deficiente y costoso de la maquinaria.

El área de mantenimiento, al no disponer de una adecuada administración, genera una serie de problemas que afectan las actividades diarias como:

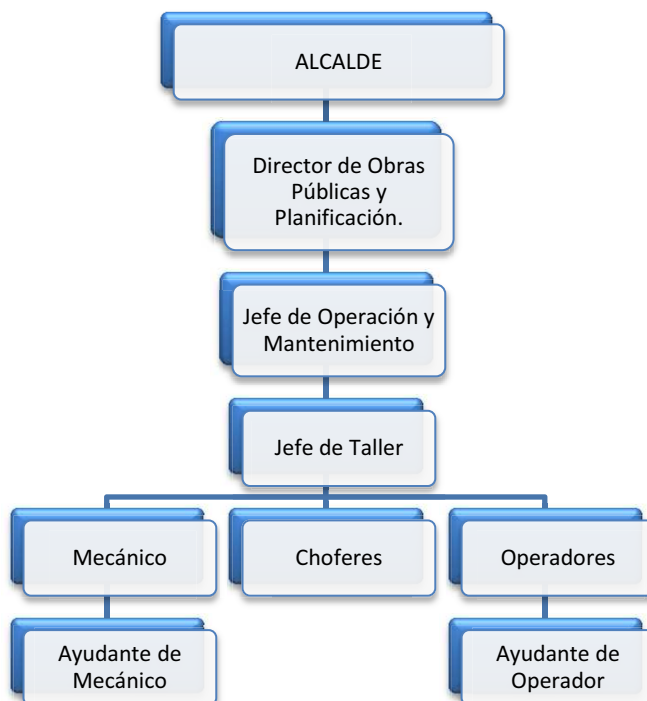
- No existencia de registros de actividades.
- No existencia de registros de mantenimiento.
- No existencia de registros sobre rendimiento y daños.
- No existen organigramas bien definidos.
- No existe una eficiente planificación para los trabajos.

- No se establecen metas.
- Falta de políticas y estrategias de mejoramiento.

Esta deficiente administración del mantenimiento provoca pérdida o ausencia de información relacionada con la maquinaria, y la pérdida de tiempo que esto implica al buscar dicha información.

### 2.3.2. ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA

El Municipio del cantón Pujilí dispone de una estructura organizada, la cual está enfocada en administrar y llevar a cabo las actividades que como Gobierno Autónomo Descentralizado le competen. Esta estructura cuenta con diversos departamentos, uno de ellos es el de Operación y Mantenimiento, encargado del equipo caminero. Por fines específicos y prácticos para el desarrollo del presente trabajo a continuación se muestra la estructura del área de mantenimiento y operación de maquinaria a manera de organigrama (Fig. 2.3.):



**Figura 2.3. Estructura Organizacional del área de mantenimiento y operación<sup>4</sup>**

<sup>4</sup> Fuente Propia



### 2.3.3. INFRAESTRUCTURA Y ESPACIO FÍSICO (FIG. 2.4.)

El Municipio del cantón Pujilí dispone de un considerable espacio físico, más no de una infraestructura apropiada para las tareas de mantenimiento de la maquinaria; pues solo cuenta con un pequeño galpón de construcción antigua con protección contra factores ambientales y piso de concreto.

Esta edificación está desprovista de instalaciones apropiadas de iluminación, aire comprimido para servicio, tomas industriales de corriente eléctrica y puesta a tierra, sistema de drenaje para fugas y limpieza, servicios higiénicos para el personal, etc. Tampoco cuenta con un sistema de gestión ambiental para la administración de desechos relacionados con la maquinaria tales como: lubricantes, filtros, grasas, llantas, guapes, partes metálicas y plásticas.

Se cuenta con una bodega de uso general, la misma que es compartida, pues allí se encuentran los insumos, repuestos, etc., de la maquinaria y los artículos que tienen que ver con las diferentes actividades que lleva a cabo la municipalidad.



Figura 2.4. Infraestructura del parque de maquinaria<sup>5</sup>

### 2.3.4. HERRAMIENTAS

En lo que respecta a herramientas e instrumentos para llevar a cabo las tareas de mantenimiento, el área no dispone de un grupo completo de útiles. Las pocas herramientas y equipos disponibles son en su mayoría para realizar mantenimiento correctivo.

---

<sup>5</sup> Fuente Propia

Al momento tampoco dispone de herramientas de precisión para ajuste y calibración tal como llaves dinamométricas, herramientas para medida precisa de longitud como calibradores y tornillos micrométricos, instrumentos de medición para maquinaria como manómetros, flujómetros, termómetros, relojes palpadores para balanceo y centrado de ejes, etc.

Se advierten los siguientes problemas relacionados con las herramientas:

- No existe control de herramientas.
- Herramientas insuficientes para las tareas de mantenimiento.
- Ausencia de presupuesto para herramientas.
- Improvisación de materiales.
- Control deficiente de insumos y repuestos.

#### **2.3.5. PERSONAL**

El área de operación y mantenimiento dispone en la actualidad de personal nuevo en casi su totalidad, es decir, el personal se ha renovado a lo largo del último año (2011). El personal antiguo (entre operadores y choferes que salieron del municipio para jubilarse), tenía un promedio de 30 años de relación con la maquinaria, por lo que poseían la información sobre el desempeño, historial, reparaciones, etc. Dicha información habría sido de vital importancia para elaborar un historial referencial que contemple la gravedad y frecuencia de los fallos y ayudar a fijar criterios sobre detectabilidad, fiabilidad y disponibilidad de las máquinas.

Se observa que existen algunas deficiencias dentro del personal del área de mantenimiento, el cual no cuenta con nociones básicas sobre técnicas apropiadas de mantenimiento, operación y seguridad industrial.

Al momento no se efectúa ni se proporciona ningún tipo de capacitación técnica que vaya dirigida al personal como: mecánicos, operadores, choferes y ayudantes para incrementar su conocimiento y su desempeño dentro del área.

Se advierten los siguientes problemas:

- Falta de organización sobre responsabilidades y tareas.
- Falta de motivación e incentivos.

## 2.4. DESCRIPCIÓN Y CODIFICACIÓN DEL EQUIPO CAMINERO

El parque caminero del Municipio del cantón Pujilí consta de equipos de diferentes años de fabricación y modelos, dando un total de 20 unidades funcionales al momento.

Con el fin de tener un mejor criterio técnico de la funcionalidad y prestaciones que posee el parque caminero se presenta el Anexo D. Éste anexo permite facilitar el entendimiento del presente proyecto.

La operatividad y estado de las mismas serán tratados a profundidad en el subcapítulo 2.5. existe maquinaria que es descartada por su estado o condición (según una lista proporcionada por el jefe de operación y mantenimiento), por lo tanto, ya no es considerada para la elaboración del plan de mantenimiento.

### 2.4.1. CODIFICACIÓN UTILIZADA

Al ser un número significativo de unidades y por recomendación teórico-práctica de la Ingeniería de Mantenimiento, se procede a designar un código abreviado para la identificación y administración de cada uno de los equipos:

Codificación: XX – N

Donde: XX: Siglas para asignar el tipo de máquina (Tabla 2.1.)

N: Número de máquina dentro del mismo tipo

**Tabla 2.1. Siglas para asignar el tipo de máquina<sup>6</sup>**

Máquina	Siglas
Cargador Frontal	CF
Minicargadora	MC
Retroexcavadora	RE
Excavadora	EX
Rodillo	RD
Motoniveladora	MT
Bulldozer	BD
Volqueta	VQ
Plataforma	PT

<sup>6</sup> Fuente Propia

La tabla 2.2. presenta un cuadro en el que consta la maquinaria operativa del municipio, su marca, modelo, año de fabricación y la codificación asignada.

**Tabla 2.2. Equipo Caminero Operativo del Municipio de Pujilí<sup>7</sup>**

Tipo de Máquina	Marca	Modelo	Año de Fabricación	Código Máquina
Cargador Frontal	CASE	621D	2004	CF-1
Cargador Frontal	CLARK	45B Michigan	1980	CF-2
Minicargadora	CASE	420	2008	MC-1
Retroexcavadora	CASE	590SM	2008	RE-1
Excavadora	DOOSAN	DX225LC	2010	EX-1
Rodillo	AMMANN	ASC-100	2010	RD-1
Rodillo	BOMAG	BW210	1980	RD-2
Motoniveladora	CATERPILLAR	120G	1968	MT-1
Motoniveladora	CATERPILLAR	120M	2011	MT-2
Motoniveladora	CHAMPION	720	1983	MT-3
Bulldozer	CATERPILLAR	D5B	1968	BD-1
Bulldozer	CATERPILLAR	D6N	2011	BD-2
Bulldozer	NEW HOLLAND	D170	2010	BD-3
Volqueta	CHEVROLET	Súper FVR	2011	VQ-1
Volqueta	CHEVROLET	FVR	2007	VQ-2
Volqueta	CHEVROLET	FVR	2007	VQ-3
Volqueta	CHEVROLET	FVR	2007	VQ-4
Volqueta	CHEVROLET	FVR	2008	VQ-5
Volqueta	HINO	KB	1981	VQ-6
Plataforma	KENTWORTH	K100	1981	PT-1

Como se puede observar, 7 de los equipos superan los 25 años de operación, dándoles el carácter de *poco fiables*. Un mantenimiento adecuado y oportuno sobre estos equipos espera: ofrecer un tiempo de operación extra, no incurrir en gastos excesivos, no desperdiciar los recursos y obtener una productividad adecuada.

<sup>7</sup> Fuente Propia

## **2.5. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA MAQUINARIA**

Para la elección, programación y realización del tipo adecuado de mantenimiento de los equipos o máquinas, se debe conocer y entender con claridad las especificaciones técnicas y características de su funcionamiento.

Para lograr esto, se ha consultado información técnica en: catálogos, libros y manuales de la maquinaria según el fabricante. La información proporcionada por operadores y choferes también ayuda a realizar una evaluación objetiva del estado y operatividad de los equipos.

Se realiza una inspección visual de las máquinas, de los sistemas y partes que las componen. Se comprueban modelos y números de serie para facilitar la administración y gerencia, pues da pautas claras de las características de los equipos y de sus partes.

La caracterización permite entre otras cosas:

- Entender y describir los diferentes tipos de maquinaria, su construcción, sus sistemas de funcionamiento, características de selección, precauciones y su mantenimiento.
- Definir y diseñar un sistema de gestión de mantenimiento para la maquinaria.
- Adquirir criterios técnicos para evaluar la operación existente.

Al final de cada hoja de caracterización se da un criterio que permite ubicar y entender la situación de la máquina dentro del conjunto para evaluar su importancia y estado actual.

La importancia dentro del parque caminero y el estado se evalúan de acuerdo a los siguientes criterios: (Tabla 2.3. y Tabla 2.4.)

**Tabla 2.3. Criterios para calificar la importancia de la maquinaria caminera.<sup>8</sup>**

<b>Calificación</b>	<b>Criterio</b>
Vital	Su ausencia provoca grandes pérdidas y gran disminución de la productividad del equipo caminero.
Esencial	Se ven afectadas las obras. Su tiempo fuera de uso afecta gravemente la productividad del equipo.
Importante	Si llega a pararse, el impacto de su inactividad es notable, pero sus funciones pueden ser realizadas por otra máquina.
Normal	La frecuencia de uso es menor en comparación al resto de equipos camineros, siendo más utilizado en la zona urbana.

**Tabla 2.4. Criterios para calificar el estado de la máquina.<sup>9</sup>**

<b>Calificación</b>	<b>Criterio</b>
Excelente	El tiempo fuera de servicio, por actividades de mantenimiento o averías está dentro de lo normal, por lo que la productividad de la máquina es alta.
Bueno	Se presentan problemas de funcionamiento, sin embargo su productividad no se ve comprometida.
Regular	El tiempo fuera de servicio por actividades de mantenimiento correctivo y por averías es elevado, su disposición y confiabilidad son bajas.
Pésimo	La mayor parte de su tiempo productivo se encuentra inhabilitada, por estar en mantenimiento o por daños. Su productividad es muy baja.

Se procede a presentar las hojas de Especificación e Inspección de las máquinas, una de cada tipo según la codificación implantada (Tablas: 2.5. a 2.22.). En las mismas se evalúan también aspectos de seguridad para el chofer y para la

<sup>8</sup>Mantenimiento, su implementación y gestión; Leandro Daniel Torres; UNIVERSITAS; 2da Ed.; 2005; Pág. 28

<sup>9</sup>Mantenimiento, su implementación y gestión; Leandro Daniel Torres; UNIVERSITAS; 2da Ed.; 2005; Pág. 28

maquinaria. Las hojas de Especificación e Inspección para el resto de maquinaria se encuentran en el Anexo A.

### 2.5.1. VOLQUETAS (FIG. 2.5)

El municipio cuenta al momento con 6 volquetas, las cuales se encuentran operativas en su totalidad. Cinco de ellas, de marca CHEVROLET son relativamente nuevas y brindan servicio de transporte de materiales para construcción, materiales para reparación de vías, materiales de desalojo, etc.

La volqueta restante de marca HINO serie KB tiene al momento más de 25 años de servicio, presenta un estado y operatividad medios por lo que es considerada únicamente para tareas de recolección de basura en el interior del cantón.

Las volquetas están obligadas a transitar por carreteras que en su mayoría son de tercer orden, de lastre o arcilla, y en condiciones que se ven empeoradas en los meses de invierno por la presencia de lodo y excesivos baches. A consecuencia de ello, este tipo de máquinas presentan problemas comunes relacionados con embragues, desgaste acelerado y excesivo de frenos, problemas de suspensión, transmisión y neumáticos.



**Figura 2.5. Volquetas<sup>10</sup>**

---

<sup>10</sup> Fuente Propia

Tabla 2.5. Especificaciones Volqueta VQ-1

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

<b>MÁQUINA:</b>	Volqueta	
<b>FABRICANTE:</b>	Chevrolet	Esp-VQ-1 Pág. 1/1
<b>MODELO/AÑO:</b>	Super FVR/2011	
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	VQ-1	Fecha: 17-11-2011

## ESPECIFICACIONES:

Motor	
Modelo	6SD1 - TCN
Potencia neta	270 hp a 2200 rpm
Par máximo neto	1000 Nm a 1500 rpm
Cilindrada	9,84 litros
# Cilindros	6
Tipo	Diesel, 4 tiempos, turbocargado
Sistema de inyección	Directa

Transmisión	
Mecánica	
Modelo ZF-9S1110	
9 velocidades hacia adelante	

Dirección	
Servoasistida hidráulicamente	

Capacidades de llenado (litros)	
Tanque de combustible	200
Sistema de enfriamiento	29.5
Motor con filtro	18.5
Dirección hidráulica	3
Eje trasero	14
Sistema hidráulico total	19
Transmisión	8.5
Peso	
Peso bruto vehicular	17000(kg)

Sistema Eléctrico	
Baterías	2 x 1000Amp
Tensión	24 Voltios
Alternador	40 Amperios

Frenos	
De servicio: Totalmente de aire, doble circuito independiente	
De Estacionamiento: Actuador de resorte en las ruedas traseras	
De motor: Control electromagnético con válvula de tipo mariposa	

Sistema de Lubricación	
Bomba hidráulica de engranajes con filtro de flujo total	

Sistema de refrigeración	
Circuito presurizado con estanque de expansión, bomba centrífuga y ventilador con acople termoviscoso	

Dimensiones y capacidades	
Ancho	2465 mm
Capacidad de carga	11820 kg
Distancia entre ejes	3900 mm
Largo total	6770 mm
Tara	5180 kg

Importancia	
Importante	

Estado	
Excelente	

Elaborado por: CHÁVEZ-VILLARROEL

Fuente: Manual Operador





<b>COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL</b>	
Aceite del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido <b>V</b>
Refrigerante del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido <b>V</b>
Radiador	<i>Si</i> Obstrucción de aletas, fugas <b>V</b>
Todas las mangueras	<i>Si</i> Fisuras, marcas de desgaste, fugas <b>V</b>
Filtros de combustible/separador de agua	<i>Si</i> Fugas/agua de drenaje (si tiene) <b>V</b>
Todas las correas	<i>Si</i> Tensión, desgaste, fisuras <b>V</b>
Filtro de aire	<i>Si</i> Indicador de obstrucción <b>V</b>
Compartimiento del motor	<i>Si</i> Acumulación de residuos o tierra, fugas <b>V</b>

<b>EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA</b>	
Agarraderas	<i>Si</i> Condición y limpieza <b>V</b>
ROPS	<i>Si</i> Daños, pernos de montaje flojos <b>V</b>
Extintor/sistema contra incendios	<i>Si</i> Carga, daños <b>V</b>
Parabrisas, ventanas	<i>Si</i> Vidrios rotos, limpieza <b>V</b>
Limpia/Lavaparabrisas	<i>Si</i> Desgaste, daños/nivel de fluido <b>V</b>
Puertas	<i>Si</i> Abren apropiadamente, vidrios rotos <b>V</b>

<b>DENTRO DE LA CABINA</b>	
Asiento	<i>Si</i> Ajuste de altura, peso, se pueden alcanzar los pedales <b>V</b>
Cinturón de seguridad y montaje	<i>Si</i> Daño, desgaste, ajuste, antigüedad <b>V</b>
Bocina, luces, arranque	<i>Si</i> Funcionamiento correcto <b>V</b>
Espejos	<i>Si</i> Daños, ajustar para mejor visibilidad <b>V</b>
Filtro de aire de la cabina	<i>Si</i> Tierra, polvo <b>V</b>
Medidores, indicadores, interruptores, controles	<i>Si</i> Daños, funcionamiento <b>V</b>
Interior de la cabina	<i>Si</i> Limpieza <b>V</b>

**Elaborado por :** CHÁVEZ-VILLARROEL

**Fuente:** Propia

### 2.5.2. CARGADORES FRONTALES

La municipalidad dispone de dos cargadores frontales. El más nuevo, Case 621D modelo 2004 (Fig. 2.6.), no se encuentra operativo desde hace aproximadamente año y medio a la fecha. Se encuentra sin ninguna atención de mantenimiento preventivo para almacenamiento prolongado y expuesta a factores ambientales, lo que ocasiona el deterioro acelerado de sus componentes. Esto es debido a una inadecuada gestión de mantenimiento, la cual no ha podido finalizar la reparación de la misma por diversas razones.

El motor se encuentra sin culata, sin turbo-cargador, sin radiador. El área de administración de operación y mantenimiento actual está gestionando los recursos para una reparación íntegra del motor incluyendo el sistema de inyección, el sistema de admisión y el sistema eléctrico.

El segundo cargador frontal, CLARK modelo 1980, al momento se halla operativo pero con una fiabilidad y disponibilidad reducidas. Al ser el único cargador frontal operativo, tiene una importancia elevada y un estado regular. Presenta problemas con el mecanismo de levante del cucharón. A la fecha el motor requiere una reparación íntegra, en caso contrario podría quedar fuera de operación.



**Figura 2.6. Cargador Frontal Case 621D<sup>11</sup>**

---

<sup>11</sup> Fuente Propia

Tabla 2.7. Especificaciones Cargador Frontal CF-1

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

<b>MÁQUINA:</b>	Cargadora Frontal	
<b>FABRICANTE:</b>	CASE	<b>Esp-Cf-1 Pág.1/1</b>
<b>MODELO/AÑO:</b>	621D/2004	
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	CF-1	<b>Fecha: 17-11-2011</b>

## ESPECIFICACIONES:

Motor	
Modelo	Cummins 6T-590
Potencia neta	137 CV (101 kW) a 2000 rpm
Par máximo neto	671 Nm a 1200 rpm
Cilindrada	6,8 litros
# Cilindros	6
Relación de compresión	17,5 a 1
Sistema de inyección	Directa

Velocidades de desplazamiento	
4 hacia adelante	Velocidad máx 38,6 km/h
3 hacia atrás	Velocidad máx 25 km/h

Capacidades de llenado (litros)	
Tanque de combustible	190
Sistema de enfriamiento	24
Motor con filtro	16
Transmisión	26
Puente delantero	22
Puente posterior	22
Circuito hidráulico	114
Depósito hidráulico	57

Sistema Hidráulico	
Circuito hidráulico de cudad variable tipo "load sensing" de centro cerrado.	
Bomba hidráulica de cuerpo sencillo, caudal variable y pistones axiales.	
Caudal máximo	171 l/min
Presión	250 bar
Dos cilindros para el brazo y uno para el cucharón.	

Importancia	
Importante	
Elaborado por	CHÁVEZ-VILLARROEL

Transmisión	
Hidrodinámica	
Convertidor de par	
Servotransmisión	

Sistema Eléctrico	
Baterías	2 x 12 Voltios
Tensión	24 Voltios
Alternador	70 Amperios

Neumáticos	
Standard 20,5 R 25 L2 a L3	

Dirección	
Tipo orbitrol	
Ángulo de viraje máximo	(±)40°

Capacidad del cucharón	
Volúmen	2.10 m <sup>3</sup>
Peso máximo	6519 kg

Estado	
Pésimo	
Fuente	Hoja Especificación

Tabla 2.8. Inspección Cargador frontal CF-1

## HOJA DE INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA

## CARGADORA FRONTAL

FABRICANTE: CASE HORAS DE LA MÁQUINA: 9000  
 MODELO/AÑO: 621D/2004 FECHA DE INSPECCIÓN: 17/11/2011  
 CÓDIGO DE LA MÁQUINA: CF-1 Insp-CF-1 Pág. 1/2

v: No presenta Problemas x: Presenta Problemas

Lugar inspeccionado		DESDE EL SUELO		Notas
		Posibles defectos		
Neumáticos, ruedas, tuercas de las ruedas, tapas de los vástagos	<b>Si</b>	Inflado, fugas, daño, desgaste	x	Ruedas delanteras mal estado
Borde de ataque del cucharón, vertedera	<b>Si</b>	Desgaste en exceso, daños	x	Mal estado, reemplazar uñas y hoja de ataque, pernos
Cilindros de levantamiento e inclinación, tuberías, mangueras del cucharón	<b>Si</b>	Desgaste en exceso, daños, fugas	v	
Brazos del bastidor del cargador	<b>Si</b>	Desgaste en exceso, daños	x	No funciona regulación automática del levante
Debajo de la máquina	<b>Si</b>	Fugas, daños	x	Fuga cilindro de dirección izquierdo
Transmisión, caja de transferencia	<b>Si</b>	Fugas	x	Chequear
Peldaños y agarraderas	<b>Si</b>	Condición, limpieza	v	
Tanque de combustible	<b>Si</b>	Nivel de combustible, daños, fugas	x	Cedimentos
Aceite del diferencial y del mando final	<b>Si</b>	Nivel de fluido	v	
Tanque de aire (si tiene frenos de aire)	<b>No</b>	Drenar humedad		No tiene
Ejes – Mandos finales, diferenciales, frenos, sellos Duo-cone	<b>Si</b>	Fugas, daños, desgaste	x	Mangueras y válvula de freno mal estado, no funciona freno de parqueo, freno de servicio se pierde.
Tanque hidráulico	<b>Si</b>	Nivel de fluido, daños, fugas	x	Presencia de cedimetros
Aceite de la transmisión	<b>Si</b>	Nivel de fluido	v	
Luces, delanteras y traseras, arranque, alternador.	<b>Si</b>	Funcionamiento, daños de lentes, caja o cables	x	Arranque y alternador defectuosos,
Compartimiento de la batería	<b>Si</b>	Limpieza, tuercas y pernos flojos	x	No hay baterías, suciedad.

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL			
Aceite del motor	No	Nivel de fluido	Desmontado al momento
Refrigerante del motor	No	Nivel de fluido	Desmontado al momento
Radiador	No	Obstrucción de aletas, fugas	Desmontado al momento
Todas las mangueras	No	Fisuras, marcas de desgaste, fugas	Desmontado al momento
Filtros de combustible/separador de agua	No	Fugas/agua de drenaje (si tiene)	Desmontado al momento
Todas las correas	No	Tensión, desgaste, fisuras	Desmontado al momento
Filtro de aire	No	Indicador de obstrucción	x Filtro de otra especificación, reutilizado
Compartimiento del motor	Si	Acumulación de residuos o tierra, fugas	x Suciedad

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA			
Agarraderas	Si	Condición y limpieza	v
ROPS	Si	Daños, pernos de montaje flojos	v
Extintor/sistema contra incendios	Si	Carga, daños	v
Parabrisas, ventanas	Si	Vidrios rotos, limpieza	v
Limpia/Lavaparabrisas	Si	Desgaste, daños/nivel de fluido	v
Puertas	Si	Abren apropiadamente, vidrios rotos	x No se cierran

DENTRO DE LA CABINA			
Asiento	Si	Ajuste de altura, peso, se pueden alcanzar los pedales	x Mal estado
Cinturón de seguridad y montaje	Si	Daño, desgaste, ajuste, antigüedad	v
Bocina, alarma de retroceso, luces	Si	Funcionamiento correcto	x No tiene
Espejos	Si	Daños, ajustar para mejor visibilidad	v
Filtro de aire de la cabina	Si	Tierra, polvo	x No tiene
Medidores, indicadores, interruptores, controles	Si	Daños, funcionamiento	v
Interior de la cabina	Si	Limpieza	v Suciedad

Elaborado por : CHÁVEZ-VILLARROEL

Fuente: Propia

### 2.5.3. MOTONIVELADORAS

Se dispone de tres motoniveladoras, dos de las cuales ya han superado los 30 años de servicio (ejemplo Fig. 2.7.) y una completamente nueva modelo 2011. Esta maquinaria es de suma importancia para la municipalidad ya que el mayor porcentaje de vías del cantón son carreteras y caminos vecinales (lastrados o no) de tercer, los mismos que se dañan y deterioran continuamente por factores climáticos como las lluvias, el polvo y el uso. De ahí la importancia de este tipo de máquina, pues debe estar permanentemente arreglando, readecuando y manteniendo las vías.

Las dos motoniveladoras antiguas están en malas condiciones, por lo que son en poco fiables. Hasta el momento se les ha dado únicamente mantenimiento correctivo y necesitan con urgencia de una reparación correctiva íntegra. Todos los sistemas presentan problemas como: baja potencia, fuga de lubricantes en exceso, las herramientas de trabajo no operan satisfactoriamente, conductos y cañerías en mal estado, lo que da fallas continuamente.

La tercera motoniveladora, Caterpillar modelo 2011, está en una condición actual excelente. Al ser la única máquina de este tipo que cuenta con una operatividad y fiabilidad elevada, al momento es la encargada de realizar la mayor parte de los trabajos.



**Figura 2.7. Motoniveladora Caterpillar 120G<sup>12</sup>**

---

<sup>12</sup> Fuente Propia



Tabla 2.9. Especificaciones Motoniveladora MT-1

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

<b>MÁQUINA:</b>	Motoniveladora	
<b>FABRICANTE:</b>	Caterpillar	<b>Esp-MT-1 Pág. 1/1</b>
<b>MODELO/AÑO:</b>	120G/1968	
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	MT-1	<b>Fecha: 17-11-2011</b>

## ESPECIFICACIONES:

Motor		Transmisión	
Modelo	Cat 3304	Hidrodinámica	
Potencia neta	93kW (125 hp)	Convertidor de par	
Par máximo neto	737 Nm a 1000 rpm	Servotransmisión	
Cilindrada	7 litros		
# Cilindros	4		
Sistema de inyección	Directa		
Velocidades de desplazamiento		Sistema Eléctrico	
6 hacia adelante	Velocidad máx 40,9 km/h	Baterías	2 x 12 Voltios
6 hacia atrás	Velocidad máx 25,4 km/h	Tensión	24 Voltios
		Alternador	50 Amperios
Capacidades de llenado (litros)		Dirección	
Tanque de combustible	227	Radio de giro	6,7 m
Sistema de enfriamiento	38	Dirección iz./der.	50°
Cárter del motor	21	Articulación iz./der.	20°
Transmisión y mandos finales	68	Distancia de los ejes al piso	580mm
Caja del tándem (por lado)	49	Oscilación total	(±)16
Caja de cojinetes (puntas de eje)	0,5	Inclincación de las llantas	(±)18°
Circuito hidráulico	68	Vertedera	
Neumáticos		Ancho de la hoja	3658 mm
13.00-24 8PR (G-2)		Alto de la hoja	610 mm
		Profundidad de corte	450 mm
		Inclinación máx. hoja	90°
Sistema Hidráulico			
Circuito hidráulico de centro cerrado y presión consante.			
Bomba hidráulica de caudal variable y pistones.			
Caudal máximo	193 l/min		
Presión	172 bar (2500 psi) a 2200 rpm		
Importancia		Estado	
Importante		Regular	

Elaborado por: CHÁVEZ-VILLARROEL

Fuente: Hoja Especificación



Tabla 2.10. Inspección Motoniveladora MT-1

## HOJA DE INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA

## MOTONIVELADORA

FABRICANTE: Caterpillar  
 MODELO/AÑO: 120G/1968  
 CÓDIGO DE LA MÁQUINA: MT-1

HORAS DE LA MÁQUINA: 17/11/2011  
 FECHA DE INSPECCIÓN: Insp-MT-1 Pág.1/2

v: No presenta Problemas x: Presenta Problemas

<b>Lugar inspeccionado</b>		<b>DESDE EL SUELO</b>		<b>Notas</b>
<b>Sí</b>	<b>Posibles defectos</b>	<b>Posibles defectos</b>	<b>V</b>	
	Peldaños y agarraderas	Condición y limpieza	v	
<b>Sí</b>	Neumáticos, tuercas de rueda, frenos	Inflado, daños, tapas de vástago	x	<i>Faltan tuercas, ruedas patinan en las manzanas, faltan esparragos en todas las ruedas..</i>
<b>Sí</b>	Cajas en tándem, frenos.	Residuos, acumulación de tierra, fugas	x	<i>Desgaste excesivo catalinas, fugas, ejes fatigados, frenos se dañan continuamente.</i>
<b>No</b>	Área de articulación	Acumulación de residuos o tierra		<i>No posee</i>
<b>No</b>	Depósito de aire	Agua de drenaje y sedimentos		<i>No posee</i>
<b>Sí</b>	Transmisión	Fugas	x	<i>Neutarización continua de transmisión, fugas.</i>
<b>Sí</b>	Debajo de la máquina	Fugas en el diferencial y el tándem	x	<i>Fugas motor, transmisión, tándem, hidráulico</i>
<b>Sí</b>	Tanque de aceite hidráulico	Nivel de fluido, daños, fugas	x	<i>Cedimentos</i>
<b>Sí</b>	Tapas y protectores	Daños, asegurados	x	<i>Sin protectores laterales de motor.</i>
<b>Sí</b>	Baterías, arranque, alternador	Limpieza, daños, pernos flojos.	x	<i>Arranque defectuoso, no arranca o demora.</i>
<b>Sí</b>	Tanque de combustible	Nivel de combustible, daños, fugas; Agua d	x	<i>Cedimentos, golpes.</i>
<b>Sí</b>	Cilindros hidráulicos, tubos, mangueras y con	Daños, fugas	x	<i>Fugas, juego en las bases.</i>
<b>Sí</b>	Mando del círculo	Fugas	x	<i>Desgaste excesivo.</i>
<b>Sí</b>	Cojinetes de punta de eje rueda delantera	Fugas, desgaste.	x	<i>Mal estado.</i>
<b>Sí</b>	Varillaje de la hoja	Daños, pernos flojos o faltantes	x	<i>Fisuras, desalineamiento, desgaste excesivo.</i>
<b>Sí</b>	Hoja y cantoneras	Desgaste en exceso o daños	x	<i>Desgaste excesivo.</i>
<b>Sí</b>	Máquina en general	Tuercas y pernos faltantes o flojos, protectores flojos, limpieza	x	<i>Golpes, pintura, corrosión.</i>

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL		
Aceite del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido	x <i>Baja potencia, se quemó empaque del cabezote cada 15 días.</i>
Refrigerante del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido	x <i>Utiliza agua, no consume.</i>
Filtro de combustible	<i>Si</i> Acumulación de tierra	x <i>Filtro fuera de especificación</i>
Filtro de aire	<i>Si</i> Indicador de obstrucción	x <i>Filtro reusado, sopleteado.</i>
Radiador	<i>Si</i> Obstrucción de aletas, fugas	v
Todas las mangueras	<i>Si</i> Fisuras, marcas de desgaste, fugas	x <i>Mal estado, con fugas y fisuradas.</i>
Todas las correas	<i>Si</i> Tensión, desgaste, fisuras	x <i>Bandas se tuercen y arrancan continuamente</i>
Compartimiento del motor en general	<i>Si</i> Acumulación de residuos o tierra, fugas	x <i>Fugas, suciedad.</i>

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA		
Luces	<i>Si</i> Daños, limpieza	x <i>No funciona</i>
Espejos, ventanas	<i>Si</i> Daños, limpieza	x <i>No tiene</i>
Limpia/Lavaparabrisas	<i>Si</i> Desgaste, daños, nivel de fluido	x <i>No tiene</i>

DENTRO DE LA CABINA		
ROPS	<i>Si</i> Daños	x <i>Cabina fisurada, mandos no accionan correctamente</i>
Asiento	<i>Si</i> Ajuste, desplazamiento del pedal	x <i>No sirve</i>
Cinturón de seguridad y montaje	<i>Si</i> Daños, desgaste, ajuste	x <i>No tiene</i>
Extintor de incendios	<i>Si</i> Carga, daños	x <i>No tiene</i>
Bocina, alarma de retroceso	<i>Si</i> Funcionamiento correcto	x <i>No tiene</i>
Controles, relojes medidores	<i>Si</i> Daños, limpieza, listos para funcionar	x <i>No funcionan bien, marcan aleatoriamente</i>
Interior de la cabina en general	<i>Si</i> Limpieza	x <i>Suciedad</i>

Elaborado por : CHÁVEZ-VILLARROEL

Fuente: Propia

#### 2.5.4. BULLDOZERS

Se dispone al momento de tres tractores de oruga, los cuales son utilizados para tareas de desbanque, apertura de trochas, movimiento de materiales, desalojo de derrumbos en carreteras, etc.

Un tractor, Caterpillar D5B modelo 1968, sirve esencialmente para realizar tareas relacionadas con las actividades del relleno sanitario, es decir, para la adecuación del sitio, la construcción de la vía interna, la preparación de la base de soporte, la excavación de zanjas y la extracción de material de cobertura, empuje y apisonamiento de los desechos.

Este tractor con 44 años de uso posee una operatividad y disponibilidad aceptables, debido a que nunca ha sido forzado a condiciones severas de uso, pues han sido reemplazadas algunas partes y piezas de desgaste excesivo como son: las orugas, rodillos, ruedas cabillas y bujes. Por ser la máquina de este tipo más antigua del parque de maquinaria disponible ya no se la usa para realizar trabajos diferentes a los relacionados con el relleno sanitario.

Los tractores restantes, un New Holland D170 modelo 2010 (Fig. 2.8.) y otro Caterpillar D6N modelo 2011, presentan condiciones de operatividad, disponibilidad y fiabilidad excelentes, que los hace ideales para realizar trabajos con elevadas exigencias en lugares distantes y agrestes.



**Figura 2.8. Bulldozer New Holand D170<sup>13</sup>**

---

<sup>13</sup> Fuente Propia

Tabla 2.11. Especificaciones Bulldozer BD-1

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

<b>MÁQUINA:</b>	Bulldozer	
<b>FABRICANTE:</b>	Caterpillar	<b>Esp-BD-1 Pág. 1/1</b>
<b>MODELO/AÑO:</b>	D5B/1968	
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	BD-1	<b>Fecha: 17-11-2011</b>

## ESPECIFICACIONES:

Motor	
Modelo	Caterpillar 3306
Potencia neta	105 hp (78,3 kW)
Par máximo neto	500 lb*ft
Cilindrada	10,5 l
# Cilindros	6
Sistema de inyección	Directa

Transmisión	
Hidrodinámica	
Convertidor de par	
Servotransmisión	

Hoja o cuchilla	
Ancho	3150 mm
Alto	1073 mm

Velocidades de desplazamiento	
3 hacia adelante	Velocidad máx 10,1 km/h
3 hacia atrás	Velocidad máx 12,2 km/h

Sistema Eléctrico	
Baterías	2
Tensión	24V
Alternador	22A

Capacidades de llenado (litros)	
Tanque de combustible	246
Sistema de enfriamiento	22.4
Cárter del motor	27
Transmisión	59.5
Sistema hidráulico	29.5
Mandos finales (cada lado)	8

Tren de Rodaje	
Paso	175.5mm
Ancho de las zapatas	406 mm
Distancia lado a lado	2360 mm
Entrevía	1180 mm
Área de contacto	1,8 m <sup>2</sup>
Rodillos por lado	6
Presión sobre el suelo	63,4 kPa

Sistema Hidráulico	
Tipo de bomba	De desplazamiento variable
Tipo de circuito	Compensación por presión y caudal
Caudal máximo	160 lt/min
Presión	2000 psi

Importancia	
Importante	

Estado	
Bueno	

Elaborado por CHÁVEZ-VILLARROEL

Fuente Investigación

Tabla 2.12. Inspección Bulldozer BD-1

## HOJA DE INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA

## BULLDOZER

FABRICANTE: Caterpillar

HORAS DE LA MÁQUINA:

MODELO/AÑO: D5B/1968

FECHA DE INSPECCIÓN: 17/11/2011

CÓDIGO DE LA MÁQUINA: BD-1

Insp-BD-1 Pág. 1/2

v: No presenta Problemas x: Presenta Problemas

DESDE EL SUELO			Notas
Lugar inspeccionado	Posibles defectos		
Cuchilla de la hoja, vertedera	Si Desgaste en exceso o daños	v	
Cilindros de inclinación de la hoja	Si Desgaste en exceso, daños, fugas	v	
Brazo de empuje, muñón	Si Daños, pernos flojos, espacio libre	x	Juego excesivo
Debajo de la máquina	Si Fugas y daños en los mandos finales	x	Fuga radiador
Tren de rodaje en general	Si Compactación/acumulación de escombros	x	Desgaste Normal
Ruedas locas y rodillos	Si Fugas, daños, desgaste	v	
Ruedas motrices	Si Desgaste, daños, pernos flojos	v	
Conjunto cadena	Si Tensión	v	
Desgarrador	No Daños en el cilindro, desgaste, fugas		No tiene
Vástago de desgarrador/ herramientas de ataque	No Desgaste o daños		No tiene
Peldaños y agarraderas	Si Condición y limpieza	v	
Máquina en general	Si Tuercas y pernos faltantes o flojos, protectores flojos, limpieza	v	

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL		
Aceite de motor	<i>Si</i> Nivel de fluido	<b>x</b> Consumo 1 galón al mes
Aceite de la transmisión	<i>Si</i> Nivel de fluido	<b>v</b>
Refrigerante del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido	<b>x</b> Consumo excesivo de agua
Filtro de aire	<i>Si</i> Indicador de restricción	<b>x</b> Reutilizado
Radiador	<i>Si</i> Obstrucción de aletas, fugas	<b>x</b> Completamente averiado
Todas las mangueras	<i>Si</i> Fisuras, marcas de desgaste, fugas	<b>v</b>
Todas las correas	<i>Si</i> Tensión, desgaste, fisuras	<b>x</b> Se arrancan y rechinan
Compartmento del motor en general	<i>Si</i> Acumulación de residuos, tierra; fugas	<b>x</b> Suciedad

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA		
Tanque de combustible	<i>Si</i> Nivel de combustible, daños, fugas	<b>x</b> Cedimentos (lavar urgente)
Tanque de aceite hidráulico	<i>Si</i> Nivel de fluido, daños, fugas	<b>x</b> Golpe
Extintor de incendios	<i>Si</i> carga, daños	<b>x</b>
Limpia/Lavaparabrisas	<i>Si</i> Desgaste, daños, nivel de fluido	<b>x</b>
Eje de pivote	<i>Si</i> Nivel de aceite	<b>x</b>
Baterías , arranque, alternador	<i>Si</i> Limpieza, pernos y tuercas flojos	<b>v</b>

DENTRO DE LA CABINA		
ROPS, mandos	<i>Si</i> Daños, funcionamiento	<b>x</b> Mando izquierdo se traba
Asiento	<i>Si</i> Ajuste, desplazamiento de los frenos	<b>v</b>
Cinturón de seguridad y montaje	<i>Si</i> Daños, desgaste, ajuste	<b>x</b>
Controles, relojes marcadores	<i>Si</i> Funcionamiento correcto	<b>v</b>
Interior de la cabina en general	<i>Si</i> Limpieza	<b>v</b> Suciedad

Elaborado por : CHÁVEZ-VILLARROEL

Fuente: Propia

### 2.5.5. MINICARGADORA

Se dispone de una minicargadora, Case 420 modelo 2008 (Fig. 2.9.), la cual realiza actividades de recolección de basura, pequeños desalojos y mantenimientos viales en el interior del cantón. Su estado actual es bueno y su disponibilidad y fiabilidad son excelentes. Al ser una máquina que no está expuesta a condiciones de operación severas, presenta ligeros defectos susceptibles de corrección.



**Figura 2.9. Minicargadora Case 420<sup>14</sup>**

---

<sup>14</sup> Fuente Propia

**Tabla 2.13. Especificaciones Minicargadora MC-1**

**HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA**

<b>MÁQUINA:</b>	Minicargadora	
<b>FABRICANTE:</b>	Case	<b>Esp-MC-1 Pág. 1/1</b>
<b>MODELO/AÑO:</b>	420/2008	
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	MC-1	<b>Fecha: 17-11-2011</b>

**ESPECIFICACIONES:**

<b>Motor</b>	
Modelo	Case 422T/M2
Potencia neta	56 hp (42 kW) a 2900 rpm
Par máximo neto	179 Nm a 1700 rpm
Cilindrada	2,2 litros
# Cilindros	4
Tipo	Diesel, 4 tiempos, turbocargado
Sistema de inyección	Indirecta

<b>Transmisión</b>	
Hidrostática	
Bomba de pistones axiales	
Presión de carga 360 psi	
Motores de engranajes	
Torque máximo 1929N.m	
Reducción simple por cadena	

<b>Capacidades de llenado (litros)</b>	
Tanque de combustible	83,3
Sistema de enfriamiento	17
Motor con filtro	8,7
Tanques de las cadenas por lado	5,7
Reservorio hidráulico	32,4
Sistema hidráulico total	50,2

<b>Sistema Eléctrico</b>	
Baterías	1 x 850 CCA
Tensión	12 Voltios
Alternador	55 Amperios

<b>Neumáticos</b>	
Tamaño	10.00 x 16.5
Numero de lonas	8 o 10

<b>Peso Operativo</b>	
Equipo estándar, operador y tanque lleno 2637 kg	

<b>Velocidades</b>	
Velocidad única 10,5 km/h	

<b>Sistema Hidráulico</b>	
Circuito de centro abierto con carrete de 3 vías	
Bomba hidráulica de engranajes	
Caudal máximo	123 l/min
Presión	3335 psi

<b>Importancia</b>	
Vital	

<b>Estado</b>	
Bueno	

**Elaborado por** CHÁVEZ-VILLARROEL

**Fuente** Hoja Especificación



Tabla 2.14. Inspección Minicargadora MC-1

## HOJA DE INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA

## MINICARGADORA

FABRICANTE: Case  
 MODELO/AÑO: 420/2008  
 CÓDIGO DE LA MÁQUINA: MC-1

HORAS DE LA MÁQUINA: 17/11/2011  
 FECHA DE INSPECCIÓN: Insp-MC-1 Pág. 1/2

v: No presenta Problemas x: Presenta Problemas

DESDE EL SUELO			Notas
Lugar inspeccionado	Posibles defectos		
Máquina en general	Tuercas y pernos faltantes o flojos, protectores flojos, limpieza	x	Fuga Sistema Hidráulico
Luces, arranque, alternador.	Luces, operación, funcionamiento	x	Problemas con el arranque
Asideros, peldaños, agarraderas	Condición y limpieza	v	
Neumáticos	Inflado, fugas, daños, desgaste, tuercas de ruedas ajustadas/faltantes	x	Mal estado de los neumáticos
Cadenas y tacos de tracción (cargador todoterreno)	Daños, cortes profundos, abrasiones, materias extrañas incrustadas	v	
Anillos y manguitos de la rueda motriz (cargador todoterreno)	Daños, consulte el OMM para reemplazar	v	
Tren de rodaje y ruedas del tren de rodaje (Cargador todoterreno)	Tierra, escombros, tensión, daños excesivos		No aplica
Sistema eléctrico y tuberías hidráulicas	Daños, fugas	x	Se queman los fisibles
Nivel de aceite hidráulico	Nivel de fluido	x	Fuga cañería de cilindro elevador derecho.
Conexiones de engrase	Engrase correcto	v	
Caja	Daños estructurales, fisuras, soldaduras	v	
Herramienta	Escombros entre el brazo de levanta_miento y la herramienta, daños excesivos	x	Hoja de ataque con desgaste.

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL		
Aceite del motor	<i>Sí</i> Nivel de fluido	V
Refrigerante del motor	<i>Sí</i> Nivel de fluido	V
Todas las mangueras	<i>Sí</i> Fisuras, marcas de desgaste, fugas	V
Filtro de aire	<i>Sí</i> Limpieza	V
Todas las correas	<i>Sí</i> Tensión, desgaste, fisuras	X
Protectores	Que estén en el lugar correcto y no haya faltantes	V
Compartimiento del motor en general	<i>Sí</i> Acumulación de residuos o tierra, fugas	X
		<b>Suciedad</b>

DENTRO DE LA CABINA		
Medidores, luces, interruptores	<i>Sí</i> Daños, operación	V
Asiento	<i>Sí</i> Ajuste	V
Cinturón de seguridad, hebilla y montaje	<i>Sí</i> Daños, desgaste, ajuste	V
Bocina, alarma de retroceso, luces	<i>Sí</i> Funcionamiento correcto	X
Ventanas y espejos	<i>Sí</i> Condición, limpieza, ajuste	V
ROPS	<i>Sí</i> Daños	V
Interior de la cabina en general	<i>Sí</i> Limpieza	X
		<b>Suciedad</b>

**Elaborado por :** CHÁVEZ-VILLARROEL

**Fuente:** Propia

### 2.5.6. RETROEXCAVADORA

Se dispone de una retroexcavadora o excavadora mixta, Case 590SM modelo 2008 (Fig. 2.10.), la cual es adecuada para múltiples trabajos generales. Resulta rentable y conveniente para aplicaciones pequeñas y medianas por su versatilidad y rendimiento económico. Su estado es bueno, disponibilidad y fiabilidad son aceptables.

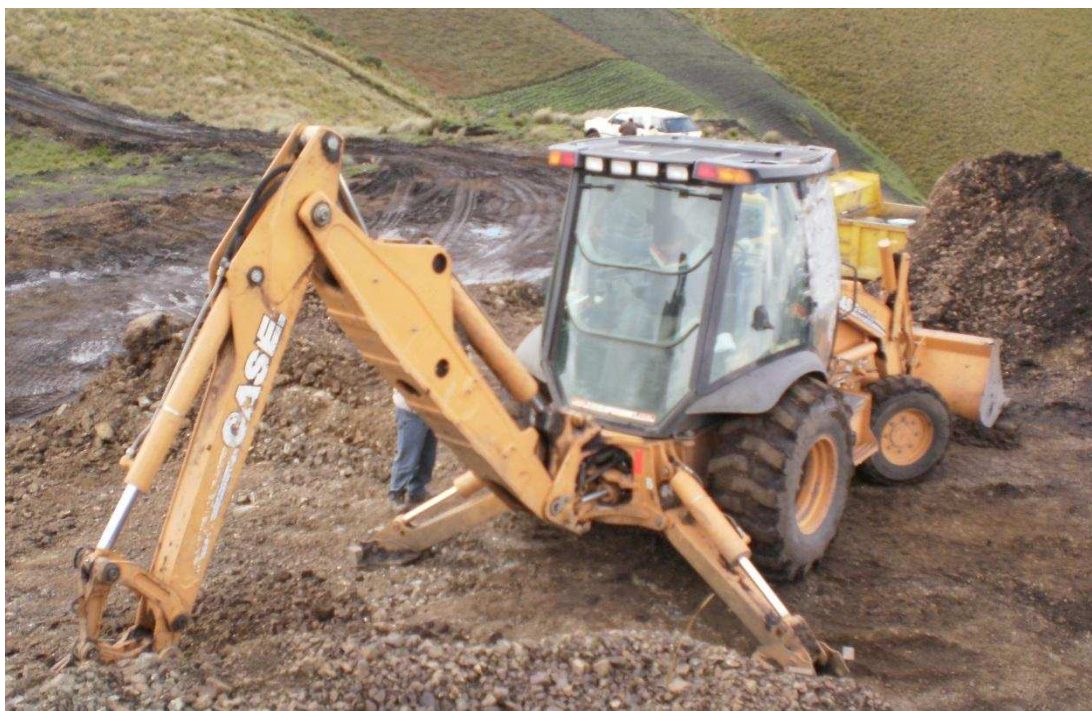


Figura 2.10. Retroexcavadora Case 590SM<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Fuente Propia

**Tabla 2.15. Especificaciones Retroexcavadora RE-1**

**HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA**

<b>MÁQUINA:</b>	Retroexcavadora	
<b>FABRICANTE:</b>	Case	<b>Esp-RE-1 Pág. 1/1</b>
<b>MODELO/AÑO:</b>	590SM/2008	
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	RE-1	<b>Fecha: 17-11-2011</b>

**ESPECIFICACIONES:**

<b>Motor</b>	
Modelo	Case 445T/M2
Potencia neta	98 hp (73 kW)a 2200rpm
Par máximo neto	392 Nm a 1400 rpm
Cilindrada	4,5l
# Cilindros	4
Relación de compresión	17,5 a 1
Sistema de inyección	Directa

<b>Velocidades de desplazamiento</b>	
4 hacia adelante	Velocidad máx 42,6 km/h
4 hacia atrás	Velocidad máx 51,5 km/h

<b>Capacidades de llenado (litros)</b>	
Tanque de combustible	159
Sistema de enfriamiento	18
Cárter	12
Transmisión	21
Dirferenciales y planetarios posteriores	18,4
Dirferenciales y planetarios delanteros	8,5
Reservorio hidráulico	130

<b>Transmisión</b>	
Hidrodinámica	
Convertidor de par	
Servotransmisión	

<b>Sistema Eléctrico</b>	
Batería	1 x 850 CCA
Tensión	12 Voltios
Alternador	90 Amperios

<b>Neumáticos</b>	
Delanteros	14x17,5 SGLSS 10ply
Posteriores	21Lx24, 10ply

<b>Cargadora</b>	
Ancho (m)	2,36
Capacidad (m <sup>3</sup> )	0,99

<b>Retroexcavadora</b>	
Ancho (mm)	610
Capacidad (m <sup>3</sup> )	0,22

<b>Sistema Hidráulico</b>	
Circuito hidráulico de centro abierto, circuitos en paralelo,	
Bomba hidráulica de engranajes acoplada directamente al motor.	
Caudal máximo	161 l/min
Presión	210 bar
Aguilón y cucharón operados con control piloto.	

<b>Importancia</b>	
Importante	

**Elaborado por** CHÁVEZ-VILLARROEL

<b>Estado</b>	
Bueno	

**Fuente** Hoja Especificación

Tabla 2.16. Inspección Retroexcavadora RE-1

## HOJA DE INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA

## RETROEXCAVADORA

FABRICANTE: Case HORAS DE LA MÁQUINA: 17/11/2011  
 MODELO/AÑO: 590 SM/2008 FECHA DE INSPECCIÓN: Insp-RE-1 Pág. 1/2  
 CÓDIGO DE LA MÁQUINA: RE-1 v: No presenta Problemas x: Presenta Problemas

<b>Lugar inspeccionado</b>		<b>DESDE EL SUELO</b>		<b>Notas</b>
		<b>Posibles defectos</b>		
Cucharón, herramientas de ataque, retenedores (Cargadora)	<b>Si</b>	Desgaste, daños, fisuras,	x	<b>Desgaste</b>
Cilindro y varillaje de cucharón (Cargadora)	<b>Si</b>	Desgaste en exceso, daños, fugas	v	
Cucharón, herramientas de ataque, retenedores (Retroexcavadora)	<b>Si</b>	Desgaste, daños, fisuras	x	<b>Uñas desgastadas e incompletas</b>
Cilindro y varillaje del cucharón (Retroexcavadora)	<b>Si</b>	Desgaste en exceso, daños, fugas	v	
Brazo (Retroexcavadora)	<b>Si</b>	Daños, fisuras	v	
Pluma, cilindros (Retroexcavadora)	<b>Si</b>	Desgaste, daños, fugas	v	
Pivote (Retroexcavadora)	<b>Si</b>	Desgaste, daños, fugas, grasa	v	
Debajo de la máquina	<b>Si</b>	Fugas, daños, pernos flojos	x	<b>Fuga diferencial delantero rueda derecha</b>
Bastidor	<b>Si</b>	Fisuras, daños	v	
Peldaños, agarraderas	<b>Si</b>	Condición y limpieza	v	
Luces	<b>Si</b>	Daños, limpieza, dirección	v	
Máquina en general	<b>Si</b>	Tuercas y pernos faltantes o flojos, protectores flojos, limpieza	v	

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL		
Aceite del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido	v
Todas las mangueras	<i>Si</i> Fisuras, marcas de desgaste, fugas	v
Todas las correas	<i>Si</i> Tensión, desgaste, fisuras	v
Baterías y sujetadores	<i>Si</i> Limpieza, pernos y tuercas flojos	v
Filtro de aire	<i>Si</i> Indicador de obstrucción	v
Compartimiento del motor en general	<i>Si</i> Acumulación de residuos o tierra, fugas	x <b>Suciedad</b>

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA		
Limpia/Lavaparabrisas	<i>Si</i> Desgaste, daños, nivel de fluido	v
Refrigerante del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido	x <b>Usa agua</b>
Radiador	<i>Si</i> Obstrucción de aletas, fugas	v
Enfriador del aceite hidráulico	<i>Si</i> Escombros, fugas	v
Tanque de aceite hidráulico	<i>Si</i> Nivel de fluido, daños, fugas	x <b>Cedimentos</b>
Tanque de combustible	<i>Si</i> Nivel de combustible, daños, fugas	x <b>Cedimentos, filtro combustibles se obstruyen.</b>
Extintor de incendios	<i>Si</i> Carga, daños	x
Espejos	<i>Si</i> Daños, limpieza	v

DENTRO DE LA CABINA		
Asiento	<i>Si</i> Ajuste de altura, peso, se pueden alcanzar los pedales	v
Cinturón de seguridad y montaje	<i>Si</i> Daño, desgaste, ajuste, antigüedad	v
Bocina, alarma de retroceso, luces	<i>Si</i> Funcionamiento correcto	v
Espejos	<i>Si</i> Daños, ajustar para mejor visibilidad	v
Filtro de aire de la cabina	<i>Si</i> Tierra, polvo	v
Medidores, indicadores, interruptores, controles	<i>Si</i> Daños, funcionamiento	v
Interior de la cabina	<i>Si</i> Limpieza	v

**Elaborado por** CHÁVEZ-VILLARROEL

**Fuente** Propia



### 2.5.7. COMPACTADORES VIBRATORIOS

Existen dos compactadores vibratorios, los cuales son utilizados para el afirmamiento de vías y bacheo de carreteras. Un compactador, Amman ASC-100 modelo 2010 (Fig. 2.11.), se utiliza para realizar la mayoría de las actividades. Debido a que la municipalidad no realiza labores de construcción o asfaltado de carreteras; estas máquinas no están expuestas a condiciones de trabajo severo o excesivo. El otro compactador, Bomag BW210 modelo 1980, presenta una operatividad baja, disponibilidad y fiabilidad disminuidas, por lo que es utilizado ocasionalmente.



**Figura 2.11. Compactador vibratorio Amman ASC-100**

**Tabla 2.17. Especificaciones Rodillo RD-1**

**HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA**

<b>MÁQUINA:</b>	Rodillo	
<b>FABRICANTE:</b>	Ammann	<b>Esp-RD-1 Pág. 1/1</b>
<b>MODELO/AÑO:</b>	ASC100/2010	
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	RD-1	<b>Fecha: 17-11-2011</b>

**ESPECIFICACIONES:**

<b>Motor</b>		<b>Transmisión</b>	
Modelo	Cummins 4BTA 3.9-C1.16	Hidrostática	
Potencia neta	116 hp	Bomba hidráulica de impulsión	
Par máximo neto	312 lb-ft a 1500 rpm	Motor hidráulico de impulsión	
Cilindrada	3,9 l		
# Cilindros	4		
<b>Velocidades de desplazamiento</b>		<b>Sistema Eléctrico</b>	
2 hacia adelante	Velocidad máx 10 km/h	Baterías	2 x 100 Ah
		Tensión	24 Voltios
<b>Capacidades de llenado (litros)</b>		<b>Dirección</b>	
Tanque de combustible	410	Ángulo de dirección	(±)36°
Circuito hidráulico	90	Ángulo de oscilación	(±)10°
Sistema de enfriamiento	24	Radio interior de giro	3100 mm
		Radio exterior de giro	5370 mm
<b>Vibración</b>		<b>Rodillo y eje</b>	
Amplitud	1,85 mm	Ancho de apisonado	2130 mm
Frecuencia	32 Hz	Diámetro del rodillo	1500 mm
Fuerza centrífuga	277 kN	Espesor de la plancha	25 mm
		Ancho total	2250 mm
<b>Peso de funcionamiento máximo</b>		<b>Neumáticos</b>	
Peso máximo de operación	12290 kg	23,1 x 26"	
Peso neto (carga rodillo+eje)	10120 kg		
<b>Sistema Hidráulico</b>	Tipo de bombas: Impulsión-axial de placa oscilante; Vibración-axial de placa oscilante; Dirección-Engranajes		
	Tipo de motores: Impulsión eje trasero-axial de placa oscilante; Impulsión tambor-pistones radiales; Vibración-Axial de placa oscilante		
<b>Importancia</b>		<b>Estado</b>	
Vital		Excelente	
<b>Elaborado por</b>	CHÁVEZ-VILLARROEL	<b>Fuente</b>	Hoja Especificación



Tabla 2.18. Inspección Rodillo RD-1

## HOJA DE INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA

## RODILLO

FABRICANTE: Amman  
 MODELO/AÑO: ASC-100/2010  
 CÓDIGO DE LA MÁQUINA: RD-1

HORAS DE LA MÁQUINA:  
 FECHA DE INSPECCIÓN: 17/11/2011  
 Insp-RD-1 Pág.1/2

v: No presenta Problemas x: Presenta Problemas

<b>Lugar inspeccionado</b>		<b>DESDE EL SUELO</b>		<b>Notas</b>
		<b>Posibles defectos</b>		
Neumáticos, ruedas, tuercas de las ruedas, tapas de los vástagos	<b>Si</b>	Inflado, fugas, daños, desgaste	v	
Hoja niveladora	<b>Si</b>	Desgaste en exceso, daños, fugas	v	
Cuchillas (hoja de nivelación)	<b>Si</b>	Desgaste en exceso, daños	v	
Raspadores del tambor	<b>Si</b>	Desgaste en exceso, daños	v	
Aceite de enfriamiento del tambor	<b>Si</b>	Fugas	v	
SopORTE vibratorio	<b>Si</b>	Fugas	v	
Caja del contrapeso excéntrico	<b>Si</b>	Fugas	v	
Montajes de aislamiento	<b>Si</b>	Daños, fisuras, hendiduras	v	
Cilindros/extremos de la dirección	<b>Si</b>	Daños, desgaste/fugas	v	
Peldaños y agarraderas	<b>Si</b>	Condición, limpieza	v	
Debajo de la máquina	<b>Si</b>	Fugas, daños	v	
Ejes – Mandos finales (eje/tambor)	<b>Si</b>	Fugas, daños, desgaste	v	
Tanque hidráulico	<b>Si</b>	Nivel de fluido, daños, fugas	v	
Tanque de combustible	<b>Si</b>	Nivel de combustible, daños, fugas	v	
Filtros hidráulicos	<b>Si</b>	Fugas	v	
Todas las tapas y los protectores	<b>Si</b>	Daños, que estén bien sujetos	v	
Luces, delanteras y traseras, baliza	<b>Si</b>	Funcionamiento, daños en lentes, caja o cables	v	
Compartimiento de la batería	<b>Si</b>	Limpieza, tuercas y pernos flojos	v	

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL			
Aceite del motor	<i>Si</i>	Nivel de fluido	V
Refrigerante del motor	<i>Si</i>	Nivel de fluido	V
Radiador/condensador del aire acondicionado/enfriador de aceite	<i>Si</i>	Obstrucción de aletas, fugas	V
Todas las mangueras	<i>Si</i>	Fisuras, marcas de desgaste, fugas	V
Filtros de combustible/separador de agua	<i>Si</i>	Fugas/agua de drenaje	V
Todas las correas	<i>Si</i>	Tensión, desgaste, fisuras	V
Filtro de aire	<i>Si</i>	Indicador de servicio	V
Compartimiento del motor en general	<i>Si</i>	Acumulación de residuos o tierra, fugas	V

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA			
Agarraderas	<i>Si</i>	Condición y limpieza	V
ROPS	<i>Si</i>	Daños, pernos de montaje flojos	V
Extintor de incendios	<i>Si</i>	Carga, daños	V
Parabrisas, ventanas	<i>Si</i>	Vidrios rotos, limpieza	V
Limpia/Lavaparabrisas	<i>Si</i>	Desgaste, daños/nivel de fluido	V
Puertas	<i>Si</i>	Abren apropiadamente, vidrios rotos	V

DENTRO DE LA CABINA			
Asiento	<i>Si</i>	Ajuste de altura, peso, se pueden alcanzar los pedales	V
Cinturón de seguridad y montaje	<i>Si</i>	Daño, desgaste, ajuste, antigüedad	V
Bocina, alarma de retroceso, luces	<i>Si</i>	Funcionamiento correcto	V
Espejos	<i>Si</i>	Daños, ajustar para mejor visibilidad	V
Filtro de aire de la cabina	<i>Si</i>	Suciedad, polvo, daños	V
Medidores, indicadores, interruptores, controles	<i>Si</i>	Daños, funcionamiento	V
Interior de la cabina en general	<i>Si</i>	Limpieza	V

**Elaborado por** CHÁVEZ-VILLARROEL

**Fuente** Propia

### 2.5.8. EXCAVADORA

Se dispone de una retroexcavadora, Doosan DX-225LC modelo 2010 (Fig. 2.12.), la cual se utiliza habitualmente en obras de movimiento de tierras, dragado y minado de ríos, realización de rampas en solares, apertura de surcos destinados al pasaje de tuberías, drenajes, alcantarillado; y preparaciones en los sitios para asentamiento de cimientos de construcciones.



**Figura 2.12. Excavadora Doosan DX-225LC<sup>16</sup>**

---

<sup>16</sup> Fuente Propia

**Tabla 2.19. Especificaciones Excavadora EX - 1**

**HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA**

<b>MÁQUINA:</b>	Excavadora	
<b>FABRICANTE:</b>	Doosan	<b>Eps-EX - 1 Pág.1/1</b>
<b>MODELO/AÑO:</b>	DX225LC/2010	
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	EX1	<b>Fecha: 17-11-2011</b>

**ESPECIFICACIONES:**

<b>Motor</b>	
Modelo	Doosan DL06
Potencia neta	148 hp (110 kW)
Par máximo neto	667 Nm
Cilindrada	5,9 l
# Cilindros	6
Sistema de inyección	Directa

<b>Capacidades de llenado (litros)</b>	
Tanque de combustible	400
Sistema de enfriamiento	24
Cárter	27
Impulsor de giro	5
Mandos finales (cada uno)	5,4
Sistema hidráulico	330
Reservorio hidráulico	240

<b>Rango de trabajo</b>	
Alcance máximo	15379 mm
Profundidad máxima	11661 mm
Altura máxima	13403 mm

<b>Transmisión</b>	
Hidrostática	
Bombas hidráulicas	
Motores hidráulicos	

<b>Sistema Eléctrico</b>	
Batería	2 x 12 v
Tensión	24 Voltios
Alternador	50 Amperios

<b>Mecanismo de giro</b>	
Velocidad de giro	11 rpm

<b>Tren de rodaje</b>	
# de zapatas por lado	49
Ancho de las zapatas	600mm
Rodillos superiores	2
Rodillos inferiores	9
Presión sobre el piso	48,1 kPa
Velocidad máxima	5,5 km/h

<b>Sistema Hidráulico</b>	
Dos bombas hidráulicas de pistones axiales de caudal variable	
Bomba de engranajes con flujo máximo de 28,5 l	
Caudal máximo	211 l/min (cada una)
Presión	De trabajo 324 bar
	Para el giro 264 bar

<b>Importancia</b>	
Vital	

**Elaborado por** CHÁVEZ-VILLARROEL

<b>Estado</b>	
Excelente	

**Fuente** Hoja Especificación



## Insp-EX -1 Pág. 2/2

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL		
Nivel de aceite del engranaje de rotación	<b>Si</b>	Nivel de fluido v
Aceite del motor	<b>Si</b>	Nivel de fluido v
Todas las mangueras	<b>Si</b>	Fisuras, marcas de desgaste, fugas v
Todas las correas	<b>Si</b>	Tensión, desgaste, fisuras v
Compartimiento del motor en general	<b>Si</b>	Acumulación de residuos o tierra, fugas v

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA		
Agarraderas	<b>Si</b>	Condición y limpieza x
ROPS	<b>Si</b>	Daños, pernos de montaje flojos v
Extintor/sistema contra incendios	<b>Si</b>	Carga, daños x
Parabrisas, ventanas	<b>Si</b>	Vidrios rotos, limpieza v
Limpia/Lavaparabrisas	<b>Si</b>	Desgaste, daños/nivel de fluido v
Puertas	<b>Si</b>	Abren apropiadamente, vidrios rotos v

DENTRO DE LA CABINA		
Asiento	<b>Si</b>	Ajuste v
Cinturón de seguridad y montaje	<b>Si</b>	Daños, desgaste, ajuste v
Indicadores y medidores	<b>Si</b>	Revisar, probar v
Bocina, alarma de retroceso, luces	<b>Si</b>	Funcionamiento correcto v
Interior de la cabina en general	<b>Si</b>	Limpieza v

**Elaborado por :** CHÁVEZ-VILLARROEL

**Fuente:** Propia



### 2.5.9. PLATAFORMA

Se dispone de un tracto-camión no articulado tipo plataforma, Kenworth K100 modelo 1981 (Fig. 2.13.), el cual es utilizado para el traslado de la maquinaria a lugares distantes del cantón. También es utilizado para el traslado de insumos y materiales relacionados con las actividades de la municipalidad. Bajo estas consideraciones el vehículo presenta condiciones de operatividad medias, fiabilidad y disponibilidad aceptables.



**Figura 2.13. Plataforma Kenworth K100<sup>17</sup>**

---

<sup>17</sup> Fuente Propia

Tabla 2.21. Especificaciones Plataforma PT-1

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

<b>MÁQUINA:</b>	Tracto-Camión	
<b>FABRICANTE:</b>	Kenworth	<b>Esp-PT-1 Pág. 1/1</b>
<b>MODELO/AÑO:</b>	K100/1981	
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	PT-1	<b>Fecha: 17-11-2011</b>

## ESPECIFICACIONES:

Motor	
Modelo	Cummins NTC350 Big cam
Potencia neta	350 hp a 2100 rpm
Par máximo neto	1200 lb.pie a 1500 rpm
Cilindrada	14 lt
# Cilindros	6
Turbocargado - Intercooler	
Sistema de inyección	Directa

Velocidades de desplazamiento	
10 hacia adelante	
2 hacia atrás	

Capacidades de llenado (Galones)	
Tanque de combustible	60

Neumáticos	
11x22.5	

Frenos	
Frenos de servicio	Aire Rockwell S-cam
Tambores de fundición	
Freno de motor	Jacobs

Importancia	
Vital	

Elaborado por CHÁVEZ-VILLARROEL

Transmisión	
Mecánica- Fuller	
Embrague	
Caja de cambios	RT12515

Sistema Eléctrico	
Baterías	4 x 6v x 800 CCA
Tensión	24 voltios
Alternador	85 A

Suspensión trasera	
Capacidad de	38000 lb
Sin Amortiguadores	
Bloqueo de diferencial	
Reducción	simple en el tandem

Suspensión delantera	
Capacidad nominal de	9400 lb
Hoja de ballesta de 4" de ancho por 52" de largo	

Eje delantero	
Capacidad de	12000 lb

Estado	
Bueno	

Fuente Investigación



Tabla 2.22. Inspección Plataforma PT-1

## HOJA DE INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA

## Plataforma

FABRICANTE: Kenworth

HORAS DE LA MÁQUINA:

MODELO/AÑO: K100/1981

FECHA DE INSPECCIÓN: 17/11/2011

CÓDIGO DE LA MÁQUINA: PT-1

Insp-PT-1 Pág.1/2

v: No presenta Problemas x: Presenta Problemas

<b>DESDE EL SUELO</b>			<b>Notas</b>
<b>Lugar inspeccionado</b>	<b>Posibles defectos</b>		
Neumáticos, ruedas, tuercas de las ruedas, tapas de los vástagos	Inflado, fugas, daño, desgaste	x	Faltan tuercas tandem
Plataforma	Desgaste en exceso, daños	v	
Cardán, crucetas, retenedores, rodamiento central	Descentramiento, daños, juego, suciedad	x	Juego excesivo del cardán
Dirección, caja, bomba	Desgaste, daños, juego, fugas	x	Caja de dirección con guga
Debajo de la máquina	Fugas, daños	x	Fuga sistema de dirección
Transmisión, caja de transferencia	Fugas	x	Bases en mal estado
Peldaños y agarraderas	Condición, limpieza	v	
Tanque de combustible	Nivel de combustible, daños, fugas	x	Cedimentos
Aceite del diferencial y la transmisión	Nivel de fluido	v	
Tanque de aire (si tiene frenos de aire)	Drenar humedad	x	No tiene secador de aire
Ejes, diferenciales, frenos, sellos	Fugas, daños, desgaste	x	Fuga aceite brida diferencial delantero
Tapas y protectores		v	
Tanque hidráulico	Nivel de fluido, daños, fugas		No tiene
Bomba hidráulica del cilindro elevador	Fugas, daños, desgaste, ruido		no tiene
Cilindro hidráulico, sellos	Fugas, desgaste, obstrucción		No tiene
Filtros hidráulicos	Fugas,		No tiene
Compartimiento de la batería	Limpieza, tuercas y pernos flojos	x	Baterías no aseguradas

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL		
Aceite del motor	<i>Si</i>	Nivel de fluido v
Refrigerante del motor	<i>Si</i>	Nivel de fluido x <i>Utiliza Agua</i>
Radiador	<i>Si</i>	Obstrucción de aletas, fugas x <i>Consumo 1/2 galón diario</i>
Todas las mangueras	<i>Si</i>	Fisuras, marcas de desgaste, fugas x <i>Fuga manguera de ingreso radiador</i>
Filtros de combustible/separador de agua	<i>Si</i>	Fugas/agua de drenaje (si tiene) x <i>Filtros fuera de especificación</i>
Todas las correas	<i>Si</i>	Tensión, desgaste, fisuras v
Filtro de aire	<i>Si</i>	Indicador de obstrucción v
Compartimiento del motor	<i>Si</i>	Acumulación de residuos o tierra, fugas x <i>Suciedad</i>

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA		
Agarraderas	<i>Si</i>	Condición y limpieza v
Cabina	<i>Si</i>	Daños, pernos flojos v
Extintor/sistema contra incendios	<i>Si</i>	Carga, daños x
Parabrisas, ventanas	<i>Si</i>	Vidrios rotos, limpieza v
Limpia/Lavaparabrisas	<i>Si</i>	Desgaste, daños/nivel de fluido v
Puertas	<i>Si</i>	Abren apropiadamente, vidrios rotos v

DENTRO DE LA CABINA		
Asiento	<i>Si</i>	Ajuste de altura, peso, se pueden alcanzar los pedales v
Cinturón de seguridad y montaje	<i>Si</i>	Daño, desgaste, ajuste, antigüedad v
Bocina, alarma de retroceso, luces	<i>Si</i>	Funcionamiento correcto v
Espejos	<i>Si</i>	Daños, ajustar para mejor visibilidad v
Filtro de aire de la cabina	<i>No</i>	Tierra, polvo <i>No tiene</i>
Medidores, indicadores, interruptores, controles	<i>Si</i>	Daños, funcionamiento v
Interior de la cabina	<i>Si</i>	Limpieza x <i>Suciedad</i>

Elaborado por : CHÁVEZ-VILLARROEL Fuente: Propia

## **CAPITULO 3**

### **IMPLANTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA EL EQUIPO CAMINERO**

#### **3.1. SELECCIÓN DEL MANTENIMIENTO APROPIADO PARA LA MAQUINARIA**

Después de haber realizado la caracterización, la evaluación del estado y operatividad de la maquinaria con todos sus sistemas; conociendo que el mantenimiento actual aplicado en el municipio se basa en mantenimiento correctivo en mayor porcentaje, el cual provoca baja disponibilidad y eficiencia, altos costos de operación, desperdicio de recursos, contaminación y considerando la falta de capacitación a los operadores y personal del área, se decide implantar un Programa de Mantenimiento Preventivo.

Con el fin de encaminar la organización de los distintos tipos de mantenimiento, se elaboran documentos para que el jefe de mantenimiento pueda disponer apropiadamente de los recursos.

Documentos como: Órdenes de trabajo (Anexo B), Procedimientos para el Mantenimiento (Anexo B) y Procedimientos para Identificar una Falla (Anexo B), permiten llevar un registro de las actividades que se deben realizar conjuntamente con los responsables.

En el Capítulo 1 (ítem 1.7.5.3) se citan los criterios que se deben manejar para alcanzar el T.P.M.

Es necesario aclarar que el presente trabajo cubre con las dos primeras partes del ítem citado anteriormente, y que los restantes tres partes deben ser desarrolladas e implantadas por el personal del área de mantenimiento del municipio si se busca alcanzar en algún momento el T.P.M.

### **3.1.1. GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO**

#### **3.1.1.1. Gestión**

La gestión del mantenimiento está encaminada a fomentar y aplicar la cooperación de los diferentes departamentos del municipio afines con la maquinaria como son: la alcaldía, el departamento de planificación, compras, mantenimiento y operación, talleres, operadores y trabajadores para alcanzar un desempeño óptimo, oportuno y apropiado, en otras palabras, la gestión del mantenimiento implica la correcta planificación y administración de las diferentes interfaces que componen la estructura orientando así a conseguir los puntos que se tratan a continuación.

##### *3.1.1.1.1. Planificar el Mantenimiento*

*Programar.-* La programación debe definir políticas y metas, fijar objetivos, establecer problemas crónicos, estimar carga de trabajo y la disponibilidad de los equipos.

*Ejecutar.-* La ejecución apropiada permite garantizar el uso necesario de los recursos evitando excesos o faltas, garantizar y verificar el cumplimiento de actividades de forma lógica, dar seguimiento a todas las etapas comprendidas en el proceso de mantenimiento.

##### *3.1.1.1.2. Administrar el Mantenimiento*

- Documentos
- Información
- Tareas
- Personal
- Herramientas
- Máquinas

#### **3.1.1.2. Planificación**

Mediante el presente trabajo se busca dotar al área de mantenimiento de la municipalidad de una planificación que permita tomar decisiones para alcanzar

objetivos del mantenimiento dentro de un período, teniendo en cuenta la situación actual y los factores internos y externos que pueden influir en el logro de estos objetivos.

### **3.2. MANTENIMIENTO PROACTIVO**

Esta estrategia tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización y trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión de la maquinaria deben conocer la problemática del mantenimiento.

Cada persona desde su cargo o función dentro del área, debe actuar de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las actividades, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente.

Estas actividades a su vez deben brindar indicadores (informes) a las cabezas de la estructura del área de como lo son el alcalde y el director de obras públicas y planificación de la municipalidad, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

#### **3.2.1. DEFICIENCIAS DE MANTENIMIENTO PROACTIVO**

Como se dijo anteriormente, el mantenimiento proactivo implica colaboración y solidaridad por iniciativa propia; se debe entender esto como la capacidad que posee cada operador, ayudante de operador, chofer, mecánico, administrador, técnico para realizar una actividad favorable o amigable con la maquinaria sin que nadie se lo pida. Esto depende del nivel de conocimiento y capacitación de cada uno, y que debe ser provisto a manera de adiestramiento por los administradores del área.

De la evaluación realizada se obtiene las principales falencias relacionadas con la maquinaria, malas prácticas utilizadas y procedimientos inadecuados. Esto permite dilucidar los principios y prácticas del mantenimiento proactivo que deben ser aplicados al equipo caminero del cantón Pujilí. Los problemas más comunes que registra la maquinaria del municipio y sus causas son:

### **3.2.1.1. Reparación Frecuente de Motores**

- No se reemplaza periódicamente filtros de aire, se sopletean y reutilizan filtros usados.
- No se cambia de lubricantes y filtros de los diferentes sistemas, conforme recomienda el fabricante.
- Malas técnicas y malas costumbres de mantenimiento de motores.
- Uso de lubricantes inapropiados o fuera de recomendación.
- Ausencia de información técnica sobre operación y mantenimiento.
- No se repara los motores cuando estos lo requieren, solo se aumenta lubricante extra cuando existe consumo excesivo de la máquina.
- No hay protección adecuada contra factores ambientales de partes y componentes de equipos en reparación.
- Ausencia de instrumentos para controlar las variables de funcionamiento.

### **3.2.1.2. Reparación y Reemplazo de Diferenciales**

- Mala técnica de manejo e inexperiencia.
- Sometimiento a sobre esfuerzos.
- Mantenimiento inadecuado.

### **3.2.1.3. Daños y Fugas Frecuentes en el Sistema Hidráulico**

- No se vigila los niveles de fluido.
- Cañerías en malas condiciones.
- Ingreso de partículas ajenas por respiraderos.
- Fluido hidráulico inapropiado.
- Exceso de temperatura en el sistema.
- Empaquetaduras inapropiadas.

### **3.2.1.4. Funcionamiento Defectuoso de Frenos**

- Falta de inspección del sistema.
- Calibración inapropiada del sistema.

### **3.2.1.5. Fracturas en las Herramientas y Estructura**

- Operación violenta y con sobre esfuerzos.
- Malas técnicas de transporte y almacenaje.

### **3.2.1.6. Desgaste Excesivo e Irregular de los Trenes de rodaje**

- Operación inapropiada.
- Desconocimiento de técnicas de administración y mantenimiento.
- Técnicas inadecuadas de reparación.

### **3.2.1.7. Partes Flojas**

- Utilización de herramientas inapropiadas.
- Desconocimiento de procedimiento de armado y desarmado.
- Pérdida de piezas que conforman la maquinaria.
- Desconocimiento de valores apropiados de torque para juntas unidas por roscas, que incurre en aislamientos.

### **3.2.1.8. Falla de Rodamientos**

- Instalación inapropiada.
- Aplicaciones inapropiadas.
- Mala lubricación y presencia de contaminantes en los lubricantes.
- Ausencia de inspección.

## **3.2.2. PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO PROACTIVO<sup>1</sup>**

Cada individuo involucrado directamente con la maquinaria debe poseer un mínimo de conocimientos y nociones sobre ciertos temas que van de la mano con la administración, operación y mantenimiento de la misma. Estos conocimientos proporcionan criterios para la realización de tareas de mantenimiento proactivo, las cuales son comunes y de extrema importancia para fortalecer la implementación de un plan de mantenimiento. Tomando en cuenta las falencias

---

<sup>1</sup> KOMATSU – Manual de Operación y Mantenimiento

encontradas en el área de mantenimiento a continuación se describen prácticas de mantenimiento proactivo esenciales.

### **3.2.2.1. Aspectos Relacionados con la Seguridad Personal y de la Maquinaria**

Antes de operar y prestar mantenimiento a la maquinaria, el personal involucrado debe comprender que la mayoría de los accidentes se producen por ignorar las reglas fundamentales de seguridad para el funcionamiento y el mantenimiento de las máquinas. Para evitar accidentes es preciso leer, comprender y tener en cuenta las precauciones y advertencias ofrecidas en los manuales y en las etiquetas adheridas a las máquinas antes de ponerla en funcionamiento y de proceder a su mantenimiento.

Los fabricantes no pueden prever cada una de las circunstancias que pueden representar un peligro potencial durante el funcionamiento y el mantenimiento de las máquinas. Por lo tanto, los mensajes de seguridad de los manuales y los que se encuentran en las máquinas pueden no incluir todas las precauciones de seguridad.

Si se ejecutan procedimientos o acciones que no han sido específicamente recomendados en los manuales, debe asegurarse que es posible ejecutarlos sin deteriorar la máquina. Si no se tiene la certeza de que un procedimiento es seguro, se debe consultar a un especialista, pudiendo ser este el distribuidor.

Son buenas prácticas de mantenimiento proactivo relacionadas con la seguridad:

- Leer detenidamente los manuales de operación, mantenimiento y de taller (despiece) de la maquinaria.
- Solamente personal capacitado y autorizado puede operar y dar mantenimiento a la maquinaria.
- Respetar todas las normas de seguridad aplicables, precauciones e instrucciones cuando opere o dé mantenimiento a la maquinaria.
- Si se detecta alguna anomalía en la maquinaria durante la operación y el mantenimiento (ruido, vibración, olor, indicadores incorrectos, humo, pérdida de aceite, etc., o alguna manifestación anormal en los dispositivos) informe lo más rápido posible a la persona a cargo para aplicar las



correspondientes acciones. No operar la maquinaria a menos que se hayan corregido las anomalías.

- Mantener limpia la maquinaria. Si se realizan inspecciones o mantenimientos cuando la máquina se encuentra sucia con barro o aceite, existe el riesgo de resbalar, caer o que la suciedad entre en los ojos. Además la suciedad puede impedir la visualización o detección de averías o desperfectos.
- Bloquear siempre la maquinaria al dejar de usarla y al dar mantenimiento.
- Esperar a que los componentes de la maquinaria se enfríen para proceder sobre ellos.
- No realizar modificaciones o adaptaciones en la maquinaria no permitidas por el fabricante o sin antes verificar que son técnicamente apropiadas.
- Antes de operar o dar mantenimiento, revisar a fondo la zona para localizar cualquier condición inusual que pudiera ser peligrosa para el personal o la maquinaria.
- Se recomienda usar siempre placas de advertencia para informar y alertar a otros que se están realizando actividades u operaciones de revisión o mantenimiento en la máquina. Se deben colgarlas placas de advertencia adicionales necesarias en los sitios de la máquina que se consideren requeridos.
- Algunos sistemas de la maquinaria permanecen siempre bajo presión interna. Al inspeccionar o realizar tareas de mantenimiento tenga en cuenta y compruebe siempre que se ha liberado la presión de los mismos.

Las normas propuestas son generales y no deben ser consideradas únicas. En absoluto se deben aplicar normas de seguridad personal e industrial reglamentarias, así como normas de seguridad para la operación y mantenimiento de la maquinaria.

#### **3.2.2.2. Aspectos Relacionados con el Proceso de Mantenimiento**

Efectuar las tareas de mantenimiento sobre terreno duro y llano. Colocando la maquinaria en una postura de inspección y mantenimiento apropiada.

En las máquinas equipadas con horómetro se debe leer diariamente el medidor de servicio para controlar si es momento de efectuar alguno de los servicios de mantenimiento. En las máquinas con contador de kilómetros proceder de igual manera.

Para el mantenimiento se debe utilizar herramientas apropiadas y en buen estado, las cuales generalmente están especificadas en los manuales de taller. No hay que dejar caer tierra o cosas en el interior de la máquina, por ejemplo cuando se hacen inspecciones en la boquilla del combustible tener cuidado de no dejar caer tuercas, monedas, herramientas al interior. No llevar en los bolsillos cosas innecesarias para la inspección, llevar consigo únicamente lo necesario.

No dejar herramientas u objetos alrededor de la zona de trabajo. Limpiar toda la grasa, aceite, polvo, agua u otras sustancias que pudieran provocar accidentes o contaminar componentes e insumos de la maquinaria. Mantener siempre limpio y ordenado el lugar de trabajo, con el fin de que pueda realizar las operaciones de forma segura y apropiada para el personal y para la maquinaria.

Buenas condiciones de alumbrado, ventilación, drenaje son recomendadas para las actividades de mantenimiento, a la vez que instalaciones sanitarias accesibles, apropiadas y limpias para el personal involucrado deben ser prioridad.

Siempre se debe designar un responsable apropiado para la realización de una determinada tarea, el cual es encargado de dirigir y llevar a cabo dicha actividad.

Seguir las instrucciones para mantenimiento paso a paso y elaborar los respectivos procedimientos en caso de que no existan.

Para evitar lesiones y accidentes, no realizar tareas de mantenimiento con el motor en operación o con partes móviles en acción. En caso de que el mantenimiento se efectúe bajo estas características, realizar la operación con dos trabajadores como mínimo, un trabajador debe estar siempre preparado para detener el movimiento en cualquier momento. Todos los trabajadores deben permanecer comunicados unos con otros.

En la maquinaria provista de un interruptor de paso de corriente general, corte el paso de energía antes realizar cualquier tarea de inspección o mantenimiento.

Cuando se realicen tareas de inspección y mantenimiento con equipos de trabajo en elevación, o si es necesario realizar trabajos debajo de la máquina, utilice apoyos resistentes como puntales o estructuras que permitan soportar el peso de la maquinaria o el equipamiento de trabajo. Hay que asegurarse de fijarlos en su sitio de forma segura.

Las operaciones de soldadura se deben realizar siempre por un soldador calificado tomando en cuenta el proceso de soldadura requerido, el material de aporte utilizado y el material base. El soldador debe conocer si se requieren procesos adicionales como tratamientos térmicos.

Los materiales utilizados para la construcción de maquinaria pesada son en su mayoría aceros especiales de avanzada tecnología, por lo que deben ser inspeccionados, soldados y tratados por personal calificado, de lo contrario se podrían alterar de forma grave y permanente sus propiedades y desempeño.

La soldadura debe ser realizada en un lugar con equipamiento adecuado. Al realizar las tareas de soldadura existe el riesgo de dañar componentes eléctricos y electrónicos de la maquinaria, por lo que se debe consultar el procedimiento apropiado para realizar este tipo de tarea. Cuando se deban realizar reparaciones en el sistema eléctrico o soldadura y no se cuente con un interruptor de paso de corriente general, lo más recomendable es desconectar el polo negativo de la batería para evitar el flujo de energía.

### **3.2.2.3. Aspectos Relacionados con la Lubricación, Filtros y Combustible**

Básicamente, la lubricación consiste en intercalar entre dos superficies que están dotadas de un movimiento relativo, una película de un material (lubricante) y de un espesor adecuado, a fin de:

- a) Reducir la fricción, es decir la fuerza que se opone al movimiento, ya sea para iniciarlo (fricción estática) o para mantenerlo (fricción dinámica), y que limita la potencia útil que puede obtenerse de un mecanismo.

- b) Reducir el desgaste mecánico que se produciría en las superficies de trabajo si se produjera el contacto entre ellas.

Esto se puede lograr en distintas condiciones y en general durante el ciclo de operación de una máquina se verifica una transición y/o combinación de ellas.

En la maquinaria caminera el aceite que se utiliza en el motor y en el equipo de trabajo está bajo condiciones extremadamente severas (alta temperatura, alta presión) y se deteriora con el uso. Por tanto:

- Se deben utilizar aceites y grasas con especificación y con certificación, eligiéndolos con la viscosidad y propiedades recomendadas y especificadas para cada aplicación.
- No se deben mezclar, bajo ninguna circunstancia, diferentes clases de aceite. Si se añade una clase de aceite diferente, se debe vaciar el usado y sustituirlo por aceite de la misma clase.
- Inclusive si el aceite no está sucio, se debe cambiar el aceite después del intervalo especificado.
- Una práctica fundamental es mantener limpios los recipientes de grasa y aceite antes, durante y después de su uso y conservarlos fuera del alcance de partículas contaminantes.
- Agregar siempre la cantidad de aceite indicada, una cantidad de aceite excesiva o escasa puede producir problemas. Cuando se cambie el aceite, se debe cambiar también los filtros al mismo tiempo.
- Usar fluidos frescos que no sobrepasen la fecha de expiración, la calidad puede cambiar durante el almacenamiento prolongado, asegurarse de que se los va utilizando por orden de almacenamiento (primero los almacenados antes).
- La mayor parte de los problemas con los sistemas dependientes de los lubricantes son provocados por la entrada de impurezas. Cuidar especialmente que no caiga ninguna impureza cuando se almacene o se añada aceite.
- Comprobar la existencia de impurezas (como partículas metálicas o materiales extraños) en el aceite vaciado y en los filtros una vez que se

haya cambiado el aceite o se hayan reemplazado los filtros. Si se encuentran grandes cantidades de partículas o materiales extraños, se debe informar siempre de ello al personal a cargo, y llevar a cabo operaciones recomendadas.

- Se recomienda realizar un análisis periódico del aceite para comprobar el estado de la maquinaria. Esto se explica detalladamente en la sección de mantenimiento predictivo.
- Al momento de embarcar la maquinaria desde la fábrica, se suele agregar aceites con requerimientos mínimos para diferenciales, transmisiones y sistemas hidráulicos porque el fabricante desconoce el tipo de trabajo y régimen al que va a estar expuesta la maquinaria, por lo tanto, los lubricantes pueden ser reemplazados según las necesidades que el usuario tenga, pero siempre bajo las recomendaciones del fabricante.
- Los filtros son elementos de seguridad muy importantes, evitan que las impurezas ingresen a los circuitos de combustible, aceite y aire para que no se generen problemas en los equipos importantes.
- Se debe cambiar los filtros periódicamente, sin embargo, al trabajar en condiciones severas, es necesario considerar sustituir los filtros a intervalos más cortos. Nunca se debe tratar de limpiar, lavar, sopletear y volver a usar los filtros del tipo de cartucho desechable, pues estos deben ser reemplazados por filtros nuevos. Los paquetes de filtros nuevos y sin utilizar no deben ser abiertos hasta que vayan a ser utilizados.
- Se debe tener en cuenta que los fabricantes recomiendan cambiar el aceite del motor según la calidad del combustible. Para maquinaria a diesel se toma en cuenta el porcentaje de azufre contenido en el combustible o partes por millón de azufre (PPM).
- Cuando el contenido de azufre en el combustible es inferior al 0.5%, se debe cambiar el aceite del cárter del motor según los intervalos de mantenimiento periódicos descritos en los manuales de operación y mantenimiento. Cuando el porcentaje de azufre contenido en el diesel excede el 0.5%, se debe variar dichos intervalos conforme la tabla 3.1.:

**Tabla 3.1. Variación en el intervalo de mantenimiento según contenido de azufre en el diesel.<sup>2</sup>**

<b>Criterio</b>	<b>Porcentaje de Azufre (% S)</b>	<b>PPM Azufre</b>	<b>Variación en el intervalo</b>
Menos de	0.5	5000	Normal
Entre	0.5 - 1	5000-10000	½ Normal
Más de	1	10000	¼ Normal

El azufre es un elemento que acelera el envejecimiento de los lubricantes (por lo que causa la corrosión de las partes internas del motor), catalizadores y filtros de partículas. El azufre está contraindicado para la mayoría de dispositivos anti-polución que se usan actualmente.

Por ejemplo la válvula EGR (de recirculación de gases de escape), la cual para su funcionamiento no es imperativo, pero sí es recomendable que el combustible tenga poco azufre. Este dispositivo reduce las emisiones de óxidos de nitrógeno gracias a que re-inyecta gases de escape en la admisión, pero se genera un efecto negativo en este proceso ante la presencia de azufre al formar ácido sulfúrico con el agua de la combustión, sustancia que aumenta considerablemente la degradación del aceite, al consumir más rápidamente los aditivos anticorrosivos. La solución de muchos fabricantes de motores que trabajan con combustible diesel de elevado número de PPM de azufre es acortar el período de cambio de aceite, lo cual mejora las condiciones de operación de los motores, pero no es nada amigable con el medio ambiente.

Recomendaciones sobre el combustible:

- La humedad del aire puede condensar agua dentro del tanque de combustible, para evitar esto se debe llenar siempre el tanque después de la jornada de trabajo. En las máquinas provistas de filtro separador de agua para combustible, drenar todos los días el mismo.

<sup>2</sup> KOMATSU – Manual de Operación y Mantenimiento

- Drenar los sedimentos y el agua del tanque de combustible antes de arrancar el motor o, cuando hayan pasado 10 minutos después de haber repostado.
- Mantener siempre el tanque de combustible con al menos  $\frac{1}{4}$  de la capacidad.

### 3.2.2.3.1. Contaminación de los Lubricantes<sup>3</sup>

#### *Contaminación por Agua*

El agua afecta a la lubricación tanto física como químicamente. Es el principal enemigo del aceite; de hecho es incluso más dañina que las partículas sólidas. Esto se debe a que algunos aditivos son solubles en agua. Además actúa como catalizador de la formación de ácidos, óxidos y otras sustancias dañinas. Entra en el sistema filtrándose a través de los sellos, empaques en mal estado, a través de respiraderos disueltos en el aire, se condensa en espacios libres al ser producto de la combustión de los hidrocarburos.

Cuando la cantidad de agua disuelta en el aceite supera la cantidad que dicho aceite puede disolver, éste se satura. En este estado, se separa en forma de pequeñas gotas, lo que es conocido como emulsión, cuando se produce este fenómeno, se dice que el aceite tiene aspecto neblinoso o lechoso. Si continúa aumentando la cantidad de agua en el aceite, éste y el agua se separarán en dos fases, originándose una capa de agua bajo la de aceite con agua emulsificada. En la mayor parte de los casos, se deposita en el fondo de los depósitos. El agua libre y la emulsificada son las dos fases más dañinas para el aceite.

Afecta a la formación de la capa de lubricación. Debido a la incomprensibilidad del agua, esa puede desplazar al aceite en zonas donde se forma una capa de lubricación muy fina, provocando la pérdida de la capa de lubricación hidrodinámica, dando como resultado un desgaste excesivo.

En condiciones de extrema presión y temperatura, como pueden darse en los cojinetes de apoyo a alta velocidad, engranajes, el agua puede vaporizarse instantáneamente, dejando al elemento sin aceite y provocando un profundo

---

<sup>3</sup>SHELL; Curso de Lubricación de Motores; Módulo 2; Pág.59.

desgaste. Proactivamente es preciso verificar la condición del aceite buscando la presencia de agua en el mismo, por ejemplo cuando el sistema de enfriamiento del motor consume refrigerante en exceso es primordial investigar a donde va dicho fluido, y corregir cualquier defecto lo más rápido posible.

#### *Contaminación por Combustible*

El combustible actúa como un disolvente del lubricante el cual puede interferir en la formación de la capa de lubricación, al igual que el agua, aunque sus efectos son más químicos (degradación química del aceite en lugar de desplazamiento físico). Este tipo de anomalía se puede notar por que el aceite tiene olor a diesel, y podría estar originándose en el sistema de inyección.

#### *Contaminación por Partículas Sólidas*

Las partículas sólidas pueden ser originadas por el sistema o entrar en él desde fuera. Puede tratarse de virutas metálicas, arena, fragmentos de desgaste de piezas metálicas, fragmentos de sellos, productos de la degradación del aceite o productos de la degradación del equipo. Si su tamaño es similar al de la capa de aceite pueden clavarse, abollar o erosionar superficies, reduciendo la vida de los componentes. Además pueden originar fallos de lubricación (falta de lubricante en el elemento a lubricar), debido a que obstruyen o impiden que llegue la cantidad necesaria de lubricante. Si la o las partículas son de tamaño ligeramente mayor que la de la capa de lubricación crean un punto de fricción, bien debido a desgaste erosivo provocado por las mismas, o bien debido a la acción química favorecida por partículas químicamente activas.

Aunque las partículas son eliminadas mediante filtrado, la presencia de algunos tipos de partículas, tales como fragmentos de sellos o productos sólidos de la corrosión, son indicadores de problemas que deben ser atendidos y eliminados.

#### **3.2.2.4. Sistema de Enfriamiento<sup>4</sup>**

Cuando el motor de combustión funciona, solo una parte de la energía calorífica del combustible se convierte en trabajo mecánico a la salida del cigüeñal, el resto

---

<sup>4</sup><http://widman.biz/boletines/11.html>



se pierde en calor. Una parte del calor perdido sale en los gases de escape pero otra se transfiere a las paredes del cilindro, a la culata o tapa y a los pistones, por lo que la temperatura de trabajo de estas piezas se incrementa notablemente y es necesario refrigerarlos para mantener este incremento dentro de límites seguros que no los afecten. Además las pérdidas por rozamiento calientan las piezas en movimiento, especialmente las rápidas, como cojinetes de biela y puntos de apoyo del cigüeñal.

Los principales objetivos del Sistema de Enfriamiento son:

- Reducir la temperatura dentro de rangos seguros de operación para los diferentes componentes, tanto exteriores como interiores del motor.
- Disminuir el desgaste de las partes.
- Mantener una temperatura óptima para obtener el mejor desempeño del motor.

Para cumplir con estos objetivos, el sistema cuenta con el refrigerante que es la sustancia encargada de transferir el calor hacia el aire del medio ambiente y debe tener las siguientes características:

- Mantener el refrigerante en estado líquido evitando su evaporación. Esto se logra al cambiar el punto de evaporación del refrigerante.
- Mantener el refrigerante en estado líquido evitando la formación de hielo al bajar la temperatura ambiente, esto se logra al cambiar el punto de congelación del refrigerante.
- Evitar la corrosión.
- Tener una gran capacidad para intercambiar calor.

#### *3.2.2.4.1. Mantenimiento Componentes del Sistema de Enfriamiento*

##### *Refrigerantes*

Existen tres opciones comunes de refrigerantes para utilizar en el sistema de enfriamiento:

### *Agua*

El agua sola es el peor refrigerante posible, actúa como electrolito entre el sitio anódico y el área catódica, causando corrosión. Esta ocurre más en áreas donde hay diferencias de presión y la tendencia de formar cavitación. El resultado es una restricción en el flujo, una reducida transferencia de calor, un tapado del radiador con residuos metálicos y el calentamiento del motor. Con el uso de agua pura, el agua hierve 17°C más fría y se tiene serios problemas de cavitación de camisas. Esta cavitación continúa hasta perforar la camisa o el bloque, obligando a reparar el motor cuando entra agua al cilindro y al aceite. Esta cavitación o “picada” de la camisa es totalmente evitable.

### *Refrigerante VERDE*

Refrigerante/Anticongelante verde, es bueno para evitar la corrosión, el congelamiento y aumenta el punto de ebullición. El problema es que tiene una vida relativamente corta. Se debe reemplazar cada año por la caída de sus aditivos. Cuando se coloca con agua dura o salada, reacciona y sus aditivos se deterioran más rápido. Estos aditivos terminan en el rodamiento de la bomba de agua, acortando la vida útil de la misma. En los primeros 16,000 kilómetros 50% de sus silicatos y nitritos han caído, dejando el sistema sin mucha protección contra la corrosión y cavitación.

### *Refrigerante ROJO/ ANARANJADO*

Estos refrigerantes se encuentran elaborados de aditivos SCA, agua pura, y refrigerante Glicol. Los SCA (Aditivos de Refrigeración Suplementarios) son necesarios para evitar el picado y la corrosión de revestimientos y la acumulación de óxido en los componentes del sistema de refrigeración. Estos aditivos tienen una fórmula química diseñada para proteger todos los metales que están en contacto con el refrigerante, controlar y retrasar las reacciones químicas del refrigerante, además de ser muy compatible y soluble en refrigerante Glicol y agua. No forman una capa total de aislante, esto resulta en 8% más transferencia de calor que los productos de formulación tradicional.

El Refrigerante Glicol es un líquido soluble en agua, extiende la temperatura de congelación y ebullición al diluirse con agua, reduce la dureza del agua por

volumen en proporción al porcentaje de la mezcla, lubrica partes metálicas y no-metálicas.

#### *Radiador*

El radiador viene diseñado de fábrica para el tamaño y la carga anticipada del motor. Si se reemplaza con un radiador más pequeño, se tienen problemas de refrigeración. Si se tapa con residuos de corrosión, pierde eficiencia y sobrecalienta el motor. El radiador también pierde su eficiencia por aletas dobladas o bloqueadas por insectos y barro acumulados, o porque en el mantenimiento se bloquea partes dañadas en vez de arreglarlas o reemplazarlas.

#### *La tapa del radiador*

La tapa del radiador juega un papel muy importante en el trabajo del sistema de enfriamiento, tiene las funciones siguientes:

- Permite la salida del refrigerante al tanque de reserva debido a la expansión del líquido cuando se calienta.
- Mantiene la presión del sistema a un valor adecuado para evitar la ebullición del líquido, pero sin sobre-presiones peligrosas para la integridad de las partes.
- Permite el retorno del refrigerante cuando el sistema se enfría y este se contrae manteniéndolo completamente lleno.
- Sirve como válvula de seguridad en los sobrecalentamientos.

Es un componente crítico para el funcionamiento del sistema. Si su resorte está dañado, la goma gastada o seca, no mantiene la presión necesaria para evitar la ebullición, por lo tanto se debe reemplazar de inmediato cuando ésta tiene problemas.

#### *El depósito de expansión*

Muchos sistemas utilizan un depósito para recibir el exceso refrigerante generado por la expansión del mismo, permitiendo su retorno al radiador cuando el sistema se enfría. Cuando el sistema no cuenta con éste elemento, requiere un colchón de aire en la parte superior del radiador para comprimirse en el calor, absorbiendo la diferencia de volumen. Se debe verificar con qué tipo de depósito de expansión

cuenta cada motor y tomar las medidas de administración necesarias según corresponda.

#### *La bomba de agua*

La bomba de agua gira con la misma velocidad que el motor, por un engranaje o polea. El exceso de agua empujado vuelve directamente al radiador. Cuando la bomba sufre de cavitación, corrosión o abrasión, pierde eficiencia. Se evitan estos daños si se aplica un buen refrigerante en el sistema y se facilita la circulación del agua.

#### *El termostato*

Tal como un atleta que tiene que calentar antes de correr, el termostato funciona para calentar el motor antes de trabajar y lo mantiene a la temperatura óptima para su trabajo. El termostato es el controlador de la temperatura.

Cuando la temperatura del motor se acerca a la temperatura nominal del termostato (normalmente 80°C), este empieza a abrirse, dejando pasar un poco de agua para mezclarse con el agua caliente e iniciar el proceso de refrigeración.

Cuando el motor se calienta totalmente, el termostato se abre a plenitud, controlando la velocidad de circulación del agua.

Cuando el motor sebe de temperatura y el termostato ha sido removido, el agua pasa por el bloque demasiado rápido sin lograr una transferencia eficiente de temperatura, ocasionando el sobrecalentamiento del motor. Si la temperatura ambiente y las condiciones de operación bajan la temperatura del motor por debajo de 80°C, el termostato se cierra manteniendo la temperatura correcta para la quema eficiente del combustible.

#### *Los conductos*

Los conductos recorren el motor, tratando de absorber todo el calor posible. Entre más corrosión y obstrucciones encuentren (a veces el exceso de selladores de empaquetaduras o empaquetaduras mal fabricadas), reduce la circulación y menor el calor que lleva al radiador para ser disipado.

### *El ventilador*

El ventilador es un elemento crítico en el sistema de refrigeración a velocidades inferiores a 70 km/h. Sobre ésta velocidad, el flujo de aire actúa con la misma eficiencia hasta el punto de que la fuerza requerida para pasar por el viento causa demasiado estrés al motor y se calienta más. Si la correa del ventilador está seca o gastada, el ventilador no gira a la velocidad correcta, reduciendo la eficiencia del radiador. Algunos motores tienen ventiladores eléctricos que operan con su propio termostato o sensor de temperatura, activando el ventilador cuando requiere y manteniéndolo girando después de apagar el motor hasta que se enfría el sistema.

### *Las mangueras*

Las mangueras forman una parte importante en el sistema. Por falla de una manguera se puede perder todo el refrigerante y posiblemente agarrotar el motor. La manguera de salida del radiador es reforzada para resistir la succión creada por la bomba.

#### *3.2.2.4.2. Efectos de la Altura (sobre el nivel del mar) en el Refrigerante y el Sistema.*

El punto de ebullición del agua varía en diferentes partes del país de acuerdo a la altitud, encontrándose entre 85°C a 99°C. Si no se mantiene el sistema trabajando como fue diseñado, se tienen problemas de pérdida de agua y sobrecalentamiento del motor.

Los sistemas de enfriamiento están diseñados generalmente para operar presurizados a 15 psi (1 bar). Esta presión está determinada por el diseño de la tapa del radiador. La tapa correcta sube la temperatura de ebullición del agua 16°C, compensando por una parte la eficiencia que se pierde por estar sobre el nivel del mar. La tapa tiene que sellar bien contra el cuello del radiador y mantener la presión correcta. El refrigerante, cuando es correctamente mezclado aumenta la temperatura de ebullición 25°C más. Cuando se combinan la tapa correcta y un buen refrigerante, se tiene una ventaja de casi 42°C para compensar por la altura o la temperatura del ambiente.

Recomendaciones proactivas para el sistema de enfriamiento:

- No rellenar el depósito de refrigerante con agua simple ya que, además de rebajar la concentración original del refrigerante, produce formación de depósitos de sales y minerales en el sistema los cuales dificultan la transferencia de calor y el flujo apropiado del refrigerante a través del sistema.
- Utilizar agua potable en proporción adecuada para rellenar el sistema.
- Reemplazar el refrigerante periódicamente conforme lo recomiende el fabricante.
- Verificar el nivel de refrigerante diariamente, o cada vez que se vaya a utilizar la maquinaria.
- Si el motor que no cuenta con termostato o está dañado se debe restituirlo de inmediato.
- Verificar mediante medición con termómetro la temperatura de apertura y cierre del termostato.
- Revisar el sistema periódicamente. Si hay corrosión, se debe lavar con un producto que elimine la corrosión, enjuagar con bastante agua y revisar fugas.
- Revisar las aletas del radiador para asegurar que estén rectas y limpias, eliminando barro, insectos y daños causados por mecánicos descuidados.
- Revisar las mangueras, reemplazando las que están débiles, secas o degradadas.
- Revisar las correas periódicamente, reemplazar las que estén secas, gastadas o débiles.
- Si el fabricante no recomienda una proporción para mezcla de refrigerante colocar una mezcla de 50% Refrigerante/Anticorrosivo naranja y 50% agua destilada.
- Después de dar mantenimiento y cambiar el refrigerante del sistema, revise el nivel de agua después de que se caliente y enfríe el motor. Durante éste periodo sale todo el aire atrapado en el sistema y se puede completar el refrigerante faltante.

- Nunca operar con un nivel bajo de refrigerante ya que se puede incorporar aire al sistema. Este aire causa la formación de sustancias gelatinosas y cavitación.
- Si el sistema tiene un tanque o reservorio para almacenar el exceso de refrigerante, mantener el nivel entre máximo y mínimo, sin destapar el radiador.
- Si el sistema no tiene un tanque separado y se llena por el mismo radiador, no llenar hasta el cuello. Dejar unos 2 centímetros de aire entre el cuello y la mezcla.

### **3.2.2.5. Trenes de Rodaje y Neumáticos<sup>5</sup>**

#### *3.2.2.5.1. Trenes de Rodaje*

El tren de rodaje es una inversión muy costosa y está presente en un sinnúmero de máquinas de uso frecuente como tractores y excavadoras. El tren de rodaje representa hasta un 20% del precio de la máquina<sup>6</sup> y puede representar hasta un 50% de los costos de mantenimiento.

Los trenes de rodaje son utilizados frecuentemente en condiciones de suelo muy irregulares, en donde se haría imposible el uso de neumáticos. Esta característica de los trenes de rodaje es muy favorable pero a la vez costosa, sobre todo cuando el operador de la máquina desconoce de una operación adecuada.

Cuando se realizan operaciones de explanación y de empuje el peso de la máquina se desplaza hacia la parte delantera, causando un desgaste más rápido de los rodillos y ruedas guías delanteras. Cuando se realizan operaciones de desgarramiento y arrastre el peso de la máquina se desplaza hacia la parte trasera, aumentando el desgaste de las ruedas guías, las ruedas motrices y los rodillos traseros.

Al realizar operaciones de carga, como en el caso de las excavadoras, el peso de la máquina se traslada continuamente de la parte trasera a la parte delantera y viceversa, y también se traslada súbitamente al lado al que se está excavando

---

<sup>5</sup> JOHN DEERE; Neumáticos y carriles–Fundamentos de servicio; Estados Unidos; 1980; Pág. 51

<sup>6</sup> CATERPILLAR; Guía de administración de su tren de rodaje; Pág. 4

cuando la máquina pasa de transportar a excavar, en este caso, el desgaste es superior en los rodillos delanteros y traseros que en los centrales.

Durante la operación de la máquina, se pueden quedar materiales pegados al tren de rodaje y quedar prensados entre los componentes correspondientes como rodillos, eslabones, dientes de ruedas motrices y bujes. Este empaqueo de material evita que las piezas se acoplen correctamente unas con otras. Esto puede causar cargas más altas y aceleración del desgaste de los componentes. Para mantener y prolongar la vida útil de las orugas se deben seguir las siguientes direcciones:

- Evitar operaciones descuidadas sobre terreno escabroso y rocoso.
- No patine los carriles, aplique las cargas gradualmente. El patinaje de la cadena reduce la producción y aumenta el desgaste de todos los componentes del tren de rodaje, especialmente de las barras de las garras.
- Manejar lentamente, especialmente sobre terreno escabroso. No es productivo operar la máquina a velocidades excesivas y puede causar el desgaste de los eslabones, de los rodillos inferiores y de la banda de rodadura de la rueda guía. El desgaste aumenta proporcionalmente con la velocidad.
- Si se gira siempre la máquina en una dirección se puede causar el desgaste del riel lateral del eslabón/pestaña del rodillo inferior y de la pestaña de la rueda guía. El desgaste aumenta en un lado de la máquina debido a la mayor potencia y a la mayor distancia recorrida.
- Evitar operación a velocidades altas en reversa o evitar operar en retroceso sin necesidad, esta operación no es productiva y además aumenta el desgaste de los bujes y de las ruedas motrices. Si hay que desplazar la máquina de un lugar a otro, la operación en retroceso causa más desgaste de los bujes independientemente de la velocidad.
- No maneje en concreto u otras superficies duras cuando esto sea posible.
- Conserve colocadas las guardas de los rodillos, especialmente al trabajar en rocas.
- Limpie el lodo empaçado después de operar en condiciones lodosas.



- Revise la tensión de los carriles con más frecuencia al operar en lodo, nieve o arena.
- No estacione en laderas, pues esto sujeta los sellos de rodillos a esfuerzos.
- En temperaturas de congelación, estacione en una superficie dura para evitar que los carriles se congelen.
- Periódicamente revise el apriete de los bulones de los carriles.
- Inspeccione los carriles con regularidad.

#### *Tensión del carril (Fig. 3.1.)*

Al operar sobre lodo, arcilla o algunos tipos de material pétreo arenoso como lastre, graba, granillo se debe revisar el ajuste con frecuencia, pues puede ser necesario aflojar el ajuste para evitar la operación con carriles sobre-apretados.

Se deben revisar también los resortes de reculada expuestos. El lodo puede causar restricción en el recorrido del tensor, evitando la acción de recular.

La tensión del carril debe ser medida a partir del pandeo. La tensión es generalmente correcta al medir una cantidad de pandeo de 25 mm en un punto equidistante entre el rodillo portador y el tensor delantero. Se deben ajustar ambos carriles con la misma tensión.

#### *Carriles demasiado apretados*

Existe una gran cantidad de fricción entre los pernos y bujes al momento en que los eslabones articulen sobre la rueda dentada y el tensor. Esta fricción disminuye la potencia de la máquina y provoca un incremento de temperatura que repercute sobre las propiedades mecánicas de los pernos y bujes. Demasiado apriete también ocasiona daños severos a las masas de los mandos finales, cojinetes y engranajes.

#### *Carriles demasiado flojos*

El carril flojo no conserva un alineamiento correcto y tiende a salirse de los rodillos provocando desgaste en las pestañas de los rodillos, los dientes de la rueda dentada y el tensor. El movimiento constante de la máquina provoca fuertes golpes del carril, produciendo cargas de impacto en los rodillos portadores y sus

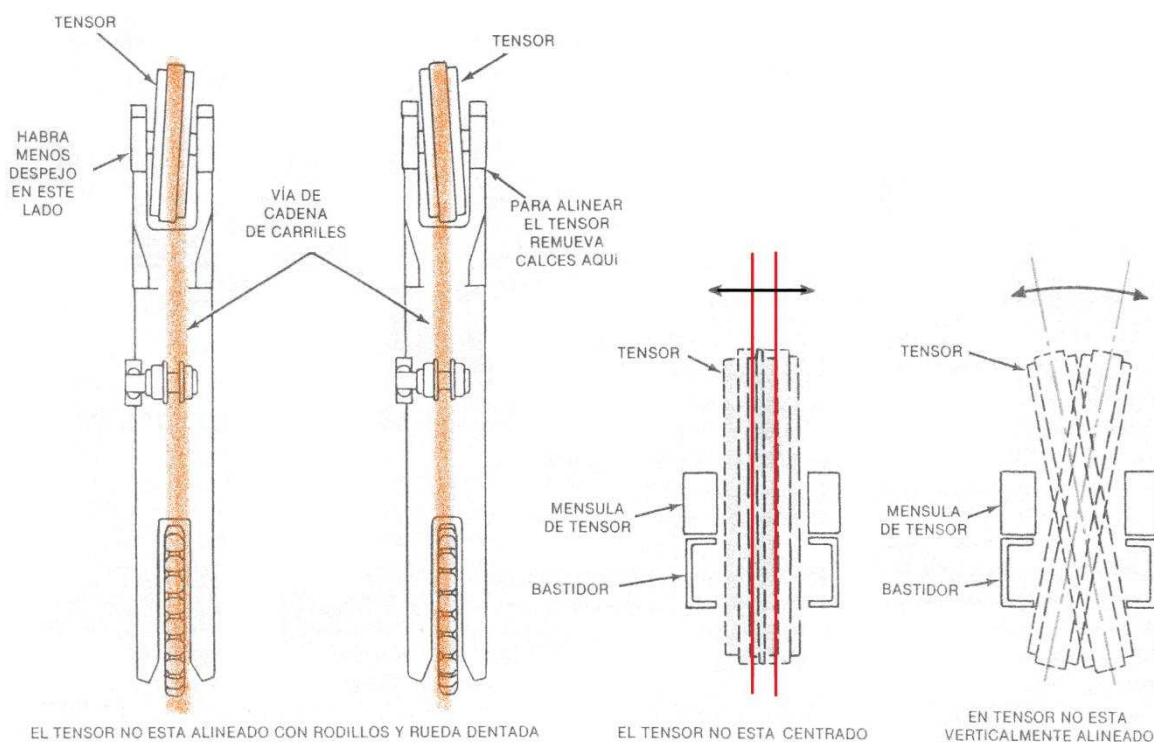
ménsulas de soporte. El carril flojo puede provocar saltos en los dientes de la rueda, desgastando no solamente la rueda sino también los bujes.



**Figura 3.1. Tensión en los carriles<sup>7</sup>**

*Alineamiento del carril (Fig. 3.2.)*

Cuando se evidencia desgaste en los lados de la rueda dentada y las pestañas del tensor delantero, es probable que el carril no esté alineado. El alineamiento del carril debe realizarse en función de la rueda dentada. Primero los rodillos y el bastidor alineados a la rueda dentada y finalmente el tensor a los rodillos y a la rueda.



**Figura 3.2. Ejemplos de desalineación de carriles<sup>8</sup>**

<sup>7</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Neumáticos y carriles, Pág. 53

<sup>8</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Neumáticos y carriles, Pág. 54

### 3.2.2.5.2. *Neumáticos*

Los neumáticos están constituidos por materiales compuestos, que actualmente mejoran el rendimiento y su durabilidad, pero que a la vez no son motivo para dejar de lado su buen uso y mantenimiento. Los neumáticos de la maquinaria pesada deben ser adecuadamente seleccionados en función del tipo de suelo sobre el que ha de trabajar, el tipo de máquina que va a utilizar los neumáticos e inclusive la carga que va a soportar.

Una vez que la maquinaria cuente con los neumáticos adecuados para el trabajo se deben tener en cuenta:

- La inflación correcta de la llanta se obtiene cuando la huella o labrado haga contacto completo con el suelo.
- Siempre revise e infle los neumáticos, cuando sea requerido, mientras los mismos estén fríos.
- Nunca purgue la presión de neumáticos calientes.
- Si un neumático pierde presión durante su operación, ajuste la presión para que sea igual a la del otro neumático del mismo tamaño en el vehículo.
- Utilice un indicador de presión líquida al revisar la presión de neumáticos que tengan lastre líquido, revise la presión con el vástago de la válvula hacia el fondo.
- Nunca llene el neumático completamente con lastre líquido, pues el neumático es incapaz de absorber los impactos. Llene sólo a un 75% de la capacidad del neumático.

Las fallas en los neumáticos pueden ser causadas por impacto de algún objeto, congelación del lastre líquido, grietas por intemperie, desgaste por patinaje, desgaste por rastrojo, operación en caminos duros, cortes de huellas y costados, daño por grasa y aceite y obstrucciones de los neumáticos.

### 3.2.2.5.3. *Almacenaje de Neumáticos*

#### *Neumáticos nuevos*

Deben ser almacenados dentro de una construcción, en un área fresca, oscura, seca y libre de corrientes de aire. Si se almacenan en una zona externa, los

neumáticos deben estar cubiertos por lonas impermeables o cubiertas opacas a prueba de agua.

No debe permitir el ingreso de agua y humedad a los interiores de los neumáticos. Almacenar los neumáticos lejos de aparatos eléctricos, salas adyacentes a gasolina y lubricantes. Nunca se deben apilar los neumáticos, deben ser ubicados en posición vertical sobre las huellas.

#### *Neumáticos usados*

Se deben limpiar e inspeccionar cuidadosamente para proceder a una reparación si fuera necesario. Proceder con las condiciones de almacenaje de neumáticos nuevos.

#### *Neumáticos montados*

Se debe calzar los neumáticos de manera que el peso no descansa sobre los mismos. Si no es posible calzar el vehículo, revise la presión de aire con frecuencia y mantenga los neumáticos en pleno inflado. El vehículo se debe mover de vez en cuando para que la sección del neumático no siempre esté bajo el esfuerzo de deflexión. Proteger cada neumático con una cubierta o envoltura de lona. Nunca use pintura para conservar los neumáticos.

#### *Almacenaje de tubos*

Los tubos nuevos deben permanecer en los paquetes originales, en un área seca, fresca y libre de corrientes de aire. Los tubos usados deben ser desinflados por completo, estar limpios y doblados, y finalmente almacenarlos como los nuevos.

### **3.2.2.6. Cojinetes y Rodamientos**

Toda máquina requiere de movimientos, ya sean lineales o circulares, para realizar una función. Este movimiento relativo entre los elementos de la máquina es comúnmente de desplazamiento, giratorio o ambos a la vez.

Los elementos que ayudan a disminuir la fricción se llaman cojinetes y están presentes en toda máquina por más simple que ésta parezca. Por esta razón, es necesario recordar la importancia de la lubricación, montaje, desmontaje y mantenimiento de los cojinetes.

Existen cojinetes lisos o bujes y cojinetes anti-fricción o rodamientos. Los bujes ocupan menos espacio que los rodamientos, son más baratos y operan silenciosamente. Los rodamientos son más versátiles (variedad de diseños), requieren de mantenimiento menos frecuente, soportan más carga y mayores velocidades y su costo no es limitante. Tanto los bujes como los rodamientos deben ser seleccionados adecuadamente para la aplicación necesaria.

#### 3.2.2.6.1. *Lubricación de Cojinetes y Rodamientos*<sup>9</sup>

Un lubricante debe hacer tres labores para trabajar bien:

- Mantener una película de lubricante entre todos los elementos del cojinete para evitar frotación.
- Reducir la fricción entre las esferas o rodillos y los separadores.
- Impedir la herrumbre cubriendo todas las piezas con una capa protectora.

Se debe tomar en cuenta que el diseño y la aplicación del cojinete determinan el tipo de lubricante y la frecuencia de la lubricación. En todo caso, siempre se deben seguir las recomendaciones del fabricante.

También se debe recordar que demasiada lubricación puede ser tan dañina como cuando la lubricación es escasa.

#### 3.2.2.6.2. *Cojinetes lisos o Bujes*

En este tipo de cojinetes se pueden dar tres tipos de fricción o lubricación entre las superficies deslizantes.

- *La fricción seca* se produce cuando no existe lubricante entre las superficies de contacto.
- *La lubricación en la capa límite* existe cuando hay una pequeña película de lubricante entre las superficies deslizantes.
- *La lubricación de capa completa* separa totalmente las superficies deslizantes mediante una presión hidrodinámica.

---

<sup>9</sup> JOHN DEERE; Cojinetes y sellos–Fundamentos de servicio; Estados Unidos; 1980; Pág. 36

En la práctica, la fricción seca no debe existir porque lleva al desgaste continuo de las dos piezas en contacto (más notorio en el buje) y el mal funcionamiento del sistema, pudiendo provocar daños a otros elementos.

La lubricación en la capa límite solo debe darse bajo movimientos lentos y cargas livianas.

La lubricación de capa completa es la óptima porque provee larga duración a las piezas en movimiento.

#### 3.2.2.6.3. *Cojinetes Anti-fricción o Rodamientos*

Los rodamientos normalmente no se desgastan si están bien lubricados, fallan debido a la fatiga. La flexión, las cargas y el calor causan eventualmente la pérdida de la resistencia del metal.

Como regla general, se deben engrasar los rodamientos hasta la mitad. En los rodamientos de bolas y rodillos, empacar ambos lados uniformemente con las jaulas y luego girar los collares de bolas unas veces para quitar el exceso de grasa.

#### 3.2.2.6.4. *Montaje de Rodamientos*<sup>10</sup>

Cerca del 16% de fallas prematuras en rodamientos se da por mal ajuste, usualmente usando fuerza bruta, y por no estar al tanto de la disponibilidad de herramientas adecuadas y métodos de montaje.

##### *Preparación*

Almacenar los rodamientos en un lugar limpio, fresco, con baja humedad en el ambiente, libre de polvo, golpes y vibraciones.

La forma más efectiva de mantener un rodamiento es conservándolo limpio. Las impurezas acortan la vida de cualquier rodamiento y la importancia de la limpieza no debe ser menospreciada. Para mantener un rodamiento en buen estado se tienen las siguientes consideraciones:

---

<sup>10</sup>SKF; Bearing Mounting Methods – Maintenance Products; Estados Unidos; 2004; Pág. 1

- Componentes limpios y secos.
- El material de limpieza debe ser fácilmente disponible.
- El algodón no debe usarse para limpiar o secar rodamientos.

Antes de montar un rodamiento se debe observar:

- No sacar el rodamiento del embalaje hasta el último momento.
- No trate de lavar el rodamiento. El conservativo es compatible con aceites y grasas de base mineral y debe ser removido únicamente de la perforación y el diámetro exterior del anillo exterior del rodamiento. Un paño sin pelusa humedecido con un agente de limpieza es adecuado para este propósito.
- Asegúrese que la fuerza de montaje se apliquen únicamente al anillo del rodamiento con interferencia de ajuste.
- Utilice un método de mínima fuerza y máximo control.
- Cubra ligeramente con aceite las superficies de contacto.
- Si monta rodamientos calentados, utilice guantes resistentes al calor.
- Por su seguridad y prevención del daño al rodamiento, no golpee el rodamiento directamente con objetos duros como un martillo o formón.

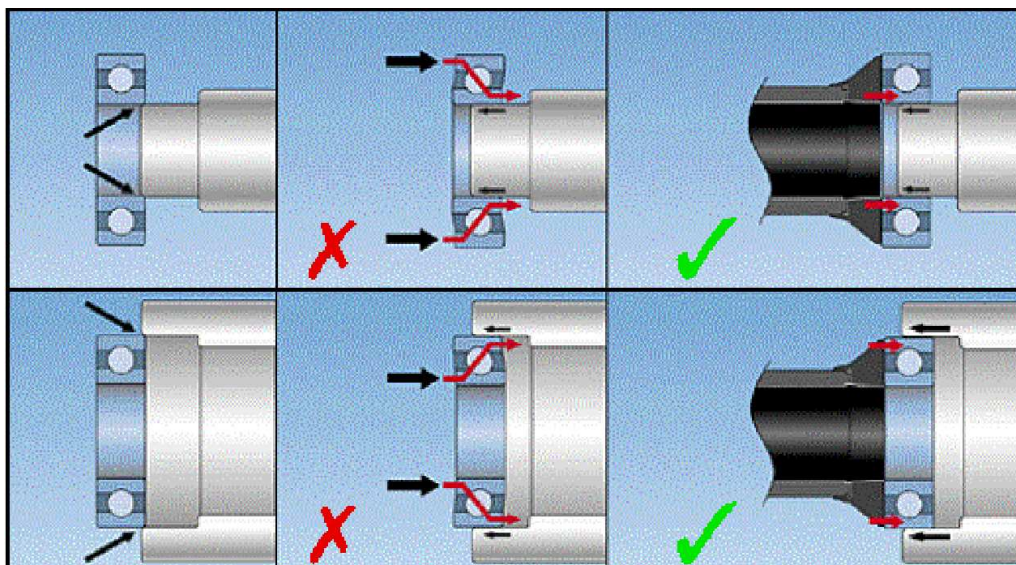
### *Montaje*

Durante la vida de servicio de un rodamiento, éste debe ser montado y desmontado al menos una vez del eje y su alojamiento. El montaje del rodamiento es el ajuste tanto en el eje como en el alojamiento. Para determinar el ajuste adecuado se debe consultar los catálogos del fabricante.

Se describe el montaje para rodamientos de asiento cilíndrico:

### *Método Mecánico (Fig. 3.3.)*

Utilizado para rodamientos pequeños. La fuerza para montar el rodamiento es aplicada con una herramienta de anillo y tubo para golpear contra el anillo interno del rodamiento utilizando un martillo, haciéndolo avanzar hasta la posición correcta. Asegúrese de elegir la herramienta con el tamaño correcto del anillo. El rodamiento debe estar en el ángulo preciso sobre el eje antes de empezar, y el eje ligeramente lubricado.



**Figura 3.3. Montaje mecánico en un eje y su alojamiento<sup>11</sup>**

#### *Método de Calentamiento*

La fuerza necesaria para montar un rodamiento incrementa a medida que incrementa el tamaño del rodamiento. Debido a la fuerza requerida, los rodamientos grandes no son fácilmente empujados en el eje o su alojamiento. Por esta razón se acostumbra a calentar ya sea el rodamiento o el alojamiento del mismo.

La diferencia de temperatura entre el rodamiento y su asiento depende del ajuste de interferencia y el tamaño del rodamiento. Normalmente una temperatura del rodamiento entre 80 o 90°C superior a la del eje es suficiente para el montaje.

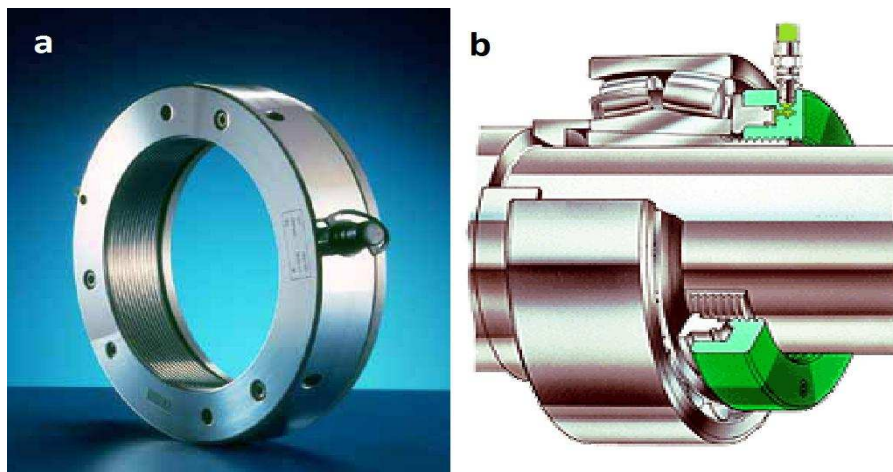
- Nunca caliente el rodamiento a una temperatura mayor de 125°C a menos que se especifique. Un calentamiento extremo puede causar cambios metalúrgicos, cambios de diámetro, dureza, etc.
- Nunca caliente un rodamiento utilizando llamas.

#### *Método Hidráulico (Fig. 3.4.)*

Empleado para rodamientos grandes y de base cónica. Es una solución práctica el uso de tuercas hidráulicas, las mismas que utilizan la fuerza hidráulica para proveer el empuje. El aceite es bombeado al interior de la tuerca y un pistón es empujado con una fuerza tal que es suficiente para montar el rodamiento.

<sup>11</sup>SKF Maintenance Products, Bearing Mounting Methods, Pág. 4





**Figura 3.4. Tuerca hidráulica. a) Imagen real, b) Funcionamiento<sup>12</sup>**

#### 3.2.2.6.5. *Desmontaje de Rodamientos<sup>13</sup>*

El desmontaje de rodamientos puede causar daños tanto a los rodamientos y a los componentes asociados, como ejes, si se emplean herramientas y técnicas incorrectas. Esto repercute principalmente sobre el costo de tiempo y materiales.

##### *Preparación*

El desmontaje de rodamiento puede ser una tarea peligrosa y exigente. La selección de la herramienta adecuada es por lo tanto de mayor importancia para reducir el riesgo de lesiones personales. Recordar que el desmontaje de rodamientos se efectúa para mantenimiento o reemplazo de otro componente de la máquina. Los rodamientos desmontados son nuevamente montados, a menos que hayan sido maltratados durante su desmontaje. En general se recomienda:

- Utilizar siempre ropa y gafas de protección al desmontar rodamientos.
- Al desmontar un rodamiento utilizando extractores mecánicos, asegúrese de utilizar uno adecuado para la aplicación, con suficiente fuerza de extracción para prevenir una sobrecarga en el extractor mecánico. Sobrecargar un extractor puede causar la rotura de una garra o brazo, provocando lesiones al operador. Una manta de protección alrededor del extractor reduce el riesgo de lesiones.
- La corrosión en el ajuste de interferencia puede requerir fácilmente un 50% más de fuerza para desmontar.

<sup>12</sup>SKF Maintenance Products, Bearing Mounting Methods, Pág. 8

<sup>13</sup>SKF; Bearing Dismounting Methods – Maintenance Products; Estados Unidos; 2004; Pág. 1

- Si el ajuste de interferencia está corroído, usar aceite penetrante para disolver/aflojar el óxido.
- Usar guantes resistentes al calor cuando desmonte rodamientos utilizando calor.
- No golpear el rodamiento con objetos duros como un martillo o formón.
- Recordar que en el desmontaje de rodamientos se involucran grandes fuerzas y se debe tener cuidado para evitar lesiones.
- Mantener el área de trabajo limpia; el orden y la limpieza reducen accidentes.

Se describen los métodos de desmontaje para rodamientos de asiento cilíndrico:

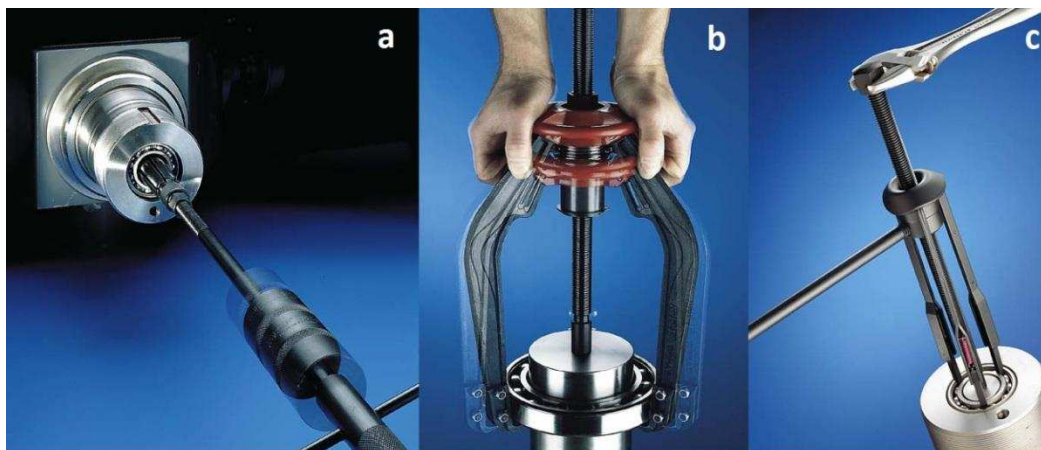
#### *Método Mecánico*

La selección del extractor adecuado es fundamental en este trabajo. No sólo el tipo de extractor, sino también su fuerza de extracción máxima (kN) es crucial para completar el desmontaje de manera segura y sencilla.

- Ajuste de interferencia del alojamiento: Extractor interno (Fig. 3.5a).- Es recomendado el uso de un extractor asistido por un martillo deslizante para un fácil y rápido desmontaje de rodamientos en los alojamientos.  
De igual manera que con el extractor externo, si el rodamiento va a ser reutilizado y el extractor es agarrado únicamente al anillo interno, éste debe rotarse durante el desmontaje para minimizar el riesgo de daño.
- Ajuste de interferencia en el eje: Extractor externo (Fig. 3.5b).- Rodamientos pequeños y medianos montados con ajuste de interferencia en el eje pueden ser desmontados utilizando un extractor.
- En lo posible, permita que el extractor agarre el anillo interno, luego remueva el rodamiento hasta completar la longitud del asiento cilíndrico. Si se agarra el extractor desde el anillo externo, se corre con el riesgo de dañar el rodamiento. En este caso, si el rodamiento debe ser utilizado nuevamente, se debe rotar el anillo exterior durante el desmontaje.
- El extractor debe ser exactamente centrado durante el desmontaje para ayudar a prevenir el daño del asiento. Para evitar este riesgo, utilice extractores auto-centrantes.

- Ajuste de interferencia en el eje y el alojamiento: Extractor ciego (Fig. 3.5c).- En estos casos, el mejor método es sacar el rodamiento de su alojamiento conjuntamente con el eje.

Esta práctica asegura que ninguna fuerza en el desmontaje del rodamiento sea transmitida hacia los elementos rodantes. El procedimiento opuesto también puede ser empleado.



**Figura 3.5. Extractores mecánicos. a) Interno, b) Externo, c) Ciego<sup>14</sup>**

*Método Hidráulico (Fig. 3.6.)*

Este método es empleado para rodamientos medianos con ajuste de interferencia en el eje. Un extractor asistido hidráulicamente facilita el desmontaje. Estos extractores pueden utilizarse para fuerzas hasta de 500 kN (50 ton).



**Figura 3.6. Extractor hidráulico<sup>15</sup>**

<sup>14</sup>SKF Maintenance Products, Bearing Dismounting Methods, Pág.4

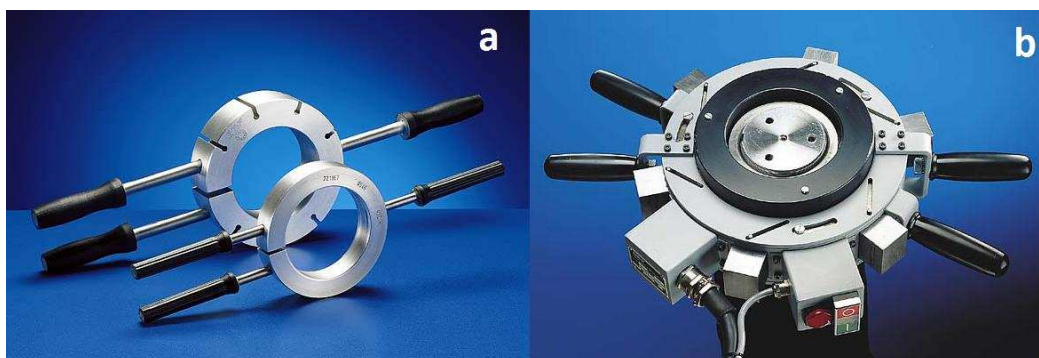
### *Método de Calentamiento*

- Anillos de calentamiento (Fig. 3.7a).- Si se debe remover el anillo interno de los rodamientos de rodillos cilíndricos, se lo puede hacer con los anillos de calentamiento.

El diámetro del anillo es el mismo que el diámetro de la pista de rodamiento del anillo interno del rodamiento. El anillo se calienta hasta 280°C con una llama o una plancha caliente y luego se coloca sobre el anillo interno apretándolo.

El calor es transferido desde el anillo de calentamiento al anillo interno del rodamiento, causando la expansión de este último. Una vez que la expansión del anillo interno del rodamiento ha superado el ajuste de interferencia resulta fácil remover el anillo interno.

- Calentadores de inducción (Fig. 3.7b).- Son empleados para la extracción de anillos internos de rodamientos de rodillos cilíndricos. Este método ahorra tiempo, no calienta el eje y permite extraer fácilmente el anillo interno del rodamiento. Resulta económico cuando se retiran frecuentemente los anillos internos de los rodamientos de rodillos cilíndricos.



**Figura 3.7. Elementos usados en el método de calentamiento. a) Anillo de calentamiento, b) Calentador de inducción<sup>16</sup>**

### **3.2.2.7. Uso Apropiado de Herramientas**

En general, el mal uso de las herramientas puede derivar en un accidente, como lesiones al trabajador, daños permanentes sobre la herramienta y el objeto, e

<sup>15</sup>SKF Maintenance Products, Bearing Dismounting Methods, Pág.5

<sup>16</sup>SKF Maintenance Products, Bearing Dismounting Methods, Pág. 6 y 7

inclusive daños que solamente son apreciables una vez que se ponga en funcionamiento la máquina. Esta mala práctica en el uso de herramientas va en contra de los principios del mantenimiento porque, por un lado el objetivo del mantenimiento es conservar y alargar la vida útil de los equipos y por otro se pretende ahorrar tiempo y dinero al no tener fallos que paralizen la producción.

El uso apropiado de herramientas permite realizar un trabajo rápido, seguro y eficiente. Por lo tanto, no sólo se recomienda seguir estas direcciones, sino que deben ser puestas a disposición del personal de mantenimiento y de ser posible capacitarlo.

#### *3.2.2.7.1. Herramientas Manuales*

Para el uso de herramientas manuales se recomienda utilizar siempre la herramienta adecuada para cada trabajo. Cuidar las herramientas: no las exponga a caídas, sobreesfuerzos o condiciones extremas de temperatura. Limpiar las herramientas.

#### *3.2.2.7.2. Alicates, Playos y Pinzas.*

- No utilizarlos en lugar de llaves porque las mordazas son flexibles y resbalan, deformando los ángulos de las cabezas de los pernos y tuercas.
- Utilizar exclusivamente para sujetar, doblar o cortar.
- No colocar los dedos entre los mangos.
- No golpear piezas u objetos con los alicates.

#### *3.2.2.7.3. Destornilladores*

- No utilizarlos como escoplo, palanca o punzón.
- No golpear el mango con el martillo.
- No utilizar destornilladores muy pequeños en tornillos muy grandes o viceversa.
- Desechar destornilladores con el mango roto, hoja doblada o punta retorcida.
- Utilizarlos únicamente para apretar o aflojar tornillos.

- No atornillar piezas pequeñas con una mano y con la otra sujetar la pieza, pues esto puede causar lesiones.

#### 3.2.2.7.4. *Limas*

- No emplear las limas sin mango.
- No utilizar como palanca o punzón.
- No golpearlas con el martillo.
- Mantener el mango y la espiga en buen estado.
- Limpiarla con cepillo de alambre y mantenerla sin grasa.
- Seleccione el tipo de lima según el material, acabado y forma donde se desea limar.

#### 3.2.2.7.5. *Llaves*

- No utilizarlas como martillo.
- Utilizar llaves de acuerdo al tamaño especificado en el perno o tuerca.
- No utilizar llaves de medida métrica en pernos o tuercas de medida inglesa o viceversa.
- No utilizar un tubo en el mango para mayor apriete.
- Evitar la exposición al calor.
- Efectuar la torsión hacia el operario, no empujando.
- Utilizar la llave de forma que ésta abrace y asiente completamente formando un ángulo recto con el eje del tornillo al que se aplica el giro.
- Al girar, asegurarse que los nudillos de la llave no golpean otros elementos de la máquina.
- Las llaves de boca variable deben abrazar totalmente en su interior a la tuerca y debe girarse en la dirección que suponga que la fuerza soporta la quijada fija.
- Utilizar llaves de preferencia de boca fija antes que las de boca ajustable o variable.

#### 3.2.2.7.6. *Martillos y Mazos*

- Mantener la cabeza del martillo sin rebabas.

- Los mangos de madera deben mantener una longitud proporcional y no tener astillas.
- Desechar mangos reforzados con cuerdas o alambre.
- Asegurarse de que el mango está perfectamente unido a su cabeza antes de utilizarlo.
- Seleccione el martillo adecuado para la aplicación que va a realizar.
- Sujetar el mango por el extremo.
- Procurar que el golpe sea con la cara del martillo.
- No golpear con un lado de la cabeza del martillo.
- No utilice un martillo para golpear a otro o como palanca.
- Utilizar lentes de seguridad.

#### 3.2.2.7.7. *Sierras*

- Antes de cortar, fijar firmemente la pieza.
- No tensar excesivamente la hoja de la sierra.
- Instalar la hoja de la sierra teniendo en cuenta que los dientes deben estar alineados hacia la parte opuesta del mango.
- En el corte, presionar la sierra únicamente cuando es desplazada hacia el frente, dejando de presionar cuando se retrocede.

#### 3.2.2.7.8. *Cinceles*

- No utilizar cinceles con la cabeza achatada, poco afilada o cóncava.
- No utilizar como palanca.
- Utilizar una pantalla o blindaje cuando se corte metal.
- Limpiar las rebabas.
- Utilizar lentes y guantes de seguridad homologados.

#### 3.2.2.7.9. *Equipos y Herramientas Portátiles Accionadas por Aire Comprimido.*

- No tirar de la manguera si es que ésta no es lo suficientemente larga para aproximarse al objeto sobre el que se desea trabajar, aproximar el objeto si es posible o en caso contrario acoplar otra manguera.

- Cortar la alimentación del aire comprimido antes de intercambiar un accesorio.
- Asegurarse que las piezas sobre las que se va a trabajar estén sujetas firmemente.
- Tener en cuenta que la reacción de una herramienta accionada neumáticamente puede desequilibrar, provocando balanceo o rebote de la misma.
- Asegurarse que el trabajador pueda alcanzar la herramienta con comodidad y que no interfieren con los brazos o movimientos del mismo.
- Asegurarse que el trabajador esté apoyado adecuadamente, sobre una superficie que le ofrezca firmeza.
- Después de finalizar el trabajo, debe cortar la alimentación del aire comprimido y purgar el aire dentro de la manguera antes de extraer la herramienta neumática.
- Guardar las herramientas neumáticas y manguera en lugares adecuados, aislados de toda abrasión, golpes o vibraciones.
- Utilizar siempre equipo de protección.

#### **3.2.2.8. Conjunto de Herramientas Básico en el Taller Mecánico**

Las herramientas que deben estar a disposición para efectuar cualquier tipo de mantenimiento son:

- Un juego de llaves fijas tipo allen, de estrías, española de dos bocas o mixtas en medidas métricas y otro en medidas inglesas.
- Un juego de llaves de trinquete con sus respectivos dados en medidas métricas y otro en medidas inglesas.
- Un juego de alicates (redondos, planos, de corte, combinados, de punta acodada, pelacable, playo de presión)
- Un juego de llaves de boca ajustable: llave inglesa, llave de tubo y llave de perro.
- Un juego de destornilladores de estrella y planos de tamaños variados.
- Un martillo de orejas, una piqueta y un mazo.
- Un conjunto de tres combos de distintos pesos y tamaños.



- Una llave dinamométrica.
- Un calibrador.
- Un taladro manual y uno de pedestal con mordaza.
- Un juego de brocas.
- Un juego de extractores de rodamientos.
- Gatos hidráulicos.
- Engrasadores y aceiteros.
- Tanques y recipientes para el desecho de grasas y aceite.
- Manómetro de presión de aceite.
- Manómetro de presión de aire.
- Compresor.
- Mangueras neumáticas con sus respectivos acoples.
- Un juego de embudos.
- Sierras, punzones, cinceles.
- Un juego de limas de desbaste (carleta, plana, cuadrada, media caña, redonda, triangular).
- Mordazas.

### **3.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **3.3.1. GENERALIDADES**

Este tipo de mantenimiento es el más completo puesto que contempla la revisión de todos los sistemas y subsistemas de la máquina. Se anticipa ante una posible falla porque exige actividades como: inspección, comprobación, limpieza, cambio de fluidos (aceites, refrigerantes), reemplazo de elementos filtrantes y drenajes.

Una de las ventajas de este tipo de mantenimiento es que su ejecución se presenta en intervalos, con lo cual quedan definidas y ordenadas todas las actividades a realizar. Estos intervalos y sus respectivas actividades son elaborados por el fabricante y están dados en: horas de trabajo, kilometraje o en días (semanas, meses, años). Bajo cualquier circunstancia siempre se efectúa el intervalo que se cumpla primero. Por otro lado, es indispensable que sean efectuados los intervalos de mantenimiento cortos que son contenidos en otros

más grandes, por ejemplo, si una máquina ha cumplido con 500 horas de servicio, se deben realizar las actividades correspondientes a este intervalo, así como también las actividades de 250 horas de servicio, 50 horas de servicio y 10 horas de servicio.

### **3.3.2. PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO**

Para llevar a cabo el trabajo de mantenimiento, es importante desarrollar una planificación en la cual se eliminen trabajos imprevistos que ocasionen paros exagerados y por medio de la cual el Jefe de Operación y Mantenimiento de la maquinaria pueda garantizar la disponibilidad de maquinaria al Director de Obras Públicas y Planificación para solventar las necesidades y requerimientos de la municipalidad. La planificación de mantenimiento podría ser alterada bajo circunstancias primordiales como reparaciones de emergencia (falla imprevista), emergencias ocasionadas por desastres naturales entre otras. En cualquier situación la planificación tiene que ser flexible para darle prioridad a las mismas, teniendo el Jefe de Operación y Mantenimiento que hacer las observaciones pertinentes para planificar el mantenimiento en el momento oportuno.

### **3.3.3. DOCUMENTACIÓN PARA MANTENIMIENTO**

El jefe de operación y mantenimiento de la maquinaria debe tener entre sus registros principales, formatos de documentos que sirven para obtener y registrar información del control del trabajo de mantenimiento que se lleva a cabo en la maquinaria, entre estos documentos constan hoja de especificación de la maquinaria, hoja de inspección de la maquinaria, hoja de intervalos de mantenimiento, hoja de control de operación, orden de trabajo, los cuales se adjuntan en el Anexo B.

#### **3.3.3.1. Hoja de Control de Operación**

Para controlar el tiempo de operación de la maquinaria se utiliza la hoja control de operación de equipo (Anexo B), información primaria que está a cargo de los operadores de la misma, quienes presentan un informe semanal de horas trabajadas del equipo al Jefe de Operación y Mantenimiento. Esta información es

registrada en el formulario Control de Operación del programa de administración de mantenimiento para planificar y desarrollar las acciones indicadas en los intervalos de mantenimiento indicados en el numeral 3.3.2.3. de éste capítulo.

### **3.3.3.2. Procedimiento de Mantenimiento**

Cada fabricante de maquinaria incluye en sus Manuales de Operación y Mantenimiento, Manuales de Taller los procedimientos para la correcta realización de las diferentes actividades. Por tanto es fundamental referirse a dichos manuales para obtener esta información. La ubicación y disponibilidad de esta información no debe ser perdida de vista.

En caso de no contar con dichos manuales se propone el documento Procedimiento de Mantenimiento (Anexo B) en el cual se anotará una descripción detallada de los pasos a seguir para la realización de una determinada actividad incluyendo observaciones y sugerencias. Este documento también contiene una lista de repuestos, insumos con las cantidades necesarias de los mismos y herramientas necesarias para la realización de la actividad.

Es de suma importancia elaborar éste documento para cada máquina y para cada actividad que en ésta se realiza. Estas actividades abarcan mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo. Los procedimientos deben ser elaborados por el Jefe de Taller y su existencia debe ser registrada en el programa de administración de mantenimiento para su uso posterior cuando se requiere repetir la actividad. El desarrollo de los mismos es altamente beneficioso pues ayuda a optimizar el tiempo a futuro, optimiza insumos, disminuye fallas o equivocaciones por parte de los ejecutantes de la actividad (mecánicos), etc.

### **3.3.3.3. Orden de Trabajo**

La Orden de Trabajo (Anexo B) define la naturaleza del trabajo e indica las responsabilidades de los diferentes trabajadores asignados a una tarea. La orden es emitida por el Jefe de Operación y Mantenimiento hacia el Jefe de Taller acompañada del Procedimiento de Mantenimiento en el caso de que exista, caso contrario el Jefe de Taller deberá elaborar el mismo. El Jefe de Taller designa al

responsable de realizar la tarea y participa activamente mediante la inspección, guía, instrucción en el desarrollo de la actividad.

#### **3.3.3.4. Planificación de Mantenimiento**

El Jefe de Operación y Mantenimiento es el responsable de elaborar anticipadamente, el programa de servicios de mantenimiento para controlar que todos los equipos sean lubricados y revisados periódicamente, dependiendo de las horas de utilización que son reportadas semanalmente por los operadores. Para esto se utiliza el formato documento Planificación de Mantenimiento (Anexo B), en el cual se incluye toda la maquinaria de la municipalidad.

En el grupo de columnas correspondientes a cada día del mes, se anotan las especificaciones del servicio utilizando la siguiente simbología:

$\frac{LP}{250}$

LP: Lubricación Periódica / Periodo en horas a que corresponde (Según hojas de intervalos de mantenimiento).

MP: Mantenimiento Preventivo

RP: Reparación Planificada

R / T: Equipo retenido por reparación en taller

R / C: Equipo retenido por reparación en campo

D: Disponible

Usando estos códigos se indica el tipo de servicio a efectuar en cada equipo, o el estado actual; indicándolo en la casilla correspondiente al equipo y sobre la columna vertical que indica el día del mes en el cual debe realizarse, de acuerdo a las horas de trabajo acumuladas.

Cuando se efectúa un servicio de mantenimiento en el día programado, se rodea el código con un círculo, el cual indica que fue realizado.

Si por algún motivo, un servicio de mantenimiento no fuese realizado en el día que fue programado y es ejecutado en otra fecha, se debe indicar usando el código rodeando con el círculo pero en la casilla correspondiente al día en que realmente se realiza.

Se debe anotar en la planificación los días en que los equipos no trabajan por estar en reparación o disponibles, ya que para la programación se usan horas promedio de equipo en funcionamiento, para lo cual se deben ajustar las fechas para realizar los servicios de mantenimiento.

Como consecuencia de la aplicación del mantenimiento preventivo, en el cual se reportan todas las deficiencias de la maquinaria, se pueden programar las reparaciones necesarias dependiendo de la disponibilidad de repuestos y mano de obra. Esta información debe ser trasladada por medio del Jefe de Taller al Jefe de Operación y Mantenimiento para coordinar los caminos respectivos, a través del departamento de compras del municipio por ejemplo para la adquisición de repuestos, con bodega para verificar la existencia de insumos y herramientas.

#### **3.3.3.5. Intervalos de Mantenimiento Preventivo**

Para organizar los intervalos de mantenimiento de cada máquina, se decide realizar un documento que permita identificar el tipo de máquina, la marca, el año de fabricación, los intervalos recomendados por el fabricante y además las capacidades de los reservorios y especificaciones de los líquidos a sustituir.

Para la realización de estos documentos se tomaron los manuales de operación y mantenimiento de las máquinas que los tienen. Mientras que para las máquinas que no tienen los manuales, se procedió a hacer comparaciones entre los sistemas de las máquinas del mismo tipo para fijar los intervalos de mantenimiento. Por ejemplo, los sistemas hidráulicos y mecánicos de los compactadores son muy similares entre un fabricante y otro, por lo cual se han definido los mismos intervalos de mantenimiento tanto para rodillo que si tiene el manual de operación y mantenimiento como para el que no lo tiene. Los líquidos (aceites, refrigerantes) que una máquina debe utilizar deben cumplir las especificaciones del fabricante o los equivalentes en el mercado.

Existen algunos parámetros que acortan los intervalos de mantenimiento:

- Operar la maquinaria en condiciones desfavorables (suelos arcillosos, polvo, ambientes corrosivos, humedad, pendientes, etc.).- El motor es obligado a trabajar severamente, lo que acorta las propiedades del aceite y la vida útil de los filtros de aire.
- Operar en lugares sobre los 1830 metros (6000 pies).- El motor disminuye su eficiencia a medida que incrementa la altura. El aire ingresa con cierta dificultad al pasar por los filtros y para compensar esta dificultad, el motor gasta más combustible contaminando el aceite.
- Operar con un diesel de contenido de azufre mayor al 0.5%. - El azufre en el diesel forma ácido sulfúrico después de la combustión, consumiendo rápidamente los aditivos anticorrosivos del aceite.
- Operar con factores de carga altos.- Influye directamente en el alto consumo de combustible y la contaminación del aceite.

De los parámetros que influyen directamente sobre los intervalos de mantenimiento, existen dos parámetros que se conocen perfectamente y son constantes: la maquinaria perteneciente al Municipio del Cantón Pujilí opera en lugares por encima de los 1830 metros de altura y utiliza combustible Diesel Premium (hasta 500 ppm de azufre). Bajo estos parámetros se elaboraron los intervalos de mantenimiento correspondientes a cada fabricante con su respectiva maquinaria.

La tabla 3.2. presenta un ejemplo del documento elaborado para cada tipo de maquinaria, dejando los documentos de las demás máquinas para el Anexo 3.

### 3.3.3.6. Bulldozer Caterpillar D5B (BD-1)

Tabla 3.2. Intervalos para el mantenimiento del Bulldozer D5B

M.Prev-BD-1 Pág.1/4

#### INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

##### BULLDOZER

**FABRICANTE:** Caterpillar  
**MODELO/AÑO:** D5B/1968  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** BD-1

#### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

	SEGÚN SE REQUIERA
Inspeccionar las cuchillas y cantoneras	Limpiar el núcleo del radiador
Reemplazar el cilindro del auxiliar de arranque con éter	Inspeccionar o reemplazar las puntas del desgarrador
Comprobar la posición de la rueda loca delantera	Limpiar la rejilla magnética de la transmisión
Cebarr el sistema de combustible	Llenar el depósito del lavaparabrisas
Reemplazar fusibles y disyuntores	Limpiar las ventanas
Limpiar o reemplazar la tapa de presión del radiador	Limpiar el antefiltro del aire del motor

#### CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 15W-40	Cat DEO Multigrado; Aceite Multigrado API CG-4
Comprobar el nivel de aceite del sistema hidráulico	SAE 15W-40	HYDO Cat; DEO Cat; Cat TDTO
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	SAE 30	Cat TDTO; TO-4 comercial
Probar la alarma de retroceso		
Comprobar los frenos, indicadores y medidores		
Comprobar el nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento		
Inspeccionar el cinturón de seguridad		
Limpiar, inspeccionar o reemplazar el filtro de la cabina de aire fresco		

#### CADA 50 HORAS O CADA SEMANA

Limpiar, inspeccionar o reemplazar el filtro de la cabina de recirculación	
--	--

<b>CADA 250 HORAS DE SERVICIO O CADA MES</b>	
Comprobar el nivel de aceite de los mandos finales	SAE 50 Cat TDTO; TO-4 comercial
Comprobar el nivel de aceite del eje pivote	SAE 50 Cat TDTO; TO-4 comercial
Inspeccionar la correa auxiliar de distribución	Sagita entre 14 a 20 mm. Fuerza de 110 N (25 lb)
Comprobar o ajustar la cadena	

<b>CADA 500 HORAS DE SERVICIO, 3 MESES O CADA AÑO</b>	
Comprobar el nivel de aceite del compartimiento del resorte tensor	SAE 50 Cat TDTO; TO-4 comercial
Limpiar el antefiltro del aire del motor	
Limpiar o reemplazar el elemento primario del filtro de aire del motor	

<b>CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES</b>	
Comprobar o ajustar la luz de las válvulas del motor	Sólo cada 1000 horas de servicio
Inspeccione pernos flojos o dañados de la estructura ROPS	Par de apriete 800 (±)100 N.m (590 (±)74 lb-pie)
Apretar los retenes de las baterías	

<b>CADA 2000 HORAS O CADA AÑO</b>	
Inspeccionar el bastidor de rodillos inferiores	

#### **DRENAJE, ENGRASE, CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

<b>CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE</b>	
Lubricar los rodillos del cable del cabrestante	
Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible	
Drenar el filtro primario del sistema de combustible o el separador de agua	

<b>CADA 50 HORAS DE SERVICIO O CADA SEMANA</b>	
Lubricar el pasador central de la barra compensadora	SAE 90 Cat GO; Aceite comercial para engranajes GL-5 de API
Lubricar los pasadores de la inclinación y orientación hidráulica	
Lubricar el varillaje y cojinetes del cilindro del desgarrador	



<b>CADA 250 HORAS DE SERVICIO O CADA MES</b>	
Lubricar pasadores de la barra compensadora	
<b>CADA 500 HORAS DE SERVICIO, 3 MESES O CADA AÑO</b>	
Cambiar el filtro de carga de la dirección	1 filtro
Cambiar el filtro de aceite del sistema hidráulico	1 filtro
Cambiar el filtro de aceite del motor	1 filtro
Cambiar el aceite del motor	15,5 litros SAE 15W-40
Cambiar o limpiar el filtro y colador de la tapa del tanque de combustible	Cat DEO Multigrado; Aceite Multigrado API CG-4
<b>CADA 500 HORAS DE SERVICIO</b>	
Reemplazar el primer filtro del sistema de combustible	1 filtro
Reemplazar el segundo filtro del sistema de combustible	1 filtro
Reemplazar el tercer filtro del sistema de combustible	1 filtro
<b>CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES</b>	
Cambiar el filtro de aceite de la transmisión	1 filtro
Cambiar el aceite de la transmisión	170 litros SAE 30
	Cat TDTO; TO-4 comercial
<b>CADA 2000 HORAS O CADA AÑO</b>	
Cambiar el aceite de los mandos finales	8,5 litros c/u SAE 50
	Cat TDTO; TO-4 comercial
Cambiar el aceite del sistema hidráulico	65 litros SAE 15W-40
	HYDO Cat; DEO Cat; Cat TDTO
<b>CADA 2 AÑOS</b>	
Cambiar elemento primario del filtro de aire del motor	
Cambiar elemento secundario del filtro de aire del motor	
<b>CADA 3000 HORAS DE SERVICIO O CADA 2 AÑOS</b>	
Cambiar el termostato del agua del sistema de enfriamiento	

<b>CADA 3 AÑOS DESDE LA FECHA DE INSTALACIÓN O CADA 5 AÑOS DESDE SU FABRICACIÓN</b>	
Reemplazar el cinturón de seguridad	
<b>CADA 6000 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 AÑOS</b>	
Añadir prolongador de refrigerante de larga duración	0,95 litros de ELC
<b>CADA 12000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 AÑOS</b>	
Cambiar el refrigerante de larga duración del sistema de enfriamiento	
<b>TOMA DE MUESTRAS</b>	
Cada 250 horas de servicio	Muestra de aceite del motor
Cada 500 horas de servicio	Muestra del aceite del sistema hidráulico
	Muestra del aceite del sistema de la transmisión
	Muestra del aceite de los mandos finales
Cada año	Muestra del refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 2)

### **3.4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

#### **3.4.1. GENERALIDADES**

El mantenimiento correctivo representa una intervención necesaria para poder solucionar una falla que hace que los equipos operen con deficiencia o simplemente no funcionen.

En el Capítulo 1 (ítem 1.7.1) se habla detalladamente de las características del Mantenimiento Correctivo y su clasificación.

#### **3.4.2. TÉCNICAS QUE MEJORAN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO<sup>17</sup>**

Corregir una falla y dejar que la máquina empiece nuevamente a funcionar no siempre es la mejor manera de solucionar un problema. Tras la rotura o falla de algún elemento imprescindible para la operación de una máquina, siempre existe la causa que produjo dicho efecto. En el Capítulo 1 (ítem 1.8.2.2.) se entrega las Herramientas para el Análisis de Averías, con lo cual se pretende identificar claramente una causa, organizar las actividades y disminuir el tiempo empleado en el mantenimiento correctivo. En la sección 3.3.3. se proponen los documentos que permiten desarrollar este tipo mantenimiento y llevar un registro tanto de las averías que han ocurrido como del procedimiento necesario para reparar la avería.

### **3.5. MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

#### **3.5.1. INTRODUCCIÓN**

El mantenimiento dedicado al estudio de la operatividad de las máquinas tiene como propósito "*Mantenerlas*" es decir realizar todas las operaciones necesarias que permitan "*Conservar*" el potencial óptimo de los equipos y materiales, con el fin de asegurar la continuidad y calidad de la producción.

---

<sup>17</sup> TORRES D.; Mantenimiento: Su implementación y gestión; Argentina;2005; Pág. 123.

Cumpliendo con la premisa anterior el mantenimiento predictivo da seguimiento del desgaste de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, a través del análisis de síntomas o estimaciones hechas por evaluación estadística.

En industrias como la generación de energía y petroquímica, el análisis de vibración ha sido históricamente la técnica seleccionada para monitorear la condición de los grandes componentes críticos de equipo rotatorio. Inversamente, las compañías de transporte y maquinaria pesada, han confiado en el análisis de aceite para tomar efectivas decisiones de mantenimiento predictivo.

La presente sección busca introducir al personal de mantenimiento del cantón Pujilí en las definiciones e ideas fundamentales relacionadas con las técnicas de mantenimiento predictivo que sirven para monitorear la salud de la maquinaria. La municipalidad dispone de maquinaria nueva de distintas marcas y tipos, y toda ella puede verse beneficiada de un monitoreo predictivo. Se hace alusión únicamente a la maquinaria nueva ya que es la que mejores niveles de información ofrece como punto de partida. Al ser maquinaria de elevado costo, demanda una atención prioritaria y especializada para poder otorgar condiciones de vital útil adecuadas-máximas, niveles de fiabilidad y disponibilidad aceptables todo esto en función del trabajo que estas realicen. La implementación del mantenimiento predictivo demanda de recursos continuos y considerables consecuencia del nivel científico, técnico y tecnológico que implica. Surge aquí la necesidad de que el municipio evalúe y seleccione la maquinaria para ser incluida en este tipo de programa dependiendo de un análisis de criticidad, costo, importancia, estado, requerimientos de seguridad y ambientales, la confiabilidad esperada y el impacto de su falla.

#### **3.5.1.1. VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN MAQUINARIA CAMINERA**

- Detecta problemas en su inicio, donde un componente puede ser reparado antes de una falla mayor.
- Ayuda a programar el tiempo de máquina parada
- Monitorea el componente de la máquina en estudio, de esa manera no se necesita pagar por una reparación innecesaria.

- Permite monitorear más eficazmente los intervalos de cambio de aceite, extendiéndolos o disminuyéndolos dependiendo de los resultados del análisis del aceite.
- Permite desarrollar un historial completo para cada máquina, consiguiendo planear el cambio de fluidos de la máquina o flota.
- Un historial de servicio bien documentado con información de monitoreo predictivo permite un mayor valor de reventa y disminuye la depreciación.

### **3.5.2. FASES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA**

#### **3.5.2.1. Fase Infantil**

Esta fase comprende desde la entrega del equipo por parte del distribuidor al propietario y arranque inicial hasta aproximadamente las mil horas de operación.

#### **3.5.2.2. Fase Operacional**

La fase operacional inicia al término de la anterior y termina cuando comienza a crecer el promedio de fallas por desgaste; este periodo es el más largo y el equipo produce con el máximo de disponibilidad.

#### **3.5.2.3. Fase de Desgaste Progresivo**

Esta fase inicia al término o durante el periodo final de la etapa operacional, se manifiesta por el incremento del promedio de fallas que empieza a crecer exponencialmente.

### **3.5.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA MAQUINARIA CAMINERA**

Un plan eficiente de mantenimiento tiene que considerar cada una de las fases antes mencionadas, y en cada una de ellas llevar a cabo actividades proactivas, preventivas, correctivas y predictivas. El mantenimiento predictivo de maquinaria caminera consiste en el análisis de parámetros de funcionamiento cuya evolución permite detectar un fallo antes de que este tenga consecuencias más graves. Una de las características más importantes de este tipo de mantenimiento es que no

debe alterar el funcionamiento normal de la maquinaria mientras se está aplicando.

Generalmente la maquinaria pesada es susceptible de aplicación de diversas técnicas de mantenimiento predictivo, pero fabricantes como CATERPILLAR y KOMATSU sugieren dos métodos principalmente:

- Análisis de aceites
- Análisis de vibración

#### **3.5.4. ANÁLISIS DE ACEITES**

El Análisis Programado del Aceite permite prever fallas y detectar niveles de desgaste, pudiendo impedir que los problemas menores se vuelvan averías mayores. Consiste en realizar pruebas y exámenes al aceite lubricante de diferentes compartimientos como:

- Sistema hidráulico
- Dirección hidráulica
- Enfriamiento de frenos
- Motor
- Transmisión
- Mando de la bomba
- Ruedas delanteras
- Diferenciales o ejes
- Mandos finales
- Tándem
- Tornamesa, círculo de giro
- Compresor
- Caja reductora
- Cabezal de rotación
- Cubos delanteros, etc.

### 3.5.4.1. Variables que Considera el Análisis de Aceite

El análisis de aceite identifica varios factores o situaciones que perjudican el desempeño normal y eficiente del lubricante. A estos factores se les denomina variables. Los sistemas estudiados de los equipos (hidráulico, tren de potencia, motor, etc.) son sistemas cerrados, lo que significa que buena parte del desgaste de componentes que originan daños y fallas tienen lugar internamente. Para detectar variables como desgaste y otros problemas que pueden ocurrir dentro de los sistemas, se tiene que efectuar análisis de aceite sobre una base regular.

Esto permite buscar dentro de los sistemas y localizar las áreas de problemas, ayudando a mantener un funcionamiento adecuado de los sistemas.

Tres son las variables que se deben tener en cuenta:

#### 3.5.4.1.1. *El aceite lubricante (Tipo y Estado)*

Se considera mala calidad de los lubricantes, clasificación API errónea, viscosidad inapropiada, y prolongar el intervalo de cambio de aceite.

#### 3.5.4.1.2. *Contaminación*

Considera la contaminación exterior en forma de agua, tierra, combustible o (anticongelante).

#### 3.5.4.1.3. *Partículas de Desgaste*

Las partículas de desgaste resultan de la operación de las piezas, sistemas. El desgaste causado por los procedimientos de operación diaria, produce una cantidad inesperada de partículas de desgaste normal. Sin embargo las piezas inapropiadamente instaladas o ajustadas, pueden causar desgaste prematuro o acelerado. Estos factores son a su vez afectados por los procedimientos de mantenimiento (intervalos de cambio de aceite/filtros, mantenimiento del sistema de enfriamiento, afinamientos programados, ajustes inspecciones, etc.)

### 3.5.4.2. Tipos de Análisis de Aceites

#### 3.5.4.2.1. Análisis para Detección de Elementos de Desgaste

Se realiza mediante Equipos Plasma ICP (Plasma de Acoplamiento Inductivo). Se detectan 22 elementos metálicos, Desgastes, Contaminantes y Aditivos. Cu, Fe, Cr, Ni, Ti, V, Cd, Ag, Pb, Sn, Al, Si, Na, K, Mo, B, Ba, Ca, Mg, Mn, P y Zn.

La combinación de estos elementos manifiesta un normal o anormal desgaste de componentes de la máquina. Se aplica a los aceites de todos los compartimientos. Esta prueba controla la proporción de desgaste de un componente determinado identificando y midiendo la concentración de los elementos de desgaste que se encuentran en el aceite. Este Análisis de Desgaste se expresa en partes por millón (ppm) o miligramo/litro (mg/l) y sólo detecta partículas hasta un tamaño de 10 micras (10  $\mu$ ).  $1\mu=0.001\text{mm}$

Determinar la procedencia de los elementos de desgaste es un objetivo primordial de esta prueba. Con los resultados del análisis de aceite se puede direccionar la atención a determinadas partes o componentes que suelen ser los que dan origen a los elementos de desgaste (Tabla 3.3).

**Tabla 3.3. Algunos elementos de desgaste y su procedencia<sup>18</sup>**

Elemento de desgaste identificado	Procedencia
Cobre (Cu)	Bujes del turbo, enfriador de aceite, discos de embrague.
Hierro (Fe)	Camisas, engranes, cigüeñal.
Cromo (Cr)	Anillos de pistón, vástago de válvulas, cojinetes anti fricción.
Aluminio (Al)	Pistón, cojinetes, convertidor.
Silicio (Si)	Entrada de tierra
Plomo (Pb)	Cojinetes aleación de bronce
Molibdeno (Mo)	Anillos superiores del pistón
Estaño (Sn)	Cojinetes, aleación de bronce.
Sodio (Na)	Contaminación con refrigerante

<sup>18</sup> Análisis S.O.S. Caterpillar



#### 3.5.4.2.2. *Análisis de Condición del Aceite*

El Análisis de la Condición del Aceite (FT-IR) se realiza mediante un Espectrofotómetro Infrarrojo. Esta prueba identifica y cuantifica componentes orgánicos al medir su absorción de luz infrarroja a la longitud de onda específica de cada componente orgánico. Este Análisis Infrarrojo (IR) compara muestras tanto de aceite usado como de aceite nuevo.

Se aplica a los aceites de todos los compartimientos: Mide la cantidad de Hollín, Oxidación, Nitración y Azufre. También puede detectar contaminación por Agua, Combustible o Glicol, estas cantidades son expresadas en porcentajes (%).

##### *Hollín*

El Hollín sólo se encuentra en el aceite del motor, es un residuo insoluble parcialmente quemado que puede obstruir los filtros y espesar el aceite.

##### *Oxidación*

Este proceso ocurre cuando las moléculas de oxígeno se unen químicamente con las moléculas de aceite (motor, transmisión, hidráulico). La oxidación hace que el aceite se espese, se formen ácidos orgánicos y obstruyan los filtros conduciendo al atascamiento de los anillos, formación de incrustaciones y barnizado.

##### *Nitración*

La Nitración ocurre en todos los motores, pero generalmente representa un problema en los motores de gas natural. Si no se controla puede llevar a la obstrucción del filtro, que se formen depósitos pesados en los pistones, que se formen barnizados en las válvulas y pistones.

##### *Sulfatación*

El azufre está presente en todos los combustibles y es peligroso para todas las piezas y componentes del motor. Durante la combustión, el azufre del combustible se combina con el agua proveniente de la humedad del sistema formando ácidos; El ácido corroe todas las piezas del motor, pero es más peligroso para las válvulas, guías de válvulas, anillos de pistón y las camisas.

#### 3.5.4.2.3. *Pruebas Físicas*

Las pruebas físicas detectan el agua, el combustible en el aceite, refrigerante y determinan cuándo su concentración excede los límites establecidos.

##### *Agua*

La presencia y cantidad aproximada de agua se detecta por la "Prueba de Chisporroteo" (Método Karl Fisher). En un plato caliente a una temperatura entre 230°F (110°C) y 250°F (120°C). Se coloca una gota de aceite. La cantidad de chisporroteo indica la cantidad de agua presente (0.1%, 0.5%, 1.0% y +1.0%), Cualquier cantidad de agua mayor a 0.5% es excesiva.

##### *Combustible*

La contaminación con combustible se comprueba por la "Prueba de Destello" Método Seta-Flash. En un Seta-Flash calibrado a una temperatura de 325°F (163°C) se inyecta 4 ml de aceite del motor en un recipiente cerrado del Seta-Flash y se cocina por 2 minutos. Los vapores de combustible impulsados por el calor producen destellos, sí la dilución es igual o mayor que el 4.0%.

##### *Glicol (Refrigerante o Anticongelante)*

La presencia de anticongelante se determina mediante una prueba química (añadir un reactivo químico a la muestra de aceite), si hay presencia de glicol, se produce un cambio de color. El glicol causa oxidación rápida del aceite, el aceite oxidado se pone pegajoso y forma sedimento que obstruye el filtro.

#### 3.5.4.2.4. *Conteo de Partículas*

Se utiliza un equipo Contador de Partículas, el cual cuantifica y categoriza, según el tamaño, la cantidad de partículas existentes en la muestra de aceite hasta un tamaño de 100 micrones.

Cuantifica tanto las partículas metálicas como las no metálicas. Este análisis se aplica principalmente a aceites de sistemas cerrados (diferenciales, mandos) y no al de sistemas abiertos (motor). Utiliza el Código ISO-4406 para definir los resultados del análisis, además del PVI (*Indicador de Volumen de Partículas*) el cual muestra el nivel de densidad de partículas en el fluido.

El conteo de partículas o código ISO-4406 (Tabla 3.4) es un sistema universal para representar la concentración de partículas de acuerdo a su tamaño en 1 ml de aceite y puede ser utilizado para definir el nivel de limpieza de un aceite.

**Tabla 3.4. Códigos ISO-Rango para conteo de partículas por ml<sup>19</sup>**

<b>Código ISO</b>	<b>Mínimo (Incluido)</b>	<b>Máximo (Excluido)</b>
1	0,01	0,02
2	0,02	0,04
3	0,04	0,08
4	0,08	0,16
5	0,16	0,32
6	0,32	0,64
7	0,64	1,3
8	1,3	2,5
9	2,5	5
10	5	10
11	10	20
12	20	40
13	40	80
14	80	160
15	160	320
16	320	640
17	640	1300
18	1300	2500
19	2500	5000
20	5000	10000
21	10000	20000
22	20000	40000
23	40000	80000
24	80000	160000

Los laboratorios operan con equipos muy sofisticados para determinar la condición del aceite, incluyendo su contaminación, la reserva de aditivos, la degradación, etc. Esto lo efectúan con mucho detalle, hasta la exactitud de 0.0001% ( $\pm 10\%$  - o sea, 0.00009% a 0.00011%). Después comparan esta información con su base de datos y reportan desviaciones críticas, con la idea que el cliente sabe interpretarlo y utilizarlo.

<sup>19</sup> Análisis S.O.S. Caterpillar

Los resultados se entregan de la siguiente manera:

A/B/C

A: Partículas mayores o iguales a 2u

B: Partículas mayores o iguales a 5u

C: Partículas mayores o iguales a 15u

A partir de estos valores se analiza y se aplica el código de limpieza ISO (Tabla 3.5) adecuado comparando con el resultado.

**Tabla 3.5. Códigos de limpieza ISO para componentes hidráulicos típicos<sup>20</sup>**

Componentes	Código ISO
Válvulas de Servo Control	16/14/11
Válvulas Proporcionales	17/15/12
Bombas/motores de paleta y pistón	18/16/13
Válvulas de control de presión y direccional	18/16/13
Motores/bombas de engranajes	19/17/14
Cilindros, válvulas de control de flujo	20/18/15
Fluido nuevo, sin usar	20/18/15

Los comentarios del laboratorio son útiles para identificar problemas serios o comparar con límites condenatorios de los fabricantes. Pero el mantenimiento proactivo requiere entender las diferencias entre:

*Límites condenatorios*

Los límites publicados por los fabricantes que indican una situación crítica que requiere un cambio de aceite con las revisiones recomendadas en sus catálogos.

En la tabla 3.6 se pueden ver los límites condenatorios para motores Caterpillar, Cummins y Detroit. La tabla 3.7 muestra los límites condenatorios para otros componentes.

<sup>20</sup> Interpretación de análisis de aceites, Mobil.

**Tabla 3.6. Límites condenatorios para motores Caterpillar, Cummins y Detroit<sup>21</sup>**

Elemento	Caterpillar	Cummins	Detroit
Hierro	100 ppm	84 ppm	150 ppm
Cobre	45 ppm	20 ppm	90 ppm
Plomo	100 ppm	100 ppm	No especifica
Aluminio	15 ppm	15 ppm	No especifica
Cromo	15 ppm	15 ppm	No especifica
Estaño	20 ppm	20 ppm	No especifica
Sodio	40 ppm	20 ppm	50 ppm
Boro	20 ppm	25 ppm	20 ppm
Silicio	10 ppm	15 ppm	No especifica
Viscosidad	+20% a -10%	± 1 grado SAE o 4 cSt del nuevo a 100° C	+40% a -15%
Agua	0.25% max.	0.20% max.	0.30% max.
TBN	1.0 KOH/g min.	2.0 KOH/g min. 50% del original o igual al TAN	1.0 KOH/g min.
Combustible	5% max.	5% max.	2.5% max.
Glicol	0.1% max.	0.1% max.	0.1% max.

**Tabla 3.7. Límites condenatorios de desgaste, otros componentes (ppm)**

Elemento	Turbinas de vapor	Turbinas de gas	Sistemas Hidráulicos	Reductores	Sistemas de circulación
Silicio	15	15	15	25	20
Hierro	30	15	50	150	50
Cobre	>12	15	>12	>12	>12

*Límites comúnmente aceptados*

Son límites basados en lo que frecuentemente se obtiene en los análisis, y que si se sobrepasan, están entre los peores obtenidos. En la Tabla 3.8. se puede ver los límites que son normalmente aceptados en la industria para motores a diesel, independiente de la marca.

<sup>21</sup>Reporte de análisis de aceite; Widman Richard; boletín # 46, ([www.widman.biz](http://www.widman.biz))

**Tabla 3.8. Límites normalmente aceptados<sup>22</sup>**

<b>Elemento</b>	<b>Normal</b>	<b>Anormal</b>	<b>Critico</b>
Fe Hierro (Iron)	<100 ppm	100 a 200 ppm	>200 ppm
Pb Plomo (Lead)	<30 ppm	30 a 75 ppm	>75 ppm
Cu Cobre (Copper)	<30 ppm	30 a 75 ppm	>75 ppm
CR Cromo (Chromium)	<10 ppm	10 a 25 ppm	>25 ppm
Al Aluminio (Aluminum)	<20 ppm	20 a 30 ppm	>30 ppm
Ni Níquel (Nickel)	<10 ppm	10 a 20 ppm	>20 ppm
Ag Plata (Silver)	<3 ppm	3 a 15 ppm	>15 ppm
Sn Estaño (Tin)	<20 ppm	20 a 30 ppm	>30 ppm
Na Sodio (Sodium)	<50 ppm	50 a 200 ppm	>200 ppm
Si Silicio (Silicon)	<20 ppm	20 a 50 ppm	>50 ppm
Dilución por combustible (Fuel)	<2%	2 a 6%	>6%
Hollín (Soot)	<2%	2 a 6%	>6%

*Promedios*

Frecuentemente laboratorios comparan los resultados con el promedio de lo que analizan. Mientras esto puede decir que no hay nada para preocuparse, no indica lo que se puede alcanzar.

*Límites proactivos*

Estos son límites puestos por benchmarking o comparaciones con los mejores resultados, buscando lo mejor para la maquinaria, etc.

*3.5.4.2.5. Viscosidad*

Es la resistencia del aceite al fluir y es la cualidad más importante del aceite. Es importante que el aceite tenga la viscosidad correcta a temperaturas altas y bajas en las que va a operar el compartimiento. Para medir la viscosidad de un fluido, se utiliza un aparato denominado "Viscosímetro".

Existen 2 escalas de medición:

- A 40°C (Representa la temperatura de ambiente)
- A 100°C (Representa la temperatura de operación)

Las unidades de medición más comunes son:

Centistokes (cSt), cuando la temperatura está dada en °C (Grados Centígrados).

Second Saybolt Universal (SSU), cuando la temperatura está dada en °F (Grados Fahrenheit)

<sup>22</sup>Reporte de análisis de aceite; Widman Richard; boletín # 46, (www.widman.biz)

#### 3.5.4.2.6. *Índice PQ*

El PQ es un equipo automático para determinar cuantitativamente el nivel de partículas ferro-magnéticas en muestras de aceites usados. Estas partículas ferrosas pueden provenir del acero, hierro o alguna aleación ferrosa y son incluso mayores que 10 micras. El PQ es una herramienta esencial en los programas de análisis de aceite usado ya que puede identificar partículas ferrosas grandes no detectadas por otras técnicas analíticas.

El resultado es mostrado como un "Índice PQ". Este índice es una medida adimensional que puede relacionarse con los valores de los códigos ISO de la técnica del Conteo de Partículas y/o con las ppm obtenidas por el equipo ICP Plasma. Cabe resaltar que este tipo de análisis apunta, especialmente a determinar el nivel de desgaste interno de todos los componentes de la maquinaria permitiendo mayor precisión en el diagnóstico predictivo.

A continuación se presenta la tabla 3.9 que muestra en resumen algunas pruebas que se realizan sobre aceites, el objetivo de dichas pruebas y un criterio para analizar los resultados.

**Tabla 3.9. Pruebas realizadas a aceites, objetivos y criterios de análisis<sup>23</sup>**

<b>Análisis de Aceite</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultado esperado</b>
Viscosidad	Salud del lubricante	Estable
Número de Neutralización (AN y BN)	Degradación del lubricante	Tendencia decreciente lenta
Punto de Inflamación	Contaminación	Estable
Análisis de elementos por emisión atómica.	Degradación de aditivos Contaminación Metales de Desgaste	Decremento suave Negativo Negativo-Tendencia Suave
FTIR	Degradación de aditivos Contaminación	Decremento suave Negativo
Conteo de partículas	Contaminación y/o desgaste	Estable en la meta establecida
Análisis de humedad	Contaminación	Negativo
Densidad ferrosa o partículas ferrosas	Desgaste	Decremento o estable
Ferroggrafía analítica	Localización del tipo de desgaste presente	Identificación del tipo de desgaste, procedencia y causa.
Resistencia a la oxidación RPVOT	Salud del lubricante	Estable
Prueba de membrana y gota	Salud del lubricante Contaminación Desgaste	Conservación de aditivos Negativo Negativo - Estable

### 3.5.4.3. Criterios para la ejecución del análisis de aceite.

Los programas de análisis de aceites pueden ser realizados por el proveedor de lubricantes, el fabricante de la máquina o contratando los servicios de laboratorios privados. Se debe tener en cuenta que en muchos de los casos los resultados del análisis son recibidos en semanas o meses después de la toma de la muestra entonces la información se vuelve irrelevante, ya que para ese momento las

<sup>23</sup><http://confiabilidad.net/articulos/integrando-el-analisis-de-aceite-con-el-analisis-de-vibracion/>



condiciones del equipo ya son diferentes, el aceite ya fue cambiado y en otros casos la máquina ya falló y ya fue reparada

El análisis de aceite puede tornarse en un desperdicio de dinero si no está bien encaminado y establecido. Esta técnica con un enfoque proactivo debe estar orientada a conocer las causas que generan el desgaste y tomar decisiones de control antes de que estas dañen el equipo, lo que marca la diferencia en la ampliación o disminución de la vida de la maquinaria. También debe combinarse con una autoformación y entrenamiento del personal en el conocimiento de la lubricación y los diferentes parámetros que pueden controlarse mediante el análisis de aceites.

La tecnología permite hoy en día la utilización de instrumentos de análisis de aceites en sitio y en ocasiones instrumentos que son montados en línea con la maquinaria para monitorear en tiempo real maquinaria.

Fabricantes de maquinaria como CATERPILLAR y KOMATSU ofrecen sistemas de servicio de mantenimiento predictivo S.O.S y KOWA respectivamente para análisis de aceites que buscan hacer posible evitar averías en la maquinaria y periodos de inactividad. Con estos servicios el aceite es muestreado y analizado periódicamente. De ésta forma es posible una detección temprana del desgaste de las piezas impulsoras de la máquina y otras anomalías. Estos servicios entregan informes y recomendaciones acerca de los resultados del análisis.

#### *3.5.4.3.1. Procedimiento de toma de muestras*

A continuación se muestran lineamientos a seguir para la toma de las muestras de aceite de ser requerido, (por ejemplo cuando se deba llevar las muestras al encargado de realizar el análisis), de acuerdo con los instrumentos con que se cuente, para que estas sean representativas. El aceite debe ser muestreado, inmediatamente después que la máquina se haya detenido, o (si es seguro) mientras la misma se encuentra en funcionamiento.

1. Tomar un envase hermético, limpio y seco con tapa.
2. Limpiar la zona alrededor del tapón de vaciado.

3. Colocar un recipiente de desecho debajo del tapón de vaciado en el sumidero, con la finalidad de no derramar el aceite en el suelo.
4. Desmontar el tapón de vaciado y dejar correr el chorro inicial de aceite.
5. Llenar el envase de muestra hasta aproximadamente tres cuartos – no llenar hasta su parte superior.
6. Tapar el envase con una tapa con rosca.
7. Vuelva a colocar el tapón de vaciado.
8. Etiquetar el envase, con el tipo de equipo y código del mismo, la fecha de muestreo, la procedencia del aceite y tipo de aceite.

#### 3.5.4.3.2. *Intervalos recomendados para análisis de aceites en maquinaria pesada.*

KOMATSU recomienda en sus manuales de operación y mantenimiento realizar el análisis de aceites de maquinaria pesada de acuerdo a los siguientes intervalos.

250 horas: Motor

500 horas: Otros Componentes

### 3.5.5. ANÁLISIS DE VIBRACIÓN

#### 3.5.5.1. Introducción

Todos los sistemas mecánicos con masa y elasticidad tienen capacidad de movimiento relativo. Si este movimiento se repite continuamente por más de un período específico, se conoce como vibración. Los motores producen vibración longitudinal, debido a las fuerzas de la combustión, a las reacciones de par y masa estructural, a las combinaciones rígidas y a las tolerancias de fabricación de los componentes que giran.

Todas estas fuerzas pueden crear condiciones, que van desde el ruido no deseado hasta los niveles de tensión altos y las posibles fallas del motor o de los componentes impulsados. La vibración torsional puede crear condiciones similares, pero aquella se produce por la torsión y la destorsión de un eje. Para

estructuras rígidas como es el caso de bastidores también se pueden hacer análisis de vibración asumiendo que son vigas sometidas a esfuerzos flectores bajo condiciones como:

- La viga es flectada en una amplitud  $A$  muy grande, una sola vez;
- La viga es flectada en una amplitud 10 veces menor que  $A$ , 10 veces;
- La viga es flectada en una amplitud 1 millón de veces menor que  $A$ , 1 millón de veces.

Para todas las condiciones el resultado final es el mismo, la fractura. Como se puede deducir, los estudios de la vibración para estos tres casos deben ser considerados con la misma importancia, pues sus resultados son críticos.

El estudio de las vibraciones en bastidores va relacionado con el tercer caso (aunque bajo condiciones críticas llegan a amplitudes de valor  $A$ ). Además, las vibraciones pueden ser utilizadas como instrumento de detección de anomalías en una estructura, como una grieta, dado que cambios físicos alteran la forma en que vibra la estructura.

Al realizar análisis de vibración enfocado a maquinaria caminera se considera de manera especial la vibración longitudinal.

#### **3.5.5.2. Identificación de la vibración**

Si se presenta o se sospecha que hay un movimiento vibratorio longitudinal excesivo, se debe realizar una inspección inicial, para confirmar que:

- Los pernos de montaje, de acoplamiento, de anclaje estén con el par de apriete correcto, y todos los pernos de apriete y separación y los tornillos de fijación se encuentren apretados.
- El componente o los componentes estén alineados correctamente.
- Todas las conexiones externas estén bien aisladas del componente con acoplamientos flexibles apropiados

Si los resultados de la inspección inicial no identifican el problema, entonces, se deben realizar las mediciones de vibración para determinar la fuente de la causa, y comenzar la acción correctiva.

### **3.5.5.3. Causas de la vibración**

Los problemas que típicamente pueden ser detectados y corregidos con un eficiente programa de análisis de vibración incluyen: desalineamiento, desbalance, resonancia, soldaduras mecánicas, rodamientos dañados, problemas en bombas, anomalías en engranes, problemas eléctricos asociados con motores, problemas de bandas, etc.

La detección y monitoreo de rodamientos es una aplicación especial del análisis de vibración para equipo pesado, los rodamientos actúan como una fuente de ruido y vibración debido tanto a la variación de compliancia (la compliancia es una medida de la propiedad de un órgano hueco que le permite el alargamiento o distensión en resistencia al retorno hacia sus dimensiones originales) como a la presencia de defectos en ellos, aun cuando éstos sean geoméricamente perfectos.

Dependiendo de la ubicación del defecto en el rodamiento, se generan vibraciones de diferente frecuencia.

El análisis de vibración en motores es otra aplicación fundamental predictiva para equipos pesados, a través de ella se pueden determinar problemas del movimiento de vibración longitudinal que se pueden atribuir a:

- Desalineación del motor y del equipo impulsado
- Desbalanceo de las piezas que giran
- Resonancia de la masa estructural (peso) y combinaciones rígidas
- Reacción de par
- Encendido irregular del cilindro
- Fuerzas de la combustión
- Desbalanceo en las piezas reciprocantes

### **3.5.5.4. Criterios para la ejecución del análisis de vibración**

Históricamente, la mayoría de programas de monitoreo de condición incluyen el análisis de vibración y generalmente obtienen por lo menos un éxito moderado. La recomendación que se hace a los departamentos de mantenimiento para que ésta técnica pueda ser efectiva, es que utilicen los servicios de expertos certificados en

el análisis de vibraciones, con por lo menos tres años de experiencia en campo, entrenamiento formal y habilidades en la interpretación de los datos de vibración.

### 3.5.6. COMBINACIÓN PROACTIVA DEL ANÁLISIS DE ACEITES Y DE VIBRACIÓN

En general, se pueden plantear las siguientes conclusiones acerca de las fortalezas y debilidades del análisis de aceite y el análisis de vibración en la detección y análisis de las fallas en la maquinaria, las cuales son mostradas en la Tabla 3.10.

**Tabla 3.10. Fortalezas y debilidades del análisis de aceite y análisis de vibración<sup>24</sup>**

Problema/Condición	Análisis de Aceite	Análisis de Vibración	Notas/Comentarios
Inicio de falla de un rodamiento	Buena detección temprana	Detección tardía	Las fallas comunes de rodamientos son detectadas mejor por el análisis de aceite.
Inicio de falla de chumaceras (cojinetes planos)	Buena detección temprana	Detección tardía	Las rebabas serán localizadas por el análisis de aceite antes de que haya rozamiento o falta de ajuste.
Desbalanceo		Buena detección temprana	El análisis de aceite encontrará el desgaste ocasionado por el desbalance
Agua en el lubricante	Buena detección temprana	No aplica	El análisis de vibración puede tomar la fase final de la falla.
Problemas de rodamientos engrasados	No aplica	Detección tardía	Algunos laboratorios están haciendo ferografía y análisis de elementos en grasa.
Roturas de flechas	No aplica	Buena	Vibración es el mejor método aquí.
Desgaste anormal de engranes	Buena detección temprana.	Detección tardía	El análisis de vibración puede identificar los defectos individuales de los engranes. El análisis de aceite detecta desgaste anormal.
Desalineamiento	Detección tardía	Detección temprana buena a marginal	Algunos problemas de desalineamiento son difíciles de detectar con vibración. El análisis de aceite detecta el desgaste de desalineamiento.
Análisis de causa de falla	Fortaleza	Fortaleza	Mejor cuando ambos trabajan juntos
Alta concentración de partículas en el aceite.	Fortaleza detección temprana	No aplica	El desgaste abrasivo es una causa principal de falla de maquinaria
Resonancia	No aplica	Fortaleza	El programa de vibración es muy bueno aquí. En algún momento el análisis de aceite detectara los metales de desgaste.
Oxidación del aceite o degradación de aditivos.	Fortaleza	No aplica	Muy eficaz detección con el análisis de aceite.
Uso de un lubricante erróneo.	Fortaleza	No aplica	Detección eficiente por análisis de aceite.

<sup>24</sup><http://confiabilidad.net/articulos/integrando-el-analisis-de-aceite-con-el-analisis-de-vibracion/>

## **CAPÍTULO 4**

### **COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

#### **4.1. INTRODUCCIÓN**

La maquinaria caminera perteneciente al Municipio del Cantón Pujilí está destinada a brindar servicio en obras que benefician a toda la comunidad. El Municipio, al ser una institución pública, se rige estrictamente al presupuesto que recibe del gobierno para financiar dichas obras, entre otras actividades. En este caso, se ha visto favorable la realización de un estudio sobre cuánto dinero le cuesta al Municipio poner a funcionar la maquinaria y a la vez cuánto le cuesta el mantenimiento planificado de la maquinaria caminera. Es por ésta razón que el presente capítulo está destinado al cálculo de los costos de operación (excluyendo el salario del operador) y el cálculo de los costos de mantenimiento preventivo, según se planteó en el Capítulo 3.

#### **4.2. PARÁMETROS PARA DETERMINAR LOS COSTOS.**

Existen ciertos factores que determinarán los costos tanto para la operación como para el mantenimiento. La estimación del costo estará afectada por el criterio que se tenga para seleccionar un factor cercano al real. Por ejemplo el consumo de combustible es un factor determinante sobre los costos de operación, pero este factor a su vez está influenciado por la severidad del trabajo, el operador y el terreno en el que se encuentra funcionando la máquina. Por este motivo, la selección de factores resulta fundamental al momento estimar el costo de alguna obra que el Municipio necesite.

##### **4.2.1. COSTOS DE OPERACIÓN<sup>1</sup>**

Los costos de operación representan los gastos que se deben realizar para poner en funcionamiento la maquinaria. Para una correcta estimación de los mismos, se deberá tener en cuenta el valor que van teniendo a lo largo del tiempo y no cometer el error de dejarlos como una constante.

---

<sup>1</sup> Manual de rendimiento Caterpillar; Edición 39; Pág. 20-8; EE.UU.; 2009

#### 4.2.1.1. Consumo de combustible

La clase de trabajo determina el factor de carga del motor, y esto influye sobre el consumo de combustible. Un motor que trabaja en forma continua a plena potencia tiene un factor de carga igual a 1. Las máquinas para movimiento de tierras funcionan solamente en cortos intervalos con un factor de carga de 1. Para determinar el costo por hora de combustible, se deberá tener en cuenta el factor de carga (bajo, medio, alto) y de acuerdo a este factor se toma el valor del consumo de combustible por hora para luego multiplicarlo por el precio local del combustible.

$$\text{Costo de combustible por hora} = \text{Consumo por hora} \times \text{Precio Unitario Local del Combustible}$$

A continuación se procede a estimar el consumo de combustible de cada máquina caminera disponible en el parque automotriz del municipio. Esta estimación está basada en datos obtenidos de distintas fuentes, por ejemplo, Caterpillar pone a disposición el consumo de combustible por hora para cada modelo que fabrica; en el caso de otras máquinas se determina el consumo de combustible en base a las curvas de potencia y consumo del motor. En todo caso, el consumo de combustible elegido será aquel en que la máquina esté en un factor de carga entre “bajo” y “medio” o en el que no trabaje a plena potencia.

##### 4.2.1.1.1. Cargadoras Frontales

*CF-1*

El consumo promedio entre un factor de carga bajo y medio es  $3,33 \frac{\text{gal}}{\text{h}}$ .

**Tabla 4.1. Consumo de Combustible Case 621D<sup>2</sup>**

	Factor de carga		
	Bajo	Medio	Alto
Consumo de combustible (gal/h)	1,82	4,84	6,78

<sup>2</sup> Case Construction; Owning and Operating Costs for Wheel Loader; Version 4.0; 2009

*CF-2*

Dado que a la cargadora frontal Clark 45B Michigan se le realizó un cambio de motor hace aproximadamente unos 20 años (no existe registro), el consumo de combustible del motor Nissan FD6T se determina por la experiencia del operador que es de  $3 \frac{gal}{h}$ .

4.2.1.1.2. *Minicargadora**MC-1*

El consumo promedio entre un factor de carga bajo y medio es  $1,77 \frac{gal}{h}$ .

**Tabla 4.2. Consumo de Combustible Case 420<sup>3</sup>**

	Factor de carga		
	Bajo	Medio	Alto
Consumo de combustible (gal/h)	1,32	2,21	3,09

4.2.1.1.3. *Retroexcavadora**RE-1*

El consumo promedio entre un factor de carga bajo y medio es  $2,33 \frac{gal}{h}$ .

**Tabla 4.3. Consumo de Combustible Case 590SM<sup>4</sup>**

	Factor de carga		
	Bajo	Medio	Alto
Consumo de combustible (gal/h)	1,74	2,91	4,07

4.2.1.1.4. *Excavadora**EX-1*

Según la Figura 4.1., el motor Doosan DL06, evaluado a 1550 rpm aproximadamente se tiene:

<sup>3</sup>Case Construction; Owning and Operating Costs for Skid Loader; Version 4.0; 2009

<sup>4</sup>Case Construction; Owning and Operating Costs for Backhoe; Version 4.0; 2009



$$\text{Consumo de Combustible} = 154 \frac{g}{PS \cdot h}$$

Se necesita obtener un valor expresado en  $\frac{gal}{h}$ , para lo cual, el consumo de combustible expresado en  $\frac{g}{PS \cdot h}$  se multiplica por la potencia en  $PS$  y divide para el peso específico del diesel en  $\frac{g}{cm^3}$ :

$$\text{Consumo de Combustible} = 154 \frac{g}{PS \cdot h} \times \frac{98 PS}{0.85 \frac{g}{cm^3}}$$

$$\text{Consumo de Combustible} = 17755.29 \frac{cm^3}{h} = 4.69 \frac{gal}{h}$$

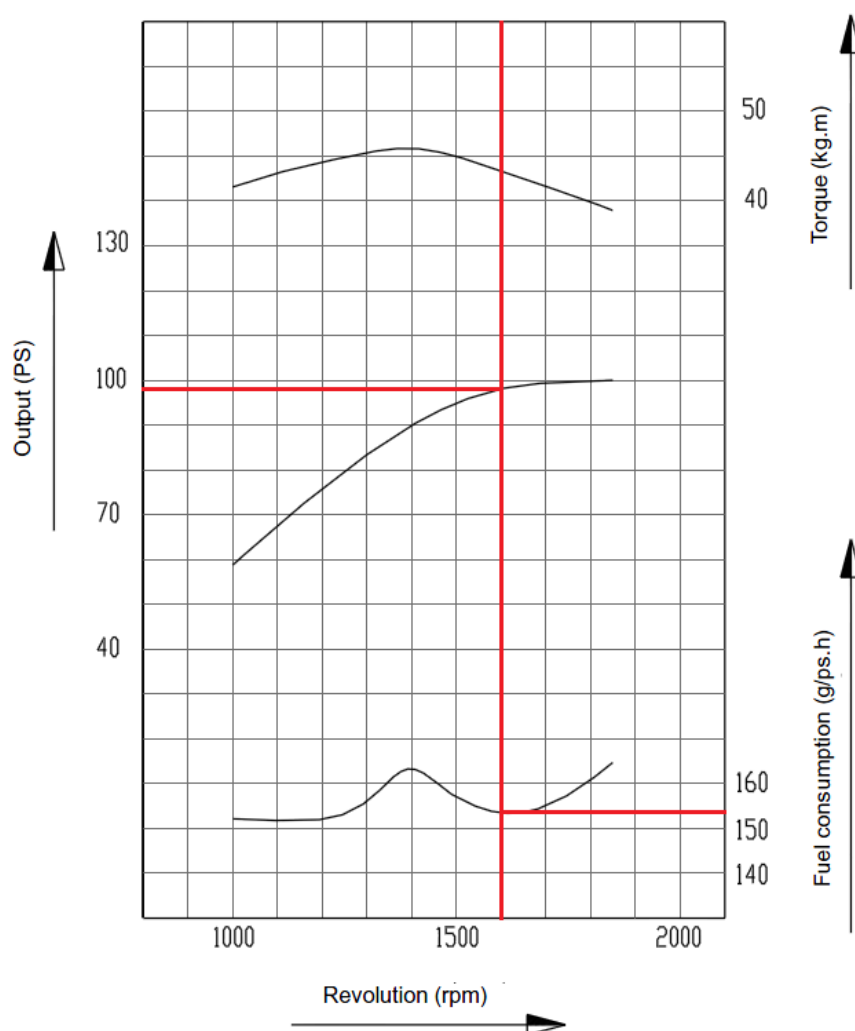


Figura 4.1. Curva de Rendimiento Motor Doosan DL06<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Manual de taller Doosan DL06; Pág. 10; 2006

## 4.2.1.1.5. Compactadores de Rodillo

## RD-1

El consumo promedio entre un factor de carga bajo y medio es  $2,6 \frac{gal}{h}$ .

**Tabla 4.4. Consumo de Combustible Amman ASC-100<sup>6</sup>**

OUTPUT POWER			FUEL CONSUMPTION			
%	kWm	BHP	kg/ kWm·h	lb/ BHP·h	litre/ hour	U.S. Gal/ hour
<b>STANDBY POWER</b>						
100	84	114	0.198	0.326	20	5.2
<b>PRIME POWER</b>						
100	77	104	0.200	0.329	18	4.8
75	57	76	0.208	0.342	14	3.7
50	38	50	0.225	0.370	10	2.6
25	19	25	0.274	0.450	6	1.6
<b>CONTINUOUS POWER</b>						
100	70	94	0.203	0.332	17	4.4

## RD-2

El consumo promedio entre un factor de carga bajo y medio es:

$$15 \frac{l}{h} = 3.96 \frac{gal}{h}$$

**Tabla 4.5. Consumo de Combustible motor Detroit 4-53<sup>7</sup>**

<b>BDC 4-53 Detroit Diesel Industrial Engine Specs, at sea level.</b>				
<b>RPM</b>	<b>1500</b>	<b>2000</b>	<b>2500</b>	<b>2800</b>
Horse Power SAE	82	110	131	140
Power Kw	61	82	98	104
.	.	.	.	.
Torque Ft lbs	262	278	261	255
Torque Nm	355	377	354	346
.	.	.	.	.
Fuel Consumption	15	19	21	23
.	.	.	.	.
Max Toque Ft lbs	282 @ 1560 RPM			
Max Torque Nm	382 @ 1560 RPM			

<sup>6</sup> Cummins Engine Company, INC; Engine Performance Curve; 2004

<sup>7</sup> <http://www.barringtondieselclub.co.za/453DetroitDiesel.html>

## 4.2.1.1.6. Motoniveladoras

## MT-1

El consumo promedio entre un factor de carga bajo y medio es  $3.4 \frac{gal}{h}$ .

**Tabla 4.6. Consumo de Combustible Caterpillar 120G<sup>8</sup>**

MOTONIVELADORAS						
Modelo	Bajo		Medio		Alto	
	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.
120H*	9-13	2,4-3,4	13-17	3,4-4,5	17-21	4,5-5,5
135H*	10-14	2,6-3,7	14-18	3,7-4,8	18-22	4,8-5,9
12H	11-16	2,9-4,2	16-21	4,2-5,5	21-26	5,5-6,7
140H*	12-17	3,1-4,4	17-22	4,4-5,7	22-26	5,7-7,0
143H**	12-17	3,2-4,6	17-22	4,6-5,9	22-28	5,9-7,3
160H*	14-20	3,7-5,3	20-26	5,3-6,8	26-32	6,8-8,4
163H**	14-21	3,8-5,4	20-27	5,4-7,0	27-33	7,0-8,6
14H	15-22	4,0-5,8	22-28	5,8-7,5	28-35	7,5-9,2
16H	19-27	5,0-7,1	27-35	7,1-9,2	35-43	9,2-11,3
24H	32-46	8,6-12,2	46-60	12,2-15,8	60-74	15,8-19,4

\*Multiplique el consumo por 1,10 cuando la motoniveladora esté equipada con Potencia Variable o con Sistema de control de potencia del motor.

\*\*Multiplique el consumo por 1,15 cuando la motoniveladora esté equipada con Tracción en todas las ruedas.

## MT-2

El consumo promedio entre un factor de carga bajo y medio es  $3.9 \frac{gal}{h}$ .

**Tabla 4.7. Consumo de Combustible Caterpillar 120M<sup>9</sup>**

MOTONIVELADORAS						
Modelo	Bajo		Medio		Alto	
	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.
120M	10,2-14,6	2,7-3,9	14,6-19,0	3,9-5,0	19,0-23,3	5,0-6,2
12M	11,0-15,7	2,9-4,2	15,7-20,4	4,2-5,4	20,4-25,1	5,4-6,6
140M	13,5-16,4	3,6-4,3	16,4-21,3	4,3-5,6	21,3-30,9	5,6-8,2
160M	14,6-17,8	3,9-4,7	17,8-23,1	4,7-6,1	23,1-33,5	6,1-8,8
14M	15,7-22,4	4,1-5,9	22,4-29,1	5,9-7,7	29,1-39,8	7,7-10,5
16M	20,4-29,1	5,4-7,7	29,1-37,9	7,7-10,0	37,9-46,6	10,0-12,3
24M	36,0-49,2	9,5-13,0	49,2-68,1	13,0-18,0	68,1-83,3	18,0-22,0

## MT-3

El consumo promedio entre un factor de carga bajo y medio es:

$$17 \frac{l}{h} = 4.49 \frac{gal}{h}$$

<sup>8</sup> Manual de rendimiento Caterpillar; Edición 31; Pág. 22-14; EE.UU.; 2000

<sup>9</sup> Manual de rendimiento Caterpillar; Edición 39; Pág. 20-10; EE.UU.; 2009

Tabla 4.8. Consumo de Combustible motor Detroit 4-71<sup>10</sup>

<b>BDC Detroit Diesel 4-71 Power ratings</b>						
<b>Detroit Diesel 4-71 Power at sea level (Industrial Engines)</b>						
<b>rpm</b>	<b>1200</b>	<b>1400</b>	<b>1600</b>	<b>1800</b>	<b>2000</b>	<b>2100</b>
Horse Power SAE	91	110	124	136	149	155
Power Kw	68	82	92	101	111	116
.	.	.	.	.	.	.
Torque Ft lbs	398	413	407	397	391	388
Torque Nm	540	560	552	438	531	526
.	.	.	.	.	.	.
Fuel Consumption	15	17	19	20	22	23
.	.	.	.	.	.	.
Max Toque Ft lbs	413 @ 1400 rpm					
Max Torque Nm	560 @ 1400 rpm					

BD-1

El consumo promedio entre un factor de carga bajo y medio es  $3.5 \frac{gal}{h}$ .

Tabla 4.9. Consumo de Combustible Caterpillar D5B<sup>11</sup>

<b>TRACTORES DE CADENAS</b>						
<b>Modelo</b>	<b>Bajo</b>		<b>Medio</b>		<b>Alto</b>	
	<b>litros</b>	<b>gal. EE.UU.</b>	<b>litros</b>	<b>gal. EE.UU.</b>	<b>litros</b>	<b>gal. EE.UU.</b>
D3C y LGP Serie III	4-7½	1-2	7½-11	2-3	9½-13	2½-3½
D4C y LGP Serie III	5½-9½	1½-2½	9½-13	2½-3½	11-15	3-4
D5C y LGP Serie III	5½-9½	1½-2½	9½-13	2½-3½	13-17	3½-4½
D4E	5½-9½	1½-2½	9½-13	2½-3½	11-15	3-4
D5M XL y LGP	6-10½	1½-3	10½-14½	3-4	12½-17	3½-4½
D5B	9½-13	2½-3½	11-17	3-4½	15-21	4-5½
D6M XL y LGP	11-15	3-4	12½-19½	3½-5	17-24	4½-6½
D6G	11-20½	3½-5	15½-21	4-6	23-28½	6-7½
D6R XL, XR y LGP	13-22½	3½-6	17½-25	4½-6½	25-30½	6½-8½
D7G Serie II*	19-25	5-6½	26-34	7-9	32-40	8½-10½
D7R XR y LGP	19-23	5-6	25-28	6½-7½	32-36	8½-10
D8R y LGP	23-28	6-7½	28-38	7½-10	38-51	10-13½
D9R	36-47	9½-12½	47-58	12½-15½	60-76	16-20
D10R	44-59	11½-15½	59-76	15½-20	76-93	20-24½
D11R	62-87	16½-23	87-112	23-29½	112-134	29½-35½

\*La información sobre consumo de combustible del D7G se basa en un motor con cámara de precombustión. El consumo de combustible de un D7G con un motor de inyección directa debiera ser un 10% menos.

BD-2

El consumo promedio entre un factor de carga bajo y medio es  $3.75 \frac{gal}{h}$ .

<sup>10</sup><http://www.barringtondieselclub.co.za/471DetroitDiesel.html>

<sup>11</sup> Manual de rendimiento Caterpillar; Edición 31; Pág. 22-13; EE.UU.; 2000

**Tabla 4.10. Consumo de Combustible Caterpillar D6N<sup>12</sup>**

TRACTORES DE CADENAS						
Modelo	Bajo		Medio		Alto	
	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.
D3K	7,7-10,4	2,0-2,7	10,4-13,2	2,7-3,5	13,2-15,7	3,5-4,1
D4K	8,0-11,2	2,1-3,0	11,3-14,7	3,0-3,9	14,7-17,3	3,9-4,6
D5K	8,8-12,4	2,3-3,3	12,4-15,7	3,3-4,1	15,7-18,4	4,1-4,9
D5N	6,5-11,5	1,5-3,5	11,5-16,0	3,5-4,5	13,75-18,5	3,75-5,0
D6N	12,0-16,5	3,0-4,5	13,75-21,5	4,0-5,5	18,5-26,5	5,0-7,0
D6K	9,9-14,9	2,6-3,9	14,9-21,5	3,9-5,7	19,8-26,4	5,2-7,0
D6R Serie 3 (138 kW/185 hp)	13,6-19,7	3,6-5,2	19,7-25,7	5,2-6,8	25,7-31,4	6,8-8,3
D6R Serie 3 (149 kW/200 hp)	15,5-22,3	4,1-5,9	22,3-29,1	5,9-7,7	29,1-35,6	7,7-9,4
D6T (138 kW/185 hp)	15,5-22,3	4,1-5,9	22,3-28,8	5,9-7,6	28,8-35,6	7,6-9,4
D6T (149 kW/200 hp)	15,9-22,7	4,2-6,0	22,7-29,5	6,0-7,8	29,5-36,3	7,8-9,6
D7G	16,0-22,5	4,5-6,0	22,5-29,0	6,0-8,0	29,0-35,5	8,0-9,5
D7R Serie 2	—	—	24,6-31,4	6,5-8,3	31,4-39,0	8,3-10,3
D8R	22,5-32,0	6,0-8,5	32,0-41,5	8,5-11,0	41,5-51,0	11,0-13,5
D8T Tier 3	23,5-33,7	6,2-8,9	33,7-43,5	8,9-11,5	43,9-53,7	11,6-14,2
D9T Tier 3	30,3-43,1	8,0-11,4	43,1-56,4	11,4-14,9	56,4-69,3	14,9-18,3
D10T	42,8-60,1	11,3-16,1	60,1-79,5	16,1-21,0	79,5-97,7	21,0-25,8
D11R	61,0-87,0	16,5-23,0	87,0-113,0	23,0-30,0	113,0-139,5	30,0-37,0
D11T	59,0-84,4	15,6-22,3	84,4-109,8	22,3-29,0	109,8-135,1	29,0-35,7

\*La información sobre consumo de combustible del D7G se basa en un motor con cámara de precombustión. El consumo de combustible de un D7G con un motor de inyección directa debiera ser un 10% menos.

*BD-3*

El consumo promedio entre un factor de carga bajo y medio es  $3.9 \frac{gal}{h}$ .

**Tabla 4.11. Consumo de Combustible New Holland D170<sup>13</sup>**

Engine Model	Output Power		Engine Speed RPM	Rating Definition	Fuel Consumption	
	kW	HP			Rated Speed L/hr (gal/hr)	ISO* L/hr (gal/hr)
<b>Fixed Speed</b>						
6CT8.3-D(M)	122	164	1500 (50 Hz)	Prime	30.3 (8.0)	14.9 (3.9)
6CT8.3-D(M)	140	188	1800 (60 Hz)	Prime	36.3 (9.6)	18.7 (4.9)

\* Average fuel consumption based on ISO 8178 E3 Standard Test Cycle (variable speed models) and ISO 8178 D2 Standard Test Cycle (fixed speed models)

*VQ-1*

En base a la experiencia, el jefe de operación y mantenimiento del parque automotriz ha determinado un consumo de combustible aproximado de  $13.5 \frac{gal}{h}$ .

*VQ-2, VQ-3, VQ-4, VQ-5*

Según la Figura 5.2., el motor Isuzu 6HK1, evaluado a 1700 rpm aproximadamente se tiene:

$$\text{Consumo de Combustible} = 0.335 \frac{lb}{hp \cdot h}$$

<sup>12</sup> Manual de rendimiento Caterpillar; Edición 39; Pág. 20-9; EE.UU.; 2009

<sup>13</sup> Ficha de especificación motor Cummins 6CT8.3; Pág. 1; 2010

Se necesita obtener un valor expresado en  $\frac{gal}{h}$ , para lo cual, al consumo de combustible expresado en  $\frac{lb}{hp \cdot h}$  se multiplica por la potencia en  $hp$  y divide para el peso específico del diesel en  $\frac{lb}{in^3}$ :

$$\text{Consumo de Combustible} = 0.335 \text{ hp} \times \frac{233 \text{ hp}}{0.0307082 \frac{lb}{in^3}}$$

$$\text{Consumo de Combustible} = 2541.83 \frac{in^3}{h} = 11.00 \frac{gal}{h}$$

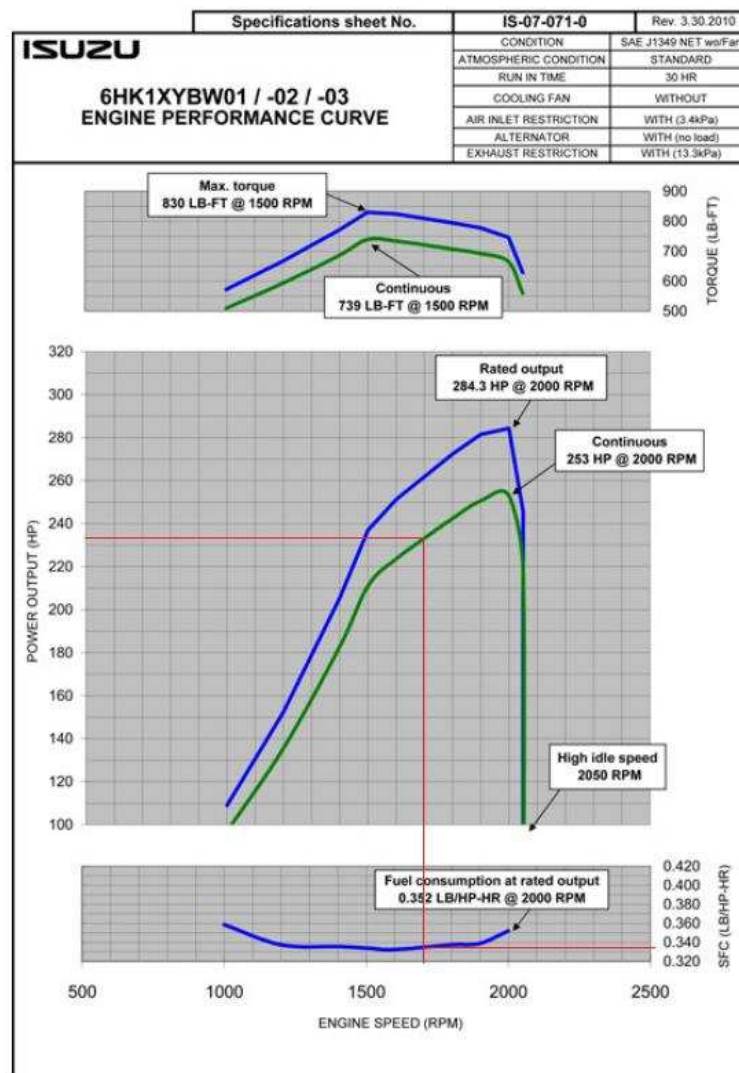


Figura 4.2. Curva de Rendimiento Motor Isuzu 6HK1<sup>14</sup>

<sup>14</sup><http://www.isuzuengines.com/engine.asp?model=6HK1XYBW-01>

*VQ-6*

En base a la experiencia, el jefe de operación y mantenimiento del parque automotriz ha determinado un consumo de combustible aproximado de  $14 \frac{gal}{h}$ .

*PT-1*

El consumo promedio entre un factor de carga bajo y medio es  $15.3 \frac{gal}{h}$

**Tabla 4.12. Consumo de Combustible Motor Cummins NTC350<sup>15</sup>**

ESN: 30369010	Application: auto	vehicle
cart	tilting cart	bore-mm[in]: 140[5.5]
Stroke-mm[in]: 152[6.00 ]	Displacement-(liter): 14	Cylinders: 6
Engine Type: In-line 6-Cylinder 4-Stroke	SO: S033061	block,cylinder: none
Conn rod: none	Alternatornone	resistor,corrosion: none
exchanger,heat: none	<b>fuel consumption--(g/hr):15.3</b>	engine length--(in) :65
engine width--(in) :36.79	engine height--(in) :68.73	engine LxWxH--(in):65x36.79x68.73
engine Weight--kg[lb]:1258[2770]	engine Lower set 3801235	Model: NTC-350
Series: NTC	DATA: 2002	standard oil pan capacity--[g]:26.5L[7g]

NTC-350 cummins,NTC cummins spare parts engine Lower set 3801235

Finalmente en la tabla 4.13. se expone un resumen del consumo de combustible de toda la maquinaria y su precio, tomando en cuenta la pérdida de potencia a 2900 msnm.

<sup>15</sup><http://www.enginepartscom.com/cumminsenginetype/ntc/2010-04-27/NTCEngineLowerSet3801235useofcumminsengine91777/>

**Tabla 4.13. Resumen de Consumo de Combustible y Costos<sup>16</sup>**

<b>Código Máquina</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Consumo Diesel (gal/h)</b>	<b>Consumo a 2900 msnm (gal/h)</b>	<b>Costo USD/h</b>
CF-1	CASE	621D	3,33	4,63	4,76
CF-2	CLARK	45B Michigan	3,00	3,00	3,09
MC-1	CASE	420,00	1,77	2,46	2,53
RE-1	CASE	590SM	2,33	3,24	3,33
EX-1	DOOSAN	DX225LC	4,69	6,51	6,71
RD-1	AMMANN	ASC-100	2,60	3,61	3,72
RD-2	BOMAG	BW210	3,96	5,50	5,67
MT-1	CATERPILLAR	120G	3,40	4,72	4,86
MT-2	CATERPILLAR	120M	3,90	5,42	5,58
MT-3	CHAMPION	720,00	4,49	6,24	6,42
BD-1	CATERPILLAR	D5B	3,50	4,86	5,01
BD-2	CATERPILLAR	D6N	3,75	5,21	5,36
BD-3	NEW HOLLAND	D170	3,90	5,42	5,58
VQ-1	CHEVROLET	Súper FVR	13,5	13,5	13,5
VQ-2	CHEVROLET	FVR	11,00	15,28	15,74
VQ-3	CHEVROLET	FVR	11,00	15,28	15,74
VQ-4	CHEVROLET	FVR	11,00	15,28	15,74
VQ-5	CHEVROLET	FVR	11,00	15,28	15,74
VQ-6	HINO	KB	14,00	14,00	14,00
PT-1	KENTWORTH	K100	15,30	21,25	21,89

#### 4.2.1.2. Neumáticos<sup>17</sup>

Los costos de los neumáticos resultan difíciles de predecir porque intervienen algunas variables. La mejor estimación de estos costos se obtiene cuando las

<sup>16</sup> Fuente Propia

<sup>17</sup> Manual de rendimiento Caterpillar; Edición 39; Pág. 20-32; EE.UU.; 2009



cifras de la vida útil del neumático se basan en la experiencia, utilizando los precios que el propietario realmente paga al reemplazar los neumáticos.

El costo del neumático por hora de trabajo estará dado por la siguiente expresión:

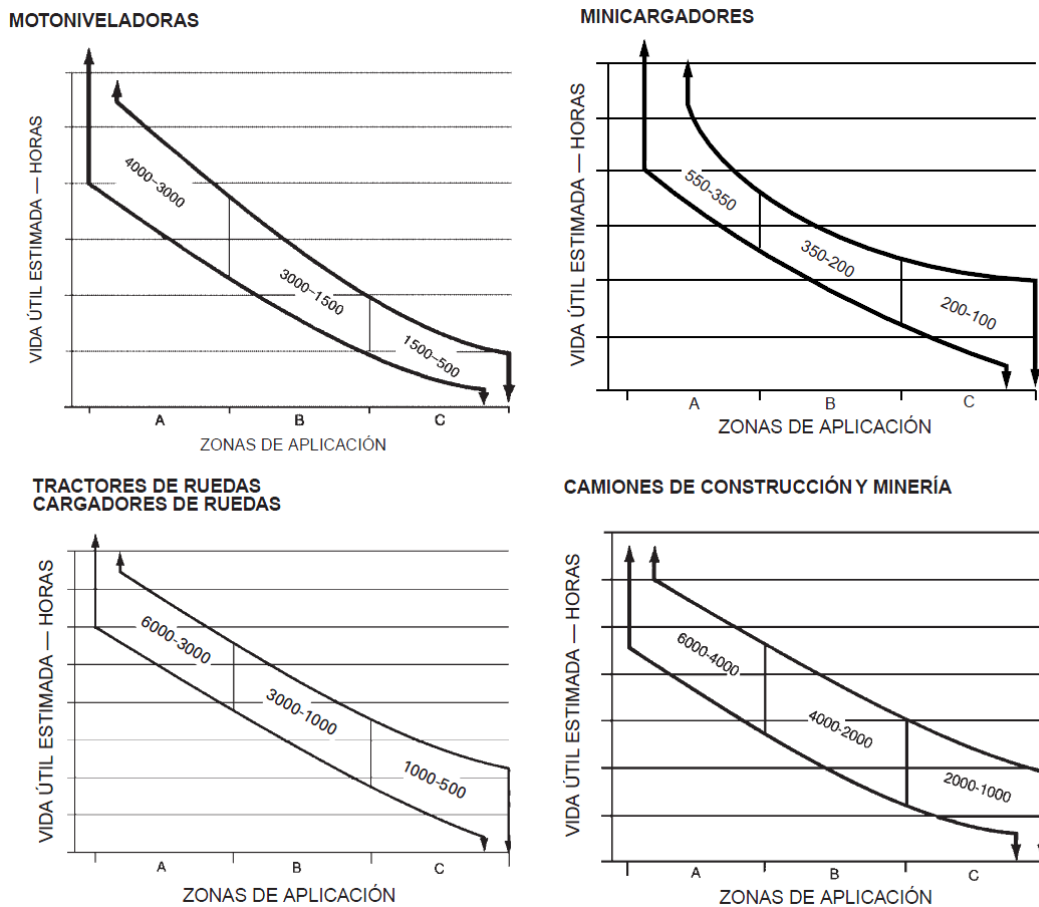
$$\text{Costo del Neumático por hora} = \frac{\text{Costo de reemplazo del Neumático}}{\text{Vida útil estimada del Neumático en horas}}$$

De donde el costo de reemplazo del neumático estará en función del fabricante del neumático y de la mano de obra que cuesta reemplazarlo; la vida útil estimada del neumático en horas se lo puede determinar mediante dos métodos:

#### 4.2.1.2.1. Gráficas

Se escoge una de las tres zonas de trabajo de acuerdo a la maquinaria (Fig. 4.3). Estas tres zonas son:

- Bajo/Zona A.- Casi todos los neumáticos se desgastan hasta la banda de rodadura debido a la abrasión.
- Medio/Zona B.- Algunos neumáticos se desgastan normalmente pero otros surgen fallos prematuros debido a cortes por rocas, impactos y pinchazos irreparables.
- Alto/Zona C.- Pocos o ninguno de los neumáticos se desgastan hasta la banda de rodadura debido a daños irreparables, generalmente debido a cortes por rocas, impactos y continua sobrecarga.



**Figura 4.3. Vida útil del neumático según el trabajo de la máquina<sup>18</sup>**

Se debe considerar que las gráficas:

- No toman en cuenta la vida útil adicional después de un reencauchado. Los neumáticos nuevos se utilizan hasta su destrucción; sin embargo, no se recomienda necesariamente esta práctica.
- Están basadas en neumáticos estándar, por lo que los neumáticos optativos cambian estas gráficas hacia arriba o hacia abajo.
- No toman en cuenta un fallo imprevisto por haber excedido las limitaciones de t-km/h.

#### 4.2.1.2.2. Sistema Goodyear para calcular la vida útil de los neumáticos

Es un sistema basado en estudios realizados por las principales compañías de neumáticos y por lo menos dos fabricantes de equipos importantes, que llegan a

<sup>18</sup> Manual de rendimiento Caterpillar; Edición 39; Pág. 20-33; EE.UU.; 2009

una conclusión muy similar. Para determinar la vida útil de un neumático, se toman en cuenta las condiciones de la tabla 4.14:

**Tabla 4.14. Vida útil calculada de los neumáticos de acarreo<sup>19</sup>**

No.	Condición	Factor
<b>I</b>	<b>Mantenimiento</b>	
	Excelente	1,090
	Promedio	0,981
	Malo	0,763
<b>II</b>	<b>Velocidades Máximas</b>	
	16 km/h ~ 10 mph	1,090
	32 km/h ~ 20 mph	0,872
	48 km/h ~ 30 mph	0,763
<b>III</b>	<b>Condiciones del Terreno</b>	
	Tierra blanda — Sin roca	1,090
	Tierra blanda — Algunas rocas	0,981
	Bien mantenido — Camino de grava	0,981
	Mal mantenido — Camino de grava	0,763
	Voladura — Rocas afiladas	0,654
<b>IV</b>	<b>Posición de las Ruedas</b>	
	Remolque	1,090
	Delantera	0,981
	Impulsora (Descarga trasera)	0,872
	(Descarga por el fondo)	0,763
	(Mototrailla)	0,654
<b>V</b>	<b>Cargas (Ver nota VIII)</b>	
	T y RA/ETRTO* Carga recomendada	1,090
	20% Sobrecarga	0,872
	40% Sobrecarga	0,545
<b>VI</b>	<b>Curvas</b>	
	Ninguna	1,090
	Medias	0,981
	Severas	0,872
<b>VII</b>	<b>Pendientes (Neumáticos impulsores únicamente)</b>	
	Nivel	1,090
	5% máximo	0,981
	15% máximo	0,763
<b>VIII</b>	<b>Otras combinaciones varias (Ver la nota siguiente)</b>	
	Ninguna	1,090
	Media	0,981
	Severa	0,872
	(Hay que usar la Condición VIII cuando hay sobrecarga junto con una o más de las condiciones primarias de mantenimiento, velocidades, condiciones del terreno y curvas. La combinación de niveles severos en dichas condiciones, junto con una sobrecarga, creará una condición aún más severa que contribuirá en mayor proporción a un fallo prematuro del neumático que los factores individuales de cada condición.)	

\*Asociación de Neumáticos y Llantas/Organización Técnica Europea de Neumáticos y Llantas.

De cada condición, se elige el factor que corresponda al neumático. Estos factores deben ser multiplicados con la Vida Útil Promedio Base, dada de acuerdo al tipo de neumático que se tenga (Tabla 4.15). La tabla que sigue a continuación indica la Vida Útil Promedio Base para un neumático tipo E-4.

<sup>19</sup> Manual de rendimiento Caterpillar; Edición 39; Pág. 20-35; EE.UU.; 2009

**Tabla 4.15. Vida Útil Promedio Base<sup>20</sup>**

Tipo de Neumático	Vida Util Promedio Base		
	Horas	Millas	km
E-3 Estándar lonas diagonales	2510	25.100	40.400
E-4 Banda de rodadura extra	3510	35.100	56.500
Radial RL4 Banda de rodadura extra	4200	42.000	67.600

#### 4.2.1.3. Tren de rodaje

Al igual que los costos de los neumáticos, el tren de rodaje representa un costo importante al evaluar los costos de operación de las máquinas de cadenas. Se recomienda que el tren de rodaje sea tomado como un elemento de desgaste rápido y que no sea incluido en los costos de reparación de la máquina porque el desgaste de este elemento depende del medio en el que se lo emplee.

Tres son las condiciones que influyen en la duración del tren de rodaje de cadenas:

##### 4.2.1.3.1. *Impacto*

El efecto más fácil de evaluar es estructural: doblamiento, descascarillado, rajaduras, aplastamiento de las pestañas de los rodillos y problemas de la tornillería y de retención de los pasadores de bujes. La evaluación de las cargas de choque se clasifican en:

- Altas.- Superficies duras e impenetrables con protuberancias de 150 mm (6 pulgadas) o aún más altas.
- Moderadas.- Superficies parcialmente penetrables con protuberancias de 75 a 150 mm (3 a 6 pulgadas) de alto.
- Bajas.- Superficies totalmente penetrables (proporcionan pleno soporte a las planchas de las zapatas) y con pocas protuberancias.

##### 4.2.1.3.2. *Abrasión*

El suelo tiende a desgastar las superficies de fricción en los componentes de las cadenas. La evaluación de la abrasión se clasifica en:

<sup>20</sup> Manual de rendimiento Caterpillar; Edición 31; Pág. 20-35; EE.UU.; 2000

- Intensa.- Suelos muy húmedos que contengan gran proporción de arena o partículas de rocas duras, anguladas o cortantes.
- Moderada.- Suelos ligeramente mojados o de un modo intermitente, que tengan baja proporción de partículas duras, anguladas o cortantes.
- Baja.- Suelos secos o rocas con una proporción baja de arena, de partículas anguladas o cortantes, o esquirlas de roca.

Se debe considerar en muchos casos la evaluación de la abrasión y el impacto juntos porque se intensifican los efectos del desgaste, que cuando se evalúan separadamente. En cualquier caso, existe el factor "Z" en donde se podrá corregir la estimación.

#### 4.2.1.3.3. *Factor "Z"*

Representa los efectos combinados de condiciones relativas al ambiente, así como las operaciones y al mantenimiento con respecto a la duración de los componentes en un trabajo determinado.

- Condiciones Naturales y de Terreno.- La tierra, por ejemplo, tal vez no sea abrasiva, pero puede ser del tipo que se acumula en los dientes de las ruedas motrices, lo que causaría interferencias y grandes esfuerzos cuando los dientes se acoplan a los bujes, las sustancias químicas corrosivas de las materias que se mueven o que hay en el terreno pueden afectar el ritmo de desgaste y la humedad y temperaturas agravarían los efectos.

La temperatura por sí sola puede ser un agente importante: las escorias calientes y los suelos congelados constituyen dos extremos. El trabajo constante en laderas intensifica el desgaste en los lados de los componentes.

- Operación.- Los hábitos de los operadores intensifican el desgaste de las cadenas y los costos si no se ejerce el control necesario en el trabajo. Tales prácticas incluyen las operaciones a gran velocidad, particularmente en retroceso; los virajes muy cerrados o las correcciones constantes de dirección, así como la salida de las cadenas debido a que el motor alcanza el par límite.

- Mantenimiento.- Las buenas normas de mantenimiento, combinadas con la medición regular del desgaste y la ejecución a tiempo de las tareas recomendadas aumentan la duración de los componentes y disminuyen los costos, pues reducen al mínimo los efectos negativos de dichas condiciones.

Como ayuda para describir el valor adecuado del factor “Z” considerar que el mantenimiento adecuado (o su falta) representaría el 50% de los efectos de este factor; las condiciones naturales y el terreno, el 30%; y las normas de operación, el 20%. Por ejemplo, un buen operador que trabaje en condiciones naturales favorables, podría contrarrestar estas ventajas si hay descuido en el mantenimiento, por lo que habría que elegir un factor “Z” relativamente alto.

En cambio, el cuidado en el mantenimiento, la tensión y la alineación de las cadenas, contrarrestaría con creces las condiciones desfavorables del terreno que producen serias acumulaciones de tierra en las ruedas motrices y dan lugar a elegir un factor “Z” entre moderado y bajo. Por este motivo, la flexibilidad del factor “Z” es una de las características del sistema y se recomienda hacer uso de ésta ventaja. Se puede conseguir un control considerable sobre el factor “Z” si se reducen sus efectos para así obtener más beneficios.

A partir de estas tres condiciones, se procede de la siguiente manera para determinar el costo por hora del tren de rodaje de una máquina:

- Elegir el factor básico de la máquina que se desea conocer el costo horario. (Tabla 4.16.)
- Determinar la escala para impacto, abrasión y condiciones del factor “Z”. (Tabla 4.17.)
- Sumar las escalas elegidas y multiplique por el factor básico del tren de rodaje.
- El resultado será un costo horario estimado para el tren de rodaje en tal aplicación.

**Tabla 4.16. Factores básicos del tren de rodaje para maquinaria Caterpillar<sup>21</sup>**

Factores básicos del tren de rodaje	
Modelo	Factor básico
5230B	20,1
D11T	18,0
5130B	15,9
D10T	13,3
5110B	11,7
D9T	10,6
D8T	9,0
973C, 589, D7R Serie 2 LGP	10,1
D7R Serie 2, 963D, 583T, D6R Serie 3 LGP, D7R XR Serie 2	8,5
385C, 5090B	6,8
D6R Serie 3, 953D, 572R, 527	6,6
365C Tier 2	6,5
345C Tier 2	5,6
D5N LGP, D6 SR, D6N XL, 517	5,3
330D Tier 2	4,7
D3K (todos), D4K (todos), D5K (todos), 939C, PL61	3,9
325D Tier 2	3,6
314C, 315D, 318C, 322C	3,2
320D	2,7
307D, 308D, 311D, 312D	2,3

**Tabla 4.17. Escalas de Impacto, Abrasión y Factor “Z”<sup>22</sup>**

	Impacto	Abrasión	“Z”
Alto	0,3	0,4	1,0
Moderado	0,2	0,2	0,5
Bajo	0,1	0,1	0,2

Para la aplicación de este método se deben tomar en cuenta:

- Las escalas pueden combinarse, por ejemplo: Alto impacto, Baja abrasión y un factor “Z” moderado.
- EL costo por hora del tren de rodaje estimado que se obtenga está constituido aproximadamente en un 70% por el costo de las piezas y en un 30% por la mano de obra. El costo de los componentes del tren de rodaje se basa en las listas de precios al consumidor, publicadas en los Estados

<sup>21</sup> Manual de rendimiento Caterpillar; Edición 39; Pág. 20-37; EE.UU.; 2009

<sup>22</sup> Manual de rendimiento Caterpillar; Edición 39; Pág. 20-37; EE.UU.; 2009

Unidos y se puede ajustar según sea necesario de acuerdo a los derechos de importación, los tipos de cambio, etc.

#### **4.2.1.4. Componentes de Desgaste Especial**

Incluye los costos de los elementos que sufren alto desgaste tales como cuchillas, puntas de desgarrador, dientes de cucharón, forros de caja, puntas guía, etc. Y costos de soldadura en plumas y brazos. Los costos varían dependiendo de las aplicaciones, los materiales y las técnicas de operación.

Para su determinación, se debe dividir el costo del elemento que se desgasta entre la vida útil del mismo.

$$\text{Costo horario del elemento desgastado} = \frac{\text{Costo del elemento desgastado}}{\text{Vida útil del elemento en horas}}$$

Posteriormente se suman todos los costos horarios de los elementos que se desgastan para obtener el Costo de Componentes de Desgaste Especial.

#### **4.2.2. COSTOS DE MANTENIMIENTO**

Los costos de mantenimiento están conformados por los Costos de Mantenimiento Preventivo, los Costos de Mantenimiento Correctivo y los Costos de Mantenimiento Predictivo. El estudio de los costos de mantenimiento es importante porque influirán indirectamente sobre la longevidad de los componentes y el porcentaje de reparaciones programadas, antes del fallo.

##### **4.2.2.1. Costos de Mantenimiento Preventivo**

El Mantenimiento Preventivo abarca las tareas como son: limpieza, revisiones, comprobaciones, cambio de aceites, lubricantes, filtros, grasas, etc.

Normalmente el costo de este mantenimiento debe incluir la mano de obra, pero en el caso particular, para el Municipio del Cantón Pujilí, este valor debe ser excluido porque quienes realizarán el Mantenimiento Preventivo son los mecánicos de la municipalidad, los mismos que tienen un salario definido.



Para su determinación, se procederá a sumar el gasto que se genera al realizar el Mantenimiento Preventivo dividido entre el intervalo de tiempo al que se lo realizará. De ésta manera se obtendrán los costos horarios para el mantenimiento en cada intervalo.

Finalmente se sumarán los costos horarios recordando que, por ejemplo, el costo de mantenimiento de una máquina al intervalo de 50 horas, se deberá añadir también al costo de mantenimiento del intervalo de 100 horas y que, el costo de mantenimiento de 100 horas se deberá añadir nuevamente al costo de mantenimiento de 200 horas y así sucesivamente hasta llegar al intervalo de mantenimiento más alto dado por el fabricante.

$$\text{Costo de Mant. Preventivo} = \text{Costo intervalo \#1} + \text{Costo intervalo \#2} + \dots + \text{Costo intervalo \#n}$$

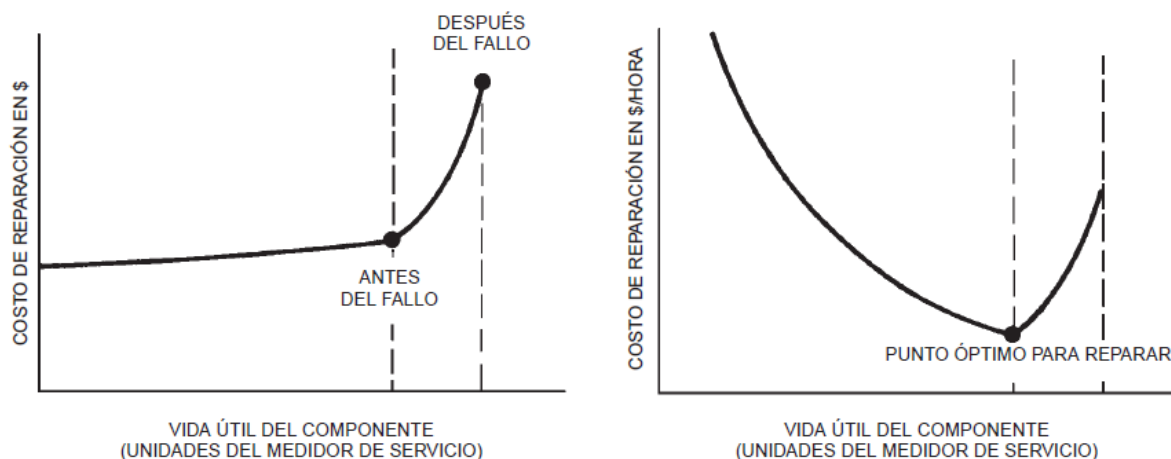
#### 4.2.2.2. Costos de Mantenimiento Correctivo

Las aplicaciones de las máquinas, las condiciones de operación y la atención en el mantenimiento determinan también los Costos de Mantenimiento Correctivo.

Este costo resulta complicado de evaluar ya que normalmente no da señales y su daño es inmediato, en cuyo caso la mejor manera de evaluar es por la propia experiencia de un costo real en un trabajo similar.

Los efectos más significativos sobre el costo los tendrán aquellos factores que afectan la vida útil de los componentes principales. Un segundo factor significativo es el hecho de haber realizado la reparación antes o después de una avería catastrófica.

La reparación de un componente hecho antes de un fallo de este tipo puede costar apenas la tercera parte de lo que costaría una reparación después del fallo, con solo un moderado sacrificio en vida útil (Figura 4.4.).



**Figura 4.4. Costos de reparación vs. Vida útil del componente<sup>23</sup>**

El análisis de aceite y otras herramientas de diagnóstico, los indicadores y las inspecciones de mantenimiento, y las anotaciones del operador son de vital importancia para determinar el punto óptimo de reparación y, por consiguiente, lograr costos de reparación menores.

#### 4.2.2.3. Costos de Mantenimiento Predictivo

Bajo las consideraciones del Capítulo 3, ítem 3.5.1., se plantea que los Costos de Mantenimiento Predictivo sean evaluados de acuerdo a la máquina que lo necesite.

### 4.3. EJEMPLO DE CÁLCULO

Un bulldozer D6N de Caterpillar trabaja con la hoja en arcilla, grava y rellenos en Pujilí. Se pide determinar el costo de operación y mantenimiento.

#### 4.3.1.1. Costos de Operación

##### 4.3.1.1.1. Consumo de combustible

Según la tabla 4.13. el consumo de combustible para un D6N es  $3.75 \frac{gal}{h}$ . La altura a la que se encuentra Pujilí es 2900 msnm. La pérdida de potencia del motor debido a la altura es:

<sup>23</sup> Manual de rendimiento Caterpillar; Edición 39; Pág. 20-39; EE.UU.; 2009

$$\frac{(2900 - 100) \text{ msnm}}{100 \text{ msnm}/1\%} = 28\%$$

El consumo de combustible de un D6N bajo las condiciones mencionadas será:

$$\text{Consumo de combustible} = \frac{3.75 \frac{\text{gal}}{\text{h}}}{\frac{(100-28)}{100}} = 5.21 \frac{\text{gal}}{\text{h}}$$

El costo horario por consumo de combustible es:

$$\text{Costo por Consumo de combustible} = 5.21 \frac{\text{gal}}{\text{h}} * 1.03 \frac{\text{usd}}{\text{gal}}$$

$$\text{Costo por Consumo de combustible} = 5.37 \frac{\text{usd}}{\text{hora}}$$

#### 4.3.1.1.2. Tren de rodaje

De acuerdo a la tabla 4.16.se tiene un factor básico:

$$\text{Factor Básico} = 5.3$$

La tabla 4.17.proporciona los factores de Impacto, Abrasión y factor "Z":

$$\text{Impacto} = 0.1$$

$$\text{Abrasión} = 0.1$$

$$\text{Factor "Z"} = 1.0$$

El costo horario del tren de rodaje será:

$$\text{Costo horario del tren de rodaje} = (0.1 + 0.1 + 1.0) * 5.3 \frac{\text{usd}}{\text{h}}$$

$$\text{Costo horario del tren de rodaje} = 6.36 \frac{\text{usd}}{\text{h}}$$

#### 4.3.1.1.3. Componentes de desgaste especial

Para las aplicaciones que el D6N ofrece en Pujilí, se considerará la cuchilla como único elemento de desgaste especial.

El precio de un juego de cuchillas en EE.UU. es de 125 usd y se estima una vida útil de 500 horas. Para fines de estimación, se puede determinar que en Ecuador ese mismo juego de cuchillas podría valer un 35% más que el valor indicado. (Este porcentaje se ha obtenido en función del precio de un juego de cuchillas en EEUU y el costo de las mismas en el Ecuador).

Finalmente el costo de componentes de desgaste especial será:

$$\text{Costo de componentes de desgaste especial} = \frac{125 \text{ usd} * 1.35}{500 \text{ h}}$$

$$\text{Costo de componentes de desgaste especial} = 0.34 \frac{\text{usd}}{\text{h}}$$

#### 4.3.1.1.4. Costo Total de Operación

Por lo tanto, los Costos de Operación será la suma de los costos de combustible, el tren de rodaje y los componentes de desgaste especial:

$$\text{Costos de Operación} = (5.37 + 6.36 + 0.34) \frac{\text{usd}}{\text{h}}$$

$$\text{Costos de Operación} = 12.07 \frac{\text{usd}}{\text{h}}$$

#### 4.3.1.2. Costos de Mantenimiento

Para la determinación de los costos de mantenimiento, se han introducido los precios que ha proporcionado el Jefe de Operación y Mantenimiento de la municipalidad.

Los precios de lubricantes se los puede generalizar para toda la maquinaria, los precios de los filtros variarán de acuerdo a la máquina.

Tabla 4.18. Costo de lubricantes<sup>24</sup>

Tipo de Lubricante	Precio (usd)	Cantidad		Costo por Cantidad	
Aceite de transmisión	900	159	litros	5,66	usd/litro
Aceite para motor	850	159	litros	5,35	usd/litro
Aceite hidráulico	850	159	litros	5,35	usd/litro
Grasa	800	168	kilogramos	4,76	usd/kilogramo

## 4.3.1.2.1. Costos de Mantenimiento Preventivo

- Mantenimiento a las 50 horas

Tabla 4.19. Costo del mantenimiento a las 50 horas

Engrasar	kg/h	Costo kg	TOTAL HORARIO
Pasador central de la barra compensadora	0,03	4,76	0,14
Pasadores de inclinación y orientación hidráulica			
Varillaje y cojinetes del cilindro del desgarrador			

- Mantenimiento a las 250 horas

Tabla 4.20. Costo del mantenimiento a las 250 horas

Engrasar	kg/h	Costo por kg	TOTAL HORARIO
Pasadores de la barra compensadora	0,03	4,76	0,14

- Mantenimiento a las 500 horas

Tabla 4.21. Costo del mantenimiento a las 500 horas

Cambiar, reemplazar	Cantidad		Precio por cantidad		Costo total	Costo horario
Filtro de carga de la dirección	1	unidad(es)	7,35	usd/unidad	7,35	0,0147
Filtro de aceite (hidráulico)	1	unidad(es)	10,15	usd/unidad	10,15	0,0203
Filtro de aceite (motor)	1	unidad(es)	7,35	usd/unidad	7,35	0,0147
Aceite del motor	15,5	litros	5,35	usd/litro	82,925	0,16585
Filtros del sistema de combustible	3	unidad(es)	5,32	usd/unidad	15,96	0,03192
					<b>TOTAL HORARIO</b>	<b>0,25</b>

<sup>24</sup> Fuente del Jefe de Mantenimiento y Operación

- Mantenimiento a las 1000 horas

**Tabla 4.22. Costo del mantenimiento a las 1000 horas**

<b>Cambiar, reemplazar</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio por cantidad</b>		<b>Costo total</b>	<b>Costo horario</b>
Filtro de aceite (transmisión)	1	unidad(es)	7,35	usd/unidad	7,35	0,00735
Aceite de la transmisión	170	litros	5,66	usd/litro	962,2	0,9622
					<b>TOTAL HORARIO</b>	<b>0,97</b>

- Mantenimiento a las 2000 horas

**Tabla 4.23. Costo del mantenimiento a las 2000 horas**

<b>Cambiar, reemplazar</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio por cantidad</b>		<b>Costo total</b>	<b>Costo horario</b>
Aceite de los mandos finales	17	litros	5,66	usd/litro	96,22	0,04811
Aceite del sistema hidráulico	29,5	litros	5,35	usd/litro	157,825	0,0789125
					<b>TOTAL HORARIO</b>	<b>0,13</b>

- Mantenimiento a las 4000 horas

**Tabla 4.24. Costo del mantenimiento a las 4000 horas**

<b>Cambiar, reemplazar</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio por cantidad</b>		<b>Costo total</b>	<b>TOTAL HORARIO</b>
Filtros de aire del motor	2	unidad(es)	38,59	usd/unidad	77,18	<b>0,02</b>

El costo total horario por Mantenimiento Preventivo será la suma de todos los totales horarios de las tablas 5.19. a la 5.24.

$$\text{Costo por Mantenimiento Preventivo} = (0,14 + 0,14 + 0,25 + 0,97 + 0,13 + 0,02) \frac{\text{usd}}{h}$$

$$\text{Costo por Mantenimiento Preventivo} = 1,65 \frac{\text{usd}}{h}$$

#### 4.3.1.2.2. *Costos de Mantenimiento Correctivo*<sup>25</sup>

Para el presente ejemplo se da un valor aproximado de  $6.12 \frac{usd}{h}$

#### 4.3.1.2.3. *Costos de Mantenimiento Predictivo*

Para el presente ejemplo no será tomado en cuenta este tipo de mantenimiento porque el Municipio no posee dato alguno.

---

<sup>25</sup>Manual de rendimiento Caterpillar; Edición 39; Pág. 20-41; EE.UU.; 2009

## **CAPÍTULO 5**

### **DESARROLLO DE UN PROGRAMA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO CAMINERO**

#### **5.1. PROPÓSITO Y ALCANCE**

El presente capítulo tiene como propósito instruir en el uso del programa desarrollado en Microsoft Access para facilitar la administración del mantenimiento de la maquinaria. El programa está específicamente desarrollado para facilitar las actividades permitiendo registrar información a manera de base de datos para obtener trazabilidad de aspectos importantes relacionados con la maquinaria.

#### **5.2. DEFINICIONES**

##### **5.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS**

Un diagrama de flujo de datos muestra en forma visual el flujo de datos entre los distintos procesos, entidades externas y almacenes que conforman un sistema. Se comprende por almacén al lugar físico donde se guardan los datos procesados o desde donde se recuperan para apoyar un proceso.

Para facilitar el manejo del software de administración de mantenimiento se presenta en la figura 5.1 el diagrama de flujo que describe el funcionamiento de la base de datos desarrollada.



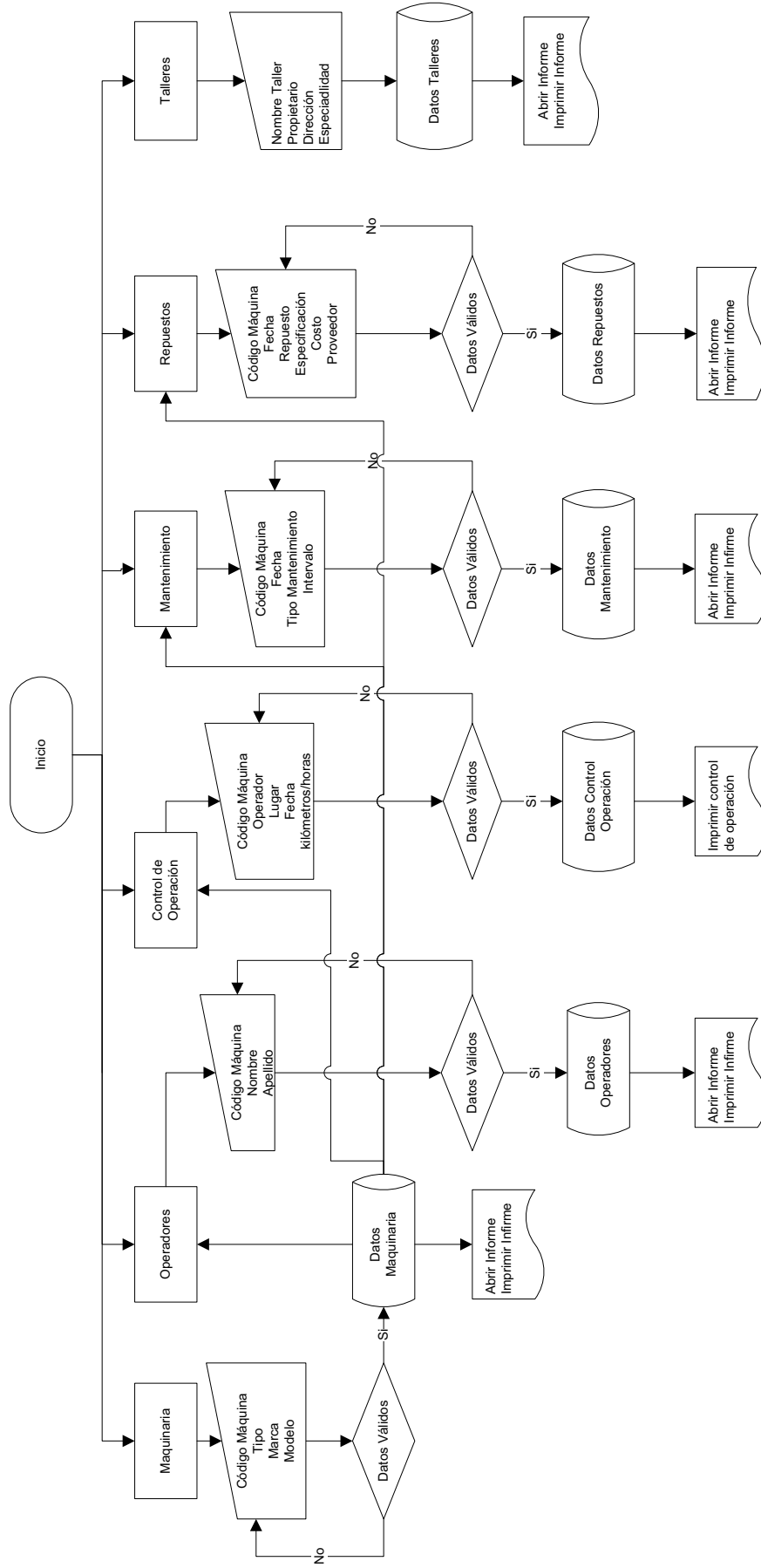


Figura 5.1. Diagrama de flujo para programa administración de mantenimiento

### **5.2.2. PARÁMETROS**

En cada uno de los formularios existen datos de vital importancia que no pueden ser obviados o descuidados al momento de introducirlos, caso contrario el programa podría presentar inconsistencias o problemas. Tal es el caso de los códigos principales. A este tipo de datos se les denomina parámetros.

### **5.2.3. FORMULARIOS**

Un formulario es un objeto de base de datos que se puede usar para escribir, modificar o mostrar los datos de una tabla. Los formularios se pueden usar también para controlar el acceso a los datos, por ejemplo como qué campos o filas de datos se han de mostrar.

Se puede considerar a los formularios como ventanas por las que los usuarios ven y alcanzan la base de datos.

Dentro de los formularios pueden existir subformularios. Un subformulario es un formulario que se inserta en otro. El formulario primario se denomina formulario principal, y el formulario dentro del formulario se denomina subformulario.

El programa consta de siete formularios. Un formulario de inicio, y seis de acción al hacer clic sobre cada uno de los botones.

#### **5.2.3.1. Formulario de Inicio**

Este formulario se despliega al ejecutar la aplicación mostrando la interfaz principal, desde él se puede observar y acceder a las demás secciones del programa. El formulario de inicio se muestra en la figura 5.2 .

**Administración de Mantenimiento de Maquinaria**  
**MUNICIPIO DEL CANTÓN PUJILÍ**

Pujilí, 22/02/2012

**Figura 5.2. Vista de Formulario de Inicio**

En la parte izquierda del formulario de inicio se observa un bloque de botones dispuestos según el orden de ingreso de información requerido. Como indica el apartado 5.2.1 existe información que debe ser ingresada previamente para que el programa funcione satisfactoriamente. Esto se debe a que todos los formularios dependen de información precedente que se halla enlazada y que despliega opciones requeridas.

Todos los formularios están relacionados con la lista de maquinaria y de operadores por tanto para trabajar con el programa se debe ingresar la información relacionada con la maquinaria en primer lugar y luego la de los operadores.

### **5.2.3.2. Formulario de Maquinaria**

Este formulario permite ingresar información relacionada con la maquinaria disponible. El código de la maquinaria debe ser ingresado según la codificación establecida en la sección 2.4.1 del capítulo dos, tomando en cuenta el tipo de máquina, y el número de máquina dentro del mismo tipo.

Para obtener un criterio de la codificación a ingresar se debe revisar la lista desplegable en la pestaña Selección por máquina. En la figura 5.3 se puede observar el formulario de maquinaria.

**Figura 5.3. Vista de Formulario de Maquinaria**

El campo especificaciones se halla enlazado con una hoja de cálculo de Microsoft Excel la cual contiene especificaciones correspondientes a cada máquina.

El botón abrir informe despliega un documento que contiene a manera de tabla la información correspondiente a cada todas las máquinas ingresadas, el botón Imprimir informe permite imprimir esta información.

Todos los cambios realizados sobre un formulario deben ser actualizados mediante el botón Actualizar por ejemplo después de eliminar o guardar un registro.

### **5.2.3.3. Formulario de Operadores**

Este formulario permite administrar y registrar información relacionada con los operadores de la maquinaria. El formulario de operadores se observa en la figura 5.3.

**Figura 5.4. Vista de Formulario de Operadores**

Para la opción Nuevo operador el campo Código Operador no debe ser ingresado pues el programa genera un código automáticamente. Los demás campos deben ser ingresados de forma común. En el campo Código Máquina debe seleccionarse la máquina que el operador maneja actualmente.

El formulario operadores contiene un subformulario denominado Maquinaria Relacionada en el cual se debe ingresar datos en el caso de que un operador sea trasladado de una máquina a otra.

#### 5.2.3.4. Formulario de Control de Operación

Este formulario permite controlar el tiempo de operación de la maquinaria basándose en la Hoja de Control de Operación del equipo, información primaria que está a cargo de los operadores quienes presentarán un informe semanal de horas de trabajo del equipo. La figura 5.4 muestra el formulario de Control de Operación.

**Figura 5.5. Vista de Formulario Control de Operación**

En la pestaña Código Máquina se debe seleccionar la máquina de la cual se va a registrar la operación.

En el campo Unidades para intervalo se debe escoger entre horas o kilómetros según el tipo de unidades utilizadas para controlar el tiempo de operación.

En el campo Número se debe registrar la cantidad de horas o kilómetros registrados semanalmente.

El botón Imprimir control de operación permite imprimir un informe a modo de tabla combinado de todos los registros ingresados.

#### **5.2.3.5. Formulario Mantenimiento**

Este formulario permite obtener y registrar información relacionada con el mantenimiento de los equipos. La figura 5.6 muestra el formulario Mantenimiento con los campos que lo componen.

**Mantenimiento**

Código Mantenimiento:    

Código Máquina:            

Intervalos de Mantenimiento:        

Historial de Mantenimiento

Código Máquina	Fecha	Tipo Mantenimiento	Intervalo
* BD-1			

Registro: 1 de 1    Sin filtro    Buscar

**Figura 5.6. Vista de Formulario de Mantenimiento**

Para la opción Nuevo registro el campo Código Mantenimiento no debe ser ingresado pues el programa genera un código automáticamente, los demás campos deben ser ingresados de forma común.

En el campo código máquina se debe seleccionar la máquina desde la pestaña desplegable.

Los intervalos de mantenimiento están enlazados desde una hoja de cálculo de Microsoft Excel en el campo intervalos de mantenimiento haciendo doble clic.

El subformulario Historial de Mantenimiento registra las actividades de mantenimiento realizadas.

Después de realizar acciones de guardado y eliminado de registros se debe actualizar la información del formulario mediante el botón Actualizar.

#### **5.2.3.6. Formulario Talleres**

Este formulario permite recuperar y registrar información relacionada con talleres particulares cuando las actividades de mantenimiento deben ser realizadas fuera de las instalaciones de la municipalidad, permitiendo obtener una trazabilidad que queda registrada en el Historial de mantenimiento. El formulario de Taller se observa en la figura 5.7.

**Figura 5.7. Vista de Formulario de Talleres**

Para la opción Nuevo Taller no se debe ingresar el campo Código Taller pues el programa genera este código automáticamente. Los demás campos deben ser ingresados comúnmente.

Después de guardar o eliminar un registro se debe actualizar la información del formulario mediante el botón Actualizar.

### 5.2.3.7. Formulario de Repuestos

El formulario Repuestos (Fig. 5.8) permite recuperar y registrar información relacionada con insumos y repuestos de la maquinaria permitiendo así determinar una trazabilidad sobre los mismos de aspectos importantes como especificaciones, disponibilidades, costos y proveedores lo que queda registrado en el historial de repuestos.

**Figura 5.8. Vista de Formulario de Repuestos**



#### **5.2.4. INFORMES**

Los informes sirven para presentar los datos de una tabla o consulta generalmente para imprimirlos. La diferencia básica con los formularios es que los datos que aparecen en el informe sólo se pueden visualizar o imprimir (no se pueden modificar). En los informes los datos se pueden agrupar. Todos los formularios contienen botones que permiten desplegar los informes y también imprimirlos.

#### **5.2.5. CONSULTAS**

Las consultas son objetos de una base de datos que permiten recuperar datos de una tabla, modificarlos e incluso almacenarlos en otra tabla.

### **5.3. RESPONSABLES**

Los encargados de administrar y llevar a cabo el mantenimiento del equipo caminero están son responsables de utilizar el presente programa. Esta bajo su responsabilidad registrar, modificar, eliminar, actualizar los datos la base. Por aspectos técnicos relacionados con los ordenadores como virus y desperfectos, los encargados del programa deben mantener respaldos físicos de los datos como discos compactos, memorias portátiles e impresiones.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. CONCLUSIONES

- El presente trabajo ha permitido evaluar las condiciones actuales de operación y mantenimiento de la maquinaria de la municipalidad permitiendo de ésta manera proponer un tipo de mantenimiento adecuado según la infraestructura, personal y necesidades existentes.
- Se ha elaborado un plan de mantenimiento para la maquinaria caminera del cantón Pujilí partiendo de sus necesidades y requerimientos particulares.
- El plan desarrollado vincula a todas las áreas de la municipalidad relacionadas con la maquinaria por medio de la coordinación y planificación propuesta.
- El presente trabajo sirve para orientar al Jefe de Mantenimiento y Operación en su labor de organizar y planificar de manera adecuada la disponibilidad de la maquinaria.
- Para facilitar la administración del mantenimiento, se pone a disposición un software que permite organizar los intervalos de mantenimiento de cada máquina además de almacenar información relacionada para tener un historial de operación, repuestos, mantenimiento de la maquinaria.
- Este proyecto instruye y guía al personal para disminuir los costos de operación y de mantenimiento, y lograr alargar la vida útil de la maquinaria elevando también se disponibilidad y fiabilidad.
- Este trabajo constituye la elaboración de un plan de mantenimiento para el municipio del cantón Pujilí, por tanto queda pendiente la ejecución del mismo por parte de las autoridades de la municipalidad.
- Los objetivos planteados para la realización del presente proyecto se han alcanzado en su mayoría.

## 6.2. RECOMENDACIONES

- El mantenimiento debe tomarse con responsabilidad y compromiso por parte de todos los involucrados para alcanzar los beneficios que su implementación ofrece.
- La información que se administre con el programa Administración de Mantenimiento debe ser respaldada por medios de almacenamiento físico como discos compactos, memorias portátiles e impresiones para garantizar su existencia en caso de problemas técnicos de los ordenadores como virus y fallos técnicos.
- Los documentos necesarios para la implementación del mantenimiento y su seguimiento deben guardarse en una base de datos y dependiendo de la necesidad, que estos sean impresos.
- Es urgente capacitar a todos los operadores para que el mantenimiento proactivo, correctivo y preventivo sea garantizado y de ésta manera ingresar al círculo de la mejora continua.
- Es indispensable para las labores de mantenimiento, una estructura como un galpón en donde se puedan realizar las actividades respectivas con seguridad, eficiencia, tecnicismo y limpieza además de contar con todas las herramientas requeridas.
- Se debe tener un lugar para los residuos de aceites, elementos metálicos (cadenas de los tractores, varillas, pistones), plásticos, etc., y no dejarlos a la intemperie.
- Las actividades de mantenimiento que se realicen en la maquinaria deben ser supervisadas siempre por el Jefe de Mantenimiento o la persona que esté a cargo, participando activamente en el desarrollo de dichas actividades.
- Dado que no todas las máquinas disponen de horómetros, se recomienda que éstos sean instalados para dar un mantenimiento preventivo acertado.
- La maquinaria que posee la municipalidad debe ser sometida a un mantenimiento general urgente puesto que el único mantenimiento que se le ha dado es el correctivo.

- No se deben entregar los manuales de operación y mantenimiento al operador, en su lugar se debe capacitar y adiestra al operador con la información que recomienda el fabricante.
- Crear una biblioteca técnica en el interior de las instalaciones que incluya toda la información disponible sobre la maquinaria.
- Tener y administrar una bodega independiente para la maquinaria.
- Mantener los documentos como manuales de operación y mantenimiento, órdenes de trabajo, procedimientos, especificaciones, intervalos de mantenimiento, organizados en un solo lugar para un rápido acceso e identificación.
- Tener en cuenta que los costos utilizados en el capítulo cinco son únicamente un estimativo y que la precisión de éstos son únicamente función del criterio con que se han seleccionado los parámetros que lo afectan.
- Toda trabajo realizado sobre la maquinaria debe registrarse mediante los distintos documentos (órdenes de trabajo, procedimientos, etc.), entregados en la sección de anexos, con la respectiva firma de responsabilidad para garantizar un trabajo óptimo.
- Debe ser de prioridad que la municipalidad agilite las acciones necesarias para devolver las condiciones de operación a la cargador frontal 621D y que los encargados brinden condiciones apropiadas de almacenamiento y mantenimiento adecuado para condiciones de para prolongada.

## **ANEXOS**

**ANEXO A**

**HOJAS DE ESPECIFICACIÓN Y HOJAS DE EVALUACIÓN**

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

<b>MÁQUINA:</b>	Bulldozer	
<b>FABRICANTE:</b>	Caterpillar	<b>Esp-BD-1 Pág. 1/1</b>
<b>MODELO/AÑO:</b>	D6N/2011	
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	BD-2	<b>Fecha: 17-11-2011</b>

### ESPECIFICACIONES:

Motor	
Modelo	Cat 3126B
Potencia neta	145 hp (108 kW)
Par máximo neto	850 lb*ft
Cilindrada	7,2 l
# Cilindros	6
Posee turbocompresión y posenfriamiento	
Sistema de inyección	Directa

Velocidades de desplazamiento	
3 hacia adelante	Velocidad máx 9,7 km/h
3 hacia atrás	Velocidad máx 12,2 km/h

Capacidades de llenado (litros)	
Tanque de combustible	299
Sistema de enfriamiento	48
Sistema hidráulico con tanque hidráulico	65
Cárter del motor y filtro	15,5
Sistema de aceite del tren de fuerza	170
Caja de resorte tensor (cada uno)	29,5
Mandos finales (cada uno)	8,5

Desgarrador (Ripper)	
Penetración máxima	4733 mm

Sistema Hidráulico	
Tipo de bomba	De desplazamiento variable
Tipo de circuito	Compensación por presión y caudal
Caudal máximo	190 lt/min
Presión máxima	3100psi

Importancia	
Esencial	

**Elaborado por:** CHÁVEZ-VILLARROEL

Transmisión	
Hidrodinámica	
Convertidor de par	
Servotransmisión	

Hoja o cuchilla	
Ancho	3274 mm
Alto	1195 mm
Capacidad de la hoja	3,18 m <sup>3</sup>

Sistema Eléctrico	
Baterías	2 x 12 voltios
Tensión	24 voltios
Alternador	70 A

Tren de Rodaje	
#Zapatas por lado	40
Ancho de las zapatas	610 mm
Distancia lado a lado	2492 mm
Entrevía	1890 mm
Área de contacto	3,11 m <sup>2</sup>
Rodillos por lado	7
Presión sobre el suelo	48,9 kPa

Estado	
Excelente	

**Fuente:** Hoja Especificación





COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL		
Aceite de motor	<b>Si</b> Nivel de fluido	<b>v</b>
Aceite de la transmisión	<b>Si</b> Nivel de fluido	<b>v</b>
Refrigerante del motor	<b>Si</b> Nivel de fluido	<b>v</b>
Filtro de aire	<b>Si</b> Indicador de restricción	<b>v</b>
Radiador	<b>Si</b> Obstrucción de aletas, fugas	<b>v</b>
Todas las mangueras	<b>Si</b> Fisuras, marcas de desgaste, fugas	<b>v</b>
Todas las correas	<b>Si</b> Tensión, desgaste, fisuras	<b>v</b>
Compartimiento del motor en general	<b>Si</b> Acumulación de residuos, tierra; fugas	<b>v</b>

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA		
Tanque de combustible	<b>Si</b> Nivel de combustible, daños, fugas	<b>v</b>
Tanque de aceite hidráulico	<b>Si</b> Nivel de fluido, daños, fugas	<b>v</b>
Extintor de incendios	<b>Si</b> carga, daños	<b>v</b>
Limpia/Lavaparabirrasas	<b>Si</b> Desgaste, daños, nivel de fluido	<b>v</b>
Eje de pivote	<b>Si</b> Nivel de aceite	<b>v</b>
Baterías y sujetadores	<b>Si</b> Limpieza, pernos y tuercas flojos	<b>v</b>

DENTRO DE LA CABINA		
ROPS	<b>Si</b> Daños	<b>v</b>
Asiento	<b>Si</b> Ajuste, desplazamiento de los frenos	<b>v</b>
Cinturón de seguridad y montaje	<b>Si</b> Daños, desgaste, ajuste	<b>v</b>
Bocina, alarma de retroceso, luces	<b>Si</b> Funcionamiento correcto	<b>v</b>
Interior de la cabina en general	<b>Si</b> Limpieza	<b>v</b>

Elaborado por : CHÁVEZ-VILLARROEL

Fuente: Propia

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

**MÁQUINA:** Bulldozer  
**FABRICANTE:** New Holland **Esp-BD-3 Pág. 1/1**  
**MODELO/AÑO:** D170/2010  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** BD-3 **Fecha: 17-11-2011**

### ESPECIFICACIONES:

Motor	
Modelo	Cummins 6CT8.3
Potencia neta	170 hp (127 kW)
Par máximo neto	691 Nm a 1500 rpm
Cilindrada	8270 cm <sup>3</sup>
# Cilindros	6
Sistema de inyección	Directa

Transmisión	
Hidrodinámica	
Convertidor de par	
Relación de calaje 2,7	
Servotransmisión integral	
Embrague húmedo sincronizado a la transmisión	
Servotransmisión de tipo mixto	

Velocidades de desplazamiento	
6 hacia adelante	Velocidad máx 7 km/h
6 hacia atrás	Velocidad máx 8,45 km/h

Sistema Eléctrico	
Baterías	2 x 12 Voltios
Tensión	24 Voltios
Alternador	50 A

Capacidades de llenado (litros)	
Tanque de combustible	350
Sistema de enfriamiento	58
Cárter del motor	19
Transmisión	60,5
Embragues de dirección y frenos	28
Sistema hidráulico con lamina y ripper	73,5
Caja trasera de reducción	26,5
Mandos finales (cada lado)	15,5

Mandos Finales	
Doble reducción	
Relación de reducción 12,3:1	

Tren de Rodaje	
#Zapatillas por lado	39
Ancho de las zapatas	500 mm
Altura de la garra	55 mm

Sistema Hidráulico	
Circuito hidráulico de cudad variable tipo "load sensing" de centro cerrado.	
Bomba hidráulica de engranajes accionada directamente por el motor.	
Caudal máximo	185 l/min a 2000 rpm
Presión	160 kgf/cm <sup>2</sup>

Importancia	
Escencial	

Estado	
Excelente	

**Elaborado por:** CHÁVEZ-VILLARROEL

**Fuente:** Hoja Especificación

## HOJA DE INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA

### BULLDOZER

**FABRICANTE:** New Holland **HORAS DE LA MÁQUINA:** 17/11/2011  
**MODELO/AÑO:** D170/2010 **FECHA DE INSPECCIÓN:** Insp-BD-3 Pág. 1/2  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** BD-3 v: No presenta Problemas      x: Presenta Problemas

<b>DESDE EL SUELO</b>		
<i>Lugar inspeccionado</i>	<i>Posibles defectos</i>	<i>Notas</i>
Cuchilla de la hoja, vertedera	<b>Si</b> Desgaste en exceso o daños	<b>v</b>
Cilindros de inclinación de la hoja	<b>Si</b> Desgaste en exceso, daños, fugas	<b>x</b>
Brazo de empuje, muñón	<b>Si</b> Daños, pernos flojos, espacio libre	<b>x</b>
Debajo de la máquina	<b>Si</b> Fugas y daños en los mandos finales	<b>x</b>
Tren de rodaje en general	<b>Si</b> Compactación/acumulación de escombros	<b>v</b>
Ruedas locas y rodillos	<b>Si</b> Fugas, daños, desgaste	<b>v</b>
Ruedas motrices	<b>Si</b> Desgaste, daños, pernos flojos	<b>v</b>
Conjunto cadena	<b>Si</b> Tensión	<b>v</b>
Desgarrador	<b>Si</b> Daños en el cilindro, desgaste, fugas	<b>x</b>
Vástago de desgarrador/ herramientas de ataque	<b>Si</b> Desgaste o daños	<b>v</b>
Peldaños y agarraderas	<b>Si</b> Condición y limpieza	<b>x</b>
Máquina en general	Tuercas y pernos faltantes o flojos, protectores flojos, limpieza	<b>v</b>

Peldaño derecho flojo.

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL		
Aceite de motor	<b>Si</b> Nivel de fluido	V
Aceite de la transmisión	<b>Si</b> Nivel de fluido	V
Refrigerante del motor	<b>Si</b> Nivel de fluido	V
Filtro de aire	<b>Si</b> Indicador de restricción	V
Radiador	<b>Si</b> Obstrucción de aletas, fugas	V
Todas las mangueras	<b>Si</b> Fisuras, marcas de desgaste, fugas	V
Todas las correas	<b>Si</b> Tensión, desgaste, fisuras	V
Compartimiento del motor en general	<b>Si</b> Acumulación de residuos, tierra; fugas	V

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA		
Tanque de combustible	<b>Si</b> Nivel de combustible, daños, fugas	V
Tanque de aceite hidráulico	<b>Si</b> Nivel de fluido, daños, fugas	V
Extintor de incendios	<b>Si</b> carga, daños	X
Limpia/Lavaparabirrasas	<b>No</b> Desgaste, daños, nivel de fluido	X No tiene
Eje de pivote	<b>No</b> Nivel de aceite	X No tiene
Baterías y sujetadores	<b>Si</b> Limpieza, pernos y tuercas flojos	V

DENTRO DE LA CABINA		
ROPS	<b>Si</b> Daños	V
Asiento	<b>Si</b> Ajuste, desplazamiento de los frenos	V
Cinturón de seguridad y montaje	<b>Si</b> Daños, desgaste, ajuste	V
Bocina, alarma de retroceso, luces	<b>Si</b> Funcionamiento correcto	X No funciona pito.
Interior de la cabina en general	<b>Si</b> Limpieza	V Suciedad

Elaborado por : CHÁVEZ-VILLARROEL

Fuente: Propia

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

**MÁQUINA:** Cargadora Frontal  
**FABRICANTE:** Clark **Esp-CF-2 Pág. 1/1**  
**MODELO/AÑO:** 45B Michigan/1980  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** CF-2 **Fecha: 17-11-2011**

### ESPECIFICACIONES:

Motor	
Modelo	Nissan 175
Potencia neta	116 hp a 2000
Par máximo neto	378 Nm a 1400 rpm
Cilindrada	5.8 litros
# Cilindros	6
Sistema de inyección	Directa-Turbocargado

Velocidades de desplazamiento	
3 hacia adelante	Velocidad máx 28,8 km/h
3 hacia atrás	

Capacidades de llenado (litros)	
Tanque de combustible	151
Sistema de enfriamiento	36
Cárter	13
Transmisión	18,9
Dirferenciales delantero y posterior	11 c/u
Maza delantera y posterior	4,5 c/u
Reservorio hidráulico	120

Transmisión	
Hidrodinámica	
Convertidor de par	
Servotransmisión	

Sistema Eléctrico	
Batería	1 x 12 Voltios
Tensión	12 Voltios
Alternador	70 Amperios

Neumáticos	
Standard 17,5 -25 Radial	

Dirección	
Ángulo de viraje máximo	(±)35

Capacidad del cucharón	
Volúmen	1.5 m <sup>3</sup>
Peso máximo	5649kg

Sistema Hidráulico	
Circuito hidráulico cerrado y presurizado con capacidad de 162 litros.	
Bomba hidráulica de engranajes	
Caudal máximo	128 l/min a 2500 rpm
Presión	172 bar
Dos cilindros para los brazos, con posiciones: levantar, bajar, mantener y flotar.	
Dos cilindros para el cucharón, con posiciones: cargar, mantener y volcar.	

Importancia	
Vital	

**Elaborado por** CHÁVEZ-VILLARROEL

Estado	
Regular	

**Fuente** Hoja Especificación



COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL			
Aceite del motor	<i>Si</i>	Nivel de fluido	V <b>Reparado</b>
Refrigerante del motor	<i>Si</i>	Nivel de fluido	V
Radiador	<i>Si</i>	Obstrucción de aletas, fugas	V <b>Reparado</b>
Todas las mangueras	<i>Si</i>	Fisuras, marcas de desgaste, fugas	V
Filtros de combustible/separador de agua	<i>Si</i>	Fugas/agua de drenaje (si tiene)	V
Todas las correas	<i>Si</i>	Tensión, desgaste, fisuras	X <b>Se arrancan continuamente</b>
Filtro de aire	<i>Si</i>	Indicador de obstrucción	V
Compartimiento del motor	<i>Si</i>	Acumulación de residuos o tierra, fugas	V

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA			
Agarraderas	<i>Si</i>	Condición y limpieza	V
ROPS	<i>Si</i>	Daños, pernos de montaje flojos	V
Extintor/sistema contra incendios	<i>Si</i>	Carga, daños	X
Parabrisas, ventanas	<i>Si</i>	Vidrios rotos, limpieza	V
Limpia/Lavaparabrisas	<i>Si</i>	Desgaste, daños/nivel de fluido	X <b>No tiene</b>
Puertas	<i>Si</i>	Abren apropiadamente, vidrios rotos	X <b>Puerta no se abre</b>
DENTRO DE LA CABINA			
Asiento	<i>Si</i>	Ajuste de altura, peso, se pueden alcanzar los pedales	V
Cinturón de seguridad y montaje	<i>Si</i>	Daño, desgaste, ajuste, antigüedad	X <b>No tiene</b>
Bocina, alarma de retroceso, luces	<i>Si</i>	Funcionamiento correcto	X
Espejos	<i>Si</i>	Daños, ajustar para mejor visibilidad	X
Filtro de aire de la cabina	<i>Si</i>	Tierra, polvo	X
Medidores, indicadores, interruptores, controles	<i>Si</i>	Daños, funcionamiento	V
Interior de la cabina	<i>Si</i>	Limpieza	X <b>Suciedad</b>

Elaborado por : CHÁVEZ-VILLARROEL

Fuente: Propia

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

<b>MÁQUINA:</b>	Motoniveladora	
<b>FABRICANTE:</b>	Caterpillar	
<b>MODELO/AÑO:</b>	120M/2011	<b>Esp-MT-2 Pág. 1/1</b>
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	MT-2	<b>Fecha: 17-11-2011</b>

### ESPECIFICACIONES:

Motor	
Modelo	Cat C6,6 Acert VHP
Potencia neta	103kW (140 hp)
Par máximo neto	859 Nm
Cilindrada	6,6 litros
# Cilindros	6
Sistema de inyección	Directa

Transmisión	
Hidrodinámica	
Servotransmisión por contraeje	
Eje trasero modular	

Sistema Eléctrico	
Baterías	2 x 880CCA
Tensión	24 Voltios
Alternador	80 Amperios

Velocidades de desplazamiento	
8 hacia adelante	Velocidad máx 45,7 km/h
6 hacia atrás	Velocidad máx 36,1 km/h

Capacidades de llenado (litros)	
Tanque de combustible	378
Sistema de enfriamiento	33
Cárter del motor	14
Caja de transmisión y diferencial	62,5
Caja del tandem (por lado)	59
Caja de cojinetes (puntas de eje)	0,5
Circuito hidráulico	64

Neumáticos	
13.00-24 8PR (G-2)	

Dirección	
Radio de giro	7,34 m
Dirección iz./der.	47,5°
Articulación iz./der.	20°
Distancia de los ejes al piso	572mm
Oscilación total	(±)16
Inclinación de las llantas	(±)18°

Vertedera	
Ancho de la hoja	3700 mm
Alto de la hoja	610 mm
Profundidad de corte	720 mm
Inclinación máx. hoja	90°

Sistema Hidráulico	
Circuito hidráulico de centro cerrado con sensor de carga.	
Bomba hidráulica de caudal variable y pistones.	
Caudal máximo	151 l/min
Presión máxima	241 bar a 2150 rpm

Importancia
Vital

Estado
Excelente

**Elaborado por:** CHÁVEZ-VILLARROEL

**Fuente:** Hoja Especificación





**Insp-MT-2 Pág.2/2**

<b>COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL</b>		
Aceite del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido	V
Refrigerante del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido	V
Filtro de combustible	<i>Si</i> Acumulación de tierra	V
Filtro de aire	<i>Si</i> Indicador de obstrucción	V
Radiador	<i>Si</i> Obstrucción de aletas, fugas	V
Todas las mangueras	<i>Si</i> Fisuras, marcas de desgaste, fugas	V
Todas las correas	<i>Si</i> Tensión, desgaste, fisuras	V
Compartimiento del motor en general	<i>Si</i> Acumulación de residuos o tierra, fugas	V
<b>EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA</b>		
Luces	<i>Si</i> Daños, limpieza	V
Espejos, ventanas	<i>Si</i> Daños, limpieza	V
Limpia/Lavaparabrisas	<i>Si</i> Desgaste, daños, nivel de fluido	V
<b>DENTRO DE LA CABINA</b>		
ROPS	<i>Si</i> Daños	V
Asiento	<i>Si</i> Ajuste, desplazamiento del pedal	V
Cinturón de seguridad y montaje	<i>Si</i> Daños, desgaste, ajuste	V
Extintor de incendios	<i>Si</i> Carga, daños	V
Bocina, alarma de retroceso	<i>Si</i> Funcionamiento correcto	V
Controles, relojes medidores	<i>Si</i> Daños, limpieza, listos para funcionar	V
Interior de la cabina en general	<i>Si</i> Limpieza	V

**Elaborado por :** CHÁVEZ-VILLARROEL

**Fuente:** Propia

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

**MÁQUINA:** Motoniveladora  
**FABRICANTE:** Champion  
**MODELO/AÑO:** 720/1983 **Esp-MT-3 Pág. 1/1**  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** MT-3 **Fecha: 17-11-2011**

### ESPECIFICACIONES:

Motor	
Modelo	Detroit 4-71
Potencia neta	160hp a 2100 rpm
Relación compresión	18.7:1
Cilindrada	4.58lt
# Cilindros	4
Torque	413 lb.ft a 1400 rpm

Transmisión	
Mecánica	
Servotransmisión	

Velocidades de desplazamiento	
8 hacia adelante	Velocidad máx 45,7 km/h
4 hacia atrás	Velocidad máx 32,7 km/h

Sistema Eléctrico	
Baterías	2 x 12 Voltios
Tensión	24 Voltios
Alternador	75 Amperios

Capacidades de llenado (litros)	
Tanque de combustible	387,5
Sistema de enfriamiento	47
Cárter del motor	22,3
Transmisión	38
Caja del tándem (por lado)	100
Diferencial y mandos finales	23
Circuito hidráulico	90

Dirección	
Radio de giro	7,8 m
Dirección iz./der.	36°
Articulación iz./der.	No dispone
Distancia de los ejes al piso	609mm
Oscilación total	(±)16°
Inclinación de las llantas	(±)18°

Neumáticos	
14.00-24 12PR (G-2)	

Vertedera	
Ancho de la hoja	3657,6 mm
Alto de la hoja	635 mm
Profundidad de corte	444,5 mm
Inclinación máx. hoja	-

Sistema Hidráulico	
Circuito hidráulico de centro cerrado con sistema de sensor de carga.	
Bomba hidráulica de pistones.	
Caudal máximo	191 l/min
Presión	17236,9 kPa (2500 psi)

Importancia	
Normal	

Estado	
Pésimo	

**Elaborado por:** CHÁVEZ-VILLARROEL

**Fuente:** Investigación

## HOJA DE INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA MOTONIVELADORA

FABRICANTE: Champion

HORAS DE LA MÁQUINA: 17/11/2011

MODELO/AÑO: 720/1983

FECHA DE INSPECCIÓN: 17/11/2011

CÓDIGO DE LA MÁQUINA: MT-3

Insp-MT-3 Pág.1/2

v: No presenta Problemas x: Presenta Problemas

Lugar inspeccionado		DESDE EL SUELO		Notas
Si	Posibles defectos	v		
Si	Condición y limpieza	v		
Si	Inflado, daños, tapas de vástago	x	Neumáticos delanteros malos.	
Si	Residuos, acumulación de tierra, fugas	x	Desgaste excesivo de cadenas y catalinas. Fuga de aceite, fuga de liquido de frenos.	
No	Acumulación de residuos o tierra		No tiene	
No	Agua de drenaje y sedimentos		No tiene	
Si	Fugas	x	Para reparación, no opera bién.	
Si	Fugas en el diferencial y el tándem	x	Fugas, suciedad.	
Si	Nivel de fluido, daños, fugas	x	Cedimentos, filtro hidráulico explosiona.	
Si	Daños, asegurados	x	Tapas protectoras del motor retiradas.	
Si	Limpieza, daños, pernos flojos.	v		
Si	Nivel de combustible, daños, fugas; Agua d	x	Cedimentos.	
Si	Daños, fugas	x	Mal estado, cilindros defectuosos, cañerías fisuradas.	
Si	Fugas	x	Juego excesivo.	
Si	Fugas, desgaste.	x	Fuga cilindro inclinación delantero derecho.	
Si	Daños, pernos flojos o faltantes	x	Desgaste, corrosión.	
Si	Desgaste en exceso o daños	v		
Si	Tuercas y pernos faltantes o flojos, protectores flojos, limpieza	x	Golpes, desgaste, pintura deteriorada.	

Insp-MT-3 Pág.2/2

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL		
Aceite del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido, estado.	x <i>Consumo excesivo 1/2 galon al día, baja potencia, calentamiento. Debe ser reparado.</i>
Refrigerante del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido	x <i>Fugas, consumo 1/4 galon al día. Cedimentos</i>
Filtro de combustible	<i>Si</i> Acumulación de tierra	x <i>Fuera de especificación.</i>
Filtro de aire	<i>Si</i> Indicador de obstrucción	x <i>Se reutiliza el filtro.</i>
Radiador	<i>Si</i> Obstrucción de aletas, fugas	x <i>Fugas.</i>
Todas las mangueras	<i>Si</i> Fisuras, marcas de desgaste, fugas	x <i>Mal estado.</i>
Todas las correas	<i>Si</i> Tensión, desgaste, fisuras	x <i>Se arrancan continuamente</i>
Compartimiento del motor en general	<i>Si</i> Acumulación de residuos o tierra, fugas	x <i>Suciedad fugas.</i>

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA		
Luces	<i>No</i> Daños, limpieza	<i>No tiene</i>
Espejos, ventanas	<i>No</i> Daños, limpieza	<i>No tiene</i>
Limpia/Lavaparabrisas	<i>No</i> Desgaste, daños, nivel de fluido	<i>No tiene</i>

DENTRO DE LA CABINA		
ROPS	<i>Si</i> Daños	x <i>Fisuras, desgaste.mandos no funcionan bién.</i>
Asiento	<i>Si</i> Ajuste, desplazamiento del pedal	x <i>Mal estado</i>
Cinturón de seguridad y montaje	<i>Si</i> Daños, desgaste, ajuste	x
Extintor de incendios	<i>Si</i> Carga, daños	x
Bocina, alarma de retroceso	<i>Si</i> Funcionamiento correcto	x
Controles, relojes medidores	<i>Si</i> Daños, limpieza, listos para funcionar	x <i>No funcionan</i>
Interior de la cabina en general	<i>Si</i> Limpieza	x <i>Sucio</i>

Elaborado por : CHÁVEZ-VILLARROEL

Fuente: Propia

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

<b>MÁQUINA:</b>	Rodillo	
<b>FABRICANTE:</b>	Bomag	<b>Esp-RD-2 Pág. 1/1</b>
<b>MODELO/AÑO:</b>	BW210/1980	
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	RD-2	<b>Fecha: 17-11-2011</b>

### ESPECIFICACIONES:

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #002060; color: white;"><th colspan="2">Motor</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Modelo</td><td>Detroit 453</td></tr> <tr><td>Potencia neta</td><td>140hp a 2800 rpm</td></tr> <tr><td>Rel. de comp.</td><td>21 a 1</td></tr> <tr><td>Cilindrada</td><td>3,48 lt</td></tr> <tr><td>Torque</td><td>282 lbf.ft a 1800 rpm</td></tr> <tr><td># Cilindros</td><td>4</td></tr> <tr style="background-color: #002060; color: white;"><th colspan="2">Velocidades de desplazamiento</th></tr> <tr><td colspan="2">2 hacia adelante Velocidad máx 10 km/h</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #002060; color: white;"><th colspan="2">Capacidades de llenado (litros)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tanque de combustible</td><td>250</td></tr> <tr><td>Circuito hidráulico</td><td>60</td></tr> <tr><td>Líquido refrigerante</td><td>16</td></tr> <tr><td>Motor</td><td>10</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #002060; color: white;"><th colspan="2">Vibración</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Amplitud</td><td>1,8-1,9 mm</td></tr> <tr><td>Frecuencia</td><td>30-36 Hz</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #002060; color: white;"><th colspan="2">Peso de funcionamiento máximo</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Carga sobre el eje del rodillo</td><td>5750 kg</td></tr> <tr><td>Carga sobre el eje trasero</td><td>3750 kg</td></tr> </tbody> </table>	Motor		Modelo	Detroit 453	Potencia neta	140hp a 2800 rpm	Rel. de comp.	21 a 1	Cilindrada	3,48 lt	Torque	282 lbf.ft a 1800 rpm	# Cilindros	4	Velocidades de desplazamiento		2 hacia adelante Velocidad máx 10 km/h		Capacidades de llenado (litros)		Tanque de combustible	250	Circuito hidráulico	60	Líquido refrigerante	16	Motor	10	Vibración		Amplitud	1,8-1,9 mm	Frecuencia	30-36 Hz	Peso de funcionamiento máximo		Carga sobre el eje del rodillo	5750 kg	Carga sobre el eje trasero	3750 kg	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #002060; color: white;"><th colspan="2">Transmisión</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="2">Hidrostática</td></tr> <tr><td colspan="2">Bomba hidráulica de impulsión</td></tr> <tr><td colspan="2">Motor hidráulico de impulsión</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #002060; color: white;"><th colspan="2">Sistema Eléctrico</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Baterías</td><td>1 x 12 voltios</td></tr> <tr><td>Alternador</td><td>42 Amperios</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #002060; color: white;"><th colspan="2">Dirección</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Ángulo de dirección</td><td>(±)36°</td></tr> <tr><td>Ángulo de oscilación</td><td>(±)10°</td></tr> <tr><td>Radio interior de giro</td><td>3100 mm</td></tr> <tr><td>Radio exterior de giro</td><td>5370 mm</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #002060; color: white;"><th colspan="2">Rodillo y eje</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Ancho de apisonado</td><td>2130 mm</td></tr> <tr><td>Diámetro del rodillo</td><td>2100 mm</td></tr> <tr><td>Espesor de la plancha</td><td>25 mm</td></tr> <tr><td>Ancho total</td><td>2250 mm</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #002060; color: white;"><th colspan="2">Neumáticos</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="2">23,1 x 26" presión de inflado 1,4 bar</td></tr> </tbody> </table>	Transmisión		Hidrostática		Bomba hidráulica de impulsión		Motor hidráulico de impulsión		Sistema Eléctrico		Baterías	1 x 12 voltios	Alternador	42 Amperios	Dirección		Ángulo de dirección	(±)36°	Ángulo de oscilación	(±)10°	Radio interior de giro	3100 mm	Radio exterior de giro	5370 mm	Rodillo y eje		Ancho de apisonado	2130 mm	Diámetro del rodillo	2100 mm	Espesor de la plancha	25 mm	Ancho total	2250 mm	Neumáticos		23,1 x 26" presión de inflado 1,4 bar	
Motor																																																																															
Modelo	Detroit 453																																																																														
Potencia neta	140hp a 2800 rpm																																																																														
Rel. de comp.	21 a 1																																																																														
Cilindrada	3,48 lt																																																																														
Torque	282 lbf.ft a 1800 rpm																																																																														
# Cilindros	4																																																																														
Velocidades de desplazamiento																																																																															
2 hacia adelante Velocidad máx 10 km/h																																																																															
Capacidades de llenado (litros)																																																																															
Tanque de combustible	250																																																																														
Circuito hidráulico	60																																																																														
Líquido refrigerante	16																																																																														
Motor	10																																																																														
Vibración																																																																															
Amplitud	1,8-1,9 mm																																																																														
Frecuencia	30-36 Hz																																																																														
Peso de funcionamiento máximo																																																																															
Carga sobre el eje del rodillo	5750 kg																																																																														
Carga sobre el eje trasero	3750 kg																																																																														
Transmisión																																																																															
Hidrostática																																																																															
Bomba hidráulica de impulsión																																																																															
Motor hidráulico de impulsión																																																																															
Sistema Eléctrico																																																																															
Baterías	1 x 12 voltios																																																																														
Alternador	42 Amperios																																																																														
Dirección																																																																															
Ángulo de dirección	(±)36°																																																																														
Ángulo de oscilación	(±)10°																																																																														
Radio interior de giro	3100 mm																																																																														
Radio exterior de giro	5370 mm																																																																														
Rodillo y eje																																																																															
Ancho de apisonado	2130 mm																																																																														
Diámetro del rodillo	2100 mm																																																																														
Espesor de la plancha	25 mm																																																																														
Ancho total	2250 mm																																																																														
Neumáticos																																																																															
23,1 x 26" presión de inflado 1,4 bar																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #002060; color: white;"><th colspan="2">Sistema Hidráulico</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="2">Tipo de bombas: Impulsión-axial de placa oscilante; Vibración-axial de placa oscilante; Dirección-Engranajes</td></tr> <tr><td colspan="2">Tipo de motores: Impulsión eje trasero-axial de placa oscilante; Impulsión tambor-pistones radiales; Vibración-Axial de placa oscilante</td></tr> </tbody> </table>		Sistema Hidráulico		Tipo de bombas: Impulsión-axial de placa oscilante; Vibración-axial de placa oscilante; Dirección-Engranajes		Tipo de motores: Impulsión eje trasero-axial de placa oscilante; Impulsión tambor-pistones radiales; Vibración-Axial de placa oscilante																																																																									
Sistema Hidráulico																																																																															
Tipo de bombas: Impulsión-axial de placa oscilante; Vibración-axial de placa oscilante; Dirección-Engranajes																																																																															
Tipo de motores: Impulsión eje trasero-axial de placa oscilante; Impulsión tambor-pistones radiales; Vibración-Axial de placa oscilante																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #002060; color: white;"><th colspan="2">Importancia</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="2">Normal</td></tr> </tbody> </table>	Importancia		Normal		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #002060; color: white;"><th colspan="2">Estado</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="2">Regular</td></tr> </tbody> </table>	Estado		Regular																																																																							
Importancia																																																																															
Normal																																																																															
Estado																																																																															
Regular																																																																															

**Elaborado por:** CHÁVEZ-VILLARROEL

**Fuente:** Investigación



Insp-RD-2 Pág.2/2

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL			
Aceite del motor	<i>Sí</i>	Nivel de fluido	x
Refrigerante del motor	<i>Sí</i>	Nivel de fluido	x
Radiador/condensador del aire acondicionado/enfriador de aceite	<i>Sí</i>	Obstrucción de aletas, fugas	x
Todas las mangueras	<i>Sí</i>	Fisuras, marcas de desgaste, fugas	x
Filtros de combustible/separador de agua	<i>Sí</i>	Fugas/agua de drenaje	v
Todas las correas	<i>Sí</i>	Tensión, desgaste, fisuras	v
Filtro de aire	<i>Sí</i>	Indicador de servicio	x
Compartimiento del motor en general	<i>Sí</i>	Acumulación de residuos o tierra, fugas	x
		Consumo 1/2 galón semanal, no tiene bayoneta.	
		Utiliza agua	
		Aletas dañadas.	
		Fuga manguera retorno y salida del hidráulico	
		No se cambia	
		Suciedad	

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA			
Agarraderas	<i>Sí</i>	Condición y limpieza	v
ROPS	<i>Sí</i>	Daños, pernos de montaje flojos	v
Extintor de incendios	<i>Sí</i>	Carga, daños	x
Parabrisas, ventanas	<i>Sí</i>	Vidrios rotos, limpieza	x
Limpia/Lavaparabrisas	<i>Sí</i>	Desgaste, daños/nivel de fluido	x
Puertas	<i>Sí</i>	Abren apropiadamente, vidrios rotos	x
DENTRO DE LA CABINA			
Asiento	<i>Sí</i>	Ajuste de altura, peso, se pueden alcanzar los pedales	x
Cinturón de seguridad y montaje	<i>Sí</i>	Daño, desgaste, ajuste, antigüedad	x
Bocina, alarma de retroceso, luces	<i>Sí</i>	Funcionamiento correcto	x
Espejos	<i>Sí</i>	Daños, ajustar para mejor visibilidad	x
Filtro de aire de la cabina	<i>Sí</i>	Suciedad, polvo, daños	x
Medidores, indicadores, interruptores, controles	<i>Sí</i>	Daños, funcionamiento	x
Interior de la cabina en general	<i>Sí</i>	Limpieza	v
		Mal estado	
		No tiene	
		No tiene	
		No tiene	
		No tiene	
		No Funcionan	

Elaborado por : CHÁVEZ-VILLARROEL

Fuente: Propia



## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

<b>MÁQUINA:</b>	Volqueta	
<b>FABRICANTE:</b>	Chevrolet	Esp-VQ-2 Pág. 1/1
<b>MODELO/AÑO:</b>	FVR/2007	
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	VQ-2	Fecha: 17/11/2011

### ESPECIFICACIONES:

Motor	
Modelo	Isuzu 6HK1-TCN
Potencia neta	240 hp a 2400 rpm
Par máximo neto	706 Nm a 1450 rpm
Cilindrada	7,79 litros
# Cilindros	6
Tipo	Diesel, 4 tiempos, turbocargado
Sistema de inyección	Directa

Capacidades de llenado (litros)	
Tanque de combustible	200
Sistema de enfriamiento	29
Motor con filtro	19,5
Dirección hidráulica	3
Eje trasero	14
Sistema hidráulico total	19

Peso	
Peso bruto vehicular	17000(kg)

Sistema de Lubricación	
Bomba hidráulica de engranajes con filtro de flujo total	

Sistema de refrigeración	
Circuito presurizado con estanque de expansión, bomba centrífuga y ventilador con acople termoviscoso	

Importancia	
Importante	

**Elaborado por:** CHÁVEZ-VILLARROEL

Transmisión	
Mecánica	
Modelo MLD-6W	
6 velocidades hacia adelante	

Dirección	
Servoasistida hidráulicamente	

Sistema Eléctrico	
Baterías	2 x 65Ah
Tensión	24 Voltios
Alternador	50 Amperios

Frenos	
De servicio: Totalmente de aire, doble circuito independiente	
De Estacionamiento: Actuador de resorte en las ruedas traseras	
De motor: Control electromagnético con válvula de tipo mariposa	

Dimensiones y capacidades	
Ancho	2400 mm
Capacidad de carga	11915 kg
Distancia entre ejes	5050 mm
Largo total	8505 mm
Largo carrozable	6500 mm
Tara	5085 kg

Estado	
Bueno	

**Fuente:** Hoja de Especificaciones



COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL		
Aceite del motor	<b>Si</b>	Nivel de fluido V
Refrigerante del motor	<b>Si</b>	Nivel de fluido V
Radiador	<b>Si</b>	Obstrucción de aletas, fugas V
Todas las mangueras	<b>Si</b>	Fisuras, marcas de desgaste, fugas V
Filtros de combustible/separador de agua	<b>Si</b>	Fugas/agua de drenaje (si tiene) V
Todas las correas	<b>Si</b>	Tensión, desgaste, fisuras V
Filtro de aire	<b>Si</b>	Indicador de obstrucción V
Compartimiento del motor	<b>Si</b>	Acumulación de residuos o tierra, fugas V

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA		
Agarraderas	<b>Si</b>	Condición y limpieza V
ROPS	<b>Si</b>	Daños, pernos de montaje flojos V
Extintor/sistema contra incendios	<b>Si</b>	Carga, daños V
Parabrisas, ventanas	<b>Si</b>	Vidrios rotos, limpieza V
Limpia/Lavaparabrisas	<b>Si</b>	Desgaste, daños/nivel de fluido V
Puertas	<b>Si</b>	Abren apropiadamente, vidrios rotos V

DENTRO DE LA CABINA		
Asiento	<b>Si</b>	Ajuste de altura, peso, se pueden alcanzar los pedales V
Cinturón de seguridad y montaje	<b>Si</b>	Daño, desgaste, ajuste, antigüedad V
Bocina, luces, arranque	<b>Si</b>	Funcionamiento correcto V
Espejos	<b>Si</b>	Daños, ajustar para mejor visibilidad V
Filtro de aire de la cabina	<b>Si</b>	Tierra, polvo V
Medidores, indicadores, interruptores, controles	<b>Si</b>	Daños, funcionamiento V
Interior de la cabina	<b>Si</b>	Limpieza V

**Elaborado por :** CHÁVEZ-VILLARROEL

**Fuente:** Propia

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

**MÁQUINA:** Volqueta  
**FABRICANTE:** Chevrolet Esp-VQ-3 Pág. 1/1  
**MODELO/AÑO:** FVR/2007  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** VQ-3 **Fecha:** 17-11-2011

### ESPECIFICACIONES:

Motor	
Modelo	Isuzu 6HK1-TCN
Potencia neta	240 hp a 2400 rpm
Par máximo neto	706 Nm a 1450 rpm
Cilindrada	7,79 litros
# Cilindros	6
Tipo	Diesel, 4 tiempos, turbocargado
Sistema de inyección	Directa

Capacidades de llenado (litros)	
Tanque de combustible	200
Sistema de enfriamiento	29
Motor con filtro	19,5
Dirección hidráulica	3
Eje trasero	14
Sistema hidráulico total	19

Peso	
Peso bruto vehicular	17000(kg)

Sistema de Lubricación	
Bomba hidráulica de engranajes con filtro de flujo total	

Sistema de refrigeración	
Circuito presurizado con estanque de expansión, bomba centrífuga y ventilador con acople termoviscoso	

Importancia	
Importante	

**Elaborado por:** CHÁVEZ-VILLARROEL

Transmisión	
Mecánica	
Modelo MLD-6W	
6 velocidades hacia adelante	

Dirección	
Servoasistida hidráulicamente	

Sistema Eléctrico	
Baterías	2 x 65Ah
Tensión	24 Voltios
Alternador	50 Amperios

Frenos	
De servicio: Totalmente de aire, doble circuito independiente	
De Estacionamiento: Actuador de resorte en las ruedas traseras	
De motor: Control electromagnético con válvula de tipo mariposa	

Dimensiones y capacidades	
Ancho	2400 mm
Capacidad de carga	11915 kg
Distancia entre ejes	5050 mm
Largo total	8505 mm
Largo carrozable	6500 mm
Tara	5085 kg

Estado	
Bueno	

**Fuente:** Hoja de Especificaciones

## HOJA DE INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA

### VOLQUETA

**FABRICANTE:** Chevrolet  
**MODELO/AÑO:** FVR/2007  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** VQ-3

**HORAS DE LA MÁQUINA:**  
**FECHA DE INSPECCIÓN:** 17/11/2011  
 Insp-VQ-3 Pág. 1/2

v: No presenta Problemas    x: Presenta Problemas

DESDE EL SUELO			
<i>Lugar inspeccionado</i>	<i>Posibles defectos</i>		<i>Notas</i>
Neumáticos, ruedas, tuercas de las ruedas, tapas de los vástagos	<i>Si</i> Inflado, fugas, daño, desgaste	v	Neumáticos medio uso
Balde	<i>Si</i> Desgaste en exceso, daños	v	
Cardán, crucetas, retenedores, rodamiento central	<i>Si</i> Descentramiento, daños, juego, suciedad	v	
Dirección, caja, bombona	<i>Si</i> Desgaste , daños, juego, fugas	v	
Debajo de la máquina	<i>Si</i> Fugas, daños	x	Fuga tanque Hidráulico
Transmisión, embrague	<i>Si</i> Fugas, daños, desgaste	v	
Peldaños y agarraderas	<i>Si</i> Condición, limpieza	v	
Tanque de combustible	<i>Si</i> Nivel de combustible, daños, fugas	x	Cedimentos
Aceite del diferencial y la transmisión	<i>Si</i> Nivel de fluido	v	
Tanque de aire (si tiene frenos de aire)	<i>Si</i> Drenar humedad, daños, fugas	v	
Diferencial, frenos, sellos, ejes	<i>Si</i> Fugas, daños, desgaste, patinaje	v	
Tapas y protectores	<i>Si</i> Daños, que esten bien sujetos	v	
Tanque hidráulico	<i>Si</i> Nivel de fluido, daños, fugas	x	Fuga aceite 1/4 mensual
Bomba hidráulica del cilindro elevador	<i>Si</i> Fugas, daños, desgaste, ruido	v	
Cilindro hidráulico, sellos	<i>Si</i> Fugas, desgaste, obstrucción	v	
Filtros hidráulicos	<i>Si</i> Fugas,	v	
Compartimiento de la batería	<i>Si</i> Limpieza, tuercas y pernos flojos	v	Suciedad

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL		
Aceite del motor	<b>Si</b>	Nivel de fluido v
Refrigerante del motor	<b>Si</b>	Nivel de fluido v
Radiador	<b>Si</b>	Obstrucción de aletas, fugas v
Todas las mangueras	<b>Si</b>	Fisuras, marcas de desgaste, fugas v
Filtros de combustible/separador de agua	<b>Si</b>	Fugas/agua de drenaje (si tiene) v
Todas las correas	<b>Si</b>	Tensión, desgaste, fisuras v
Filtro de aire	<b>Si</b>	Indicador de obstrucción v
Compartimiento del motor	<b>Si</b>	Acumulación de residuos o tierra, fugas v

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA		
Agarraderas	<b>Si</b>	Condición y limpieza v
ROPS	<b>Si</b>	Daños, pernos de montaje flojos v
Extintor/sistema contra incendios	<b>Si</b>	Carga, daños v
Parabrisas, ventanas	<b>Si</b>	Vidrios rotos, limpieza v
Limpia/Lavaparabrisas	<b>Si</b>	Desgaste, daños/nivel de fluido v
Puertas	<b>Si</b>	Abren apropiadamente, vidrios rotos v

DENTRO DE LA CABINA		
Asiento	<b>Si</b>	Ajuste de altura, peso, se pueden alcanzar los pedales v
Cinturón de seguridad y montaje	<b>Si</b>	Daño, desgaste, ajuste, antigüedad v
Bocina, luces, arranque	<b>Si</b>	Funcionamiento correcto v
Espejos	<b>Si</b>	Daños, ajustar para mejor visibilidad v
Filtro de aire de la cabina	<b>Si</b>	Tierra, polvo v
Medidores, indicadores, interruptores, controles	<b>Si</b>	Daños, funcionamiento v
Interior de la cabina	<b>Si</b>	Limpieza v

Elaborado por : CHÁVEZ-VILLARROEL

Fuente: Propia

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

<b>MÁQUINA:</b>	Volqueta	
<b>FABRICANTE:</b>	Chevrolet	Esp-VQ-4 Pág. 1/1
<b>MODELO/AÑO:</b>	FVR/2007	
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	VQ-4	Fecha: 17-11-2011

### ESPECIFICACIONES:

Motor	
Modelo	Isuzu 6HK1-TCN
Potencia neta	240 hp a 2400 rpm
Par máximo neto	706 Nm a 1450 rpm
Cilindrada	7,79 litros
# Cilindros	6
Tipo	Diesel, 4 tiempos, turbocargado
Sistema de inyección	Directa

Capacidades de llenado (litros)	
Tanque de combustible	200
Sistema de enfriamiento	29
Motor con filtro	19,5
Dirección hidráulica	3
Eje trasero	14
Sistema hidráulico total	19

Peso	
Peso bruto vehicular	17000(kg)

Sistema de Lubricación	
Bomba hidráulica de engranajes con filtro de flujo total	

Sistema de refrigeración	
Circuito presurizado con estanque de expansión, bomba centrífuga y ventilador con acople termoviscoso	

Importancia	
Importante	

**Elaborado por:** CHÁVEZ-VILLARROEL

Transmisión	
Mecánica	
Modelo MLD-6W	
6 velocidades hacia adelante	

Dirección	
Servoasistida hidráulicamente	

Sistema Eléctrico	
Baterías	2 x 65Ah
Tensión	24 Voltios
Alternador	50 Amperios

Frenos	
De servicio: Totalmente de aire, doble circuito independiente	
De Estacionamiento: Actuador de resorte en las ruedas traseras	
De motor: Control electromagnético con válvula de tipo mariposa	

Dimensiones y capacidades	
Ancho	2400 mm
Capacidad de carga	11915 kg
Distancia entre ejes	5050 mm
Largo total	8505 mm
Largo carrozable	6500 mm
Tara	5085 kg

Estado	
Regular	

**Fuente:** Hoja de Especificaciones

## HOJA DE INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA

## VOLQUETA

FABRICANTE: Chevrolet  
 MODELO/AÑO: FVR/2007  
 CÓDIGO DE LA MÁQUINA: VQ-4

HORAS DE LA MÁQUINA:  
 FECHA DE INSPECCIÓN: 17/11/2011  
 Insp-VQ-4 Pág. 1/2

v: No presenta Problemas x: Presenta Problemas

<b>Lugar inspeccionado</b>		<b>DESDE EL SUELO</b>		<b>Notas</b>
		<b>Posibles defectos</b>		
Neumáticos, ruedas, tuercas de las ruedas, tapas de los vástagos	<b>Si</b>	Inflado, fugas, daño, desgaste	x	<b>Faltan 4 tuercas y 4 esparragos ruedas posteriores</b>
Balde	<b>Si</b>	Desgaste en exceso, daños	x	<b>Reparar compuerta</b>
Cardán, crucetas, retenedores, rodamiento central	<b>Si</b>	Descentramiento, daños, juego, suciedad	v	
Dirección, caja, bombona	<b>Si</b>	Desgaste, daños, juego, fugas	x	<b>Juego en los terminales de eje de dirección</b>
Debajo de la máquina	<b>Si</b>	Fugas, daños	x	<b>Fuga en la transmisión</b>
Transmisión, embrague	<b>Si</b>	Fugas, daños, desgaste, patinaje	x	<b>Pedal del embrague duro</b>
Peldaños y agarraderas	<b>Si</b>	Condición, limpieza	x	<b>Sin grada izquierda, grada derecha peldaños flojos</b>
Tanque de combustible	<b>Si</b>	Nivel de combustible, daños, fugas	v	<b>Sedimentos</b>
Aceite del diferencial y la transmisión	<b>Si</b>	Nivel de fluido	v	
Tanque de aire (si tiene frenos de aire)	<b>Si</b>	Drenar humedad, daños, fugas	v	
Diferencial, frenos, sellos, ejes	<b>Si</b>	Fugas, daños, desgaste	x	<b>Faltan dos pernos en cada punta de eje</b>
Tapas y protectores	<b>Si</b>	Daños, que esten bien sujetos	x	<b>Protector ventilador roto y desmontado</b>
Tanque hidráulico	<b>Si</b>	Nivel de fluido, daños, fugas	v	<b>Sedimentos</b>
Bomba hidráulica del cilindro elevador	<b>Si</b>	Fugas, daños, desgaste, ruido	x	<b>Falla en ocaciones, se traba y no acciona</b>
Cilindro hidráulico, sellos	<b>Si</b>	Fugas, desgaste, obstrucción	v	
Filtros hidráulicos	<b>Si</b>	Fugas,	v	
Compartimiento de la batería	<b>Si</b>	Limpieza, tuercas y pernos flojos	v	<b>Suciedad</b>



COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL	
Aceite del motor	V
Refrigerante del motor	V
Radiador	V
Todas las mangueras	V
Filtros de combustible/separador de agua	V
Todas las correas	X <i>En mal estado</i>
Filtro de aire	X <i>No se lo ha reemplazado</i>
Compartimiento del motor	V <i>Suciedad</i>

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA	
Agarraderas	V
ROPS	V
Extintor/sistema contra incendios	V
Parabrisas, ventanas	X <i>Parabrisas fisurado</i>
Limpia/Lavaparabrisas	V
Puertas	V

DENTRO DE LA CABINA	
Asiento	V
Cinturón de seguridad y montaje	V
Bocina, alarma, luces, arranque	V <i>Faro izquierdo fisurado, problemas con arranque</i>
Espejos	V
Filtro de aire de la cabina	V
Medidores, indicadores, interruptores, controles	V
Interior de la cabina	V <i>Suciedad</i>

Fuente: Propia

Elaborado por : CHÁVEZ-VILLARROEL

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

<b>MÁQUINA:</b>	Volqueta	
<b>FABRICANTE:</b>	Chevrolet	Esp-VQ-5 Pág. 1/1
<b>MODELO/AÑO:</b>	FVR/2008	
<b>CÓDIGO DE LA MÁQUINA:</b>	VQ-5	Fecha: 17-11-2011

### ESPECIFICACIONES:

Motor	
Modelo	Isuzu 6HK1-TCN
Potencia neta	240 hp a 2400 rpm
Par máximo neto	706 Nm a 1450 rpm
Cilindrada	7,79 litros
# Cilindros	6
Tipo	Diesel, 4 tiempos, turbocargado
Sistema de inyección	Directa

Capacidades de llenado (litros)	
Tanque de combustible	200
Sistema de enfriamiento	29
Motor con filtro	19,5
Dirección hidráulica	3
Eje trasero	14
Sistema hidráulico total	19

Peso	
Peso bruto vehicular	17000(kg)

Sistema de Lubricación	
Bomba hidráulica de engranajes con filtro de flujo total	

Sistema de refrigeración	
Circuito presurizado con estanque de expansión, bomba centrífuga y ventilador con acople termoviscoso	

Importancia	
Importante	

**Elaborado por:** CHÁVEZ-VILLARROEL

Transmisión	
Mecánica	
Modelo MLD-6W	
6 velocidades hacia adelante	

Dirección	
Servoasistida hidráulicamente	

Sistema Eléctrico	
Baterías	2 x 65Ah
Tensión	24 Voltios
Alternador	50 Amperios

Frenos	
De servicio: Totalmente de aire, doble circuito independiente	
De Estacionamiento: Actuador de resorte en las ruedas traseras	
De motor: Control electromagnético con válvula de tipo mariposa	

Dimensiones y capacidades	
Ancho	2400 mm
Capacidad de carga	11915 kg
Distancia entre ejes	5050 mm
Largo total	8505 mm
Largo carrozable	6500 mm
Tara	5085 kg

Estado	
Bueno	

**Fuente:** Hoja de Especificaciones

## HOJA DE INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA VOLQUETA

**FABRICANTE:** Chevrolet **HORAS DE LA MÁQUINA:** **17/11/2011**  
**MODELO/AÑO:** FVR/2008 **FECHA DE INSPECCIÓN:** Insp-VQ-5 Pág. 1/2  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** VQ-5 v: No presenta Problemas x: Presenta Problemas

<b>DESDE EL SUELO</b>			<b>Notas</b>
<b>Lugar inspeccionado</b>	<b>Posibles defectos</b>		
Neumáticos, ruedas, tuercas de las ruedas, tapas de los vástagos	Si Inflado, fugas, daño, desgaste	v	Neumáticos media vida
Balde	Si Desgaste en exceso, daños	v	
Cardán, crucetas, retenedores, rodamiento central	Si Descentramiento, daños, juego, suciedad	v	
Dirección, caja, bombona	Si Desgaste, daños, juego, fugas	v	
Debajo de la máquina	Si Fugas, daños	v	
Transmisión, embrague	Si Fugas, daños, desgaste, patinaje	x	Embrague se endurece y no funciona. Patina
Peldaños y agarraderas	Si Condición, limpieza	v	
Tanque de combustible	Si Nivel de combustible, daños, fugas	v	Sedimentos
Aceite del diferencial y la transmisión	Si Nivel de fluido	v	
Tanque de aire (si tiene frenos de aire)	Si Drenar humedad, daños, fugas	v	
Diferencial, frenos, sellos, ejes	Si Fugas, daños, desgaste	x	Zapatillas desgastadas
Tapas y protectores	Si Daños, que estén bien sujetos	v	
Tanque hidráulico	Si Nivel de fluido, daños, fugas	v	
Bomba hidráulica del cilindro elevador	Si Fugas, daños, desgaste, ruido	v	
Cilindro hidráulico, sellos	Si Fugas, desgaste, obstrucción	v	
Filtros hidráulicos	Si Fugas,	v	
Compartimiento de la batería	Si Limpieza, tuercas y pernos flojos	x	Baterías en mal estado

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL	
Aceite del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido <b>V</b>
Refrigerante del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido <b>V</b>
Radiador	<i>Si</i> Obstrucción de aletas, fugas <b>V</b>
Todas las mangueras	<i>Si</i> Fisuras, marcas de desgaste, fugas <b>V</b>
Filtros de combustible/separador de agua	<i>Si</i> Fugas/agua de drenaje (si tiene) <b>V</b>
Todas las correas	<i>Si</i> Tensión, desgaste, fisuras <b>V</b>
Filtro de aire	<i>Si</i> Indicador de obstrucción <b>V</b>
Compartimiento del motor	<i>Si</i> Acumulación de residuos o tierra, fugas <b>V</b>

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA	
Agarraderas	<i>Si</i> Condición y limpieza <b>V</b>
ROPS	<i>Si</i> Daños, pernos de montaje flojos <b>V</b>
Extintor/sistema contra incendios	<i>Si</i> Carga, daños <b>V</b>
Parabrisas, ventanas	<i>Si</i> Vidrios rotos, limpieza <b>X</b> Parabrisas fisurado
Limpia/Lavaparabrisas	<i>Si</i> Desgaste, daños/nivel de fluido <b>V</b>
Puertas	<i>Si</i> Abren apropiadamente, vidrios rotos <b>V</b>

DENTRO DE LA CABINA	
Asiento	<i>Si</i> Ajuste de altura, peso, se pueden alcanzar los pedales <b>V</b>
Cinturón de seguridad y montaje	<i>Si</i> Daño, desgaste, ajuste, antigüedad <b>V</b>
Bocina, luces, arranque	<i>Si</i> Funcionamiento correcto <b>V</b>
Espejos	<i>Si</i> Daños, ajustar para mejor visibilidad <b>V</b>
Filtro de aire de la cabina	<i>Si</i> Tierra, polvo <b>V</b>
Medidores, indicadores, interruptores, controles	<i>Si</i> Daños, funcionamiento <b>V</b>
Interior de la cabina	<i>Si</i> Limpieza <b>V</b>

Elaborado por : CHÁVEZ-VILLARROEL

Fuente: Propia

## HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

**MÁQUINA:** Volqueta  
**FABRICANTE:** HINO Esp-VQ-6 Pág. 1/1  
**MODELO/AÑO:** KB/1981  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** VQ-6 Fecha: 17-11-2011

### ESPECIFICACIONES:

Motor	
Modelo	EK 100
Potencia neta	210 hp a 1600 rpm
Par máximo neto	550 Nm a 1450 rpm
Cilindrada	8 litros
# Cilindros	6
Tipo	Diesel, 4 tiempos
Sistema de inyección	Directa

Capacidades de llenado (litros)	
Tanque de combustible	150
Sistema de enfriamiento	30
Motor con filtro	26.5
Dirección hidráulica	3
Eje trasero	14
Sistema hidráulico total	19

Peso	
Peso bruto vehicular	17500(kg)

Sistema de Lubricación	
Bomba hidráulica de engranajes con filtro de flujo total	

Sistema de refrigeración	
Circuito presurizado con estanque de expansión, bomba centrífuga y ventilador con acople termoviscoso	

Importancia	
Importante	

**Elaborado por:** CHÁVEZ-VILLARROEL

Transmisión	
Mecánica	
Capacidad aceite 15 litros	
6 velocidades hacia adelante	

Dirección	
Servoasistida hidráulicamente	

Sistema Eléctrico	
Baterías	2 x 12V
Arranque	24 V/5.5kW
Alternador	24V/50 A

Frenos	
De servicio: Mixto aire-líquido	
De Estacionamiento: Actuador de resorte en las ruedas traseras	
De motor: Al escape	

Dimensiones y capacidades	
Ancho	2400 mm
Capacidad de carga	11000 kg
Distancia entre ejes	5050 mm
Largo total	8505 mm
Largo carrozable	6500 mm
Tara	6500 kg

Estado	
Regular	

**Fuente:** Hoja de Especificaciones

## HOJA DE INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA

### VOLQUETA

**FABRICANTE:** HINO **HORAS DE LA MÁQUINA:**  
**MODELO/AÑO:** KB/1981 **FECHA DE INSPECCIÓN:** 17/11/2011  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** VQ-6 **Insp-VQ-6 Pág. 1/2**  
v: No presenta Problemas    x: Presenta Problemas

DESDE EL SUELO			
<i>Lugar inspeccionado</i>	<i>Posibles defectos</i>		<i>Notas</i>
Neumáticos, ruedas, tuercas de las ruedas, tapas de los vástagos	<b>Si</b>	Inflado, fugas, daño, desgaste	<b>x</b> <i>2 Neumáticos mal estado/ esparrago izq delantero aislado</i>
Balde	<b>Si</b>	Desgaste en exceso, daños	<b>x</b> <i>Piso en mal estado, no tiene graceros para articulación</i>
Cardán, crucetas, retenedores, rodamiento central	<b>Si</b>	Descentramiento, daños, juego, suciedad	<b>x</b> <i>Cardán no tiene graceros para servicio</i>
Dirección, caja, bombona	<b>Si</b>	Desgaste , daños, juego, fugas	<b>x</b> <i>Mal estado terminales, pines y bocines/no hay graceros</i>
Debajo de la máquina	<b>Si</b>	Fugas, daños	<b>x</b> <i>Fuga bomba hidráulica para volteo</i>
Transmisión, embrague	<b>Si</b>	Fugas, daños, desgaste, patinaje	<b>x</b> <i>Se neutraliza y se pierde el retro/fuga liquido embrague</i>
Peldaños y agarraderas	<b>Si</b>	Condición, limpieza	<b>v</b>
Tanque de combustible	<b>Si</b>	Nivel de combustible, daños, fugas	<b>v</b>
Aceite del diferencial y la transmisión	<b>Si</b>	Nivel de fluido	<b>v</b>
Tanque de aire (si tiene frenos de aire)	<b>Si</b>	Drenar humedad, daños, fugas	<b>v</b>
Diferencial, frenos, sellos, ejes	<b>Si</b>	Fugas, daños, desgaste	<b>x</b> <i>No funciona freno parqueo</i>
Tapas y protectores	<b>Si</b>	Daños, que esten bien sujetos	<b>v</b>
Tanque hidráulico	<b>Si</b>	Nivel de fluido, daños, fugas	<b>x</b> <i>Cedimentos, fuga 1/2 galón mensual</i>
Bomba hidráulica del cilindro elevador	<b>Si</b>	Fugas, daños, desgaste, ruido	<b>v</b>
Cilindro hidráulico, sellos	<b>Si</b>	Fugas, desgaste, obstrucción	<b>x</b> <i>El cilindro elevador se traba en la parte superior</i>
Filtros hidráulicos	<b>Si</b>	Fugas,	<b>v</b>
Compartimiento de la batería	<b>Si</b>	Limpieza, tuercas y pernos flojos	<b>v</b> <i>Suciedad</i>

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR EN GENERAL		
Aceite del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido	x <b>Consumo 1/4 semanal</b>
Refrigerante del motor	<i>Si</i> Nivel de fluido	x <b>Utiliza Agua</b>
Radiador	<i>Si</i> Obstrucción de aletas, fugas	x <b>No esta bien fijado, roza con el grupo.</b>
Todas las mangueras	<i>Si</i> Fisuras, marcas de desgaste, fugas	x <b>Escape roto/ no tiene manguera desfogue aceite motor</b>
Filtros de combustible/separador de agua	<i>Si</i> Fugas/agua de drenaje (si tiene)	v
Todas las correas	<i>Si</i> Tensión, desgaste, fisuras	v
Filtro de aire	<i>Si</i> Indicador de obstrucción	x <b>Filtro Adaptado, los respiraderos estan sellados</b>
Compartimiento del motor	<i>Si</i> Acumulación de residuos o tierra, fugas	v <b>Suciedad - multiple dañado - bases motor rotas</b>

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA		
Agarraderas	<i>Si</i> Condición y limpieza	v
ROPS	<i>Si</i> Daños, pernos de montaje flojos	x <b>Reparación</b>
Extintor/sistema contra incendios	<i>Si</i> Carga, daños	x <b>No tiene</b>
Parabrisas, ventanas	<i>Si</i> Vidrios rotos, limpieza	v
Limpia/Lavaparabrisas	<i>Si</i> Desgaste, daños/nivel de fluido	x <b>No tiene</b>
Puertas	<i>Si</i> Abren apropiadamente, vidrios rotos	x <b>Se traba la puerta derecha</b>

DENTRO DE LA CABINA		
Asiento	<i>Si</i> Ajuste de altura, peso, se pueden alcanzar los pedales	v
Cinturón de seguridad y montaje	<i>Si</i> Daño, desgaste, ajuste, antigüedad	v
Bocina, luces, arranque	<i>Si</i> Funcionamiento correcto	x <b>Cortocircuito luces permanente, se dañan luces</b>
Espejos	<i>Si</i> Daños, ajustar para mejor visibilidad	v
Filtro de aire de la cabina	<i>Si</i> Tierra, polvo	v
Medidores, indicadores, interruptores, controles	<i>Si</i> Daños, funcionamiento	x <b>Relojes indicadores no marcan</b>
Interior de la cabina	<i>Si</i> Limpieza	v

**Elaborado por :** CHÁVEZ-VILLARROEL

**Fuente:** Propia

## **ANEXO B**

### **DOCUMENTOS PARA ADMINISTRAR EL MANTENIMIENTO**



## HOJA DE CONTROL DE OPERACIÓN

Código Máquina:

Fecha inicio semana:

Tipo:

Marca:

Fecha fin semana:

Modelo:

Operador:

Ayudante:

Horas  / Kilómetros

Datos de Operación					
	Horas o Kilómetros	Lugar	Comb.(gal)	Refrig.(l)	Aceite (gal)
Lunes					
Martes					
Miércoles					
Jueves					
Viernes					
Sábado					
Domingo					
<b>Total</b>					

Observaciones

Fecha Recepción:

\_\_\_\_\_  
Jefe de Operación y Mantenimiento

\_\_\_\_\_  
Operador

# Hoja de Planificación del Mantenimiento

Nomenclatura	
D = Disponible	R/C = Reparación en el Campo
MP = Mantenimiento Preventivo	R/T = Reparación en el Taller
50, 100, 250... = Intervalos de mantenimiento	LP = Lubricación Periódica

Mes

Año

Modelo	Cód.	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	
621D	CF-1																																
	CF-2																																
45B Michigan	BD-1																																
	BD-2																																
	BD-3																																
120G	MT-1																																
	MT-2																																
	MT-3																																
Súper FVR	VQ-1																																
	VQ-2																																
	VQ-3																																
	VQ-4																																
	VQ-5																																
	KB																																
ASC 100	RD-1																																
	RD-2																																
DX225LC	EX-1																																
	420																																
590SM	RE-1																																
	PT-1																																

\_\_\_\_\_  
Jefe de Operación y Mantenimiento

\_\_\_\_\_  
Jefe de Taller



**ORDEN DE TRABAJO**

Fecha:

Orden de trabajo No:

Existencia del Procedimiento Si / No\* 

Dirigida a:

**LUGAR DEL TRABAJO**Taller del Municipio: Si / No  Nombre del Taller Particular:**MAQUINARIA**

Máquina:	Modelo/Año:
Fabricante:	Código de la máquina:
Fecha de Entrada:	Fecha de Salida:
Tiempo Programado	Recorrido: horas <input type="checkbox"/> / kilómetros <input type="checkbox"/>

**ACTIVIDADES**


**NOTA**


\_\_\_\_\_  
Jefe de Operación y Mantenimiento\_\_\_\_\_  
Jefe de Taller**OBSERVACIONES DEL RESPONSABLE**


\_\_\_\_\_  
Firma del Responsable

\*En caso de no existir el procedimiento, elaborarlo.

**ANEXO C**

**HOJAS DE INTERVALOS DE MANTENIMIENTO**

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO BULLDOZER

**FABRICANTE:** Caterpillar  
**MODELO/AÑO:** D6N/2011  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** BD-2

### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

SEGÚN SE REQUIERA	
Inspeccionar las cuchillas y cantoneras	Limpiar el núcleo del radiador
Reemplazar el cilindro del auxiliar de arranque con éter	Inspeccionar o reemplazar las puntas del desgarrador
Comprobar la posición de la rueda loca delantera	Limpiar la rejilla magnética de la transmisión
Cebat el sistema de combustible	Llenar el depósito del lavaparabrisas
Reemplazar fusibles y disyuntores	Limpiar las venetas
Limpiar o reemplazar la tapa de presión del radiador	Limpiar el antefiltro del aire del motor

### CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 15W-40	Cat DEO Multigrado; Aceite Multigrado API CG-4
Comprobar el nivel de aceite del sistema hidráulico	SAE 15W-40	HYDO Cat; DEO Cat; Cat TDTO
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	SAE 30	Cat TDTO; TO-4 comercial
Probar la alarma de retroceso		
Comprobar los frenos, indicadores y medidores		
Comprobar el nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento		
Inspeccionar el cinturón de seguridad		
Limpiar, inspeccionar o reemplazar el filtro de la cabina de aire fresco		

### CADA 50 HORAS O CADA SEMANA

Limpiar, inspeccionar o reemplazar el filtro de la cabina de recirculación
--

<b>CADA 250 HORAS DE SERVICIO O CADA MES</b>	
Comprobar el nivel de aceite de los mandos finales	SAE 50 [Cat TDTO; TO-4 comercial
Comprobar el nivel de aceite del eje pivote	SAE 50 [Cat TDTO; TO-4 comercial
Inspeccionar la correa auxiliar de distribución	Sagita entre 14 a 20 mm. Fuerza de 110 N (25 lb)
Comprobar o ajustar la cadena	

<b>CADA 500 HORAS DE SERVICIO, 3 MESES O CADA AÑO</b>	
Comprobar el nivel de aceite del compartimiento del resorte tensor	SAE 50 [Cat TDTO; TO-4 comercial
Limpiar el antefiltro del aire del motor	
Limpiar o reemplazar el elemento primario del filtro de aire del motor	

<b>CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES</b>	
Comprobar o ajustar la luz de las válvulas del motor	Sólo cada 1000 horas de servicio
Inspeccione pernos flojos o dañados de la estructura ROPS	Par de apriete 800 (±)100 N.m (590 (±)74 lb-pie)
Apretar los retenes de las baterías	

<b>CADA 2000 HORAS O CADA AÑO</b>	
Inspeccionar el bastidor de rodillos inferiores	

<b>PRIMERAS 250 HORAS</b>	
Cambiar el filtro de aceite del motor	1 filtro
Cambiar el aceite del motor	15,5 litros SAE 15W-40 [Cat DEO Multigrado; Aceite Multigrado API CG-4

<b>PRIMERAS 500 HORAS</b>	
Comprobar o ajustar la luz de las válvulas del motor	
Obtener muestra del refrigerante del sistema de enfriamiento	

**DRENAJE, ENGRASE, CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

<b>CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE</b>	
Drenar el filtro primario del sistema de combustible o el separador de agua	
Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible	

<b>CADA 50 HORAS DE SERVICIO O CADA SEMANA</b>	
Lubricar el pasador central de la barra compensadora	
Lubricar los pasadores de la inclinación y orientación hidráulica	
Lubricar el varillaje y cojinetes del cilindro del desgarrador	

<b>CADA 250 HORAS DE SERVICIO O CADA MES</b>	
Lubricar pasadores de la barra compensadora	

<b>CADA 500 HORAS DE SERVICIO, 3 MESES O CADA AÑO</b>	
Cambiar el filtro de carga de la dirección	1 filtro
Cambiar el filtro de aceite del sistema hidráulico	1 filtro
Cambiar el filtro de aceite del motor	1 filtro
Cambiar el aceite del motor	15,5 litros
Cambiar o limpiar el filtro y colador de la tapa del tanque de combustible	SAE 15W-40
	Cat DEO Multigrado; Aceite Multigrado API CG-4

<b>CADA 500 HORAS DE SERVICIO</b>	
Reemplazar el primer filtro del sistema de combustible	1 filtro
Reemplazar el segundo filtro del sistema de combustible	1 filtro
Reemplazar el tercer filtro del sistema de combustible	1 filtro

<b>CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES</b>	
Cambiar el filtro de aceite de la transmisión	1 filtro
Cambiar el aceite de la transmisión	170 litros
	SAE 30
	Cat TDTO; TO-4 comercial



CADA 2000 HORAS O CADA AÑO			
Cambiar el aceite de los mandos finales	8,5 litros c/u	SAE 50	Cat TDTO; TO-4 comercial
Cambiar el aceite del sistema hidráulico	65 litros	SAE 15W-40	HYDO Cat; DEO Cat; Cat TDTO

CADA 2 AÑOS	
Cambiar elemento primario del filtro de aire del motor	
Cambiar elemento secundario del filtro de aire del motor	

CADA 3000 HORAS DE SERVICIO O CADA 2 AÑOS	
Cambiar el termostato del agua del sistema de enfriamiento	

CADA 3 AÑOS DESDE LA FECHA DE INSTALACIÓN O CADA 5 AÑOS DESDE SU FABRICACIÓN	
Reemplazar el cinturón de seguridad	

CADA 6000 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 AÑOS	
Añadir prolongador de refrigerante de larga duración	0,95 litros de ELC

CADA 12000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 AÑOS	
Cambiar el refrigerante de larga duración del sistema de enfriamiento	

TOMA DE MUESTRAS	
Cada 250 horas de servicio	Muestra de aceite del motor
Cada 500 horas de servicio	Muestra del aceite del sistema hidráulico
	Muestra del aceite del sistema de la transmisión
	Muestra del aceite de los mandos finales
Cada año	Muestra del refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 2)

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### BULLDOZER

**FABRICANTE:** New Holland  
**MODELO/AÑO:** D170/2010  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** BD-3

#### LIMPIEZA, REVISIÓN, DRENAJE, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

##### SEGÚN SE REQUIERA

Limpiar el radiador
Cambiar el filtro de aceite del sistema hidráulico
Lubricar ruedas guía y rodillos
Cambiar la batería
Limpiar o reemplazar el filtro de aire

##### CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 15W-40	Ambra Master gold; Aceite Multigrado API CI-4; ACEA E5/02
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión y convertor de torque	-	Ambra Hypoide90; Aceite Multigrado API CL-5; NH520A
Comprobar el nivel de aceite del tanque hidráulico del angledozer	-	Ambra Hydraulic Oil 68 AP; ISO VG 62-NH 632;
Comprobar el nivel de aceite del tanque hidráulico del bulldozer	-	ISO VG 68-NH668
Comprobar el nivel del tanque hidráulico de la lámina + ripper	-	
Comprobar el nivel de refrigerante del radiador		
Inspeccionar la correa auxiliar de distribución		
Drenar el filtro separador de agua del motor		

##### CADA 100 HORAS

Comprobar el nivel de aceite del conjunto corona piñón, embrague de dirección y frenos	SAE 15W-40	Alambra Master gold; Aceite Multigrado API CI-4 ACEA ES; NH 330H
Comprobar el nivel de aceite de los mandos finales (reductores laterales)	-	Alambra Hypoide90; Aceite Multigrado API GL-5; NH 520A

CADA 250 HORAS	
Drenar las impurezas del reservorio de combustible	
Limpiar el filtro de sedimentación	

CADA 500 HORAS	
Limpiar los filtros de aceite del convertidor	
Limpiar el filtro de aspiración de aceite hidráulico de los embragues de dirección y frenos	

CADA 2000 HORAS	
Limpiar o sustituir los filtros de aceite hidráulico	
Limpiar el reservorio de combustible	

**ENGRASE O CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE	
Lubricar los rodillos del cable del cabrestante	

CADA 100 HORAS	
Lubricar los puntos de engrase de los rodillos	
Lubricar las articulaciones del ripper	
Lubricar las articulaciones de la lámina	Ambra GR9; Grasa de litio NLGI-2; NH 710A

CADA 250 HORAS		
Cambiar el aceite del motor	19 litros	SAE 15W-40   Ambra Master gold; Aceite Multigrado API CL-4; ACEA E5/02
Cambiar el filtro de aceite del motor	1 filtro	
Cambiar el filtro de agua del motor	1 filtro	
Cambiar el filtro de combustible	1 filtro	

CADA 500 HORAS		
Lubricar los apoyos externos de los rodillos		Ambra GR9; Grasa de litio NLGI-2; NH 710A
Cambiar el filtro de retorno de aceite hidráulico de los embragues	1 filtro	
Cambiar el aceite de la transmisión	27,5 litros	-   Ambra Hypoic90; Aceite Multigrado API CL-5; NH520A

<b>CADA 1000 HORAS</b>	
Regular las válvulas del motor	Espacio de las válvulas de admisión 0,30 mm Espacio de las válvulas de escape 0,30 mm
Cambiar la correa auxiliar de la distribución	Sagita entre 9,5 a 12,7 mm
Lubricar eje cardán entre convertor de torque y la transmisión	Ambra GR9; Grasa de litio NLGI-2; NH 710A
Cambiar el aceite del conjunto corona piñón, embrague de dirección y frenos	SAE 15W-40 Alambra Master gold; Aceite Multigrado API CI-4 ACEA ES; NH 330H
Cambiar el aceite de los mandos finales (reductores laterales)	- Alambra Hypoide90; Aceite Multigrado API GL-5; NH 520A

<b>CADA 2000 HORAS</b>	
Cambiar el aceite del sistema hidráulico angledozer	- Ambra Hydraulic Oil 68 AP; ISO VG 62-NH 632; ISO VG 68-NH668

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### CARGADORA FRONTAL

**FABRICANTE:** Case  
**MODELO/AÑO:** 621D/2004  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** CF-1

#### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

SEGÚN SE REQUIERA	
Limpiar el sistema de refrigeración	Limpiar el condensador de aire acondicionado
Limpiar o cambiar filtros de aire	Comprobar el nivel de líquido limpiaparabrisas
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	Limpiar las aletas del radiador
Comprobar el nivel de aceite de los ejes (delantero y trasero)	Reemplazar la cuchilla de corte empernable
Limpiar el respiradero de la carcasa de los ejes	Reemplazar los dientes del cucharón
Comprobar el funcionamiento del acumulador	Inspeccionar estado y presión de los neumáticos

#### CADA 10 HORAS

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 15W-40	Case Akcela N°1;
Comprobar el nivel de aceite del depósito hidráulico	SAE 20W-50	Aceite Multigrado API CI-4 O API CF-4
Comprobar el nivel del depósito del refrigerante	Case Akcela Hy-Tran Ultra	
Revisar el estado y la presión de los neumáticos	Mezcla de agua y etilenglicol en partes iguales	

#### CADA 100 HORAS

Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	Case Akcela Hy-Tran Ultra
Comprobar el nivel de aceite de los ejes (delantero y trasero)	Case Akcela Hy-Tran Ultra
Revisar el estado y el par de apriete de los neumáticos	

<b>CADA 250 HORAS</b>	
Comprobación del nivel de fluido de la batería y limpieza de los bornes	
Drenar el agua del filtro de combustible	
Limpieza los respiraderos de los ejes delantero y trasero	

<b>CADA 500 HORAS</b>	
Inspeccionar la estructura protectora contra vuelcos (ROPS)	
Inspeccionar la tensión de la correa del ventilador	Sagita entre 5 mm. Fuerza de 2,27 kg (5 lb)

<b>CADA 1000 HORAS</b>	
Comprobar la holgura de las válvulas del motor	
Inspeccionar, limpiar o sustituir el filtro de la cabina	

**DRENAJE, ENGRASE, CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE	
Lubricar el brazo de elevación de la cargadora	
Pivote del brazo de elevación, Articulación del cucharón, Cilindro de elevación (2 c/lado), Muñón del cilindro del cucharón, Articulación de vaciado, Extremo de la varilla del cilindro, Pivotes del cucharón	Grasa de molidisulfuro Case Akcela
Lubricar el articulación de la dirección	

CADA 250 HORAS		
Cambiar el aceite del motor	16 litros	SAE 15W-40 Case Akcela N°1;
Cambiar el filtro de aceite del motor		SAE 20W-50 Aceite Multigrado API CI-4 O API CF-4 1 filtro

CADA 500 HORAS		
Cambiar el aceite del puente delantero y trasero	22 litros c/u	SAE 80W-90 Case 135H EP
Cambiar los filtros primario y secundario de combustible		2 filtros
Drenaje de agua y los sedimentos del depósito de combustible		

CADA 1000 HORAS		
Cambiar el aceite del depósito hidráulico	57 litros	Case Akcela Hy Tran Ultra
Cambiar filtro del sistema hidráulico		1 filtro
Cambiar filtros de aire del motor		2 filtros
Cambiar el aceite de la transmisión	26 litros	Case Akcela Hy Tran Ultra
Cambiar filtro de la transmisión		1 filtro

CADA 2000 HORAS		
Drenar, purgar y cambiar el refrigerante	24 litros	Mezcla de agua y etilenglicol en partes iguales
Cambiar el filtro de aire de la cabina		2 filtros

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### CARGADORA FRONTAL

**FABRICANTE:** Clark  
**MODELO/AÑO:** 45B Michigan/1980  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** CF-2

#### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

SEGÚN SE REQUIERA	
Limpiar el sistema de refrigeración	Limpiar el condensador de aire acondicionado
Limpiar o cambiar filtros de aire	Comprobar el nivel de líquido limpiaparabrisas
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	Limpiar las aletas del radiador
Comprobar el nivel de aceite de los ejes (delantero y trasero)	Reemplazar la cuchilla de corte empernable
Limpiar el respiradero de la carcasa de los ejes	Reemplazar los dientes del cucharón
Comprobar el funcionamiento del acumulador	Inspeccionar estado y presión de los neumáticos

#### CADA 10 HORAS

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 15W-40	Case Akcela N°1;
Comprobar el nivel de aceite del depósito hidráulico	SAE 20W-50	Aceite Multigrado API CI-4 O API CF-4
Comprobar el nivel del depósito del refrigerante	Case Akcela Hy-Tran Ultra	
Revisar el estado y la presión de los neumáticos	Mezcla de agua y etilenglicol en partes iguales	

#### CADA 100 HORAS

Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	Case Akcela Hy-Tran Ultra
Comprobar el nivel de aceite de los ejes (delantero y trasero)	Case Akcela Hy-Tran Ultra
Revisar el estado y el par de apriete de los neumáticos	



<b>CADA 250 HORAS</b>	
Comprobación del nivel de fluido de la batería y limpieza de los bornes	
Drenar el agua del filtro de combustible	
Limpieza los respiraderos de los ejes delantero y trasero	

<b>CADA 500 HORAS</b>	
Inspeccionar la estructura protectora contra vuelcos (ROPS)	
Inspeccionar la tensión de la correa del ventilador	Sagita entre 5 mm. Fuerza de 2,27 kg (5 lb)

<b>CADA 1000 HORAS</b>	
Comprobar la holgura de las válvulas del motor	
Inspeccionar, limpiar o sustituir el filtro de la cabina	

**DRENAJE, ENGRASE, CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

<b>CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE</b>	
Lubricar el brazo de elevación de la cargadora	
Pivote del brazo de elevación, Articulación del cucharón, Cilindro de elevación (2 c/lado), Muñón del cilindro del cucharón, Articulación de vaciado, Extremo de la varilla del cilindro, Pivotes del cucharón	Grasa de molidisulfuro Case Akcela
Lubricar el articulación de la dirección	

<b>CADA 250 HORAS</b>		
Cambiar el aceite del motor	16 litros	SAE 15W-40 Case Akcela N°1; SAE 20W-50 Aceite Multigrado API CI-4 O API CF-4
Cambiar el filtro de aceite del motor		1 filtro

<b>CADA 500 HORAS</b>		
Cambiar el aceite del puente delantero y trasero	22 litros c/u	SAE 80W-90 Case 135H EP
Cambiar los filtros primario y secundario de combustible		2 filtros
Drenaje de agua y los sedimentos del depósito de combustible		

<b>CADA 1000 HORAS</b>		
Cambiar el aceite del depósito hidráulico	57 litros	Case Akcela Hy Tran Ultra
Cambiar filtro del sistema hidráulico		1 filtro
Cambiar filtros de aire del motor		2 filtros
Cambiar el aceite de la transmisión	26 litros	Case Akcela Hy Tran Ultra
Cambiar filtro de la transmisión		1 filtro

<b>CADA 2000 HORAS</b>	
Drenar, purgar y cambiar el refrigerante	24 litros
	Mezcla de agua y etilenglicol en partes iguales

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO EXCAVADORA

**FABRICANTE:** Doosan  
**MODELO/AÑO:** DX225LC/2010  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** EX-1

SEGÚN SE REQUIERA	
Comprobar el nivel de depósito del lavaparabrisas	
Cambiar filtros de aire - Si la luz de advertencia se enciende	
Cambiar filtro de aceite hidráulico - Si la luz de advertencia se enciende	
Revisar y apretar las abrazaderas de las mangueras del refrigerante	
Lubricar las correderas del asiento	

CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE	
Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 15W-40 Case Akcela N°1; Aceite Multigrado API CI-4
	SAE 20W-50 Aceite Multigrado API CI-4
Revisar el estado y la presión de los neumáticos	Delanteras a 379 kPa (55 psi); Traseras a 179 kPa (26 psi)
Inspeccionar, lubricar y limpiar el asiento	

CADA 50 HORAS	
Comprobar el nivel del depósito del refrigerante	Mezcla de agua y etilenglicol en partes iguales
Comprobar el nivel del depósito hidráulico	Case Akcela Hy-Tran Ultra

CADA 100 HORAS	
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	Case Akcela Hy-Tran Ultra
Comprobar el nivel de aceite del eje trasero	Case Akcela Hy-Tran Ultra
Revisar el estado y el par de apriete de los neumáticos	Delanteras a 251 Nm (185 lb-ft); Traseras a 305 Nm (225 lb-ft)
Limpieza el silenciador del supresor de chispas	

CADA 250 HORAS	
Comprobar el nivel de aceite del eje delantero y trasero	Case Akcela Hy-Tran Ultra
Comprobar el nivel de aceite en la transmisión	Case Akcela Hy-Tran Ultra
Limpiar el respiradero de los ejes delantero y trasero	
Revisar la tensión de la correa de ventilador/alternador o de aire acondicionado	

CADA 500 HORAS	
Verificar que los pares de apriete de los tornillos del techo de la cabina, estructura inferior, asiento del operador, cinturón de seguridad, sean los correctos	

CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO	
Limpiar el respiradero de la transmisión	
Limpiar los filtros de aire de la cabina	
Comprobar el nivel de agua destilada en las baterías	

**DRENAJE, ENGRASE, CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE	
Lubricar en los 7 puntos de engrase de la cargadora: Pivote del brazo de elevación, Articulación del cucharón, Cilindro de elevación (2 c/lado), Muñón del cilindro del cucharón, Articulación de vaciado, Extremo de la varilla del cilindro, Pivotes del cucharón	Grasa de molidisulfuro Case Akcela
Lubricar en los 19 puntos de engrase de la retroexcavadora: Extremo cerrado del cilindro del estabilizador, Pivote del aguilón, Muñón (2 c/lado), Extremo de la varilla del cilindro oscilante, Pivote oscilante superior, Pivote inferior, Desconexión del aguilón, Cilindro del cucharón, Cilindro de la pala, Cilindro del aguilón, Cilindro de la pala (extremo de la varilla), Pivote de la pala, Extremo cerrado del cilindro del aguilón, Extremo de la varilla del cilindro del cucharón, Articulación del cucharón, Pivote del cucharón, Articulaciones del cucharón, Pivote del cucharón (sin acoplador), Pala extensible (parte superior e inferior)	Grasa de molidisulfuro Case Akcela

<b>CADA 50 HORAS</b>	
Lubricar en los pasadores de traba del acoplador hidráulico	Grasa de molidisulfuro Case Akcela
Lubricar en los puntos de engrase del eje delantero: Pasadores principales, Pivote del eje delantero	Grasa de molidisulfuro Case Akcela
Lubricar las correderas de la extendexcavadora en ambos lados	Grasa de molidisulfuro Case Akcela
Drenar el agua del filtro principal de combustible	

<b>CADA 100 HORAS</b>	
Lubricar los pedales de giro o pedal de la pala extensible	Grasa de molidisulfuro Case Akcela

<b>CADA 250 HORAS</b>	
Lubricar las estrías de deslizamiento de la transmisión del eje delantero y trasero	Grasa de molidisulfuro Case Akcela
Drenar el agua del depósito del combustible	
Lubricar las juntas del compresor (Poner en marcha el aire acondicionado)	Grasa de molidisulfuro Case Akcela

<b>CADA 500 HORAS</b>			
Cambiar el aceite del motor	12 litros	SAE 15W-40 SAE 20W-50	Case Akcela N°1; Aceite Multigrado API CI-4 Aceite Multigrado API CI-4
Cambiar el filtro de aceite del motor		1 filtro	
Cambiar el filtro de combustible		1 filtro	

<b>CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO</b>			
Cambiar el aceite de la transmisión		14,4 litros	Case Akcela Hy Tran Ultra
Cambiar el aceite hidráulico		54,9 litros	Case Akcela Hy Tran Ultra
Cambiar el aceite del eje trasero	Cubeta central	14,2 litros	Case Akcela Hy Tran Ultra
	Cada rueda	2,1 litros	
Cambiar el aceite del eje delantero	Cubeta central	6,5 litros	Case Akcela Hy Tran Ultra
	Cada rueda	1 litro	
Cambiar filtros de aire del motor		2 filtros	
Cambiar filtro del sistema hidráulico		1 filtro	

Cambiar filtro de la transmisión	1 filtro
Chequear el juego de las válvulas del motor	

<b>CADA 2000 HORAS O CADA AÑO</b>	
Drenar, purgar y cambiar el refrigerante	18 litros
Cambiar el filtro de aire de la cabina	Mezcla de agua y etilenglicol en partes iguales

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO MINICARGADORA

**FABRICANTE:** Case  
**MODELO/AÑO:** 420/2008  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** MC-1

### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

SEGÚN SE REQUIERA	
Cambiar de filtros de combustible - Si el motor resulta difícil de arrancar o no tiene suficiente potencia	
Cambiar filtros de aire - Si la luz de advertencia se enciende o los filtros llevan un año en la máquina	

CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE	
Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 15W-40 Case Akcela N°1; SAE 20W-50 Aceite Multigrado API CI-4 O API CF-4
Comprobar el nivel de aceite del depósito hidráulico	Case Akcela Hy-Tran Ultra
Comprobar el nivel del depósito del refrigerante	Mezcla de agua y etilenglicol en partes iguales
Inspeccionar limpiar el refrigerador de aceite hidráulico	
Comprobar el bloqueo de los controles de dirección y de la cargadora	
Comprobar el funcionamiento de la barra de restricción del asiento y función de interbloqueo	
Probar el interruptor de presencia del operador	

CADA 250 HORAS	
Comprobar la tensión de la cadena de transmisión	Giro permisible de los neumáticos hasta 6 mm
Comprobar el nivel de aceite del depósito hidráulico	SAE 10W-30 Aceite para motor
Comprobación del nivel de fluido de la batería y limpieza de los bornes	
Revisión del líquido de la transmisión final	SAE 80W-90 Case 135H EP
Comprobar el nivel de aceite del depósito de la cadena	SAE 10W-30 Aceite para motor
Limpiar el silenciador de supresor de chispas	

**CADA 500 HORAS**

Inspeccionar la estructura protectora contra vuelcos (ROPS)	Delanteras a 251 Nm (185 lb-ft); Traseras a 305 Nm (225 lb-ft)
Inspeccionar la tensión de la correa del ventilador	Sagita entre 5 mm. Fuerza de 2,27 kg (5 lb)

**CADA 1000 HORAS**

Comprobar la holgura de las válvulas del motor
Inspeccionar, limpiar o sustituir el filtro de la cabina
Drenaje de agua y los sedimentos del depósito de combustible



**DRENAJE, ENGRASE, CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

<b>CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE</b>	
Lubricar el brazo de elevación de la cargadora, pivotes del cucharón y pasador de bloque del acoplador del accesorio Extremo de la varilla del cilindro del cucharón, Brazo de elevación del acoplador del accesorio, Pasador de bloqueo del acoplador del accesorio, Extremo de la varilla del cilindro de elevación, Extremo del cabezal del cilindro del cucharón, Brazo de elevación, Extremo del cabezal del cilindro de elevación de la cargadora	Grasa de molidispersión Case Akcela

<b>CADA 250 HORAS</b>		
Cambiar el aceite del motor	SAE 15W-40	Case Akcela N°1;
	SAE 20W-50	Aceite Multigrado API CI-4 O API CF-4
Cambiar el filtro de aceite del motor	1 filtro	
Lubricar la manilla de bloqueo del acoplador del accesorio	Grasa de molidispersión Case Akcela	
Drenar el agua del filtro de combustible		

<b>CADA 500 HORAS</b>		
Cambiar el aceite de la transmisión final	SAE 80W-90	Case 135H EP
Cambiar el filtro del aceite hidráulico	1 filtro	
Cambiar los filtros primario y secundario de combustible	2 filtros	

<b>CADA 1000 HORAS</b>		
Cambiar el aceite del depósito hidráulico	SAE 10W-30	Aceite para motor
Cambiar el aceite del depósito de las cadenas	5,7 litros c/lado	SAE 10W-30 Aceite para motor

<b>CADA 2000 HORAS</b>		
Drenar, purgar y cambiar el refrigerante	17 litros	Mezcla de agua y etilenglicol en partes iguales
Cambiar los filtros de aire primario y secundario del motor	2 filtros	

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTONIVELADORA

**FABRICANTE:** Caterpillar  
**MODELO/AÑO:** 120G/1968  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** MT-1

### LIMPIEZA, REVISIÓN, DRENAJE, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

SEGÚN SE REQUIERA	
Inspeccionar o reemplazar las puntas del desgarrador	Inspeccionar o reemplazar los dientes del escarificador
Reciclar las baterías	Inspeccionar o reemplazar el limpiaparabrisas
Reemplazar las correas auxiliares de la distribución	Llenar el depósito del lavaparabrisas
Comprobar, ajustar o reemplazar la rótula del cilindro de levantamiento de la hoja	Comprobar o ajustar el juego axial de la articulación de la rótula de la barra de tiro
Comprobar el acumulador del freno	Limpicar el núcleo del radiador
Ajuste de la cámara	Reemplazar el receptor-secador (Refrigerante)
Comprobar, ajustar o reemplazar la rótula del cilindro del desplazador del círculo	Inspeccionar o reemplazar la manguera de suministro del motor de la tracción en todas las ruedas
Comprobar o ajustar el espacio libre para el círculo	Reemplazar el cilindro del auxiliar de arranque con éter
Comprobar el nivel del aceite del mando del círculo	Reemplazar fusibles
Rearmar los disyuntores	Inspeccionar, ajustar o reemplazar la banda de desgaste de la vertedera
Limpiar el condensador del refrigerante	Inspeccionar el filtro de aceite
Inspeccionar o reemplazar las cuchillas y cantoneras	Limpiar el radiador
Llenar el sistema de combustible	Reemplazar el respiradero del cárter
Limpiar o reemplazar el elemento primario del filtro de aire del motor	Reemplazar el elemento secundario del filtro de aire del motor

<b>CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE</b>	
Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 15W-40   Cat DEO Multigrado; Aceite Multigrado API CJ-4
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión y el diferencial	SAE 30   Cat TDTO; TO-4 comercial
Comprobar el nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento	
Comprobar los frenos, indicadores y medidores	
Probar la alarma de retroceso	
Drenar el separador de agua del sistema de combustible	
Inspeccionar el cinturón de seguridad	

<b>CADA 100 HORAS O CADA DOS SEMANAS</b>	
Comprobar el nivel de aceite del sistema hidráulico	SAE 15W-40   HYDO Cat; DEO Cat; Cat TDTO
Comprobar el inflado de los neumáticos	
Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible	
Inspeccionar la correa auxiliar de distribución	Sagita entre 14 a 20 mm. Fuerza de 110 N (25 lb)
Limpiar o reemplazar el filtro de aire de la cabina	
Probar la dirección secundaria	

<b>CADA 500 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 MESES</b>	
Comprobar el nivel de aceite del grupo de engranajes	SAE 50   Cat TDTO
Comprobar el nivel de aceite del mando del tándem	SAE 50   Cat TDTO; TO-4 comercial
Comprobar el nivel de aceite del cojinete de las ruedas delanteras	SAE 50   Cat TDTO; TO-4 comercial
Probar el sistema de frenos	
Comprobar el interruptor de parada del motor	
Cebat el sistema de combustible	
Limpiar la tapa y colador del tanque de combustible	
Limpiar o reemplazar el respiradero del tándem	

<b>CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES</b>	
Comprobar el acumulador de amortiguación de la hoja	
Inspeccionar pernos flojos o dañados de la estructura ROPS	Par de apriete 800 (±)100 N.m (590 (±)74 lb-pie)

<b>CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO</b>	
Comprobar el juego de las válvulas del motor	

<b>CADA 2000 HORAS O CADA DOS AÑOS</b>	
Inspeccionar o reemplazar la batería o cable de batería	Inspeccionar las rotaválvulas del motor
Limpiar el condensador del refrigerante	Limpiar la bobina del evaporador y bobina del calentador
Limpiar o reemplazar la tapa de presión del sistema de enfriamiento	Limpiar el núcleo del radiador
Inspeccionar el amortiguador de vibraciones del cigüeñal	

**ENGRASE O CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

<b>CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE</b>	
Lubricar dientes del piñón del mando del círculo	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar parte superior del círculo	Grasa con un 5% de molibdeno

<b>CADA 100 HORAS DE SERVICIO O CADA DOS SEMANAS</b>	
Lubricar cojinetes de la articulación	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar cojinetes de oscilación del eje	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar la rótula del cilindro de levantamiento de la hoja	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar la rótula del cilindro del desplazador del círculo	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar y limpiar la barra de traba del desplazador del círculo	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar la rótula de la barra de tiro	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes del pivote de dirección	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes del cilindro del desgarrador	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar la rótula del eslabón del levantamiento del escarificador	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los tirantes y extremos de los cilindros de la dirección	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes de la barra de inclinación de las ruedas	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes de inclinación de las ruedas	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes del cilindro de inclinación de las ruedas	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar el dispositivo de levantamiento de la herramienta	Grasa con un 5% de molibdeno

<b>CADA 500 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 MESES</b>		
Cambiar el aceite del motor	14 litros	SAE 15W-40 Cat DEO Multigrado; Aceite Multigrado API CG-4
Cambiar el filtro de aceite del motor	1 filtro	
Cambiar el filtro de aceite de los controles del accesorio	1 filtro	
Cambiar el filtro de aceite del retorno del tanque hidráulico	1 filtro	
Reemplazar el primer filtro del sistema de combustible	1 filtro	
Reemplazar el segundo filtro del sistema de combustible	1 filtro	
Cambiar o limpiar el filtro de aceite y rejillas de la transmisión y del diferencial	1 filtro	

<b>CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES</b>		
Cambiar el aceite de la transmisión y del diferencial	62,5	SAE 30 Cat TDTO; TO-4 comercial

<b>CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO</b>		
Cambiar el filtro de aceite del sistema de tracción de todas las ruedas	62,5	SAE 50 Cat TDTO

<b>CADA 2000 HORAS O CADA AÑO</b>		
Cambiar el aceite del sistema hidráulico	64 litros	SAE 15W-40 HYDO Cat; DEO Cat; Cat TDTO

<b>CADA 2000 HORAS O CADA DOS AÑOS</b>		
Cambiar el aceite del mando del círculo	7 litros	SAE 90 Cat GO; Aceite comercial para engranajes GL-5 de API
Cambiar el aceite del grupo de engranajes del sistema de tracción a todas las ruedas	7 litros cada lado	SAE 50 Cat TDTO
Cambiar el aceite del mando del tandem	59 litros	SAE 50 Cat TDTO; TO-4 comercial
Cambiar el aceite del cojinete de las ruedas delanteras	0,5 litros cada lado	SAE 50 Cat TDTO; TO-4 comercial

<b>CADA 3000 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 AÑOS</b>		
Cambiar el termostato del agua del sistema de enfriamiento		

<b>CADA 3 AÑOS DESDE LA FECHA DE INSTALACIÓN O CADA 5 AÑOS DESDE SU FABRICACIÓN</b>	
Reemplazar el cinturón de seguridad	
<b>CADA 6000 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 AÑOS</b>	
Añadir prolongador de refrigerante de larga duración	0,95 litros de ELC
<b>CADA 12000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 AÑOS</b>	
Cambiar el refrigerante de larga duración del sistema de enfriamiento	
<b>TOMA DE MUESTRAS</b>	
Cada 250 horas de servicio	Muestra del refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 1)
	Muestra del aceite del motor
	Muestra del aceite del grupo de engranajes (sistema de tracción en todas las ruedas)
Cada 500 horas de servicio	Muestra del aceite del mando del tándem
	Muestra del aceite de la transmisión y el diferencial
	Muestra del aceite de los cojinetes de las ruedas delanteras
	Muestra del aceite del sistema hidráulico
Cada año	Muestra del refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 2)

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTONIVELADORA

**FABRICANTE:** Caterpillar  
**MODELO/AÑO:** 120M/2011  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** MT-2

### LIMPIEZA, REVISIÓN, DRENAJE, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

SEGÚN SE REQUIERA	
Inspeccionar o reemplazar las puntas del desgarrador	Inspeccionar o reemplazar los dientes del escarificador
Reciclar las baterías	Inspeccionar o reemplazar el limpiaparabrisas
Reemplazar las correas auxiliares de la distribución	Llenar el depósito del lavaparabrisas
Comprobar, ajustar o reemplazar la rótula del cilindro de levantamiento de la hoja	Comprobar o ajustar el juego axial de la articulación de la rótula de la barra de tiro
Comprobar el acumulador del freno	Limpipar el núcleo del radiador
Ajuste de la cámara	Reemplazar el receptor-secador (Refrigerante)
Comprobar, ajustar o reemplazar la rótula del cilindro del desplazador del círculo	Inspeccionar o reemplazar la manguera de suministro del motor de la tracción en todas las ruedas
Comprobar o ajustar el espacio libre para el círculo	Reemplazar el cilindro del auxiliar de arranque con éter
Comprobar el nivel del aceite del mando del círculo	Reemplazar fusibles
Rearmar los disyuntores	Inspeccionar, ajustar o reemplazar la banda de desgaste de la vertedera
Limpilar el condensador del refrigerante	Inspeccionar el filtro de aceite
Inspeccionar o reemplazar las cuchillas y cantoneras	Limpilar el radiador
Llenar el sistema de combustible	Reemplazar el respiradero del cárter
Limpilar o reemplazar el elemento primario del filtro de aire del motor	Reemplazar el elemento secundario del filtro de aire del motor

### CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 15W-40	Cat DEO Multigrado; Aceite Multigrado API CJ-4
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión y el diferencial	SAE 30	Cat TDTO; TO-4 comercial
Comprobar el nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento		

Comprobar los frenos, indicadores y medidores	
Probar la alarma de retroceso	
Drenar el separador de agua del sistema de combustible	
Inspeccionar el cinturón de seguridad	

CADA 100 HORAS O CADA DOS SEMANAS	
Comprobar el nivel de aceite del sistema hidráulico	SAE 15W-40 HYDO Cat; DEO Cat; Cat TDTO
Comprobar el inflado de los neumáticos	
Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible	
Inspeccionar la correa auxiliar de distribución	Sagita entre 14 a 20 mm. Fuerza de 110 N (25 lb)
Limpiar o reemplazar el filtro de aire de la cabina	
Probar la dirección secundaria	

CADA 500 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 MESES	
Comprobar el nivel de aceite del grupo de engranajes	SAE 50 Cat TDTO
Comprobar el nivel de aceite del mando del tándem	SAE 50 Cat TDTO; TO-4 comercial
Comprobar el nivel de aceite del cojinete de las ruedas delanteras	SAE 50 Cat TDTO; TO-4 comercial
Probar el sistema de frenos	
Comprobar el interruptor de parada del motor	
Cebar el sistema de combustible	
Limpiar la tapa y colador del tanque de combustible	
Limpiar o reemplazar el respiradero del tándem	

CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES	
Comprobar el acumulador de amortiguación de la hoja	
Inspeccionar pernos flojos o dañados de la estructura ROPS	Par de apriete 800 (±)100 N.m (590 (±)74 lb-pie)

CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO	
Comprobar el juego de las válvulas del motor	



<b>CADA 2000 HORAS O CADA DOS AÑOS</b>	
Inspeccionar o reemplazar la batería o cable de batería	
Limpiar el condensador del refrigerante	
Limpiar o reemplazar la tapa de presión del sistema de enfriamiento	
Inspeccionar el amortiguador de vibraciones del cigüeñal	
Inspeccionar las rotaválvulas del motor	
Limpiar la bobina del evaporador y bobina del calentador	
Limpiar el núcleo del radiador	

<b>PRIMERAS 100 HORAS</b>	
Limpiar o reemplazar el filtro de aceite y rejillas de la transmisión y del diferencial	

<b>PRIMERAS 500 HORAS O AL PRIMER CAMBIO DE ACEITE</b>	
Inspeccionar o reemplazar la batería o cable de batería	
Comprobar el juego de las válvulas del motor	
Obtener muestra del refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 2)	

<b>PRIMERAS 500 HORAS</b>	
Comprobar o ajustar la luz de las válvulas del motor	
Obtener muestra del refrigerante del sistema de enfriamiento	

**ENGRASE O CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

<b>CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE</b>	
Lubricar dientes del piñón del mando del círculo	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar parte superior del círculo	Grasa con un 5% de molibdeno

<b>CADA 100 HORAS DE SERVICIO O CADA DOS SEMANAS</b>	
Lubricar cojinetes de la articulación	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar cojinetes de oscilación del eje	Grasa con un 5% de molibdeno

Lubricar la rótula del cilindro de levantamiento de la hoja	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar la rótula del cilindro del desplazador del círculo	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar y limpiar la barra de traba del desplazador del círculo	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar la rótula de la barra de tiro	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes del pivote de dirección	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes del cilindro del desgarrador	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar la rótula del eslabón del levantamiento del escarificador	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los tirantes y extremos de los cilindros de la dirección	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes de la barra de inclinación de las ruedas	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes de inclinación de las ruedas	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes del cilindro de inclinación de las ruedas	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar el dispositivo de levantamiento de la herramienta	Grasa con un 5% de molibdeno

**CADA 500 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 MESES**

Cambiar el aceite del motor	14 litros	SAE 15W-40	Cat DEO Multigrado; Aceite Multigrado API CG-4
Cambiar el filtro de aceite del motor		1 filtro	
Cambiar el filtro de aceite de los controles del accesorio		1 filtro	
Cambiar el filtro de aceite del retorno del tanque hidráulico		1 filtro	
Reemplazar el primer filtro del sistema de combustible		1 filtro	
Reemplazar el segundo filtro del sistema de combustible		1 filtro	
Cambiar o limpiar el filtro de aceite y rejillas de la transmisión y del diferencial		1 filtro	

**CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES**

Cambiar el aceite de la transmisión y del diferencial	62,5	SAE 30	Cat TDTO; TO-4 comercial
---	------	--------	--------------------------

**CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO**

Cambiar el filtro de aceite del sistema de tracción de todas las ruedas	62,5	SAE 50	Cat TDTO
---	------	--------	----------

CADA 2000 HORAS O CADA AÑO		
Cambiar el aceite del sistema hidráulico	64 litros	SAE 15W-40 HYDO Cat; DEO Cat; Cat TDTO

CADA 2000 HORAS O CADA DOS AÑOS		
Cambiar el aceite del mando del círculo	7 litros	SAE 90 Cat GO; Aceite comercial para engranajes GL-5 de API
Cambiar el aceite del grupo de engranajes del sistema de tracción a todas las ruedas	7 litros cada lado	SAE 50 Cat TDTO
Cambiar el aceite del mando del tándem	59 litros	SAE 50 Cat TDTO; TO-4 comercial
Cambiar el aceite del cojinete de las ruedas delanteras	0,5 litros cada lado	SAE 50 Cat TDTO; TO-4 comercial

CADA 3000 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 AÑOS		
Cambiar el termostato del agua del sistema de enfriamiento		

CADA 3 AÑOS DESDE LA FECHA DE INSTALACIÓN O CADA 5 AÑOS DESDE SU FABRICACIÓN		
Reemplazar el cinturón de seguridad		

CADA 6000 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 AÑOS		
Añadir prolongador de refrigerante de larga duración		0,95 litros de ELC

CADA 12000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 AÑOS		
Cambiar el refrigerante de larga duración del sistema de enfriamiento		

TOMA DE MUESTRAS		
Cada 250 horas de servicio	Muestra del refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 1)	
	Muestra del aceite del motor	
	Muestra del aceite del grupo de engranajes (sistema de tracción en todas las ruedas)	
	Muestra del aceite del mando del tándem	
	Muestra del aceite de la transmisión y el diferencial	
Cada 500 horas de servicio	Muestra del aceite de los cojinetes de las ruedas delanteras	
	Muestra del aceite del sistema hidráulico	
Cada año	Muestra del refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 2)	

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOTONIVELADORA

**FABRICANTE:** Champion  
**MODELO/AÑO:** 720/1983  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** MT-3

### LIMPIEZA, REVISIÓN, DRENAJE, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

SEGÚN SE REQUIERA	
Inspeccionar o reemplazar las puntas del desgarrador	Inspeccionar o reemplazar los dientes del escarificador
Reciclar las baterías	Inspeccionar o reemplazar el limpiaparabrisas
Reemplazar las correas auxiliares de la distribución	Llenar el depósito del lavaparabrisas
Comprobar, ajustar o reemplazar la rótula del cilindro de levantamiento de la hoja	Comprobar o ajustar el juego axial de la articulación de la rótula de la barra de tiro
Comprobar el acumulador del freno	Limpipar el núcleo del radiador
Ajuste de la cámara	Reemplazar el receptor-secador (Refrigerante)
Comprobar, ajustar o reemplazar la rótula del cilindro del desplazador del círculo	Inspeccionar o reemplazar la manguera de suministro del motor de la tracción en todas las ruedas
Comprobar o ajustar el espacio libre para el círculo	Reemplazar el cilindro del auxiliar de arranque con éter
Comprobar el nivel del aceite del mando del círculo	Reemplazar fusibles
Rearmar los disyuntores	Inspeccionar, ajustar o reemplazar la banda de desgaste de la vertedera
Limpilar el condensador del refrigerante	Inspeccionar el filtro de aceite
Inspeccionar o reemplazar las cuchillas y cantoneras	Limpilar el radiador
Llenar el sistema de combustible	Reemplazar el respiradero del cárter
Limpilar o reemplazar el elemento primario del filtro de aire del motor	Reemplazar el elemento secundario del filtro de aire del motor

### CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 15W-40	Cat DEO Multigrado; Aceite Multigrado API CJ-4
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión y el diferencial	SAE 30	Cat TDTO; TO-4 comercial
Comprobar el nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento		

Comprobar los frenos, indicadores y medidores
Probar la alarma de retroceso
Drenar el separador de agua del sistema de combustible
Inspeccionar el cinturón de seguridad

CADA 100 HORAS O CADA DOS SEMANAS	
Comprobar el nivel de aceite del sistema hidráulico	SAE 15W-40 HYDO Cat; DEO Cat; Cat TDTO
Comprobar el inflado de los neumáticos	
Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible	
Inspeccionar la correa auxiliar de distribución	Sagita entre 14 a 20 mm. Fuerza de 110 N (25 lb)
Limpiar o reemplazar el filtro de aire de la cabina	
Probar la dirección secundaria	

CADA 500 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 MESES	
Comprobar el nivel de aceite del grupo de engranajes	SAE 50 Cat TDTO
Comprobar el nivel de aceite del mando del tándem	SAE 50 Cat TDTO; TO-4 comercial
Comprobar el nivel de aceite del cojinete de las ruedas delanteras	SAE 50 Cat TDTO; TO-4 comercial
Probar el sistema de frenos	
Comprobar el interruptor de parada del motor	
Cebear el sistema de combustible	
Limpiar la tapa y colador del tanque de combustible	
Limpiar o reemplazar el respiradero del tándem	

CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES	
Comprobar el acumulador de amortiguación de la hoja	
Inspeccionar pernos flojos o dañados de la estructura ROPS	Par de apriete 800 (±)100 N.m (590 (±)74 lb-pie)

CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO	
Comprobar el juego de las válvulas del motor	

CADA 2000 HORAS O CADA DOS AÑOS	
---------------------------------	--

Inspeccionar o reemplazar la batería o cable de batería
Limpiar el condensador del refrigerante
Limpiar o reemplazar la tapa de presión del sistema de enfriamiento
Inspeccionar el amortiguador de vibraciones del cigüeñal
Inspeccionar las rotaválvulas del motor
Limpiar la bobina del evaporador y bobina del calentador
Limpiar el núcleo del radiador

**PRIMERAS 100 HORAS**

Limpiar o reemplazar el filtro de aceite y rejillas de la transmisión y del diferencial
---

**PRIMERAS 500 HORAS O AL PRIMER CAMBIO DE ACEITE**

Inspeccionar o reemplazar la batería o cable de batería
Comprobar el juego de las válvulas del motor
Obtener muestra del refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 2)

**PRIMERAS 500 HORAS**

Comprobar o ajustar la luz de las válvulas del motor
Obtener muestra del refrigerante del sistema de enfriamiento

**ENGRASE O CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

**CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE**

Lubricar dientes del piñón del mando del círculo	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar parte superior del círculo	Grasa con un 5% de molibdeno

**CADA 100 HORAS DE SERVICIO O CADA DOS SEMANAS**

Lubricar cojinetes de la articulación	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar cojinetes de oscilación del eje	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar la rótula del cilindro de levantamiento de la hoja	Grasa con un 5% de molibdeno

Lubricar la rótula del cilindro del desplazador del círculo	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar y limpiar la barra de traba del desplazador del círculo	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar la rótula de la barra de tiro	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes del pivote de dirección	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes del cilindro del desgarrador	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar la rótula del eslabón del levantamiento del escarificador	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los tirantes y extremos de los cilindros de la dirección	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes de la barra de inclinación de las ruedas	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes de inclinación de las ruedas	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar los cojinetes del cilindro de inclinación de las ruedas	Grasa con un 5% de molibdeno
Lubricar el dispositivo de levantamiento de la herramienta	Grasa con un 5% de molibdeno

**CADA 500 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 MESES**

Cambiar el aceite del motor	14 litros	SAE 15W-40 [Cat DEO Multigrado; Aceite Multigrado API CG-4
Cambiar el filtro de aceite del motor		1 filtro
Cambiar el filtro de aceite de los controles del accesorio		1 filtro
Cambiar el filtro de aceite del retorno del tanque hidráulico		1 filtro
Reemplazar el primer filtro del sistema de combustible		1 filtro
Reemplazar el segundo filtro del sistema de combustible		1 filtro
Cambiar o limpiar el filtro de aceite y rejillas de la transmisión y del diferencial		1 filtro

**CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES**

Cambiar el aceite de la transmisión y del diferencial	62,5	SAE 30 [Cat TDTO; TO-4 comercial
---	------	----------------------------------

**CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO**

Cambiar el filtro de aceite del sistema de tracción de todas las ruedas	62,5	SAE 50 [Cat TDTO
---	------	------------------

**CADA 2000 HORAS O CADA AÑO**

Cambiar el aceite del sistema hidráulico	64 litros	SAE 15W-40 [HYDO Cat; DEO Cat; Cat TDTO
--	-----------	---

<b>CADA 2000 HORAS O CADA DOS AÑOS</b>			
Cambiar el aceite del mando del círculo	7 litros	SAE 90	Cat GO; Aceite comercial para engranajes GL-5 de API
Cambiar el aceite del grupo de engranajes del sistema de tracción a todas las ruedas	7 litros cada lado	SAE 50	Cat TDTO
Cambiar el aceite del mando del tándem	59 litros	SAE 50	Cat TDTO; TO-4 comercial
Cambiar el aceite del cojinete de las ruedas delanteras	0,5 litros cada lado	SAE 50	Cat TDTO; TO-4 comercial

<b>CADA 3000 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 AÑOS</b>
Cambiar el termostato del agua del sistema de enfriamiento

<b>CADA 3 AÑOS DESDE LA FECHA DE INSTALACIÓN O CADA 5 AÑOS DESDE SU FABRICACIÓN</b>
Reemplazar el cinturón de seguridad

<b>CADA 6000 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 AÑOS</b>	
Añadir prolongador de refrigerante de larga duración	0,95 litros de ELC

<b>CADA 12000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 AÑOS</b>
Cambiar el refrigerante de larga duración del sistema de enfriamiento

<b>TOMA DE MUESTRAS</b>	
Cada 250 horas de servicio	Muestra del refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 1)
	Muestra del aceite del motor
	Muestra del aceite del grupo de engranajes (sistema de tracción en todas las ruedas)
	Muestra del aceite del mando del tándem
	Muestra del aceite de la transmisión y el diferencial
	Muestra del aceite de los cojinetes de las ruedas delanteras
	Muestra del aceite del sistema hidráulico
Cada año	Muestra del refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 2)



## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### PLATAFORMA

**FABRICANTE:** Kenworth

**MODELO/AÑO:** K100

**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** PT-1

#### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

Cada 12000 km	
Inspeccionar operación del limpiaparabrisas	Inspeccionar la válvula de retención del tanque de aire
Inspeccionar la condición de las plumas	Revisar la operación de los frenos de resorte
Inspeccionar las bocinas y espejos	Inspeccionar daños físicos externos (faros, rejilla del radiador, loderas)
Revisar asientos, alfombras, paneles, forros, tablero, cubiertas	Revisar el montaje del tanque de combustible
Drenar el agua de los tanques de aire	Revisar el sistema de escape-condición y pernos de montaje
Revisar el nivel de refrigerante	Revisar los componentes de la dirección
Revisar las juntas y canales del eje de la dirección	Revisar el marco del chasis, rajaduras o quebraduras
Revisar el nivel de lubricante del cubo delantero	Inspeccionar los respiraderos del eje trasero
Revisar fugas de refrigerante, aceite de motor, aceite hidráulico, ejes	Revisar desgaste o rajaduras en las manqueras de frenos
Verificar los seguros del vástago y tapas de la válvula de las ruedas	Inspeccionar el acoplamiento del tándem
Verificar rajaduras de los tacos de la rueda	Verificar presión de la llanta y banda de rodamiento
Inspección del ajuste del juego longitudinal del cojinete de la rueda del eje de dirección	
<b>De 16000 a 24000 km</b>	
Revisar el nivel del líquido del depósito de la dirección hidráulica	ATF Dexron II
Revisar el nivel del líquido de la transmisión	Aceite sintético para transmisiones SAE 50
Revisar el nivel del líquido del eje trasero	Aceite sintético para transmisiones SAE 50
Revisar el nivel del aceite del motor	

Cada 24000 km	
Inpeccionar la operación del freno del embrague	Revisar los componentes de la suspensión trasera
Inspeccionar el recorrido del pedal del embrague	revisar las barras de torsión de la dirección
Inspeccionar si el bidro tiene rajaduras o astillas	Revisar soldaduras y soportes de la suspensión
Revisar asientos, alfombras, paneles, forrs, tablero, cubiertas	Revisar resortes, suspensores y bielas de suspensión
Revisar ajuste y condición de la correa de tracción	Revisar balancines, bujes desgastados, soportes y resortes hidráulicos
Inspeccionar las ayudas de arranque en frío	Revisar los conectores de aire de la suspensión
Verificar el apagado de emergencia	Revisar el nivel del lubricante del eje trasero
Sistema del giro del motor, cables conexiones flojas, sujetadores de retención rotos, desgastados	
Sistema de carga/alternador, cables conexiones flojas, sujetadores de retención rotos, desgastados	
Inspeccionar brazo pitman, varilla de dirección, brazos de dirección, brazos de barra de acoplamiento, brazos de torque	
Revisar los pasadores de resorte, las hojas del muelle	

Cada 96 000 km	
Verificar el torque del afianzador del chasis	Inspeccionar la condición exterior del radiador
Verificar los montajes de la suspensión de aire de la cabina	Inspeccionar acumulación de contaminantes en el depurador de aire
Verificar los soportes de la carrocería	Revisar los pernos de montaje del depurador de aire
Verificar la presión de aire de los frenos	Revisar la operación del depurador de aire
Inspeccionar el montaje del radiador	Revisar el montaje del compresor de aire acondicionado
Revisar el refuerzo del ventilador	Inspeccionar la condición del amortiguador de vibración
Revisar el ensamble del ventilador y polea intermedia	Revisar los soportes de la transmisión y el motor
Revisar fugas en la bomba de agua o juego	Revisar las líneas de transmisión, juntas en U y horquillas deslizantes
Revisar el cojinetes central de la línea de transmisión	Revisar el mecanismo de embrague
Inspeccionar cerraduras de retención, bloque y pivote delantero del cofre	

Cada 192 000 km	
Reemplazar el filtro de agua	
Drenar y abastecer el refrigerante del motor	

**DRENAJE, ENGRASE, CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

De 24000 km	
Lubricar los extremos de la barra de acoplamiento	Grasa sintética con aditivos especiales
Lubricar árbol de levas del freno delantero	Grasa sintética con aditivos especiales
Lubricar la varilla de la dirección	Grasa sintética con aditivos especiales
Lubricar las juntas en U de la dirección	Grasa sintética con aditivos especiales
Lubricar la junta deslizante de la dirección	Grasa sintética con aditivos especiales
Lubricar el pedal del freno	Grasa sintética con aditivos especiales
Lubricar los árboles de levas del freno trasero	Grasa sintética con aditivos especiales
Vaciar, enjugar y reabastecer líquido en el eje trasero	Lubricante sintético
Lubricar árboles de levas del freno trasero	Grasa sintética con aditivos especiales
Lubricar la quinta rueda	
Lubricar los pasadores de resorte	Grasa sintética con aditivos especiales
Lubricar ajustadores de tensión delantero y trasero	Grasa sintética con aditivos especiales
Lubricar clavijas maestras	Grasa sintética con aditivos especiales
Cambiar el aceite del motor	Grasa sintética con aditivos especiales
Lubricar el pasador de gémela del resorte	Grasa sintética con aditivos especiales
Lubricar el mecanismo del embrague	Grasa sintética con aditivos especiales
Lubricar el cojinete de liberación del embrague	Conectores de grasa extendida
Lubricar el eje transversal del embrague	Conectores de grasa extendida

Cada 96000 km	
Cambiar el líquido de la dirección hidráulica	
Cambiar el filtro de la dirección hidráulica	1 filtro
Vaciar y reabastecer el líquido de la transmisión	Lubricante sintético

Cada 160 000 km	
Lubricar los cojinetes de la rueda trasera	
Lubricar los cojinetes de la rueda delantera	
Lubricar el burlete de la puerta	
Lubricar los cilindros de bloqueo	
Lubricar las bisagras de la puerta	
Lubricar la placa del percutar y cerraduras de la puerta	

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### RODILLO

**FABRICANTE:** Ammann  
**MODELO/AÑO:** ASC 100/2010  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** RD-1

#### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

SEGÚN SE REQUIERA
Limpiar o reemplazar el cartucho filtrante de aire de combustión
Reajustar los rascadores
Reajustar el freno de estacionamiento
Cambiar los neumáticos
Cambiar el filtro de aire fresco de la cabina

#### CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 15W-40 SAE 20W-50	Aceite Multigrado API CG-4/CH-4, ACEA E3-96/E5-02
Comprobar el nivel de aceite hidráulico	Aceite hidráulico ISO, HV 46	
Comprobar el separador de agua		
Comprobar el separador previo de polvo		
Comprobar la reserva de combustible		

#### CADA 250 HORAS

Comprobar la presión de inflado de los neumáticos	Presión según especificación de fabricante	
Comprobar el nivel de aceite en el eje de accionamiento	SAE 90	Aceite Monogrado API GL5
Comprobar el nivel de aceite en los cubos de las ruedas	SAE 90	Aceite Monogrado API GL5
Comprobar el nivel de aceite en el cojinete de vibración	SAE 15W-40	Aceite de motor
Limpiar las aletas refrigerantes del radiador del motor y del radiador del aceite hidráulico		

<b>CADA 500 HORAS</b>	
Comprobar el nivel de agua destilada en las baterías y usar grasa para sus polos	
Limpiar, revisar el sistema de aire acondicionado	
Revisar la tensión de la correa trapezoidal del compresor frigorífico	Sagita entre 10 y 15 mm

<b>CADA 1000 HORAS</b>	
Comprobar la fijación del eje en el bastidor	
Comprobar el par de apriete de las ruedas	
Revisar o cambiar la correa trapezoidal de la distribución	
Comprobar fijaciones del motor diesel	
Comprobar la estructura antivuelco (ROPS)	
Limpiar el filtro de aire en baño de aceite	

<b>CADA 3000 HORAS</b>	
Comprobar las válvulas de inyección	

**DRENAJE, ENGRASE O CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

<b>CADA 500 HORAS</b>		
Cambiar el aceite del motor	10 litros	SAE 15W-40 SAE 20W-50 Aceite Multigrado API CG-4/CH-4, ACEA E3-96/E5-02
Cambiar el filtro de aceite del motor		1 filtro
Cambiar el filtro de combustible		1 filtro
Cambiar el filtro previo del combustible		1 filtro
Drenar el agua del depósito del combustible		

<b>CADA 1000 HORAS DE SERVICIO</b>		
Regular las válvulas del motor		Espacio de las válvulas de admisión 0,30 mm Espacio de las válvulas de escape 0,50 mm
Cambiar el aceite de los cubos de las ruedas	1,9 litros c/lado	SAE 90 Aceite Monogrado API GL5
Cambiar el aceite del eje de accionamiento	9,5 litros	SAE 90 Aceite Monogrado API GL5
Cambiar el aceite en el cojinete de vibración	0,8 litros	SAE 15W-40 Aceite de motor

<b>CADA 2000 HORAS O CADA DOS AÑOS</b>	
Drenar, purgar y cambiar el refrigerante	Mezcla de agua y etilenglicol en partes iguales
Cambiar el filtro del aceite hidráulico y de ventilación	1 filtro
Reparar el sistema hidráulico	

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### RODILLO

**FABRICANTE:** Bomag  
**MODELO/AÑO:** BW210/1980  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** RD-2

#### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

SEGÚN SE REQUIERA
Limpiar o reemplazar el cartucho filtrante de aire de combustión
Reajustar los rascadores
Reajustar el freno de estacionamiento
Cambiar los neumáticos
Cambiar el filtro de aire fresco de la cabina

#### CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 15W-40	Aceite Multigrado API CG-4/CH-4, ACEA E3-96/E5-02
	SAE 20W-50	
Comprobar el nivel de aceite hidráulico	Aceite hidráulico ISO, HV 46	
Comprobar el separador de agua		
Comprobar el separador previo de polvo		
Comprobar la reserva de combustible		

#### CADA 250 HORAS

Comprobar la presión de inflado de los neumáticos	Presión según especificación de fabricante	
Comprobar el nivel de aceite en el eje de accionamiento	SAE 90	Aceite Monogrado API GL5
Comprobar el nivel de aceite en los cubos de las ruedas	SAE 90	Aceite Monogrado API GL5
Comprobar el nivel de aceite en el cojinete de vibración	SAE 15W-40	Aceite de motor
Limpiar las aletas refrigerantes del radiador del motor y del radiador del aceite hidráulico		

<b>CADA 500 HORAS</b>	
Comprobar el nivel de agua destilada en las baterías y usar grasa para sus polos	
Limpiar, revisar el sistema de aire acondicionado	
Revisar la tensión de la correa trapezoidal del compresor frigorífico	Sagita entre 10 y 15 mm

<b>CADA 1000 HORAS</b>	
Comprobar la fijación del eje en el bastidor	Par de apriete en los pernos: 710 Nm (524 lb.ft)
Comprobar el par de apriete de las ruedas	Par de apriete en las tuercas: 550 Nm (405 lb.ft)
Revisar o cambiar la correa trapezoidal de la distribución	
Comprobar fijaciones del motor diesel	
Comprobar la estructura antivuelco (ROPS)	
Limpiar el filtro de aire en baño de aceite	

<b>CADA 3000 HORAS</b>	
Comprobar las válvulas de inyección	

**DRENAJE, ENGRASE O CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

<b>CADA 500 HORAS</b>		
Cambiar el aceite del motor	10 litros	SAE 15W-40 SAE 20W-50 Aceite Multigrado API CG-4/CH-4, ACEA E3-96/E5-02
Cambiar el filtro de aceite del motor		1 filtro
Cambiar el filtro de combustible		1 filtro
Cambiar el filtro previo del combustible		1 filtro
Drenar el agua del depósito del combustible		

<b>CADA 1000 HORAS DE SERVICIO</b>		
Regular las válvulas del motor		Espacio de las válvulas de admisión 0,30 mm Espacio de las válvulas de escape 0,50 mm
Cambiar el aceite de los cubos de las ruedas	1,9 litros c/lado	SAE 90 Aceite Monogrado API GL5
Cambiar el aceite del eje de accionamiento	9,5 litros	SAE 90 Aceite Monogrado API GL5
Cambiar el aceite en el cojinete de vibración	0,8 litros	SAE 15W-40 Aceite de motor



<b>CADA 2000 HORAS O CADA DOS AÑOS</b>	
Drenar, purgar y cambiar el refrigerante	Mezcla de agua y etilenglicol en partes iguales
Cambiar el filtro del aceite hidráulico y de ventilación	1 filtro
Reparar el sistema hidráulico	

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO RETROEXCAVADORA

**FABRICANTE:** Case  
**MODELO/AÑO:** 590SM/2008  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** RE-1

### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

SEGÚN SE REQUIERA	
Comprobar el nivel de depósito del lavaparabrisas	
Cambiar filtros de aire - Si la luz de advertencia se enciende	
Cambiar filtro de aceite hidráulico - Si la luz de advertencia se enciende	
Revisar y apretar las abrazaderas de las mangueras del refrigerante	
Lubricar las correderas del asiento	

### CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 15W-40	Case Akcela N°1; Aceite Multigrado API CI-4
	SAE 20W-50	Aceite Multigrado API CI-4
Revisar el estado y la presión de los neumáticos	Delanteras a 379 kPa (55 psi); Traseras a 179 kPa (26 psi)	
Inspeccionar, lubricar y limpiar el asiento		

### CADA 50 HORAS

Comprobar el nivel del depósito del refrigerante	Mezcla de agua y etilenglicol en partes iguales
Comprobar el nivel del depósito hidráulico	Case Akcela Hy-Tran Ultra

### CADA 100 HORAS

Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	Case Akcela Hy-Tran Ultra
Comprobar el nivel de aceite del eje trasero	Case Akcela Hy-Tran Ultra
Revisar el estado y el par de apriete de los neumáticos	Delanteras a 251 Nm (185 lb-ft); Traseras a 305 Nm (225 lb-ft)
Limpieza del silenciador del supresor de chispas	

CADA 250 HORAS	
Comprobar el nivel de aceite del eje delantero y trasero	Case Akcela Hy-Tran Ultra
Comprobar el nivel de aceite en la transmisión	Case Akcela Hy-Tran Ultra
Limpiar el respiradero de los ejes delantero y trasero	
Revisar la tensión de la correa de ventilador/alternador o de aire acondicionado	

CADA 500 HORAS	
Verificar que los pares de apriete de los tornillos del techo de la cabina, estructura inferior, asiento del operador, cinturón de seguridad, sean los correctos	

CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO	
Limpiar el respiradero de la transmisión	
Limpiar los filtros de aire de la cabina	
Comprobar el nivel de agua destilada en las baterías	

**DRENAJE, ENGRASE, CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

CADA 10 HORAS O DIARIAMENTE	
Lubricar en los 7 puntos de engrase de la cargadora: Pivote del brazo de elevación, Articulación del cucharón, Cilindro de elevación (2 c/lado), Muñón del cilindro del cucharón, Articulación de vaciado, Extremo de la varilla del cilindro, Pivotes del cucharón	Grasa de molidisulfuro Case Akcela
Lubricar en los 19 puntos de engrase de la retroexcavadora: Extremo cerrado del cilindro del estabilizador, Pivote del aguilón, Muñón (2 c/lado), Extremo de la varilla del cilindro oscilante, Pivote oscilante superior, Pivote oscilante inferior, Desconexión del aguilón, Cilindro del cucharón, Cilindro de la pala, Cilindro del aguilón, Cilindro de la pala (extremo de la varilla), Pivote de la pala, Extremo cerrado del cilindro del aguilón, Extremo de la varilla del cilindro del cucharón, Articulación del cucharón, Pivote del cucharón, Articulaciones del cucharón, Pivote del cucharón (sin acoplador), Pala extensible (parte superior e inferior)	Grasa de molidisulfuro Case Akcela

CADA 50 HORAS	
Lubricar en los pasadores de traba del acoplador hidráulico	Grasa de molidisulfuro Case Akcela
Lubricar en los puntos de engrase del eje delantero: Pasadores principales, Pivote del eje delantero	Grasa de molidisulfuro Case Akcela
Lubricar las correderas de la extendexcavadora en ambos lados	Grasa de molidisulfuro Case Akcela
Drenar el agua del filtro principal de combustible	

CADA 100 HORAS	
Lubricar los pedales de giro o pedal de la pala extensible	Grasa de molidisulfuro Case Akcela

CADA 250 HORAS	
Lubricar las estrías de deslizamiento de la transmisión del eje delantero y trasero	Grasa de molidisulfuro Case Akcela
Drenar el agua del depósito del combustible	
Lubricar las juntas del compresor (Poner en marcha el aire acondicionado)	Grasa de molidisulfuro Case Akcela

CADA 500 HORAS		
Cambiar el aceite del motor	12 litros	SAE 15W-40 Case Akcela N°1; Aceite Multigrado API CI-4
Cambiar el filtro de aceite del motor		SAE 20W-50 Aceite Multigrado API CI-4
Cambiar el filtro de combustible		1 filtro
		1 filtro

CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO		
Cambiar el aceite de la transmisión	14,4 litros	Case Akcela Hy Tran Ultra
Cambiar el aceite hidráulico	54,9 litros	Case Akcela Hy Tran Ultra
Cambiar el aceite del eje trasero	Cubeta central	Case Akcela Hy Tran Ultra
	Cada rueda	
Cambiar el aceite del eje delantero	Cubeta central	Case Akcela Hy Tran Ultra
	Cada rueda	
Cambiar filtros de aire del motor		2 filtros
Cambiar filtro del sistema hidráulico		1 filtro
Cambiar filtro de la transmisión		1 filtro
Chequear el juego de las válvulas del motor		

CADA 2000 HORAS O CADA AÑO		
Drenar, purgar y cambiar el refrigerante	18 litros	Mezcla de agua y etilenglicol en partes iguales
Cambiar el filtro de aire de la cabina		

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO VOLQUETA

**FABRICANTE:** Chevrolet  
**MODELO/AÑO:** Súper FVR/2011  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** VQ-1

### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

CADA DÍA O CAMBIO DE TURNO	
Banda del ventilador floja o dañada, deflexión de 6 a 7 mm	Encendido, destello, manchas o daños en las luces
Comprobar el nivel del líquido del parabrasis	Nivel del líquido de la batería
Comprobar el nivel de aceite del motor	Condensación en el tanque de aire (drenado de agua)
Comprobar el nivel del refrigerante del motor	Comprobar el nivel del líquido del embrague
Comprobar el nivel de líquido de la dirección hidráulica	Daños en los muelles de hojas
Comprobar funcionamiento de medidores, indicadores, luces de advertencia/indicadoras	Fugas de aceite, refrigerante, combustible, líquido de frenos o líquido de dirección hidráulica
Verificar la capacidad de arranque del motor, ruido y color anormales de las emisiones del escape	Profundidad de la vanda de rodadura
Verificar el juego libre del pedal de freno, entre 10 y 18 mm	Funcionamiento del sistema de embrague
Sonido del escape proveniente de la válvula de freno	Posición y juego libre de la dirección
Aumento en la presión de aire	Funcionamiento del claxon y de las luces de señal de viraje
Carrera de la palanca del freno de estacionamiento	Nivel de combustible
Luz de advertencia del separador de agua (filtro de combustible)	Funcionamiento de los bloqueos de las puertas
Presión de aire de los neumáticos 725 kPa	Estado del montaje de las ruedas de disco
Grietas y otros daños de los neumáticos	Efectividad de los frenos
Desgaste anormal de los neumáticos	Comprobación del motor a bajas velocidades y durante la aceleración
Estado del rociador del líquido del lavaparabrasis y eficacia del limpiaparabrasis	
CADA 3 MESES O CADA 10000 km	
Comprobar la carrera y juego libre del pedal de embrague	Juego entre 40 y 60 mm

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 30	Shell Rimula, Castrol Tecton, Caltex/Cheron Delo Gold
Comprobar el nivel de aceite del diferencial del eje trasero	SAE 90	Aceite para transmisiones API GL-5
Comprobar par de apriete de las tuercas de las ruedas	Entre 550 a 600 N.m	
Comprobar el nivel del líquido de la dirección hidráulica	Isuzu Besco ATF II, Shell Donax TG, Castrol TQ, BP Autran DXIII, Caltex/Texaco Texamatic 1888 (TODAS DEXRON III)	
Inspeccionar desgaste de la balata de freno	Espacio libre entre el tambor y la balata dentro de 1,3 mm	
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	SAE 90	Aceite para transmisiones API GL-5
Inspeccionar el arranque del motor y ruido anormal		
Inspeccionar la velocidad de marcha mínima y aceleración		
Inspeccionar el elemento filtrante de aire		
Inspeccionar la contaminación en el aceite		
Limpiar el colador del tanque de combustible		
Inspeccionar el tanque de combustible interior		
Inspeccionar la conexión y junta del turbocargador al ducto de aire		
Comprobar el líquido de embrague		
Comprobar el funcionamiento del sistema de embrague		
Inspeccionar la cubierta de escape del reforzador del embrague		
Comprobar el funcionamiento del tapón del radiador		
Inspeccionar daños en la banda del ventilador		
Inspeccionar aflojamiento o montaje incorrecto del tubo de escape		
Comprobar aflojamiento del mecanismo de control de engranajes		
Inspeccionar objetos extraños en las ruedas		
Inspeccionar daños en el muelle de hojas		
Inspeccionar daños en las ruedas de disco		
Comprobar flojamiento del montaje del sistema de la dirección hidráulica		
Inspeccionar desgaste o daños del tambor del freno		
Revisar la manguera de freno		
Revisar fugas, daños, conexiones sueltas en las mangueras o los tubos del freno		
Comprobar la carrera de la varilla de la cámara del freno		
Inspeccionar partes de hule de la cámara de freno		
Comprobar aflojamiento del montaje del sistema del freno de estacionamiento		

Inspeccionar varilla o cables dañados o mal conectados del sistema de frenos
Comprobar el funcionamiento del sistema de la válvula de control del freno de estacionamiento
Inspeccionar la carrera de la varilla de la cámara de freno
Comprobar el funcionamiento del generador
Revisar daños o conexiones sueltas de las terminales del arnés de cableado

<b>CADA 9 MESES O CADA 30000 km</b>
Comprobar aflojamiento o daños en el montaje del muelle de hojas
Inspeccionar desalineación de los muelles de hojas
Inspeccionar fugas de aceite o daños en los amortiguadores
Comprobar aflojamiento en el montaje de los amortiguadores
Inspeccionar daños, aflojamiento, juego excesivo de las juntas del volante de la dirección
Inspeccionar la gravedad específica del líquido de la batería
Comprobar el funcionamiento del motor de arranque

<b>CADA AÑO O CADA 50000 km</b>
Comprobar el funcionamiento de la cámara de freno
Comprobar el funcionamiento de las válvulas del freno y del relevador
Inspeccionar el expansor del freno
Comprobar el funcionamiento de la cámara de freno

<b>CADA 15 MESES O CADA 50000 km</b>
Inspeccionar el par de apriete de múltiples de admisión y escape
Inspeccionar y ajustar la holgura de la válvula
Inspeccionar la presión de inyección de combustible y patrón de aspersión
Comprobar la sincronización de inyección de combustible
Inspeccionar el funcionamiento del compresor de aire, regulador y válvula de descarga
Comprobar la presión de compresión de cada cilindro
Inspeccionar el funcionamiento del mecanismo de control de los engranajes de transferencia
Comprobar las juntas de la flecha propulsora flojas
Inspeccionar desgaste de las juntas universales y estrías de la flecha propulsora

Inspeccionar aflojamiento en los cojinetes de la flecha propulsora y partes relacionadas
Inspeccionar daños o deformación en la carga del eje trasero y eje delantero
Inspeccionar suspensión dispereja debido a la fatiga del muelle de hojas
Comprobar el apriete de las tuercas y tornillos U del muelle de hojas
Limpia el filtro del líquido de la dirección hidráulica
Inspeccionar aflojamiento en los cojinetes de la masa de la rueda trasera y delantera
Inspeccionar la holgura entre el mango y el eje delantero
Inspeccionar la alineación de las ruedas
Comprobar el ángulo de viraje de la dirección
Inspeccionar holgura entre el pivote de la dirección y el cojinete
Revisar el funcionamiento del sistema de inclinación d ela cabina
Revisar el desgaste de los cepillos del motor de arranque

**CADA DOS AÑOS**

Inspeccionar el circuito de enfriamiento y radiador
---

**CADA TRES AÑOS**

Revisión general del expansor del freno
---

**DRENAJE, ENGRASE, CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

<b>CADA 6 MESES O CADA 20000 km</b>		
Cambiar el aceite del motor	19,5 litros	SAE 30 Shell Rimula, Castrol Tecton, Caltex/Cheron Delo Gold
Cambiar los filtros de aceite del motor (parcial y principal)	1 filtro	

<b>CADA 9 MESES O CADA 30000 km</b>	
Reemplazar el filtro de combustible	1 filtro

**CADA AÑO**

Cambiar el separador de aceite del motor
Reemplazar partes de hule del cilindro de rueda



<b>CADA 15 MESES O CADA 50000 km</b>		
Reemplazar el líquido del embrague	Isuzu Genuine Besco brake fluid super, AC Delco Supreme 11 Grado DOT 3	
Cambiar el líquido de la dirección hidráulica	3 litros	Isuzu Besco ATF II, Shell Donax TG, Castrol TQ, BP Autran DXIII, Caltex/Texaco Texamatic 1888 (TODAS DEXRON III)
Cambiar el aceite del diferencial del eje trasero	14 litros	SAE 90
Cambiar el aceite de la transmisión	7,2 litros	SAE 90
Reemplazar la grasa para cojinetes de la masa de rueda delantera y trasera	Shell retinax LX2(No2), Besco L-2 (No2) L-3 (No3), Exxon Mobilgrease XHP 222/223 (No2) (No3), Caltex/Texaco Starplex-2 (No2)	
Cambiar el elemento filtrante de aire	1 filtro	

<b>CADA DOS AÑOS</b>	
Reemplazar el refrigerante del motor	Realizar la mezcla en cantidades iguales de agua y refrigerante
Reemplazar la manguera del freno	
Reemplazar las partes de hule de la cámara de freno	
Reemplazar las partes de hule de la válvula del freno, válvula del relevador, válvula del freno de estacionamiento, válvula de liberación rápida, válvula reductora, válvula unidireccional doble, válvula de protección múltiple, AIR MASTER, válvula de control de remolque y válvula dosificadora sensible a la	

<b>CADA TRES AÑOS</b>	
Reemplazar la bolsa de la cámara del freno	

<b>CADA CUATRO AÑOS</b>	
Reemplazar las piezas y empaquetaduras de hule del reforzador del embrague	

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO VOLQUETA

**FABRICANTE:** Chevrolet  
**MODELO/AÑO:** FVR/2007  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** VQ-2

### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

CADA DÍA O CAMBIO DE TURNO	
Banda del ventilador floja o dañada, deflexión de 6 a 7 mm	Encendido, destello, manchas o daños en las luces
Comprobar el nivel del líquido del parabrasis	Nivel del líquido de la batería
Comprobar el nivel de aceite del motor	Condensación en el tanque de aire (drenado de agua)
Comprobar el nivel del refrigerante del motor	Comprobar el nivel del líquido del embrague
Comprobar el nivel de líquido de la dirección hidráulica	Daños en los muelles de hojas
Comprobar funcionamiento de medidores, indicadores, luces de advertencia/indicadoras	Fugas de aceite, refrigerante, combustible, líquido de frenos o líquido de dirección hidráulica
Verificar la capacidad de arranque del motor, ruido y color anormales de las emisiones del escape	Profundidad de la vanda de rodadura
Verificar el juego libre del pedal de freno, entre 10 y 18 mm	Funcionamiento del sistema de embrague
Sonido del escape proveniente de la válvula de freno	Posición y juego libre de la dirección
Aumento en la presión de aire	Funcionamiento del claxon y de las luces de señal de viraje
Carrera de la palanca del freno de estacionamiento	Nivel de combustible
Luz de advertencia del separador de agua (filtro de combustible)	Funcionamiento de los bloqueos de las puertas
Presión de aire de los neumáticos 725 kPa	Estado del montaje de las ruedas de disco
Grietas y otros daños de los neumáticos	Efectividad de los frenos
Desgaste anormal de los neumáticos	Comprobación del motor a bajas velocidades y durante la aceleración
Estado del rociador del líquido del lavaparabrasis y eficacia del limpiaparabrasis	

CADA 3 MESES O CADA 10000 km	
Comprobar la carrera y juego libre del pedal de embrague	Juego entre 40 y 60 mm

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 30	Shell Rimula, Castrol Tecton, Caltex/Cheron Delo Gold
Comprobar el nivel de aceite del diferencial del eje trasero	SAE 90	Aceite para transmisiones API GL-5
Comprobar par de apriete de las tuercas de las ruedas	Entre 550 a 600 N.m	
Comprobar el nivel del líquido de la dirección hidráulica	Isuzu Besco ATF II, Shell Donax TG, Castrol TQ, BP Autran DXIII, Caltex/Texaco Texamatic 1888 (TODAS DEXRON III)	
Inspeccionar desgaste de la balata de freno	Espacio libre entre el tambor y la balata dentro de 1,3 mm	
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	SAE 90	Aceite para transmisiones API GL-5
Inspeccionar el arranque del motor y ruido anormal		
Inspeccionar la velocidad de marcha mínima y aceleración		
Inspeccionar el elemento filtrante de aire		
Inspeccionar la contaminación en el aceite		
Limpiar el colador del tanque de combustible		
Inspeccionar el tanque de combustible interior		
Inspeccionar la conexión y junta del turbocargador al ducto de aire		
Comprobar el líquido de embrague		
Comprobar el funcionamiento del sistema de embrague		
Inspeccionar la cubierta de escape del reforzador del embrague		
Comprobar el funcionamiento del tapón del radiador		
Inspeccionar daños en la banda del ventilador		
Inspeccionar aflojamiento o montaje incorrecto del tubo de escape		
Comprobar aflojamiento del mecanismo de control de engranajes		
Inspeccionar objetos extraños en las ruedas		
Inspeccionar daños en el muelle de hojas		
Inspeccionar daños en las ruedas de disco		
Comprobar flojamiento del montaje del sistema de la dirección hidráulica		
Inspeccionar desgaste o daños del tambor del freno		
Revisar la manguera de freno		
Revisar fugas, daños, conexiones sueltas en las mangueras o los tubos del freno		
Comprobar la carrera de la varilla de la cámara del freno		
Inspeccionar partes de hule de la cámara de freno		
Comprobar aflojamiento del montaje del sistema del freno de estacionamiento		

Inspeccionar varilla o cables dañados o mal conectados del sistema de frenos
Comprobar el funcionamiento del sistema de la válvula de control del freno de estacionamiento
Inspeccionar la carrera de la varilla de la cámara de freno
Comprobar el funcionamiento del generador
Revisar daños o conexiones sueltas de las terminales del arnés de cableado
<b>CADA 9 MESES O CADA 30000 km</b>
Comprobar aflojamiento o daños en el montaje del muelle de hojas
Inspeccionar desalineación de los muelles de hojas
Inspeccionar fugas de aceite o daños en los amortiguadores
Comprobar aflojamiento en el montaje de los amortiguadores
Inspeccionar daños, aflojamiento, juego excesivo de las juntas del volante de la dirección
Inspeccionar la gravedad específica del líquido de la batería
Comprobar el funcionamiento del motor de arranque
<b>CADA AÑO O CADA 50000 km</b>
Comprobar el funcionamiento de la cámara de freno
Comprobar el funcionamiento de las válvulas del freno y del relevador
Inspeccionar el expansor del freno
Comprobar el funcionamiento de la cámara de freno
<b>CADA 15 MESES O CADA 50000 km</b>
Inspeccionar el par de apriete de múltiples de admisión y escape
Inspeccionar y ajustar la holgura de la válvula
Inspeccionar la presión de inyección de combustible y patrón de aspersión
Comprobar la sincronización de inyección de combustible
Inspeccionar el funcionamiento del compresor de aire, regulador y válvula de descarga
Comprobar la presión de compresión de cada cilindro
Inspeccionar el funcionamiento del mecanismo de control de los engranajes de transferencia
Comprobar las juntas de la flecha propulsora flojas
Inspeccionar desgaste de las juntas universales y estrías de la flecha propulsora

Inspeccionar aflojamiento en los cojinetes de la flecha propulsora y partes relacionadas
Inspeccionar daños o deformación en la carga del eje trasero y eje delantero
Inspeccionar suspensión dispereja debido a la fatiga del muelle de hojas
Comprobar el apriete de las tuercas y tornillos U del muelle de hojas
Limpia el filtro del líquido de la dirección hidráulica
Inspeccionar aflojamiento en los cojinetes de la masa de la rueda trasera y delantera
Inspeccionar la holgura entre el mango y el eje delantero
Inspeccionar la alineación de las ruedas
Comprobar el ángulo de viraje de la dirección
Inspeccionar holgura entre el pivote de la dirección y el cojinete
Revisar el funcionamiento del sistema de inclinación d ela cabina
Revisar el desgaste de los cepillos del motor de arranque

**CADA DOS AÑOS**

Inspeccionar el circuito de enfriamiento y radiador
---

**CADA TRES AÑOS**

Revisión general del expansor del freno
---

**DRENAJE, ENGRASE, CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

<b>CADA 6 MESES O CADA 20000 km</b>		
Cambiar el aceite del motor	19,5 litros	SAE 30 Shell Rimula, Castrol Tecton, Caltex/Cheron Delo Gold
Cambiar los filtros de aceite del motor (parcial y principal)	1 filtro	

<b>CADA 9 MESES O CADA 30000 km</b>	
Reemplazar el filtro de combustible	1 filtro

**CADA AÑO**

Cambiar el separador de aceite del motor
Reemplazar partes de hule del cilindro de rueda

<b>CADA 15 MESES O CADA 50000 km</b>		
Reemplazar el líquido del embrague	Isuzu Genuine Besco brake fluid super, AC Delco Supreme 11 Grado DOT 3	
Cambiar el líquido de la dirección hidráulica	3 litros	Isuzu Besco ATF II, Shell Donax TG, Castrol TQ, BP Autran DXIII, Caltex/Texaco Texamatic 1888 (TODAS DEXRON III)
Cambiar el aceite del diferencial del eje trasero	14 litros	SAE 90
Cambiar el aceite de la transmisión	7,2 litros	SAE 90
Reemplazar la grasa para cojinetes de la masa de rueda delantera y trasera	Shell retinax LX2(No2), Besco L-2 (No2) L-3 (No3), Exxon Mobilgrease XHP 222/223 (No2) (No3), Caltex/Texaco Starplex-2 (No2)	
Cambiar el elemento filtrante de aire	1 filtro	

<b>CADA DOS AÑOS</b>	
Reemplazar el refrigerante del motor	Realizar la mezcla en cantidades iguales de agua y refrigerante
Reemplazar la manguera del freno	
Reemplazar las partes de hule de la cámara de freno	
Reemplazar las partes de hule de la válvula del freno, válvula del relevador, válvula del freno de estacionamiento, válvula de liberación rápida, válvula reductora, válvula unidireccional doble, válvula de protección múltiple, AIR MASTER, válvula de control de remolque y válvula dosificadora sensible a la	

<b>CADA TRES AÑOS</b>	
Reemplazar la bolsa de la cámara del freno	

<b>CADA CUATRO AÑOS</b>	
Reemplazar las piezas y empaquetaduras de hule del reforzador del embrague	

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO VOLQUETA

**FABRICANTE:** Chevrolet  
**MODELO/AÑO:** FVR/2007  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** VQ-3

### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

CADA DÍA O CAMBIO DE TURNO	
Banda del ventilador floja o dañada, deflexión de 6 a 7 mm	Encendido, destello, manchas o daños en las luces
Comprobar el nivel del líquido del parabrasis	Nivel del líquido de la batería
Comprobar el nivel de aceite del motor	Condensación en el tanque de aire (drenado de agua)
Comprobar el nivel del refrigerante del motor	Comprobar el nivel del líquido del embrague
Comprobar el nivel de líquido de la dirección hidráulica	Daños en los muelles de hojas
Comprobar funcionamiento de medidores, indicadores, luces de advertencia/indicadoras	Fugas de aceite, refrigerante, combustible, líquido de frenos o líquido de dirección hidráulica
Verificar la capacidad de arranque del motor, ruido y color anormales de las emisiones del escape	Profundidad de la vanda de rodadura
Verificar el juego libre del pedal de freno, entre 10 y 18 mm	Funcionamiento del sistema de embrague
Sonido del escape proveniente de la válvula de freno	Posición y juego libre de la dirección
Aumento en la presión de aire	Funcionamiento del claxon y de las luces de señal de viraje
Carrera de la palanca del freno de estacionamiento	Nivel de combustible
Luz de advertencia del separador de agua (filtro de combustible)	Funcionamiento de los bloqueos de las puertas
Presión de aire de los neumáticos 725 kPa	Estado del montaje de las ruedas de disco
Grietas y otros daños de los neumáticos	Efectividad de los frenos
Desgaste anormal de los neumáticos	Comprobación del motor a bajas velocidades y durante la aceleración
Estado del rociador del líquido del lavaparabrasis y eficacia del limpiaparabrasis	
CADA 3 MESES O CADA 10000 km	
Comprobar la carrera y juego libre del pedal de embrague	Juego entre 40 y 60 mm

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 30	Shell Rimula, Castrol Tecton, Caltex/Cheron Delo Gold
Comprobar el nivel de aceite del diferencial del eje trasero	SAE 90	Aceite para transmisiones API GL-5
Comprobar par de apriete de las tuercas de las ruedas	Entre 550 a 600 N.m	
Comprobar el nivel del líquido de la dirección hidráulica	Isuzu Besco ATF II, Shell Donax TG, Castrol TQ, BP Autran DXIII, Caltex/Texaco Texamatic 1888 (TODAS DEXRON III)	
Inspeccionar desgaste de la balata de freno	Espacio libre entre el tambor y la balata dentro de 1,3 mm	
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	SAE 90	Aceite para transmisiones API GL-5
Inspeccionar el arranque del motor y ruido anormal		
Inspeccionar la velocidad de marcha mínima y aceleración		
Inspeccionar el elemento filtrante de aire		
Inspeccionar la contaminación en el aceite		
Limpia el colador del tanque de combustible		
Inspeccionar el tanque de combustible interior		
Inspeccionar la conexión y junta del turbocargador al ducto de aire		
Comprobar el líquido de embrague		
Comprobar el funcionamiento del sistema de embrague		
Inspeccionar la cubierta de escape del reforzador del embrague		
Comprobar el funcionamiento del tapón del radiador		
Inspeccionar daños en la banda del ventilador		
Inspeccionar aflojamiento o montaje incorrecto del tubo de escape		
Comprobar aflojamiento del mecanismo de control de engranajes		
Inspeccionar objetos extraños en las ruedas		
Inspeccionar daños en el muelle de hojas		
Inspeccionar daños en las ruedas de disco		
Comprobar flojamiento del montaje del sistema de la dirección hidráulica		
Inspeccionar desgaste o daños del tambor del freno		
Revisar la manguera de freno		
Revisar fugas, daños, conexiones sueltas en las mangueras o los tubos del freno		
Comprobar la carrera de la varilla de la cámara del freno		
Inspeccionar partes de hule de la cámara de freno		
Comprobar aflojamiento del montaje del sistema del freno de estacionamiento		



Inspeccionar varilla o cables dañados o mal conectados del sistema de frenos
Comprobar el funcionamiento del sistema de la válvula de control del freno de estacionamiento
Inspeccionar la carrera de la varilla de la cámara de freno
Comprobar el funcionamiento del generador
Revisar daños o conexiones sueltas de las terminales del arnés de cableado
<b>CADA 9 MESES O CADA 30000 km</b>
Comprobar aflojamiento o daños en el montaje del muelle de hojas
Inspeccionar desalineación de los muelles de hojas
Inspeccionar fugas de aceite o daños en los amortiguadores
Comprobar aflojamiento en el montaje de los amortiguadores
Inspeccionar daños, aflojamiento, juego excesivo de las juntas del volante de la dirección
Inspeccionar la gravedad específica del líquido de la batería
Comprobar el funcionamiento del motor de arranque
<b>CADA AÑO O CADA 50000 km</b>
Comprobar el funcionamiento de la cámara de freno
Comprobar el funcionamiento de las válvulas del freno y del relevador
Inspeccionar el expansor del freno
Comprobar el funcionamiento de la cámara de freno
<b>CADA 15 MESES O CADA 50000 km</b>
Inspeccionar el par de apriete de múltiples de admisión y escape
Inspeccionar y ajustar la holgura de la válvula
Inspeccionar la presión de inyección de combustible y patrón de aspersión
Comprobar la sincronización de inyección de combustible
Inspeccionar el funcionamiento del compresor de aire, regulador y válvula de descarga
Comprobar la presión de compresión de cada cilindro
Inspeccionar el funcionamiento del mecanismo de control de los engranajes de transferencia
Comprobar las juntas de la flecha propulsora flojas
Inspeccionar desgaste de las juntas universales y estrías de la flecha propulsora

Inspeccionar aflojamiento en los cojinetes de la flecha propulsora y partes relacionadas
Inspeccionar daños o deformación en la carga del eje trasero y eje delantero
Inspeccionar suspensión dispereja debido a la fatiga del muelle de hojas
Comprobar el apriete de las tuercas y tornillos U del muelle de hojas
Limpiar el filtro del líquido de la dirección hidráulica
Inspeccionar aflojamiento en los cojinetes de la masa de la rueda trasera y delantera
Inspeccionar la holgura entre el mango y el eje delantero
Inspeccionar la alineación de las ruedas
Comprobar el ángulo de viraje de la dirección
Inspeccionar holgura entre el pivote de la dirección y el cojinete
Revisar el funcionamiento del sistema de inclinación d ela cabina
Revisar el desgaste de los cepillos del motor de arranque

**CADA DOS AÑOS**

Inspeccionar el circuito de enfriamiento y radiador
---

**CADA TRES AÑOS**

Revisión general del expansor del freno
---

**DRENAJE, ENGRASE, CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

<b>CADA 6 MESES O CADA 20000 km</b>		
Cambiar el aceite del motor	19,5 litros	SAE 30 Shell Rimula, Castrol Tecton, Caltex/Cheron Delo Gold
Cambiar los filtros de aceite del motor (parcial y principal)	1 filtro	

<b>CADA 9 MESES O CADA 30000 km</b>	
Reemplazar el filtro de combustible	1 filtro

**CADA AÑO**

Cambiar el separador de aceite del motor
Reemplazar partes de hule del cilindro de rueda

<b>CADA 15 MESES O CADA 50000 km</b>		
Reemplazar el líquido del embrague	Isuzu Genuine Besco brake fluid super, AC Delco Supreme 11 Grado DOT 3	
Cambiar el líquido de la dirección hidráulica	3 litros	- Isuzu Besco ATF II, Shell Donax TG, Castrol TQ, BP Autran DXIII, Caltex/Texaco Texamatic 1888 (TODAS DEXRON III)
Cambiar el aceite del diferencial del eje trasero	14 litros	SAE 90 Aceite para transmisiones API GL-5
Cambiar el aceite de la transmisión	7,2 litros	SAE 90 Aceite para transmisiones API GL-5
Reemplazar la grasa para cojinetes de la masa de rueda delantera y trasera	Shell retinax LX2(No2), Besco L-2 (No2) L-3 (No3), Exxon Mobilgrease XHP 222/223 (No2) (No3), Caltex/Texaco Starplex-2 (No2)	
Cambiar el elemento filtrante de aire	1 filtro	

<b>CADA DOS AÑOS</b>	
Reemplazar el refrigerante del motor	Realizar la mezcla en cantidades iguales de agua y refrigerante
Reemplazar la manguera del freno	
Reemplazar las partes de hule de la cámara de freno	
Reemplazar las partes de hule de la válvula del freno, válvula del relevador, válvula del freno de estacionamiento, válvula de liberación rápida, válvula reductora, válvula unidireccional doble, válvula de protección múltiple, AIR MASTER, válvula de control de remolque y válvula dosificadora sensible a la	

<b>CADA TRES AÑOS</b>	
Reemplazar la bolsa de la cámara del freno	

<b>CADA CUATRO AÑOS</b>	
Reemplazar las piezas y empaquetaduras de hule del reforzador del embrague	

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO VOLQUETA

**FABRICANTE:** Chevrolet  
**MODELO/AÑO:** FVR/2007  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** VQ-4

### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

CADA DÍA O CAMBIO DE TURNO	
Banda del ventilador floja o dañada, deflexión de 6 a 7 mm	Encendido, destello, manchas o daños en las luces
Comprobar el nivel del líquido del parabrasis	Nivel del líquido de la batería
Comprobar el nivel de aceite del motor	Condensación en el tanque de aire (drenado de agua)
Comprobar el nivel del refrigerante del motor	Comprobar el nivel del líquido del embrague
Comprobar el nivel de líquido de la dirección hidráulica	Daños en los muelles de hojas
Comprobar funcionamiento de medidores, indicadores, luces de advertencia/indicadoras	Fugas de aceite, refrigerante, combustible, líquido de frenos o líquido de dirección hidráulica
Verificar la capacidad de arranque del motor, ruido y color anormales de las emisiones del escape	Profundidad de la vanda de rodadura
Verificar el juego libre del pedal de freno, entre 10 y 18 mm	Funcionamiento del sistema de embrague
Sonido del escape proveniente de la válvula de freno	Posición y juego libre de la dirección
Aumento en la presión de aire	Funcionamiento del claxon y de las luces de señal de viraje
Carrera de la palanca del freno de estacionamiento	Nivel de combustible
Luz de advertencia del separador de agua (filtro de combustible)	Funcionamiento de los bloqueos de las puertas
Presión de aire de los neumáticos 725 kPa	Estado del montaje de las ruedas de disco
Grietas y otros daños de los neumáticos	Efectividad de los frenos
Desgaste anormal de los neumáticos	Comprobación del motor a bajas velocidades y durante la aceleración
Estado del rociador del líquido del lavaparabrasis y eficacia del limpiaparabrasis	

CADA 3 MESES O CADA 10000 km	
Comprobar la carrera y juego libre del pedal de embrague	Juego entre 40 y 60 mm

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 30	Shell Rimula, Castrol Tecton, Caltex/Cheron Delo Gold
Comprobar el nivel de aceite del diferencial del eje trasero	SAE 90	Aceite para transmisiones API GL-5
Comprobar par de apriete de las tuercas de las ruedas	Entre 550 a 600 N.m	
Comprobar el nivel del líquido de la dirección hidráulica	Isuzu Besco ATF II, Shell Donax TG, Castrol TQ, BP Autran DXIII, Caltex/Texaco Texamatic 1888 (TODAS DEXRON III)	
Inspeccionar desgaste de la balata de freno	Espacio libre entre el tambor y la balata dentro de 1,3 mm	
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	SAE 90	Aceite para transmisiones API GL-5
Inspeccionar el arranque del motor y ruido anormal		
Inspeccionar la velocidad de marcha mínima y aceleración		
Inspeccionar el elemento filtrante de aire		
Inspeccionar la contaminación en el aceite		
Limpiar el colador del tanque de combustible		
Inspeccionar el tanque de combustible interior		
Inspeccionar la conexión y junta del turbocargador al ducto de aire		
Comprobar el líquido de embrague		
Comprobar el funcionamiento del sistema de embrague		
Inspeccionar la cubierta de escape del reforzador del embrague		
Comprobar el funcionamiento del tapón del radiador		
Inspeccionar daños en la banda del ventilador		
Inspeccionar aflojamiento o montaje incorrecto del tubo de escape		
Comprobar aflojamiento del mecanismo de control de engranajes		
Inspeccionar objetos extraños en las ruedas		
Inspeccionar daños en el muelle de hojas		
Inspeccionar daños en las ruedas de disco		
Comprobar flojamiento del montaje del sistema de la dirección hidráulica		
Inspeccionar desgaste o daños del tambor del freno		
Revisar la manguera de freno		
Revisar fugas, daños, conexiones sueltas en las mangueras o los tubos del freno		
Comprobar la carrera de la varilla de la cámara del freno		
Inspeccionar partes de hule de la cámara de freno		
Comprobar aflojamiento del montaje del sistema del freno de estacionamiento		

Inspeccionar varilla o cables dañados o mal conectados del sistema de frenos
Comprobar el funcionamiento del sistema de la válvula de control del freno de estacionamiento
Inspeccionar la carrera de la varilla de la cámara de freno
Comprobar el funcionamiento del generador
Revisar daños o conexiones sueltas de las terminales del arnés de cableado
<b>CADA 9 MESES O CADA 30000 km</b>
Comprobar aflojamiento o daños en el montaje del muelle de hojas
Inspeccionar desalineación de los muelles de hojas
Inspeccionar fugas de aceite o daños en los amortiguadores
Comprobar aflojamiento en el montaje de los amortiguadores
Inspeccionar daños, aflojamiento, juego excesivo de las juntas del volante de la dirección
Inspeccionar la gravedad específica del líquido de la batería
Comprobar el funcionamiento del motor de arranque
<b>CADA AÑO O CADA 50000 km</b>
Comprobar el funcionamiento de la cámara de freno
Comprobar el funcionamiento de las válvulas del freno y del relevador
Inspeccionar el expansor del freno
Comprobar el funcionamiento de la cámara de freno
<b>CADA 15 MESES O CADA 50000 km</b>
Inspeccionar el par de apriete de múltiples de admisión y escape
Inspeccionar y ajustar la holgura de la válvula
Inspeccionar la presión de inyección de combustible y patrón de aspersión
Comprobar la sincronización de inyección de combustible
Inspeccionar el funcionamiento del compresor de aire, regulador y válvula de descarga
Comprobar la presión de compresión de cada cilindro
Inspeccionar el funcionamiento del mecanismo de control de los engranajes de transferencia
Comprobar las juntas de la flecha propulsora flojas
Inspeccionar desgaste de las juntas universales y estrías de la flecha propulsora

Inspeccionar aflojamiento en los cojinetes de la flecha propulsora y partes relacionadas
Inspeccionar daños o deformación en la carga del eje trasero y eje delantero
Inspeccionar suspensión dispereja debido a la fatiga del muelle de hojas
Comprobar el apriete de las tuercas y tornillos U del muelle de hojas
Limpia el filtro del líquido de la dirección hidráulica
Inspeccionar aflojamiento en los cojinetes de la masa de la rueda trasera y delantera
Inspeccionar la holgura entre el mango y el eje delantero
Inspeccionar la alineación de las ruedas
Comprobar el ángulo de viraje de la dirección
Inspeccionar holgura entre el pivote de la dirección y el cojinete
Revisar el funcionamiento del sistema de inclinación d ela cabina
Revisar el desgaste de los cepillos del motor de arranque

**CADA DOS AÑOS**

Inspeccionar el circuito de enfriamiento y radiador
---

**CADA TRES AÑOS**

Revisión general del expansor del freno
---

**DRENAJE, ENGRASE, CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

<b>CADA 6 MESES O CADA 20000 km</b>		
Cambiar el aceite del motor	19,5 litros	SAE 30 Shell Rimula, Castrol Tecton, Caltex/Cheron Delo Gold
Cambiar los filtros de aceite del motor (parcial y principal)	1 filtro	

<b>CADA 9 MESES O CADA 30000 km</b>	
Reemplazar el filtro de combustible	1 filtro

**CADA AÑO**

Cambiar el separador de aceite del motor
Reemplazar partes de hule del cilindro de rueda

<b>CADA 15 MESES O CADA 50000 km</b>		
Reemplazar el líquido del embrague	Isuzu Genuine Besco brake fluid super, AC Delco Supreme 11 Grado DOT 3	
Cambiar el líquido de la dirección hidráulica	3 litros	- Isuzu Besco ATF II, Shell Donax TG, Castrol TQ, BP Autran DXIII, Caltex/Texaco Texamatic 1888 (TODAS DEXRON III)
Cambiar el aceite del diferencial del eje trasero	14 litros	SAE 90 Aceite para transmisiones API GL-5
Cambiar el aceite de la transmisión	7,2 litros	SAE 90 Aceite para transmisiones API GL-5
Reemplazar la grasa para cojinetes de la masa de rueda delantera y trasera	Shell retinax LX2(No2), Besco L-2 (No2) L-3 (No3), Exxon Mobilgrease XHP 222/223 (No2) (No3), Caltex/Texaco Starplex-2 (No2)	
Cambiar el elemento filtrante de aire	1 filtro	

<b>CADA DOS AÑOS</b>	
Reemplazar el refrigerante del motor	Realizar la mezcla en cantidades iguales de agua y refrigerante
Reemplazar la manguera del freno	
Reemplazar las partes de hule de la cámara de freno	
Reemplazar las partes de hule de la válvula del freno, válvula del relevador, válvula del freno de estacionamiento, válvula de liberación rápida, válvula reductora, válvula unidireccional doble, válvula de protección múltiple, AIR MASTER, válvula de control de remolque y válvula dosificadora sensible a la	

<b>CADA TRES AÑOS</b>	
Reemplazar la bolsa de la cámara del freno	

<b>CADA CUATRO AÑOS</b>	
Reemplazar las piezas y empaquetaduras de hule del reforzador del embrague	



## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO VOLQUETA

**FABRICANTE:** Chevrolet  
**MODELO/AÑO:** FVR/2008  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** VQ-5

### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

CADA DÍA O CAMBIO DE TURNO	
Banda del ventilador floja o dañada, deflexión de 6 a 7 mm	Encendido, destello, manchas o daños en las luces
Comprobar el nivel del líquido del parabrasis	Nivel del líquido de la batería
Comprobar el nivel de aceite del motor	Condensación en el tanque de aire (drenado de agua)
Comprobar el nivel del refrigerante del motor	Comprobar el nivel del líquido del embrague
Comprobar el nivel de líquido de la dirección hidráulica	Daños en los muelles de hojas
Comprobar funcionamiento de medidores, indicadores, luces de advertencia/indicadoras	Fugas de aceite, refrigerante, combustible, líquido de frenos o líquido de dirección hidráulica
Verificar la capacidad de arranque del motor, ruido y color anormales de las emisiones del escape	Profundidad de la vanda de rodadura
Verificar el juego libre del pedal de freno, entre 10 y 18 mm	Funcionamiento del sistema de embrague
Sonido del escape proveniente de la válvula de freno	Posición y juego libre de la dirección
Aumento en la presión de aire	Funcionamiento del claxon y de las luces de señal de viraje
Carrera de la palanca del freno de estacionamiento	Nivel de combustible
Luz de advertencia del separador de agua (filtro de combustible)	Funcionamiento de los bloqueos de las puertas
Presión de aire de los neumáticos 725 kPa	Estado del montaje de las ruedas de disco
Grietas y otros daños de los neumáticos	Efectividad de los frenos
Desgaste anormal de los neumáticos	Comprobación del motor a bajas velocidades y durante la aceleración
Estado del rociador del líquido del lavaparabrasis y eficacia del limpiaparabrasis	
CADA 3 MESES O CADA 10000 km	
Comprobar la carrera y juego libre del pedal de embrague	Juego entre 40 y 60 mm

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 30	Shell Rimula, Castrol Tecton, Caltex/Cheron Delo Gold
Comprobar el nivel de aceite del diferencial del eje trasero	SAE 90	Aceite para transmisiones API GL-5
Comprobar par de apriete de las tuercas de las ruedas	Entre 550 a 600 N.m	
Comprobar el nivel del líquido de la dirección hidráulica	Isuzu Besco ATF II, Shell Donax TG, Castrol TQ, BP Autran DXIII, Caltex/Texaco Texamatic 1888 (TODAS DEXRON III)	
Inspeccionar desgaste de la balata de freno	Espacio libre entre el tambor y la balata dentro de 1,3 mm	
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	SAE 90	Aceite para transmisiones API GL-5
Inspeccionar el arranque del motor y ruido anormal		
Inspeccionar la velocidad de marcha mínima y aceleración		
Inspeccionar el elemento filtrante de aire		
Inspeccionar la contaminación en el aceite		
Limpiar el colador del tanque de combustible		
Inspeccionar el tanque de combustible interior		
Inspeccionar la conexión y junta del turbocargador al ducto de aire		
Comprobar el líquido de embrague		
Comprobar el funcionamiento del sistema de embrague		
Inspeccionar la cubierta de escape del reforzador del embrague		
Comprobar el funcionamiento del tapón del radiador		
Inspeccionar daños en la banda del ventilador		
Inspeccionar aflojamiento o montaje incorrecto del tubo de escape		
Comprobar aflojamiento del mecanismo de control de engranajes		
Inspeccionar objetos extraños en las ruedas		
Inspeccionar daños en el muelle de hojas		
Inspeccionar daños en las ruedas de disco		
Comprobar flojamiento del montaje del sistema de la dirección hidráulica		
Inspeccionar desgaste o daños del tambor del freno		
Revisar la manguera de freno		
Revisar fugas, daños, conexiones sueltas en las mangueras o los tubos del freno		
Comprobar la carrera de la varilla de la cámara del freno		
Inspeccionar partes de hule de la cámara de freno		
Comprobar aflojamiento del montaje del sistema del freno de estacionamiento		

Inspeccionar varilla o cables dañados o mal conectados del sistema de frenos
Comprobar el funcionamiento del sistema de la válvula de control del freno de estacionamiento
Inspeccionar la carrera de la varilla de la cámara de freno
Comprobar el funcionamiento del generador
Revisar daños o conexiones sueltas de las terminales del arnés de cableado
<b>CADA 9 MESES O CADA 30000 km</b>
Comprobar aflojamiento o daños en el montaje del muelle de hojas
Inspeccionar desalineación de los muelles de hojas
Inspeccionar fugas de aceite o daños en los amortiguadores
Comprobar aflojamiento en el montaje de los amortiguadores
Inspeccionar daños, aflojamiento, juego excesivo de las juntas del volante de la dirección
Inspeccionar la gravedad específica del líquido de la batería
Comprobar el funcionamiento del motor de arranque
<b>CADA AÑO O CADA 50000 km</b>
Comprobar el funcionamiento de la cámara de freno
Comprobar el funcionamiento de las válvulas del freno y del relevador
Inspeccionar el expansor del freno
Comprobar el funcionamiento de la cámara de freno
<b>CADA 15 MESES O CADA 50000 km</b>
Inspeccionar el par de apriete de múltiples de admisión y escape
Inspeccionar y ajustar la holgura de la válvula
Inspeccionar la presión de inyección de combustible y patrón de aspersión
Comprobar la sincronización de inyección de combustible
Inspeccionar el funcionamiento del compresor de aire, regulador y válvula de descarga
Comprobar la presión de compresión de cada cilindro
Inspeccionar el funcionamiento del mecanismo de control de los engranajes de transferencia
Comprobar las juntas de la flecha propulsora flojas
Inspeccionar desgaste de las juntas universales y estrías de la flecha propulsora

Inspeccionar aflojamiento en los cojinetes de la flecha propulsora y partes relacionadas
Inspeccionar daños o deformación en la carga del eje trasero y eje delantero
Inspeccionar suspensión dispereja debido a la fatiga del muelle de hojas
Comprobar el apriete de las tuercas y tornillos U del muelle de hojas
Limpia el filtro del líquido de la dirección hidráulica
Inspeccionar aflojamiento en los cojinetes de la masa de la rueda trasera y delantera
Inspeccionar la holgura entre el mango y el eje delantero
Inspeccionar la alineación de las ruedas
Comprobar el ángulo de viraje de la dirección
Inspeccionar holgura entre el pivote de la dirección y el cojinete
Revisar el funcionamiento del sistema de inclinación d ela cabina
Revisar el desgaste de los cepillos del motor de arranque

**CADA DOS AÑOS**

Inspeccionar el circuito de enfriamiento y radiador
---

**CADA TRES AÑOS**

Revisión general del expansor del freno
---

**DRENAJE, ENGRASE, CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

<b>CADA 6 MESES O CADA 20000 km</b>		
Cambiar el aceite del motor	19,5 litros	SAE 30 Shell Rimula, Castrol Tecton, Caltex/Cheron Delo Gold
Cambiar los filtros de aceite del motor (parcial y principal)	1 filtro	

<b>CADA 9 MESES O CADA 30000 km</b>	
Reemplazar el filtro de combustible	1 filtro

**CADA AÑO**

Cambiar el separador de aceite del motor
Reemplazar partes de hule del cilindro de rueda

<b>CADA 15 MESES O CADA 50000 km</b>		
Reemplazar el líquido del embrague	Isuzu Genuine Besco brake fluid super, AC Delco Supreme 11 Grado DOT 3	
Cambiar el líquido de la dirección hidráulica	3 litros	- Isuzu Besco ATF II, Shell Donax TG, Castrol TQ, BP Autran DXIII, Caltex/Texaco Texamatic 1888 (TODAS DEXRON III)
Cambiar el aceite del diferencial del eje trasero	14 litros	SAE 90 Aceite para transmisiones API GL-5
Cambiar el aceite de la transmisión	7,2 litros	SAE 90 Aceite para transmisiones API GL-5
Reemplazar la grasa para cojinetes de la masa de rueda delantera y trasera	Shell retinax LX2(No2), Besco L-2 (No2) L-3 (No3), Exxon Mobilgrease XHP 222/223 (No2) (No3), Caltex/Texaco Starplex-2 (No2)	
Cambiar el elemento filtrante de aire	1 filtro	

<b>CADA DOS AÑOS</b>	
Reemplazar el refrigerante del motor	Realizar la mezcla en cantidades iguales de agua y refrigerante
Reemplazar la manguera del freno	
Reemplazar las partes de hule de la cámara de freno	
Reemplazar las partes de hule de la válvula del freno, válvula del relevador, válvula del freno de estacionamiento, válvula de liberación rápida, válvula reductora, válvula unidireccional doble, válvula de protección múltiple, AIR MASTER, válvula de control de remolque y válvula dosificadora sensible a la	

<b>CADA TRES AÑOS</b>	
Reemplazar la bolsa de la cámara del freno	

<b>CADA CUATRO AÑOS</b>	
Reemplazar las piezas y empaquetaduras de hule del reforzador del embrague	

## INTERVALOS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO VOLQUETA

**FABRICANTE:** Hino  
**MODELO/AÑO:** KB/1981  
**CÓDIGO DE LA MÁQUINA:** VQ-6

### LIMPIEZA, REVISIÓN, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

CADA DÍA O CAMBIO DE TURNO	
Banda del ventilador floja o dañada, deflexión de 6 a 7 mm	Encendido, destello, manchas o daños en las luces
Comprobar el nivel del líquido del parabrasis	Nivel del líquido de la batería
Comprobar el nivel de aceite del motor	Condensación en el tanque de aire (drenado de agua)
Comprobar el nivel del refrigerante del motor	Comprobar el nivel del líquido del embrague
Comprobar el nivel de líquido de la dirección hidráulica	Daños en los muelles de hojas
Comprobar funcionamiento de medidores, indicadores, luces de advertencia/indicadoras	Fugas de aceite, refrigerante, combustible, líquido de frenos o líquido de dirección hidráulica
Verificar la capacidad de arranque del motor, ruido y color anormales de las emisiones del escape	Profundidad de la vanda de rodadura
Verificar el juego libre del pedal de freno, entre 10 y 18 mm	Funcionamiento del sistema de embrague
Sonido del escape proveniente de la válvula de freno	Posición y juego libre de la dirección
Aumento en la presión de aire	Funcionamiento del claxon y de las luces de señal de viraje
Carrera de la palanca del freno de estacionamiento	Nivel de combustible
Luz de advertencia del separador de agua (filtro de combustible)	Funcionamiento de los bloqueos de las puertas
Presión de aire de los neumáticos 725 kPa	Estado del montaje de las ruedas de disco
Grietas y otros daños de los neumáticos	Efectividad de los frenos
Desgaste anormal de los neumáticos	Comprobación del motor a bajas velocidades y durante la aceleración
Estado del rociador del líquido del lavaparabrasis y eficacia del limpiaparabrasis	
CADA 3 MESES O CADA 10000 km	
Comprobar la carrera y juego libre del pedal de embrague	Juego entre 40 y 60 mm

Comprobar el nivel de aceite del motor	SAE 30	Shell Rimula, Castrol Tecton, Caltex/Cheron Delo Gold
Comprobar el nivel de aceite del diferencial del eje trasero	SAE 90	Aceite para transmisiones API GL-5
Comprobar par de apriete de las tuercas de las ruedas	Entre 550 a 600 N.m	
Comprobar el nivel del líquido de la dirección hidráulica	Isuzu Besco ATF II, Shell Donax TG, Castrol TQ, BP Autran DXIII, Caltex/Texaco Texamatic 1888 (TODAS DEXRON III)	
Inspeccionar desgaste de la balata de freno	Espacio libre entre el tambor y la balata dentro de 1,3 mm	
Comprobar el nivel de aceite de la transmisión	SAE 90	Aceite para transmisiones API GL-5
Inspeccionar el arranque del motor y ruido anormal		
Inspeccionar la velocidad de marcha mínima y aceleración		
Inspeccionar el elemento filtrante de aire		
Inspeccionar la contaminación en el aceite		
Limpia el colador del tanque de combustible		
Inspeccionar el tanque de combustible interior		
Inspeccionar la conexión y junta del turbocargador al ducto de aire		
Comprobar el líquido de embrague		
Comprobar el funcionamiento del sistema de embrague		
Inspeccionar la cubierta de escape del reforzador del embrague		
Comprobar el funcionamiento del tapón del radiador		
Inspeccionar daños en la banda del ventilador		
Inspeccionar aflojamiento o montaje incorrecto del tubo de escape		
Comprobar aflojamiento del mecanismo de control de engranajes		
Inspeccionar objetos extraños en las ruedas		
Inspeccionar daños en el muelle de hojas		
Inspeccionar daños en las ruedas de disco		
Comprobar flojamiento del montaje del sistema de la dirección hidráulica		
Inspeccionar desgaste o daños del tambor del freno		
Revisar la manguera de freno		
Revisar fugas, daños, conexiones sueltas en las mangueras o los tubos del freno		
Comprobar la carrera de la varilla de la cámara del freno		
Inspeccionar partes de hule de la cámara de freno		
Comprobar aflojamiento del montaje del sistema del freno de estacionamiento		

Inspeccionar varilla o cables dañados o mal conectados del sistema de frenos
Comprobar el funcionamiento del sistema de la válvula de control del freno de estacionamiento
Inspeccionar la carrera de la varilla de la cámara de freno
Comprobar el funcionamiento del generador
Revisar daños o conexiones sueltas de las terminales del arnés de cableado
<b>CADA 9 MESES O CADA 30000 km</b>
Comprobar aflojamiento o daños en el montaje del muelle de hojas
Inspeccionar desalineación de los muelles de hojas
Inspeccionar fugas de aceite o daños en los amortiguadores
Comprobar aflojamiento en el montaje de los amortiguadores
Inspeccionar daños, aflojamiento, juego excesivo de las juntas del volante de la dirección
Inspeccionar la gravedad específica del líquido de la batería
Comprobar el funcionamiento del motor de arranque
<b>CADA AÑO O CADA 50000 km</b>
Comprobar el funcionamiento de la cámara de freno
Comprobar el funcionamiento de las válvulas del freno y del relevador
Inspeccionar el expansor del freno
Comprobar el funcionamiento de la cámara de freno
<b>CADA 15 MESES O CADA 50000 km</b>
Inspeccionar el par de apriete de múltiples de admisión y escape
Inspeccionar y ajustar la holgura de la válvula
Inspeccionar la presión de inyección de combustible y patrón de aspersión
Comprobar la sincronización de inyección de combustible
Inspeccionar el funcionamiento del compresor de aire, regulador y válvula de descarga
Comprobar la presión de compresión de cada cilindro
Inspeccionar el funcionamiento del mecanismo de control de los engranajes de transferencia
Comprobar las juntas de la flecha propulsora flojas
Inspeccionar desgaste de las juntas universales y estrías de la flecha propulsora



Inspeccionar aflojamiento en los cojinetes de la flecha propulsora y partes relacionadas
Inspeccionar daños o deformación en la carga del eje trasero y eje delantero
Inspeccionar suspensión dispereja debido a la fatiga del muelle de hojas
Comprobar el apriete de las tuercas y tornillos U del muelle de hojas
Limpia el filtro del líquido de la dirección hidráulica
Inspeccionar aflojamiento en los cojinetes de la masa de la rueda trasera y delantera
Inspeccionar la holgura entre el mango y el eje delantero
Inspeccionar la alineación de las ruedas
Comprobar el ángulo de viraje de la dirección
Inspeccionar holgura entre el pivote de la dirección y el cojinete
Revisar el funcionamiento del sistema de inclinación d ela cabina
Revisar el desgaste de los cepillos del motor de arranque

**CADA DOS AÑOS**

Inspeccionar el circuito de enfriamiento y radiador
---

**CADA TRES AÑOS**

Revisión general del expansor del freno
---

**DRENAJE, ENGRASE, CAMBIO DE ACEITES, FILTROS Y REFRIGERANTES**

<b>CADA 6 MESES O CADA 20000 km</b>		
Cambiar el aceite del motor	19,5 litros	SAE 30 Shell Rimula, Castrol Tecton, Caltex/Cheron Delo Gold
Cambiar los filtros de aceite del motor (parcial y principal)	1 filtro	

<b>CADA 9 MESES O CADA 30000 km</b>	
Reemplazar el filtro de combustible	1 filtro

**CADA AÑO**

Cambiar el separador de aceite del motor
Reemplazar partes de hule del cilindro de rueda

<b>CADA 15 MESES O CADA 50000 km</b>		
Reemplazar el líquido del embrague	Isuzu Genuine Besco brake fluid super, AC Delco Supreme 11 Grado DOT 3	
Cambiar el líquido de la dirección hidráulica	3 litros	- Isuzu Besco ATF II, Shell Donax TG, Castrol TQ, BP Autran DXIII, Caltex/Texaco Texamatic 1888 (TODAS DEXRON III)
Cambiar el aceite del diferencial del eje trasero	14 litros	SAE 90 Aceite para transmisiones API GL-5
Cambiar el aceite de la transmisión	7,2 litros	SAE 90 Aceite para transmisiones API GL-5
Reemplazar la grasa para cojinetes de la masa de rueda delantera y trasera	Shell retinax LX2(No2), Besco L-2 (No2) L-3 (No3), Exxon Mobilgrease XHP 222/223 (No2) (No3), Caltex/Texaco Starplex-2 (No2)	
Cambiar el elemento filtrante de aire	1 filtro	

<b>CADA DOS AÑOS</b>	
Reemplazar el refrigerante del motor	Realizar la mezcla en cantidades iguales de agua y refrigerante
Reemplazar la manguera del freno	
Reemplazar las partes de hule de la cámara de freno	
Reemplazar las partes de hule de la válvula del freno, válvula del relevador, válvula del freno de estacionamiento, válvula de liberación rápida, válvula reductora, válvula unidireccional doble, válvula de protección múltiple, AIR MASTER, válvula de control de remolque y válvula dosificadora sensible a la	

<b>CADA TRES AÑOS</b>	
Reemplazar la bolsa de la cámara del freno	

<b>CADA CUATRO AÑOS</b>	
Reemplazar las piezas y empaquetaduras de hule del reforzador del embrague	

**ANEXO D**

**FUNCIONAMIENTO ELEMENTAL DE LA MAQUINARIA  
CAMINERA**

# **FUNCIONAMIENTO ELEMENTAL DE LA MAQUINARIA CAMINERA**

## **D.1. INTRODUCCIÓN**

Uno de los requerimientos del ingeniero mecánico al implementar un plan de mantenimiento, es el conocer las condiciones de trabajo de la máquina, las funciones y funcionamiento de los sistemas y sus componentes, así como las precauciones y riesgos al realizar el mantenimiento.

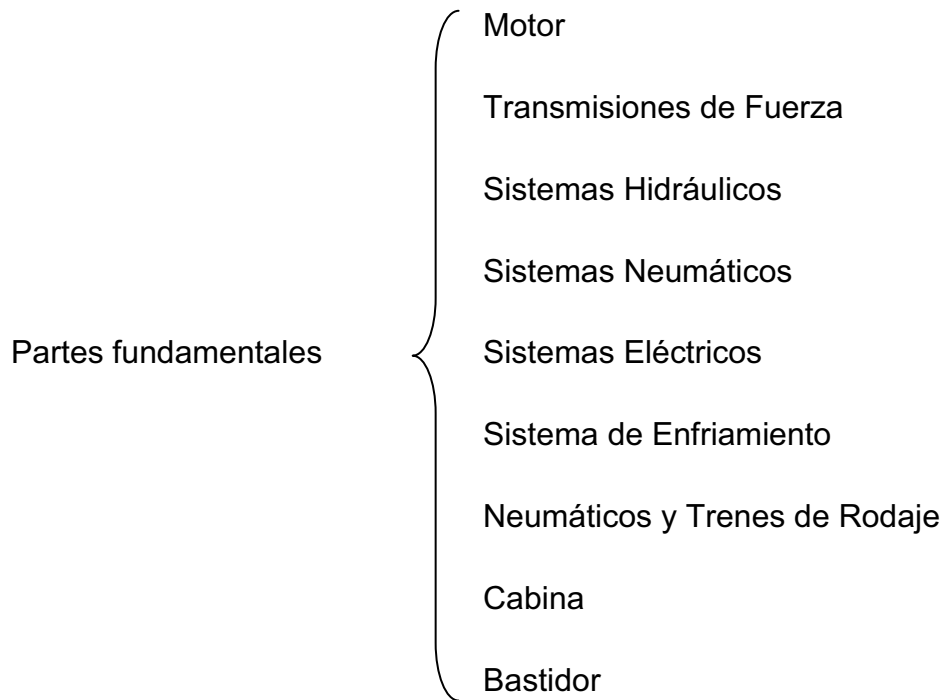
El presente Anexo contempla una breve descripción de los sistemas y componentes que se encuentran en la maquinaria caminera, así como también las funciones que cumplen, con el fin de comprender la razón de su existencia al funcionar como un todo.

## **D.2. PARTES FUNDAMENTALES DE LA MAQUINARIA CAMINERA.**

Toda la maquinaria existente está compuesta por sistemas mecánicos, hidráulicos, neumáticos, eléctricos, etc., los cuales al trabajar en conjunto dan como resultado un tipo de máquina con determinada función y características. Cada máquina se diferencia una de otra por las funciones que cumplen, por ejemplo, determinada máquina puede excavar fácilmente por el hecho de tener un brazo articulado con un cucharón móvil acoplado a su extremo mientras otra máquina puede arrastrar material con una hoja fija ubicada convenientemente.

Prácticamente toda la maquinaria caminera se compone a nivel interno de las mismas partes, todas acopladas sobre un bastidor y éste montado sobre ruedas o trenes de orugas. Unas máquinas necesitan dirigir la mayor parte de la potencia del motor a sus ruedas o tren de orugas como es el caso de los tractores bulldozer. Existen otras máquinas en las que la potencia del motor es utilizada en su mayoría para generar movimientos alternativos como es el caso de una compactadora de asfalto.

El siguiente cuadro sinóptico muestra las partes fundamentales de la maquinaria caminera:



## D.2.1. MOTOR<sup>1</sup>

### D.2.1.1. Motor de Explosión

Es un motor de encendido por chispa, en donde se requiere que el combustible (gasolina) no llegue a la temperatura de autoencendido (temperatura a la que el combustible se enciende sin la ayuda de una chispa). En la cámara de combustión ingresan siempre la mezcla de aire y combustible que debe estar equilibrada en 1 gramo de combustible por cada 14.8 gramos de aire, la cual no es siempre precisa por distintos factores físicos.

Las relaciones de compresión en los motores de explosión están entre 7 y 12. Si se incrementan las relaciones de compresión, se corre el riesgo de incrementar la temperatura de la mezcla por encima de su temperatura de autoencendido, lo que provocaría el golpeteo del motor.

---

<sup>1</sup> CENGEL, YUNUS; Termodinámica; Mc Graw Hill; 5ta Edición; 2007; México; Pág. 530, 531

### **D.2.1.2. Motores Diésel**

En este tipo de motores el aire se comprime hasta una temperatura que es superior a la temperatura de autoencendido del combustible, y la combustión inicia al contacto, cuando el combustible se inyecta dentro de este aire caliente. Por esta razón, tanto la bujía como el carburador son sustituidos por un inyector de combustible en los motores diésel.

Tienen relaciones de compresión mucho más altas (entre 12 y 24), por lo que suelen ser más eficientes que los motores de encendido por chispa. También queman el combustible de manera más completa, ya que usualmente operan a menores revoluciones por minuto y la relación de masa de aire combustible es mucho mayor que en los motores de encendido por chispa.

La mayor eficiencia y el menor costo de combustible de este tipo de motores los convierte en la opción más indicada para aplicaciones que requieren cantidades relativamente grandes de potencia, como los motores de locomotoras, unidades de generación de electricidad, barcos y maquinaria pesada.

Existen motores diésel de baja velocidad (menos de 350 rpm) utilizados en instalaciones estacionarias de gran potencia o en motores marinos, motores de media velocidad (entre 350 a 1000 rpm) utilizados en generadores de corriente pequeña y media potencia, motores de alta velocidad (mayores a 1000 rpm) principalmente utilizados en motores de tracción de vehículos carreteros y máquinas de movimientos de tierras.<sup>2</sup>

### **D.2.2. TRANSMISIONES DE FUERZA**

La transmisión de fuerza es el conjunto de componentes necesarios para transmitir la potencia del motor hacia el tren de rodaje.

- El conjunto de la transmisión de fuerza cumple las siguientes funciones:
- Conecta y desconecta la fuerza del motor.
- Permite desmultiplicar la velocidad del motor.
- Permite invertir el sentido de giro de las ruedas.

---

<sup>2</sup> DÍAS DEL RÍO, MANUEL; Manual de Maquinaria de Construcción; Mc Graw Hill; 2da Edición; 2007; España; Pág. 169

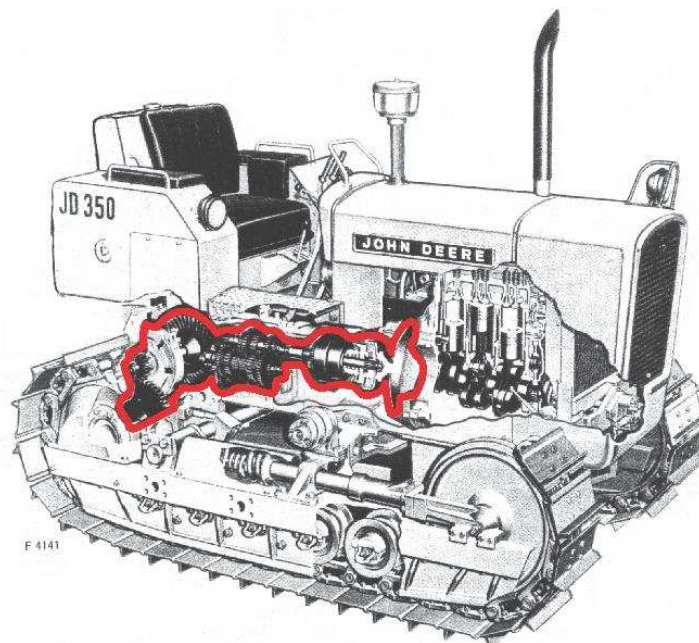
- Permite que los neumáticos o el tren de rodaje de oruga giren con independencia mutua para que el vehículo pueda girar.

Existen cuatro tipos de transmisiones que permiten realizar estas funciones. Estas transmisiones son diferentes entre sí, dependiendo del elemento, fluido o energía que transmite la fuerza. Estas transmisiones son: Transmisión Mecánica, Transmisión Hidrostática, Transmisión Hidrodinámica, Transmisión Eléctrica.

#### D.2.2.1. Transmisión Mecánica<sup>3</sup>

La transmisión mecánica se caracteriza porque no utiliza fluido alguno para transmitir el movimiento que genera el motor. Sus componentes están acoplados uno con otro siempre en contacto (Fig. D.1). El aceite utilizado en este tipo de transmisiones sirve únicamente para lubricar, evitar el desgaste de los discos de embrague o para accionar embragues asistidos por fuerza hidráulica.

El conjunto de la transmisión mecánica se compone de: embrague, caja de cambios, árboles de transmisión y juntas universales, diferencial, mandos finales y ruedas motrices.



**Figura D.1. Transmisión completa de un tractor de orugas<sup>4</sup>**

<sup>3</sup> JOHN DEERE; Transmisiones de fuerza–Fundamentos de servicio; Estados Unidos; 1980; Pág. 1-1

<sup>4</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Transmisiones de fuerza, Pág. 1-22





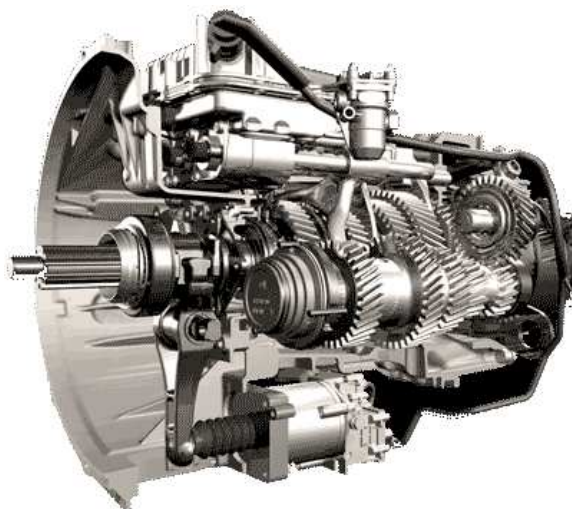
#### D.2.2.1.2. *Caja de cambios*

La caja de cambios permite cambiar la velocidad del vehículo autopulsado con respecto a la velocidad de giro del motor. El cambio de velocidades mecánico básicamente es un tren de engranajes que permite adaptar la potencia del motor a las ruedas motrices de máquina. Este elemento permite seleccionar la velocidad de avance de la máquina así como también invertir el sentido de la marcha. Existen dos tipos de cajas de cambios: las ordinarias y las asistidas por fuerza hidráulica.<sup>7</sup>

##### *Caja de cambios ordinaria*

Consta de engranajes acoplados en ejes paralelos para la multiplicación o desmultiplicación de velocidades. Existen cajas de engranajes desplazables (Fig. D.3) en las que el cambio de velocidad se efectúa desplazando un engranaje a lo largo de un eje estriado hasta que engrana con otro engranaje solidario a otro eje.

También existen cajas de sistemas de toma constante que se caracterizan porque los engranajes de los dos primeros ejes están continuamente en contacto, de forma que la palanca de cambios es desplazada por un collarín que hace engranar piñones convenientes. Éstas últimas resultan ser más silenciosas y caras, además admiten cargas mayores que las de engranajes desplazables.



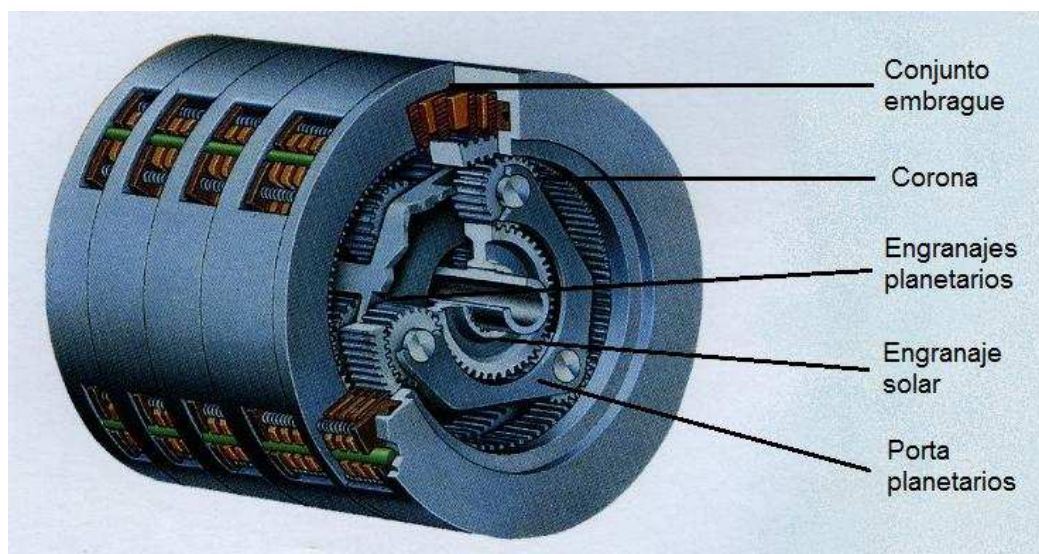
**Figura D.3. Caja de cambios de engranajes desplazables<sup>8</sup>**

<sup>7</sup> JOHN DEERE; Transmisiones de fuerza–Fundamentos de servicio; Estados Unidos; 1980; Pág. 4-1

<sup>8</sup><http://www.manualesdeautomoviles.com/cajas-de-cambio>

*Asistidas por fuerza hidráulica*

- Servotransmisiones.- Llamadas también cajas de cambio de trenes planetarios (Fig. D.4). Son un conjunto de trenes planetarios (piñón sol, planetarios y corona), embragues y frenos multidisco que permiten la multiplicación o desmultiplicación de la velocidad. Al frenar uno de los elementos mediante el embrague del tren planetario, la velocidad de otro elemento se ve incrementada o disminuida dependiendo del elemento que se ha frenado.



**Figura D.4. Partes de la servo transmisión<sup>9</sup>**

- Contraeje o tren fijo.- Este cambio permite reducir la velocidad en plena marcha, dentro de cada una de las velocidades del cambio mecánico.

*D.2.2.1.3. Árboles de transmisión<sup>10</sup>*

El árbol de transmisión (Fig. D.5) transmite la potencia de impulso desde la caja de cambios al diferencial. Está compuesto por un eje de impulsión (llamado también cardán), una junta universal (junta cardán) y rodamientos de apoyo.

El eje de impulso está diseñado para resistir el máximo torque que puede transmitirse al diferencial. Están equipados con una junta universal a cada

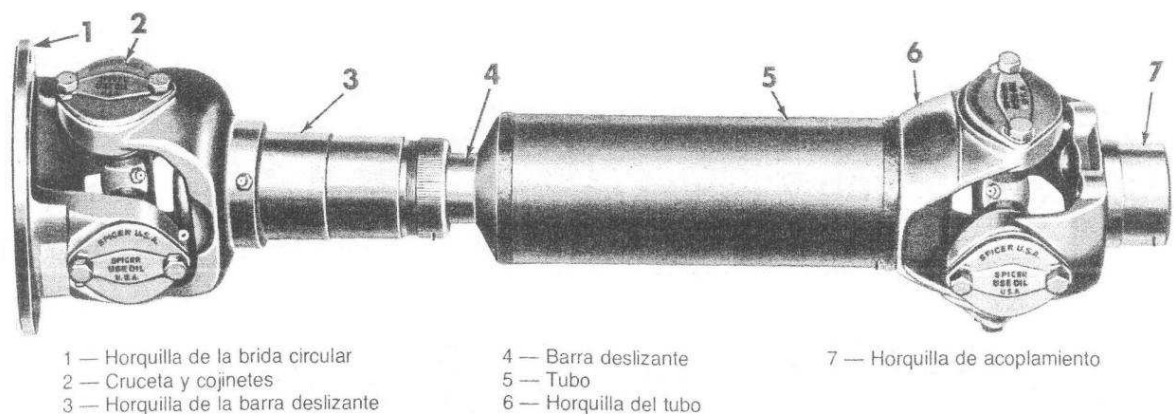
<sup>9</sup> Manual de maquinaria de construcción, Manuel Díaz del Río, McGraw-Hill, 2da Edición, 2007, Pág. 244

<sup>10</sup> VOLVO TRUCKS NORTH AMERICA INC.; Tecnología básica de camiones; 2005; Pág. 69

extremo o en cada empalme, si el vehículo tiene más de un eje de impulsión. El eje posee un yugo deslizante para amortiguar el movimiento que se da entre el eje trasero y la caja de cambios. La longitud del eje varía dependiendo de la distancia entre ejes del vehículo.

Los árboles de transmisión están equipados con juntas universales para hacerlo flexible con respecto a la caja de cambios y el diferencial. La junta universal consiste de una cruceta de acero, un muñón fijo sobre rodamientos de agujas entre el eje de impulsión y las horquillas de la brida de acoplamiento.

El rodamiento de apoyo orienta y soporta los ejes de impulsión en los vehículos equipados con más de un eje de impulsión. Este rodamiento está ubicado en una cubierta de caucho.



**Figura D.5. Árbol de transmisión<sup>11</sup>**

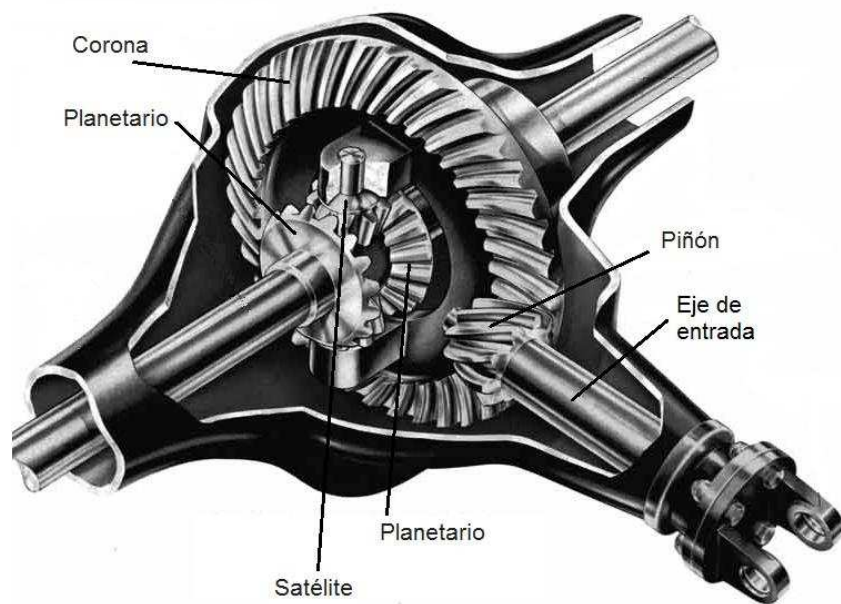
#### D.2.2.1.4. Diferencial<sup>12</sup>

Ubicado a la salida del eje secundario de la caja de cambios, el diferencial cumple dos funciones: reenviar en ángulo la fuerza del motor a los palieres y permite que cada rueda gire con independencia de la opuesta, sin dejar de traccionar.

La corona y los planetarios se encargan de transmitir la fuerza a los palieres, mientras que los satélites son los encargados de asegurar el efecto diferencial.

<sup>11</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Transmisiones de fuerza, Pág. 9-4

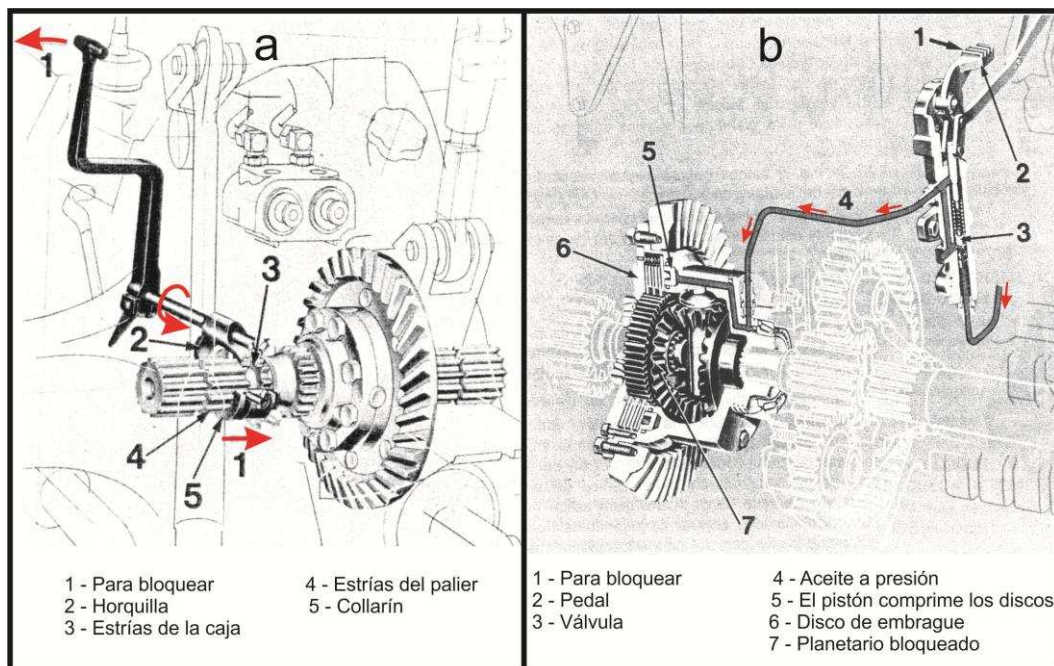
<sup>12</sup> JOHN DEERE; Transmisiones de fuerza—Fundamentos de servicio; Estados Unidos; 1980; Pág. 7-1



**Figura D.6. Partes del diferencial<sup>13</sup>**

*Bloqueo del diferencial (Fig. D7)*

Se dice que el diferencial está bloqueado cuando ambos ejes de salida quedan rígidamente acoplados, es decir, una de las ruedas ya no puede patinar con la correspondiente pérdida de potencia.



**Figura D.7. Bloqueo del diferencial. a) Mecánico b) Hidráulico<sup>14</sup>**

<sup>13</sup><http://automecanico.com/auto2000/diferencial1.html>

<sup>14</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Transmisiones de fuerza, Pág. 7-2, 7-3



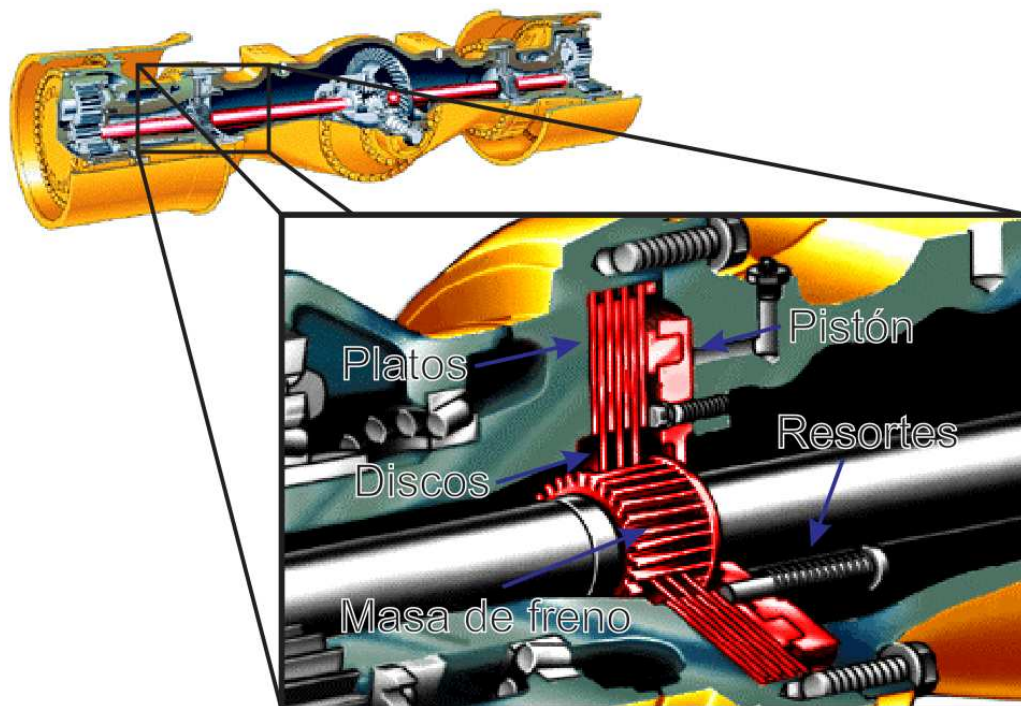
#### D.2.2.1.5. Frenos y embrague de dirección

Toda máquina autopropulsada debe tener algunos mecanismos de freno con fines de operación y por normas de seguridad.

El freno reduce la velocidad del vehículo. En primer lugar se puede utilizar el freno de máquina o freno motor que se produce al dejar de acelerar la máquina. El freno motor solamente es una manera complementaria al verdadero freno del vehículo llamado freno de servicio.

En el caso de la maquinaria pesada, el freno de servicio es instalado en cada una de las ruedas que proporcionan tracción a la máquina. Estos frenos pueden ser: de cinta, de zapata o de discos.

Una disposición de frenos de disco múltiple accionados hidráulicamente para cargadoras se tiene en la figura D.8:



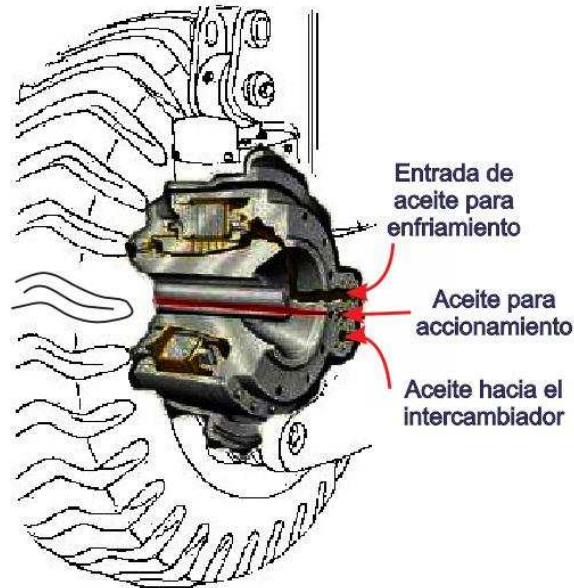
**Figura D.8. Freno de accionamiento hidráulico a la salida del diferencial<sup>15</sup>**

Otro tipo de freno de discos múltiple refrigerado por aceite y accionados hidráulicamente tiene como características principales la conservación del sistema

---

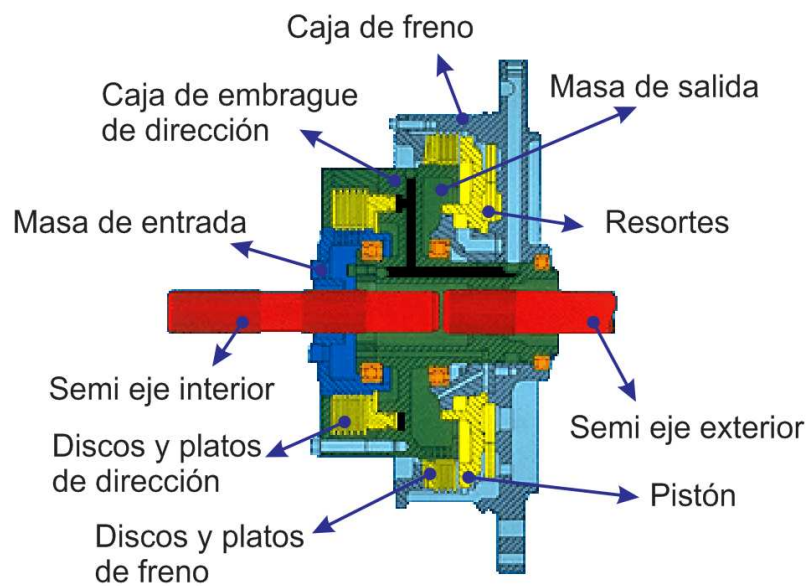
<sup>15</sup>Folleto de Capacitación Finning Sudamérica: Tren de fuerza, Pág.72

al reducir el desgaste entre discos y platos, también disipa el calor generado por el rozamiento por la recirculación que abastece al sistema (Fig. D.9).



**Figura D.9. Freno de discos múltiple accionados hidráulicamente y refrigerados<sup>16</sup>**

Existe también un conjunto de frenos y embragues (Fig. D.10) de dirección que permiten realizar giros suaves, giros bruscos y la detención completa de la máquina.



**Figura D.10. Conjunto de freno y embrague de dirección en los mandos finales<sup>17</sup>**

<sup>16</sup>[http://equipopesado28007.blogspot.com/2007\\_06\\_01\\_archive.html](http://equipopesado28007.blogspot.com/2007_06_01_archive.html)

#### D.2.2.1.6. Mandos finales<sup>18</sup>

Los mandos finales son el último eslabón de toda la transmisión de fuerza. Reducen la velocidad de las ruedas motrices con el fin de aumentar el par de torsión en las mismas.

La reducción que se obtiene con el mando final, simplifica el diseño de la caja de cambios, en la que se pueden eliminar ejes y engranajes adicionales, haciéndola menos robusta, complicada.

Casi todos los mandos finales deben soportar el peso de la máquina y las cargas momentáneas de la misma, además de servir de punto de apoyo para aplicar a las ruedas el par de torsión.

Existen cuatro tipos de mandos finales, todos reducen la velocidad de giro a excepción del primero:

##### *De eje recto*

Empleado en automóviles y en camiones que no necesitan mayor reducción para transportar cargas.

Las ruedas motrices reciben la fuerza directamente del diferencial al palier.

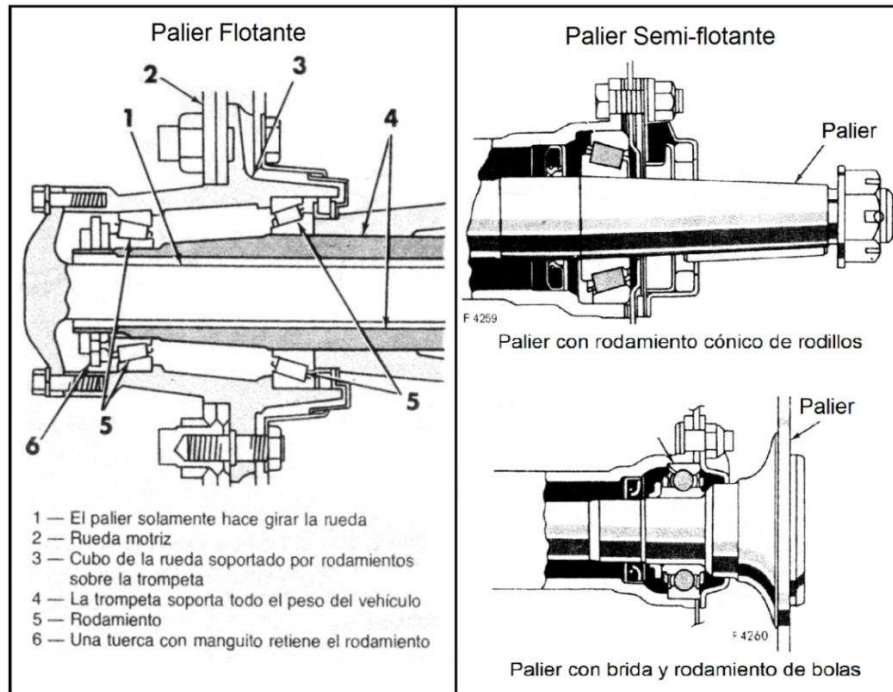
Los tipos de mandos finales de eje recto utilizados en maquinaria pesada son de palier flotante o palier semi-flotante (Fig. D.11).

- Palier flotante se limita a transmitir el par de giro transmitido por el diferencial, flotando dentro de la trompeta.
- El palier semi-flotante al estar acoplado con un rodamiento a la trompeta, además de transmitir el par, también soporta el peso del vehículo.

---

<sup>17</sup>Folleto de Capacitación Finning Sudamérica: Tren de fuerza, Pág.84

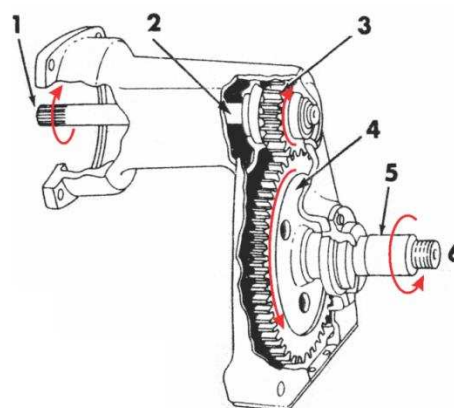
<sup>18</sup> JOHN DEERE; Transmisiones de fuerza–Fundamentos de servicio; Estados Unidos; 1980; Pág. 8-1



**Figura D.11. Tipos de palier<sup>19</sup>**

*De piñón y engranaje recto (Fig. D.12)*

Se consigue mayor altura libre sobre el suelo desde los semiejes motrices, razón por la cual es usualmente empleado en maquinaria agrícola para no dañar los cultivos. Los engranajes de la reducción van en una caja separada y llevan su propio aceite de lubricación.



- |                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| 1 - Del diferencial         | 4 - Engranaje recto |
| 2 - Semieje del mando final | 5 - Palier          |
| 3- Piñón de la reducción    | 6 - A la rueda      |

**Figura D.12. Mando final de piñón y engranaje recto<sup>20</sup>**

<sup>19</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Transmisiones de fuerza, Pág. 8-2, 8-3

<sup>20</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Transmisiones de fuerza, Pág. 8-4

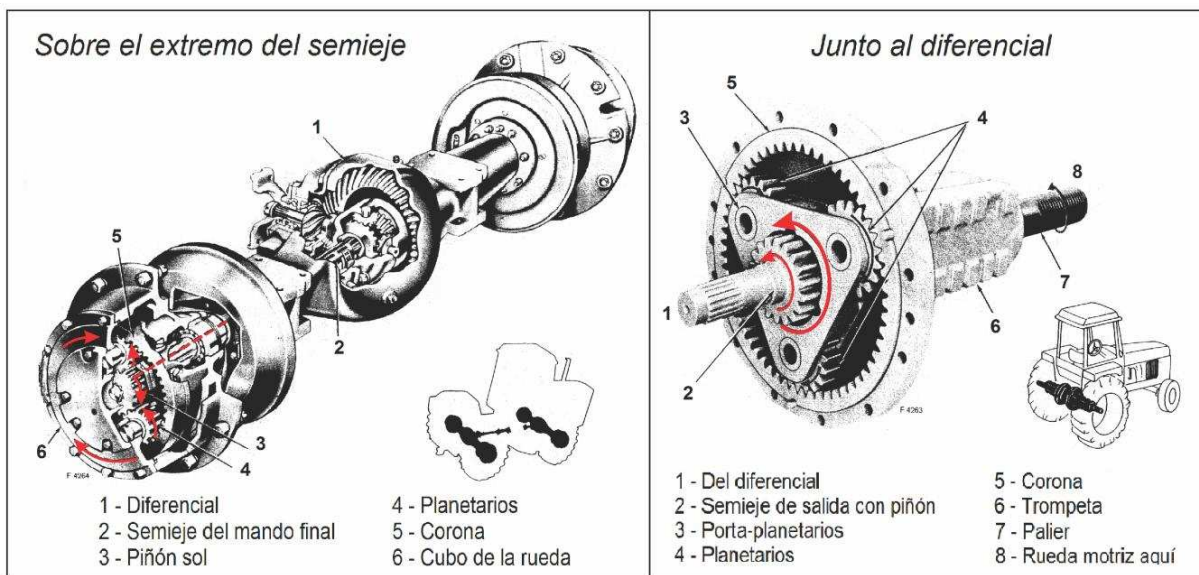


### *Epicycloidal*

Es más pequeña y compacta que el conjunto de mandos por piñón y engranaje recto. Esta reducción puede ir junto al diferencial o sobre el extremo del mando final (Fig. D.13).

Cuando la reducción va junto al diferencial, el semieje de salida del diferencial va al piñón sol, mientras el porta planetarios va acoplado al palier mediante estrías, finalmente la corona está acoplada a la trompeta y ésta al bastidor.

Si la reducción va al extremo del mando final, se tiene que los porta planetarios se acoplan directamente a la rueda motriz. Su principal ventaja es que su carga se reparte uniformemente entre varios engranajes, por lo tanto, no sufre mayor desgaste y su dimensión se reduce.

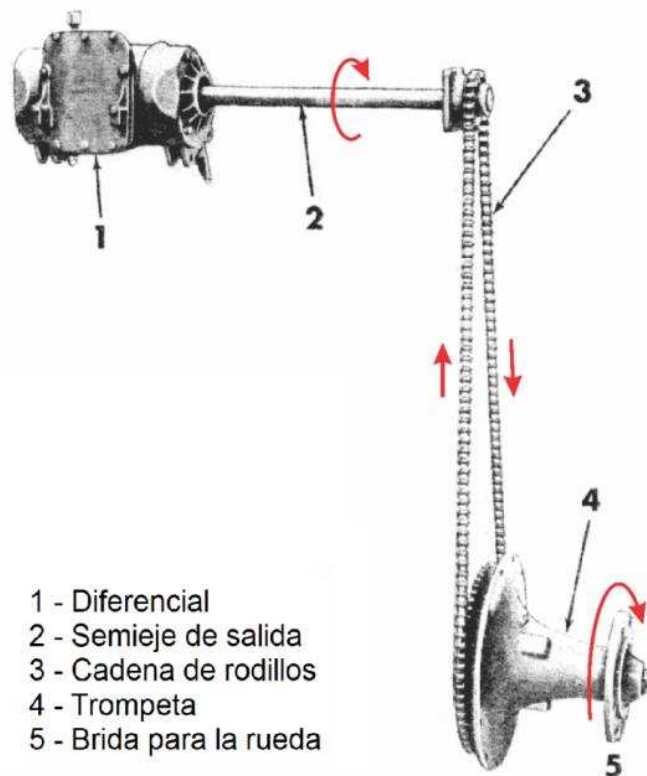


**Figura D.13. Mando final epicycloidal en dos tipos de arreglo<sup>21</sup>**

Por cadena (Fig. D.14).- Permite obtener toda la altura necesaria sobre el suelo de los mandos finales.

El inconveniente principal de la reducción por cadena es la tendencia a destensarse por el desgaste y alargamiento de la cadena.

<sup>21</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Transmisiones de fuerza, Pág. 8-5, 8-6



**Figura D.14. Mando final por cadena<sup>22</sup>**

### **D.2.2.2. Transmisiones Hidrostáticas<sup>23</sup>**

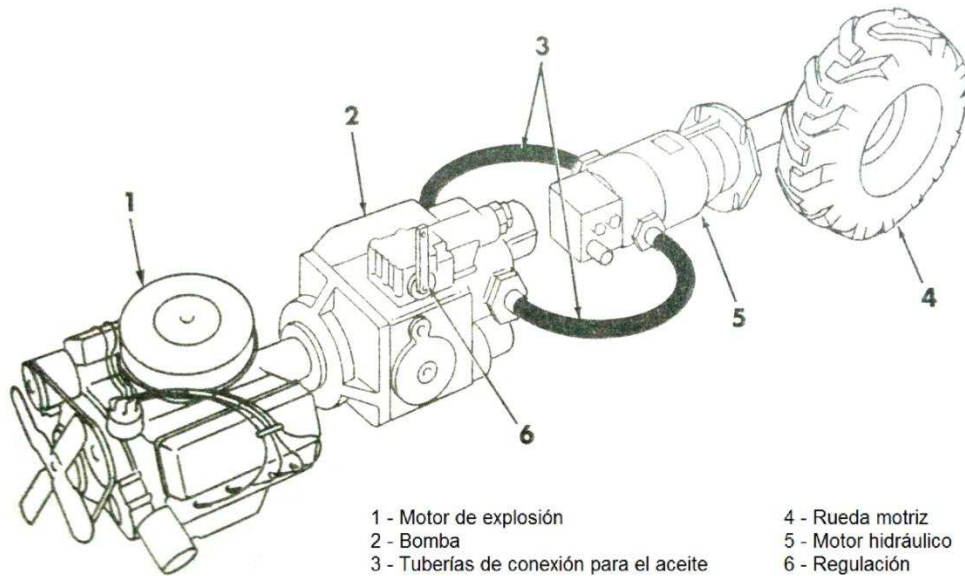
Este tipo de transmisiones aprovechan un líquido a grandes presiones y bajas velocidades para transmitir la fuerza del motor a las ruedas motrices de la máquina.

La potencia mecánica del motor se transforma en potencia hidráulica por medio de una combinación de bomba y motor hidráulico. A su vez, ésta potencia hidráulica se reconvierte en potencia mecánica para accionar las ruedas motrices.

La transmisión hidrostática realiza las funciones del embrague y de la caja de cambio de velocidades de una transmisión mecánica (Fig. D.15).

<sup>22</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Transmisiones de fuerza, Pág. 8-7

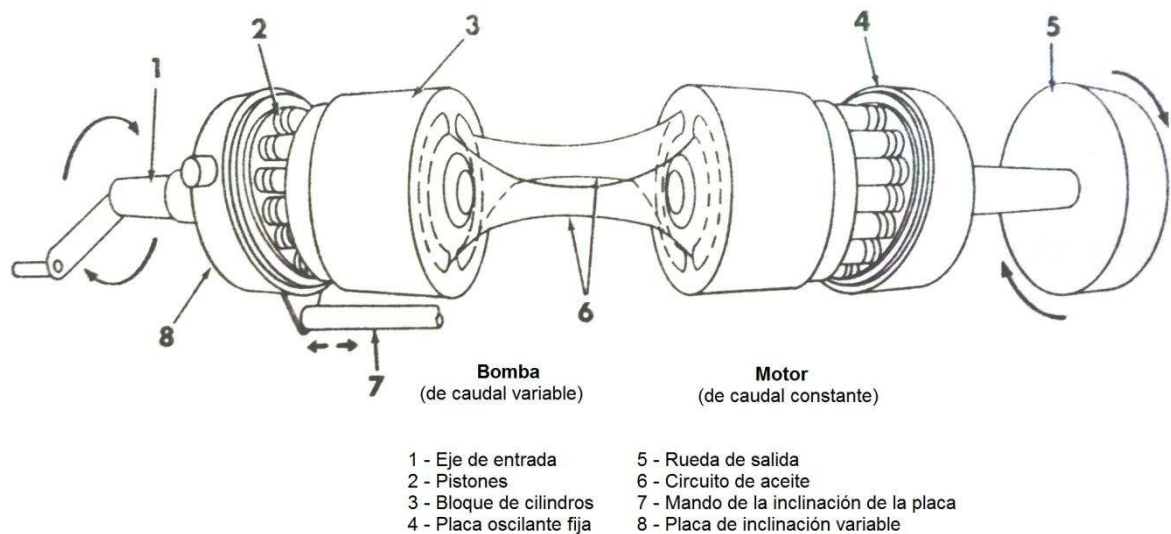
<sup>23</sup> JOHN DEERE; Transmisiones de fuerza–Fundamentos de servicio; Estados Unidos; 1980; Pág. 5-1



**Figura D.15. Esquema de una transmisión hidrostática<sup>24</sup>**

*D.2.2.2.1. Bomba y motor hidrostático*

La bomba envía un determinado caudal de aceite a una determinada presión que hacen que el motor gire a una determinada velocidad. Si aumenta el caudal de aceite, aumenta la presión y la velocidad del motor. La bomba hidráulica es accionada por el motor de la máquina, girando a la velocidad elegida por el conductor. El motor hidráulico está acoplado a las ruedas motrices de la máquina y es el que determina la velocidad con que avanza (Fig. D.16).



**Figura D.16. Bomba y motor hidráulicos<sup>25</sup>**

<sup>24</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Transmisiones de fuerza, Pág. 5-1

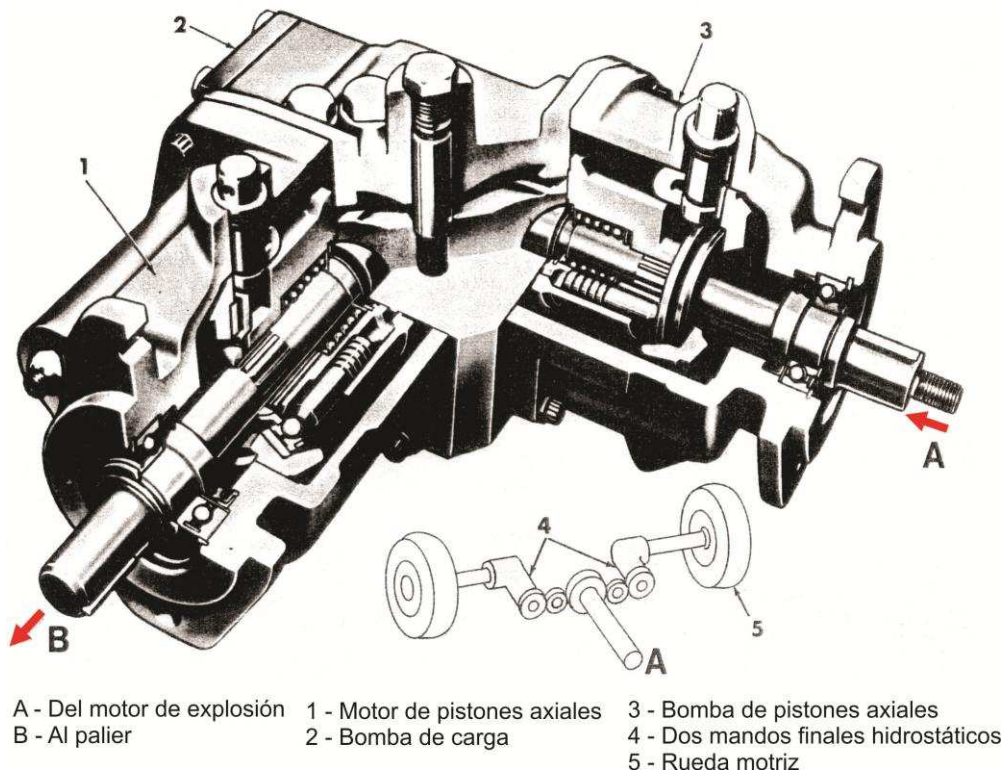
<sup>25</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Transmisiones de fuerza, Pág. 5-3

Las placas oscilantes definen si la bomba o el motor hidráulicos son de caudal variable o constante. Si se puede variar el ángulo de la placa oscilante entonces se tiene caudal variable y cuando la placa oscilante sea fija se tiene caudal constante.

Tres son los factores que condicionan el funcionamiento de una transmisión hidrostática:

- El caudal de aceite (determina la velocidad)
- La dirección en que circula el aceite (determina el sentido de giro)
- La presión del aceite (determina la potencia transmitida)

Cada uno de estos factores se puede variar de un modo continuo, lo que permite obtener una gama infinita de velocidades y pares motores con la transmisión hidrostática.



**Figura D.17. Mando final hidrostático<sup>26</sup>**

<sup>26</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Transmisiones de fuerza, Pág. 5-10

### D.2.2.3. Transmisiones Hidrodinámicas

Estas transmisiones emplean líquidos a gran velocidad, pero a presiones relativamente bajas. Pueden describirse esquemáticamente diciendo que constan de una bomba que manda un chorro líquido sobre una rueda de turbina a la que se hace girar de esta manera.

Existen dos tipos de mecanismos hidráulicos que son utilizados para transmitir potencia: el acoplamiento fluido y el convertidor de par. Ambos utilizan la energía de un fluido en movimiento para transmitir potencia.<sup>27</sup>

#### D.2.2.3.1. Acoplamiento Fluido (Fig. D.18)

Consta de un impulsor y una turbina con álabes rectos colocados uno frente al otro. El impulsor está fijo al volante del motor mientras la turbina está fija al eje de salida con conexión a la transmisión. Cuando el motor empieza a funcionar, el impulsor gira para poner en movimiento el aceite y éste a su vez mueve la turbina.



**Figura D.18. Acoplamiento fluido<sup>28</sup>**

#### D.2.2.3.2. Convertidor de par (Fig. D.19)

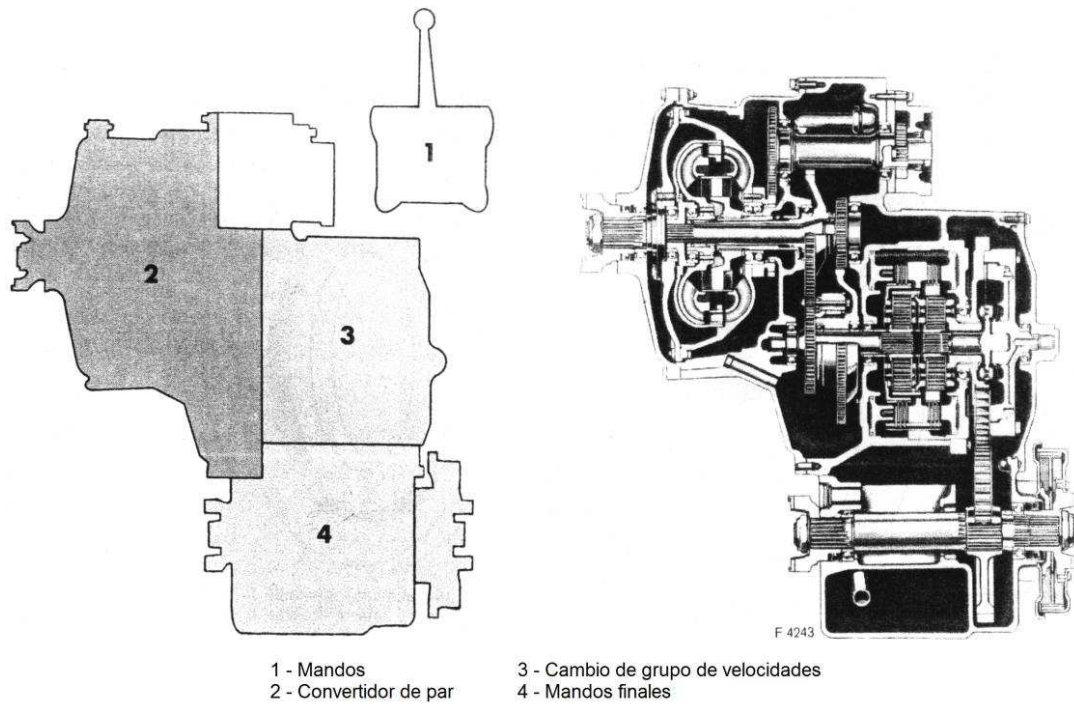
Es un acoplamiento fluido más un estator, en cuyo caso los álabes de los elementos que lo conforman son curvos. El estator redirecciona el fluido que sale de la turbina para luego enviarlo al impulsor. Esta función que efectúa el impulsor

<sup>27</sup> FINNING; Folleto de Capacitación; Tren de fuerza; Pág. 15

<sup>28</sup>Folleto de Capacitación Finning Sudamérica: Tren de fuerza, Pág. 15

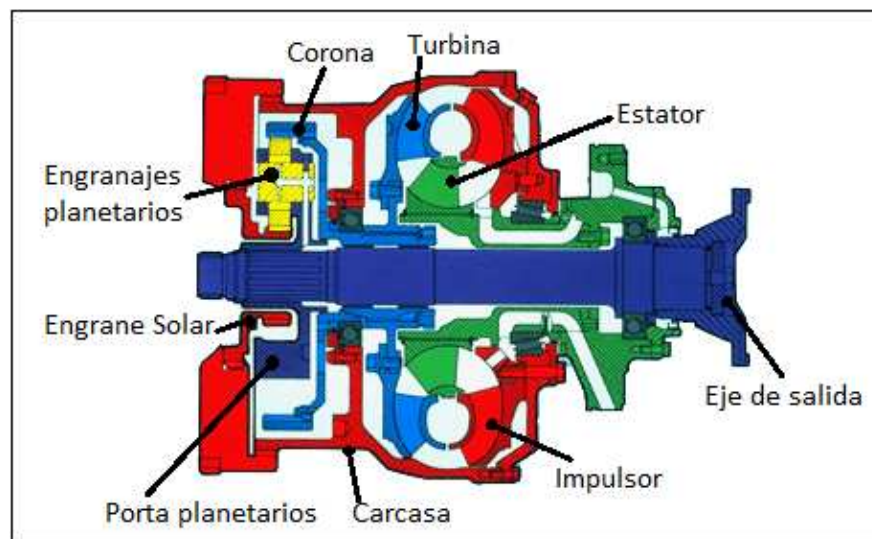


permite que el convertidor de par reduzca la velocidad angular a cambio de aumentar su torque en el eje de salida.



**Figura D.19. Transmisión hidrodinámica completa<sup>29</sup>**

Una variación del convertidor de par es el *Divisor de Par* (Fig. D.20), en cuyo caso posee un conjunto de engranajes planetarios acoplados de la siguiente manera:



**Figura D.20. Partes del divisor de par<sup>30</sup>**

<sup>29</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Transmisiones de fuerza, Pág. 6-6

<sup>30</sup> Folleto de Capacitación Finning Sudamérica: Tren de fuerza, Pág. 42

Básicamente tiene tres fases de funcionamiento:

#### *Funcionamiento en Baja Carga*

Si el equipo está sometido a una condición de baja carga, el porta planetario tiene poca resistencia a la rotación por lo que el engranaje solar, el porta planetario los planetarios y la corona giran a la misma velocidad.

El torque proveniente del convertidor y del conjunto de engranajes planetarios se transmite al porta planetario y a través de éste al eje de salida.

No existe multiplicación de torque en el conjunto de engranajes planetarios si todos giran a la misma velocidad angular.

#### *Funcionamiento en Alta Carga*

Si existe una condición de carga, el porta planetarios tiene resistencia a la rotación, esto hace que los engranajes planetarios giren en su propio eje y que la corona trate de girar en sentido contrario al del engranaje solar. Como la corona está unida a la turbina, se produce una reducción en la velocidad de la Corona y en la turbina lo que genera un aumento en el torque de salida del convertidor, el cual es transmitido a través de la corona y el porta planetario al eje de salida.

Éste es el caso más general; el 70% del par suministrado por el motor se da a través del convertidor (multiplicado) mientras el 30% restante llega a través del conjunto planetario (transmitido directamente).

#### *Condiciones muy altas de carga*

El eje de salida se puede detener debido a la alta resistencia a la rotación, por lo que los engranajes planetarios solo rotan en su eje y no se trasladan a través de la corona, haciendo que la turbina gire en sentido contrario a lo normal.

A esto se le llama *condición de calado del convertidor*.

#### **D.2.2.4. Transmisiones Eléctricas<sup>31</sup>**

Es un ingenioso e innovador sistema de transmisión lanzado por Caterpillar en 2009 para el Bulldozer D7E. Ahorra entre un 30 y 70% el costo de mantenimiento del tren rodante, posee 60% menos partes móviles en el tren de potencia (reduce el ruido hasta en un 50% al operador), utiliza menos fluidos, el consumo de combustible es menor en un 20% (menor contaminación) y desplaza 25% más de material por galón de combustible.

La transmisión eléctrica tiene como componentes:

##### *D.2.2.4.1. Generador eléctrico*

Produce potencia eléctrica para la propulsión y los sistemas auxiliares. Reduce las necesidades de gestión del motor diesel.

##### *D.2.2.4.2. Cables y conectores*

Diseñados para aplicaciones de bulldozer, blindados. Los conectores son homologados para aplicaciones militares.

##### *D.2.2.4.3. Inversor de potencia*

Es la fuente de corriente continua del control de la máquina y los accesorios auxiliares. Fuente de corriente alterna para el módulo de propulsión.

##### *D.2.2.4.4. Convertidor de alimentación auxiliar*

Convierte la potencia eléctrica para los sistemas de alimentación auxiliar y componentes de 24 voltios.

##### *D.2.2.4.5. Módulo eléctrico de propulsión*

Contiene los motores de corriente alterna e integra el sistema de dirección y frenos de servicio. Ofrece velocidades infinitamente variables. Están sellados y refrigerados por líquido.

---

<sup>31</sup><http://blogverde.mercadovial.com/maquinaria-pesada-hibrida-bulldozer-topador-caterpillar-d7e/>





**Figura D.21. Partes de la transmisión eléctrica<sup>32</sup>**

### D.2.3. SISTEMAS HIDRÁULICOS<sup>33</sup>

Los sistemas hidráulicos permiten controlar y mantener una fuerza, es decir, transmiten potencia desde una fuente al lugar en donde ésta potencia se desea aplicar. Las principales ventajas de estos sistemas son:

- Flexibilidad.- La potencia se puede trasladar a casi cualquier lugar.
- Multiplicación de la fuerza.- Se utilizan fuerzas pequeñas para mover cargas muy grandes al variar el tamaño de los cilindros.
- Simplicidad.- Los sistemas hidráulicos tienen menos piezas móviles, menos puntos de desgaste y se lubrican a sí mismos.
- Compacidad (compactibilidad) .- Si se comparan el tamaño de un motor hidráulico con un motor eléctrico del mismo caballaje o, el tamaño de los engranajes y ejes que se requieren para crear fuerzas que se pueden lograr con una prensa hidráulica pequeña, se nota que el sistema hidráulico puede manejar más potencia para su tamaño comparado con cualquier otro sistema.
- Economía.- A raíz de su simplicidad y compacidad, este sistema provee un costo relativamente bajo de potencia transmitida. También las pérdidas de potencia y fricción son relativamente bajas.

<sup>32</sup><http://blogverde.mercadovial.com/maquinaria-pesada-hibrida-bulldozer-topador-caterpillar-d7e/>

<sup>33</sup> JOHN DEERE; Hidráulico–Fundamentos de servicio; Estados Unidos; 1980; Pág. 1-5

- Seguridad.- Elementos como engranajes, cadenas, correas, son elementos que están en movimiento y por lo tanto no son seguros. Los sistemas hidráulicos poseen menos elementos en movimiento y en caso de sobrecarga se puede controlar con válvulas de seguridad.

Entre las desventajas de los sistemas hidráulicos se tienen:

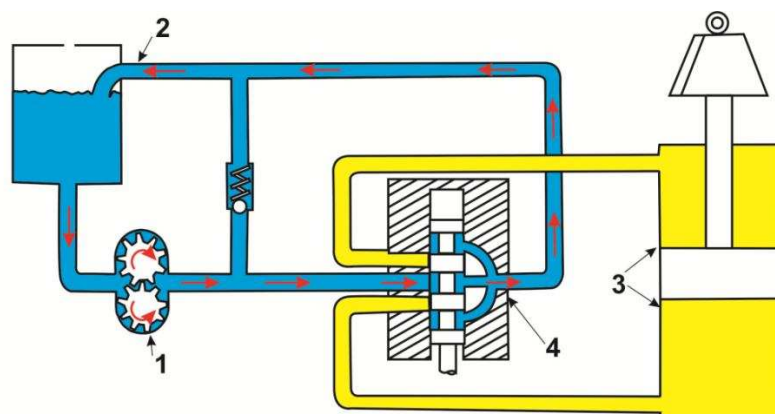
- Eficiencia.- Resulta ser menos eficiente que un sistema mecánico de potencia pero mucho mejor que un sistema eléctrico.
- Necesidad de limpieza.- Los sistemas hidráulicos pueden averiarse por el óxido, corrosión, partículas y descomposición de líquidos. El mantenimiento de los sistemas hidráulicos son más críticos que en otros sistemas.

### D.2.3.1. Comparación entre sistemas hidráulicos

Existen dos tipos de sistemas hidráulicos que se diferencian entre sí por la característica de la válvula de control en cuyo caso puede estar abierta o cerrada.

#### D.2.3.1.1. Sistemas de centro abierto (Fig. D.22)

Este sistema requiere que el carrete de la válvula de control esté abierto para que el flujo de la bomba pase a través de la válvula y regrese nuevamente al depósito. La bomba utilizada suministra un flujo constante de aceite.



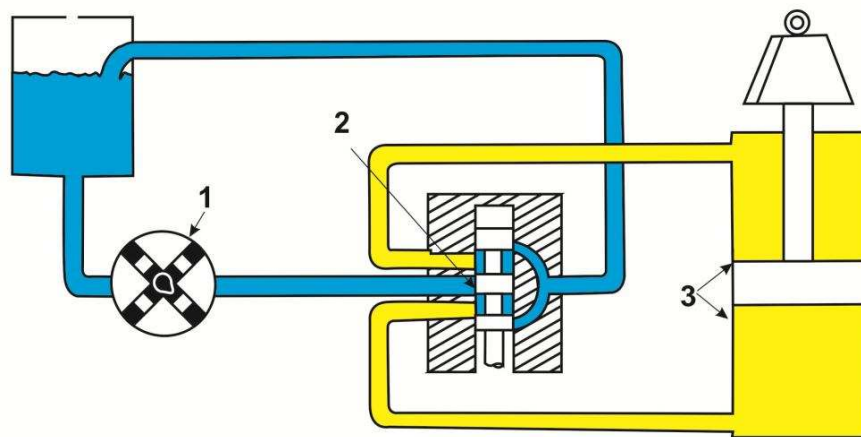
- 1 - La bomba gira constantemente
- 2 - El aceite que manda la bomba retorna al depósito
- 3 - El aceite bloqueado mantiene el pistón inmóvil
- 4 - En la posición neutral el aceite atraviesa la válvula de control

**Figura D.22. Flujo en el sistema de centro abierto<sup>34</sup>**

<sup>34</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 1-6

### D.2.3.1.2. Sistemas de centro cerrado (Fig. D.23)

En este sistema, la bomba puede reposar porque la válvula de control se cierra en el centro cuando no se requiere realizar una función. Si la carga excede la presión de reserva predeterminado o si el pistón llega al terminal de su carrera, el aumento de presión indica a la bomba que deje de funcionar, eliminando la necesidad de válvulas de alivio para proteger el sistema. Sistema de centro cerrado.



- 1- Esta bomba deja de mandar aceite en la posición neutral
- 2 - La válvula cierra el paso del aceite que mantiene la presión de trabajo
- 3 - El aceite bloqueado mantiene el pistón inmóvil

**Figura D.23. Sistema de centro cerrado<sup>35</sup>**

### D.2.3.2. Componentes principales

Los componentes principales de un sistema hidráulico son: bomba, motor, cilindro, válvulas, acumuladores, depósitos, líneas de conexión y líquidos hidráulicos. Es preciso mencionar que en algunos sistemas complejos se utilizan: filtros hidráulicos, juntas hidráulicas y enfriadores de aceite.

#### D.2.3.2.1. Bomba hidráulica

Es el elemento que desplaza el líquido de un punto a otro y además es capaz de realizar trabajo. Todas las bombas producen un flujo de corriente de cierto líquido, es decir, entregan un caudal. Dependiendo del desplazamiento del líquido, las bombas pueden ser de desplazamiento positivo (si la bomba es capaz de

<sup>35</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 1-6

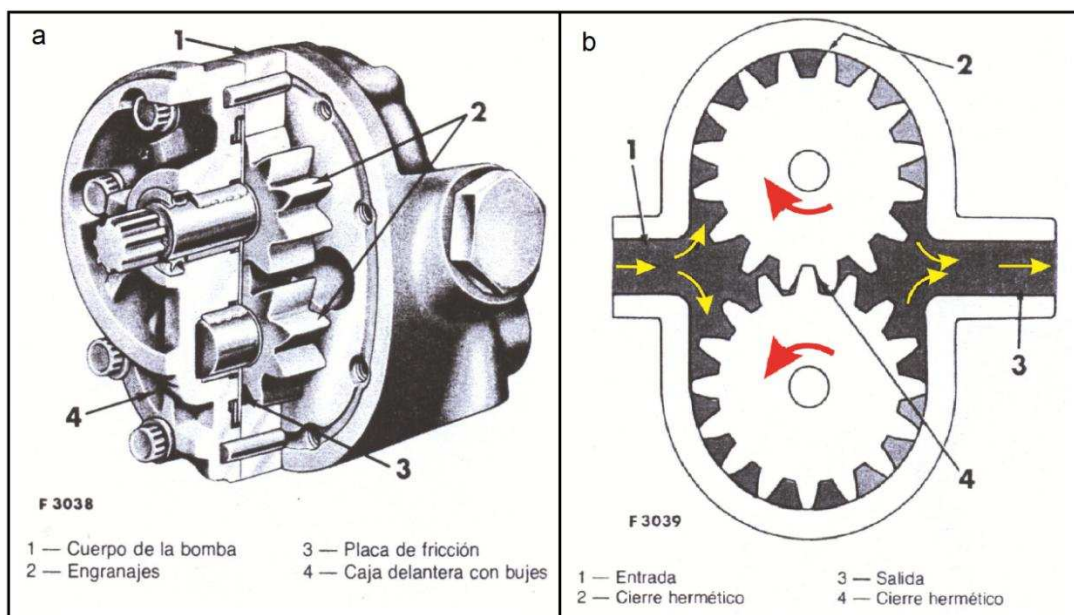
mantener la presión del líquido que bombea y entregar caudal) y de desplazamiento no positivo (únicamente entrega caudal).

Las bombas empleadas en los sistemas hidráulicos son necesariamente bombas de desplazamiento positivo ya que no permiten el retorno del líquido. Estas bombas pueden ser de caudal fijo (flujo constante por unidad de tiempo a menos que se varíe la velocidad angular de la bomba) o caudal variable (flujo variable por unidad de tiempo aunque se varíe la velocidad angular de la bomba).

Hay tres tipos de bombas hidráulicas:

*Bomba de engranajes (Fig.D.24)*

Son utilizadas en la mayoría de aplicaciones por su sencillez y ahorro. Aunque no es posible variar el caudal de aceite, su capacidad es suficiente para la mayoría de sistemas con caudal fijo. También son utilizadas para abastecer otras bombas más grandes y de otros tipos.



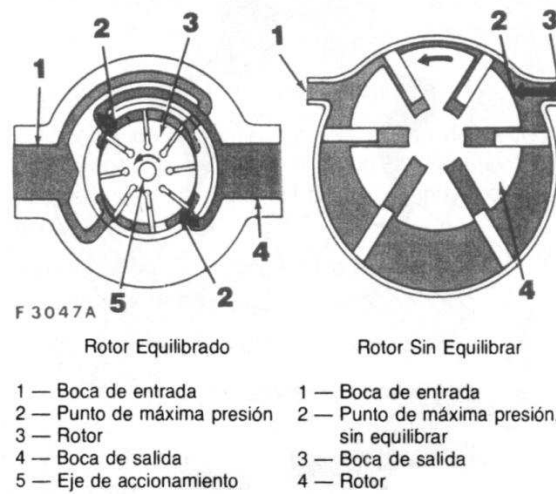
**Figura D.24. Bomba de engranajes externos. a) Partes, b) Funcionamiento<sup>36</sup>**

*Bomba de paletas (Fig.D.25)*

Mueven el aceite por medio de un rotor con ranuras en las que se alojan paletas desplazables. Existen bombas de paletas equilibradas (flujo constante y menor

<sup>36</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 2-3

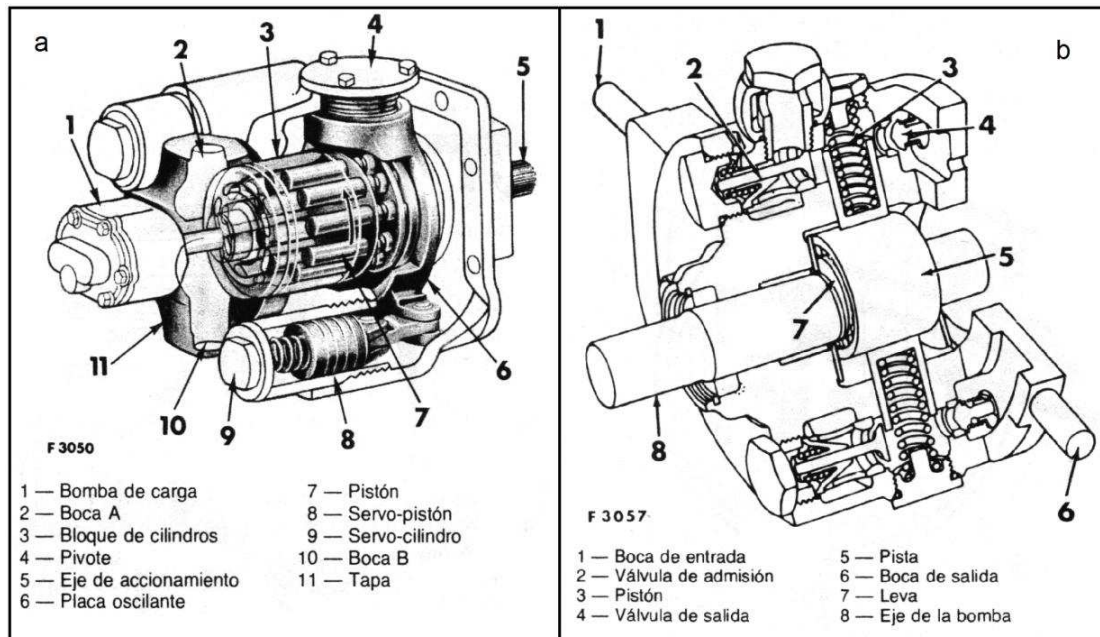
desgaste en los rodamientos) y sin equilibrar (flujo variable y mayor desgaste en los rodamientos)



**Figura D.25. Diferencia entre una bomba equilibrada y otra sin equilibrar<sup>37</sup>**

*Bomba de pistones (Fig.D.26)*

Utilizadas en equipos hidráulicos modernos que trabajan a altas velocidades y a altas presiones. Tienen el inconveniente de ser más complicadas y más caras que las anteriores. Hay bombas de pistones axiales y bombas de pistones radiales.



**Figura D.26. Bombas de pistones. a) Axial, b) Radial<sup>38</sup>**

<sup>37</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 2-6

<sup>38</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 2-6

#### *D.2.3.2.2. Motor hidráulico*

Un motor hidráulico es comparable con una bomba hidráulica, con la única diferencia de que trabaja en forma inversa, es decir, recibe el líquido a presión que llega de la bomba transformando la fuerza hidráulica en mecánica.

Existen motores de engranajes, de paletas y de pistones, los tres son motores giratorios.

Al seleccionar un motor se debe tener en cuenta la fuerza y la velocidad que se requieren. Esto implica que se deben manejar varios parámetros que influyen sobre el motor.

Por ejemplo el par motor está directamente relacionado con el aceite a presión y, la velocidad a la que gira está relacionada con el volumen de aceite que recibe el motor.

Se debe recordar que para una aplicación dada, debe seleccionarse un motor en función del par motor, la velocidad y su tamaño, de acuerdo a la gama de presiones y velocidades que puede soportar.

#### *D.2.3.2.3. Cilindro hidráulico*

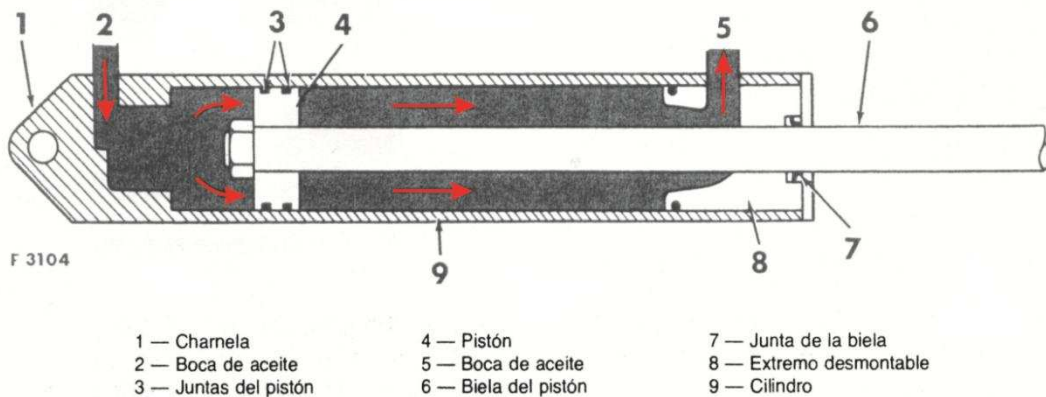
Es el elemento final que permite aplicar la fuerza necesaria al transformar la fuerza hidráulica en mecánica. Hay dos tipos de cilindros: el cilindro de pistones y el cilindro de paletas.

##### *El cilindro hidráulico de pistón*

Utiliza el líquido a presión para llenar determinado volumen, empujar el pistón y de ésta manera generar un movimiento rectilíneo.

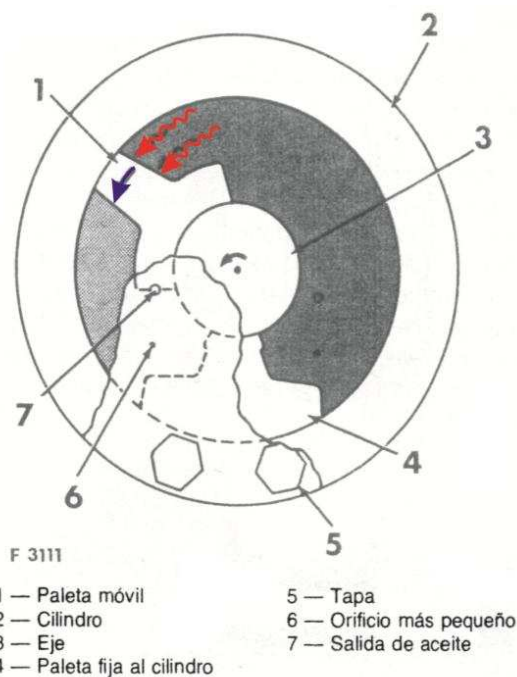
Los cilindros de pistón pueden ser de acción simple (el aceite hidráulico ingresa por un lado, empujando al pistón en un solo sentido) y de doble acción (tienen dos cámaras que permiten empujar el pistón en varios sentidos, Fig. D.27), utilizados en toda la maquinaria pesada para elevar, trasladar y mantener la carga.





**Figura D.27. Partes y funcionamiento de un cilindro hidráulico de doble acción<sup>39</sup>**

El cilindro hidráulico de paletas (Fig. D.28).- La presión de aceite hace girar la paleta móvil, solidaria con el eje. El aceite sale por el orificio del lado opuesto del cilindro. Este dispositivo permite frenar hidráulicamente o amortiguar al llegar a la posición extrema, evitando la parada brusca del movimiento y los golpes. Gracias a este dispositivo, el operador puede pasar rápidamente el cucharón de una retroexcavadora desde la trinchera que está excavando hasta el punto donde amontona la tierra.



**Figura D.28. Partes y funcionamiento de un cilindro hidráulico de paletas<sup>40</sup>**

<sup>39</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 4-3

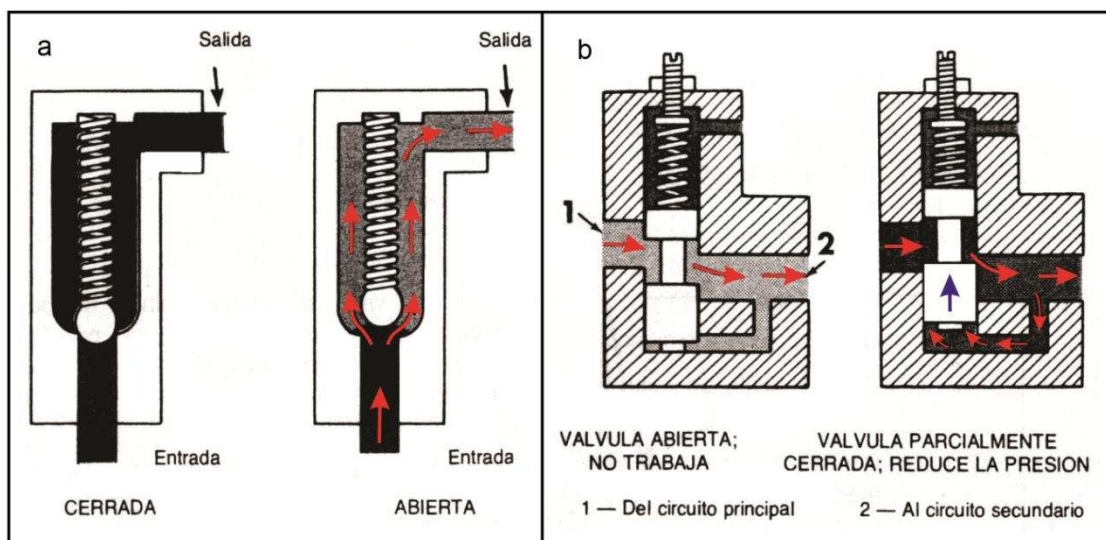
<sup>40</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 4-6

#### D.2.3.2.4. Válvulas

Por medio de las válvulas se gobierna todo el sistema hidráulico. Permiten o impiden el flujo total o parcialmente, lo redirigen y lo hacen circular adecuadamente en el sistema. En un circuito hidráulico se necesitan básicamente tres tipos de válvulas: Válvulas de regulación de presión, de distribución de caudal y de regulación de caudal.

##### *Válvulas de regulación de presión (Fig. D.29)*

Diseñadas para limitar la presión y reducirla, fijar la presión de entrada al circuito y descargar la bomba. Este tipo de válvulas aseguran que las presiones se encuentren dentro del rango de trabajo del sistema hidráulico, de otro modo, si no existe control de la presión el sistema colapsaría.



**Figura D.29. Funcionamiento a) Válvula de alivio, b) Válvula reguladora de presión<sup>41</sup>**

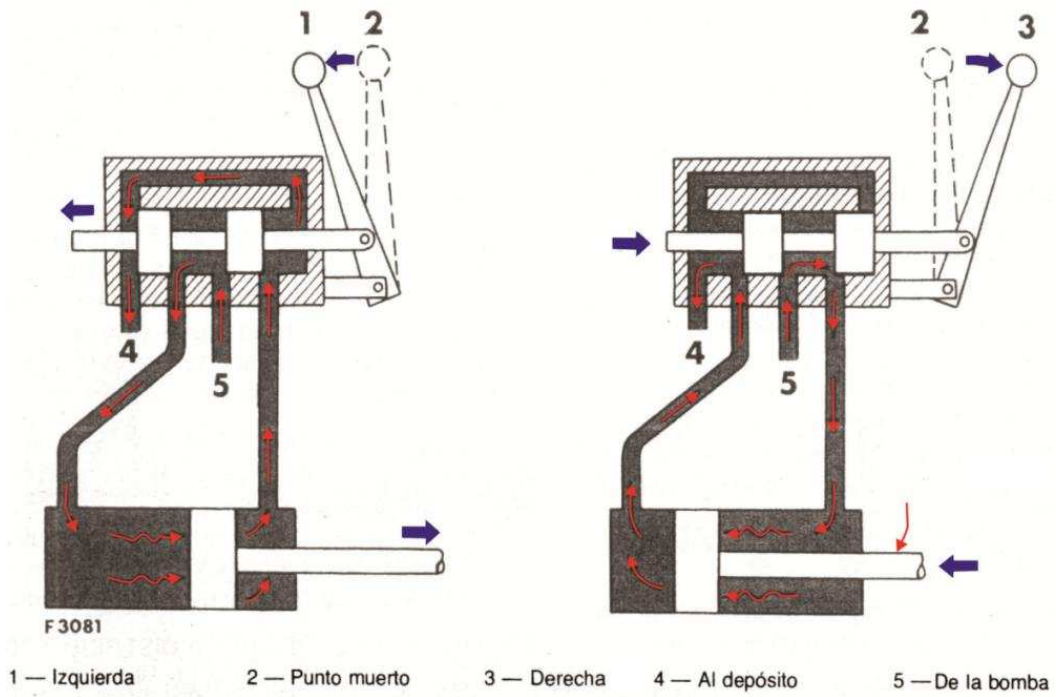
##### *Válvulas de distribución de caudal (Fig. D.30, D.31)*

Su fin es dirigir el flujo de aceite por todo el sistema según se requiera.

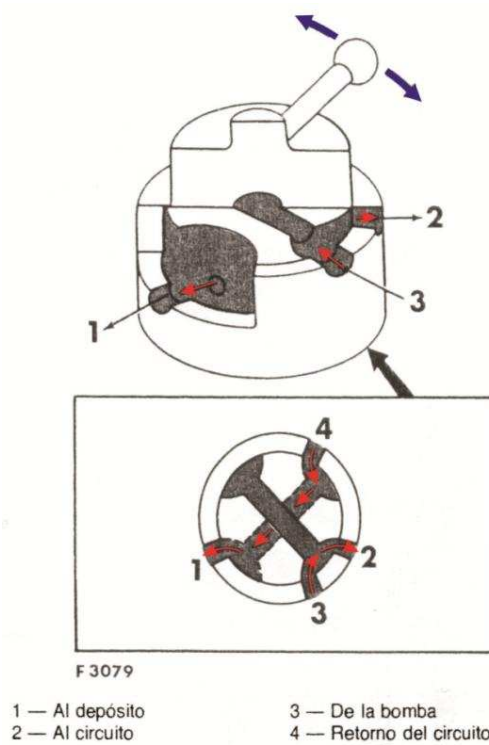
Este tipo de válvulas tienen elementos móviles y orificios que al ubicarlos en diferentes posiciones logran obstruir el flujo en unos y permitirlo en otros.

<sup>41</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 3-2, 3-4





**Figura D.30. Mando de un cilindro hidráulico por medio de una válvula de carrete de distribución<sup>42</sup>**



**Figura D.31. Válvula de distribución rotativa<sup>43</sup>**

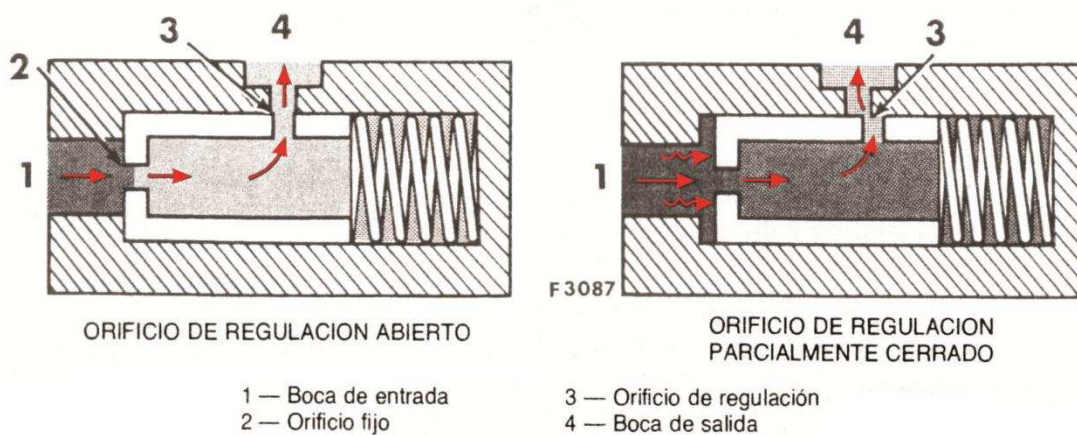
<sup>42</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 3-7

<sup>43</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 3-8

*Válvulas de regulación de caudal (Fig. D.32)*

Regulan el caudal al obstruir o estrangular el paso del aceite. Se habla de válvulas reguladoras no compensadas cuando no compensan los cambios de presión, es decir, la presión a la salida de la válvula depende de la presión de entrada de la misma.

En las válvulas reguladoras compensadas se tiene una presión constante a la salida, aunque cambie la presión a la entrada.



**Figura D.32. Válvula reguladora de caudal por derivación<sup>44</sup>**

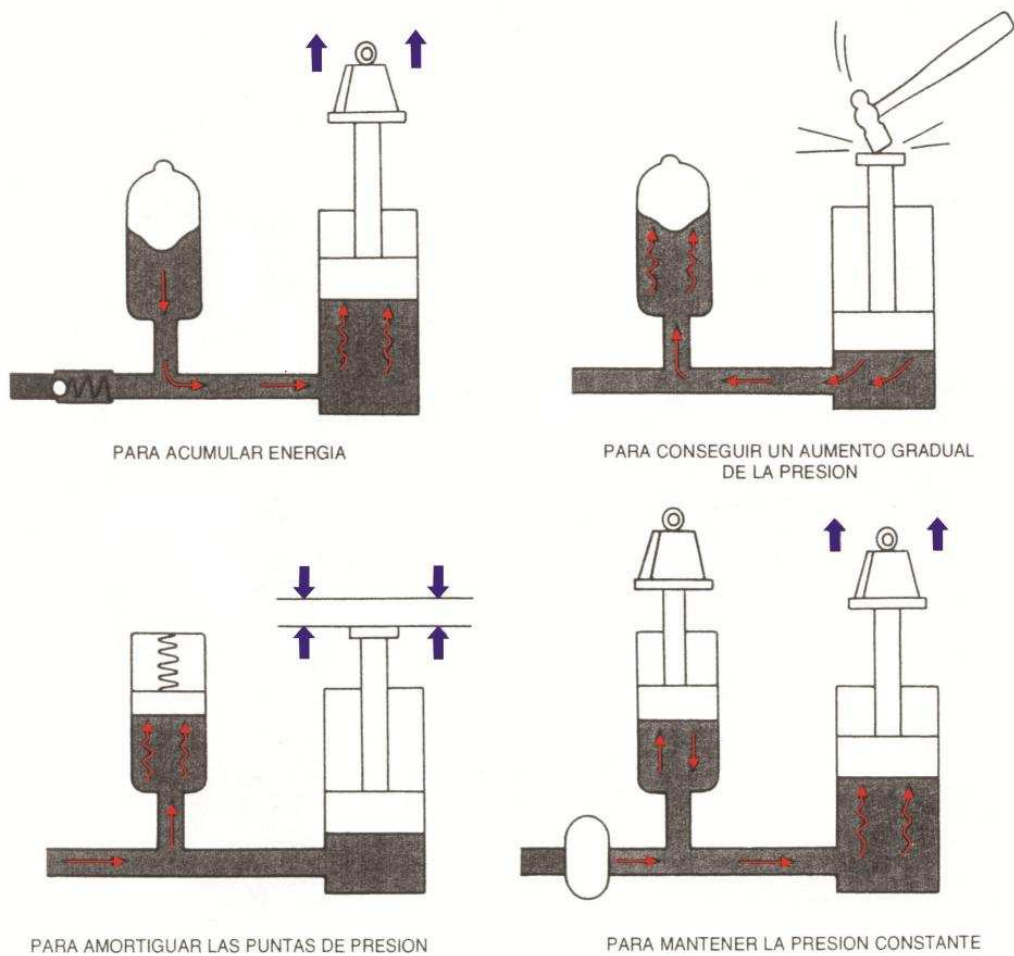
Algunas válvulas reúnen dos o más características. Por ejemplo existen válvulas proporcionales reguladoras de presión y de caudal, de secuencia, de múltiples posiciones, direccionales, de interrupción, de seguridad, de retorno y servoválvulas.

*D.2.3.2.5. Acumuladores hidráulicos (Fig. D.33)*

Consisten en un recipiente en el que se acumula líquido a presión.

Existen acumuladores de energía, acumuladores para amortiguar las puntas de presión, acumuladores para conseguir un aumento gradual de la presión y acumuladores para mantener constante la presión.

<sup>44</sup>Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 3-14, 3-15



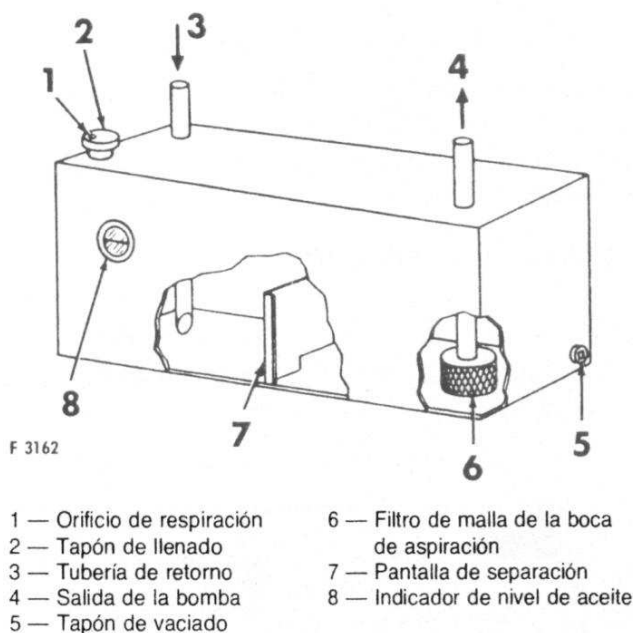
**Figura D.33. Funciones de distintos tipos de acumuladores<sup>45</sup>**

*D.2.3.2.6. Depósitos (Fig. D.34)*

Todo sistema hidráulico cuenta con un depósito que es el lugar en donde el aceite hidráulico retorna una vez que ha pasado por el circuito, para luego ser enviado nuevamente.

Los depósitos deben cumplir con los siguientes requisitos: contener todo el aceite que retorna por gravedad, mantener el nivel de aceite por encima de la boca de aspiración, disipar el exceso de calor que se produce durante el funcionamiento normal del sistema hidráulico, sedimentar la materia extraña y ayudar a que se desprenda el aire que pueda llevar el aceite en suspensión.

<sup>45</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 6-1



**Figura D.34. Partes de un depósito<sup>46</sup>**

#### D.2.3.2.7. Líneas de conexión

Las líneas de conexión son las tuberías, tubos flexibles y mangueras. Estos elementos permiten siempre el paso del aceite, son los que dan al sistema hidráulico la característica de “flexibilidad” por su sencillez, peso y tamaño reducido.

Las tuberías de baja presión son fáciles de doblar y abocardar, requieren menos racores y se pueden volver a utilizar. Son fabricadas en cobre, aluminio y plástico.

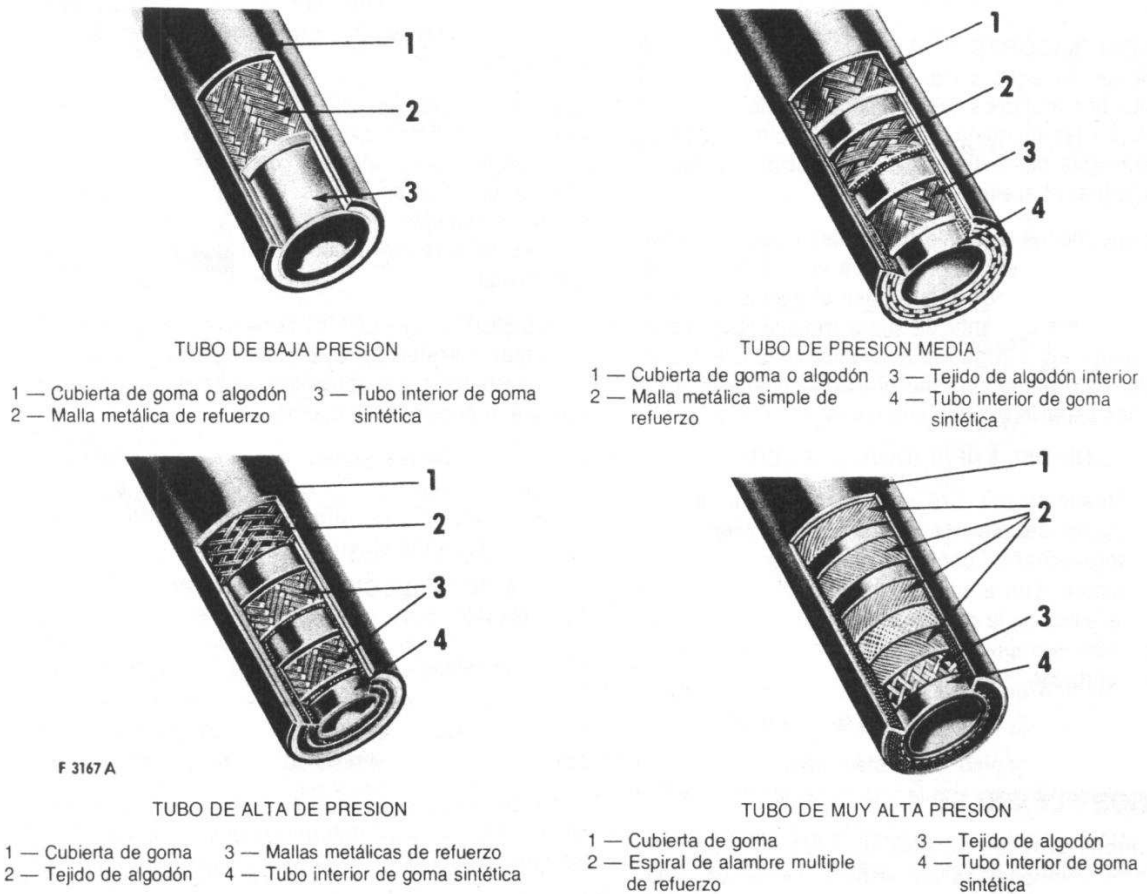
Las tuberías de alta presión son fabricadas en acero estirado en frío, sin costuras. Se utilizan en instalaciones permanentes, resultan más baratas que las de baja presión y son más fáciles de instalar cuando están en línea recta.

En sistemas hidráulicos no se debe emplear tuberías de hierro galvanizado, porque la capa de zinc se puede desprender y averiar válvulas y bombas.

Los tubos flexibles son utilizados para unir distintos componentes de un sistema hidráulico. Se doblan fácilmente, absorben las vibraciones y las puntas de presión además de su fácil instalación. Los tubos flexibles están cubiertos por varias capas dependiendo de la presión que se maneje en el interior. Existen tubos

<sup>46</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 8-1

flexibles para presión baja, media, alta y muy alta, en distintos diámetros (Fig. D.35).



**Figura D.35. Componentes de los tubos flexibles para el manejo de presiones bajas, medias, altas y muy altas<sup>47</sup>**

*D.2.3.2.8. Líquidos hidráulicos*

Es el medio utilizado para transmitir la fuerza desde la bomba a los mecanismos que trabajan, tales como cilindros y motores hidráulicos.

El líquido tiene tanta importancia como cualquier otro elemento del sistema hidráulico. Al ser el elemento que fluye a través de todo el circuito, éste debe tener algunas propiedades tales como:

<sup>47</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 8-4

### *Viscosidad*

El líquido se comporta de diferente manera al variar la temperatura a la que se encuentra. Si el líquido es demasiado fluido (poco viscoso), existe la posibilidad de tener pérdidas en las juntas y retenes. Por otro lado, si el líquido es demasiado denso (viscoso), el sistema se vuelve lento, consumiendo potencia al hacer circular el líquido por el sistema.

### *Índice de viscosidad*

Este índice da la medida de la forma en que varía la densidad de un líquido con la temperatura. Para un líquido que se vuelve muy fluido a altas temperaturas y muy viscoso a bajas temperaturas, el índice de viscosidad es muy bajo. Si un líquido tiene la característica de no variar su viscosidad apenas con la temperatura, el índice de viscosidad es muy alto. Para sistemas hidráulicos se debe aplicar líquidos hidráulicos de altos índices de viscosidad.

### *Reducción de la fricción*

La mayoría de los componentes de un sistema hidráulico se ajustan con gran precisión y necesitan ser lubricados para no perder su ajuste. Un buen aceite debe tener la propiedad de adherirse a las superficies, formando una película fina, reduciendo la fricción.

### *Resistencia a la oxidación*

La oxidación generada por el oxígeno en el hierro produce una capa de óxido de hierro. Esta oxidación cambia las propiedades del aceite, formando ácidos orgánicos que atacan las partes metálicas, juntas y retenes del sistema hidráulico. También se forman cienos, producto de la reacción entre el líquido y el aire. Ambas reacciones se aceleran con la presencia de polvo, agua, partículas metálicas y demás elementos indeseables en el aceite hidráulico.

El aumento de temperatura también aumenta la velocidad del proceso de oxidación. Estos son los motivos por los que se han incorporado al sistema hidráulico, un sistema de filtrado del líquido y un sistema de enfriamiento.

### *Resistencia a formar espuma*

El líquido utilizado en el sistema hidráulico puede absorber aire ya que en muchos casos el depósito se encuentra en contacto con la atmósfera. También pueden haber juntas y tuberías no herméticas o suele pasar que el nivel del líquido se encuentra por debajo de la boca de aspiración. Al tener aire dentro del sistema hidráulico, los elementos no funcionan adecuadamente.

El aceite hidráulico debe tener la capacidad de disolver pequeñas cantidades de aire.

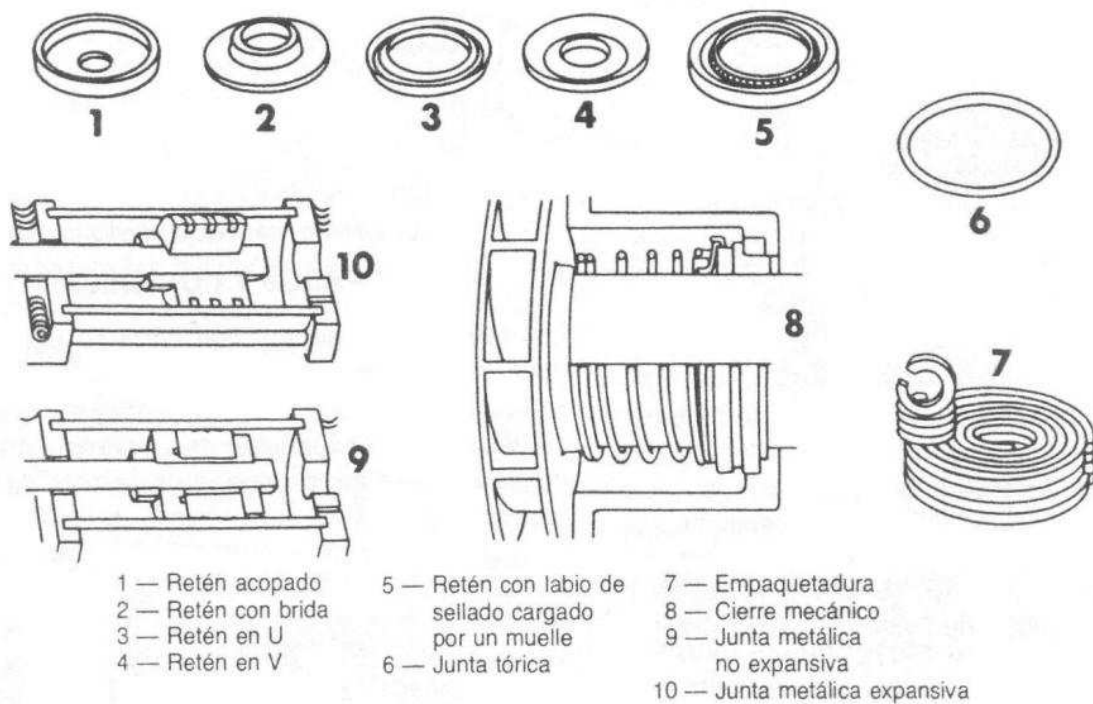
#### *D.2.3.2.9. Juntas y Retenes*

Las juntas y retenes son utilizados para cerrar herméticamente el sistema hidráulico. Estos elementos impiden que el polvo o suciedad ingresen en el sistema. Es por esta razón que son muy importantes; su manejo, cambio e instalación deben ser cuidadosamente efectuados. Existen diferentes tipos de juntas para efectuar el cierre hermético (Fig. D.36):

- Juntas tóricas.- Suelen ser de goma sintética. Son diseñadas para que se alojan en ranuras circulares donde son comprimidas (aproximadamente un diez por ciento) entre dos superficies.
- Retenes de sección en U y V.- Ofrecen un cierre hermético dinámico aplicado a pistones y bielas en los cilindros hidráulicos. Se pueden conseguir retenes con labio de sellado cargado por un muelle en cuyo caso, el labio de sellado de goma lleva un aro de resorte que se aplica contra la superficie que va a cerrar.
- Retenes acoplados y con brida.- Se emplean para hacer juntas dinámicas en pistones y bielas de cilindros hidráulicos.
- Cierres mecánicos.- Resuelven el problema cuando se desea cerrar herméticamente elementos en rotación. Las partes de la junta que rozan suelen ser de carbón o de grafito sobre un apoyo de acero. Una parte de este sello se acopla a la caja y la parte interior al eje en rotación mientras un muelle aplica firmemente la una contra la otra.
- Juntas metálicas.- Son muy parecidas a los segmentos de los pistones de los motores de combustión interna. Pueden ser expansivas o no

expansivas. Las juntas metálicas suelen ir acompañadas de otros tipos de juntas que recogen el líquido que dejan. Las juntas metálicas de precisión no suelen tener pérdida y trabajan muy bien a temperaturas altas.

- Empaquetadura prensada.- Empleada para juntas dinámicas con bajas presiones. Tiene las mismas aplicaciones que los retenes de sección U o en V.
- Juntas metalo-plásticas.- Utilizada para aplicaciones estáticas. Efectúa el cierre hermético al ser comprimida sobre las superficies y moldearse sobre éstas. La junta debe quedar bien comprimida en todos los puntos por igual.



**Figura D.36. Tipos de juntas y retenes<sup>48</sup>**

#### D.2.3.2.10. Filtros Hidráulicos

El líquido hidráulico que viaja a través de todo el sistema, transmite la fuerza y a la vez lubrica todas las piezas. Por lo tanto, es necesario que el líquido empleado esté siempre libre de cualquier suciedad o partícula abrasiva.

Los filtros son los encargados de mantener el sistema libre de impurezas en el aceite. Es lógico pensar que resulta más conveniente cambiar los filtros y efectuar

<sup>48</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Hidráulico, Pág. 9-1



el respectivo mantenimiento a cambiar una bomba hidráulica u otras partes importantes del sistema.

Actualmente existe una gran gama de pre-filtros y filtros para aceite, combustible y aire (Fig. D.37).



**Figura D.37. Variedad de filtros fabricados para cada aplicación<sup>49</sup>**

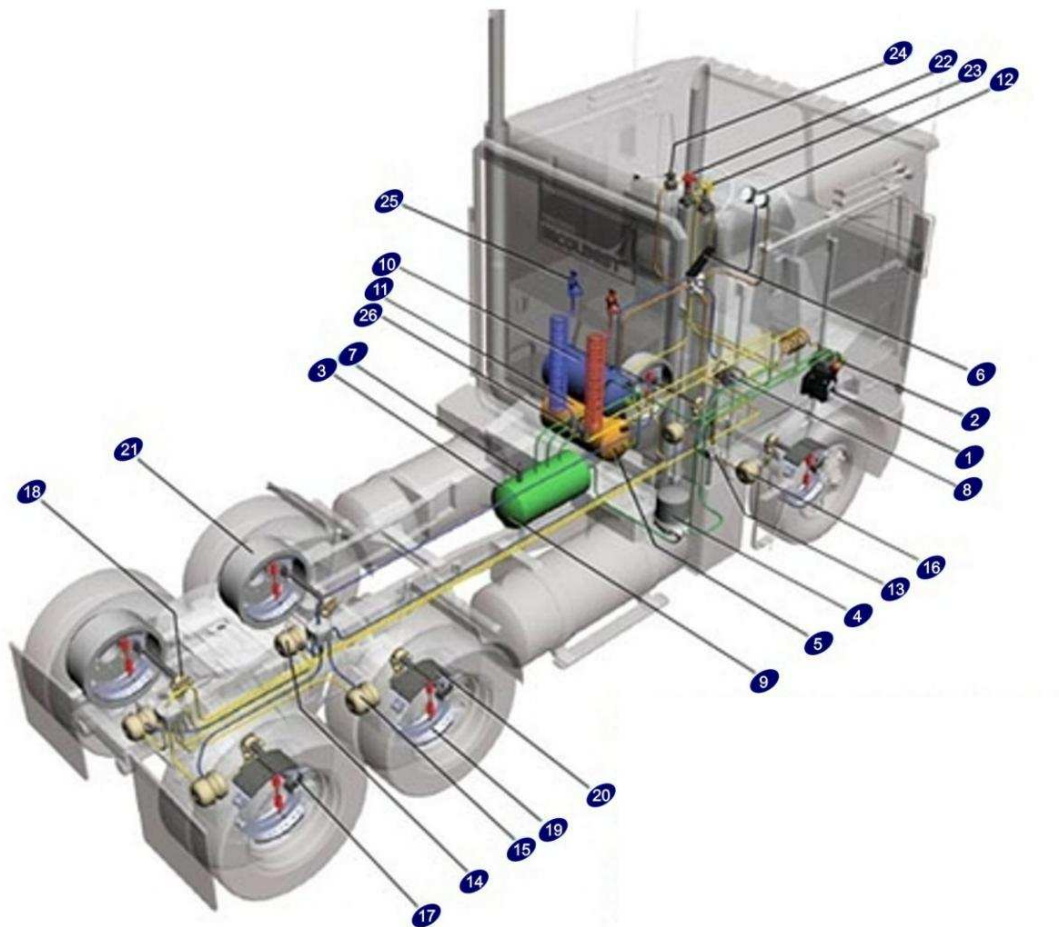
#### **D.2.4. SISTEMAS NEUMÁTICOS**

Son sistemas similares a los sistemas hidráulicos, es decir, poseen mangueras, pistones, cilindros, válvulas, filtros. Estos sistemas utilizan el aire a presión como fluido de trabajo, por lo que vienen equipados con un compresor y un tanque de almacenamiento para el aire comprimido.

En la maquinaria pesada, como volquetas y tracto-camiones (Fig. D.38), estos sistemas son empleados para accionar neumáticamente los frenos de servicio, activar el selector de cambios, y aplicar el dual.

---

<sup>49</sup>[http://www.totalsource.com/totalSource\\_spanish/products/filters.html](http://www.totalsource.com/totalSource_spanish/products/filters.html)



- |                         |                                   |  |
|-------------------------|-----------------------------------|--|
| 1. Compresor            | 10. Tanque de servicio primario   | 19. Zapata                               |
| 2. Gobernador           | 11. Tanque de servicio secundario | 20. Material de fricción, bloque o banda |
| 3. Tanque principal     | 12. Manómetros                    | 21. Campana                              |
| 4. Secador              | 13. Válvula escape rápido         | 22. Válvula de parqueo trailer           |
| 5. Válvula cheque       | 14. Válvula relevadora            | 23. Válvula de parqueo tractor           |
| 6. Válvula de pedal     | 15. Cámara doble                  | 24. Válvula de protección tractor        |
| 7. Válvula de seguridad | 16. Cámara sencilla               | 25. Acoples para el trailer              |
| 8. Válvula doblecheque  | 17. Eje de leva                   | 26. Freno de remolque                    |
| 9. Válvula para drenaje | 18. Leva ajustadora o Ratche      |  |

**Figura D.38. Sistema neumático de frenos en un tracto-camión<sup>50</sup>**

### D.2.5. SISTEMAS ELÉCTRICOS<sup>51</sup>

Los sistemas eléctricos cumplen varias funciones como: encender el motor, recargar la batería, iluminar al exterior y la cabina, energizar el tablero de control y accesorios, etc. Estos sistemas requieren de una fuente de energía eléctrica. Las baterías son la fuente de energía eléctrica y producen corriente continua mediante una reacción química. Existen baterías de 6 y 12 voltios, que acopladas en serie se puede obtener 24 voltios para algunas máquinas que así lo requieran.

<sup>50</sup> <http://www.incolbest.com/conozca-sus-frenos/diagrama-del-sistema-de-frenos-neumatico/>

<sup>51</sup> JOHN DEERE; Sistemas Eléctricos–Fundamentos de servicio; Estados Unidos; 1980; Pág. 3-1

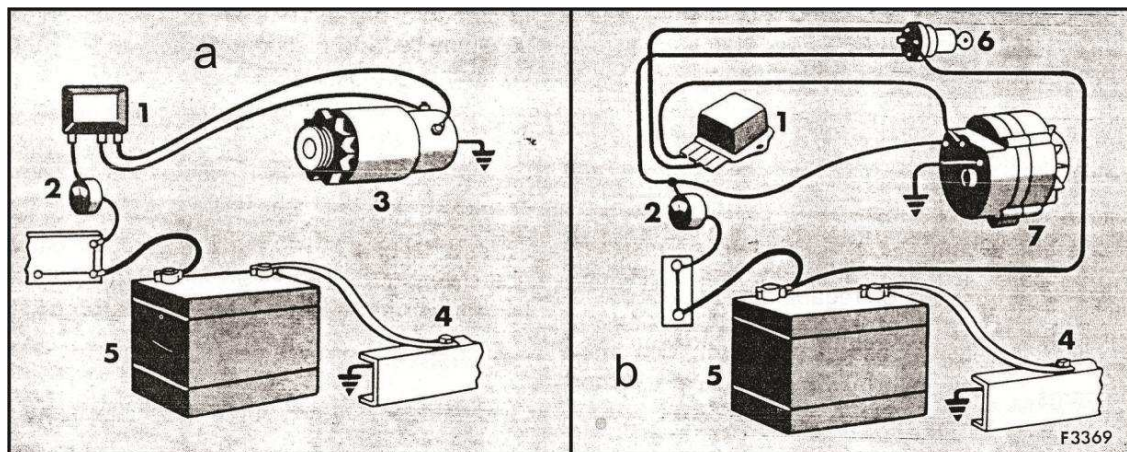
Las baterías cumplen la función de suministrar corriente para el arranque del motor, suministrar corriente cuando la demanda de ésta excede a la que es capaz de entregar el sistema de carga y estabilizar el voltaje del sistema durante el funcionamiento.

El sistema eléctrico se compone de varios sistemas como:

### D.2.5.1. Circuitos de Carga

Los circuitos de carga cumplen dos funciones como recargar la batería y entregar corriente durante el trabajo.

Los circuitos de carga pueden ser de carga por dínamo o de carga por alternador (Fig. D.39).



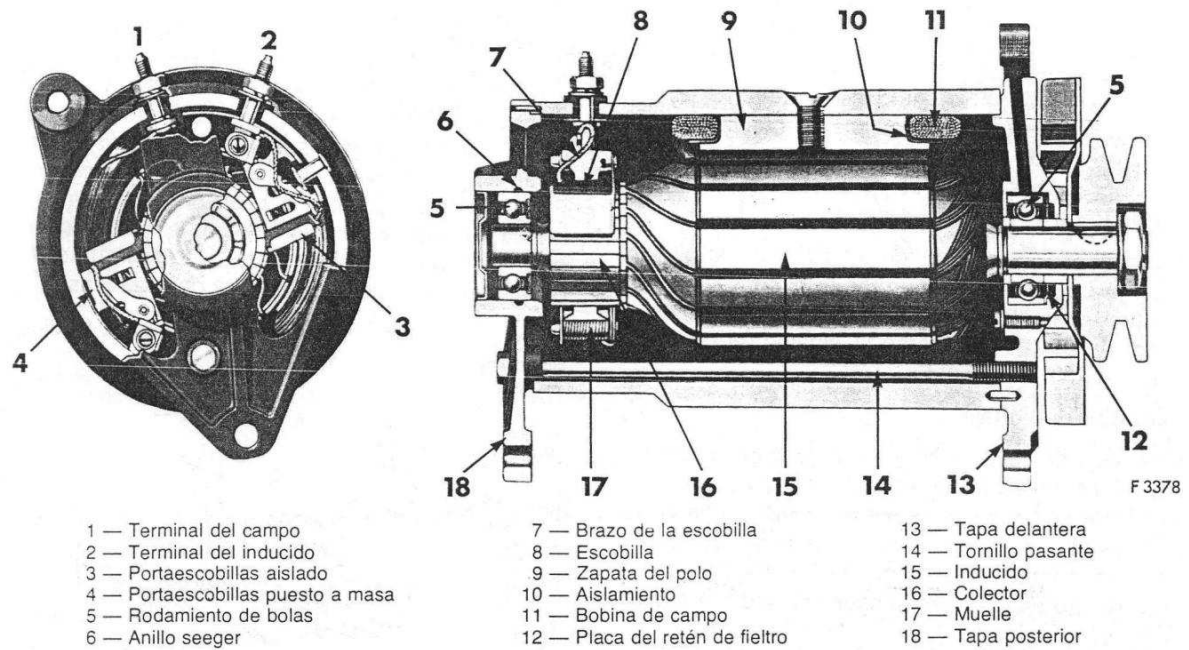
- |                 |             |                       |
|-----------------|-------------|-----------------------|
| 1 - Regulador   | 4 - Masa    | 6 - Llave de contacto |
| 2 - Amperímetro | 5 - Batería | 7 - Alternador        |
| 3 - Dinamo      |             |                       |

**Figura D.39. Circuito de carga. a) Por dinamo, b) Por alternador<sup>52</sup>**

En los circuitos de carga por dínamo, la corriente alternante se transforma en corriente continua por medio del colector del inducido, llevan un regulador que: abre y cierra el circuito de carga, evita que la batería se cargue demasiado, limita la tensión de salida de la dinamo. La dínamo posee conductores de corriente que cortan las líneas de fuerza de un campo magnético estacionario, induciéndose en ellos corriente.

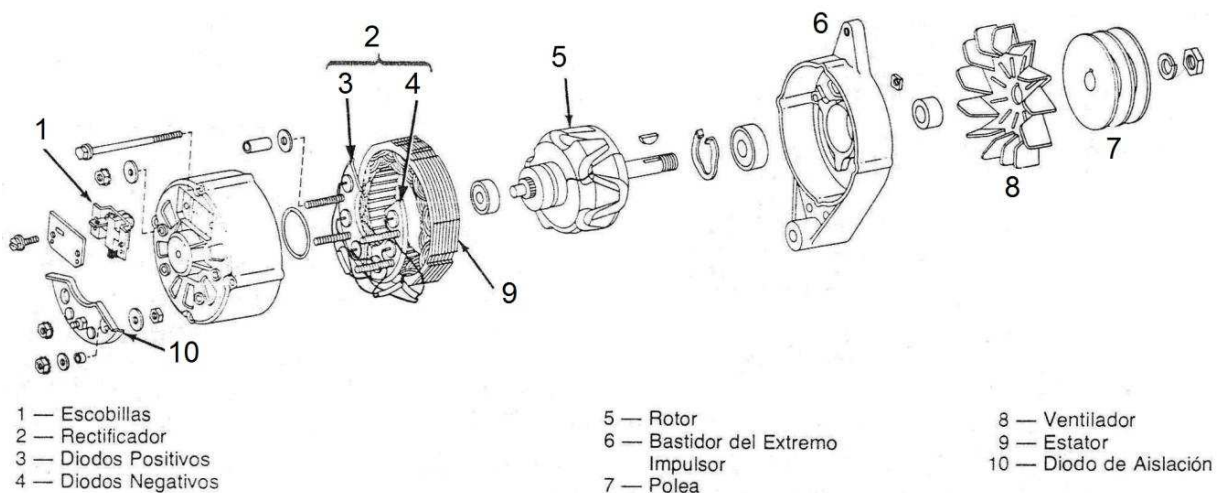
<sup>52</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Sistemas Eléctricos, Pág. 4-1





**Figura D.40. Sección transversal y longitudinal de una dinamo<sup>53</sup>**

En los circuitos de carga por alternador, la corriente alternante se transforma en corriente continua por medio de diodos rectificadores y llevan también un regulador. El alternador suele ser de tamaño más reducido para una misma potencia de salida y son capaces de producir mayores intensidades de corriente con el motor menos revolucionado. El alternador genera un campo magnético que gira dentro de unos conductores estacionarios induciendo en ellos corriente.



**Figura D.41. Despiece de un alternador típico<sup>54</sup>**

<sup>53</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Sistemas Eléctricos, Pág. 4-5

<sup>54</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Sistemas Eléctricos, Pág. 4-42

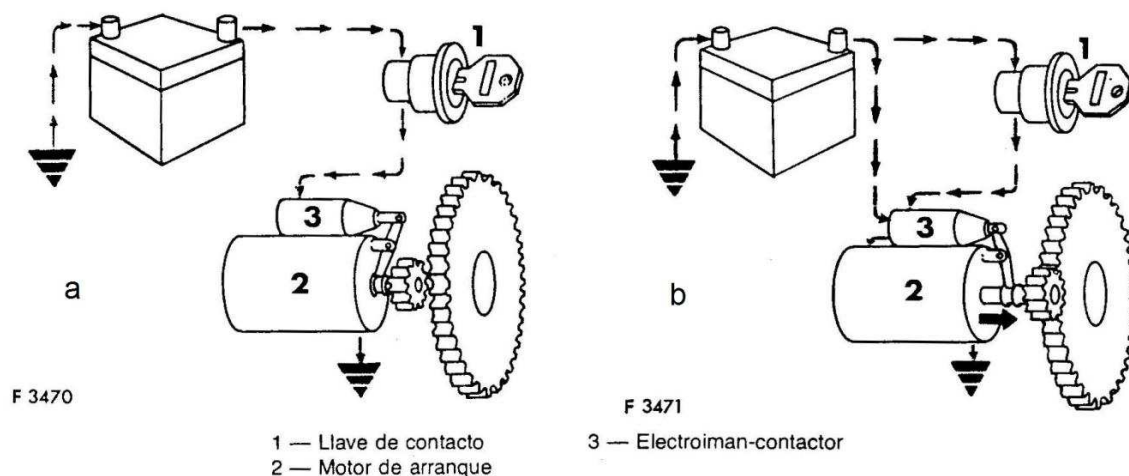
El funcionamiento del circuito de carga trabaja en tres modos:

- Durante el arranque del motor, la batería es la única que entrega corriente a la carga.
- Durante los momentos de máximo consumo de corriente, la batería suplementa la corriente entregada por la dinamo o el alternador.
- En trabajo normal, la dinamo o alternador suministra toda la corriente que se consume y recarga a la batería.

#### D.2.5.2. Circuitos de arranque

El circuito de arranque hace girar el cigüeñal del motor mediante un motor de arranque que transforma la energía eléctrica que envía la batería en energía mecánica.

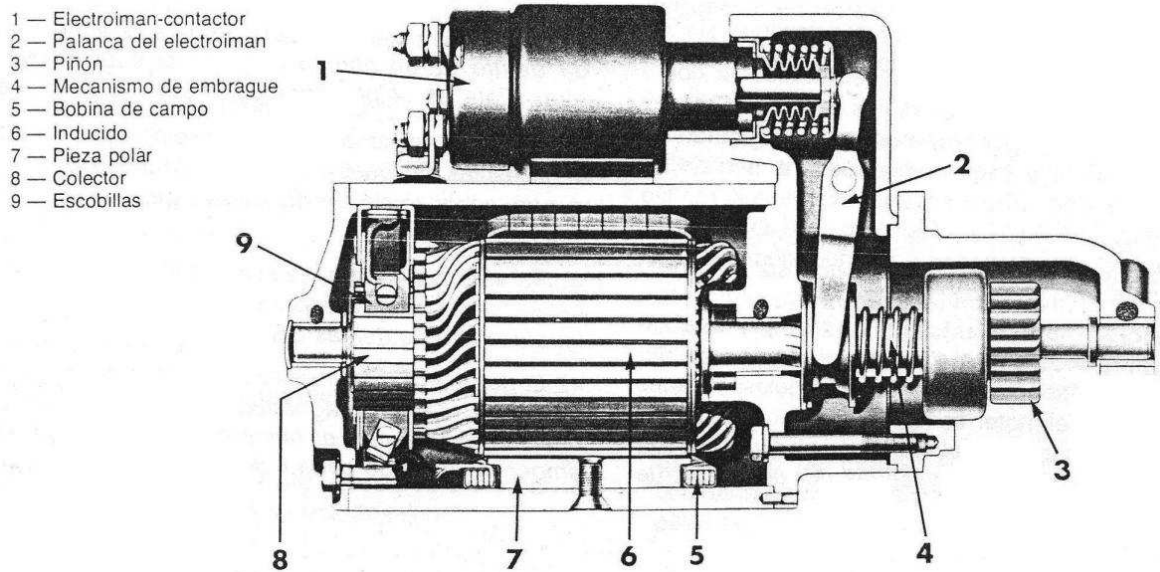
El circuito de arranque elemental consta de cuatro elementos que son: Batería, llave de contacto, electroimán contactor y motor de arranque (Fig. 2.42).



**Figura D.42. Circuito de arranque. a) Cierre de la llave de contacto, b) El motor de arranque ataca a la corona del volante<sup>55</sup>**

Los motores de arranque son motores eléctricos especiales porque están diseñados para funcionar con grandes sobrecargas durante períodos muy cortos y porque también son capaces de desarrollar una gran potencia en comparación con su reducido tamaño.

<sup>55</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Sistemas Eléctricos, Pág. 5-1



**Figura D.43. Sección longitudinal de un motor de arranque<sup>56</sup>**

### D.2.5.3. Sistemas de encendido

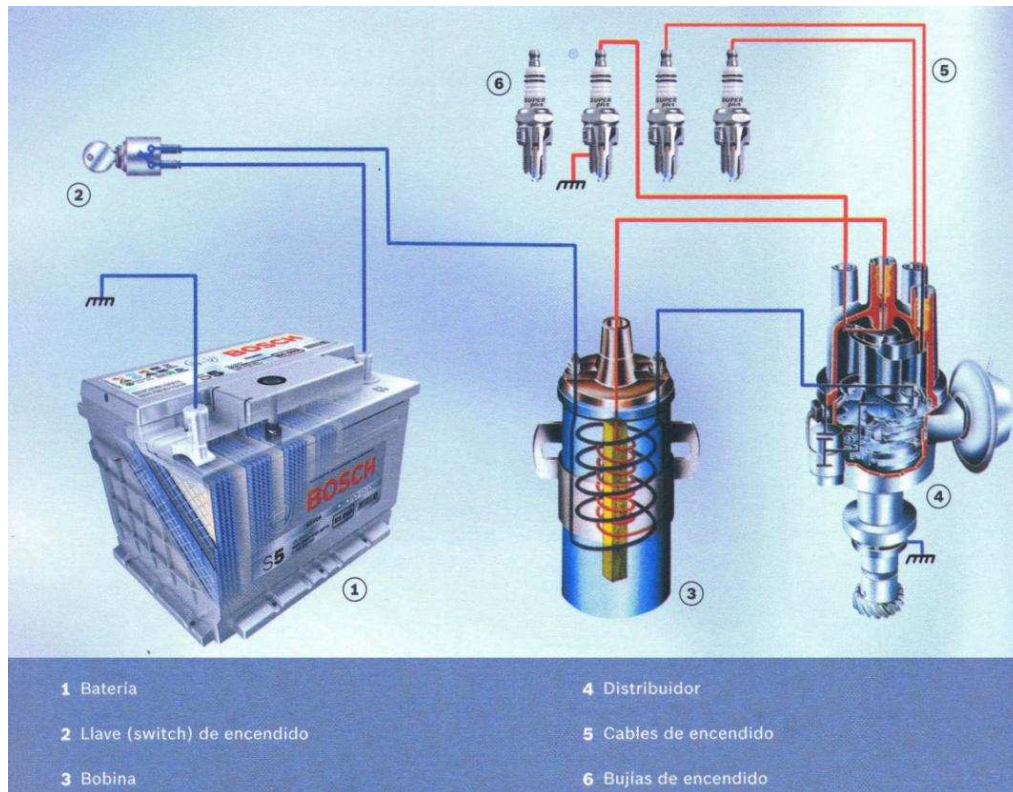
El sistema de encendido es el encargado de producir la chispa que inflama la mezcla comprimida de aire combustible en los motores de encendido por chispa.

El sistema de encendido debe transformar el bajo voltaje de la batería en impulsos de alto voltaje y debe sincronizar estos impulsos de alta tensión con las revoluciones del motor.

En el sistema convencional (Fig. D.44), el sistema de encendido por chispa necesita de cuatro elementos que son: bobina de encendido, condensador, distribuidor y las bujías de encendido.

La bobina transforma el bajo voltaje en alto voltaje capaz de hacer saltar una chispa. El condensador absorbe la extracorrente de corte del primario de la bobina y protege los contactos del ruptor al evitar que se formen arcos. El distribuidor abre y cierra el circuito primario (para inducir el alto voltaje en el secundario), sincroniza estas puntas de voltaje con la rotación del motor y dirige cada punta de voltaje a la bujía que le toca inflamar la mezcla. Las bujías inflaman la mezcla de aire y combustible dentro de cada cilindro.

<sup>56</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Sistemas Eléctricos, Pág. 5-3



**Figura D.44. Sistema de encendido convencional<sup>57</sup>**

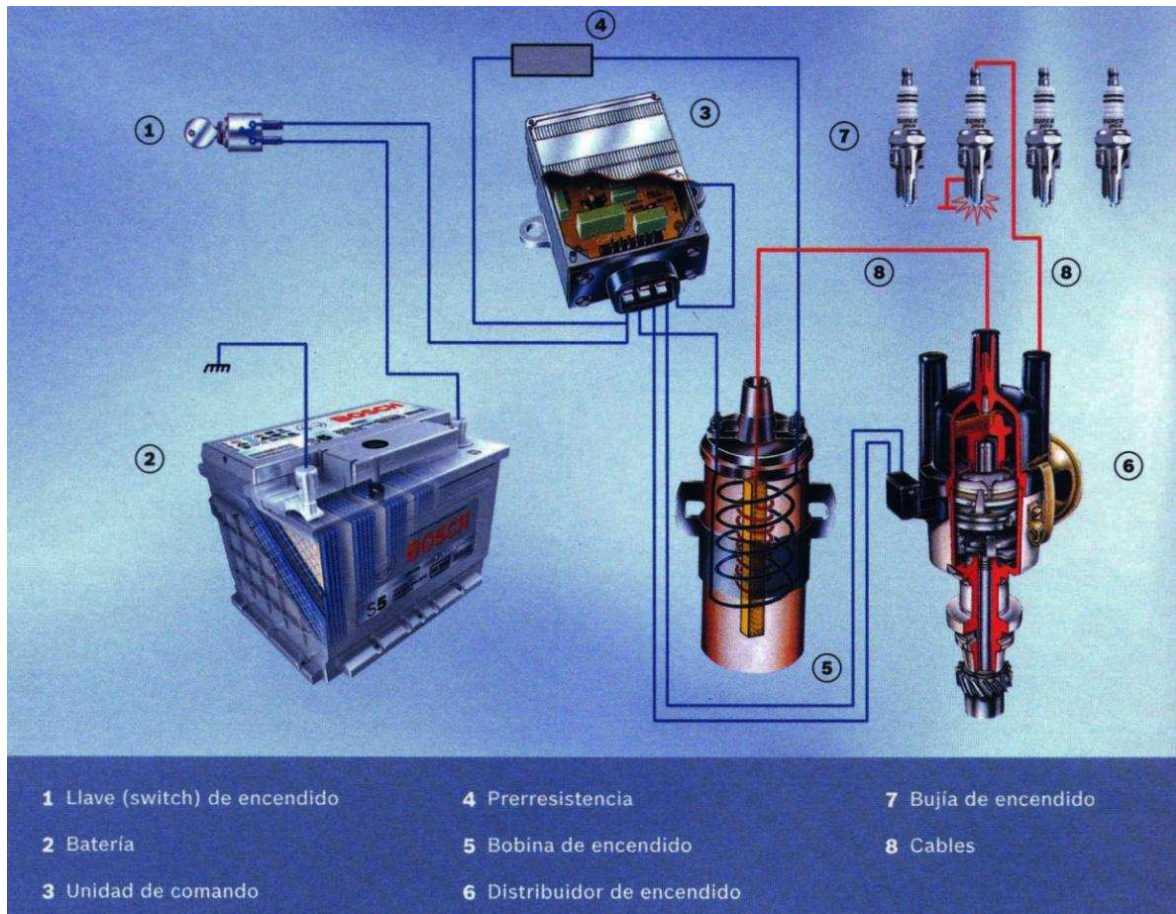
El sistema de encendido en los motores diesel tiene su dificultad al tratar de encender el motor en frío. Se debe recordar que el diesel se auto inflama al llegar a determinada temperatura. El incremento de temperatura se logra al comprimir el aire que ingresa en la cámara de combustión.

Cuando el motor diesel se encuentra frío, el encendido del mismo no responde sino hasta un tiempo después que el motor de arranque ha estado funcionando para lograr la temperatura adecuada dentro de la cámara y el combustible se autoinflame. Con el fin de resolver este inconveniente, se han incorporado unas resistencias calefactoras que elevan la temperatura del diesel facilitando así su autoencendido.

El sistema de encendido electrónico (Fig. D.45) no utiliza platino y condensador (que son los principales causantes del daño del sistema de encendido convencional), mantiene la tensión de encendido siempre constante, garantizando mayor potencia de la chispa en altas revoluciones y mantiene el punto de encendido siempre ajustado.

<sup>57</sup> Sistemas de encendido, Bosch, Pág. 5





**Figura D.45. Sistema de encendido electrónico<sup>58</sup>**

#### **D.2.5.4. Sistemas electro-electrónicos<sup>59</sup>**

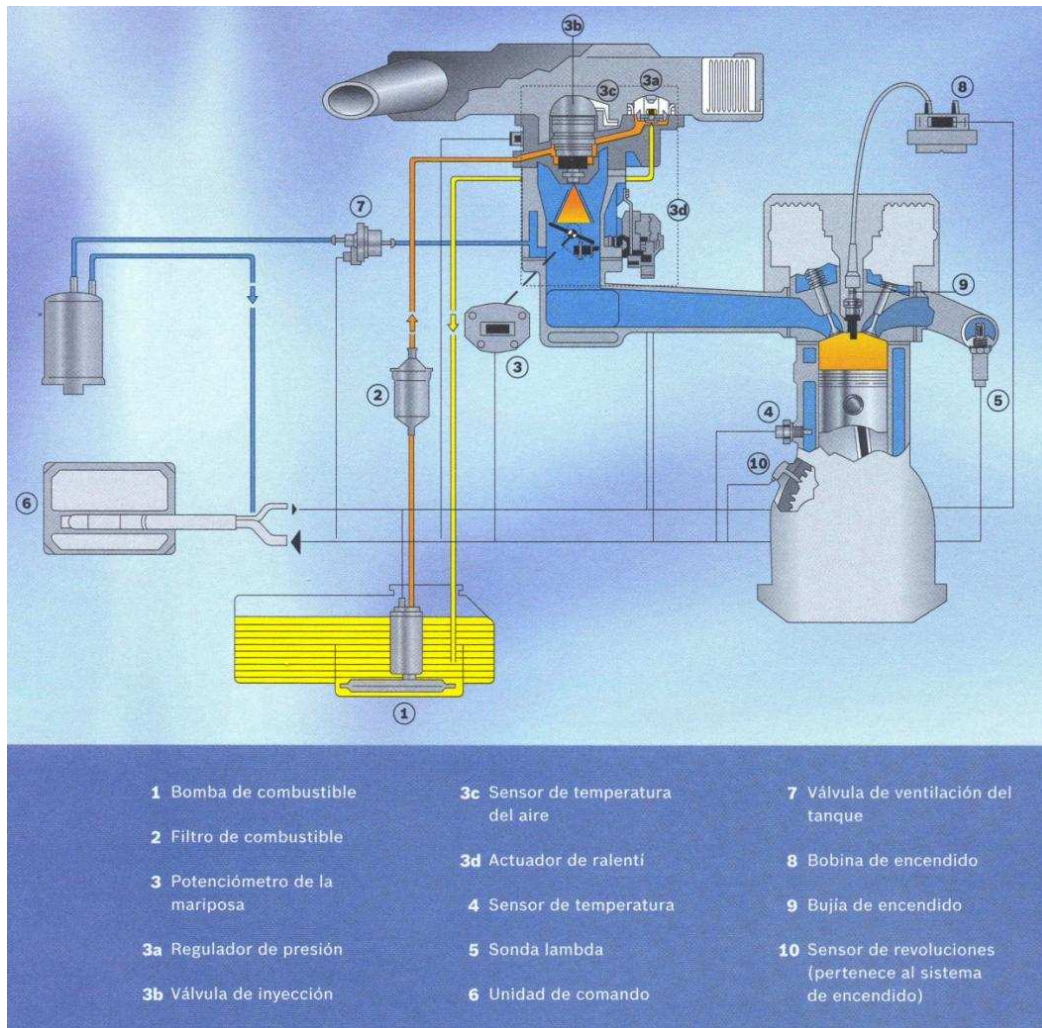
Los sistemas electro-electrónicos son sistemas modernos que permiten controlar algunos parámetros con mejor precisión mediante el uso de sensores. (Fig. D.46)

Los componentes principales de estos sistemas son la unidad de comando y los sensores. La unidad de comando es el cerebro del sistema, en donde éste determina el volumen ideal de combustible a ser pulverizado, en base a los sensores acoplados a éste. Las señales que se reciben de los sensores a ésta unidad de comando son: el medidor de flujo de aire, potenciómetro de la mariposa de aceleración, sensor de temperatura del motor, revoluciones del motor, señal de arranque, señal del sensor de oxígeno, sonda lambda, adicionador de aire, actuador de ralentí, etc.

<sup>58</sup> Sistemas de encendido, Bosch, Pág. 18

<sup>59</sup> BOSCH; Sistemas de encendido – Informaciones de funcionamiento y mantenimiento; 2008; Pág. 4





**Figura D.46. Sistema electro-electrónico en el funcionamiento de un motor de combustión<sup>60</sup>**

#### **D.2.5.5. Circuitos eléctricos para alumbrado y accesorios**

Estos circuitos complementan el funcionamiento íntegro de la maquinaria. Son circuitos que permiten el alumbrado, activar o desactivar embragues electromagnéticos, indicadores eléctricos, instrumentos de medida, bocinas y zumbadores, relés, electroimanes, conmutadores.

#### **D.2.6. SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO<sup>61</sup>**

Los sistemas de enfriamiento están basados en los principios de la termodinámica, mecánica de fluidos y la transferencia de calor.

<sup>60</sup> Inyección electrónica, Bosch, Pág. 9

<sup>61</sup> JOHN DEERE; Hidráulico–Fundamentos de servicio; Estados Unidos; 1980; Pág. 8-2

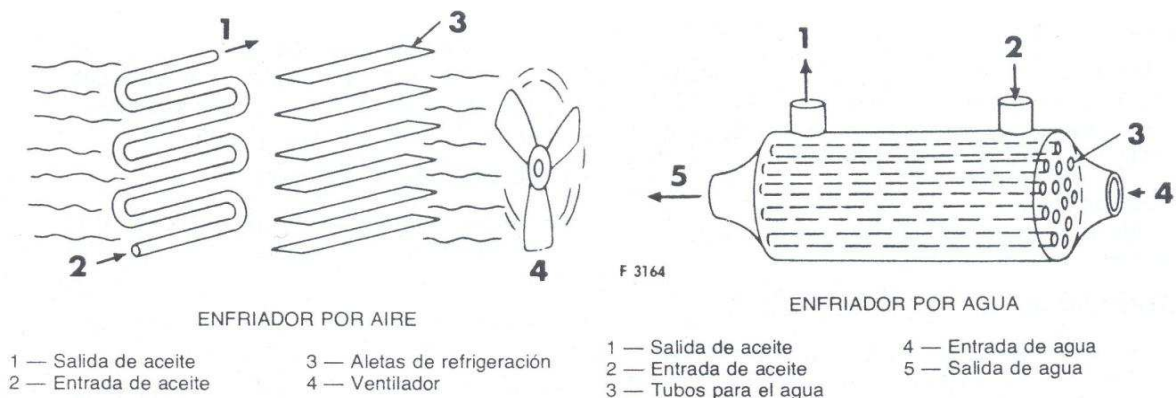
Constan de un intercambiador de calor, una bomba que permite el flujo del líquido que va a ser enfriado, un depósito, válvulas de seguridad y mangueras.

Todos los motores tienen una temperatura de trabajo. Esta temperatura es la óptima de trabajo en determinado rango para fines de lubricación, evitar o favorecer el autoencendido dependiendo del tipo de motor.

El sistema de enfriamiento es el encargado de mantener ésta temperatura de trabajo en el intervalo indicado.

Estos sistemas de refrigeración son necesarios en los motores de combustión, pero también son empleados para enfriar el aceite en los sistemas hidráulicos y en los frenos de discos múltiples por el incremento de temperatura que genera la fricción.

Los enfriadores por aire emplean el mismo ventilador utilizado para el sistema de enfriamiento del motor. Los enfriadores por agua suelen emplear la misma agua del sistema de enfriamiento del motor (Fig. D.47).



**Figura D.47. Enfriadores. a) Por aire, b) Por agua<sup>62</sup>**

### D.2.7. NEUMÁTICOS Y TRENES DE ORUGA

Toda la maquinaria está en contacto con el suelo mediante neumáticos o trenes de oruga. Éstos son los elementos que permiten la movilización de la maquinaria sobre distintos tipos de superficies. La maquinaria pesada trabaja a velocidades bajas porque en su entorno existe siempre el riesgo de grandes impactos o derrumbe de tierras y sobre todo para evitar el desgaste excesivo. Por esta razón

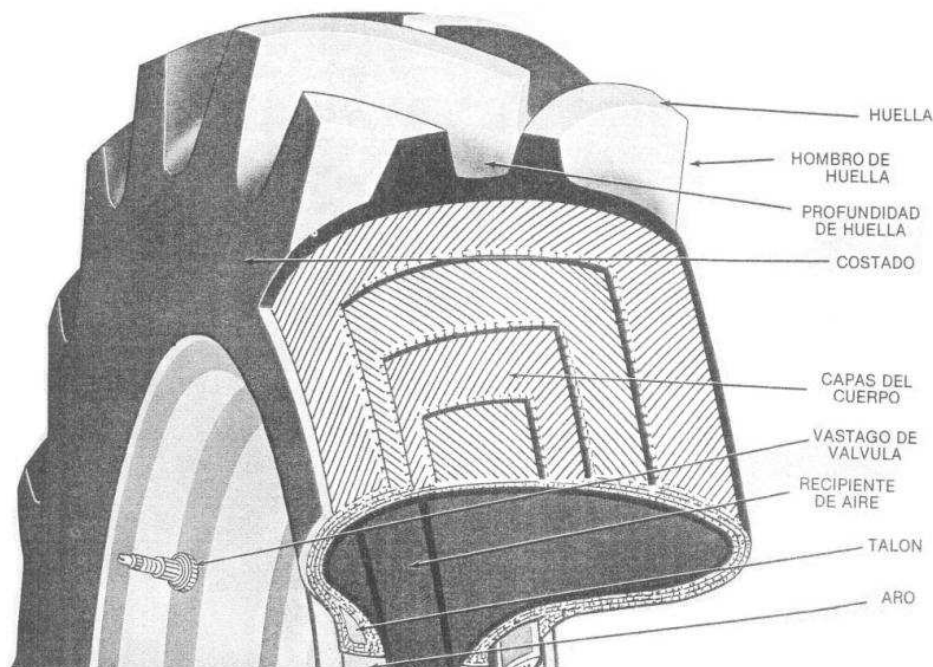
<sup>62</sup> JOHN DEERE; Hidráulico—Fundamentos de servicio; Estados Unidos; 1980; Pág. 8-3

los neumáticos y trenes de oruga tienden a ser de constitución robusta y de materiales que permitan absorber impactos.

### D.2.7.1. Neumáticos<sup>63</sup>

Los neumáticos son fabricados con mezclas de distintos tipos de caucho, que por lo general varían en sus composiciones para permitir más tracción en seco, en mojado o dar una resistencia a la rodadura superior. Son elaborados con fibras, telas, alambres que extienden la duración del mismo (Fig. D.48). Existen neumáticos para el camino (velocidades mayores a 48 km/h), que flexionan rápidamente y generan más calor pero no son buenos para soportar choques de obstáculos.

Los neumáticos para uso fuera de camino (velocidades inferiores a 48 km/h) operan a velocidad más baja y generan menos calor, pero deben ser más tenaces para aguantar los choques de obstáculos tales como rocas, tocones y terreno escabroso. De ésta manera, los neumáticos para maquinaria pesada están diseñados para satisfacer las dos condiciones.



**Figura D.48. Partes de un neumático<sup>64</sup>**

<sup>63</sup> JOHN DEERE; Neumáticos y Carriles–Fundamentos de servicio; Estados Unidos; 1980; Pág. 1

<sup>64</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Neumáticos y carriles, Pág. 2

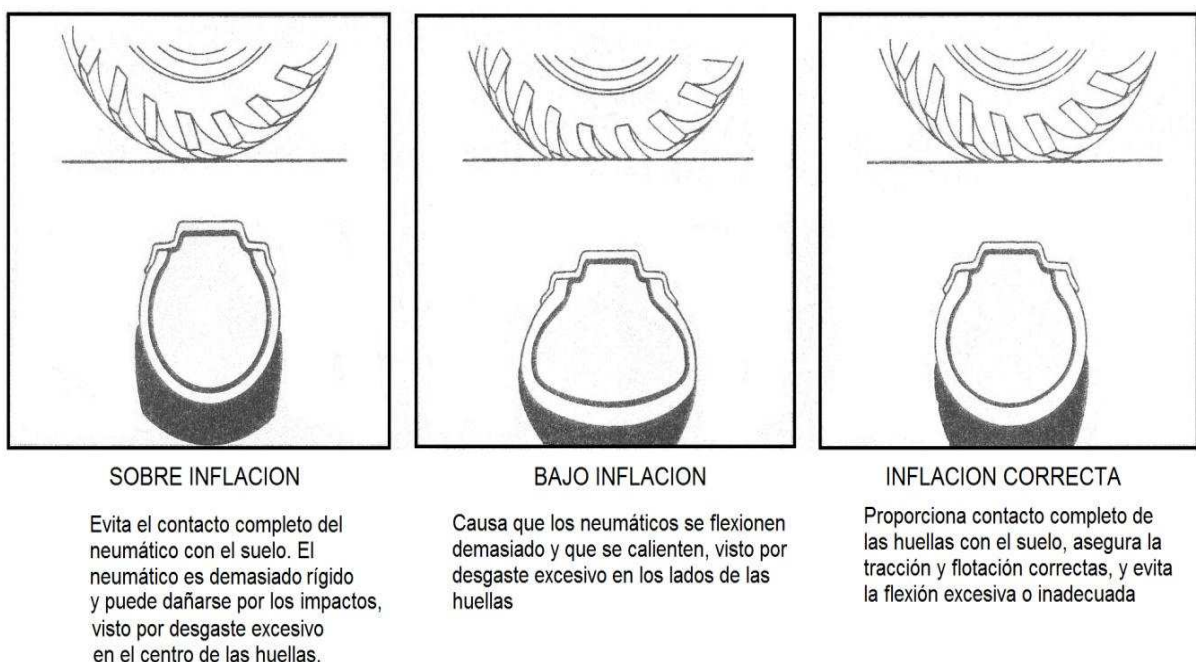
Existen algunos factores que influyen sobre el desempeño de la máquina a la hora de realizar el trabajo y son:<sup>65</sup>

Presión de inflado.- Influye directamente en el área de huella que el neumático deja en el terreno y está condicionado por la capacidad portante del terreno sobre el que se apoya.

En terrenos muy blandos y húmedos se llega a presiones de inflado muy bajas como  $0.75 \text{ kg/cm}^2$ , para evitar la penetración en el suelo.

Sin embargo, lo normal son presiones de  $1.76 \text{ kg/cm}^2$  (25 psi) a  $5.62 \text{ kg/cm}^2$  (80 psi), dependiendo de las condiciones de operación y las recomendaciones del fabricante del neumático. (Fig. D.49)

En algunos casos, con el fin de aumentar la adherencia, el neumático es llenado hasta un 75% con agua y algún otro líquido que evite su congelamiento en climas fríos.



**Figura D.49. Inflado de los neumáticos<sup>66</sup>**

<sup>65</sup> DÍAS DEL RÍO, MANUEL; Manual de Maquinaria de Construcción; Mc Graw Hill; 2da Edición; 2007; España; Pág. 217

<sup>66</sup> Manual fundamentos de servicio John Deere, Neumáticos y carriles, Pág. 6

Labrado de los neumáticos.- Experimentalmente se ha comprobado que el comportamiento de un neumático cambia con el labrado, al trabajar sobre distintas superficies. En general, se tienen entre los labrados más comunes los siguientes (Fig. D.50).

A) de barras duras.- En aquellos lugares donde el terreno es cortante y fuertemente abrasivo. Utilizado en grúas, excavadoras y equipo de mina con velocidades bajas.

B) de barras direccionales.- En aquellas obras donde tiende a aglomerarse el material relativamente blando. Utilizadas sobre terreno blando y en ruedas arrastradas. Son aplicadas en traíllas, tractores de arrastre y bulldozers autopropulsados.

C) botón.- En ruedas de giro libre, en máquinas arrastradas o en ruedas de guiado de unidades autónomas que no requieren tracciones importantes en terreno blando.

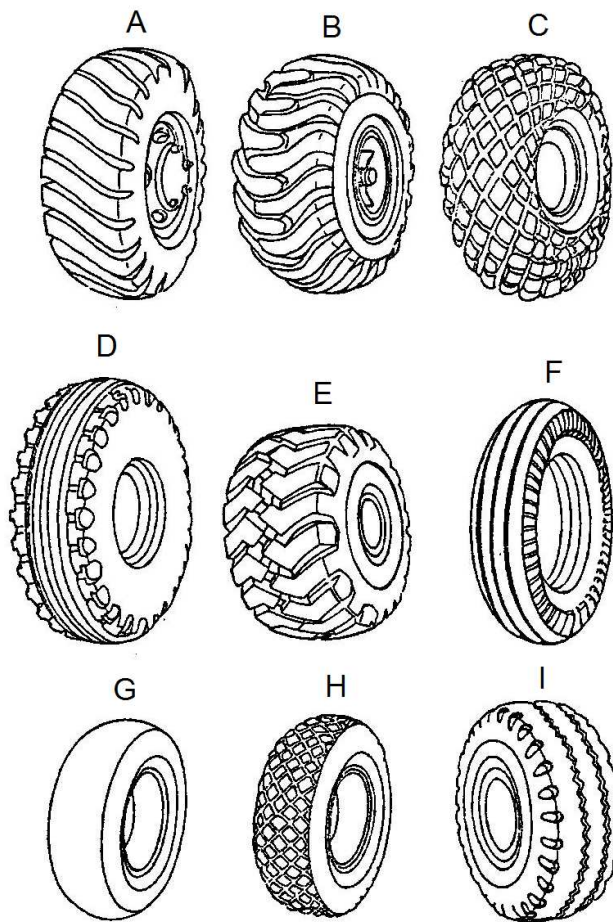
D) ruedas frontales direccionales.- Como ruedas de dirección (excepto en motoniveladoras). Se consigue una resistencia transversal importante y se eliminan vibraciones. También se emplean en remolques y ejes libres de maquinaria agrícola y similar de baja carga.

E) para roca.- En aquellas zonas donde la roca sea extraordinariamente abrasiva, tales como minas, canteras, lechos rocosos.

F) para motoniveladoras.- En las ruedas de dirección. Se obtiene un máximo de resistencia lateral u una gran facilidad de dirección.

G-H-I) En aquellas zonas donde el firme sea relativamente bueno o en las ruedas frontales de tractores agrícolas.





**Figura D.50. Tipos de labrado para maquinaria pesada<sup>67</sup>**

Codificación de los neumáticos.- Se ha establecido un sistema de clasificación para los neumáticos empleados en máquinas pesadas para obras públicas de movimiento de tierras:

- *Compactador*
  - C.1 Liso
  - C.2 Estriado
- *Máquinas para movimiento de tierras*
  - E.1 Nervaduras
  - E.2 Tracción
  - E.3 Rocas
  - E.4 Rocas, bandas de rodadura profunda
  - E.7 Flotación

<sup>67</sup> DÍAS DEL RÍO, MANUEL; Manual de Maquinaria de Construcción; Mc Graw Hill; 2da Edición; 2007; España; Pág. 218

- *Motoniveladoras*
- G.1 Nervaduras
- G.2 Tracción
- G.3 Rocas
- G.4 Bandas de rodadura profunda para rocas
  - *Cargadoras y tractores de empuje*
- L.2 Tracción
- L.3 Rocas
- L.4 Rocas, bandas de rodadura profunda
- L.5 Rocas, bandas de rodadura muy profunda
- L.3S Lisas
- L.4S Bandas de rodadura lisa profunda
- L.5S Bandas de rodadura lisa extra profunda

#### **D.2.7.2. Trenes de rodaje de orugas<sup>68</sup>**

Facilitan el desplazamiento de los tractores en condiciones adversas de tiempo y terreno. Las partes principales de un tren de rodaje de orugas son las siguientes:

##### *D.2.7.2.1. Rueda cabilla o rueda motriz (Fig. D.51a)*

Es la rueda impulsora de toda la cadena. Pueden componerse de una sola pieza o de varias que permiten el montaje y desmontaje rápido en caso de una falla. Los dientes de la rueda cabilla son fresados y mecanizados con gran precisión para evitar la concentración de cargas.

##### *D.2.7.2.2. Rueda tensora o guía (Fig. D.51b)*

Posee gran resistencia a la abrasión, al igual que la rueda cabilla, endurecida por inducción o por tratamiento térmico superficial.

##### *D.2.7.2.3. Rodillos (Fig. D.51c)*

Son los elementos de apoyo y alineamiento del carril. Están constituidos por un rodamiento interior o casquillos de bronce o de otro metal con gran facilidad de deslizamiento, y sumergidos en un baño de aceite protegidos por un sello eficaz.

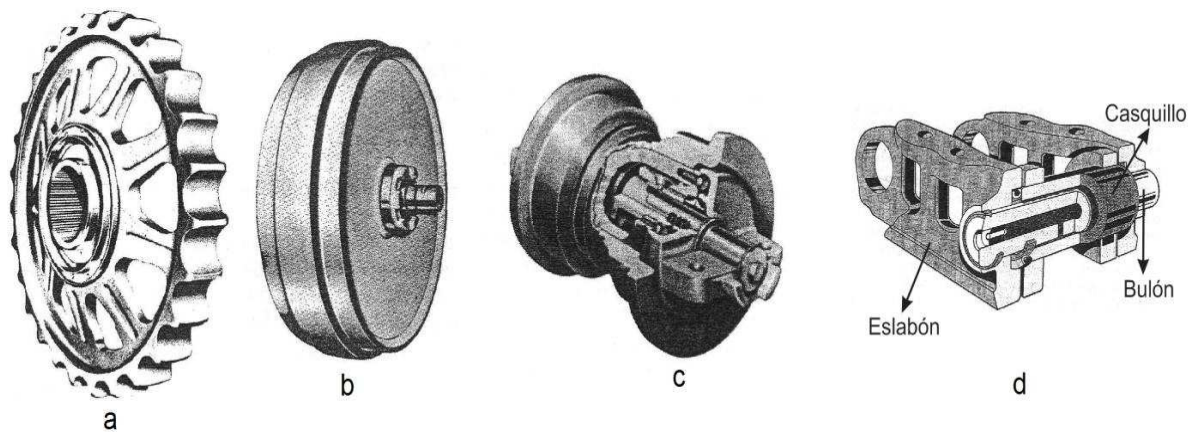
---

<sup>68</sup> DÍAS DEL RÍO, MANUEL; Manual de Maquinaria de Construcción; Mc Graw Hill; 2da Edición; 2007; España; Pág. 225

Tanto los rodillos superiores como los inferiores van montados en un bastidor.

*D.2.7.2.4. Eslabones, casquillos y bulones (Fig. D.51d)*

Los eslabones forman las piezas elementales de la cadena. Se unen entre sí por casquillos que entran suficientemente ajustados en ambos eslabones. Los bulones pasan por el interior de los casquillos con cierta holgura que permite su giro, quedando fijos también a presión por elementos protectores en la parte exterior de los eslabones.



**Figura D.51. Partes del tren de rodaje de orugas<sup>69</sup>**

*D.2.7.2.5. Tejas o zapatas (Fig. D.52)*

Son el elemento de contacto del tren de rodaje con la superficie. Son fabricadas en formas diversas, por ejemplo, para penetración, flotabilidad, hielo, palas cargadoras frontales, etc.

Proporcionan un apoyo firme y suave para el desplazamiento. Van fijas a los eslabones mediante tornillos de alta resistencia.

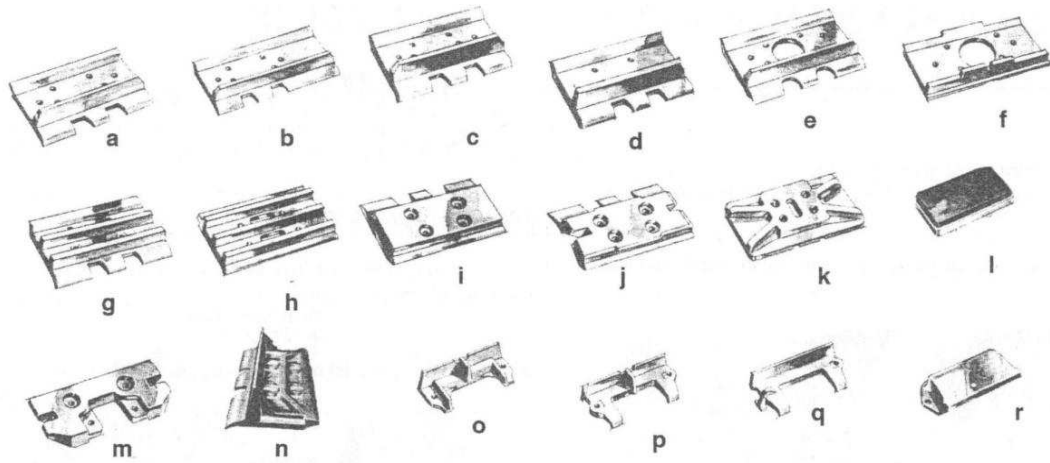
Los factores a considerar al seleccionar un tipo de teja son:

- Flotación.- Varía en función de la presión de la máquina sobre el terreno. Se regula al variar el ancho de la zapata o teja.
- Tracción.- Depende de la capacidad de las tejas para su penetración y resistencia al deslizamiento del terreno, para facilitar el avance.

<sup>69</sup> DÍAS DEL RÍO, MANUEL; Manual de Maquinaria de Construcción; Mc Graw Hill; 2da Edición; 2007; España; Pág. 226



- Penetración.- Capacidad de una teja para incrustarse en el terreno. Se regula variando las garras o su número.



- |                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| a - Estándar de una garra          | j - Plana                     |
| b - Estándar descentrada           | k - De centro plano           |
| c - De una garra para uso especial | l - De caucho                 |
| d - Condiciones extremas           | m - Calada                    |
| e - Estándar de abertura central   | n - De acero al manganeso     |
| f - Semicalada                     | o - Garra para hielo y tierra |
| g - De doble garra                 | p - Garra para hielo          |
| h - De triple garra                | q - Garra para tierra         |
| i - Plana para fundiciones         | r - Plancha para calles       |

**Figura D.52. Tipos de zapatas<sup>70</sup>**

### D.2.8. BASTIDOR

Es una estructura robusta diseñada específicamente para acoplar sobre ésta, todos los implementos, sistemas, soportes, herramientas, etc., que permiten el funcionamiento de la máquina.

Este soporte absorbe las cargas de alto impacto y las fuerzas de giro que actúan sobre toda la máquina. Mantiene los componentes de la máquina fijos y alineados

Son fabricados mediante piezas de fundición de acero para luego ser ensambladas entre sí. (Figura D.53.)

<sup>70</sup> DÍAS DEL RÍO, MANUEL; Manual de Maquinaria de Construcción; Mc Graw Hill; 2da Edición; 2007; España; Pág. 232



**Figura D.53. Bastidor de un bulldozer Caterpillar D8R<sup>71</sup>**

#### **D.2.9. CABINA**

La maquinaria pesada al estar expuesta a varios tipos de ambiente como polvo, lluvia, lodo, etc., se requiere que el operario se encuentre seguro, cómodo y que tenga total control sobre los mandos de la maquinaria. La cabina es el lugar en donde el operador tiene acceso a los requerimientos antes mencionados. (Figura D.54.)

Con el fin de mejorar el desempeño del operario, las cabinas son diseñadas para amortiguar el ruido externo, obtener un ambiente completamente hermético, ofrecer la mejor ubicación para visualizar el trabajo a efectuar, amortiguar los golpes y vibraciones, obtener el control total e inmediato sobre toda la maquinaria y ofrecer la mayor seguridad ante una eventualidad de aplastamiento.

Existe maquinaria que no requiere de una cabina compleja, sino que simplemente cubren y permiten un acceso rápido al operario. La complejidad de la cabina depende íntegramente del tipo y función que desempeña la máquina.

---

<sup>71</sup>Catálogo Caterpillar D8R, Tractor de Cadenas, Pág. 6



**Figura D.54. Cabina de la excavadora Doosan DX380LC<sup>72</sup>**

### **D.3. INTRODUCCIÓN A LA MAQUINARIA CAMINERA**

Son máquinas de gran potencia que sirven de apoyo para la ejecución de obras viales; entendiéndose como ejecución, a la construcción, reconstrucción, mantenimiento de carreteras, caminos (*el término maquinaria caminera se deriva de este uso*), utilizadas principalmente en la preparación del terreno, apertura de trochas, remoción de material, construcción de terrazas, limpieza, cortes, compactación, excavación, minado de ríos y quebradas, traslado de material, etc.

Se recurre al empleo de máquinas o equipos de este tipo teniendo en cuenta elementos de capacidad, maniobrabilidad, tiempo y costo; sin dejar de lado el hecho de que los volúmenes de obra relacionados con estas actividades siempre son muy altos.

Existe una clasificación general para la maquinaria de construcción caminera la cual se detalla a continuación.

---

<sup>72</sup> Catálogo Doosan DX380LC; Excavadora; Pág. 9

### **D.3.1. CLASIFICACIÓN GENERAL DE MAQUINARIA CAMINERA**

#### **D.3.1.1. Equipo o Maquinaria Estándar**

Es la maquinaria que se fabrica en serie, de la cual existe en el mercado variedad de marcas, modelos, tamaños y formas de trabajo. Se adecúan a diversas labores, tiene la ventaja adicional de que para ellas normalmente existen repuestos y su operación es relativamente estándar.

#### **D.3.1.2. Equipo o Maquinaria Especial**

Son equipos que se fabrican para ser usados en una sola obra. Son de características especiales o para un tipo de operación específica, es decir, que su origen está en una necesidad puntual que está satisfecha mediante su diseño y construcción.

### **D.3.2. CLASIFICACIÓN DE MAQUINARIA CAMINERA SEGÚN LA ACTIVIDAD QUE DESEMPEÑA**

#### **D.3.2.1. Equipos de Excavación y Movimiento de Tierra**

Los equipos de excavación y movimiento de tierras en su mayoría lo componen las palas y excavadoras. Como su nombre lo indica sirven para extraer, mover, y cargar material por encima o por debajo de su línea horizontal de soporte. Dentro de ésta clasificación se encuentran: el bulldozer, el cargador frontal, la mini cargadora, la draga, la excavadora y la retroexcavadora.

#### **D.3.2.2. Equipos de Transporte Horizontal de Materiales**

Se considera dentro de este grupo a todos los equipos destinados al acarreo de material dentro de una obra. Entre ellos están: camiones, vagones, traíllas, cintas transportadoras y trenes.

#### **D.3.2.3. Equipos de Transporte Vertical de Materiales**

El principal equipo de transporte vertical es la grúa, se usa para alzar, bajar y transportar materiales de un punto a otro dentro de la obra. Existen grúas fijas o

móviles, hidráulicas o eléctricas, telescópicas y la de pluma que también se le conoce como tipo torre; la más común en la construcción.

#### **D.3.2.4. Equipos de Compactación y Terminación**

Los equipos de compactación permiten incrementar la densidad del suelo mediante la aplicación de fuerzas mecánicas tales como vibración, carga estática, impacto y amasado. Como equipos compactadores se incluyen: placas compactadoras vibratorias, compactadores neumáticos, rodillos lisos, rodillos neumáticos y rodillos pata de cabra.

El principal equipo de terminación es la motoniveladora que permite nivelar el terreno, terminar bordes y zanjas, cantear muros y taludes, y esparcir el material sobre la calzada.

#### **D.3.2.5. Equipos de Producción de Hormigón**

Entre estos equipos se pueden mencionar: las plantas mezcladoras, betuneras, camiones mixer y bombas.

#### **D.3.2.6. Otros Equipos y Herramientas**

Son equipos que sirven como accesorios o como herramientas para otros equipos para que éstos puedan desempeñar otras funciones. Entre ellos se tienen: compresores de aire, fijos y portátiles; bombas de agua, fijas y portátiles; martinets y perforadores.

*NOTA: Una organización dedicada a la ejecución vial debería contar con el módulo completo de maquinaria descrito anteriormente, pero esa no es la realidad en nuestro medio. Por tal motivo y por fines de interés para el presente trabajo se procede a describir la maquinaria caminera utilizada comúnmente, sus partes principales y características pero sin profundizar su contenido ya que los sistemas en los diferentes equipos pesados son semejantes, con aplicaciones similares y fueron descritos en la primera sección de éste anexo.*

### D.3.3. CARGADOR FRONTAL

Máquina autopropulsada sobre orugas o sobre ruedas con un equipamiento montado en la parte frontal, diseñado principalmente para operaciones de carga (utilizando una cuchara), con la que carga o excava mediante el movimiento de avance de la máquina.<sup>73</sup>

#### D.3.3.1. Partes Principales del Cargador Frontal

##### D.3.3.1.1. Bastidor

El bastidor es la estructura principal del cargador. A él se acoplan todos los elementos del equipo como el motor, la servotransmisión, el varillaje, etc. En los cargadores frontales el bastidor se divide en dos secciones principales: el bastidor posterior, comúnmente de sección de cajón, lo que permite absorber las cargas de impacto y las fuerzas de torsión y, sobre el eje diferencial se halla el bastidor delantero o bastidor de carga (torreta de carga) sobre la cual descansan el pantógrafo, el conjunto de varillaje y la cuchara. En la figura D.55. se pueden apreciar todos los elementos que conforman el bastidor de un cargador frontal.



**Figura D.55. Partes del Bastidor Cargador Frontal<sup>74</sup>**

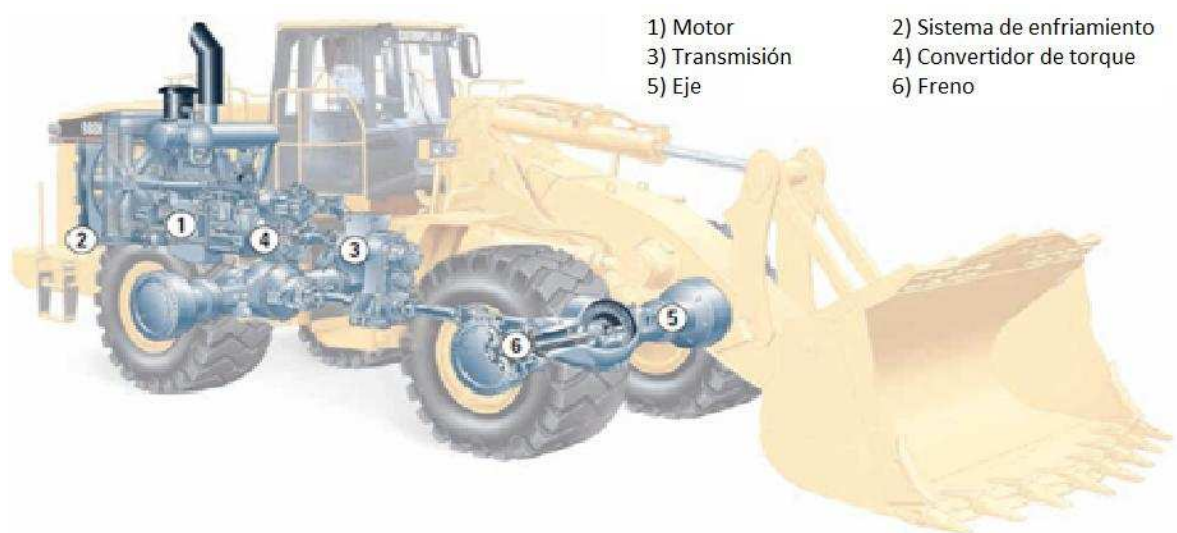
<sup>73</sup>NM ISO 6165: 2008

<sup>74</sup>Catálogo Especificaciones Cargador Frontal CATERPILLAR 988H

#### D.3.3.1.2. Tren Motriz (Fig. D.56)

El tren motriz o tren de fuerza es el encargado de proporcionar el movimiento al cargador, también proporciona movimiento para generar presión para los componentes hidráulicos y los frenos. Sus partes principales son:

- El motor.- Regularmente diesel de 4 tiempos.
- El convertidor de torque y transmisión.- Incrementa el par motor, tres marchas de frente y tres de reversa generalmente.
- Los ejes.- Eje delantero fijo, eje posterior oscila entre +/- 13 grados.
- Mandos finales.- Tracción a las cuatro ruedas, con reducción planetaria en cada una.
- Frenos.- Freno en cada rueda, de tipo hidráulico y de disco bañados en aceite.



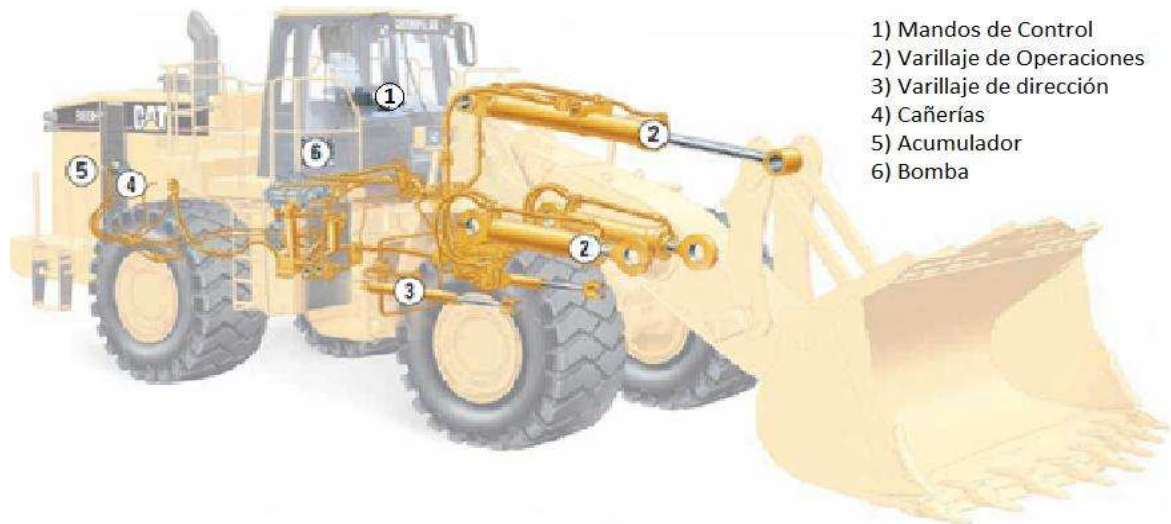
**Figura D.56. Partes del Tren Motriz Cargador Frontal<sup>75</sup>**

#### D.3.3.1.3. Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico es el encargado de subir, bajar, cargar y descargar la cuchara. También están dentro de sus funciones controlar los frenos y permitir la dirección del cargador. Entre sus partes principales se encuentran (Fig. D.56): bomba, cañerías, varillaje, válvulas de control, acumulador para aceite hidráulico, filtros y sistema enfriador de aceite.

<sup>75</sup> Catálogo Especificaciones Cargador Frontal CATERPILLAR 988H





**Figura D.57. Partes del Sistema Hidráulico del Cargador Frontal<sup>76</sup>**

### **D.3.4. MOTONIVELADORA**

Máquina autopropulsada sobre ruedas con una hoja regulable ubicada entre los ejes delantero y trasero, que puede estar equipada con una hoja o con un escarificador que también puede estar ubicado entre los ejes delantero y trasero.<sup>77</sup>

#### **D.3.4.1. Partes Principales de la Motoniveladora**

##### *D.3.4.1.1. Bastidor (Fig. D.58.)*

La gran longitud del bastidor principal soporta el motor, la hoja, los ejes y el conjunto de mandos de control. En la actualidad el chasis es articulado en casi la totalidad de motoniveladoras.

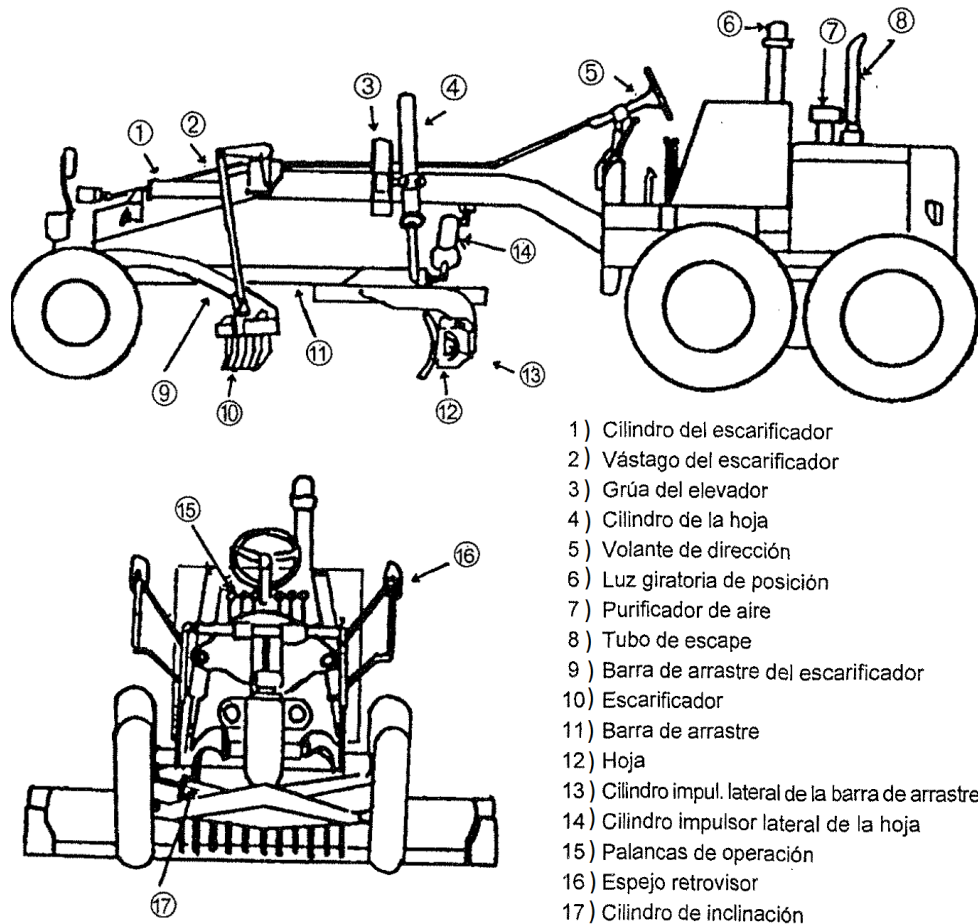
En las motoniveladoras, el eje delantero posee un mecanismo de inclinación para las ruedas. Este eje va unido al bastidor por medio de un pasador que le permite oscilar. La inclinación lateral en las ruedas delanteras da precisión en el movimiento de la hoja, disminuyendo el radio de giro. El ángulo de inclinación está en el orden de los 20 grados.

<sup>76</sup> Catálogo Especificaciones Cargador Frontal CATERPILLAR 988H

<sup>77</sup> NM ISO 6165: 2008



La barra de tiro es pieza fundamental de la máquina, ésta barra sujeta la corona a la que va sujeta la hoja, teniendo la posibilidad de inclinarse, subirse o bajarse, posicionarse a izquierda o derecha mediante brazos comandados hidráulicamente.

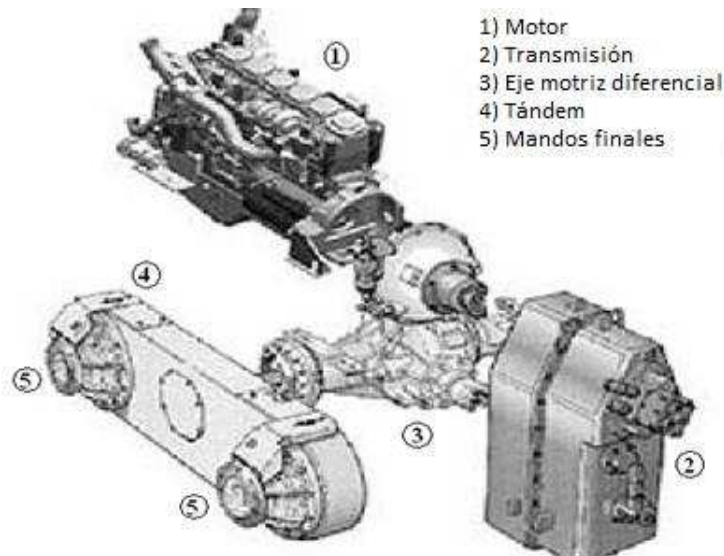


**Figura D.58. Partes del Bastidor Motoniveladora<sup>78</sup>**

#### D.3.4.1.2. Tren de Fuerza

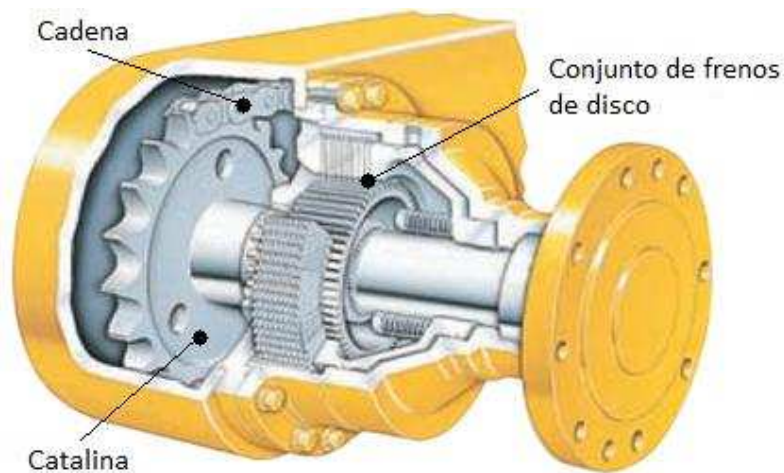
El tren de fuerza lo componen: el motor, la transmisión, el eje motriz diferencial, la transmisión en tándem, los mandos finales y los frenos. La transmisión suele ser hidráulica, generalmente con 12 velocidades, 6 de avance y 6 de reversa. En la figura D.59. se aprecian todas las partes del tren de fuerza de una motoniveladora.

<sup>78</sup>Manual de operación motoniveladora KOMATSU



**Figura D.59. Partes del Tren MotrizMotoniveladora<sup>79</sup>**

El movimiento se transmite desde el eje motriz diferencial hacia los mandos finales a través de cadenas y catalinas. Una sección de mando final correspondiente al tándem se aprecia en la figura D.60., allí se pueden distinguir la catalina, la cadena y el freno de disco que está sumergido en aceite.



**Figura D.60. Mando final Motoniveladora<sup>80</sup>**

#### D.3.4.1.3. Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico consta de: un sistema hidráulico principal, un sistema hidráulico de transmisión el cual permite la recirculación del aceite a través del

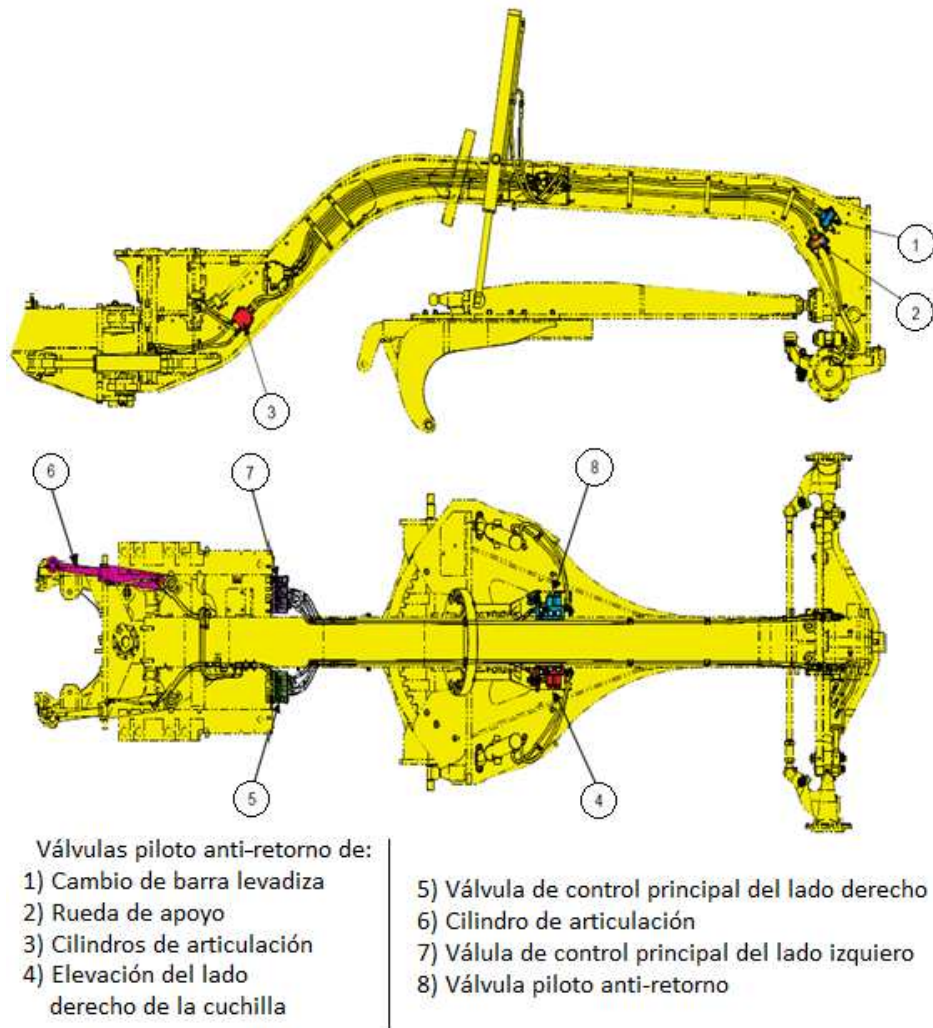
<sup>79</sup>Catálogo Especificaciones Motoniveladora VOLVO G710

<sup>80</sup>Catálogo Especificaciones Motoniveladora CATERPILLAR 14H

enfriador, un sistema hidráulico para freno de estacionamiento y un sistema hidráulico para bloqueo de diferencial o traba.

El sistema hidráulico principal consume potencia del motor para obtener presión de aceite hidráulico a través de una bomba. El sistema hidráulico principal actúa sobre: los frenos de servicio, la dirección, el pasador de bloqueo del caballete, la desgarradora, el escarificador, la inclinación de ruedas, la articulación, el desplazamiento y giro del círculo, el desplazamiento lateral y vertical de la hoja y el ángulo de la hoja.

La figura D.61. presenta un esquema con las partes principales del sistema hidráulico con su ubicación regular.



**Figura D.61. Partes del Sistema Hidráulico principal Motoniveladora<sup>81</sup>**

<sup>81</sup>Manual Sistema Hidráulico Motoniveladora KOMATSU GD 655A-3E0

### D.3.5. EXCAVADORA

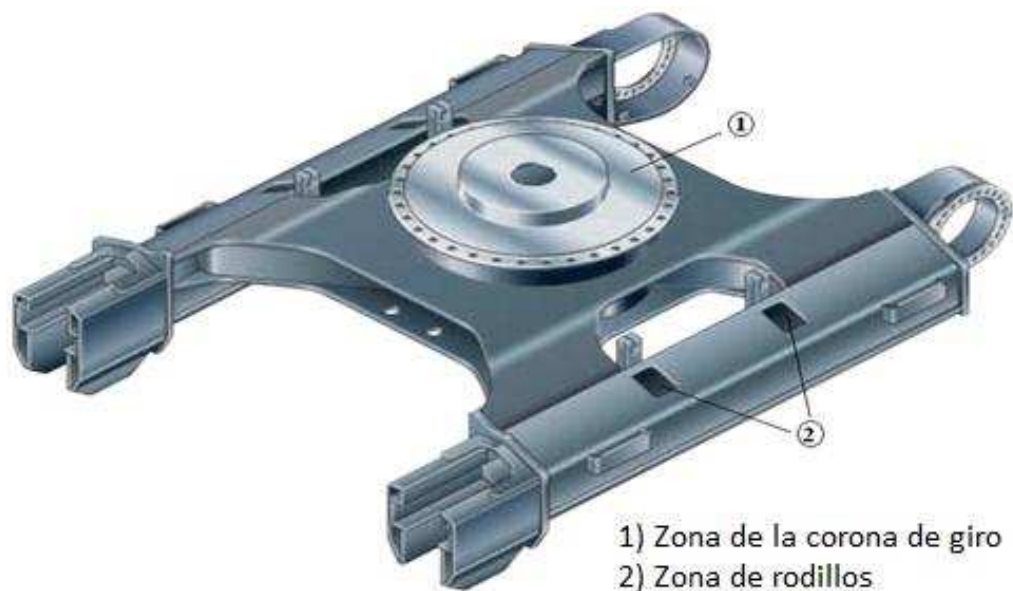
Máquina autopropulsada sobre orugas, ruedas o patas con una superestructura capaz de girar 360°, con un equipamiento montado diseñada principalmente para excavar con una cuchara, sin que la estructura portante se desplace durante el ciclo de trabajo.<sup>82</sup>

#### D.3.5.1. Partes Principales de la Excavadora

Una excavadora se compone de: bastidor principal, bastidor de la superestructura, equipo de trabajo, tren de rodaje y tren de potencia.

##### D.3.5.1.1. Bastidor Principal (Fig. D.62)

El bastidor principal es el esqueleto sobre el cual se asientan todos los demás componentes de la excavadora. Su misión es soportar todo el peso de la máquina y transmitir de forma uniforme al tren de rodaje las cargas de la superestructura. En el bastidor principal se encuentra la zona de la corona de giro, acoplada en un anillo del bastidor principal, siempre en contacto con el piñón de giro. También está la zona de rodillos que en el caso de excavadoras de cadenas son vigas de sección en caja sobre las que se montan los rodillos de los trenes de rodaje.



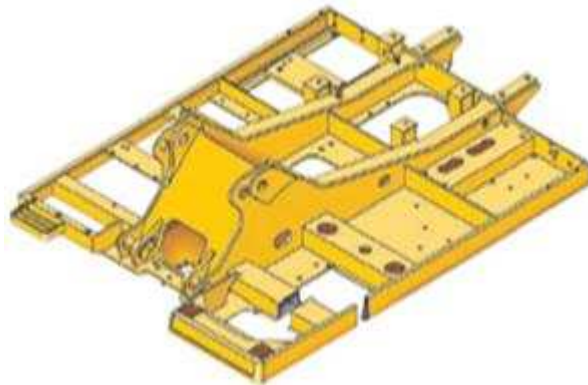
**Figura D.62. Partes del Bastidor Principal Excavadora<sup>83</sup>**

<sup>82</sup> NM ISO 6165: 2008

<sup>83</sup> Catálogo Especificaciones Excavadora CATERPILLAR 320C

D.3.5.1.2. Bastidor de la Superestructura (Fig. D.63)

El bastidor de la superestructura suele ser de sección en caja y soporta, entre otros, los siguientes componentes: la cabina, el anclaje del aguilón, el motor, el sistema de refrigeración y el contrapeso de la excavadora.



**Figura D.63. Bastidor de súper estructura Excavadora<sup>84</sup>**

Entre los largueros del bastidor se sitúa el mecanismo de giro que se compone de un motor hidráulico y un reductor de velocidad que lleva el movimiento hasta el piñón de giro. Este piñón de grandes dimensiones está en toma constante con la corona de giro (Fig. D.64.) que está unida rígidamente al bastidor principal. Cuando el piñón empieza a girar se va desplazando a lo largo de la corona de giro y arrastra en su movimiento al bastidor con todos sus componentes.



**Figura D.64. Corona de giro y piñón de giro<sup>85</sup>**

<sup>84</sup>Catálogo Especificaciones Excavadora CATERPILLAR 320C

<sup>85</sup>Catálogo Especificaciones Excavadora CATERPILLAR 320C



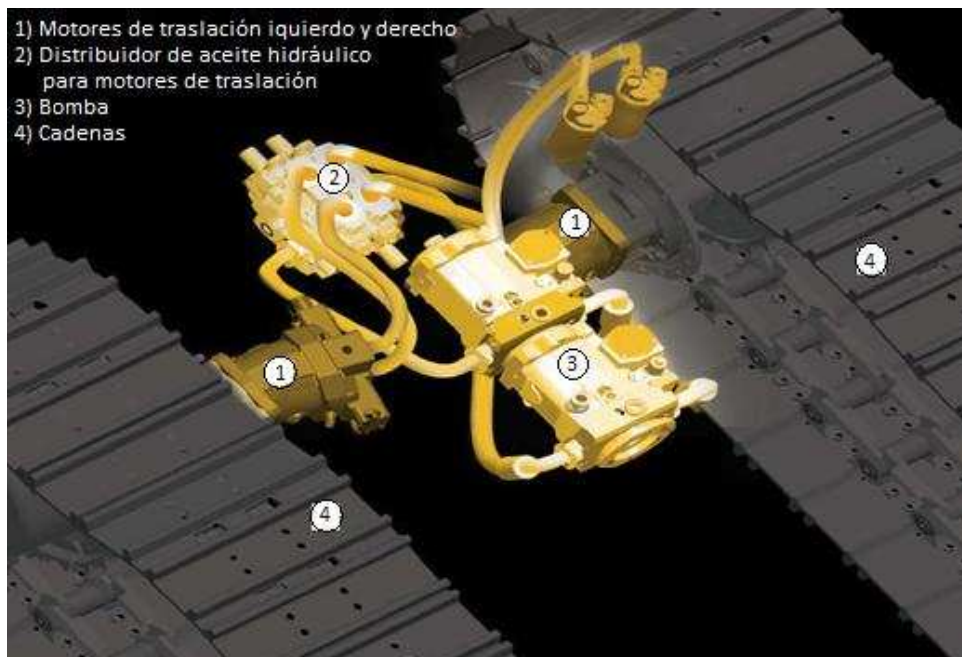
*D.3.5.1.3. Tren de Rodaje (Fig. D.65.)*

El tren de rodaje es el encargado de desplazar a la máquina, aunque son de tipo tractor, su diseño es diferente. Las excavadoras no se mueven a velocidades superiores a los 3 o 4 km/h para evitar que los impactos le supongan un desgaste excesivo.

En la parte posterior se sitúan los mandos finales que reciben el movimiento de los motores de tracción, los cuales se accionan por aceite. Las excavadoras poseen dos motores de tracción, uno para cada cadena en donde ambos rodajes tienen tracción independiente.

Los frenos se encuentran sobre el palier del mando final, son de disco acoplados por muelle y se sueltan por presión de aceite, por lo que no es posible soltarlos con el motor apagado.

Una de las dimensiones más importantes en las excavadoras de cadenas es su anchura total, que depende del ancho de la teja que lleve montada y del ancho de vía, el cual en algunos modelos es susceptible de variación hidráulicamente, permitiendo a la máquina adaptarse a las condiciones de trabajo y de transporte.



**Figura D.65. Partes del Tren de rodaje Excavadora<sup>86</sup>**

<sup>86</sup>Catálogo Especificaciones Excavadora CAT 320C

#### *D.3.5.1.4. Tren de Potencia (Fig. D.66.)*

El motor diesel en las excavadoras hidráulicas tiene una forma de trabajo que es diferente a la de otros tipos de máquinas.

En efecto cuando se trata de cargadores frontales, bulldozers, motoniveladoras, etc., el motor debe arrastrar todos los componentes que forman el tren de potencia, pero en las excavadoras no es así. La única misión del motor diesel es dar movimiento al grupo de bombas hidráulicas que dependiendo del tamaño y del fabricante, proporcionan el caudal de aceite necesario para todos los movimientos de la máquina, incluido su desplazamiento.

#### *D.3.5.1.5. Sistema Hidráulico (Fig. D.66.)*

**El sistema hidráulico en una excavadora es**, sin duda, el sistema más importante de la máquina, todos los movimientos de la máquina son accionados y regulados por este sistema. Este sistema se compone de los siguientes elementos: depósito, válvulas, cilindros hidráulicos, motores de giro, enfriadores, bombas, mangueras, motores de traslación y filtros.

El depósito es un recipiente donde se almacena el aceite hidráulico en cantidad suficiente para suministrar el caudal suficiente para que la excavadora realice todos sus movimientos. Hay marcas que utilizan depósitos con presión, con tapón hermético para asegurar que en caso de baja de nivel de aceite, la propia presión del depósito fuerce al aceite para que llegue a las bombas. Las bombas son encargadas de enviar caudal de aceite para mover los diferentes elementos de la máquina que suelen ser:

- Motores de traslación
- Motor de giro de la superestructura
- Sistema piloto
- Desconexión de los frenos
- Válvulas de control: Cucharon, brazo, aguilón.

Para accionar las bombas desde el volante del motor, suele haber una caja de mando de las bombas, en la que por medio de engranajes que reducen la velocidad de este, se acciona los ejes de las bombas. En las máquinas modernas

estas bombas son de desplazamiento variable, y pueden variar el caudal que suministran a través de las rpm del motor y por la posición de un plato oscilante que varía la carrera de los pistones.



**Figura D.66. Partes del Tren de potencia y Sistema Hidráulico<sup>87</sup>**

Entre las válvulas de particular importancia de la máquina se pueden citar: válvulas de seguridad, válvulas limitadoras de presión, válvulas censorsas de presión y válvulas anti caída.

Las mangueras son cañerías flexibles fabricadas en gomas de alta resistencia, con hilos metálicos en su interior. Están encargadas de conducir el aceite hidráulico desde las válvulas a los motores de traslación, motores de giro y a los cilindros hidráulicos.

Los motores de traslación y de giro son motores hidráulicos normalmente de pistones, que a través de platos oscilantes proporcionan velocidades de avance. El sentido de marcha se logra cambiando la llegada del aceite y su salida por las correspondientes mangueras.

Normalmente las excavadoras poseen dos motores hidráulicos de traslación, uno para el movimiento de cada cadena; la tracción de cada cadena es independiente

<sup>87</sup><http://maquinascatpillar.blogspot.com>



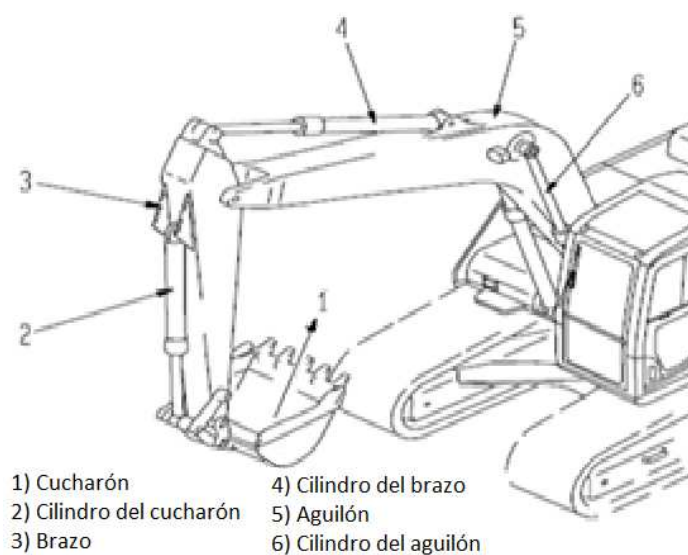
de la otra, con lo que se puede producir la inversión del sentido de marcha de una respecto a la otra, lo que se traduce en un giro puntual, sobre el sentido de la propia máquina.

El motor de giro de la superestructura recibe aceite con un determinado caudal y lo transforma en giro hacia su eje de salida. Las rpm de éste se reducen por medio de un mando final, que se conecta al piñón de giro, el cual engrana con la corona de giro de la super-estructura fija en el bastidor principal, permitiendo así el giro de la misma para realizar su trabajo. Se debe tener en cuenta dos factores en el motor de giro: la velocidad de giro y el par de giro, siendo este último de gran importancia pues indica la capacidad de realizar éste giro en condiciones severas.

El trabajo del aceite hace aumentar su temperatura, por lo que después de un determinado valor de temperatura su viscosidad se ve afectada. Por esta razón se utilizan enfriadores de aceite mediante radiadores que mantienen la temperatura dentro de los límites permitidos.

*D.3.5.1.6. Elementos de Trabajo (Fig. D.67.)*

La figura D.67. hace referencia al elemento de trabajo (cucharón) conjuntamente con el mecanismo que le permite actuar para realizar la excavación.



**Figura D.67. Partes del Equipo de trabajo Excavadora<sup>88</sup>**

<sup>88</sup>Catálogo Especificaciones Excavadora KOMATSU PC300

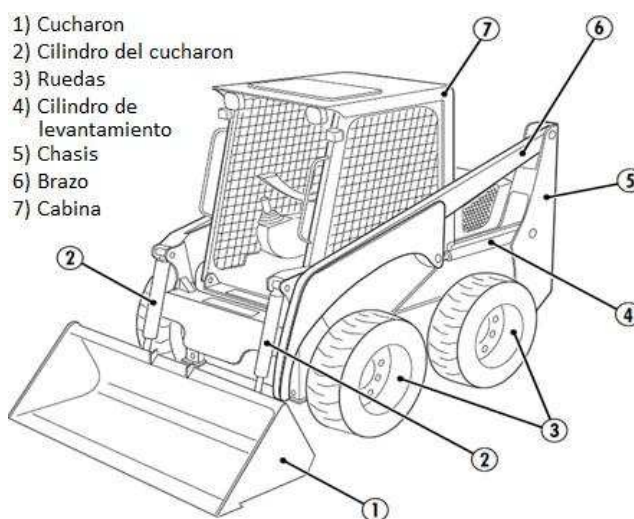
### D.3.6. MINICARGADORA

Cargadora que normalmente no supera los 4500 kg de masa operativa y que posee el puesto del operador situado entre las estructuras de soporte del accesorio, y cuya dirección se realiza mediante la variación de la velocidad y/o el sentido de giro entre las transmisiones de tracción en los lados opuestos de la máquina que posee ejes fijos sobre ruedas o sobre orugas. Este tipo de maquinaria tiene la capacidad de portar una variedad de aditamentos como herramientas fácilmente adaptables como martillos hidráulicos, uñas para carga, cucharones, horquillas, etc.<sup>89</sup>

#### D.3.6.1. Partes Principales de la Minicargadora

##### D.3.6.1.1. Bastidor

La estructura principal de la máquina es de diseño modular compacto y rígido para proporcionar la resistencia necesaria para soportar el peso de los componentes y el esfuerzo del trabajo. El bastidor esta hecho por vigas y planchas de material de acero con refuerzos interiores en los puntos donde se pueden presentar fisura o rajadura. En la parte superior posee un travesaño o puente la misma que soporta el mecanismo de volteo del cucharon y su mecanismo de accionamiento.



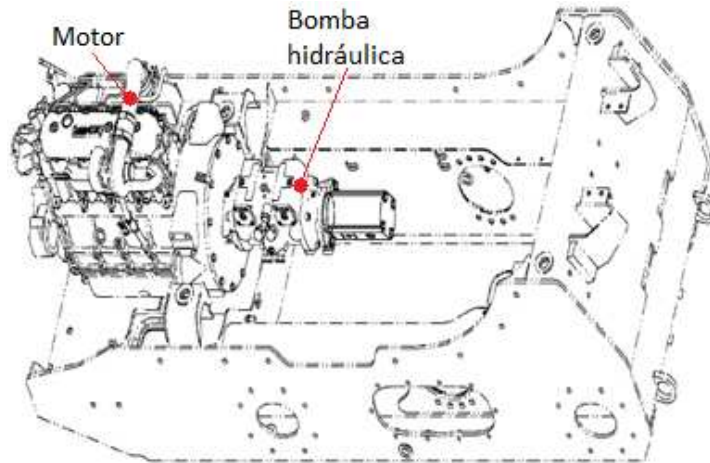
**Figura D.68. Partes del Bastidor Minicargadora<sup>90</sup>**

<sup>89</sup> NM ISO 6165: 2008

<sup>90</sup> Catálogo Especificaciones Minicargadora KOMATSU SK-1020-5

D.3.6.1.2. *Tren de Potencia (Fig. D.69)*

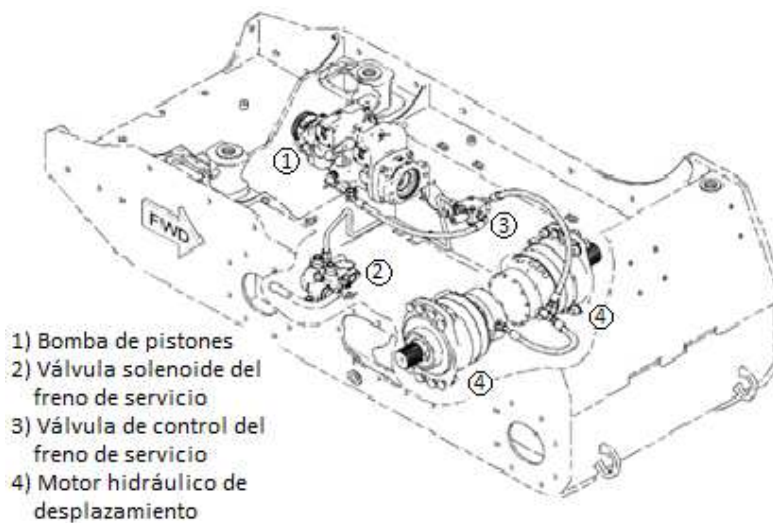
El tren de potencia está básicamente conformado por el motor, el cual mueve la bomba hidráulica de pistones axiales, ésta a su vez proporciona caudal para los motores de traslación y para accionar los cilindros del equipo de trabajo.



**Figura D.69. Partes del Tren de potencia Minicargadora<sup>91</sup>**

D.3.6.1.3. *Sistema Hidráulico (Fig. D.70 y D.71)*

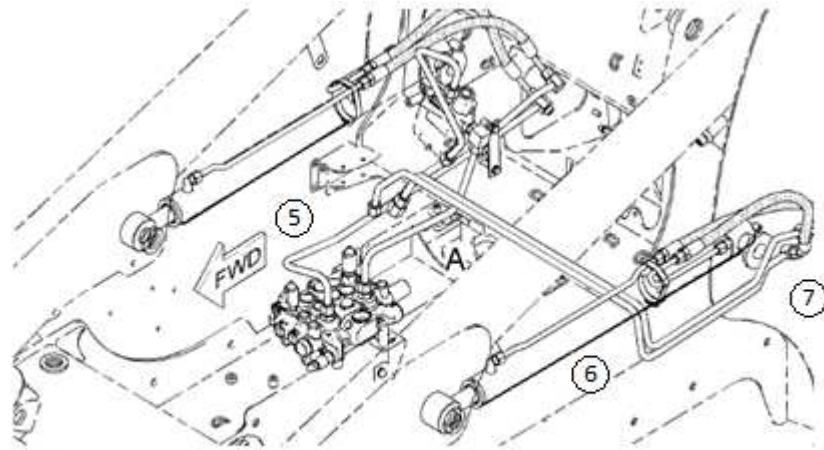
El sistema hidráulico está constituido por una bomba hidráulica de pistones axiales, válvulas de control, válvulas de pilotaje, válvulas de sobrepresión, cañerías, cilindros hidráulicos y los motores de traslación para el tren motriz.



**Figura D.70. Partes del Sistema Hidráulico Minicargadora<sup>92</sup>**

<sup>91</sup> Manual de taller Minicargadora CAT 236B

<sup>92</sup> Manual de taller Minicargadora CAT 236B



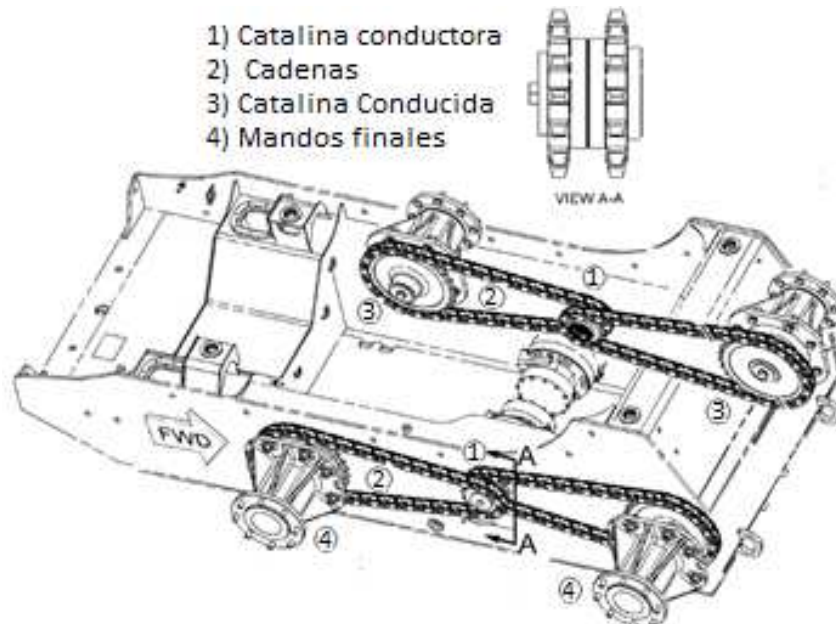
5) Válvula de control de los cilindros del equipo de trabajo

6) Cilindro hidráulico de elevación  
7) Cañerías

**Figura D.71. Partes del Sistema Hidráulico Minicargadora<sup>93</sup>**

*D.3.6.1.4. Tren Motriz (Fig. D.72)*

Los motores hidráulicos mueven una catalina central, la cual se conecta con los mandos finales también conducidos por catalinas a través de cadenas. La minicargadora posee dos motores de tracción, uno para cada lado del tándem y cada lado tiene tracción independiente.



- 1) Catalina conductora
- 2) Cadenas
- 3) Catalina Conducida
- 4) Mandos finales

**Figura D.72. Partes del Tren de motriz<sup>94</sup>**

<sup>93</sup>Manual de taller Minicargadora CAT 236B

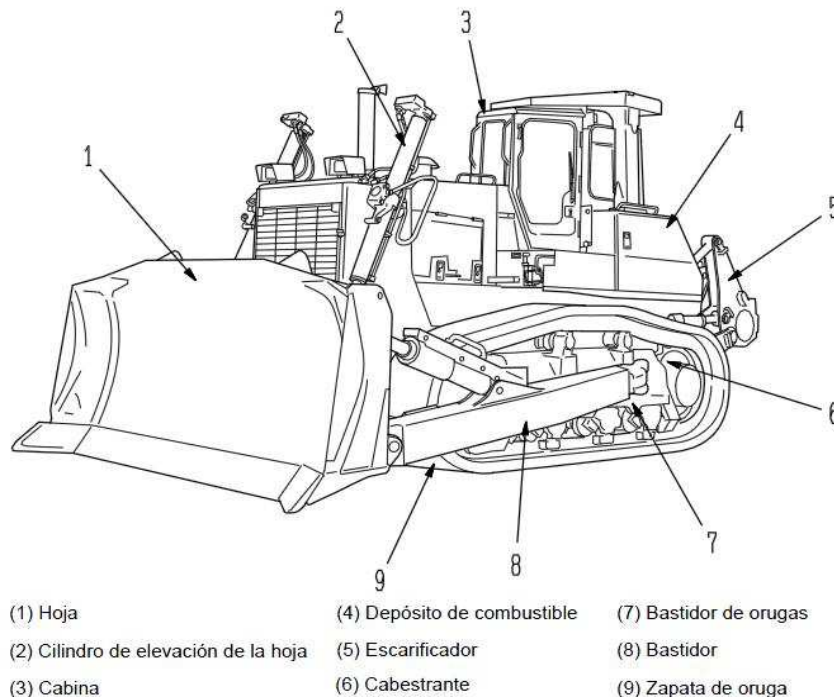
<sup>94</sup>Manual de taller Minicargadora CAT 236B

### D.3.7. BULLDOZER O TOPADORA

Máquina autopropulsada sobre orugas o sobre ruedas con un equipamiento que posee un accesorio con una hoja que corta, desplaza y nivela materiales mediante el movimiento de avance de la máquina, o un accesorio montado utilizado para ejercer una fuerza de empuje o de tracción.<sup>95</sup>

#### D.3.7.1. Sistemas y Componentes Principales

El bulldozer tiene gran cantidad de funciones dentro del trabajo pesado. Su capacidad y versatilidad le permite adaptar distintos elementos o aparejos de trabajo. En la figura D.73 se muestran las partes externas de un bulldozer.



**Figura D.73. Partes externas de un bulldozer<sup>96</sup>**

#### D.3.7.1.1. Elementos o aparejos de trabajo

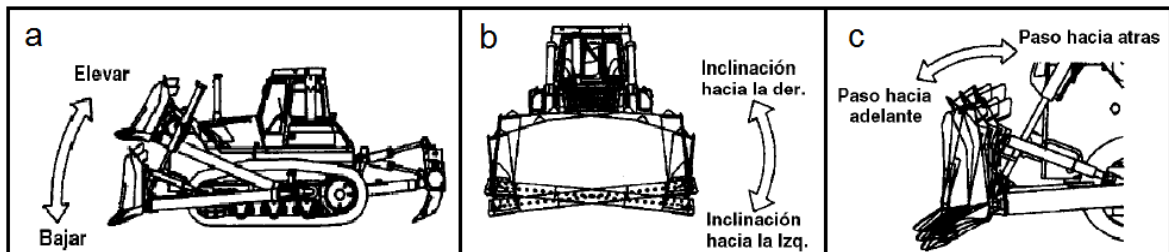
Bulldozer.- Lleva una hoja colocada delante del tractor en posición perpendicular al eje longitudinal de la máquina. La hoja va fija al tractor por medio de dos brazos denominados brazos de empuje (de longitud no regulable) y cuatro cilindros hidráulicos.

<sup>95</sup> NM ISO 6165: 2008

<sup>96</sup>Manual de utilización y mantenimiento Komatsu, Bulldozer D275AX-5, Pág. 3-2

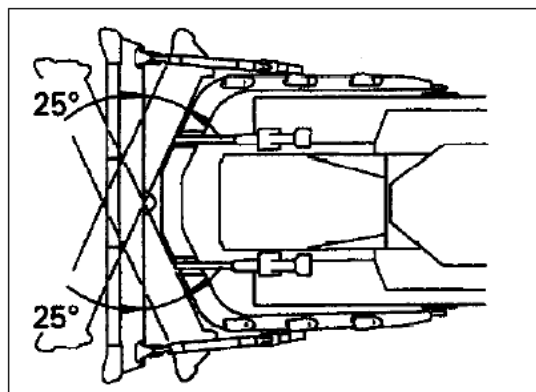
Dos cilindros hidráulicos permiten la elevación uniforme de la hoja (Fig. D.74a) como la inclinación transversal (opción tilt) de la hoja (Fig. D.74b)

Los otros dos cilindros hidráulicos permiten la inclinación de incidencia (opción pitch o tip) de la hoja (Fig. D.74c), es decir, colocar su borde superior hacia delante o hacia atrás para atacar al terreno con un ángulo más apropiado.



**Figura D.74. Opciones de hoja. a) Elevación, b) Inclinación transversal (tilt), c) Inclinación de incidencia (pitch o tip)<sup>97</sup>**

Angledozer.- Es, en esencia, un bulldozer que permite a la hoja adoptar diversos ángulos sobre un plano horizontal (Fig. D.75). La hoja está soportada por un arcón de empuje que posee algunos pivotes para colocar la hoja en el ángulo deseado. En el angledozer es posible, como en el bulldozer, todas las opciones de: elevación uniforme, inclinación transversal (tilt) e inclinación de incidencia (pitch o tip) de la hoja.



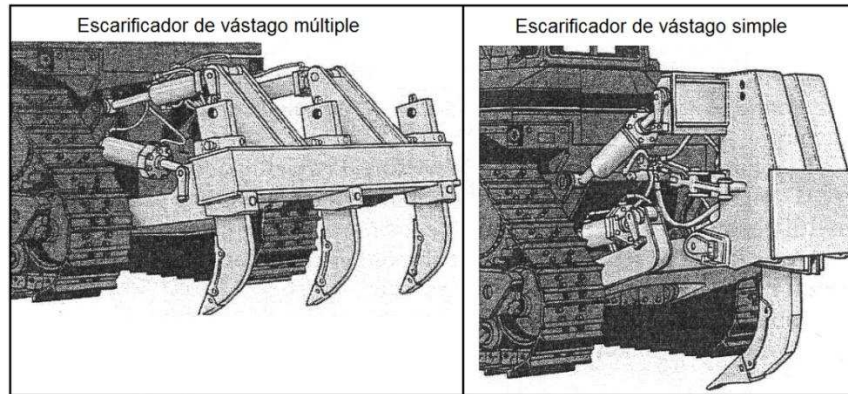
**Figura D.75. Movimiento de la hoja del Angledozer<sup>98</sup>**

Escarificador.- Formado por una dos o tres púas afiladas, montadas en la parte posterior del tractor y accionado hidráulicamente se introduce en el terreno, levantando y desintegrando éste al avanzar el tractor (Fig. D.76).

<sup>97</sup> Manual de operación y mantenimiento Komatsu, Pág. 2-26

<sup>98</sup> Manual de operación y mantenimiento Komatsu, Pág. 2-79

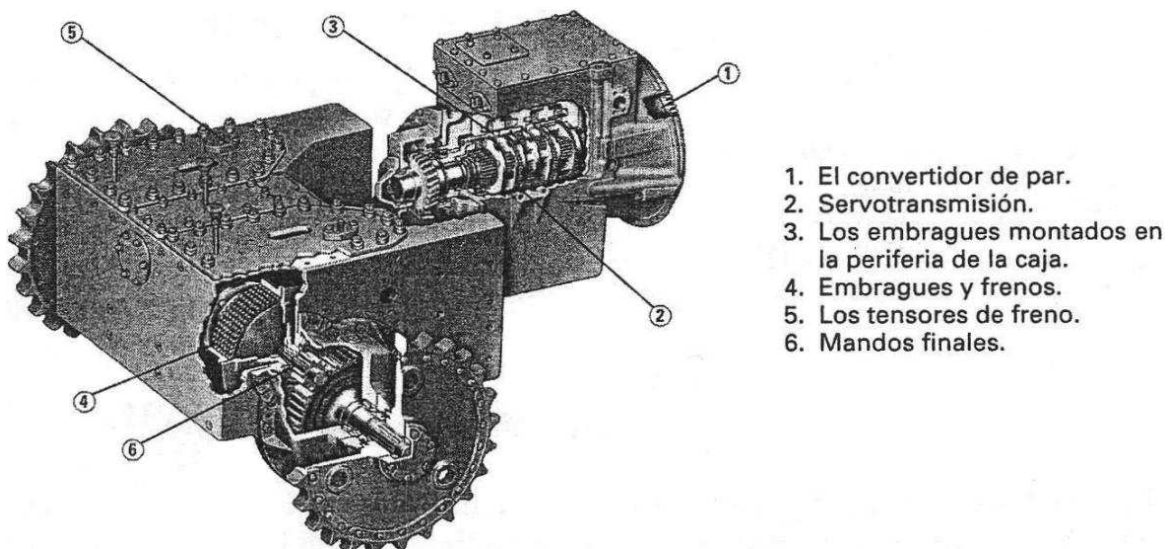




**Figura D.76. Escarificador de vástago múltiple y simple<sup>99</sup>**

*D.3.7.1.2. Transmisión de fuerza*

Comprende una transmisión hidrodinámica (convertidor de par), la servo transmisión, el diferencial, el conjunto de frenos y embragues, y los mandos finales (Fig. D.77)



1. El convertidor de par.
2. Servotransmisión.
3. Los embragues montados en la periferia de la caja.
4. Embragues y frenos.
5. Los tensores de freno.
6. Mandos finales.

**Figura D.77. Tren de fuerza de un bulldozer<sup>100</sup>**

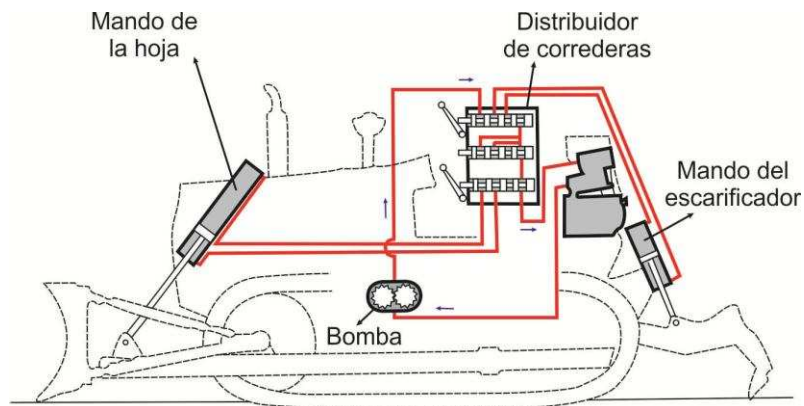
*D.3.7.1.3. Controles hidráulicos (Fig. D.78)*

Conformado por una bomba, un distribuidor de varias correderas con la correspondiente válvula de protección para no retorno y reflujo. La corredera para el control de la hoja tiene cuatro posiciones: elevación, bajada, parada y flotante.

<sup>99</sup> DÍAS DEL RÍO, MANUEL; Manual de Maquinaria de Construcción; Mc Graw Hill; 2da Edición; 2007; España; Pág. 599

<sup>100</sup> DÍAS DEL RÍO, MANUEL; Manual de Maquinaria de Construcción; Mc Graw Hill; 2da Edición; 2007; España; Pág. 585

Las correderas correspondientes a los otros mandos (escarificador) tienen tres posiciones: elevación, bajada y parada.



**Figura D.78. Controles hidráulicos sobre los elementos de trabajo<sup>101</sup>**

#### *D.3.7.1.4. Neumáticos y Tren de Rodaje de Orugas*

Los tractores que utilizan orugas tienen como ventaja la baja carga sobre la superficie de apoyo y la facilidad de trabajo sobre cualquier tipo de terreno. La desventaja principal es que no puede alcanzar velocidades mayores a 8 km/h mientras un tractor de neumáticos puede llegar hasta los 45 km/h.

### **D.3.8. COMPACTADOR VIBRATORIO**

Máquina autopropulsada o remolcada con un dispositivo de compactación que consiste en uno o más cilindros metálicos (tambores) o en neumáticos, que compacta materiales tales como piedra partida, tierra, mezclas asfálticas o gravas mediante la acción de rodadura y/o de vibración del dispositivo de compactación.<sup>102</sup>

#### **D.3.8.1. Sistemas y Componentes Principales**

El compactador vibratorio, a diferencia de otras máquinas, posee un sistema de vibración aplicado en el tambor, que le permite compactar la sub-base y dan la compacidad requerida a la capa de rodadura. Las compactadoras de rodillos lisos pesan entre 10 y 20 toneladas, empleadas principalmente para la compactación

<sup>101</sup> DÍAS DEL RÍO, MANUEL; Manual de Maquinaria de Construcción; Mc Graw Hill; 2da Edición; 2007; España; Pág. 586

<sup>102</sup> NM ISO 6165: 2008



de macadán y el sellado de superficies regadas con emulsiones asfálticas y aglomerados. Entre sus sistemas principales se tienen: la transmisión de fuerza, la dirección hidráulica y el tambor vibratorio. (Fig. D.79)

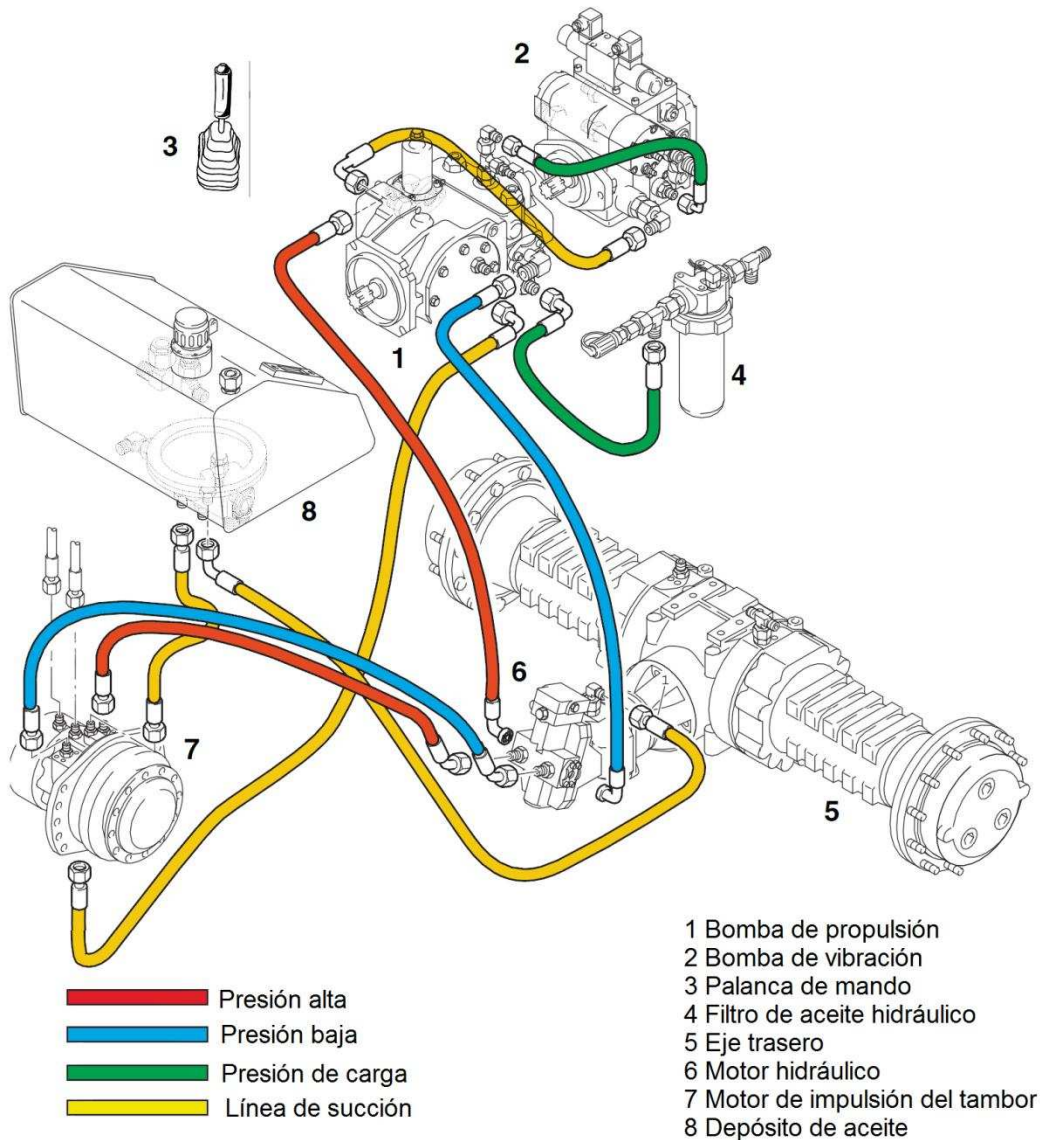


**Figura D.79. Partes principales de un compactador vibratorio de tambor simple<sup>103</sup>**

#### D.3.8.1.1. Transmisión de Fuerza

El compactador vibratorio emplea una transmisión hidrostática para su desplazamiento (Fig. D.80). Consiste de una bomba de pistones axiales (elemento 1) que envía el fluido a dos motores hidráulicos: uno de pistones axiales encargado de la impulsión del eje posterior (elemento 6) y otro motor de pistones radiales encargado de la impulsión del tambor (elemento 7). Se observa una bomba hidráulica de pistones axiales adicional (elemento 2) que es la encargada de enviar aceite al motor de vibración ubicado en el tambor o rodillo.

<sup>103</sup> Capacitación-compactador de tambor simple BW213D Bomag, Pág. B1

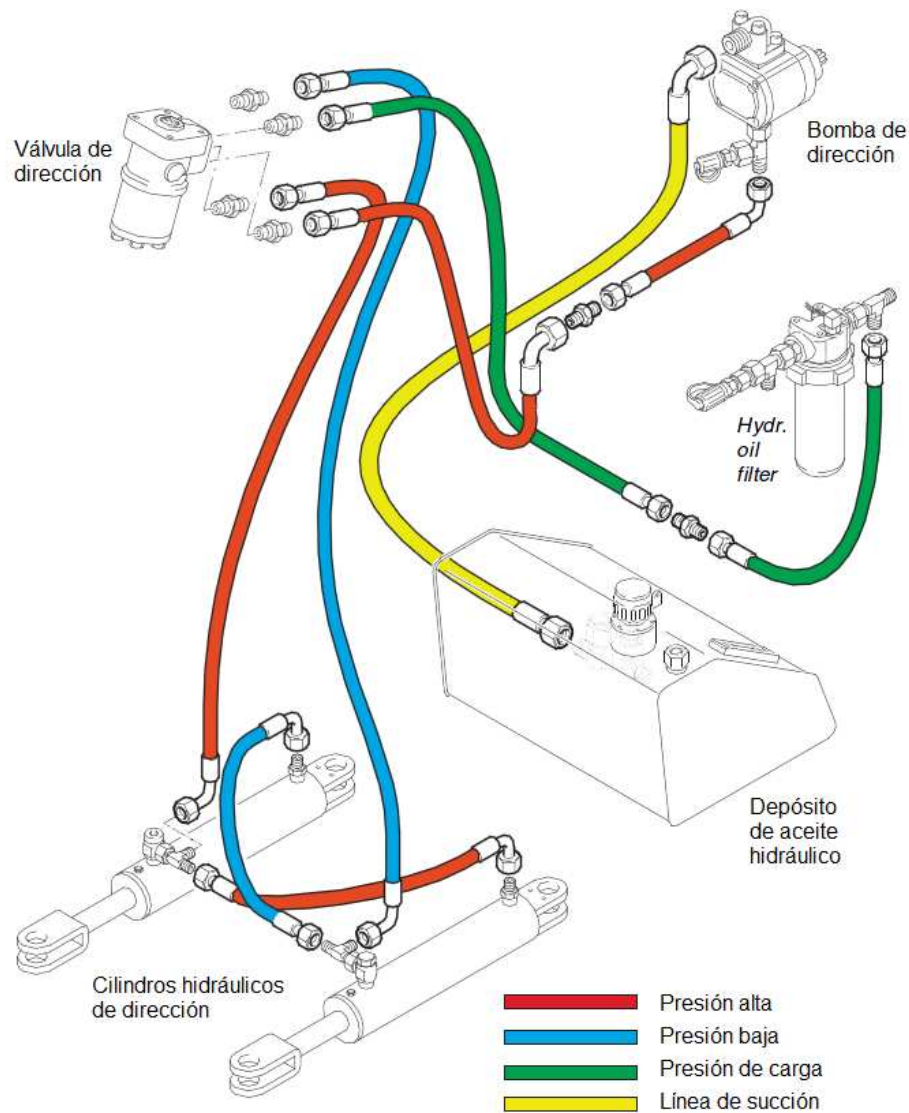


**Figura D.80. Transmisión hidrostática<sup>104</sup>**

*D.3.8.1.2. Dirección Hidráulica (Fig. D.81)*

La dirección de la máquina es proporcionada por dos cilindros hidráulicos que funcionan simultáneamente haciendo que el bastidor delantero gire sobre la junta articulada. La válvula de dirección, acoplada al volante en el estante del operador gobierna la dirección de la máquina. Para el funcionamiento de la dirección se emplea una bomba de engranajes externos.

<sup>104</sup> Capacitación-compactador de tambor simple BW213D Bomag, Pág. E28

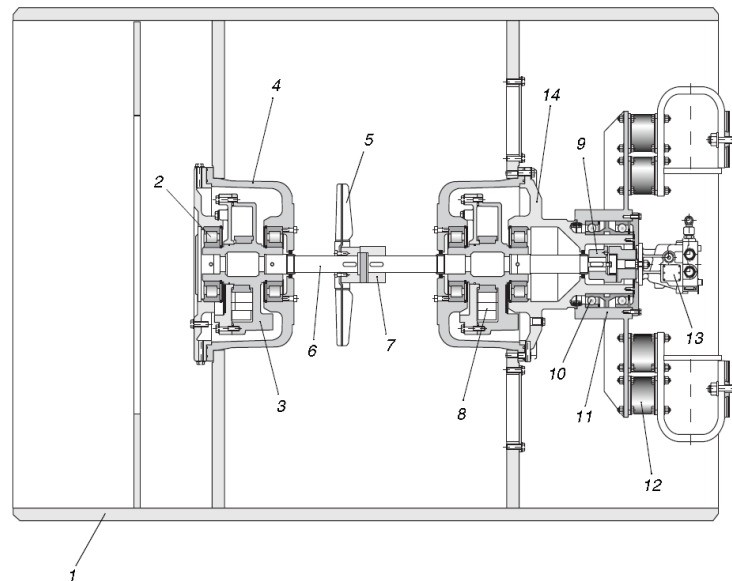


**Figura D.81. Dirección hidráulica<sup>105</sup>**

*D.3.8.1.3. Tambor Vibratorio (Fig. D.82)*

Es el componente que realiza el trabajo. Tiene su fundamento en la presencia combinada del peso estático del vibrador y de una fuerza dinámica generadora de la vibración. De la composición de ambas fuerzas se deducen los ciclos o posiciones sucesivas, según se combinen los esfuerzos: sumándose, restándose o en cuadratura.

<sup>105</sup> Capacitación-compactador de tambor simple BW213D Bomag, Pág. G8



- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1 Tambor                           | 8 Cambio de sobrepeso                   |
| 2 Rodamiento para vibración        | 9 Acople entre motor y eje del vibrador |
| 3 Peso principal                   | 10 Rodamiento para tracción             |
| 4 Caja del vibrador                | 11 Alojamiento del rodamiento           |
| 5 Ventilador para enfriamiento     | 12 Amortiguador de goma                 |
| 6 Eje del vibrador                 | 13 Motor de vibración                   |
| 7 Acoplamiento elástico entre ejes | 14 Cubierta con brida                   |

**Figura D.82. Partes del Tambor vibratorio<sup>106</sup>**

### D.3.9. VOLQUETA

Máquina autopropulsada sobre ruedas u orugas con una caja abierta, que transporta, vuelca o esparce materiales y donde la carga se efectúa por medios externos al volcador.<sup>107</sup>

#### D.3.9.1. Sistemas y Componentes Principales

La volqueta (Fig. D.83.) es prácticamente un tractocamión equipado con un balde o caja abierta, que se levanta en un lado y pivota en el contrario para volcar material.

Son diseñadas para el movimiento de tierras por caminos o pistas de obra, venciendo rampas o soportando los esfuerzos de frenado en pendientes que harían imposible el empleo de camiones de transporte normales. Cabe mencionar que existe cierta diferencia al hablar de un camión de obra y un camión de carretera.

<sup>106</sup> Capacitación-compactador de tambor simple BW213D Bomag, Pág. F11

<sup>107</sup> NM ISO 6165: 2008

El camión de obra posee todos sus mecanismos reforzados para resistir los efectos de bruscas sobrecargas, asimismo, la caja de un camión de obra puede llegar a espesores de 25 mm dados por su robustez.



**Figura D.83. Volqueta<sup>108</sup>**

Los sistemas principales son:

*D.3.9.1.1. Sistema hidráulico de levantamiento de caja.*

Es el sistema que se emplea para levantar el balde. Consiste en un cilindro hidráulico telescópico de varias etapas acoplado un extremo en la base del balde y otro en el bastidor del tractocamión.

Si el camión vuelca material en una zona nivelada, el peso de la propia caja es suficiente para volver a la posición normal, pero si la descarga es sobre una pendiente inversa, es necesario que la última etapa del cilindro hidráulico sea de doble efecto.

---

<sup>108</sup> <http://www.jacecuador.com/hfc4253volcummins.php?m=ca>

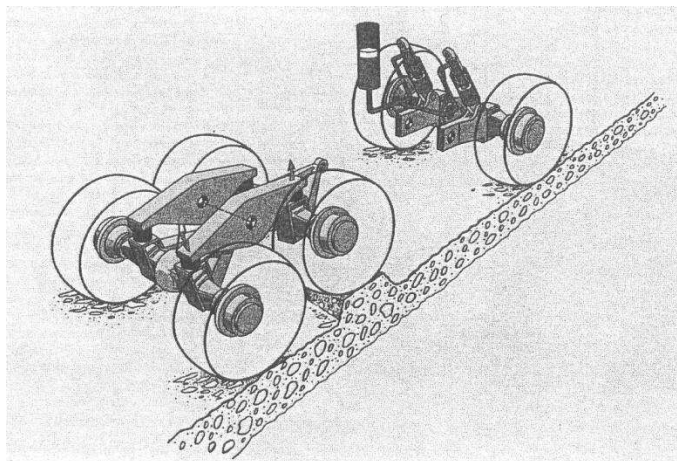
#### D.3.9.1.2. *Caja de Cambios*

Posee hasta nueve velocidades adelante y tres de retroceso que permiten velocidades máximas cercanas a los 70 km/h.

#### D.3.9.1.3. *Suspensión (Fig. D.84)*

En los camiones de obra se logra por medio de cuatro cilindros óleo-neumáticos. Un cilindro por rueda sustituye las ballestas y muelles convencionales. El sistema óleo-neumático utiliza una cámara de nitrógeno y aceite para soportar el camión, resistir los golpes de la carga y amortiguar las irregularidades del terreno.

La suspensión óleo-neumática proporciona buena amortiguación para absorber los fuertes choques en el momento de la carga y suaviza de manera muy efectiva las oscilaciones que produce un terreno irregular.



**Figura D.84. Suspensión de un camión de obra Caterpillar<sup>109</sup>**

#### **D.3.10. RETROEXCAVADORA (Fig. D.85)**

Máquina autopropulsada sobre orugas o sobre ruedas con un bastidor principal diseñado para soportar a la vez un equipo montado en la parte delantera y un equipo retro en la parte trasera (normalmente con estabilizadores).<sup>110</sup>

---

<sup>109</sup> DÍAS DEL RÍO, MANUEL; Manual de Maquinaria de Construcción; Mc Graw Hill; 2da Edición; 2007; España; Pág. 621

<sup>110</sup> NM ISO 6165: 2008





**Figura D.85. Retroexcavadora Komatsu<sup>111</sup>**

#### **D.3.10.1. Sistemas y Componentes Principales**

La retroexcavadora posee generalmente dos herramientas de trabajo que son: una cuchara o pala (parte delantera) y un cucharón (parte posterior). Estas herramientas son características de otras máquinas como la cargadora frontal y la excavadora. Por ésta razón, también es conocida como cargadora mixta.

La retroexcavadora presenta, en la parte inferior del bastidor, unos soportes estabilizadores. Estos soportes disminuyen la tensión, despojando la mayoría del peso de la máquina sobre sus neumáticos, brindando estabilidad general y evitando los vuelcos.

Existen dos tipos de bases, zapatos o pies, que van anclados a las piernas para el contacto con el suelo: el pie grouser, que excava en la tierra y el pie reforzado con caucho, que es empleado para el asfalto. Básicamente se emplearán en función de la superficie del terreno en que el equipo esté trabajando.<sup>112</sup>

A continuación se detallará únicamente el tren de fuerza de ésta máquina, puesto que el funcionamiento de la pala y de la excavadora fue descrito en las secciones precedentes en este mismo anexo.

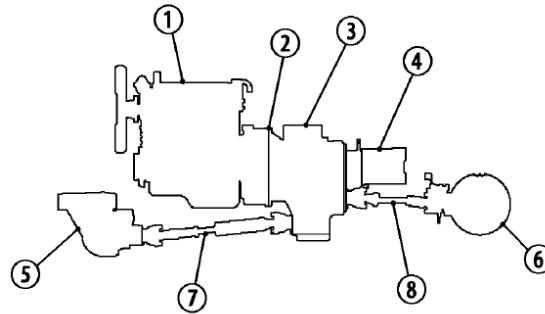
---

<sup>111</sup>[www.viarural.com.mx/agroindustria/maquinaria-construccion/komatsu/retrocargadoras/wb140-2n-01.htm](http://www.viarural.com.mx/agroindustria/maquinaria-construccion/komatsu/retrocargadoras/wb140-2n-01.htm)

<sup>112</sup>[http://www.es.ritchiewiki.com/wikies/index.php/Cargadora\\_retroexcavadora](http://www.es.ritchiewiki.com/wikies/index.php/Cargadora_retroexcavadora)

D.3.10.1.1. *Tren de fuerza (Fig. D.86)*

Está compuesto por:



- |                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1 Motor                    | 5 Diferencial delantero     |
| 2 Convertidor de par       | 6 Diferencial posterior     |
| 3 Transmisión de contraeje | 7 Junta universal delantera |
| 4 Bomba hidráulica         | 8 Junta universal posterior |

**Figura D.86. Tren de Fuerza de una retroexcavadora Komatsu BW 146<sup>113</sup>**

D.3.10.1.2. *Elementos de trabajo (Fig. D.87)*

La retroexcavadora es la máquina más versátil, empleada en empresas medianas y pequeñas por la cantidad de herramientas que son factibles de acoplar. En la parte frontal, se pueden acoplar cucharas de distinta capacidad, almejas, etc. En la parte posterior es factible instalar un martillo hidráulico o un perforador proporcional al tamaño de la máquina.



**Figura D.87. Retroexcavadora con diferentes elementos de trabajo.<sup>114</sup>**

<sup>113</sup> Manual de ventas Komatsu BW 2146; 2006; Pág. 10-3

<sup>114</sup>[http://dsconstruye.com/?attachment\\_id=167](http://dsconstruye.com/?attachment_id=167)