

I

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS DE FUNCIONAMIENTO EN MAQUINARIA PESADA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

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

**LUZ JANNETH MALES ALCOSER
DARÍO DANIEL MORALES LEMA**

DIRECTOR: Ing. ÁNGEL PORTILLA

OCTUBRE 2007

DECLARACION

Nosotros, Luz Janneth Males Alcoser y Darío Daniel Morales Lema, 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 correspondiente 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.

Janneth Males Alcoser

Daniel Morales Lema

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Luz Janneth Males Alcoser y Darío Daniel Morales Lema, bajo mi supervisión.

Ing. Ángel Portilla
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por enseñarme la humildad la paciencia y darme fuerzas para luchar cada día.

Agradezco al Ing. Ángel Portilla por su acertada labor en dirigir este proyecto desde el inicio.

Un agradecimiento a todas las personas que de manera directa o indirecta apoyaron a la realización de esta tesis en especial al Ing. Miguel Tello, a Mariela Oña por su paciencia y desinteresada ayuda durante la elaboración del presente trabajo.

Daniel

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida, por todos los favores y bendiciones recibidas.

Al Ing. Ángel Portilla por su valiosa ayuda en el desarrollo del proyecto.

Al Ing. Miguel Tello por su gran colaboración y por el tiempo dedicado a nuestro proyecto.

Janneth

DEDICATORIA

A mi madre Delia, por su incomparable abnegación durante toda mi carrera quien me enseñó a luchar siempre por mis objetivos, a mi padre Byron por sus palabras de aliento siempre oportunas.

A mis hermanos Javier, Byron, Belén, Paulina por siempre estar en los momentos difíciles de la carrera. A Anahy por su ternura e inocencia de cada una de sus palabras.

A Mariela por ser siempre un pilar importante en mis decisiones y ser la mujer que más amo.

Y a mis amigos que han estado siempre apoyándome.

Daniel

DEDICATORIA

A mi querida hijita Marddy Alejandra, la persona que me da la fuerza para luchar y conseguir mis metas.

A mi esposo Patricio quien me apoyo incondicionalmente en toda mi carrera.

A mis padres, que siempre me brindaron todo su apoyo y que con su ejemplo me enseñaron a luchar para lograr mis metas.

A Lidia mi hermana y amiga con mucho cariño.

A mis grandes amigas, con las cuales compartí mi vida universitaria.

Janneth

CONTENIDO

CAPITULO I

MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

1.1 MAQUINARIA MÓVIL Y EQUIPO INDUSTRIAL	1
1.2 CLASIFICACION DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL.....	2
1.3 SISTEMAS COMUNES DE MAQUINARIA MOVIL	5
1.4 DIAGNOSIS DE MAQUINARIA MOVIL.....	7

CAPITULO II

MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DIESEL

2.1 MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	9
2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN	9
2.3 CICLOS DE OPERACIÓN DEL MOTOR	10
2.4 RENDIMIENTO DE UN MOTOR DIESEL Y BALANCE TÉRMICO	12
2.4.1 BALANCE TÉRMICO DEL MOTOR DIESEL	13
2.4.2 CURVAS CARACTERISTICAS DEL MOTOR.....	13
2.4.2.1 <i>Limitación de la potencia por la altura</i>	13
2.5 SISTEMAS PRINCIPALES DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DIESEL	14
2.5.1 ELEMENTOS FIJOS DEL MOTOR.....	15
2.5.1.1 <i>Bloque Motor</i>	15
2.5.1.2 <i>Culata o Cabezote</i>	15
2.5.1.3 <i>Junta de Culata</i>	16
2.5.1.4 <i>Cárter de Aceite</i>	16
2.5.1.5 <i>Coletores</i>	16
2.5.2 TREN ALTERNATIVO	17
2.5.2.1 <i>Sistema Biela-Manivela</i>	17
2.5.2.2 <i>Embolo o Pistón</i>	17
2.5.2.3 <i>Bulón de Pistón</i>	18
2.5.2.4 <i>Rines o Segmentos</i>	19
2.5.2.5 <i>Bielas</i>	19
2.5.2.6 <i>Cigüeñal</i>	19

2.5.2.7	<i>Volante de Inercia</i>	20
2.5.2.8	<i>Amortiguador de Torsión</i>	20
2.5.2.9	<i>Árboles de Equilibrado</i>	20
2.5.2.10	<i>Cojinetes de fricción</i>	20
2.5.3	SISTEMA DE DISTRIBUCION	21
2.5.3.1	<i>El Sistema de distribución</i>	21
2.5.3.1.1	Válvulas	22
2.5.3.1.2	Asientos de Válvulas	22
2.5.3.1.3	Muelles	22
2.5.3.1.4	Guías de Válvulas	22
2.5.3.1.5	Árbol de Levas	22
2.5.3.1.6	Mando del Árbol de Levas	23
2.5.3.1.7	Accionamiento de Las Válvulas (Empujadores y Balancines)	23
2.5.4	SISTEMA DE LUBRICACION	26
2.5.4.1	<i>Lubricación</i>	26
2.5.4.2	<i>Aceite de motor</i>	26
2.5.4.3	<i>El circuito de lubricación</i>	27
2.5.4.4	<i>Elementos del sistema de lubricación</i>	28
2.5.4.4.1	Cárter De Aceite	28
2.5.4.4.2	Bomba De Aceite	28
2.5.4.4.3	Filtros	29
2.5.4.4.4	Sistemas de Seguridad	29
2.5.4.4.5	Elementos de Refrigeración	29
2.5.4.4.6	Ventilación de los vapores del Cárter	30
2.5.5	SISTEMA DE REFRIGERACION	34
2.5.5.1	<i>Elementos del sistema de refrigeración por líquido</i>	34
2.5.5.1.1	La Cámara de Refrigeración	34
2.5.5.1.2	El Radiador	34
2.5.5.1.3	El Ventilador	35
2.5.5.1.4	La Bomba de Agua	35
2.5.5.1.5	El Termostato	35
2.5.6	SOBREALIMENTACION EN LOS MOTORES DIESEL	40
2.5.6.1	<i>Turbocompresores y compresores volumétricos</i>	41
2.5.6.2	<i>Regulación de la Presión de Admisión</i>	41
2.5.6.3	<i>La refrigeración del aire de admisión</i>	41
2.5.7	ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE	44

2.5.7.1 El circuito de baja presión	44
2.5.7.1.1 Depósito De Combustible	44
2.5.7.1.2 Bomba de Alimentación	44
2.5.7.1.3 Elementos Filtrantes	45
2.5.7.2 El circuito de alta presión	46
2.5.7.2.1 Bomba de inyección	46
2.5.7.2.2 Tuberías de alta presión	46
2.5.7.2.3 Inyectores	46

CAPITULO III

TRANSMISIÓN TREN DE IMPULSIÓN

3.1 CONCEPTO Y PARTES CONSTITUTIVAS	51
3.2 EMBRAGUE	55
3.2.1 EMBRAGUES DE FRICCIÓN EN SECO Y SUS ELEMENTOS	55
3.2.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE EMBRAGUE	57
3.2.3 <i>DIAGNOSIS DE AVERIAS DEL SISTEMA DE EMBRAGUE</i>	58
3.3 CAJA DE CAMBIOS MANUAL	82
3.3.1 DIAGNOSIS DE AVERÍAS EN LA CAJA DE CAMBIOS	83
3.4 CONVERTIDOR DE PAR Y CAJA DE VELOCIDADES AUTOMATICA.....	93
3.4.1 FUNCIONAMIENTO DE UNA CAJA DE CAMBIOS AUTOMATICA.	93
3.4.2 DIAGNOSIS DE AVERÍAS DE CONVERTIDORES DE PAR Y CAMBIOS AUTOMÁTICOS.....	93
3.4.3 REPARACIONES ANTES DE LA FALLA DE CAJA DE CAMBIOS AUTOMATICA	101
3.4.4 REPARACIONES DESPUÉS DE LA FALLA DE CAJA DE CAMBIOS AUTOMATICA	101
3.5 ÁRBOLES DE TRANSMISIÓN Y JUNTAS UNIVERSALES.....	102
3.5.1 TRANSMISIONES LONGITUDINALES	102
3.5.2 SEMIEJES RIGIDOS.....	103
3.6 PUENTES.....	104
3.6.1 <i>PUENTES DE DOS VELOCIDADES</i>	106
3.7 MANDOS FINALES	108
3.7.1 <i>RECOMENDACIONES DE REPARACIONES ANTES DE UNA FALLA</i>	112
3.7.2 <i>RECOMENDACIONES DE REPARACIONES DESPUES DE UNA FALLA</i> ...	113

3.8 FALLAS DE ENGRANAJES	114
3.8.1 CLASIFICACION DE LAS FALLAS DE LOS ENGRANAJES	114

CAPITULO IV

NEUMÁTICOS

4.1 INTRODUCCIÓN	125
4.2 MATERIALES CONSTITUTIVOS DE UN NEUMÁTICO	125
4.3 FUNCIONES DE LA LLANTA	126
4.3.1 MANTENER LA PRESIÓN DEL AIRE.....	126
4.3.2 TRACCIÓN	127
4.3.3 CONFORT	127
4.3.4 SEGURIDAD.....	127
4.3.5 OTRAS FUNCIONES DEL NEUMATICO.....	128
4.4 PARTES DE UN NEUMATICO	128
4.5 TIPOS DE CONSTRUCCIÓN	129
4.5.1 CONSTRUCCIÓN DIAGONAL.....	129
4.5.2 CONSTRUCCIÓN RADIAL.....	130
4.6 DIMENSIONES DEL CONJUNTO	130
4.7 NOMENCLATURA.....	131
4.8 SELECCION DE LLANTAS PARA VEHICULOS	133
4.8.1 TIPO DE SERVICIO Y RECORRIDO	133
4.8.2 POSICIÓN	133
4.8.3 MEDIDA CORRECTA	134
4.8.4 CAPACIDAD DE CARGA CORRECTA.....	134
4.9 TABLAS UTILES	134
4.9.1 ÍNDICE DE CARGA	134
4.9.2 SIMBOLOS DE VELOCIDAD	135
4.10 SELECCION DE LLANTAS PARA MAQUINARIA.....	136
4.11 REGLAS DE MANTENIMIENTO.....	137
4.11.1 PRESIÓN DE INFLADO.....	137
4.11.1.1 Baja presión.....	138
4.11.1.2 Alta presión.....	139
4.11.1.3 Sobrecarga.....	140
4.11.2 DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA.....	141

4.11.3 COMBINACIÓN DE DUALES.....	141
4.11.4 ALINEACIÓN	142
4.11.5 ROTACION DE LLANTAS.....	144
4.11.6 REPARACIONES.....	146
4.11.7 REGRABADO	146
4.11.8 REENCAUCHE.....	146
4.12 DIAGNOSIS DE LLANTAS DE CAMION	148
4.12.1 DAÑOS PRESENTES EN LA BANDA DE RODAMIENTO.....	148
4.12.2 DAÑOS PRESENTES LATERALMENTE.....	152
4.12.3 DAÑOS PRESENTES EN LA CARCASA.....	153
4.12.4 DAÑOS PRESENTES EN EL TALON.....	154

CAPITULO V

TREN DE RODAJE

5.1 INTRODUCCION.....	155
5.2 ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL TREN DE RODAJE	155
5.3 DESGASTE DEL TREN DE RODAJE.....	158
5.4 TRENES DE RODAJE DE DISTINTAS MÁQUINAS.....	160
5.4.1 Rodajes de excavadoras.....	160
5.4.2 Tren de rodaje de banda de goma	161
5.4.3 Tren de rodaje de mini excavadora	162
5.4.3 Tren de rodaje de rueda motriz elevada.....	162
5.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESGASTE.....	163
5.5.1 FACTORES CONTROLABLES	164
5.5.1.1 Ajuste de las Cadenas.....	164
5.5.1.2 Usar siempre la zapata más angosta posible	165
5.5.2 FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE LA MAQUINA	166
5.5.1.3 Alineación.....	167
5.5.2 FACTORES NO CONTROLABLES	172
5.5.2.1 Compactación del suelo	172
5.5.2.2 Terreno	172
5.5.2.3 Aplicación.....	173
5.5.3 FACTORES PARCIALMENTE CONTROLABLES	173
5.5.3.1 Control de la Operación de la Máquina	173

CAPITULO VI

SISTEMA HIDRAÚLICO

6.1 INTRODUCCIÓN.....	196
6.2 COMPONENTES DEL SISTEMA HIDRAULICO.....	196
6.3 BOMBAS HIDRAULICAS.....	197
6.3.1 CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE BOMBAS.....	198
6.3.1.1 BOMBAS DE ENGRANAJES.....	198
6.3.1.2 BOMBAS DE PALETAS.....	199
6.3.3.3 BOMBAS DE PISTONES AXIALES.....	200
6.4 ACTUADORES LINEALES (CILINDROS HIDRÁULICOS).....	201
6.5 ACTUADORES ROTATIVOS.....	202
6.6 VALVULAS.....	202
6.6.1 VALVULAS DIRECCIONALES.....	203
6.6.2 SERVOVALVULAS.....	203
6.6.2.1 SERVO MECANICO.....	204
6.6.2.2 SERVOVALVULAS ELECTROHIDRAULICAS.....	205
6.6.3 VALVULAS DE CONTROL DE PRESION.....	205
6.6.3.1 VALVULA DE SEGURIDAD.....	206
6.6.4 VALVULAS DE CONTROL DE CAUDAL.....	206
6.6.4.1 CIRCUITO DE REGULACION A LA ENTRADA.....	206
6.6.4.2 CIRCUITO DE REGULACION A LA SALIDA.....	207
6.6.4.3 CIRCUITO DE REGULACION POR SUBSTRACCION.....	208
6.7 DIAGNOSIS DE AVERIAS EN LOS MANDOS HIDRAULICOS.....	208

CAPITULO VII

FRENOS SUSPENSIÓN Y CARROCERÍA

7.1 CONCEPTO DE FRENO.....	230
7.2 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES DE FRICCION.....	231
7.3 LOS FRENOS DE TAMBOR.....	231
7.4 LOS FRENOS DE DISCO.....	232
7.5 SISTEMAS DE MANDO HIDRÁULICO.....	234
7.6 SISTEMAS DE MANDO NEUMÁTICO.....	234

7.7 SISTEMAS DE ANTIBLOQUEO DE FRENOS (A.B.S.)	236
7.8 FRENOS CONTINUOS O RETARDADORES	236
7.8 DIAGNOSIS DE FRENOS	238
7.9 CONCEPTO DE SUSPENSIÓN	244
7.10 CARECTERICAS DE LA SUSPENSIÓN	244
7.10.1 CARACTERISTICAS QUE DEBE REUNIR LA SUSPENCION	244
7.10.2 TIPOS DE OSCILACIONES	244
7.10.3 INFLUENCIA DE LA CARGA EN LA SUSPENSION	245
7.10.3 EFECTOS DE UN ELEMENTO DE FLEXIBILIDAD VARIABLE	245
7.11 ELEMENTOS DE LA SUSPENSION	246
7.12 ARQUITECTURA DE LA SUSPENSION	246
7.13 ELEMENTOS ELASTICOS: BALLESTAS	247
7.13.1 TIPOS DE BALLESTAS	248
7.14 AMORTIGUADORES	249
7.15 BARRAS ESTABILIZADORAS	250
7.16 ELEMENTOS DE GUIADO	251
7.17 SUSPENSION NEUMATICA	252
7.18 DIAGNOSIS DE LA SUSPENSION	253
7.19 CONCEPTO DE CHASIS	255
7.19.1 TRABAJOS EN EL CHASIS	256
7.20 HERRAMIENTAS DE TRABAJO	257
7.20.1 TRABAJOS EN LAS HERRAMIENTAS DE TRABAJO	258

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES	261
8.2 RECOMENDACIONES	262

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 DIAGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN.....	12
FIGURA 2.2 CURVAS CARACTERÍSTICAS DE UN MOTOR	14
FIGURA 2.3 SISTEMA BIELA - MANIVELA.....	17
FIGURA 2.4 ACCIONAMIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN.....	21
FIGURA 2.5 CIRCUITO DE LUBRICACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN.	28
FIGURA 2.6 SOBREALIMENTACIÓN DE UN MOTOR DIESEL.....	40
FIGURA 3.1 TREN DE FUERZA DE UNA CARGADORA FRONTAL DE LLANTAS	52
FIGURA 3.2 TREN DE IMPULSIÓN DE UN TRACTOR BULLDOZER	53
FIGURA 3.3 TREN DE IMPULSIÓN DE UN VEHÍCULO DE TRACCIÓN TRASERA	54
FIGURA 3.4 EMBRAGUE MONODISCO.....	55
FIGURA 3.5 EMBRAGUE BIDISCO	56
FIGURA 3.6 FUNCIONAMIENTO DEL EMBRAGUE	57
FIGURA 3.7 VISTA EN CORTE DE UNA CAJA DE CAMBIOS MANUAL.....	82
FIGURA 3.8 ESQUEMA DE UNA TRANSMISIÓN LONGITUDINAL.....	102
FIGURA 3.9 TIPOS DE SEMIEJES EN PUENTE RÍGIDO	104
FIGURA 3.10 PUENTE TRASERO DE UN CAMIÓN.....	104
FIGURA 3.11 PUENTE MOTRIZ	105
FIGURA 3.11 PUENTE DOBLE REDUCCIÓN CON DOBLE ENGRANAJE EN EL CENTRO	107
FIGURA 3.12 PUENTE DOBLE REDUCCIÓN CON TREN EPICICLOIDAL EN EL CUBO DE RUEDA	107
FIGURA 3.13 EJE DE DOBLE REDUCCIÓN	108
FIGURA 3.15 MANDO FINAL PLANETARIO.....	110
FIGURA 3.16 TREN DE PODER DE TRACTOR KOMATSU D375A-1	111
FIGURA 4.1 PORCENTAJE DE COMPONENTES DE UN NEUMÁTICO.....	125
FIGURA 4.2 CONSUMO DE COMBUSTIBLE VS. PRESIÓN DE AIRE	126
FIGURA 4.3 VIDA DEL NEUMÁTICO VS. PRESIÓN DE AIRE	127
FIGURA 4.4 COMPONENTES DE NEUMÁTICO DE CAMIÓN	128
FIGURA 4.5 DIMENSIONES DEL CONJUNTO LLANTA - RIN	130
FIGURA 4.6 PORCENTAJE DE KILOMETRAJE VS. PORCENTAJE DE SOBRECARGA	140
FIGURA 4.7 EJE DELANTERO.....	143
FIGURA 4.8 ANGULO DE CASTER.....	144
FIGURA 4.9 ANGULO DE CAMBER	144

FIGURA 5.1 SEGMENTOS DE LA RUEDA MOTRIZ	155
FIGURA 5.2 RUEDA GUÍA	156
FIGURA 5.3 RODILLO.....	156
FIGURA 5.4 ESLABÓN DE CADENA	157
FIGURA 5.5 ZAPATA	158
FIGURA 5.8 TREN DE RODAJE DE EXCAVADORA.....	161
FIGURA 5.9 TREN DE RODAJE DE BANDA DE GOMA.....	162
FIGURA 5.10 TREN DE RODAJE DE MINI EXCAVADORA	162
FIGURA 5.11 TREN DE RODAJE DE RUEDA MOTRIZ ELEVADA.	163
FIGURA 5.12 AJUSTE DE PERNOS.....	164
FIGURA 5.13 PORCENTAJE DE DESGASTE EN FUNCIÓN DEL ANCHO DE LA ZAPATA.....	166
FIGURA 6.1 SISTEMA HIDRÁULICO SIMPLE	197
FIGURA 6.2 CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE BOMBAS	198
FIGURA 6.3 BOMBA DE ENGRANAJES	199
FIGURA 6.4 BOMBA DE PALETAS.....	200
FIGURA 6.5 BOMBA DE PISTONES AXIALES.....	201
FIGURA 6.6 VÁSTAGO DE CILINDRO HIDRÁULICO.....	202
FIGURA 6.7 DIRECCIÓN DEL FLUIDO EN VÁLVULAS DE 2 Y 4 VÍAS	204
FIGURA 6.8 FUNCIONAMIENTO DE SERVO VÁLVULAS ELECTRO HIDRÁULICAS	205
FIGURA 6.9 CIRCUITO DE REGULACIÓN A LA ENTRADA	207
FIGURA 6.10 CIRCUITO DE REGULACIÓN A LA SALIDA.....	207
FIGURA 6.11 CIRCUITO DE REGULACIÓN POR SUBSTRACCIÓN	208
FIGURA 7.2 SUSPENSIÓN DE EJE RÍGIDO	247
FIGURA 7.3 COMPOSICIÓN DE UNA BALLESTA	248
FIGURA 7.4 MONTAJE DEL AMORTIGUADOR EN EL VEHICULO	250
FIGURA 7.6 DISEÑO POR ELEMENTOS FINITOS DE UN CHASIS DE CAMIÓN	256
FIGURA 7.7 CUCHARÓN DE EXCAVADORA CON UÑAS Y ESQUINEROS ANTIFRICCIÓN	257
FIGURA 7.8 CUCHILLA Y ESQUINERO DE BULLDOZER	257
FIGURA 7.8 PUNTA DE RIPPER DE TRACTOR DE ORUGAS	258
FIGURA 7.10 CUCHILLA DE MOTO NIVELADORA	258

RESUMEN

El presente documento está elaborado en siete capítulos.

El primer capítulo es una introducción, hacia la maquinaria pesada de construcción civil, tomando en cuenta que existe maquinaria móvil y equipo industrial, este estudio se refiere solamente a la maquinaria móvil de construcción.

Debido a que existe una gran variedad de maquinaria el estudio se baso en sistemas comunes de dichas máquinas.

El segundo capítulo abarca el sistema o unidad de potencia, en el cual se habla del motor de combustión interna que utiliza combustible diesel, se da una introducción y clasificación de motores de combustión se procede al diagnostico de las fallas, su posible causa y solución.

En el tercer capítulo se trata sobre el sistema de transmisión el cual se encarga en transmitir la fuerza proporcionada por el motor hasta las ruedas motrices, dando una introducción a la transmisión se realiza las tablas de diagnosis de fallas, causas y posibles soluciones.

El cuarto y quinto capítulos trata sobre la unidad de locomoción de la maquinaria móvil, realizándose dos estudios, el primero sobre el tren de rodaje y el segundo sobre neumáticos que son las dos formas de desplazamiento de este tipo de vehículos.

En el sexto capítulo se trata sobre el sistema hidráulico que es un sistema común en toda la maquinaria pesada, se realiza un estudio sobre la clasificación de bombas hidráulicas y válvulas, llegando a realizar un diagnóstico de fallas en los mandos hidráulicos existentes en la maquinaria pesada de construcción civil.

En el séptimo capítulo se realiza el estudio de los sistemas de frenos, suspensión y chasis, de los cuales se realiza un estudio del fundamento teórico, terminando con el diagnóstico de fallas y las posibles soluciones.

PRESENTACIÓN

En la construcción civil una de las ramas más amplias es la construcción de caminos, en la cual la maquinaria pesada es la parte principal. El proyecto de titulación esta dirigido a estudiar dicha maquinaria, se considera que por la gran variedad de las mismas no es posible estudiarlas individualmente, por lo que se lo hace considerando los sistemas más comunes que conforman estas máquinas.

Este manual se presenta como una ayuda, ya que al trabajar ocurren problemas mecánicos que pueden ser leves o a su vez graves, los cuales deben ser resueltos en las obras por los mecánicos, este manual puede ser una guía para la solución de los problemas presentados, debido a que las tablas de información, especificara la falla, la causa, el efecto y las posibles soluciones que se deben considerar.

CAPITULO I

MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

Las obras de ingeniería civil han ido incrementándose para cubrir las necesidades de la sociedad, los procesos deben ser mejorados de tal manera que se pueda realizar mayor trabajo en menor tiempo, para lo cual se crea nuevos procedimientos y se requiere de fuerza mecánica a más de la humana. Para poner en práctica proyectos de mayor envergadura, se crearon máquinas para ayudar a la capacidad manual del hombre, y luego equipos completos que seguirán completándose de acuerdo a las nuevas técnicas y necesidades.

1.1 MAQUINARIA MÓVIL Y EQUIPO INDUSTRIAL

En la maquinaria de construcción civil, se pueden diferenciar dos tipos que son las móviles y los equipos industriales.

La maquinaria móvil a diferencia del equipo industrial esta conformada por sistemas comunes, los cuales serán motivo de nuestro estudio, estos elementos comunes son los que le dan a la “maquinaria móvil” la posibilidad de desplazarse, por si mismos o por remolque, operar con alto grado de autonomía, ya que no requieren de conexión a sistemas externos de servicio, cuentan con su propia planta de fuerza (motor de combustión) y están diseñadas para trabajar a la intemperie.

El equipo industrial, esta diseñado para operar en un lugar fijo, dentro de una instalación industrial y con una alta dependencia del entorno, pues requieren de conexión a un suministro eléctrico y a otros servicios que varían según el tipo de equipo, como pueden ser aire comprimido, vapor, vacío, enfriamiento, etc.

Se puede citar como ejemplos de equipo industrial que son utilizados en la construcción civil como las plantas de trituración, plantas de asfalto, plantas dosificadores de concreto.

1.2 CLASIFICACION DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

De acuerdo al tipo de trabajo que realizan se clasifican en:

- **MAQUINARIA PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS.**
 - Tractor bulldozer de orugas.
 - Tractor bulldozer sobre ruedas.
 - Tractores forestales
 - Motoniveladoras.

- **MAQUINARIA PARA EXCAVACIÓN.**
 - Excavadoras Frontales.
 - Retro-excavadoras hidráulicas.
 - Draga Lina.
 - Almeja.

- **MAQUINARIA PARA CARGA.**
 - Cargadora frontal de llantas.
 - Cargadora de orugas.
 - Excavadoras mixta de llantas.

- **MAQUINARIA PARA ACARREO Y TRANSPORTE**
 - Elementos de carga y transporte con la misma máquina.
 - Scrapers (trailla).
 - Elementos de transporte ligero.
 - Carretilla manual.
 - Montacargas
 - Volquetas pequeñas (máximo para pendientes de 5 por 100)
 - Elementos de transporte pesado
 - Dumpers
 - Camiones de obra.
 - Vehículos remolcados.
 - Transporte por vía férrea en obras.

- **MAQUINARIA PARA TRATAMIENTO DE ÁRIDOS.**
 - Trituradoras de mandíbulas.
 - Trituradoras de cono
 - Trituradoras centrífugas para material fino
 - Molinos de bolas.
 - Bandas transportadoras.

- **MAQUINARIA PARA PERFORACIÓN.**
 - Perforación por percusión.
 - Perforación por rotación y trituración simultánea (por tricono).
 - Perforación por rotación y corte
 - Perforación por rotación abrasiva y corte (sondas con extracción de testigos).

- **MAQUINARIA PARA SONDEO, CLAVIJA E HINCA**
 - Sondeo por percusión.
 - Martillo perforador ordinario
 - Sonda de varilla
 - Sonda de balancín.
 - Sondas oscilantes de cable
 - Sondas de cuchara de almeja
 - Sondas rotativas
 - Maquinaria de clava e inca.
 - Hinca con masa
 - Martillo de vapor.
 - Martillos de aire comprimido.
 - Equipos de inca diesel.
 - Hinca por vibración.
 - Hinca con chorro de agua.
 - Hinca de cajones.

- **MAQUINARIA PARA ELEVACIÓN.**
 - Maquinas elementales de elevación.
 - Gatos mecánicos

- Gato hidráulico.
 - Torno manual.
 - Torno diferencial.
 - Mecanismo diferencial.
 - Cabreste mecánico.
 - Maquinas de elevación compuestas.
 - Grúa ligera de obra
 - Grúa Derrick.
 - Grúas móviles (de orugas, de neumáticos y telescópicas)
 - Grúas torres
 - Grúas de puerto.
- **MAQUINARIA PARA FIRMES BITUMINOSOS.**
 - Plantas de asfalto.
 - Distribuidores de asfalto
 - Terminadoras de asfalto.
- **MAQUINARIA PARA COMPACTACIÓN.**
 - Compactador por peso estático.
 - Compactadores por impacto.
 - Compactador por vibración.
 - Compactador por acción del amasado.
- **MAQUINARIA PARA PREPARACIÓN Y TRANSPORTE DE HORMIGÓN.**
 - Hormigoneras de eje horizontal.
 - Hormigoneras de eje inclinado.
 - Hormigoneras de triple cono.
 - Hormigoneras de tipo continuo.
 - Hormigonera de plato horizontal.
 - Mezcladores y dosificadores.
 - Maquinas para proyección de hormigón y mortero.
- **MAQUINARIA PARA VIA.**
 - Bateadora-niveladora-alineadora.

- Alineadora independiente.
 - Perfiladora.
 - Desguarnecedora, con o sin machacadora.
 - Dispositivo de control de calidad de los parámetros de la vía.
- **MAQUINARIA ESPECÍFICA PARA PUERTOS.**
 - Equipo de dragado.
 - Draga de cuchara o Prietsman.
 - Draga de rosario o de cangilones.
 - Draga de succión (con o sin Cutter).
 - Dragas excavadoras.
 - Gánguiles.
 - Rompedores de roca.
 - Remolcadores.

1.3 SISTEMAS COMUNES DE MAQUINARIA MOVIL

Los diferentes tipos de máquinas que conforman la flota de maquinaria móvil esta conformada de elementos comunes, los cuales van a ser el tema de este estudio y que el ingeniero mecánico que se encargue del mantenimiento debe conocerlas ampliamente.

Los sistemas comunes de la maquinaria móvil son:

- **Sistema o unidad de potencia:**

Por lo general la unidad de potencia esta constituida por el motor de combustión interna el cual utiliza combustible diesel.

- **Sistema o unidad de transmisión:**

A todos los elementos que intervienen en el acto de transmitir la fuerza proporcionada por el motor hasta las ruedas motrices que han de arrastrar el vehículo se lo llama unidad de transmisión, los elementos que conforman esta unidad son los siguientes: embrague, caja de cambios manual, mecanismo cónico o mando final, convertidor de par, caja de cambios automática, mecanismo cónico o mando final.

- **Sistema o unidad de locomoción:**

Dentro de la maquinaria móvil se puede tener las que utilizan para su desplazamiento neumáticos y otras que constan de un sistema llamado tren de rodaje, los cuales son elementos de desgaste que debe ser inspeccionados, mantenidos o cambiados cada determinado tiempo. Por lo que la unidad de locomoción se divide en neumáticos y tren de rodaje.

- **Sistema hidráulico:**

Los sistemas hidráulicos de las máquinas tienen una base teórica que se fundamenta en las leyes de los fluidos, este sistema consta de: bombas, válvulas, líneas de trabajo, actuadores lineales y rotatorios.

- **Sistema eléctrico:**

Toda maquinaria consta de un sistema eléctrico el cual facilita muchas operaciones, consta de: baterías, alternador, motor de arranque, sensores.

- **Sistema de frenos:**

Se equipa al vehículo con una serie de mecanismos que se encarga de disminuir la velocidad del vehículo o detenerlo por completo permitiendo realizarlo en las mejores condiciones de seguridad tiempo y distancias mínimas, conservando la trayectoria del vehículo, con una frenada proporcional al esfuerzo del conductor, este sistema consta de los siguientes elementos: forros, cilindros, cañerías del sistema de neumáticos, discos, pastillas, retardador.

- **Sistema de suspensión:**

Se llama suspensión al conjunto de elementos elásticos que se interponen entre los órganos suspendidos (bastidor, carrocería, pasajeros y carga) y los órganos no suspendidos (ruedas y ejes).

Su misión es absorber las reacciones producidas en las ruedas por las desigualdades del terreno, asegurando así la comodidad del conductor del vehículo y, al mismo tiempo, mantener la estabilidad del mismo, este sistema es conformado por: muelles, barras, almohadillas.

- **Sistema de carrocería.**

Chasis es la armazón que sostiene a toda la maquina, en la actualidad son calculados por métodos de elementos finitos en la cual se consigue el peso ideal de este elemento.

Dependiendo de la maquina que se trate la configuración puede ser mas o menos rígida para que pueda soportar todos los componentes que intervienen en la maquina, este sistema esta conformado por: chasis, protecciones, bastidor.

1.4 DIAGNOSIS DE MAQUINARIA MÒVIL

En la construcción civil una de las ramas más amplias es la construcción de caminos en la cual la maquinaria móvil es la parte principal, tomando en cuenta que por la variedad de maquinaria no se podrían estudiarlas de una en una para lo cual se toma en cuenta los sistemas comunes.

En la maquinaria al trabajar pueden ocurrir problemas mecánicos leves o a su vez graves, los cuales deben ser resueltos en las obras civiles por los mecánicos; cuando un problema se presenta se debe seguir un proceso hasta llegar a la verdadera causa del problema.

Este manual puede ser una guía para la solución del problema presentado, debido a que las tablas de información especificaran el problema, la causa, el efecto y las posibles soluciones.

En el lugar de trabajo se puede realizar cualquiera de estas opciones que pueden no ser las más acertadas.

1.- Cuando el mecánico proporciona una solución, se confía, realizando un gasto para aplicar la solución que propuso y se comprueba el funcionamiento, esto a veces funciona y otras no.

2.- Cuando se forman grupos y participan en una lluvia de ideas, se esta llegando a conclusiones como resultado del consenso de los participante, basándonos en opiniones. Quizás usaron un proceso formal como el diagrama de esqueleto de pescado, pero no hay hechos claros que respalden esas opiniones.

3.- Cuando los grupos de trabajo usan un proceso que requiere que las hipótesis sean desarrolladas para ver exactamente por qué ocurrieron las causas, y luego requieren también una verificación para asegurar si es o no cierto, entonces se esta usando calidad en el proceso, en vez de basarse en suposiciones y estar expuestos a la perdida de tiempo y dinero.

Para poder aplicar una línea de posibles causas y sus soluciones se realizaran tablas llamadas diagnosis las cuales se la realizan independientemente por elementos o por sistemas, los cuales se muestran en los siguientes capítulos, luego de comprender el funcionamiento de los mismos.

CAPITULO II

MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DIESEL

2.1 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA¹

El motor del vehículo industrial y pesado es el encargado de transformar la energía térmica que le proporciona el combustible en energía mecánica que posteriormente utilizará para desplazarse.

Estos motores se llaman de combustión interna, porque realizan su trabajo en el interior de una cámara cerrada mediante la aportación del calor producido al quemarse el combustible. En este caso la presión de los gases de la combustión y el calor generado en su interior, provocan el movimiento de un mecanismo que se aprovechara como fuente de energía.

Este principio, utilizado desde finales del siglo XIX, continúa siendo el mismo que en la actualidad, aunque lógicamente mucho mas avanzado en cuanto a diseño y tecnología.

2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN²

Los motores de combustión interna se clasifican principalmente en función de una serie de características constructivas y de funcionamiento.

- a) Según el combustible empleado: líquido (gasolina o diesel) o gaseoso (hidrogeno, gas natural)
- b) Según la velocidad de régimen se clasifican en:
 - Baja velocidad: menos de 350 r.p.m.
 - Media velocidad: de 350 a 1000 r.p.m.
 - Alta velocidad: más de 1000 r.p.m.
- c) Según la forma de realizar la combustión: En caso de los motores de gasolina, la combustión de la mezcla aire-gasolina se realiza por medio de una chispa

¹ Camiones y Vehículos Pesados (Reparación y mantenimiento) Cap. Motor diesel Pag. 2

² Camiones y Vehículos Pesados (Reparación y mantenimiento) Cap. Motor diesel Pag. 4

cuando el émbolo se encuentra en el punto de máxima compresión. En los motores diesel se introduce previamente aire en el cilindro y se comprime hasta que llegue a un punto de máxima temperatura; a continuación, se inyecta a presión y pulverizado el combustible, con lo que se consigue la combustión con la fuerza necesaria para realizar su trabajo.

- d) Según el número de carreras del pistón en cada ciclo: de dos tiempos, cuando el pistón completa un ciclo en una vuelta del cigüeñal, o bien de cuatro tiempos, cuando completa un ciclo por cada dos vueltas del cigüeñal.
- e) Según el número de cilindros: Se dice que es mono-cilíndrico si tiene uno, o poli cilíndrico si tiene más de uno.
- f) Según la disposición de los cilindros, es decir la forma del bloque motor con respecto al eje cigüeñal. Se utilizan preferentemente cilindros en línea y en V.
- g) Según el número de válvulas por cilindro: Existen motores de 2, 3,4 e incluso más válvulas por cilindro. Lo más habitual son los motores de 2 y 4 válvulas por cilindro.
- h) Según el sistema de alimentación de aire: Motores atmosféricos (de aspiración natural) o motores sobrealimentados (con turbocompresores o compresor volumétrico).

2.3 CICLOS DE OPERACIÓN DEL MOTOR

En un motor de cuatro tiempos las válvulas de admisión y escape no se abren y cierran justo en el momento en que el pistón se encuentra en el punto muerto superior (P.M.S.) o en el punto muerto inferior (P.M.I.), tal como se explica en el funcionamiento teórico del motor.

En realidad la válvula de admisión empieza a abrir antes de que el pistón alcance el P.M.S. esto permite beneficiarse de la inercia de los gases aspirados y conseguir llenar más el cilindro así como limpiar los gases quemados. Esto es lo que se denomina avance a la apertura de la admisión (A.A.A.).

Cuando el pistón llega al P.M.I. en su carrera descendente, la inercia de los gases que están entrando en el cilindro sigue introduciéndolos aun cuando el pistón ya inicia su ascenso en la carrera de compresión.

Por ello, si la válvula de admisión se cerrara exactamente en el P.M.I., el cilindro no se llenaría tanto. Conviene, cerrar la válvula de admisión en plena carrera ascendente de compresión; es lo que se conoce por retraso al cierre de admisión (R.C.A).

La válvula de escape tampoco se abre en el P.M.I. exactamente, sino bastante antes; ya que como tampoco puede abrirse de forma instantánea, si al iniciar el pistón su carrera ascendente de escape no estuviera parcialmente abierta la válvula de escape se originarían fenómenos de choque por los gases procedentes de la combustión.

Este adelanto se llama avance a la apertura del escape (A.A.E.)

Cuando el pistón alcanza nuevamente el P.M.S. después de su carrera ascendente de escape, los gases continúan saliendo del cilindro, por lo que conviene cerrar la válvula de escape un poco después de que el pistón haya vencido el P.M.S., de esta manera se facilita la total evacuación de los gases quemados, con lo que el cilindro queda mas limpio y por tanto tiene una mejor calidad la mezcla.

Esto es lo que llamamos retraso al cierre del escape (R.C.E.)

Al instante en que las válvulas de admisión y escape permanecen abiertas se denominan cruce de válvulas.

Estos avances y retrasos se miden en grados y vienen especificados en los manuales de cada motor.

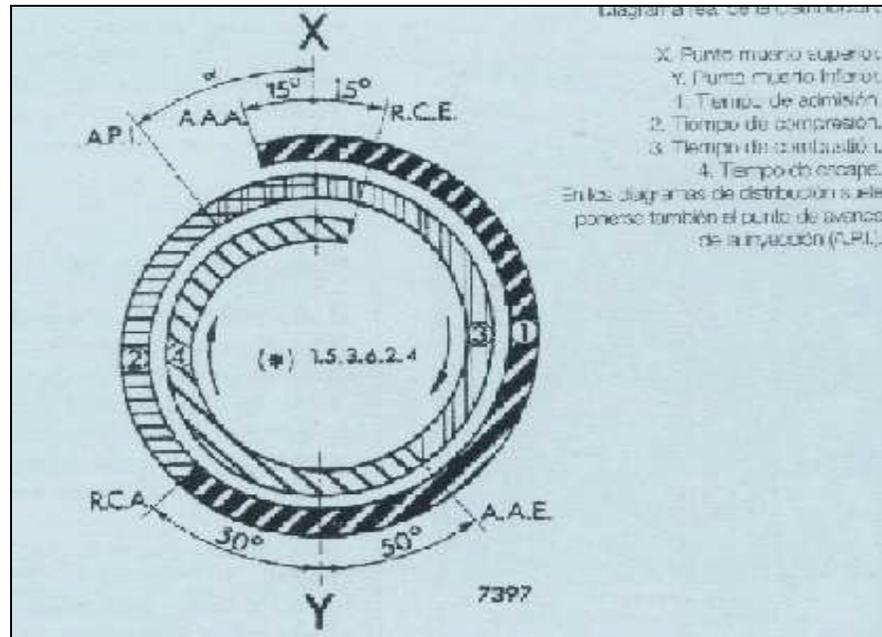


Figura 2.1 Diagrama de la Distribución³

2.4 RENDIMIENTO DE UN MOTOR DIESEL Y BALANCE TÉRMICO.

Al hablar del motor térmico, se dice que es el encargado de transformar la energía química del combustible y transformarla en energía mecánica para desplazar el vehículo. En este proceso, siempre existe una serie de pérdidas de energía que hemos de tener en cuenta: pérdidas mecánicas (rozamiento), pérdidas térmicas (escape, refrigeración), etc.

Se llama rendimiento de un motor a la relación entre la cantidad de energía aportada por el motor y la suministrada al motor.

Se debe tener en cuenta, algunos de los siguientes rendimientos:

- El rendimiento mecánico es el que relaciona el trabajo efectivo medio en el eje motor y el que desarrollan los gases en el cilindro (trabajo indicado). Tiene en cuenta el trabajo absorbido por los rozamientos de los órganos propios del motor (biela, segmentos, bulón), los auxiliares (accionamiento de la distribución, bomba de aceite, de agua, etc.) y la del aire para barrido.

³ Camiones y Vehículos Pesados (Reparación y mantenimiento) Cap. Motor diesel Pag. 40

- Rendimiento térmico es la relación entre el trabajo desarrollado por los gases (trabajo indicado) y la energía calórica (energía térmica) del combustible.
- Rendimiento volumétrico es el que permite determinar el grado o porcentaje de llenado de los gases de admisión en relación al volumen que disponen el cilindro.

2.4.1 BALANCE TÉRMICO DEL MOTOR DIESEL⁴

El balance térmico de un motor de 4 tiempos (diesel) es el siguiente:

Del 100% de la energía aportada, solamente el 35% se recupera para hacer mover el cigüeñal.

El resto se reparte entre:

- 20% en el circuito de refrigeración y lubricación,
- 5% en la radiación al exterior.
- 35 a 45 % en el escape (según el tipo de combustible)
- 5% en pérdidas mecánicas.

2.4.2 CURVAS CARACTERISTICAS DEL MOTOR

Para conocer las variaciones de potencia, par motor y consumo de combustible en cada régimen del motor se utilizan las curvas características del motor. En ellas se representan los valores obtenidos en el banco de pruebas en condiciones de máxima alimentación, es decir a plena carga.

2.4.2.1 Limitación de la potencia por la altura⁵

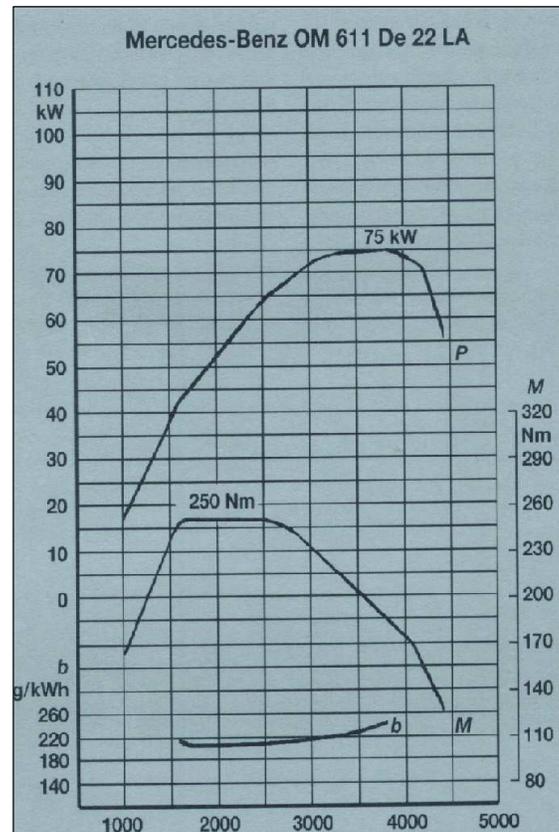
Cuando aumenta la altura del punto donde trabajan las máquinas, la reducción de la presión atmosférica causa una baja en la potencia real de los motores. Esta reducción se mantiene para cualquier tipo de velocidad empleada en la máquina. Se estima que hasta 700m los motores trabajan sin pérdida de potencia y a partir

⁴ Camiones y Vehículos Pesados (Reparación y mantenimiento) Cap. Motor diesel Pag. 16

⁵ Camiones y Vehículos Pesados (Reparación y mantenimiento) Cap. Motor diesel Pag. 16

de los 700 m existe una disminución de potencia que equivale aproximadamente al 1 % por cada 100 m de altitud. Los motores turboalimentados esta pérdida de potencia queda reducida aproximadamente a la mitad de la dada para los motores que sean de aspiración natural.

Figura 2.2 Curvas Características de un Motor



2.5 SISTEMAS PRINCIPALES DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DIESEL

Los elementos que componen el motor para una mejor comprensión se los clasifica en sistemas de acuerdo a la función que realizan en todo el grupo.

Estos sistemas son los siguientes:

- Elementos fijos del motor
- Tren alternativo
- Distribución
- Sistema de lubricación

- Sistema de enfriamiento
- Admisión y escape
- Sistema de combustible

2.5.1 ELEMENTOS FIJOS DEL MOTOR

Los elementos fijos que constituyen el motor son los siguientes:

2.5.1.1 Bloque Motor

El bloque tiene la función de contener los cilindros (parte superior) en donde se desplazan los émbolos y las bielas; sujetar el cigüeñal (parte inferior, también llamada bancada); incorporar los pasos del agua de refrigeración y los conductos de lubricación.

El bloque puede adoptar distintas formas en función del número de cilindros y su disposición. El material empleado en su fabricación es, en la mayoría de los casos fundición de hierro con aleaciones (cromo, níquel, molibdeno). Se emplean en algún caso concreto, aleaciones de aluminio con lo que se consigue un menor peso y una mejor conductividad térmica.

2.5.1.2 Culata o Cabezote

Es una de las partes importantes del motor ya que ha de desarrollar múltiples funciones:

- Delimitar la cámara de combustión
- Delimitar los conductos de los gases (admisión y escape).
- Permitir un correcto funcionamiento de las válvulas.
- Contener los inyectores.
- Dar rigidez al conjunto.
- Contener los conductos de refrigeración y de lubricación.
- Tener buena conductividad térmica.

La culata, al servir de cierre a la parte superior de los cilindros y realizarse en ella el proceso de combustión, ha de resistir grandes esfuerzos, por lo que es necesario un cierre perfectamente hermético.

2.5.1.3 Junta de Culata

La culata se coloca sobre el bloque interponiendo una junta apropiada para conseguir el sellado de las dos partes. Esta función debe desempeñarla con las máximas garantías en todas las condiciones de trabajo del motor y conseguir que los fluidos (gases de combustión, aceite, refrigerante) se mantengan estancos tanto hacia el exterior como hacia el interior.

Aparte del revestimiento superficial completo, también se realizan serigrafiados parciales, con el fin de aumentar la presión superficial. Además, pueden efectuarse ribeteados metálicos o con elastómeros alrededor de los orificios de paso de aceite.

2.5.1.4 Cárter de Aceite

El cárter de aceite es la pieza encargada de cerrar el motor por la parte inferior y almacenar el aceite para el engrase del motor. Está constituido por una pieza de acero o de aleación de aluminio para mejorar la refrigeración del mismo.

2.5.1.5 Colectores

Los colectores son los encargados de canalizar el aire fresco hacia las válvulas de admisión y los gases de la combustión hacia el silenciador y el escape final.

Los conductos de admisión y escape son propicios a la creación de fenómenos vibratorios y acústicos de gran importancia.

En el caso de de los conductos de admisión, las vibraciones afectan directamente al rendimiento volumétrico y en consecuencia a la potencia máxima que el motor pueda desarrollar.

El colector de escape canaliza la salida de los gases desde la culata al exterior. Tiene que tener, como en el caso de los de admisión, un diseño adecuado para no crear contrapresiones en los gases y facilitar su salida. Además, ha de estar fabricado con material altamente resistente a las temperaturas (fundición de hierro o acero).

Una función adicional del colector de escape en los motores diesel pesados es la de soportar el cuerpo de la mariposa del freno motor en aquellos que montan freno motor al escape.

2.5.2 TREN ALTERNATIVO⁶

El tren alternativo se encuentra conformado por los siguientes elementos:

2.5.2.1 Sistema Biela-Manivela

Este sistema es el encargado de realizar la transformación del movimiento rectilíneo y alternativo del émbolo en el movimiento giratorio del cigüeñal.

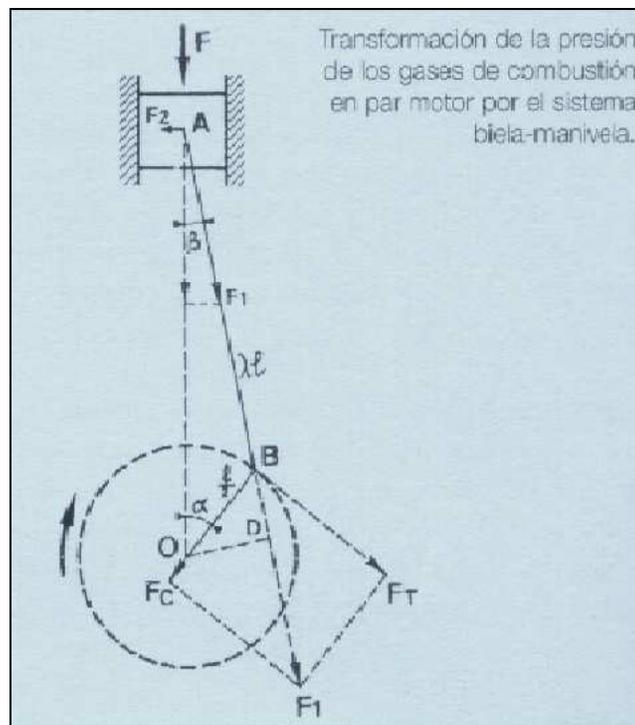


Figura 2.3 Sistema Biela - Manivela

2.5.2.2 Embolo o Pistón

Es el elemento móvil que se desplaza en el interior del cilindro y recibe la fuerza de expansión de los gases de la combustión para transmitirlos al cigüeñal por medio de la biela.

⁶ Camiones y Vehículos Pesados (Reparación y mantenimiento) Cap. Motor diesel Pag. 28

El pistón ha de cumplir con una serie de funciones:

- Transmitir a la biela la presión generada por los gases (140 a 180 bar en los diesel sobrealimentados).
- Contener la cámara de combustión en los motores de inyección directa.
- Asegurar la estanqueidad de los gases respecto al cárter de aceite.
- Absorber gran parte del calor producido por la combustión y transmitirlo a las paredes del cilindro para su evacuación.

Para mejorar el rozamiento los pistones de aleación ligera se recubren con tratamientos a base de una ligera capa de plomo, estaño, grafito, etc.

Las partes principales del pistón: son la cabeza y la falda.

- La cabeza recibe toda la presión y el calor directo de los gases y en ella se encuentran las ranuras de alojamiento de los segmentos; siendo la parte donde están las paredes más gruesas.
- La falda es la parte situada en la parte inferior y sirve de guía al pistón en su desplazamiento por el cilindro.

Es muy habitual en motores diesel pesados encontrar pistones que poseen la caja del aro superior postiza, de un material diferente al resto del pistón. Esta solución obedece a la necesidad de dar en ese punto de máxima concentración de calor, la dureza necesaria al material para evitar que el segmento de fuego tome holgura prematuramente.

2.5.2.3 Bulón de Pistón

Es el encargado de unir la biela al pistón. Está fabricado en acero cementado, que es un material muy duro capaz de resistir los esfuerzos del pistón (flexión y cizallamiento) para transmitirlo a la biela, así como disponer de unas buenas propiedades antifricción. Por razones de peso suelen hacerse hueco y su montaje ha de permitir una cierta holgura para permitir el movimiento pendular de la biela.

2.5.2.4 Rines o Segmentos

Los segmentos son unos anillos circulares y elásticos que tienen que realizar básicamente las siguientes funciones:

- Permitir un cierre hermético para los gases entre el pistón y el cilindro.
- Asegurar la lubricación del cilindro.
- Transmitir el calor producido por el pistón hacia las paredes del cilindro.

Una vez comprimidos, los segmentos deben tener una separación entre sus puntas para poder permitir la dilatación; las puntas pueden adoptar diferentes formas. Además, han de tenerse en cuenta los juegos laterales y de fondo para no agarrotarse.

Los segmentos de engrase son los encargados de eliminar el aceite que no es necesario de las paredes del cilindro y que por medio de los orificios que lleva a lo largo de su periferia envía al interior del pistón.

2.5.2.5 Bielas

La biela es la pieza encargada de unir el embolo (mediante el bulón) con el cigüeñal (en su muñequilla) y por tanto, esta sometida al esfuerzo mecánico alternativo del pistón en las diferentes fases del ciclo de trabajo. Los esfuerzos (tracción, compresión flexión) son debidos a la combustión y a las fuerzas de inercia alternativas, angulares y centrifugas.

Las partes que componen la biela son:

El pie de biela, la cabeza de biela, el cuerpo o caña.

2.5.2.6 Cigüeñal

El cigüeñal es la pieza que completa el conjunto biela-manivela. Es el encargado de la transformación final del movimiento lineal del pistón en movimiento rotativo; una operación que permite transmitir el par motor originado a los restantes elementos mecánicos del motor.

2.5.2.7 Volante de Inercia

Es la pieza encargada de almacenar la energía durante el tiempo en que desarrolla el impulso motor (combustión) y la restituye para el resto del ciclo.

El volante motor es una masa de inercia que regulariza y equilibra el giro del cigüeñal.

2.5.2.8 Amortiguador de Torsión

Está montado generalmente en el extremo opuesto del volante motor y sirve para evitar las vibraciones de torsión repetitivas que se generan en cigüeñales largos y que podrían llegar a romperlos por fatiga o resonancia se denomina también damper.

Los amortiguadores de torsión constan de dos partes, una de ellas unida rígidamente al cigüeñal ya ala otra (generalmente de goma o con muelles) flotante en el interior de una carcasa. La inercia de la parte flotante absorbe las vibraciones.

2.5.2.9 Árboles de Equilibrado

En algunos tipos de motores es corriente encontrar unos ejes contrarrotantes arrastrados por el cigüeñal cuya misión es anular las vibraciones que se producen en éste último como consecuencia de su particular construcción (longitud del eje, número de cilindros impar, sucesión de inyectores, etc.)

Los ejes de equilibrado suelen estar en una carcasa en el interior del cárter motor y son arrastrados por una rueda dentada que esta mecanizada en el mismo cigüeñal.

2.5.2.10 Cojinetes de fricción

La principal función de los cojinetes de fricción en el motor es la de reducir el rozamiento entre piezas con movimiento rotatorio o ejes y piezas fijas del motor, interponiéndose entre ambas.

Considerando el conjunto pistón-biela-cigüeñal, los cojinetes se montan en tres lugares diferentes:

- Entre los apoyos del cigüeñal y los alojamientos del bloque motor.
- Entre las muñequillas del cigüeñal y la cabeza o extremo más grande de la biela.
- Entre el pie de biela y el bulón.

2.5.3 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

2.5.3.1 El Sistema de distribución

El sistema de distribución es el formado por un grupo de piezas y elementos auxiliares del motor que actúan perfectamente sincronizadas para permitir la apertura y el cierre de las válvulas en los momentos adecuados y siguiendo un diagrama que variara según el tipo de motor. Los elementos que forman parte del sistema son:

- Las válvulas, los asientos, guías y elementos de fijación.
- Árbol de levas y elementos de mando.
- Empujadores y balancines.

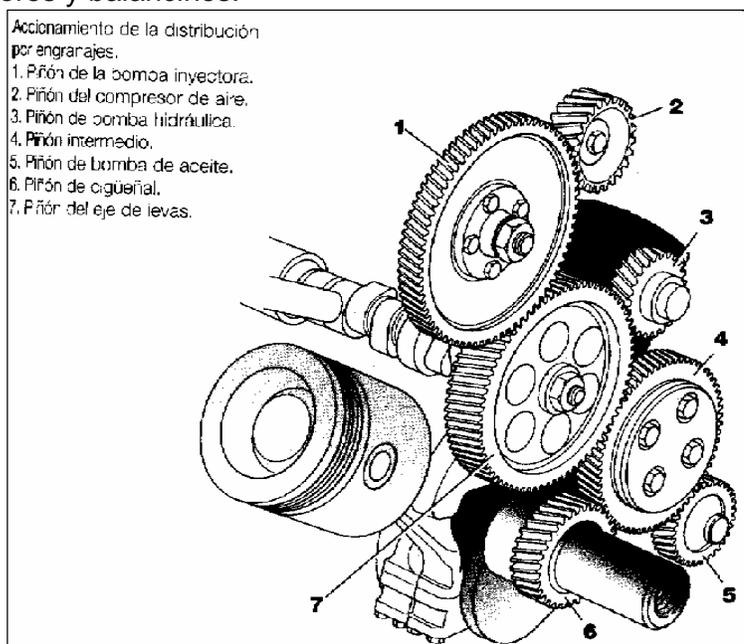


Figura 2.4 Accionamiento de la distribución⁷

⁷ Camiones y Vehículos Pesados (Reparación y mantenimiento) Cap. Motor diesel Pag. 45

2.5.3.1.1 Válvulas

Tienen la misión de abrir y cerrar los conductos que comunican el interior de la cámara con los colectores (admisión y escape). También han de mantener perfectamente hermética la cámara en la fase de compresión y explosión hasta el momento de abrirse la válvula de escape.

Las válvulas están formadas por: cabeza, cola o vástago

Se construyen con aceros aleados de gran resistencia mecánica a altas temperaturas y resistentes también a la oxidación y corrosión. Las aleaciones variaran según se trate de las de admisión o las de escape.

2.5.3.1.2 Asientos de Válvulas

La superficie de la culata donde se apoya la cabeza de válvula al cerrarse se llama asiento de válvula. Este asiento forma un ángulo con el plano de la cabeza de la válvula determinada por el fabricante en función del diseño del motor.

2.5.3.1.3 Muelles

Los muelles son los encargados de mantener cerradas las válvulas en sus asientos.

El cierre hermético de la válvula se consigue mediante la acción del muelle comprimido y sujeto en la parte superior de la cola de válvula. En esta parte lleva las ranuras que fijaran la cazoleta de tope por medio de los dos semiconos.

2.5.3.1.4 Guías de Válvulas

Las guías de válvulas son unos casquillos cilíndricos que se insertan en la culata y tienen como finalidad mantener centrada la válvula en su desplazamiento para un correcto asiento.

2.5.3.1.5 Árbol de Levas

El árbol de levas es el encargado de abrir y cerrar las válvulas de forma que realice un giro completo cada dos vueltas del cigüeñal, para un motor de cuatro tiempos.

2.5.3.1.6 Mando del Árbol de Levas

El árbol de levas recibe del cigüeñal el giro correspondiente respetando en todo momento la diferencia de vuelta que ha de existir entre los dos: 2 vueltas del cigüeñal = 1 vuelta de eje de levas.

Para conseguir esta relación, en el extremo anterior del cigüeñal se instala un piñón dentado con la mitad de dientes respecto a la rueda conducida del árbol de levas, con el fin de conseguir la desmultiplicación acordada para cada ciclo de trabajo, general en los motores de 4 tiempos. La transmisión del movimiento entre los dos puede hacerse de diversas formas por engranajes, por cadena o por corea dentada.

2.5.3.1.7 Accionamiento de Las Válvulas (Empujadores y Balancines)

Los mecanismos de accionamiento encargados de transmitir a la válvula el movimiento lineal obtenido por el giro de la leva están constituidos por una serie de elementos que dependerán en forma y disposición según el tipo de distribución utilizada. Los elementos utilizados reciben el nombre de: empujadores, varillas y balancines. Su utilización dependerá de la colocación de las válvulas y la situación del árbol de levas.

Tabla 2.1 Diagnóstico de los Problemas de Bloque Motor y tren Alternativo

Problemas relacionados con los diferentes elementos del motor.		
Problema	Síntoma	Causa
Golpeteo del cigüeñal	Sonido sordo y metálico que aumenta con las revoluciones del motor.	<ul style="list-style-type: none"> • Juego excesivo entre cojinetes de apoyo y muñequilla • Juego axial excesivo. • Muñequillas ovaladas. • Tornillos fijación volante flojos. • Problema de engrase: aceite diluido o sin presión.
Golpeteo de las bielas	Golpeteo más intenso a bajas revoluciones y en el arranque	<ul style="list-style-type: none"> • Tornillos flojos de fijación de la tapa. • Juego excesivo entre cojinetes de biela y muñequilla del cigüeñal. • Insuficiente paralelismo de las bielas. • Problemas de engrase. • Biela fundida
Picado de bielas	Ruido metálico y agudo fácilmente detectable al acelerar	<ul style="list-style-type: none"> • Carbonilla en el interior de la cámara. • Demasiado avance de la inyección • Distribución desfasada.
Golpeteo en los pistones	Sonido sordo de los cilindros, mas perceptible a bajo regímenes	<ul style="list-style-type: none"> • Pistones desgastados • Juego excesivo entre pistones y cilindros. • Juego excesivo entre bulón y pistón. • Rines o segmentos desgastados o rotos. • Lubricación insuficiente.

Problemas relacionados con los ajustes de válvulas		
Problema	Síntoma	Causa
Golpeteo de empujadores, sonidos de válvulas y balancines	Se oye golpeteo a intervalos regulares	<ul style="list-style-type: none"> • Juego excesivo entre empujador y asiento en el bloque • Juego excesivo entre válvulas y balancines • Roturas muelle de válvula • Juego excesivo entre balancines y eje. • Juego excesivo entre válvula y guía.
Problemas Relacionados con la Junta de Culata o las Camisas		
Problema	Síntoma	Causa
El motor se calienta demasiado	Reducción del nivel del líquido de refrigeración. Se realiza de forma lenta y constante.	<ul style="list-style-type: none"> • Parte del líquido penetra en la cámara de combustión. Junta de culata en mal estado. Superficie de la culata doblada por recalentamiento.
	Burbujas en el vaso de expansión al abrirlo con el motor en marcha. El agua sale	<ul style="list-style-type: none"> • Los gases de la combustión son empujados dentro del sistema de refrigeración. Junta de culata quemada o mal apretada. Altura de camisas incorrecta.
	Manchas coloreadas en la superficie del líquido de refrigeración.	<ul style="list-style-type: none"> • El aceite penetra en el circuito de refrigeración. Junta de culata en mal estado o mal apretada.
	Humo blanco en los gases de escape.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaporación del líquido en la cámara de combustión. • Camisas perforadas o cavitadas. • Junta de culata en mal estado. • Un tapón de limpieza de la culata se ha perforado.
Mezcla del agua con el aceite motor	En la varilla del aceite aparece una emulsión gris (parecida a la mayonesa)	<ul style="list-style-type: none"> • Mezcla del líquido refrigerante con el aceite. • Junta de culata en mal estado. • Juntas teóricas de las camisas en mal estado o rotas.

2.5.4 SISTEMA DE LUBRICACIÓN

2.5.4.1 Lubricación⁸

La lubricación es necesaria en los motores para reducir al mínimo el desgaste de las piezas móviles del motor, que se produce por su rozamiento, y evitar su agarrotamiento por el exceso de calor.

Esto se consigue con la interposición de una fina película de lubricante entre las piezas o superficies metálicas que pudieran llegar a entrar en contacto, bien sea a presión o por deslizamiento.

Con la lubricación óptima de un motor se consigue, además:

- Refrigerar las partes móviles y aquellas a las que no tiene acceso el circuito de refrigeración.
- Ayuda a la estanqueidad de los cilindros.
- Reduce el coeficiente de rozamiento dinámico
- Amortigua y absorbe, choques entre elementos sometidos a presión.
- Efectuar una limpieza de los elementos lubricados mediante el arrastre de impurezas.

2.5.4.2 Aceite de motor

Un moderno lubricante para motores esta compuesto por dos grandes familias de productos: la base y los aditivos.

Los lubricantes deben cumplir con las siguientes propiedades:

Propiedades físicas:

- Color y fluorescencia
- Densidad
- Viscosidad
- Fluidez

⁸ Camiones y Vehículos Pesados (Reparación y mantenimiento) Cap. Lubricación Pag. 92

Propiedades térmicas:

- Índice de viscosidad
- Punto de inflamación
- Punto de congelación
- Punto de enturbiamiento
- Punto de anilina

Propiedades químicas:

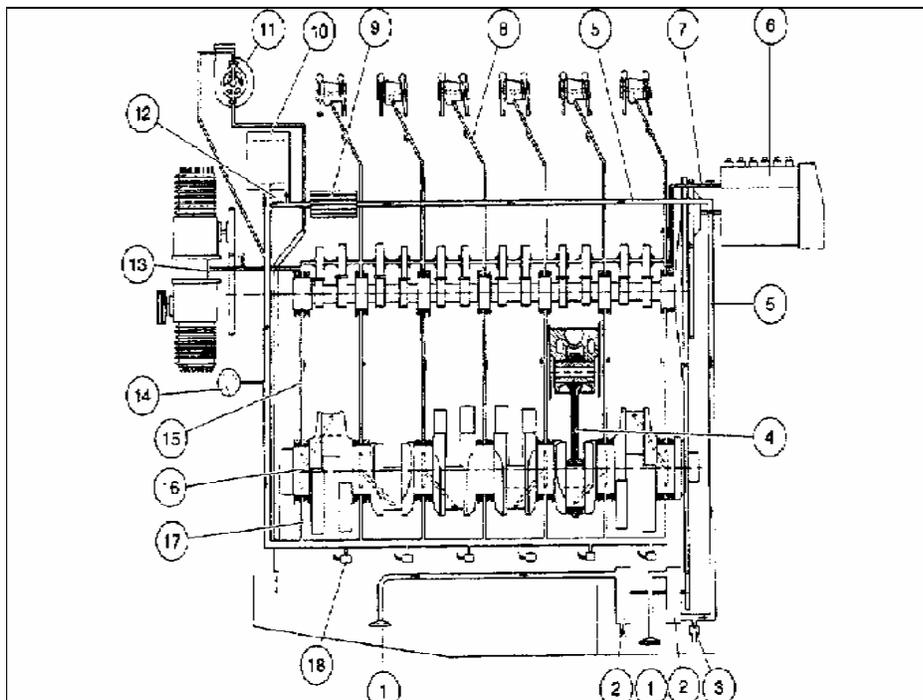
- Formación de espumas
- Emulsibilidad
- Aeromulsión
- Numero de neutralización (acidez-alcalinidad)
- Corrosión del cobre.

2.5.4.3 El circuito de lubricación

El circuito de lubricación, es tanto más complejo cuanto mas lo son las prestaciones que se exigen al motor.

El circuito de lubricación del motor dependerá entre otras exigencias de diseño y fabricación, de:

- El número de apoyos del cigüeñal.
- La disposición del árbol de levas.
- El tipo de bomba utilizada.
- La disposición y número de los sistemas de regulación y seguridad.
- Si el motor es atmosférico o sobrealimentado.
- El sistema de filtrado.
- Si utiliza o no algún tipo de enfriador, etc.



Esquema del circuito de lubricación de un motor Diesel pesado MAN

1. Filtro de aspiración de aceite
2. Bomba de aceite.
3. Válvula de descarga
4. Conducto para la lubricación de los bulones de pistón
5. Tubería de presión
6. Bomba inyectora
7. Conducto para la lubricación de la bomba inyectora
8. Conducto de aceite para balancín.
9. Radiador de aceite
10. Filtro de aceite
11. Turbocompresor
12. Válvula de desviación del filtro de aceite
13. Lubricación del compresor de aire
14. Manómetro de aceite
15. Conducto de aceite para el cojinete de eje de levas
16. Conducto para la lubricación del cojinete de biela

Figura 2.5 Circuito de Lubricación de un motor de combustión.

2.5.4.4 Elementos del sistema de lubricación

2.5.4.4.1 Cáster De Aceite

Es el recipiente o depósito del aceite, necesario para la lubricación del motor y en muchos casos, cumple la función de refrigerador de la masa de aceite.

2.5.4.4.2 Bomba De Aceite

Aspira el aceite del cárter y lo impulsa a presión a través de las canalizaciones hacia los elementos a lubricar.

2.5.4.4.3 Filtros

Los filtros eliminan las impurezas que están en suspensión en el aceite y que podrían dañar las piezas, elementos o superficies en movimiento del interior del motor.

2.5.4.4.4 Sistemas de Seguridad

Tanto antes como después de que el lubricante haya sido mandado a presión por la bomba al circuito, la cantidad y presión de aceite suministrada para el engrase es directamente proporcional al régimen de giro del motor.

Si se entiende que las bombas están dimensionadas para suministrar un caudal y presión suficiente de aceite para una correcta lubricación a régimen ralentí y a una temperatura normal de funcionamiento, se comprende fácilmente que a medida que la velocidad de rotación del motor aumenta, aumentamos proporcionalmente la presión y el caudal enviado, pudiéndose llegar a una presión excesiva y ocasionando un gasto inútil (cuanto mayor sea la presión, mayor dificultad encontrara la bomba en su giro) además de un elevado riesgo de avería en la instalación.

Para evitarlo, se dispone en derivación en el circuito de engrase o en la misma bomba, de una válvula de descarga que cumple tres misiones:

- Derivar al cárter el aceite sobrante cuando la presión es excesiva por efecto del régimen de motor.
- Regular la presión del aceite, ajustándola al estado y a las holguras del motor.
- Ejercer de dispositivo de seguridad cuando por obstrucción pudiera llegarse a sobre presiones peligrosas.

2.5.4.4.5 Elementos de Refrigeración

Además de la refrigeración efectuada por el cárter, algunos motores, por exigencias de uso, han de disponer de sistemas y elementos de refrigeración paralelos.

Dos son los sistemas más usuales: intercambiadores aceite / agua y los de aceite / aire.

2.5.4.4.6 Ventilación de los vapores del Cáster

Los motores modernos disponen de varios sistemas de ventilación cerrada del cárter que permite reconducir, aspirar y quemar estos vapores en el interior del motor.

En una primera fase, los vapores recogidos son conducidos a un decantador, el cual, por condensación, se separa de nuevo el aceite de esos vapores y es devuelto al cárter.

Tabla 3.2 Diagnósis de los problemas de circuito de lubricación

Control de presión de aceite		
<p>Mediante un manómetro de presión de aceite apropiado montado en lugar del manocontacto de la presión de aceite podemos determinar si la presión a la que trabaja el circuito de lubricación es la apropiada. Este control debe realizarse a diferentes regímenes de giro del motor y habiéndose alcanzado la temperatura normal de funcionamiento.</p> <p>Con el motor en ralentí, la presión indicada deberá estar comprendida entre 1 y 2 kg/cm². Acelerando el motor observar que la presión va aumentando paulatinamente, sin brusquedades ni oscilaciones en la indicación del manómetro. Sobre las 1500 r.p.m., la presión habrá de sobrepasar los 3,5 kg/cm² y no alcanzar los 5 kg/cm². Aunque estos valores son orientadores, las especificaciones del fabricante varían, generalmente, muy poco.</p> <p>Al efectuar este control, se puede presentar tres casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La presión es inferior a la preconizada. • La presión es superior a la preconizada. • La presión no permanece estable o sufre oscilaciones. 		
Averías relacionadas con la presión de aceite		
Problema	Síntoma	Causa
Presión excesiva	<ul style="list-style-type: none"> • Canalización parcialmente obstruida • Válvula de descarga agarrotada • Válvula de descarga con valor de tarado excesivo • Filtro excesivamente sucio • Aceite de viscosidad inapropiada 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar y limpiar el circuito • Desmontar y reparar la válvula • Tarar adecuadamente la válvula • Sustituir el filtro • Sustituir el lubricante

<p>Presión insuficiente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de aceite en el cárter • Aceite muy gastado o diluido • Aceite inapropiado al motor o la temperatura de utilización. • Filtro demasiado sucio • Colador de la bomba parcialmente obstruido • Holgura excesiva en la bomba de engrase • Válvula de descarga mal tarada • Fugas en el circuito • Holguras o desgaste excesivo de los cojinetes del motor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rehacer el nivel apropiado • Sustituir el lubricante • Sustituir el lubricante por uno apropiado • Reemplazar el filtro • Limpiar o sustituir la bomba • Reemplazar la bomba • Revisar la válvula y tarar la adecuadamente • Revisar y reparar el circuito • Revisar y reparar el motor.
-----------------------------	---	--

Verificación de la bomba de aceite

Si se establece que el problema de falta de presión reside en la bomba, se procederá al desmontaje y limpieza de la bomba pasando después a comprobarla. En cualquier caso, sea del tipo que sea la bomba, una primera inspección de la carcasa no presentará grietas, rayaduras ni golpes de ningún tipo, ni por fuera ni entre las superficies de acoplamiento.

En las bombas de engranajes, se controlará:

- El juego axial de los piñones en su alojamiento.
- El juego radial de los piñones respecto de la carcasa.
- La holgura existente entre los piñones.
- Estado de la superficie de los dientes.

Una vez montada, se controlará con un giro manual, que ésta no presente durezas ni agarrotamientos parciales.

En las bombas de lóbulos se verificará:

- El juego axial del rotor.
- La holgura entre rotor y el cuerpo de la bomba.
- La holgura existente entre los lóbulos.
- Asimismo, se comprobará el estado de las superficies de rotor y rodete.

Una vez montada, se controlará con un giro manual, que ésta no presente durezas ni agarrotamientos parciales.

Consumo excesivo de aceite

Si se constata una pérdida de nivel inusual, ésta puede ser motivada principalmente por:

- Pérdidas de aceite a través de retenes, juntas o elementos auxiliares como enfriadores, bomba de alimentación, etc. En ocasiones, una mala o deficiente ventilación del cárter somete a presiones indeseables al interior del motor y ocasionar estas fugas.
- Si no se observan rastros exteriores de aceite y por el contrario se aprecian partículas en el escape o humos azulados, el motivo será un consumo excesivo de aceite en el propio motor. Si el motor quema aceite, lo motivará un desgaste acusado de los segmentos o del propio cilindro o bien se quema por una excesiva holgura entre las válvulas y sus guías habiendo perdido efectividad los retenes dispuestos a tal fin.
- Si con el motor en marcha se observa el soplado de vapores en cantidades importantes a través del tapón de llenado del aceite, habrá de plantearse la necesidad de reparar el motor, pues es indicio de que escapa en una proporción excesiva parte de la presión de combustión.

2.5.5 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

2.5.5.1 Elementos del sistema de refrigeración por líquido

2.5.5.1.1 La cámara de refrigeración

Estas cámaras, que se encuentran tanto en el bloque motor como en la culata, rodean la cámara de combustión, los cilindros, los asientos de los inyectores, de las válvulas y sus guías, y en su caso, aquellas partes que están más en contacto directo con los gases de escape.

El bloque motor puede presentar tres disposiciones atendiendo al tipo de cilindros utilizados.

- Bloque de camisas secas. El líquido de refrigeración no entra en contacto directo con las paredes del cilindro por donde se desliza el pistón. Los cilindros están introducidos a presión en el bloque, alrededor del cual circula el refrigerante.
- Bloque de camisas húmedas. En esta disposición, el refrigerante sí circula alrededor del cilindro, pero el cilindro es recambiable, es decir tampoco forma parte integrante del bloque.
- Bloque con cilindros integrados. Los cilindros están prácticamente en el propio bloque y el agua de refrigeración circula alrededor de los cilindros.

2.5.5.1.2 El Radiador

Este elemento del sistema es el encargado de disipar el calor recuperado al contacto con los cilindros y las cámaras de refrigeración por medio del líquido refrigerante. Esta disipación se produce al transmitir el líquido refrigerante por convección a las paredes metálicas de los conductos del radiador.

Consta básicamente de:

- Tapón de llenado.
- Conducto o entrada del líquido caliente
- Conducto o salida del líquido refrigerado
- Elementos refrigerantes.
- Orificio o conducto de desagüe.

- Depósitos de agua.

2.5.5.1.3 El Ventilador

Los ventiladores se utilizan para activar y asegurar la circulación de una gran cantidad de aire a través del radiador con la finalidad principal de enfriar el líquido refrigerante y a la vez favorecer la refrigeración de los elementos anexos como puedan ser el alternador o el propio motor.

2.5.5.1.4 La Bomba de Agua

Por lo general, las bombas utilizadas son del tipo centrífugo, que proporcionan un elevado caudal con una débil presión de impulsión.

El movimiento de la bomba lo toma generalmente de una correa movida por el cigüeñal, que a su vez mueve un eje en cuyo extremo se monta una turbina o rodete que gira en el interior del cuerpo de la bomba dispuesto excéntricamente.

Por efecto de la fuerza centrífuga, el agua, que llega a la turbina en su parte central, es despedida hacia la periferia de la rueda y conduciéndola a la salida de la bomba, creándose a su vez una depresión

2.5.5.1.5 El Termostato

Para el correcto funcionamiento del motor, es preciso regular la temperatura del sistema de refrigeración.

El termostato, es una válvula que permite o impide el paso del líquido refrigerante hacia el radiador en función de si la temperatura alcanzada por este se encuentra por encima o por debajo de la temperatura de tarado de la válvula.

Tabla 3.3 Diagnósis de los problemas de circuito de refrigeración**Verificación del control del sistema de refrigeración**

El sistema de refrigeración ha de garantizar un rápido calentamiento del motor hasta su temperatura normal de funcionamiento y posteriormente mantener esta temperatura sin que ninguna circunstancia de carga, régimen o ambiente haga aumentar dicha temperatura. Si el diseño del circuito es el apropiado, el mantenimiento del sistema se limitara a controlar el nivel del líquido refrigerante del sistema y prestar atención al indicador de temperatura o de calentamiento excesivo. Periódicamente independientemente de la época del año, en un sistema cerrado, será una buena práctica verificar el nivel del líquido en el vaso expensor. A efectos de comprobación, el vaso expensor lleva indicadas unas marcas de máximo y mínimo nivel de refrigerante.

Es de destacar que solo por una fuga en el circuito podemos tener una pérdida de nivel. Aun en un sistema “sellado”, se producen pérdidas de nivel por evaporación, por lo que, sobre todo en motores de altas prestaciones, de uso severo o temperaturas ambiente altas, la verificación del nivel ha de hacerse imperativamente.

Algunos vehículos incorporan en el panel de control un testigo luminoso que nos indica la falta de nivel de líquido refrigerante. En cualquier caso, se cuente o no con este dispositivo, se dota a los vehículos como mínimo de un testigo luminoso de advertencia de calentamiento gobernado por un termo contacto instalado en la culata del motor. Un complemento muy empleado de este dispositivo lo constituye un indicador de temperatura que mediante una sonda de temperatura nos indica en todo momento la temperatura de funcionamiento dentro de una franja en la cual se marcan en color rojo las temperaturas de funcionamiento consideradas peligrosas para el buen funcionamiento del motor o incluso con riesgo de agarrotamiento.

Las causas determinantes de un mal funcionamiento del circuito de refrigeración pueden ser muy variables, máximo cuando cada circuito de marca y modelo incorpora sus especificaciones para lograr el máximo rendimiento del motor o aprovechar el circuito para el confort del habitáculo del vehículo.

Cuadro de averías mas frecuentes en el sistema de refrigeración
Perdidas de líquido del circuito
<ul style="list-style-type: none"> • Esta avería es producida por la fuga de agua interna por las camisas o sus juntas, por la junta de culata o por alguno de los elementos auxiliares del motor como los intercambiadores agua-aceite. En caso de producirse esta avería se constatará un aumento de nivel del lubricante y a posible descomposición de éste. • Generalmente se trata de fugas de compresión que con el motor caliente producen este efecto y también se detectara un calentamiento anormal. Con el motor parado, se invierten los términos y es el líquido de refrigeración quien penetra en el interior de los cilindros produciéndose la perdida de refrigerante. • Estas pérdidas son importantes y fácilmente detectables. Si son persistentes y es difícil establecer su localización por no presentar rastros, se recurre a la presurización del circuito sobre los 1,5 kg/cm², con el motor caliente y se observa si la presión se mantiene. Si no se mantiene y su caída es brusca, tanto más importante será la fuga y habrá de observarse por donde se produce.
El motor tarda mucho en alcanzar su temperatura normal de funcionamiento
<ul style="list-style-type: none"> • La avería tiene casi exclusivamente su origen en que el termostato ha perdido su capacidad de cierre por tanto la de mantener el agua en el interior del motor hasta alcanzar la temperatura de funcionamiento. Si al retirarlo se observa expandido, se ha localizado ya la avería.

Calentamiento excesivo del sistema

- Es de destacar el enturbiamiento del líquido, por ejemplo por una adición de aceite procedente del motor indeseada, las propiedades refrigerantes quedarían notablemente reducidas. Si lo que se hace es rellenar el circuito, se hará imperativamente por el vaso expensor. En el caso de llenar de nuevo el circuito, se llenará con los purgadores abiertos hasta que el líquido salga abundantemente por ellos; una vez conseguido esto, se calentará el motor, abriendo luego los purgadores hasta que no se observen burbujas en ellos y se revisará el nivel. El nivel volverá a revisarse una vez se haya enfriado el motor.
- Desconectando el manguito inferior y conectando una manguera en la boca de llenado del radiador, el agua debe fluir abundantemente. En el caso de que deba limpiarse, se utilizará un producto comercial adecuado o una solución de carbonato de sosa (1 Kg. por cada 10 litros de agua) y agua caliente, la del propio motor funcionando durante 15 minutos. Posteriormente se vaciará y limpiará abundantemente con agua limpia.
- Una vez reemplazada la correa o si se constata la falta de tensado, se procederá al correcto tensado siguiendo las especificaciones del fabricante.
- Para verificar si un ventilador viscoso es el culpable de la falta de refrigeración, podemos bloquearlo con los pasadores que incorpora para que gire en todo momento. Si la avería desaparece, el ventilador es el culpable y debe ser sustituido. No obstante, es fácil ver si un ventilador viscoso funciona o no, ya que con el motor caliente, debe oírse claramente el fuerte zumbido de la corriente de aire a través del radiador.
- Sumergiendo el termostato en agua que se va calentando progresivamente y tomando la temperatura se observará a que temperatura empieza a accionar y a que otra lo ha hecho completamente. Contrastando con las especificaciones que ellos mismos suelen llevar indicadas o con las del fabricante del vehículo, conoceremos si funciona correctamente.

- Una prueba sencilla para verificar si la bomba de agua impulsa la circulación del refrigerante es destapar el radiador y con el motor en marcha, acelerar y observar si se produce agitación del agua al hacerlo.
- Si se determinase una disfunción de la bomba, se retirara del vehículo y se inspeccionará primeramente el estado de sus elementos, los cojinetes, la estanqueidad de la empaquetadura, las superficies de asiento, así como si presenta incrustaciones en la turbina, roturas, grietas o deformaciones. Antes de su montaje en el motor, se comprobará el juego axial de los cojinetes, el juego entre los alabes de la turbina y el cuerpo de la bomba y la holgura entre la cara exterior de la turbina y el plano de apoyo del cuerpo de la bomba. Estas últimas verificaciones deberán estar siempre de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- Si la válvula de presión esta tarada por debajo de las exigencias del circuito, el agua se calentará en exceso pues reducimos su punto de ebullición. Por el contrario, si la válvula de presión esta obstruida, no dejará retornar el agua al radiador, con lo que circulará menos refrigerante por el circuito y seguiremos teniendo un calentamiento.
- Para verificar las válvulas, se dispone de una bomba de estanqueidad que se adapta al tapón. La válvula de presión deberá accionarse a unos valores comprendidos entre 0,80 y 1,5 bares, dependiendo del sistema. Es importante también verificar la junta de estanqueidad del tapón.
- Una falta de nivel de aceite, una mala puesta a punto de inyección, una mala combustión, una obstrucción de paso de aire a través del radiador, etc, pueden ser también causas de calentamientos excesivos del motor.

2.5.6 SOBREALIMENTACIÓN EN LOS MOTORES DIESEL⁹

En los casos de los motores diesel, los problemas que pueden derivarse de la utilización de la sobrealimentación son menores que en los de gasolina. El hecho de utilizar solamente aire en el proceso de compresión y no introducir el combustible hasta el momento final de la carrera de compresión, no puede crear problemas enseguida. En todo caso, lo que si propicia el aumento de la compresión, es una mayor temperatura, que en el caso de los motores diesel facilita la combustión.

Por otro lado, la mayor presión de entrada de aire favorece la expulsión de los gases de escape y el llenado del cilindro con aire fresco, con lo que se consigue un aumento del rendimiento volumétrico.

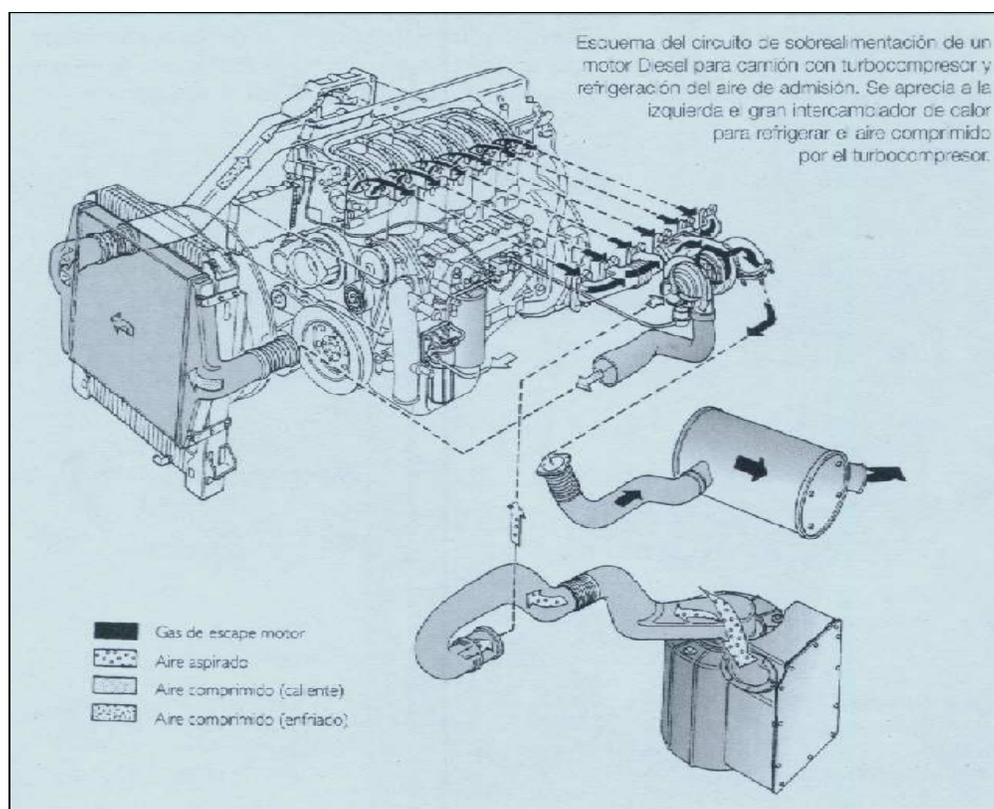


Figura 2.6 Sobrealimentación de un motor diesel

⁹ Camiones y Vehículos Pesados (Reparación y mantenimiento) Cap. Motor diesel Pag. 119

2.5.6.1 Turbocompresores y compresores volumétricos

Para conseguir el aumento de presión necesario para la sobrealimentación utilizamos compresores, que pueden ser turbocompresores (accionados por los gases de escape) o compresores mecánicos (accionados por el cigüeñal mediante piñones o correa)

Los gases de escape que salen del colector hacen girar una turbina a gran velocidad. Esta turbina de escape está unida por un eje a otra turbina (compresor) en el lado de la admisión.

La alta velocidad a que giran ambas turbinas (mas de 100000 vueltas) permitirá elevar la presión del aire de admisión para que de esta forma se mejore la alimentación del motor.

2.5.6.2 Regulación de la presión de admisión

Para evitar el aumento excesivo de vueltas de la turbina y el compresor a medida que crecen las revoluciones del motor, se hace necesaria la incorporación de una válvula de seguridad. Esta válvula esta situada en derivación, y cortocircuita parte de los gases de escape directamente a la salida de la turbina sin pasar por el interior cuando se sobrepasa la presión de bombeo prescrita por el fabricante.

2.5.6.3 La refrigeración del aire de admisión

Como resultado del aumento de la presión de aire en el colector de admisión, aumenta también la temperatura del aire de admisión y disminuye la masa de aire.

A consecuencia de ello se produce una disminución del rendimiento del motor y el consiguiente aumento del peligro de detonación. Para minimizarlo, se hace necesario proceder a refrigerar el aire mediante un intercambiador de calor consistente en un radiador que se encargara de enfriar el aire que pase hacia la admisión por la acción de la corriente de aire de marcha.

Tabla 2.4 Diagnóstico de los problemas de sobrealimentación

Síntoma	Efecto	Causa	Solución
Ruidos o vibraciones en el turbocompresor	Turbocompresor defectuoso	<ul style="list-style-type: none"> Rozamientos parásitos de la turbina de accionamiento o del compresor Mala lubricación de los anillos del eje de turbina. 	<ul style="list-style-type: none"> Sustituir el turbocompresor completo Controlar la presión del aceite y los conductos de aceite del turbo.
Defectos de Presión	Presión y potencia insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> Circuito de admisión de aire taponado, conductos deformados mal montados o tubos de admisión defectuosos Válvula de presión de sobrealimentación que no cierra. 	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar, controlar o cambiar, si es necesario, las piezas del circuito de admisión de aire. Si es posible, sustituir la válvula de regulación de presión en caso contrario cambiar el turbo
	Presión de sobrealimentación excesiva	<ul style="list-style-type: none"> Circuito de inyección defectuoso Presiones de compresión débiles (fuera de los valores prescritos) 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar la bomba de inyección. Controlar la estanqueidad en las válvulas y los cilindros.

Perdidas de aceite por el turbocompresor	Humo azul en el escape	<ul style="list-style-type: none"> • Guarniciones de estanqueidad del lado de la turbina o del lado del compresor defectuosas • Conducto de retorno de aceite del turbocompresor taponado o deformado • Conducto de llegada y/o de retorno de aceite defectuosos. • Perdidas de aceite por los apoyos del turbocompresor 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar el turbo y si es necesario sustituirlo • Limpiar el conducto de retorno de aceite o sustituirlo • Limpiar el turbocompresor y buscar el origen de las pérdidas. • Sustituir el turbocompresor
Emisiones de humo negro		<ul style="list-style-type: none"> • Circuito de admisión de aire taponado, conductos o circuito de admisión • La válvula de reglaje de la presión de sobrealimentación no se cierra • Exceso de combustible sin quemar por goteo de los inyectores 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el circuito de aire completo • Controlar y, si es posible, sustituir, la válvula de regulación de presión, de lo contrario cambiar el turbo completo. • Reparar o cambiar las toberas de inyectores

2.5.7 ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE¹⁰

El combustible debe inyectarse en la cámara de combustión, en las condiciones propicias y en cantidades perfectamente dosificadas. De todo ello se encarga el sistema de alimentación. En el, se distinguen dos partes bien diferenciadas: el circuito de baja presión y el circuito de alta presión.

2.5.7.1 El circuito de baja presión

2.5.7.1.1 Depósito de combustible

El depósito de combustible esta provisto de una boca de llenado con un tamiz que impide la entrada de impurezas bastas junto con el combustible. Contiene además el tubo de aspiración del combustible que esta provisto a su vez de un prefiltro y otro de retorno, de un pequeño pozo de decantación y de un tapón con un orificio de ventilación u otro dispositivo que pueda contener también un tapón de vaciado.

2.5.7.1.2 Bomba de alimentación

Generalmente el depósito de combustible esta situado en un plano inferior al de la bomba de inyección, hecho que hace necesario disponer de un elemento capaz de aspirar el combustible y llevarlo hasta la bomba a una determinada presión (entre 1 y 2 kg/cm²) y un caudal suficiente para cualquier condición de trabajo del motor.

Desde este elemento y hasta la llegada del combustible a la bomba de inyección, se montan en el circuito, normalmente en el dispositivo de filtrado, otros elementos (depende del sistema de inyección utilizado) como puede ser:

- Válvula de retención: Para asegurar en todo momento el suministro a presión, a la bomba de inyección.
- Válvula de descarga: Que permitirá limitar la presión de entrada de combustible a la bomba de inyección y reconducir el combustible sobrante al depósito ya que al ser la bomba de alimentación un

¹⁰ Camiones y Vehículos Pesados (Reparación y mantenimiento) Cap. Motor diesel Pag. 152

elemento de accionamiento mecánico, solo atiende al régimen de giro del motor y no a las demandas de combustible y en ciertas condiciones suministraría un excesos de caudal.

- Válvula de rebose: A través de la cual son devueltas al depósito las posibles burbujas de aire o vapores que pueda contener el combustible, consiguiéndose así un auto purgado permanente del sistema.
- Decantadores de agua: Son elementos que eliminan parte del agua contenida en el combustible y que estropearían rápidamente los delicados y precisos elementos de inyección además de alterar la combustión en caso de llegar a ser inyectada).

En los motores diesel, se utilizan básicamente tres tipos de bomba de alimentación:

- Bomba de membrana.
- La bomba aspirante-impelente de pistón.
- La bomba de paletas usadas en las bombas inyectoras rotativas.

2.5.7.1.3 Elementos Filtrantes

Uno de los capítulos más exigentes para el perfecto funcionamiento del motor diesel lo representa el filtrado de combustible.

Ya que el gasóleo (diesel) es un combustible pesado y viscoso, puede mantener en suspensión gran cantidad de partículas sólidas en suspensión si no ha tenido un largo período de sedimentación.

Para eliminarlas con la mayor efectividad es preciso un proceso de filtrado que empieza en el depósito de combustible desde el momento de llenado.

Hay dos tipos de elementos filtrantes: los prefiltros y los filtros.

Los prefiltros pueden hallarse ya en el tubo de aspiración del combustible, y a la entrada de la bomba de alimentación.

Los filtros se encuentran entre la bomba de alimentación y la bomba de inyección.

2.5.7.2 El circuito de alta presión

2.5.7.2.1 Bomba de inyección

La bomba de inyección es la pieza principal del sistema y se encarga de generar la presión de inyección para introducir el combustible en la cámara de compresión.

La bomba de inyección puede ser de cuatro tipos:

- Bomba inyectora en línea
- Bomba inyectora rotativa
- Bomba individual
- Inyector bomba

2.5.7.2.2 Tuberías de alta presión

Son tubos de acero de paredes gruesas y un diámetro interior calibrado a través de los cuales se unen los elementos de la bomba inyectora con los inyectores. Su construcción es especial para resistir las altas presiones de inyección.

2.5.7.2.3 Inyectores

La misión de los inyectores es la de realizar la pulverización de la pequeña cantidad de combustible y de dirigir el chorro de tal modo que el combustible sea esparcido homogéneamente por toda la cámara de combustión. El conjunto del inyector se divide en porta inyector y tobera. La tobera es la parte final por donde sale el combustible y está fijada al porta inyector. En una reparación del inyector, lo que se cambia siempre es la tobera.

Tabla 2.5 Diagn3sis de los problemas de alimentaci3n de diesel

Diagn3sis de problemas relacionados con el sistema de alimentaci3n diesel		
S3ntoma	Causa	Soluci3n
El motor no arranca y arroja humo negro	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de aire taponado • Inyectores defectuosos • Velocidad del motor de arranque insuficiente • Mal calado de la bomba 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustituir el elemento filtrante • Controlar y regular los inyectores • Comprobar la bater3a, el circuito el3ctrico, el motor de arranque y/o la calidad del aceite del motor • Controlar el calado de la bomba
El motor no arranca y arroja humo blanco	<ul style="list-style-type: none"> • Precalentamiento defectuoso • El dispositivo de arranque no funciona • Mal calado de la bomba • No existe sobrecarga de arranque • Junta de culata defectuosa • Dep3sito de carburante vac3o • Filtro de combustible taponado 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar el circuito el3ctrico y sustituir las piezas defectuosas. • Regular el dep3sito y sustituir las piezas defectuosas • Controlar el calado de la bomba • Circuito de alimentaci3n o de retorno defectuoso. Controlar la electro v3lvula de paro. • Bomba defectuosa. • Sustituir la junta • Reponer carburante y purgar el circuito • Sustituir el elemento filtrante.

El motor no arranca y no arroja humo	<ul style="list-style-type: none"> • Electro válvula de paro defectuosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar el circuito eléctrico y el funcionamiento de la electro válvula.
	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentación defectuosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar la bomba de alimentación, la hermeticidad del circuito y purgar el circuito. Comprobar que la alineación del depósito sea correcta a través del orificio del tapón.
El motor no arranca, no hecha humo y las temperaturas son muy bajas	<ul style="list-style-type: none"> • Compresiones insuficientes • Tapones de hielo en los puntos inferiores del circuito; formación de parafinas en el filtro 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar la compresión y el estado del motor. • Deshelar y limpiar las tuberías, cambiar el elemento filtrante. Añadir aditivos anticongelantes en el combustible.
El motor arranca y luego se para	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de combustible taponado • Filtro de aire taponado • Aire en el circuito 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustituir el elemento filtrante • Sustituir el elemento filtrante • Comprobar la hermeticidad del circuito y purgarlo
El motor no tiene suficiente potencia	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de combustible taponado • Mando de acelerador mal regulado • Circuito de alimentación defectuoso • Tubos de impulsión aplastados a nivel de los racores • Mal calado de la bomba • Inyectores defectuosos • Bomba de inyección desajustada 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustituir el elemento filtrante • Regular el cable del acelerador • Controlar las tuberías de alimentación y de retorno, el tapón del depósito, los racores de alimentación y de retorno y/o la bomba de alimentación. • Controlar el diámetro interior de los mismos • Controlar el calado de la bomba • Controlar su estado, calibrado y conformidad de los inyectores. • Hacer que la ajuste un centro especializado.

<p>El motor no tiene suficiente potencia, consume mucho y echa humo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de aire sucio • Inyectores defectuosos • Válvulas mal reguladas • Mal calado de las bombas • Distribución mal calada • Compresión insuficiente • Escape parcialmente taponado • Temperatura de funcionamiento en marcha demasiado baja • Bomba de inyección desajustada 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar o sustituir el cartucho • Comprobar su estado, calibrado y conformidad de los inyectores • Controlar el juego de balancines • Controlar el calado de la bomba • Regular el calado de la distribución • Comprobar la compresión y el estado del motor • Controlar el circuito de escape • Controlar el circuito de refrigeración (termostato) • Hacer que la ajuste un centro especializado
<p>El motor tiene una marcha irregular</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Régimen de ralentí demasiado bajo. • Fugas entre la bomba y el inyector • Filtro de combustible taponado • Toma de aire en el circuito • Inyectores defectuosos o no apropiados • Balancín desajustado • Pistón agarrotado o segmentos con suciedad • Bomba de inyección defectuosa • Filtro de combustible taponado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar el régimen de ralentí • Comprobar el circuito de retroceso • Sustituir el elemento filtrante • Controlar el circuito de alimentación • Comprobar su estado, calibrado y conformidad de los inyectores • Controlar y ajustar el juego de balancines • Controlar las compresiones y el estado del motor. • Hacer que la repare y ajuste un centro especializado • Sustituir el elemento filtrante

El motor no acelera hasta el máximo de revoluciones	<ul style="list-style-type: none"> • Mando del acelerador desajustado • Bomba de inyección desajustada 	<ul style="list-style-type: none"> • Regular el cable del acelerador • Hacer que la ajuste un centro especializado
El motor se pasa de vueltas en régimen máximo.	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de inyección desajustada • Fuga en la junta del inyector 	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer que la ajuste un centro especializado • Sustituir las juntas defectuosas
Fuga de compresión	<ul style="list-style-type: none"> • Fuga por un bujía de incandescencia • Escape en la junta de culata 	<ul style="list-style-type: none"> • Apretar la bujía o sustituirla • Sustituir la junta de culata. Controlar las superficies de asiento y el rebase de las camisas.
Golpeteos en el motor	<ul style="list-style-type: none"> • Inyector agarrotado • Toma de aire en el circuito • Combustible no apropiado • Balancines desajustados • Inyectores taponados en el retroceso de fugas • Calado de la bomba • Calado de la distribución • Válvulas sucias • Muelle de válvula roto • Pistones agarrotados o gastados • Biela fundida • Volante motor flojo 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustituir el inyector defectuosos • Verificar el circuito de alimentación • Vaciar y sustituir el combustible • Ajustarlos • Controlar el porta inyectores y las rampas de retroceso de fugas • Controlarlo • Controlarlo • Puesta en condiciones de la culata • Sustituir el muelle defectuoso • Poner el motor en condiciones • Poner el motor en condiciones • Puesta en condiciones

CAPITULO III

TRANSMISIÓN

TREN DE IMPULSIÓN

3.1 CONCEPTO Y PARTES CONSTITUTIVAS

En el vocablo de la automoción, se le da el nombre de transmisión a todos aquellos elementos que intervienen en el acto de transmitir la fuerza proporcionada por el motor hasta las ruedas motrices que han de arrastrar el vehículo.

Los elementos que comprenden la transmisión son los siguientes:

- Embrague
- Caja manual de velocidades
- Junta universal
- Puentes
- Grupos cónicos
- Ruedas motrices.

Pueden tener la siguiente distribución.

- Convertidor de par
- Caja automática de velocidades
- Juntas universal
- Mandos finales
- Ruedas motrices.

Estas distribuciones también son conocidas como tren de impulsión, y si a este le sumamos el motor se llama tren de fuerza.

El tren de impulsión tiene un solo propósito: transferir potencia del motor al suelo. Los componentes de la transmisión y mandos finales trabajan juntos para que esto

sucedan. La transmisión toma la potencia del motor y la manipula para controlar la velocidad, el sentido de la marcha y el par de motor. Los mandos finales reducen la velocidad y aumentan el par motor.

Cada máquina tiene un tren de impulsión diferente, así por ejemplo los trenes de impulsión de una cargadora frontal de llantas, tractor buldózer y vehículo de tracción trasera.

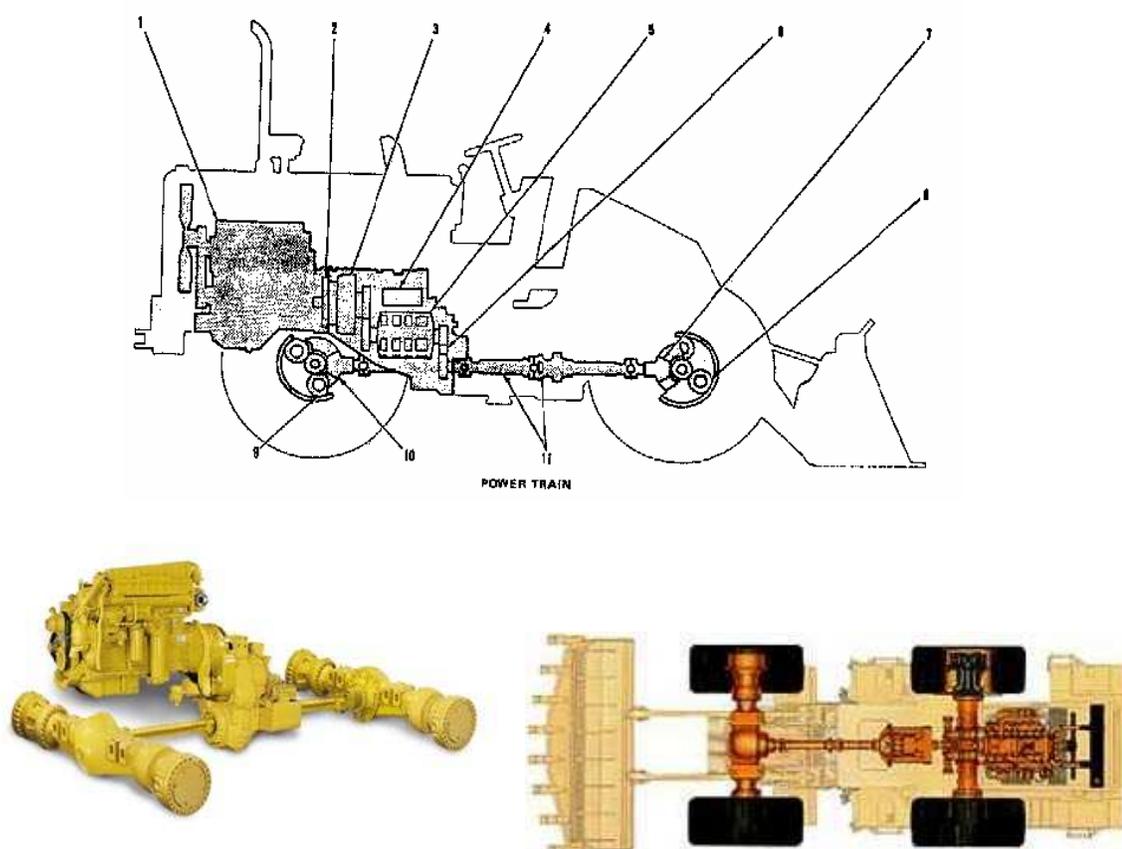


Figura 3.1 Tren de fuerza de una cargadora frontal de llantas¹¹

¹¹ www.cat.com

En la Figura 3.1 se tienen los siguientes elementos:

1. Motor diesel
2. Acople
3. Convertidor de par
4. Controles hidráulicos de caja automática de velocidades
5. Transmisión de planetarios
6. Engranajes de transferencia
7. Grupo cónico (diferencial frontal)
8. Mandos finales ruedas frontales
9. Mandos finales ruedas posteriores
10. Grupo cónico (diferencial posterior)
11. Ejes de transmisión y juntas universales.

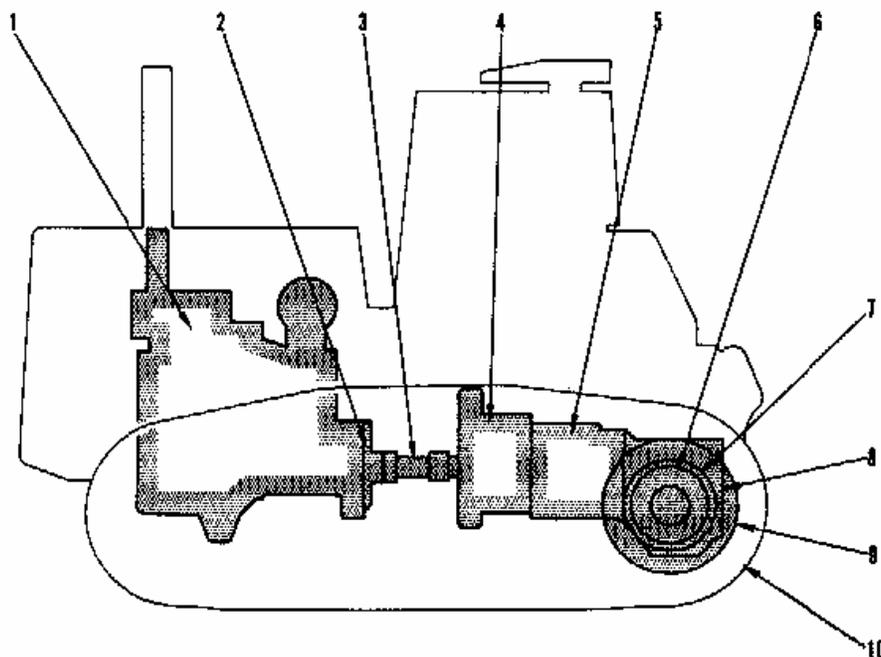


Figura 3.2 Tren de impulsión de un tractor bulldozer¹²

¹² Manual de Servicio Tractor Bulldozer Komatsu 375 A-1

En la figura 3.2 se tienen los siguientes elementos:

1. Motor diesel
2. Damper
3. Junta universal
4. Convertidor de par
5. Caja de velocidades automática
6. Embragues de dirección
7. Frenos de dirección
8. Mando final
9. Rueda motriz
10. Cadena

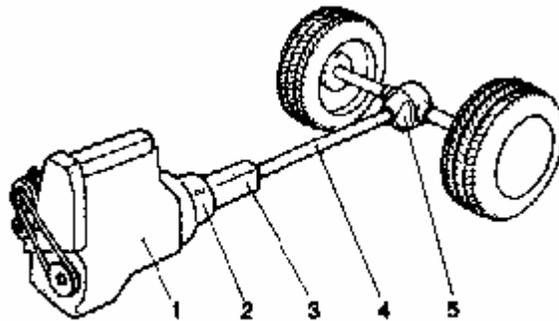


Figura 3.3 Tren de impulsión de un vehículo de tracción trasera¹³

En la figura 3.3 se tienen los siguientes elementos:

1. Motor de combustión
2. Embrague
3. Caja de cambios manual
4. Barras de transmisión
5. Grupo cónico

¹³ Nueva Enciclopedia del automóvil. Pag 8

Como se ha mostrado en estos ejemplos es necesario detallar los elementos de los sistemas de transmisión y se estudiarán a continuación.

3.2 EMBRAGUE

El embrague es un mecanismo por el cual se puede independizar el giro del motor del giro de la transmisión. Por lo mismo, se puede hablar de que el embrague es un mecanismo capaz de desacoplar o interrumpir el paso de la potencia conseguida en cualquier momento por el motor con respecto a su circulación hacia el cambio de velocidades y los demás dispositivos de la transmisión.

3.2.1 EMBRAGUES DE FRICCIÓN EN SECO Y SUS ELEMENTOS

En la gran mayoría de los vehículos de automoción el tipo de embrague con el que más frecuentemente se utiliza es el embrague mecánico de fricción en seco, en su versión de embrague de diafragma.

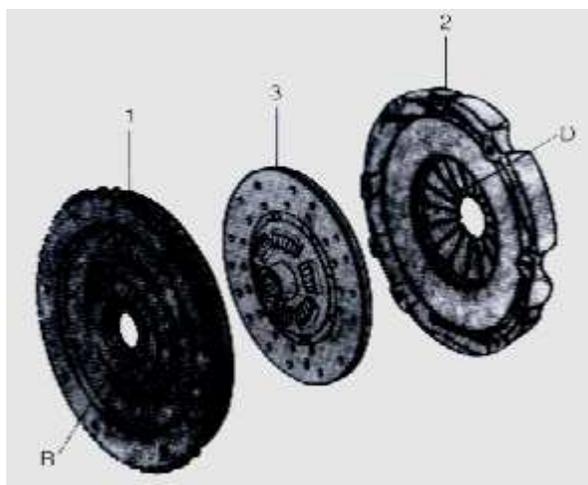


Figura 3.4 Embrague monodisco¹⁴

¹⁴ Nueva Enciclopedia del automóvil. Pag 25

En la figura 3.4 se muestra un conjunto de las piezas básicas que componen un embrague mono-disco en seco.

1. Volante y plato
2. Plato de Presión O Plato Conductor
3. Disco de embrague
- B. Brida de acoplamiento al extremo del cigüeñal
- D. Muelle de diafragma.

Existen también embragues que utilizan doble disco lo que produce mayor agarre, por existir 2 superficies adicionales de fricción.

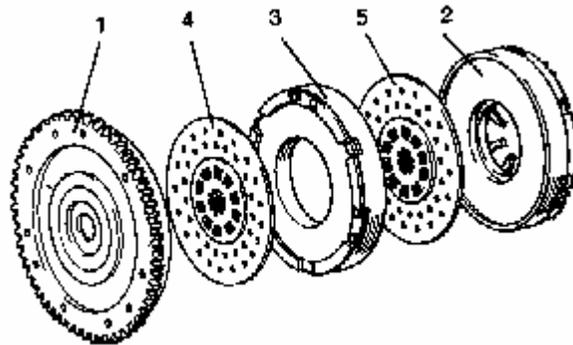


Figura 3.5 Embrague bidisco¹⁵

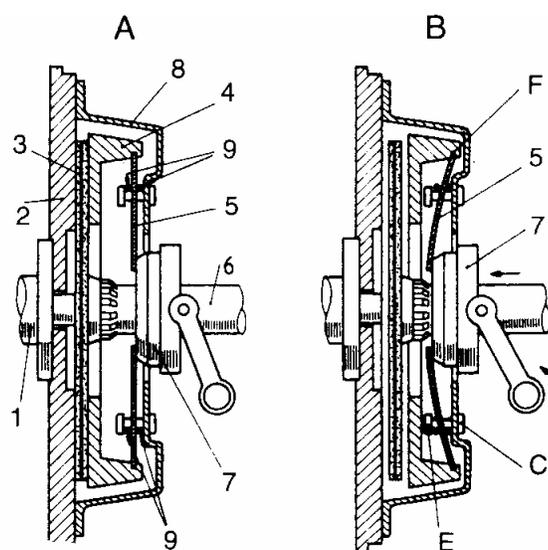
En la figura 3.5 se muestran el conjunto básico de las piezas que componen un embrague bidisco⁶ seco.

1. volante y plato conductor
2. plato de presión
3. plato intermediario
4. y 5. discos de embrague.

¹⁵ Nueva Enciclopedia del automóvil. Pag 26

3.2.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE EMBRAGUE

El embrague es accionado por el pedal izquierdo y mediante sistema de cables o a su vez por presión de líquido se accionan sus componentes tal como lo indica la siguiente figura:



Esquema del funcionamiento de un embrague de diafragma. A, en estado de acoplamiento o embragado. B, en estado de desacoplamiento o desembragado.
 1, extremo del cigüeñal. 2, volante.
 3, disco de fricción. 4, plato de presión.
 5, muelle de diafragma. 6, eje.
 7, cojinete de empuje. 8, cubierta.
 9, anillos de apoyo. C, tornillos de fijación. E, anillos. F, uñetas.

Figura 3.6 Funcionamiento del embrague¹⁶

¹⁶ Nueva Enciclopedia del automóvil. Pag 27

3.2.3 DIAGNOSIS DE AVERIAS DEL SISTEMA DE EMBRAGUE

Se divide el estudio de las averías en los embragues de fricción en seco en una primera parte dedicada a los síntomas. A continuación se sugiere una serie de pruebas para conocer la posible causa, lo que constituye la comprobación del síntoma. Una vez verificado que el síntoma es causado por el embrague, se estudia una serie de posibles causas, cada una de las cuales será seguida de las operaciones que hay que efectuar con el fin de eliminar la avería.

Se consideran los siguientes síntomas.

- El embrague patina.
- Disminución apreciable de la progresividad.
- Ruidos al desembragar.
- Golpeteo al desembragar y durante el funcionamiento.
- Imposibilidad de efectuar el desembrague.
- Desembrague parcial.
- Resistencia anormal al desembragar.
- Poca duración de los forros del disco.

Tabla 3 .1 Diagn0sis del sistema de embrague

El embrague patina

Sntomas:

Cuando el motor esta transmitiendo un fuerte par se observa, con mayor o menor frecuencia, que el motor a veces tiende a acelerarse. El conductor puede localizar f1cilmente este sntoma observando que cuando el vehculo sube por una pendiente muy pronunciada el motor a veces se acelera sin aumentar la presi3n sobre el pedal del acelerador y, por supuesto, sin que el vehculo aumente su velocidad de desplazamiento.

Comprobaci3n:

Para asegurarse de que este sntoma corresponde en verdad a un patinamiento del embrague se puede hacer la siguiente prueba: se inserta la marcha m1s veloz, se frena a fondo el vehculo, se acelera y, al mismo tiempo, se va soltando poco a poco el embrague. En estas condiciones el motor debera pararse; pero si el embrague patina es posible que el motor siga girando. Aunque lo haga muy lentamente es se1al de que el embrague esta patinando en ese momento y, por lo tanto, debe ser reparado.

Causas y soluciones:

Ante el síntoma que ahora se comenta conviene verificar el estado de los siguientes puntos y por el mismo orden de importancia:

- Juego insuficiente en el recorrido libre del pedal

El mando del pedal se encuentra excesivamente tensado, de modo que no tiene el mínimo juego necesario y el cojinete de empuje no se retira completamente de su presión sobre el muelle de diafragma.

La solución consiste en ajustar el recorrido libre del pedal de modo que el juego este dentro de lo establecido por el fabricante.

- Presencia de aceite en los forros del disco de presión

Por alguna razón que se tendrá que investigar, aceite procedente del cambio o bien del engrase del cojinete de empuje, ha conseguido pasar al mecanismo del embrague y se ha depositado en la superficie antideslizante de fricción.

En estas condiciones la solución es el cambio del disco de fricción ya que cuando el material de la guarnición ha absorbido aceite este ya no puede ser eliminado por más que se trate de limpiar. Hay que desmontar el

embrague y cambiar los forros afectados además de comprobar con todo cuidado la procedencia del aceite y la eliminación de la fuga que los haya podido engrasar.

- Forros demasiado desgastados

Debido al uso, los forros se van desgastando progresivamente hasta el punto de que no pueden cumplir con su misión cuando han llegado hasta cierto límite de desgaste.

La solución consiste en cambiar los discos y, en la gran mayoría de los casos, también el plato de presión para que se ajusten correctamente ambas superficies. Cuando se desmonte el disco comprobar los forros: si la cabeza de los remaches esta por debajo de 1,5 mm, aproximadamente, de la superficie exterior será señal de que el disco deberá ser sustituido.

- Muelle de diafragma muy débil.

El muelle no produce la suficiente presión como para permitir una fuerte unión entre los platos por el intermedio del disco de fricción. Es fácil que, ante un requerimiento importante de par, el embrague patine.

El remedio consiste en el cambio del muelle. Para ello hay que desmontar el embrague y verificar el estado del muelle. Desmontarlo y sustituirlo.

- Agarrotamiento del cojinete de empuje en su guía

Si el cojinete de empuje trabaja mal en su guía y su desplazamiento se efectúa con suma dificultad, puede

quedar agarrotado y no volver a su posición de reposo, de modo que no permite un correcto embragado.

La solución aconsejable en este caso es el de desmontar el embrague y comprobar si el cojinete de empuje se desliza por su guía con la suficiente suavidad. En algunos embragues pueden encontrarse mirillas desde las cuales es fácil realizar una inspección ocular de este defecto, pero ello no es posible en los que no disponen de mirilla. Si, una vez desmontado el embrague, se observa este agarrotamiento, comprobar que el sistema de engrase funcione correctamente o, en los casos en los que los embragues no están engrasados, verificar que haya grasa consistente a lo largo de la guía, de la forma que se ha descrito en la parte práctica de este mismo capítulo.

- Rotura o mala alineación del volante, de la campana o del plato de presión.

Cuando existe alguna rotura del tipo que se estudia en este síntoma el patinamiento del embrague suele venir acompañado también de una cierta trepidación durante la marcha del automóvil.

La solución consistirá en desmontar el embrague y pasar a verificar, con la ayuda de un comparador, el correcto centrado de las piezas que interesan.

DISMINUCIÓN APRECIABLE DE LA PROGRESIVIDAD**Síntoma:**

Cuando el vehículo se pone en marcha lo hace dando sacudidas. Generalmente se escucha como un golpeteo al embragar y el acoplamiento se nota que se efectúa de una forma brusca y dando tirones mas o menos fuertes.

Comprobación:

Para asegurarse de que este síntoma corresponde en verdad a un mal funcionamiento del embrague, se puede hacer la prueba de, una vez desembragado, soltar el pedal lo más lentamente posible para observar si, en efecto, el vehículo da sacudidas. Si lo hace, las causas pueden ser las que se indican a continuación.

Causas y soluciones:

Ante el síntoma que ahora se comenta conviene verificar el estado de los siguientes puntos y por el mismo orden de importancia:

- Forros excesivamente desgastados

El desgaste irregular de los forros, con contacto de los remaches en el disco del volante o en el disco de presión, pueden dar posiciones irregulares de agarre, lo que ocasiona un acoplamiento brusco y a tirones.

Se ha de desmontar el embrague y cambiar las guarniciones o el total del embrague según su estado general.

- Trazas de residuos carbonizados en los forros

En algunas zonas de las guarniciones pueden haberse acumulado restos de aceite carbonizado o de residuos extraños que se hayan incrustado en el material. De esta forma el índice de agarre de los forros resulta irregular y produce este síntoma.

Lo aconsejable es cambiar el disco de fricción completo, pero muchas veces puede salvarse si se limpia cuidadosamente con alcohol o gasolina muy limpia hasta conseguir retirar las incrustaciones. Si esta operación de limpieza no es muy satisfactoria, lo mejor es cambiar el disco completo.

- El disco de fricción esta deformado probablemente debido a un exceso de calor se puede haber modificado el dispositivo de progresividad que llevan todos los discos, compuesto por sus muelles internos. En este caso, la amortiguación de las variaciones de par no responde con eficacia y el disco no se agarra con la debida progresividad.
Ante este tipo de avería no hay más remedio que cambiar el disco sin posibilidad de otra solución.
- Plato conductor torcido, roto o desgastado desigualmente
Si la superficie de contacto del plato conducido no ofrece una perfecta planicidad, el agarre del disco es tanto más deficiente cuanto mayor sea la importancia de este defecto.
- La solución es la de desmontar el embrague, comprobar esta planicidad y, en caso de que sea pequeña, llevar el plato a rectificar. Sin embargo, si el defecto se debe a rotura o grieta en el plato la única solución es proceder a su sustitución completa.
- Superficie del volante motor, picada o rayada
- Este es un caso similar al anterior pero relativa a la superficie del volante, la cual puede ser irregular por picado o por rayaduras sobre la misma. La fricción del disco se hace con dificultad por los diferentes índices de agarre de la superficie recorrida. El volante puede ser rectificado hasta dejar una superficie correcta, pero hay que tener en cuenta y comprobar el valor de la perdida de material sacado en la zona de agarre para compensar esta diferencia por la parte alta del volante.
- Horquilla de desembrague torcida
El cojinete de empuje puede funcionar repartiendo irregularmente su presión debido al mal estado de la

horquilla de mando.

Se debe desmontar el embrague y verificar el estado de la horquilla. Si se descubre la zona en la que se aprecia su torcedura, y esta es pequeña, puede enderezarse, pero lo mejor es proceder siempre a la sustitución de este elemento.

- **Árbol primario mal alineado**

El árbol primario procedente del cambio, por el que se desliza el cojinete de empuje y los elementos móviles del embrague, se encuentra mal alineado ya sea por torcedura del mismo o por desgaste del cojinete de apoyo en el volante. La solución es desmontar el embrague y verificar primero el estado del cojinete de apoyo o guía. Si el cojinete está en buen estado el culpable puede ser el mismo árbol que a consecuencia de algún esfuerzo puede haberse doblado. En este caso se tendrá que sustituir.

RUIDOS AL DESEMBRAGAR

Síntoma:

Durante el funcionamiento del motor se aprecia un ruido, en la zona del embrague, como un rechinar o como si una pieza móvil rozara contra otra fija.

Comprobación:

Para asegurarse de este síntoma se pisa ligeramente el pedal hasta llegar al momento en que se inicia el desacoplamiento. En este momento el ruido debe aumentar. En estas condiciones, un embrague en buen estado permanecería silencioso.

Causas y soluciones:

Ante el síntoma que ahora se comenta conviene verificar el estado de los siguientes puntos y por el mismo orden de importancia:

- Muelles de recuperación de las palancas y pedal sueltos o rotos .
Comprobar el estado de los muelles y también si su tensión esta muy por debajo de lo previsible. De ser así pasar a su ajuste o su sustitución según el estado de deterioro observado.
- Falta de tolerancia entre el cojinete de empuje y las «patillas».
El embragado no se consigue plenamente a pesar de que el conductor no aplique esfuerzo alguno sobre el pedal.

Se ha de proceder a efectuar el reglaje de esta distancia teniendo en cuenta la tolerancia indicada por el fabricante.
- Mal estado del cojinete de empuje.
El cojinete de empuje puede hallarse desgastado o incluso agarrotado por falta de engrase en sus guías de desplazamiento. Ello dificulta mucho su movimiento y puede quedar muy torpe en su deslizamiento sobre el

eje. Si el cojinete es del tipo axial de bolas, puede observarse este defecto también por la rotura de alguna bola y deberá sustituirse sin otra posible solución de garantía. En los cojinetes de pastilla de grafito este defecto puede deberse a un exceso de desgaste.

- Forros o discos rotos

No es infrecuente la rotura de los forros en virtud de algún desgarrón, después de un uso continuado o cuando el embrague ha sido sometido a un esfuerzo excesivo en muy duras condiciones de uso. Cuando se ha producido este hecho hay que desmontar el embrague y pasar a verificar con atención el disco y sus guarniciones. Proceder al cambio a la menor duda.

GOLPETEO AL DESEMBRAGAR Y DURANTE EL FUNCIONAMIENTO

Síntoma:

Este tipo de avería puede confundirse fácilmente con la anterior y, como el, puede tener algunas causas comunes. Su diferencia se puede ver al llevar a cabo la comprobación de la avería.

Comprobación:

El golpeteo de este tipo de síntoma debe aumentar cuando el conductor pisa el pedal. Este detalle diferencia este síntoma del anterior.

Causas y soluciones:

Ante el síntoma que ahora se comenta conviene verificar el estado de los siguientes puntos y por el mismo orden de

importancia:

- Estrías del árbol primario

Las estrías del brochado del extremo del árbol primario pueden hallarse muy desgastadas, de modo que el desplazamiento de los componentes se haga de una manera muy indecisa.

La única solución que cabe es el desmontaje del árbol primario y su sustitución completa, pues de otro modo nunca se eliminara el golpeteo observado.

- Árbol primario mal alineado

El árbol primario procedente del cambio, por el que se desliza el cojinete de empuje y los elementos móviles del embrague, se encuentra mal alineado, ya sea por torcedura del mismo o por desgaste del cojinete de apoyo en el volante. La única solución es desmontar el embrague y verificar primero el estado del cojinete de apoyo o guía. Si el cojinete está en buen estado, el culpable puede ser el mismo árbol, que a consecuencia de algún esfuerzo puede haberse doblado. En este caso se tendrá que sustituir.

IMPOSIBILIDAD DE EFECTUAR EL DESEMBRAGUE**Síntoma:**

Este síntoma se produce cuando el conductor, al pisar el pedal del embrague, aunque lo haga a fondo, no consigue desembragar y, por consiguiente, no se puede intercalar ninguna marcha del cambio.

Comprobación:

Debe pisarse el pedal del embrague poniendo especial atención para ver si la resistencia es normal o anormal. Si la resistencia es muy importante no insistir y llevar el vehículo al taller.

Causas y soluciones:

Ante el síntoma que ahora se comenta conviene verificar el estado de los siguientes puntos y por el mismo orden de importancia:

- Resistencia superior pero relativamente pequeña

En los embragues hidráulicos esta resistencia puede ser debida a un mal funcionamiento del sistema hidráulico y en los equipos provistos de cable a la mala disposición del cable ya sea debida a la creación de una curva muy cerrada o a que el cable se esta deshilachando y se encalla en la funda. Se deberá comprobar el estado del sistema de accionamiento.

Si los sistemas de mando están en condiciones que no justifiquen la avería, la causa puede encontrarse en la horquilla de empuje del cojinete. Se deberá desmontar el embrague y proceder a la sustitución de esta pieza.

- Gran resistencia para vencer el recorrido del pedal

La resistencia que ofrece el pedal para ser desplazado es tan grande que no se logra llegar hasta el fondo del mismo. La causa que origina este defecto puede deberse a que ha quedado fijo el plato conductor. Se ha

de proceder al desmontaje del embrague y verificar el estado del plato conductor. Seguramente se encontrara agarrotado debido a la oxidación o a una gran cantidad de suciedad. El plato podrá limpiarse, verificarse y volverlo a montar.

DESEMBRAGUE PARCIAL

Síntoma:

Este síntoma viene determinado cuando, a pesar de que se oprima a fondo el pedal, la realidad es que el desembrague no se efectúa de una manera total o completa.

Comprobación:

Se debe pisar el pedal a fondo e intentar colocar una velocidad del cambio. Si el desembrague no es completo se vera que la velocidad no entra o lo hace con producción de ruido. El embrague no desembraga lo suficiente.

Causas y soluciones

Ante el síntoma que ahora se comenta conviene verificar el estado de los siguientes puntos y por el mismo orden de importancia:

- Juego excesivo en el recorrido libre del pedal
El pedal no dispone de la suficiente carrera como para conseguir el accionamiento total de la palanca de desembrague o del eje de accionamiento. Revisar el estado del juego del mando del embrague y reponer las medidas adecuadas.
- Forros demasiado gruesos o sucios
Si se han sustituido los forros hace poco, este defecto podría provenir de la adopción de un disco de fricción

que fuera inadecuado por error del proveedor o de la referencia dada por el mecánico.

Hay que desmontar de nuevo el embrague y sustituir el disco.

- **Agarrotamiento en las estrías del árbol primario**

Quizá por acumulación importante de suciedad, las estrías del árbol primario no permiten el desplazamiento correcto del conjunto de mando del embrague. El desembrague total no llega a producirse.

Verificar la limpieza de este árbol y su estado general aunque si no hay sacudidas o golpeteos es seguro que la causa se debe a la suciedad.

- **Disco conducido deformado**

El disco solamente se aplica de una manera parcial sobre la superficie de los forros, de modo que el desembrague resulta incompleto. Se ha de desmontar el embrague y se ha de verificar el estado de paralelismo del disco.

- **Incrustaciones de cuerpos extraños**

La presencia de cuerpos extraños entre los forros y sus superficies de contacto, tanto contra el volante como contra el disco de presión (aunque en este es más difícil que se produzca esta avería) puede ocasionar un efecto de desembrague muy deficiente. Será necesario desmontar el embrague y pasar a limpiarlo. Si,

efectivamente, se observa la presencia de cuerpos extraños entre las superficies de contacto, tales como trozos metálicos, por ejemplo, verificar con atención los daños que estos trozos metálicos hayan podido producir en las superficies y proceder a la sustitución de las piezas dañadas irremediamente.

RESISTENCIA ANORMAL AL DESEMBRAGAR

Síntoma:

Cuando se pisa el pedal del embrague se observa que es necesario efectuar un esfuerzo exagerado, mucho mayor del corriente, aunque el desembrague se produce de la forma correcta.

Comprobación:

Para asegurarse de este síntoma se aconseja comprobar si la resistencia anormal se produce cuando se establece el desacoplamiento y la recuperación del pedal es lenta cuando se levanta el pie del pedal.

Causas y soluciones:

Ante el síntoma que ahora se comenta conviene verificar el estado del siguiente punto:

- Agarrotamiento parcial de las palancas de accionamiento

Si el embrague es bastante viejo y además lleva un sistema de accionamiento totalmente mecánico, esta avería puede ser bastante frecuente. Por supuesto, conviene revisar el estado del cable de accionamiento del embrague y verificar si falta grasa o tiene zonas oxidadas debido a la entrada de agua por posibles grietas de la funda. Comprobar también que las palancas no hayan sufrido algún golpe que las haya podido doblar.

POCA DURACIÓN DE LOS FORROS DEL DISCO**Síntoma:**

Se observa que la reparación del embrague tiene que llevarse a cabo con más frecuencia de la normal y que, durante esta reparación, el desgaste de los forros resulta prematuro y excesivamente frecuente.

Comprobación:

La misma correspondiente al síntoma en si.

Causas y soluciones:

Ante el síntoma que ahora se comenta conviene verificar el estado de los siguientes puntos y por el mismo orden de importancia:

- Exceso de carga en el vehículo

Los embragues están diseñados de acuerdo con el par de arrastre que proporciona el motor, el cual tiene que ver con la carga máxima prevista para el vehículo. Cuando el automóvil se utiliza indebidamente y se le somete a una carga muy por encima de la autorizada, el diseño del embrague resulta insuficiente y hasta incluso puede darse el caso de que el par resistente sea superior a la fuerza de fricción del disco. La solución para evitar esta avería no está en las manos del mecánico y depende solamente del conductor que debe atenerse a las normas racionales de carga de su vehículo. Si no lo hace de esta forma, el rápido deterioro del embrague queda justificado.

- Abuso del medio embrague

Una conducción que se avenga poco con las reglas más elementales de conservación de la mecánica puede ser muy perjudicial para el embrague y ocasionar su desgaste rápido. La mala costumbre de arrancar acelerando el motor y soltando el pedal del embrague de golpe, o la de apretar ligeramente el pedal del embrague para apurar una marcha sin necesidad de cambiar y coronar con ello una subida, o arrancar en segunda o pasar de primera a tercera, etc., son una serie de vicios o de actitudes que resultan fatales para la vida del embrague.

El conductor debe esforzarse por desterrar los malos vicios de conducción y adquirir una técnica más acorde

con la perfecta protección de la mecánica.

- Cualquier tipo de avería que no permita la recuperación del pedal
Cualquiera de las averías que se han descrito anteriormente en las que se hayan observado dificultades en la recuperación del pedal del embrague y que, por consiguiente, permanezcan manteniendo el embrague en una posición de embragado deficiente con tendencia al patinamiento, pueden ser las culpables de un acelerado desgaste del disco de fricción. Por ello resulta de la mayor importancia que en este tipo de avería se lleve el automóvil inmediatamente al taller para resolver el problema, el cual puede ser, a veces, el simple mal ajuste de los mandos de accionamiento.

3.3 CAJA DE CAMBIOS MANUAL

Es el elemento de transmisión que se interpone entre el motor y el resto de los elementos de transmisión de un vehículo para modificar el número de revoluciones en las ruedas, e invertir el sentido de giro cuando lo requieren las necesidades de circulación (marcha atrás).¹⁷

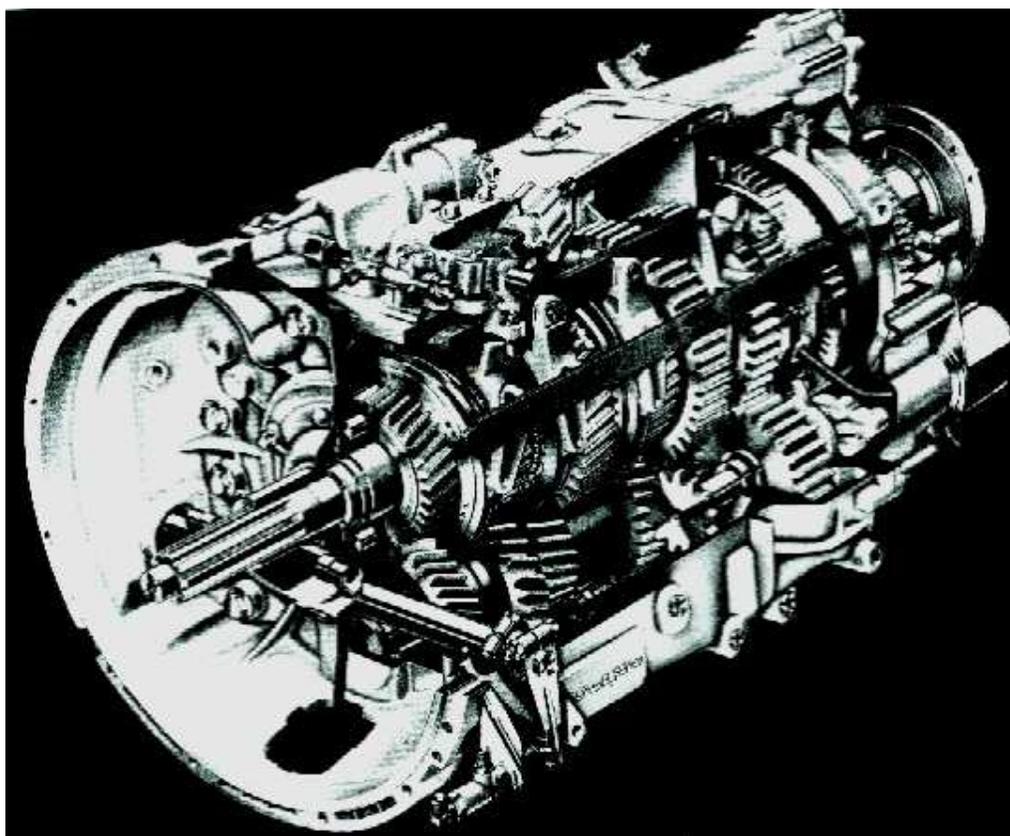


Figura 3.7 Vista en corte de una caja de cambios manual¹⁸

¹⁷ Camiones y vehículos pesados. Transmisión. Pag.4

¹⁸ Camiones y vehículos pesados. Transmisión. Pag.7

3.3.1 DIAGNOSIS DE AVERÍAS EN LA CAJA DE CAMBIOS

A pesar de que una caja de cambios dispone de muchos mecanismos, todos ellos de complejo diseño y construcción, no es un elemento que suele dar muchas complicaciones y sus síntomas son siempre bastante claros.

- Ruido durante su funcionamiento.
- Existe dificultad en el cambio de marchas.
- Alguna marcha se desengrana espontáneamente.
- Se observan pérdidas de lubricante.

A continuación, se muestran cada uno de estos síntomas, causas y soluciones:

Tabla 3.2 Diagnósis del caja de cambios manual

La caja de cambio hace ruido durante su funcionamiento normal
<p>Síntoma:</p> <p>Se trata de uno de los casos más corrientes en un cambio de velocidades que ya recorriendo muchos kilómetros. El conductor o el mecánico observan que la caja de cambios hace más ruido de lo que podría considerarse normal o corriente.</p>
<p>Comprobación:</p> <p>Se somete el vehículo a una ruta de pruebas y se observa si el ruido es tanto mayor cuando mayor es el régimen de giro que se está produciendo en el cambio.</p>

Causas y soluciones:

Ante el sistema que ahora se comenta conviene verificar el estado de los siguientes puntos y por el mismo orden de importancia:

- Juego excesivo entre los engranajes.
Se puede esperar a que se presenten síntomas que requieran una reparación de mayor envergadura, pero si se quiere eliminar el ruido se tendrá que pasar a desmontar la caja de cambios y corregir los juegos entre los engranajes o entre los ejes en sus asientos. Este es el remedio en la gran mayoría de los casos.
- Desgaste de los engranajes y/ cojinetes.
También los sincronizadores están sujetos a fuerte trabajo y por consiguiente a desgaste, el cual se anuncia por medio del ruido producido.

Para conocer exactamente las causas de estas averías es necesario desmontar la caja de cambio y abrirla.

Se tendrá que sustituir las piezas defectuosas.
- Desalineación de los ejes.
Hay que verificar también la posible desalineación de los ejes, que puede producirse si las carcasas del cárter, que son soportes de la caja de cambios, se encuentran flojas o mal fijadas.

Verificar el estado de fijación de las tapas a base de comprobar el apretado de todos los tornillos de sujeción y que no sufran golpe alguno que los pueda deformar.

- Aceite sucio.

Para hacer una comprobación basta con sacar un poco de aceite de cárter y verificar el estado del mismo. Si se palpa que éste se encuentra un tanto rugoso hay que proceder de inmediato a su reemplazo.

- Insuficiente nivel de aceite.

En todas las cajas de cambios es necesario controlar con cierta frecuencia el nivel del aceite. La falta de aceite en el cárter de la caja origina el funcionamiento de la caja de cambio en unas condiciones precarias que se traducen en el defectuoso giro de las piezas mecánicas que forman los ejes, en su posible gripado y en un notable aumento del ruido durante el periodo de funcionamiento.

EXISTE DIFICULTAD A LA ENTRADA DE LAS MARCHAS

Síntoma:

Una caja de cambio que se encuentre en condiciones normales de funcionamiento no debe ofrecer dificultades para el paso de una marcha a otra en ninguna de sus posibilidades de engranado. Cuando una determinada marcha o todas las de la caja de cambios se muestran duras se tiene un toma que puede representar una avería siempre que la

maniobra de cambio se haya realizado con la debida habilidad.

Este tipo de avería puede llegar incluso hasta la dificultad de poder colocar una determinada marcha y tener que esperar a un bajo régimen de giro del motor para hacerlo.

Comprobación:

Generalmente, bastara con hacer una prueba en carretera para darse cuenta de la magnitud del defecto.

Causas y soluciones:

Ante el sistema que ahora se comenta conviene verificar el estado de los siguientes puntos y por el mismo orden de importancia:

- Deformación del mecanismo de mando o accionamiento.

La primera causa posible en la que hay que centrar el inicio de la investigación es en el estado de la palanca de mando y de todo el conjunto de barras o palancas que transmiten el movimiento impreso por el conductor al mecanismo de mando. Un agarrotamiento de la cabeza esférica de la palanca o una deformación en alguna de las palancas de mando pueden ocasionar que las marchas entren con una mayor o menor dureza según el estado de la deformación.

Se ha de verificar el juego existente entre todas las varillas de accionamiento desde la palanca de mando hasta la caja. Si los juegos están dentro de la normalidad, a veces puede encontrarse una pista sobre este defecto en la falta de engrase de los extremos de las varillas y sus rótulas. Si no es éste el caso, el defecto debe encontrarse en el interior de la caja de cambios.

- Mal estado de los sincronizados.

Cualquier obstaculización al desplazamiento de los sincronizados puede ocasionar la falta de suavidad necesaria para llevar a cabo una buena maniobra. Además, con el tiempo y el uso, los conos de los sincronizados sufren desgaste y llega un momento en que no puede igualar debidamente la velocidad de las ruedas y sus ejes, de modo que las marchas entran mal y lo hacen con ruidos.

Se ha de desmontar el cambio y examinar los conos, el collarín, la horquilla y todos los componentes del sincronizador y cambiarlos si se observan dañados o no están dentro de las tolerancias admitidas por el fabricante.

- Utilización de un aceite inadecuado.

El uso de un aceite demasiado denso o de características diferentes a las requeridas por la caja de cambios y recomendadas por el fabricante puede determinar la dureza en la maniobra del cambio de las velocidades. Antes de desmontar la caja de cambios verificar la calidad del aceite a través del orificio de llenado. Si hay dudas cambiarlo.

- Desembrague incompleto.

La dureza de la entrada de las marchas puede también estar ocasionada por defectos del embrague o mala calibración de las palancas de mando de este, de modo que el desembrague se produzca sólo parcialmente.

Del mismo modo, la mala costumbre del usuario a no apretar suficientemente el pedal de embrague puede dar los mismos resultados (por otra parte fáciles de comprobar).

ALGUNA MARCHA SE DESENGRANA ESPONTÁNEAMENTE

Síntoma:

Cuando el cambio de velocidades está en un estado deficiente en sus órganos de mando (horquilla, muelles de retención, sincronizadores, etc.) suele presentar el síntoma que ahora se considera. Alguna marcha, especialmente, las marchas fuertes, tienen tendencia a salirse o llegan a desengranarse súbitamente.

Se ha de suponer que este síntoma no es debido a la falta de habilidad del conductor al colocar la marcha. Siendo así, indica la presencia de daños de cierta importancia en la caja de cambios, la cual deberá desmontarse y se tendrá que examinar su interior para determinar las piezas que han de sustituirse por seguro desgaste.

Comprobación:

Generalmente, bastará con hacer una prueba en carretera para darse cuenta de la magnitud del defecto. Si se advierte que este defecto se produce con gran facilidad en una determinada marcha no hay otra solución posible, que proceder al desmontaje de la caja de cambios.

Causas y soluciones:

Ante el sistema que ahora se comenta conviene verificar el estado de los siguientes puntos y por el mismo orden de importancia:

- Incorrecta manera de acoplamiento

Si el desengrane de una marcha se efectúa solamente de vez en cuando, tener en cuenta que no se deba a una mala realización de la maniobra por parte del conductor. Si no se desembraga debidamente y se coloca la palanca hasta la posición extrema correcta, la marcha puede quedar mal sujeta y saltar cuando reciba una variación importante en el régimen de giro. Por esta razón el mecánico debe efectuar una prueba personal en carretera.

- Sincronizadores desgastados.

Supuesta una correcta maniobra, si la marcha se desengrana con facilidad se puede pensar en mal estado de los sincronizadores. Si el cambio de velocidades lleva realizados muchos kilómetros es muy probable el desgaste de las piezas. Se tendrá que desmontar el cambio y proceder a la sustitución de las piezas dañadas.

- Desgastes varios

También pueden encontrarse huellas de excesivo desgaste en los fiadores de seguridad o manifiesto debilitamiento en sus muelles de retención. En general, todos los mecanismos de mando pueden hallarse en mal estado, cosa que solo puede verse cuando la caja de cambios ha sido desmontada.

SE OBSERVAN PÉRDIDAS DE LUBRICANTE.**Síntoma:**

El presente síntoma consiste en que la caja de cambios presente fugas de aceite aunque, por otra parte, su funcionamiento sea correcto en todas las maniobras del cambio de velocidades.

Comprobación:

Generalmente, bastará con hacer una inspección visual de la caja de cambios para ver si existe fugas de aceite.

Causas y soluciones:

Ante el sistema que ahora se comenta conviene verificar el estado de los siguientes puntos y por el mismo orden de importancia:

- Excesivo nivel de aceite

En la caja de cambios, en general, aumentar el nivel del aceite por encima del nivel máximo considerado, no suele presentar ventaja alguna a la hora de pensar en el buen engrase de los engranajes y sus mecanismos.

Por el contrario, un aumento de nivel hará que el cambio tenga tendencia a expulsar el aceite al exterior a través de cualquiera de las salidas que existen entre las juntas de estanquidad. Comprobar primero que el aceite esté a su debido nivel. Si es superior sacar aceite.

- Aflojamiento de tornillos.

Los tornillos que sujetan la carcasa del cambio pueden haberse aflojado de modo que el cárter ha perdido su necesaria estanqueidad. Comprobar que la sujeción de los compartimientos cerrados sea debidamente fuerte.

- Deterioro de las juntas.

Las juntas de estanquidad que quedan entre las carcasas pueden haberse deteriorado y abrir así una vía de salida del cárter hacia el exterior. Aunque hay soluciones de emergencia a base de productos tapajuntas compuestos por pastas que se solidifican al poco de ser aplicadas, la solución correcta es sustituir la junta en cuestión, lo que requerirá el desmontaje de la caja de cambios.

3.4 CONVERTIDOR DE PAR Y CAJA DE VELOCIDADES AUTOMÁTICA

La transmisión automática es el componente mecánico más complejo de un vehículo hace posible que un motor, invierta la dirección de vehículo y desarrolle altas velocidades proporcionando una diversidad de marchas en punto muerto, marchas atrás y marcha adelante, la transmisión se compone de cuatro elementos principales:

- Convertidor de torque,
- Engranajes planetarios,
- Discos de fricción, cintas de transmisión y
- Sistema de control hidráulico.

3.4.1 FUNCIONAMIENTO DE UNA CAJA DE CAMBIOS AUTOMÁTICA.

Para mostrar el funcionamiento de una caja de cambios automática se muestra un ejemplo real de un tractor bulldozer marca Komatsu modelo D155A-1.

El modelo D155A-1 esta equipado con transmisión del tipo planetario (F3, R3) y es una combinación del sistema de engranaje planetario y embrague de disco.

Para cada dirección de revolución y revoluciones por minuto, dos de 5 embragues de disco del sistema de engranajes planetarios son hidráulicamente bloqueados por la actuación de la válvula de control.

3.4.2 DIAGNOSIS DE AVERÍAS DE CONVERTIDORES DE PAR Y CAMBIOS AUTOMÁTICOS.

En la siguiente tabla se muestra las averías que puede presentar el convertidor de par y caja de cambios automática.

Tabla 3.3 Diagn0sis de Convertidor de Par y Caja de Cambios Automática

<p>1. Nivel de aceite insuficiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perdida de aceite por el tubo de admisi3n. • Perdida de aceite por las juntas.* • Modulador a depresi3n defectuoso.
<p>2. Salida de aceite por el tubo de carga.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de aceite excesivo. • Introducci3n del agua de refrigeraci3n en el aceite. * • V3lvula de respiraci3n de la caja de cambios obturada. • Perdida en el conducto de aspiraci3n de la bomba de aceite.*
<p>3. Perdida de aceite en correspondencia del cuerpo anterior del cambio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perdida de aceite por el convertidor. • Junta del cuerpo anterior de la caja de cambios. * • Arandelas tornillos uni3n cuerpo anterior al cuerpo central.* • Arandelas tornillos uni3n cuerpo bomba al cuerpo anterior* • Anillo de estanqueidad entre cuerpo anterior y cuerpo central.* • Tornillos fijaci3n cuerpo anterior al cuerpo central aflojados.
<p>4. Perdida de aceite en correspondencia de los cuerpos central y posterior del cambio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anillo de estanqueidad del 3rbol transversal mando v3lvula selectora. • Junta cuerpo posterior de la caja de cambios. • Junta c3rter de aceite. • Junta entre cuerpo central y cuerpo posterior de la caja de cambios. • Junta del modulador a depresi3n. • Junta del tap3n de descarga del aceite. • Racores de las tuberías entrada - salida aceite del cambio.

- Anillo de estanqueidad sobre el tubo de admisión del aceite.
- Racor para toma de presión del aceite.

5. Presión de aceite insuficiente.

- Nivel de aceite insuficiente.
- Filtro de aceite atascado.
- Perdida en el conducto de aspiración, de la bomba de aceite.*
- Perdida en las tuberías de los circuitos hidráulicos.*
- Válvula purga de aire de la bomba, agarrotada.*
- Válvula reguladora presión aceite destarada.*
- Válvula de bola para válvula reforzadora presión, que falta.*

6. Presión de aceite excesiva.

- Introducción aire en la tubería de depresión del modulador.
- Modulador a depresión defectuoso.
- Introducción aire en los conductos de admisión del motor.
- Válvula reguladora presión aceite destarada.*

7. Humo excesivo por el tubo de escape.

- Modulador a depresión defectuoso.
- Perdida de aceite por la válvula de respiración de la caja de cambios, o bien tubo de escape impregnado de aceite.

8. El vehículo no se pone en marcha con palanca selectora en posición «D», «2», «1», o «R».

- Nivel de aceite insuficiente.
- Filtro de aceite obturado.
- Tirantería palanca selectora desconectada.
- Válvula reguladora presión aceite bloqueada en posición de apertura.*
- Bomba de aceite defectuosa.*

<p>9. El vehículo solo se pone en marcha tras reiterados movimientos de la palanca selectora.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La posición de la palanca selectora no coincide con los conductos del cuerpo de válvula. • Chaveta de retención árbol transversal, rota o falta.* • Tirante longitudinal de unión deformado o mal regulado. • Tuerca de fijación selector, sobre árbol transversal, floja.
<p>10. El vehículo no se pone en marcha tras el paso de la posición «P» a las posiciones «D», «2», «R», «1»: al motor le cuesta acelerar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo de aparcamiento en posición de conectado.*
<p>11. Arranque súbito del vehículo solo después de haber elevado el motor a un régimen de revoluciones demasiado elevado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servofreno agarrotado.* • Insuficiente nivel de aceite. • Bomba de aceite defectuosa.* • Falta filtro de aceite. • Falta válvula de esfera para válvula reforzada de presión.*
<p>12. Arranque a tirones del vehículo: el arranque es posible únicamente en «R».</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente presión de aceite. • Válvula modulador defectuosa. • Válvula reguladora de presión bloqueada.* • Falta válvula de esfera para válvula reforzadora de presión.*
<p>13. La puesta en marcha del vehículo no se produce en «D» y «2»; el arranque únicamente es posible en «1» y «R».</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rueda libre del cambio montada al contrario.* • Rueda libre del cambio defectuosa.*
<p>14. La puesta en marcha del vehículo no se produce en «D», « 2 », «1» y « R ».</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suncho freno desgastado (no bloquea). *

<ul style="list-style-type: none"> • Pistón del servofreno agarrotado.* • Perdida por el servofreno. • Dispositivo de aparcamiento bloqueado en posición desconectado.
15. El vehículo no se pone en marcha en «R» (funcionamiento regular en las otras posiciones).
<ul style="list-style-type: none"> • Embrague marcha atrás defectuoso.*
16. El vehículo se pone en marcha con palanca selectora en «N».
<ul style="list-style-type: none"> • Errónea regulación de la tirantería de la palanca selectora. • Grupo de engranajes epicicloidales rotos.* • 3. Errónea regulación del suncho de freno.
17. Fallido pase de la primera a la segunda marcha con palanca selectora en «D» o «2». (La caja de cambios esta bloqueado en primera marcha.)
<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas del regulador centrifugo bloqueadas.* • Válvulas de paso de marchas «1-2» bloqueada en posición de primera marcha.* • Perdida por los anillos de retención sobre el buje de la bomba de aceite.* • Fuerte perdida en el circuito hidráulico del regulador centrifugo.* • Filtro del regulador centrifugo atascado.*
18. Fallido pase de la segunda a la tercera marcha con palanca selectora en «D» o «2». (La caja de cambios esta bloqueado en segunda marcha.)
<ul style="list-style-type: none"> • Válvula de paso marchas «2-3» bloqueada en posición de segunda marcha.* • Fuerte perdida en el circuito hidráulico del regulador centrifugo.*
19. El paso a las marchas superiores en «D» y «2» se produce solamente con mariposas del acelerador en apertura completa.
<ul style="list-style-type: none"> • Modulador a de presión defectuoso. • Introducción de aire en la tubería de depresión del modulador. • Introducción de aire en los colectores de admisión del motor.
20. El paso a las marchas superiores en «D» y «2» se produce solamente con mariposas del acelerador con

apertura parcial.
<ul style="list-style-type: none"> • Válvula reguladora de presión bloqueada.* • Errónea regulación o rotura del cable de mando de la válvula.
21. En «D» y «2» se acopla solamente la primera marcha.
<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas de control «1» y «R» bloqueadas en posición «1» o «R».
22. No se produce el paso de la tercera a la segunda marcha con mariposas del acelerador en la apertura parcial y baja velocidad del coche.
<ul style="list-style-type: none"> • Válvula control paso «3-2» bloqueada en posición de tercera marcha.*
23. Después del paso de una marcha superior con mariposas del acelerador en apertura total el cambio pasa inmediatamente a la marcha inferior en cuanto se suelta lo mínimo el acelerador.
<ul style="list-style-type: none"> • Válvula bloqueada en posición de apertura. • Cable de mando de la válvula agarrotado. • La tubería del modulador a depresión interrumpida.
24. A altas velocidades se produce el paso a la marcha inferior.
<ul style="list-style-type: none"> • Chaveta de retención árbol transversal rota o falta.* • Tirantería de conexión entre palanca y válvula selectora aflojada. • Perdida de presión en el regulador centrifugo.
25. Dificultoso desacoplamiento de la palanca selectora de la posición «P».
<ul style="list-style-type: none"> • Casquillo de guía extreme varilla de mando acoplamiento aparcamiento, que falta. • Tirantería palanca selectora agarrotada.
26. Deslizamiento en el paso de la primera a la segunda marcha.
<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente presión de aceite. • Falta válvula de esfera para válvula reforzadora presión.* • Escasa estanqueidad de las juntas del pistón de mando embrague anterior.* • Válvula esférica de aireación del pistón mando embrague anterior bloqueado en posición de apertura.* • Pistón mando embrague anterior rajado o roto.* • Discos embrague anterior gastados.* <p>Perdida por los anillos de estanqueidad en el buje de la bomba de aceite.*</p>
27. Deslizamiento en el paso de la segunda a la tercera marcha.
<ol style="list-style-type: none"> 1. Insuficiente presión de aceite. 2. Juego excesivo suncho freno o tornillo de regulación aflojado.

<p>3. Escasa estanqueidad de las juntas del pistón mando embrague posterior.*</p> <p>4. Válvula esférica de aireación del pistón mando embrague posterior bloqueada en posición de apertura.*</p> <p>5. Pistón mando embrague posterior rajado o roto.*</p> <p>6. Casquillo buje cuerpo bomba excesivamente desgastado.*</p> <p>7. Falta válvula de esfera para válvula reforzadora de presión.*</p>
<p>28. Brusco paso de la primera a la segunda marcha.</p>
<p>1. Excesiva presión de aceite.</p> <p>2. Válvula acumuladora «1-2» agarrotada.*</p> <p>3. Disco ondulado de embrague anterior roto.*</p> <p>4. Falta la válvula de esfera para el embrague anterior.*</p>
<p>29. Brusco pase de la tercera a la segunda marcha con kick-down conectado y a alta velocidad.</p>
<p>1. Excesiva presión de aceite.</p> <p>2. Errónea regulación del servofreno.</p>
<p>30. Brusco pase de la segunda a la tercera marcha.</p>
<p>1. Válvula de paso marchas inferiores a alta velocidad bloqueada en posición de apertura.*</p> <p>2. Errónea regulación del servofreno.</p>
<p>31. Brusco pase de la tercera a la segunda marcha al soltar el pedal.</p>
<p>1. Válvula de paso marchas inferiores a baja velocidad bloqueada en posición de apertura.*</p>
<p>32. Durante el paso a una marcha inferior a baja velocidad con kick-down conectado, el motor gira loco y se pasa de revoluciones.</p>
<p>1. Insuficiente presión de aceite.</p> <p>2. Juego excesivo suncho freno o tornillo de regulación flojo.</p> <p>3. Válvula de paso marchas inferiores a alta velocidad bloqueada en posición de cierre.*</p>
<p>33. Escaso efecto frenante del motor con palanca selectora en «1».</p>
<p>1. Errónea regulación tirantería palanca selectora.</p> <p>2. Válvula control «1» agarrotada.*</p>
<p>34. Escaso efecto frenante de motor con palanca selectora en «2».</p>
<p>1. Errónea regulación tirantería palanca selectora.</p>
<p>35. Con palanca selectora en «P» el coche no queda bloqueado pese a tener conectado el aparcamiento.</p>
<p>1. Errónea regulación tirantería palanca selectora.</p> <p>2. Muelle de mando desacoplamiento aparcamiento roto.*</p>

3. Diente de retención del trinquete roto.*
4. Buje del regulador centrífugo: corona con algunos dientes rotos.*
36. Excesivo ruido en todas las marchas.
1. Juego excesivo entre planetarios y satélites.*
2. Chapa de seguridad de los porta satélites floja.*
3. Cojinetes de empuje defectuosos.*
4. Casquillos gastados.*
5. Excesivo juego axial.*
6. Desenganche del muelle de mando, desacoplamiento aparcamiento o muelle erróneamente montado.
7. Contrapesos para equilibrado del convertidor flojo.
8. Tornillos fijación cuerpos anterior cambio al cuerpo central flojos.
37. Chillido en el momento de la puesta en marcha.
1. Convertidor defectuoso.
38. Breves silbidos y vibraciones antes del paso de la primera a la segunda marcha.
1. Disco ondulado del embrague de la marcha atrás gastado.*
39. Cantidad excesiva de depósitos ferrosos en el aceite (pueden ser retenidos por el imán en el cárter).
1. Bomba de aceite.*
2. Buje del regulador centrífugo.*
3. Buje embrague anterior.*
40. Cantidad excesiva de depósitos de aluminio en el aceite (no pueden ser rete
1. Controlar la superficie de frotamiento posterior del cuerpo central del cambio.*
2. Controlar el asiento del casquillo posterior del cuerpo central del cambio.*
3. Controlar el juego axial del estator del convertidor y la correspondiente arandela de ajuste.

* Las revisiones deben ser realizadas en un taller especializado

3.4.3 REPARACIONES ANTES DE LA FALLA DE CAJA DE CAMBIOS AUTOMÁTICA

- Instalación de cojinetes y sellos nuevos.

Se recomienda volver a instalar cojinetes y sellos cuando los resultados del análisis de aceite, una fuga visible o las horas de un compartimento indican la necesidad de hacer una reparación, o cuando otra pieza del sistema de aceite común falla y esparce residuos en la transmisión. Este procedimiento incluye el armado y desarmado de la transmisión y el reemplazo de todos los cojinetes, sellos, empaquetaduras y trabas. También es necesario limpiar e inspeccionar todas las demás piezas para asegurarse de que cumplan las especificaciones de tolerancia.

- Re-acondicionamiento general antes de que ocurra una falla.

Se recomienda hacer un re-acondicionamiento general antes de que ocurra una falla cuando la transmisión esta patinando, vacilando o recalentándose. Entre otros indicadores se encuentran el material de fricción y las pequeñas partículas de hierro en las rejillas y en los filtros. Esta reparación se aplica en las transmisiones que funcionan solamente en instalación de cojinetes y sellos nuevos, más el reemplazo o el acondicionamiento de otras piezas seleccionadas, según sea necesario.

3.4.4 REPARACIONES DESPUÉS DE LA FALLA DE CAJA DE CAMBIOS AUTOMÁTICA

- Re-acondicionamiento general después de que ocurra una falla.

La reparación después de que ocurra una falla incluye la instalación de cojinetes y sellos, más el reemplazo o re-acondicionamiento de la mayoría de las otras piezas, según sea necesario.

- Reemplazo completo de componentes.

El reemplazo completo de los componentes incluye tanto el intercambio como el reemplazo con componentes nuevos. Es posible que los componentes de

intercambio sea la opción preferida cuando su aplicación la situación del trabajo demanda un tiempo improductivo mínimo.

3.5 ÁRBOLES DE TRANSMISIÓN Y JUNTAS UNIVERSALES

Para hacer llegar el movimiento de rotación desde la salida del cambio hasta las ruedas, se emplean los ejes de transmisión. En el caso de tratarse de cambios de velocidades que han de trasladar el giro hasta el diferencial del puente trasero, se llaman transmisiones longitudinales. En el caso de que el movimiento tenga que realizarse desde el diferencial hasta las ruedas, se llaman semiejes.

3.5.1 TRANSMISIONES LONGITUDINALES

Están constituidas por un tubo, un acoplamiento deslizante, formado por el eje estriado, el manguito estriado y una junta en cada extremo. Las juntas utilizadas exclusivamente en camiones son las juntas cardán.

Es necesario que estén divididas en dos partes y sean extensibles para compensar los movimientos de la suspensión y del puente motriz en carreteras bacheadas.

Cuando la transmisión es muy larga, el árbol se divide en dos o tres tramos y se colocan unos cojinetes intermedios, montados en el interior de un soporte elástico.

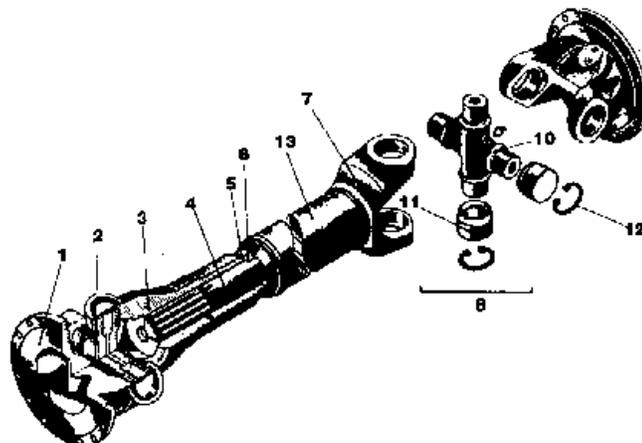


Figura 3.8 Esquema de una transmisión longitudinal¹⁹

En la figura 4.10 Se muestra un conjunto de transmisión con junta universal de cardan.

¹⁹ Camiones y vehiculos pesados. Transmisión. Pag.16

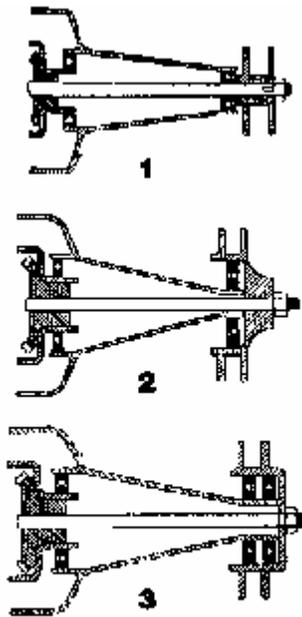
1. Brida
2. Cruceta
3. Cuerpo estriado
 1. Eje estriado
 2. Cazoleta de cierre
 3. Junta de estanqueidad
 4. Horquilla
 5. Conjunto de cruz y dados
6. Brida
7. Cruz
8. Dado con cojinetes de agujas
9. Anillo de seguridad
10. Barrón

3.5.2 SEMIEJES RIGIDOS

Los semiejes de los puentes rígidos están formados por barras cilíndricas de acero altamente resistente, que incorporan en sus extremos un estriado que va unido al planetario del diferencial.

Los tres tipos de montaje más usuales son:

- Semiflotante: El semieje se apoya en el planetario y en el tubo del puente o cañonera. El cubo de rueda queda en voladizo y el semieje soporta todo el peso del eje
- Tres cuartos flotante: El semieje se apoya en el planetario y en el cubo de rueda. El peso se reparte entre la cañonera y el semieje.
- Flotante: El semieje no recibe ningún peso, ya que el cubo de rueda lo soporta íntegramente.



Diversos tipos de montajes de semiejes en puentes rígidos.

1. Semiflotante. 2. Tres cuartos flotante. 3. Flotante.

Figura 3.9 Tipos de Semiejes en Puente Rígido²⁰

3.6 PUENTES

En camiones, la mayoría de puentes son de tipo rígido, tanto en la parte delantera como en la trasera, para garantizar una mayor rigidez y soportar mejor la carga, ya que la principal prioridad es aguantar perfectamente la diferencia de pesos entre vacío y plena carga.



Figura 3.10 Puente trasero de un camión

²⁰ Camiones y vehículos pesados. Transmisión. Pag.47

En algún caso muy específico se puede encontrar puentes independientes, es decir con la parte derecha diferenciada de la izquierda y con movimientos separados. Esto exige una suspensión especial por el contrario, la ventaja en cuanto a la comodidad es clara, ya que las irregularidades del terreno no repercuten directamente sobre la cabina del conductor.

Los puentes se pueden clasificarlos, según si tienen tracción o no en:

- Puentes motrices
- Puentes no motrices

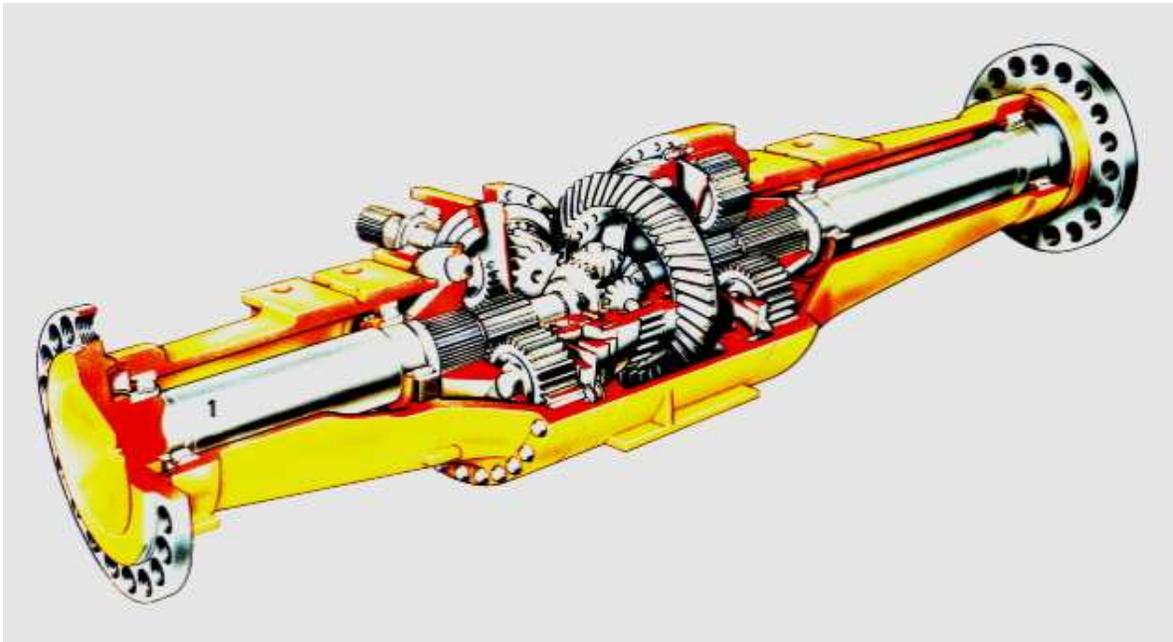


Figura 3.11 Puente Motriz²¹

También pueden tener una segunda clasificación según si las ruedas son orientables o no:

- Puentes directrices
- Puentes no directrices o fijos.

Los puentes motrices rígidos se componen de una carcasa central con dos prolongaciones laterales llamadas trompetas o cañoneras en las que están alojadas

²¹ www.cat.com

los semiejes de transmisión. En el centro de la carcasa (vulgarmente llamada “bota” por su volumen), se aloja el grupo cónico diferencial del que salen los semiejes. En los extremos de las trompetas se montan los cubos de rueda y los semiejes se unen a ellos.

Si el puente es motriz y directriz en el extremo de la cañonera o trompeta se montan las articulaciones o manguetas, que toman una forma especial, ya que en su interior debe girar el semieje.

3.6.1 PUENTES DE DOS VELOCIDADES

Este sistema consiste en disponer en el puente trasero una doble reducción del grupo cónico, pero en vez de que sea fija, se puede acoplar a voluntad del conductor por un sencillo sistema de enclavamiento.

De esta forma se puede obtener una gama de velocidades y pares intermedios en las ruedas para cada desmultiplicación de la caja de cambios, sin tener que ampliar esta.

Esta disposición tiene además la ventaja de que cuando el vehículo circula en vacío no necesita una gran reducción para aumentar el par de transmisión, pudiendo desacoplar el sistema, con lo cual el vehículo puede circular a mayor velocidad.

En vehículos pesados es corriente encontrar una con doble reducción en el puente motriz, debido a la gran desmultiplicación total que en algunos casos se requiere, para evitar dimensionar excesivamente la corona del grupo cónico:

Las dos posibilidades actuales son:

-Doble engranaje en el centro: un engranaje recto helicoidal y el grupo cónico. El semieje ataca directamente el cubo de rueda.

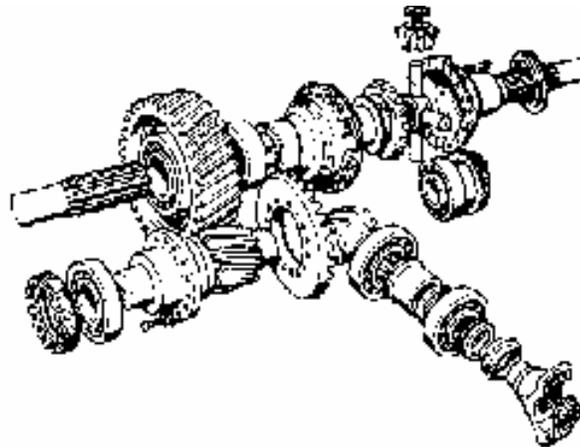


Figura 3.11 Puente doble reducción con doble engranaje en el centro²²

-Grupo cónico en el centro y segunda reducción en el cubo de rueda. Esta segunda reducción suele ser del tipo epicicloidal aunque también existe de piñones cónicos e incluso rectos.

En el primer caso el semieje ataca al piñón central del reductor epicicloidal y el cubo de ruedas está unido al porta satélites del epicicloidal. En los otros dos casos, el semieje ataca al piñón de entrada del reductor que puede ser cónico o recto.

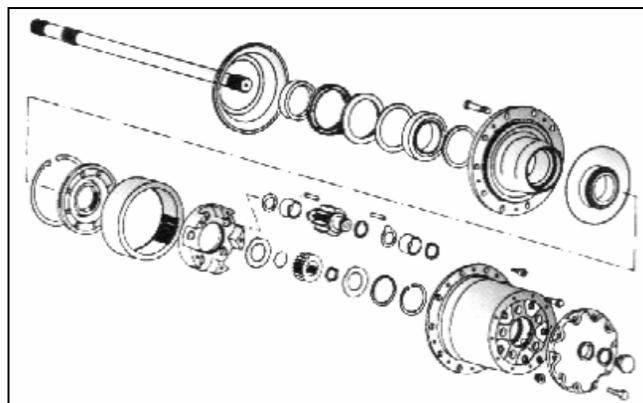


Figura 3.12 Puente Doble Reducción con Tren Epicicloidal en el Cubo de Rueda²³

²² Camiones y vehículos pesados. Transmisión. Pag.51

²³ Camiones y vehículos pesados. Transmisión. Pag.51



Figura 3.13 Eje de Doble Reducción²⁴

3.7 MANDOS FINALES

La última reducción antes de llegar a las ruedas motrices se consigue con los mandos finales, aumentando el par que llega hasta ellos, seleccionando el tipo de marcha previamente.

Existen varios tipos de mandos finales, pero, principalmente, se distinguen: el de la motoniveladora, que utiliza cadena en la primera transmisión, y los tractores, que pueden tener una o dos multiplicaciones; en los tractores más complejos se adopta el mando final tipo planetario.

Un sistema de mandos finales planetarios funciona enviando fuerza (par motor) por el engranaje principal. Cuando el engranaje principal gira los engranajes planetarios y porta planetarios “se mueven” alrededor del engranaje principal y hacen que las ruedas giren. Este sistema planetario depende de la correcta alineación de todos los engranajes; esta alineación se consigue mediante dimensiones precisas de las puntas de eje y porta planetarios.

²⁴ www.cat.com

En máquinas como los tractores de orugas el sistema de transmisión no dispone de puentes sino del bastidor en si para alojar todos los componentes estos llevan el nombre de mandos finales los cuales constan de una serie de engranajes de acuerdo a la disposición para que la transmisión llegue hasta las ruedas motrices del tren de rodaje.

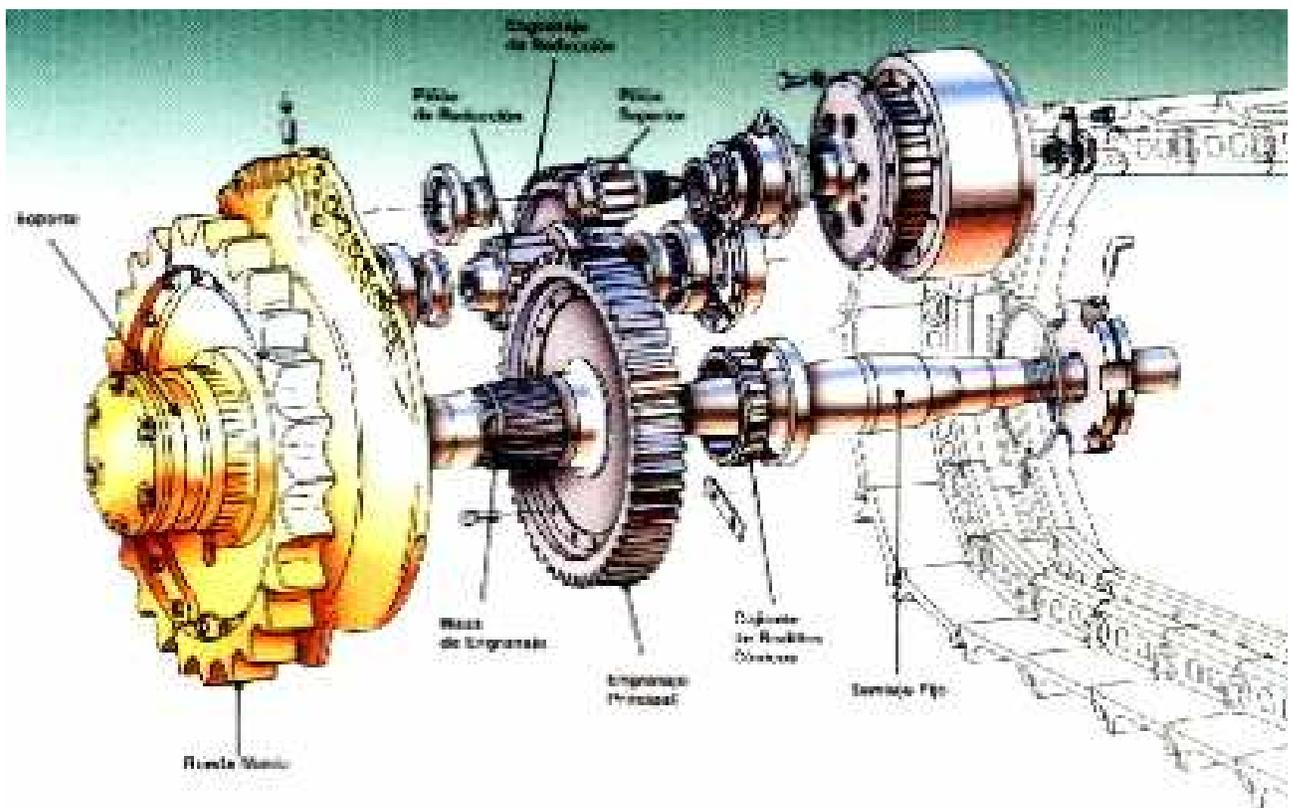


Figura 3.14 Mando Final de un Tractor de Oruga²⁵

También como en el caso de las cargadoras los puentes son de doble reducción y la reducción final se llama mando final planetario, tal como se muestra en la figura 3.15.

²⁵ Folleto publicitario IIASA Caterpillar

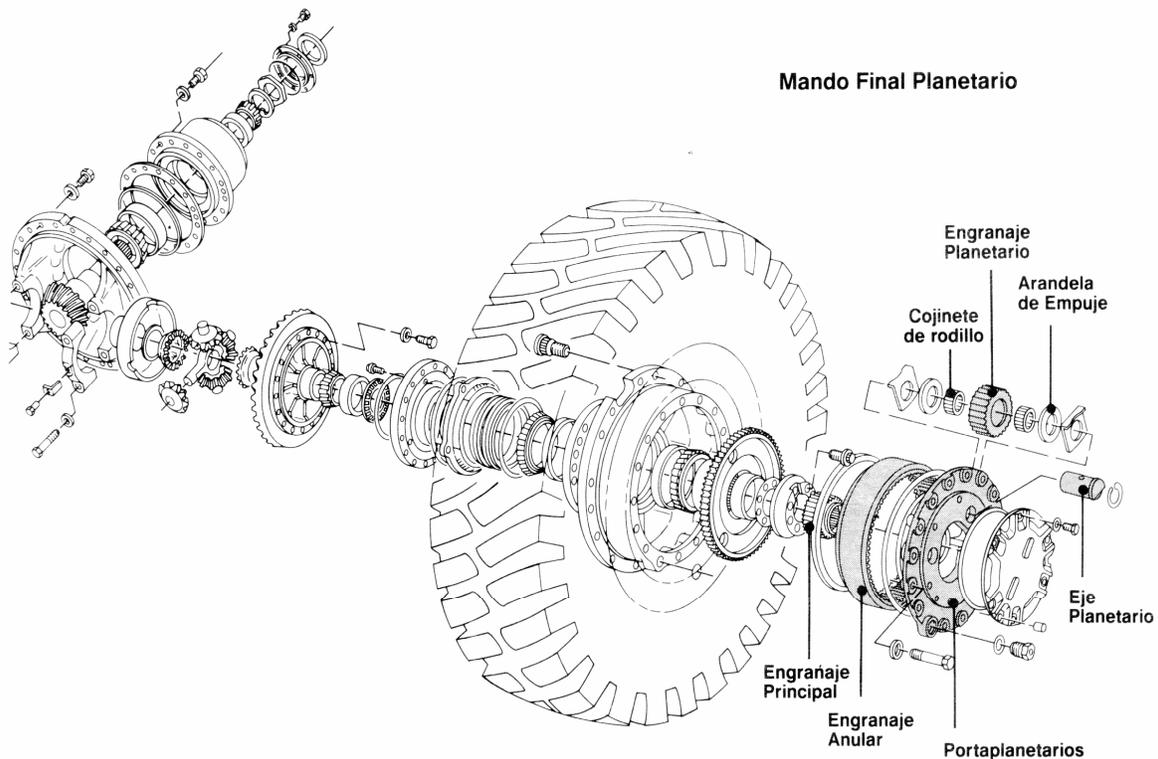


Figura 3.15 Mando Final Planetario²⁶

Para una mejor comprensión de este sistema se muestra como un ejemplo del sistema de transmisión de un tractor marca Komatsu modelo D375A-1.

El poder producido por el motor diesel (1) va del volante del motor al convertidor de torque (4) a través del damper (2) y la junta universal (3). El convertidor de torque (4) transmite el poder a la transmisión (5) convirtiendo la energía mecánica – la energía fluida – la energía mecánica. La transmisión (5), con un mecanismo de engranajes planetario y una unidad del mando hidráulica combinadas, permite una selección fácil de tres velocidades delanteras y tres velocidades de la marcha para atrás.

²⁶ Folleto publicitario de Cargadora de Ruedas Caterpillar

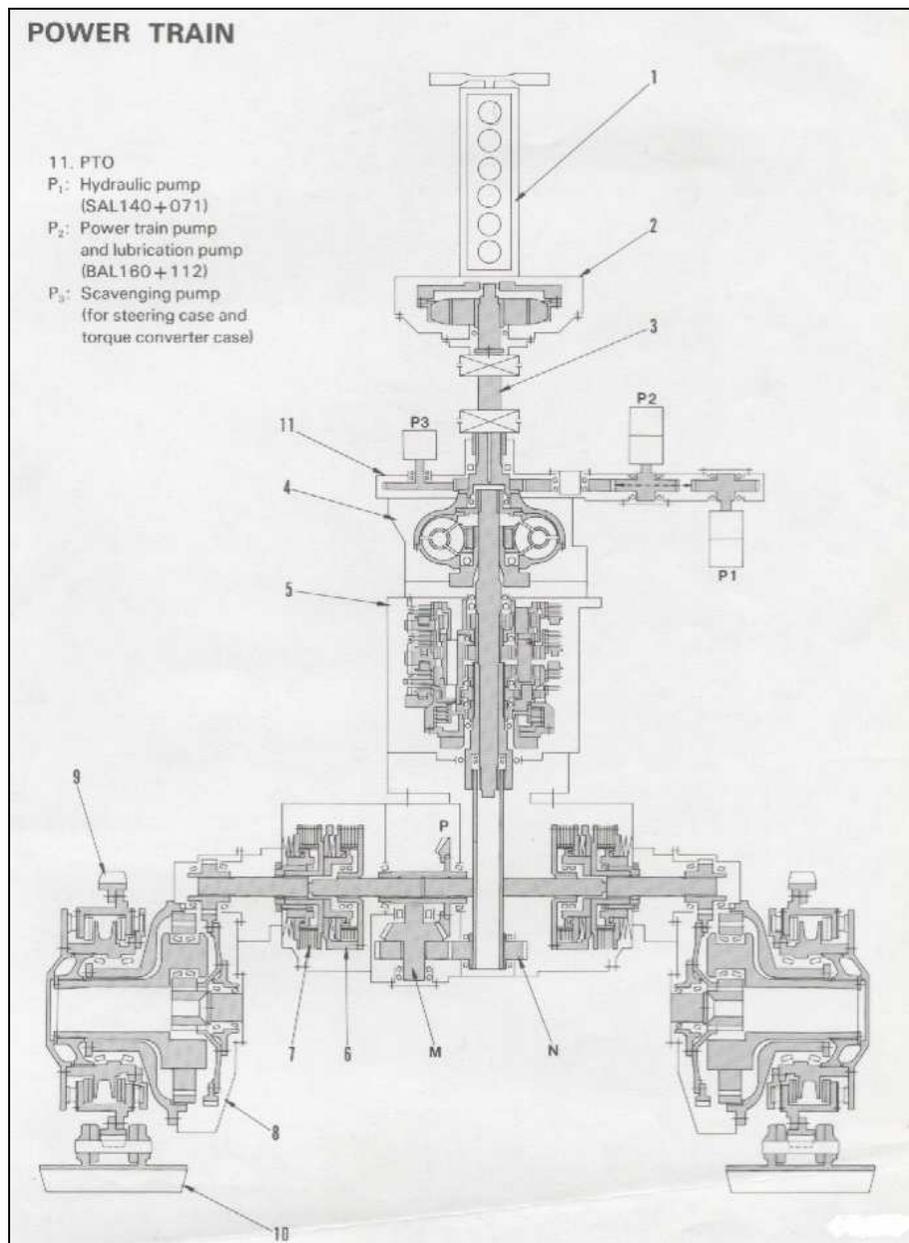


Figura 3.16 Tren de Poder de Tractor Komatsu D375A-1

A través del árbol, el poder se transmite de la transmisión (5) al piñón (N) en la parte trasera del cuerpo de la máquina. El engranaje del traslado reduce la velocidad y, entonces, el poder se transmite al engranaje cónico (M). El engranaje cónico (M) y el engranaje cónico (P) dirigen el poder y se transmite a la izquierda y derecho que dirige los embragues (6) y los mandos finales (8).

El embrague dirigiendo conecta y desconecta el poder del árbol del engranaje cónico al mando final (8), para que la dirección de viaje de la máquina se controle (dirigiendo).

El freno de dirección (7) se instala entre el embrague de dirección (6) y el mando final (8). El freno de dirección (7) no sólo detiene la máquina, sino sirve también para los mandos al girar la máquina. El mando final reduce la velocidad de la revolución por el engranaje de una sola reducción y el sistema de engranajes planetarios, y la velocidad de la revolución se transmite al diente de la rueda motriz (9). La rueda motriz (9) transmite el movimiento a la cadena (10).

3.7.1 RECOMENDACIONES DE REPARACIONES ANTES DE UNA FALLA

Instalación de sellos nuevos.

Es necesario instalar sellos nuevos cuando se descubren fugas de aceite durante las inspecciones. Esto implica desarmar y volver a armar el mando final, reparar o reemplazar los componentes de sellos necesarios, el desarmado necesario para llegar a las áreas del sellos en el eje (tanto en los mandos finales como en los frenos, mas el diferencial), inspección de los frenos y reemplazo de los sellos. En el caso de las máquinas que tienen rueda motriz baja, esta reparación incluye el ajuste del cojinete de la maza de la rueda motriz.

Instalación de cojinetes y sellos nuevos.

El exceso de fugas, los resultados elevados del análisis de aceite, o el tiempo que toma realizar una tarea constituyen indicios de la necesidad de instalar cojinetes y sellos nuevos. Esto incluye desarmado y rearmado; reemplazo de todos los cojinetes, sellos, empaquetaduras y tornillería en general; cambio de aceite; pruebas de operación y remoción e instalación de cadenas. También se incluye una inspección de los frenos.

Instalación de cojinetes y sellos nuevos en el piñón superior.

Se recomienda instalar cojinetes y sellos nuevos en el piñón superior cuando los informes de aceite indiquen un desgaste o contaminación inaceptables. Incluye remoción e instalación del tanque de combustible, planchas de tapa del piso, conjuntos de embrague de la dirección y frenos, cojinetes y sellos del piñón superior.

Reacondicionamiento del embrague y freno de la dirección

El reacondicionamiento del embrague y freno de la dirección incluye el reemplazo y reutilización de las placas y discos de los frenos, instalación de forros en los conjuntos de banda de los frenos e inspecciones y ajustes para asegurarse de que la dirección y los frenos funcionen bien.

Reacondicionamiento general antes de que ocurra una falla.

Se puede hacer un reacondicionamiento general antes de que ocurra una falla siempre y cuando no haya engranajes, ejes, cojinetes o piezas externas rotos. Incluye reconstrucción de todo el mando final, la mayoría de las piezas y mano de obra para sacar el eje, y reconstruir el diferencial y ambos mandos finales. Todas las piezas que cumplan las normas de reutilización de piezas son reinstaladas.

3.7.2 RECOMENDACIONES DE REPARACIONES DESPUES DE UNA FALLA

Se recomienda hacer un reacondicionamiento general después de que ocurra una falla cuando se descubren grandes piezas de metal al inspeccionar los tapones magnéticos, cuando se produce la falla, o cuando se descubre que hay piezas rotas durante una inspección antes de que ocurra la falla. Incluye remoción y reemplazo de todo el grupo de eje y una reconstrucción completa de ambos mandos finales, el diferencial y los frenos situados fuera del sistema de eje pueden requerir reparaciones adicionales.

3.8 FALLAS DE ENGRANAJES

Se introduce esta sección para poder determinar las causas de falla de los elementos de transmisión:

Los engranajes pueden fallar por varias causas unas de ellas pueden ser:

- Falla en los materiales.
- Condiciones de operación.
- Desalineamiento.
- Corrosión.
- Lubricación deficiente – contaminación.

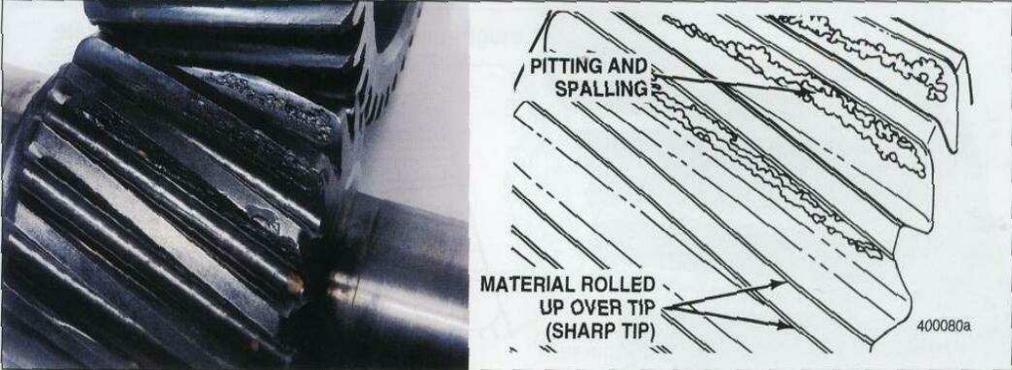
Para poder establecer la causa de una falla de engranajes se tiene que seguir algunos pasos en cuanto a recolección de información se refiere. Como lo siguiente.

1. Recomendaciones del fabricante del equipo: carga, velocidad, temperatura, se cumplen?
2. Lubricación: Tipo y viscosidad correcta?, está el lubricante limpio, seco y libre de contaminación?, es el suministro de lubricante adecuado – nivel bajo o alto?, esta la eficiencia de la lubricación siendo afectada por aireación, espuma, ?.
3. Historia de operación del equipo: Que factores han cambiado?.

3.7.1 CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE LOS ENGRANAJES

Los engranajes tienen las siguientes fallas tabuladas de la siguiente manera:

Tabla 3.4 Diagnósis de Fallas de Engranajes

FRACTURA DE DIENTES		
<p>Gráfico</p>		
Descripción	Causa	Métodos para prevenir
<p>Es una forma compleja de falla causada por la acción de rodadura y deslizamiento durante el engranaje de los dientes.</p>	<p>Ocurre por la deformación y tensión repetida en la superficie de los dientes, lo cual causa grietas de fatiga</p>	<p>Reducir las cargas sobre los engranajes o modificando su diseño, por ejemplo alterando el diámetro, el ancho de los dientes o el número de dientes.</p>
<p>El Picado extensivo conocido como astillado es más común en engranajes endurecidos.</p>	<p>El lubricante puede entrar en las grietas y ser comprimido por los movimientos subsiguientes, propagando la grieta.</p>	<p>Usar componentes de acero con tratamientos térmicos de endurecimiento superficial para reducir las inclusiones</p>

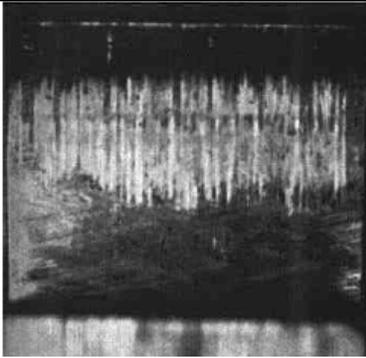
	<p>Las tensiones o esfuerzos que causan el Picado tienden a estar localizadas alrededor de puntos calientes o inclusiones en las superficies de los dientes.</p>	<p>Mejorar el acabado superficial (material pulverizado o pulido) para limitar el desarrollo de grietas.</p>
	<p>Los engranajes modernos tienen mínimas imperfecciones superficiales, por lo tanto un caso de Picado ocurre especialmente cerca de la línea Pitch.</p>	<p>Incrementar la viscosidad del lubricante y asegurar su enfriamiento y limpieza. La contaminación con agua y partículas abrasivas promueve el Picado</p>
	<p>Las sobrecargas pueden causar serios daños superficiales, en forma de Picado destructivo conduciendo a vibración excesiva y ruido.</p>	<p>Lubricación adecuada.</p>

GRIPADO

Gráfico

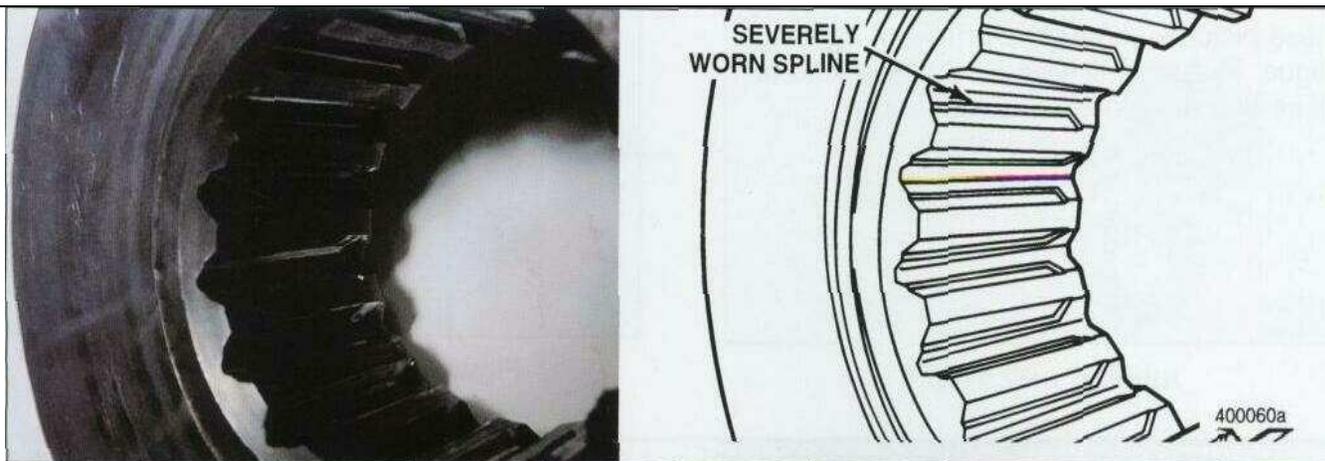


Descripción	Causa	Métodos para Prevenir
	El Gripado o desgaste adhesivo ocurre cuando las cargas son tan altas que la película lubricante se rompe y hay contacto metal – metal.	Operar con menor carga
	El metal es transferido de una superficie y arrastrado a través de los dientes.	Uso de lubricante.
	El pie y la raíz de los dientes son las partes más afectadas, mientras que la línea pitch es escasamente tocada.	Mejorar el acabado superficial.
	El Gripado debe distinguirse del scratching debido a la abrasión, que tiene una apariencia similar pero origen diferente	Incrementar la velocidad de operación.
		Enfriamiento.

DESGASTE ABRASIVO		
Gráfico		
Descripción	Causa	Métodos para prevenir
	Resulta del transporte de partículas abrasivas en la película lubricante, que pueden quedar atrapadas entre los dientes de los engranajes.	Engranajes endurecidos en su superficie.
	Las partículas provienen del medio ambiente o de otros tipos de falla como el picado.	Mantener sellos de aceite herméticos.
	El desgaste abrasivo depende de la naturaleza y tamaño de las partículas contaminantes	Cambiar de aceite periódicamente y filtrarlo en sistemas de circulación, igualmente con hábitos de limpieza durante el mantenimiento.
		Lubricantes de alta viscosidad.
		Venteos o respiraderos con filtros.

DESGASTE POR SOBRECARGA

Gráfico



Características

El desgaste destructivo ocurre a bajas velocidades y altas cargas

Bajo estas condiciones, la carga rompe la película lubricante pero la temperatura no es suficiente para provocar la soldadura de los metales en contacto y causar el gripado.

Este desgaste afecta a casi toda la superficie de los dientes, excepto en la línea pitch.

Poco común en engranajes endurecidos.

DESGASTE CORROSIVO	
Gráfico	
Características	
El desgaste corrosivo es poco común.	
Se caracteriza por la presencia de un gran número de muy pequeños huecos distribuidos sobre toda la superficie de trabajo del diente.	
Causado por los productos ácidos generados en la oxidación del aceite o por su contaminación con agua (humedad).	
Partículas metálicas en el aceite catalizan la oxidación.	

FRACTURA POR IMPACTO**Gráfico****Características**

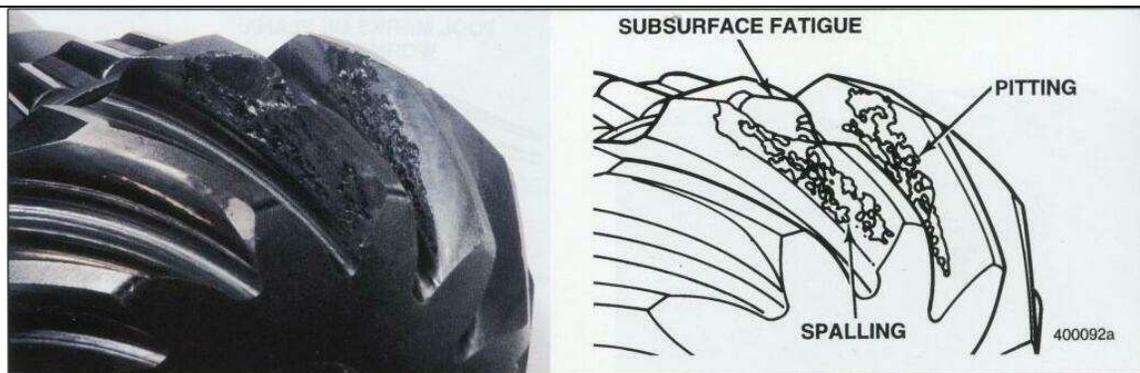
La fractura estática se presenta cuando los dientes se rompen después de solo unos pocos ciclos de muy altas cargas.

El diente que sufre fractura por impacto se caracteriza a menudo por la presencia de una ondulación en el área donde fue comprimido. Esto se debe a una deformación plástica severa.

La superficie de fractura tiene una apariencia fibrosa, uniforme y gruesa, y no hay signos de daño progresivo.

FRACTURA POR FATIGA

Gráfico



Características

Esta falla es causada por sobrecarga repetida sobre un diente.

El diente es similar a una viga voladiza que es soportada por uno de sus extremos. La carga actúa hacia la punta del diente y el máximo esfuerzo ocurre en la raíz.

Sobrecargas repetidas inician las grietas en la raíz que se extienden en uno o mas dientes.

Algunas veces se reconoce por marcas elípticas sobre la superficie fracturada, que salen desde el punto en la raíz donde se originó la falla.

Minimización de Fatiga

Reduciendo la carga sobre el engranaje.

Incrementando el tamaño del diente o el ancho de cara.

Incrementando el diámetro del engranaje.

Incrementando el radio de la raíz.

Tecnología de fabricación.

FRACTURA POR DESALINEAMIENTO	
Gráfico	
Características	
La falla se origina en el extremo final de los dientes y tienden a seguir una línea diagonal.	
El desalineamiento se presenta a menudo por problemas con los cojinetes del eje.	
Esta falla es más común en engranajes helicoidales y cónicos.	

CAPITULO IV

NEUMÁTICOS

4.1 INTRODUCCIÓN

Los camiones, volquetas, trailer, cargadoras, moto niveladoras, son vehículos y maquinarias que están soportados por las llantas que deben ser correctamente escogidas y mantenidas para que no existan paras en los proyectos por fallas en estos elementos.

4.2 MATERIALES CONSTITUTIVOS DE UN NEUMÁTICO

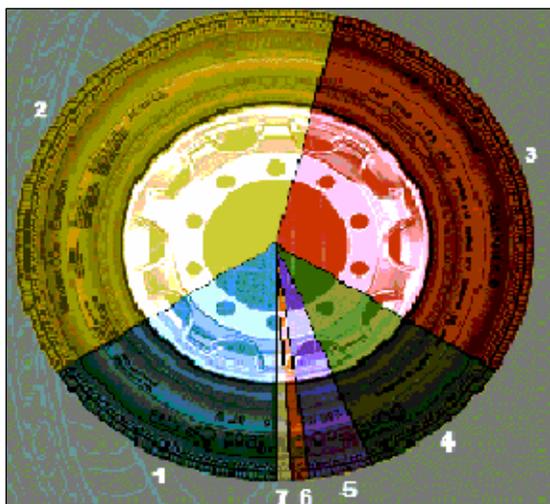
Los materiales que conforman el neumático son los siguientes:

Textiles: Cuerdas de Nylon para la carcasa de la llanta

Caucho natural y sintético: Para mezclar y producir compuestos de bandas de rodamiento, costados y recubrimientos de las piezas.

Productos Químicos: Negro de humo, aceites, acelerantes y demás químicos que se combinan para dar la resistencia y características especiales a cada mezcla.

Productos de acero: Para la construcción de pestañas.



1. Carcasa de acero, nylon o rayon	16%
2. Caucho sintético o natural	38%
3. Negro de humo, silica, carbón	30%
4. Lubricantes, aceites, resinas	10%
4. Productos químicos	4%
5. Productos químicos contra el envejecimiento	1%
7. Otros materiales	1%

Figura 4.1 Porcentaje de componentes de un neumático²⁷

²⁷ Manual electrónico de Continental General-Tire

4.3 FUNCIONES DE LA LLANTA

La llanta o neumático tiene las siguientes funciones en el vehículo que soporta.

4.3.1 MANTENER LA PRESIÓN DEL AIRE

El aire, con que el neumático es inflado, es el elemento que permite al mismo mantener la capacidad de soportar la carga aplicada, respetándose los límites de su índice de carga.

La presión de aire es uno de los factores más importantes para el desempeño del neumático.

La presión de aire tiene influencia directa en el consumo de combustible, ya que las deformaciones de la carcasa, debido a las deflexiones irregulares, generan una mayor resistencia al rodamiento en servicio, aumentando de esta manera, el consumo de combustible.

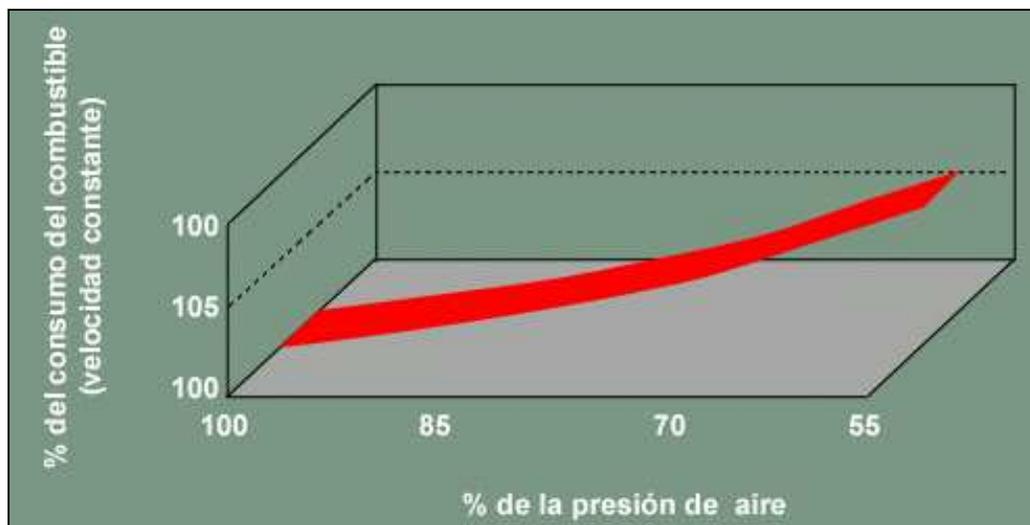


Figura 4.2 Consumo de combustible Vs. presión de aire²⁸

²⁸ Manual electrónico de Continental General-Tire

En la figura 4.3 se observa el porcentaje de vida del neumático con relación al porcentaje de la presión de aire.

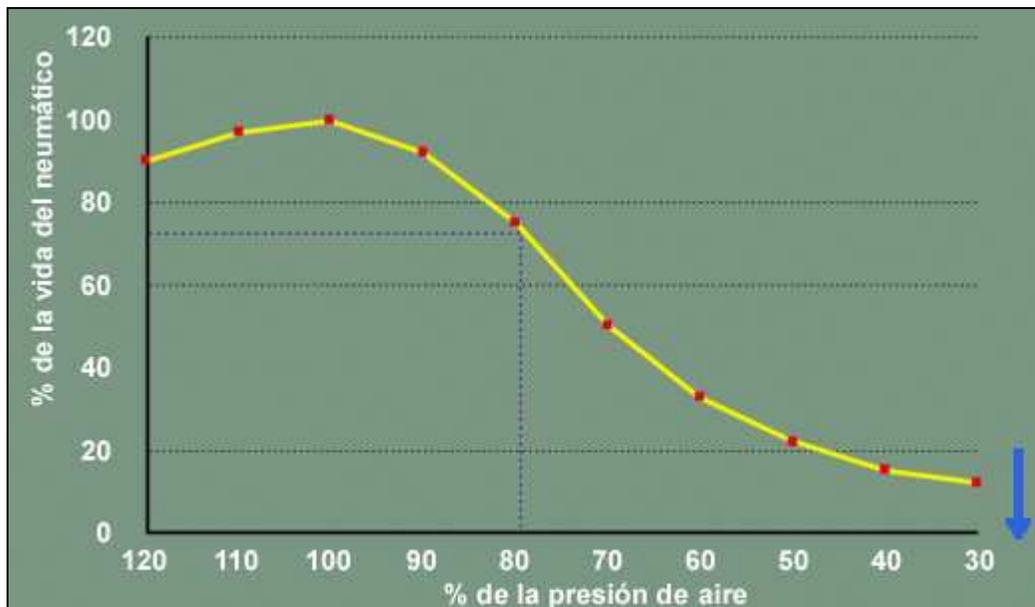


Figura 4.3 Vida del Neumático Vs. Presión de Aire²⁹

4.3.2 TRACCIÓN

El neumático debe permitir la perfecta transformación de la fuerza motriz en tracción, además de mantener el contacto con el piso en el momento de frenado.

4.3.3 CONFORT

El neumático es dimensionado de acuerdo al tipo del vehículo, incluyendo el sistema de suspensión. La capacidad de flexión del neumático sirve como elemento de apoyo a la suspensión para auxiliar en el confort de los pasajeros del vehículo o de la carga transportada.

4.3.4 SEGURIDAD

Todo neumático posee en su rodamiento las demarcaciones del TWI (indicador de desgaste de rodamiento), que indica la profundidad de diseño mínima con que el neumático deba ser retirado de servicio.

²⁹ Manual electrónico de Continental General-Tire

4.3.5 OTRAS FUNCIONES DEL NEUMÁTICO

Además de las funciones indicadas el neumático debe cumplir las siguientes funciones:

- Transportar carga
- Reducir impacto
- Cambiar y mantener la dirección del vehículo
- Duración (costo / kilómetro)
- Estabilidad dimensional
- Consumo mínimo de energía (mínima resistencia al rodamiento)
- Mínimo ruido y vibración (confort)

4.4 PARTES DE UN NEUMÁTICO

En la figura 4.4 se muestra las partes principales de un neumático de camión.



Figura 4.4 Componentes de neumático de camión³⁰

³⁰ Manual electrónico de Continental General-Tire

- Antifricción: Evita el daño de la pestaña al asentar en el rin.
- Banda de rodamiento: Es el componente de la llanta que entra en contacto con el suelo. Construida por un compuesto especial de caucho, según su aplicación, cuya función principal es proporcionar capacidad de tracción y resistencia al desgaste.
- Carcasa: Consiste en un contenedor compuesto de cuerdas de nylon o acero dispuestas transversal o radialmente de pestaña a pestaña.
- Cintas estabilizadoras: Es el conjunto de cinturones, esta formado por cuerdas de acero, actúa como elemento protector de la carcasa contra pinchaduras y estabiliza la banda de rodamiento en el suelo.
- Lateral: Compuesto de caucho que soporta flexión, resiste la temperatura y protege la carcasa de la llanta.
- Pestaña: Conjunto de cables de acero donde se amarra las lonas de la carcasa de la llanta, cuya función consiste en fijar la llanta al rin.
- Liner: El liner en la llanta con neumático aísla las cuerdas de la carcasa del neumático protegiéndolas contra el rozamiento. En la llanta sin neumático, el liner tiene la función de sustitución al neumático impidiendo la pérdida de presión de aire, además de proteger contra la oxidación.

4.5 TIPOS DE CONSTRUCCIÓN

Existen dos tipos diferentes de construcción de llantas, la de construcción convencional o diagonal y las de construcción radial.

4.5.1 CONSTRUCCIÓN DIAGONAL.

En la construcción diagonal o convencional, las cuerdas de las capas se extienden desde la pestaña en sentido longitudinal, formando un ángulo de aproximadamente 38° . En relación a la línea central de la banda de rodamiento. Las capas opuestas se cruzan en ángulos opuestos.

4.5.2 CONSTRUCCIÓN RADIAL.

En la construcción radial se destacan dos características:

- a.- Las cuerdas del pliego de la carcasa se extienden transversalmente de pestaña a pestaña formando un ángulo recto en relación a la línea central de la banda de rodamiento.
- b.- Un conjunto de cinturones de acero que circundan la carcasa.

La construcción radial, por sus características, ofrece un menor costo por kilómetro con respecto a la construcción diagonal.

4.6 DIMENSIONES DEL CONJUNTO³¹

En la figura 4.5, se describe las dimensiones del conjunto llanta-rin:

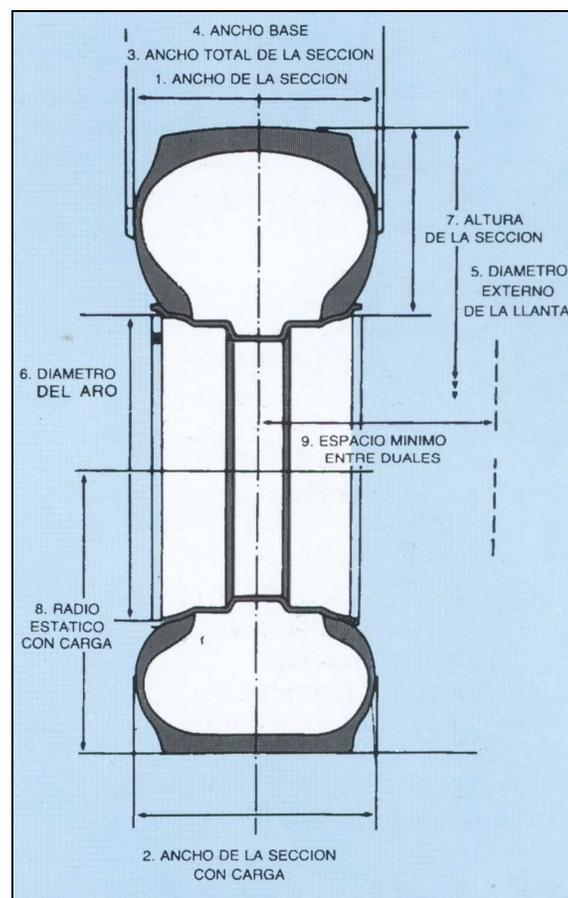


Figura 4.5 Dimensiones del conjunto llanta - rin

³¹ Guía del consumidor para camiones y buses. (Good Year #1 PERU) Pag. 5

1. *Ancho de sección de la llanta*: Es el ancho de la llanta nueva, montada en el rin indicado, inflada a presión recomendada, sin carga y sin incluir las barras de protección decorativas o impresos.
2. *Ancho de la sección de la llanta con carga*: Es el ancho de la llanta nueva montada en el rin indicado, inflada a la presión recomendada con carga.
3. *Ancho total de sección*: es el ancho de la llanta nueva montada, incluyendo las barras de protección decorativas o impresos.
4. *Ancho Base de una llanta*: Es el valor redondeado del ancho de la sección de una llanta, indicado por la nomenclatura.
5. *Diámetro externo de la llanta*: Es el diámetro de la llanta nueva montada en el rin indicado, inflada a la presión recomendada, sin carga.
6. *Diámetro del aro*: Es el diámetro de la llanta medido internamente, de pestaña a pestaña, similar al diámetro base del rin medido en el área de apoyo de las pestañas.
7. *Altura de la sección de las llantas*: Es la distancia entre el rin y la altura máxima de la llanta, entre la línea del centro.
8. *Radio estático de la llanta con carga*: Es la distancia entre la superficie el suelo y el centro del eje, bajo condiciones de carga .
9. *Espacio mínimo entre duales*: es la dimensión mínima recomendada, medida entre las líneas centrales de las llantas en montaje dual.

4.7 NOMENCLATURA

Los neumáticos se fabrican según tres secciones tipo: estándar, base ancha y bajo perfil. La diferencia entre estos es la relación que existe entre la altura de la sección del neumático y el ancho de dicha sección. Los valores de esta relación

para los tres tipos son, respectivamente, 0,95, 0,83 y 0,65. Este coeficiente refleja la flotabilidad de un neumático.

El tamaño de un neumático, sea de tipo estándar o de base ancha, se define por dos números, expresados en general en pulgadas: el primero es el ancho aproximadamente de la sección transversal y el segundo expresa el diámetro del aro.

En los neumáticos de bajo perfil (coeficiente 0.65), los neumáticos se definen por tres números: el ancho de la sección, el coeficiente 0,65 multiplicado por 100, o sea, 65, y el diámetro de la llanta. La definición toma, esta forma 40/65-39.

En los neumáticos radiales se añade una R antes del último número; por ejemplo 40/65R-39.³²

La nueva generación de llantas se identifica con el índice de carga en su costado. Este valor relaciona la carga máxima que soporta en eje sencillo y dual. Además el índice de velocidad del neumático. Ejemplo 295/80 R 22.5 152/148 M

Sistema métrico (neumáticos sin cámara)

En el ejemplo anterior se tiene :295/80 R 22.5 152/148 M, donde:

- 295: Ancho de sección del neumático en mm.
- 80 : Relación de aspecto (también llamada serie)
- R : Construcción radial
- 22.5: Diámetro total del aro en pulgadas.
- 152/148 : Índice de carga
- M: Índice de velocidad.

Identificación de un neumático con cámara

Para este caso se tiene: 11.00 R 22 16PR donde:

³² Manual de Maquinaria de Construcción (Manuel Díaz del Río) Pag. 210

- 11.00: Ancho de la sección del neumático en pulgadas.
- R: Construcción radial
- 22: Diámetro total del aro en pulgadas
- 16PR : Capacidad de carga

Se han nombrado valores de índice de carga, capacidad de carga e índice de velocidad, los cuales se trataran en las secciones siguientes

4.8 SELECCION DE LLANTAS PARA VEHICULOS³³

Para la correcta aplicación de llantas de vehículos se debe considerar:

1. El tipo de servicio y recorrido.
2. El diseño adecuado de la banda de rodamiento según su posición en el vehículo.
3. Medida correcta.
4. Capacidad correcta de carga.

4.8.1 TIPO DE SERVICIO Y RECORRIDO

Los fabricantes de llantas imprimen tablas con los límites de capacidad máxima de carga para cada medida de llanta, a una cierta presión de aire y posición en el vehículo, factores que pueden afectar su desempeño en un tipo específico de servicio.

4.8.2 POSICIÓN

Los diseños de la banda de rodamiento son generalmente clasificados en:

a) Direccional

Diseño de las barras en el sentido de la circunferencia de la banda de rodamiento.

Las llantas direccionales pueden ser montadas en todas las posiciones, a no ser que se requieran condiciones difíciles de tracción.

³³ Guía del consumidor para camiones y buses. (Good Year #1 PERU) Pag. 6

b) Tracción

Diseño de las barras en el sentido transversal de la banda de rodamiento.

En el caso de algunas radiales, las llantas de barras o bloques fueron desarrolladas específicamente para equipar los ejes motrices. La banda de rodamiento de esas llantas es más gruesa y más plana que la de las llantas direccionales, ya que los ejes de tracción generan un desgaste más rápido que los ejes delanteros.

4.8.3 MEDIDA CORRECTA

A pesar de no ser una regla, la medida de las llantas con las cuales el vehículo sale de la fábrica puede servir de guía básica para el reemplazo de llantas.

4.8.4 CAPACIDAD DE CARGA CORRECTA

La capacidad de carga es simplemente el índice de resistencia de una llanta y no representa necesariamente el número de capas que componen la llanta.

La equivalencia entre el número de lonas y capacidad de carga es la siguiente:

Capacidad de Carga (Load Range)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	N
Numero de lonas (Ply Rating)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24

4.9 TABLAS UTILES

Existen tablas que son útiles para la selección de una llanta.

4.9.1 ÍNDICE DE CARGA

El “índice de carga” (I.C.) es un código numérico asociado a la carga máxima a que una llanta puede ser sometida a la velocidad indicada por su símbolo de velocidad, en las condiciones de servicio especificadas por el fabricante de la llanta.

Las nuevas especificaciones o nomenclatura de llantas referencian un índice de carga para ejes sencillos y duales en su costado y para su interpretación se utiliza la siguiente tabla, que se muestran en el Anexo C1:

En caso de operaciones con velocidades bajas, la capacidad de carga de cada llanta aumenta, como se muestra en el Anexo C2:

4.9.2 SIMBOLOS DE VELOCIDAD

El “símbolo de velocidad” Indica la velocidad a que la llanta puede ser sometida, a la carga correspondiente a su índice de carga, en las condiciones de servicio especificados por el fabricante.

Tabla 4.1 Símbolos de Velocidad

Símbolo de Velocidad	Velocidad (Km/h)
A1	5
A2	10
A3	15
A4	20
A5	25
A6	30
A7	35
A8	40
B	50
C	60
D	65
E	70
F	80
G	90
J	100
K	110
L	120
M	130
N	140
P	150
Q	160
R	170
S	180
T	190
U	200
H	210
V	240
W	270
Y	300
Z	Por encima de 240

4.10 SELECCION DE LLANTAS PARA MAQUINARIA³⁴

Para seleccionar llantas de una máquina se requerirá verificar requerimiento como: El tipo de material y condiciones de terreno

Se ha establecido en los Estados Unidos un sistema de clasificación para los neumáticos empleados en máquinas pesadas para obras públicas de movimientos de tierras.

Los tipos seleccionados se indican seguidamente por una letra y un número, con su aplicación figurada, a continuación la inicial corresponde a la palabra inglesa del tipo de máquina en cada caso:

- **COMPACTADOR**
 - C.1: Liso
 - C.2 : Estriado
- **MAQUINAS PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS**
 - E.1: Nervaduras
 - E.2: Tracción
 - E.3: Rocas
 - E.4: Rocas, bandas de rodadura profunda
 - F.7: Flotación
- **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, banda de rodadura profunda
 - L.5: Rocas, banda de rodadura muy profunda

³⁴ Manual de Maquinaria de Construcción (Manuel Díaz del Río) Pag. 212

L.3S: Lisas

L.4S: Banda de rodamiento lisa profunda

L.5S: Banda de rodamiento lisa extra profunda

L.5/L.5S: Media banda extra profunda.

4.11 REGLAS DE MANTENIMIENTO³⁵

4.11.1 PRESIÓN DE INFLADO

En el mantenimiento preventivo de las llantas de camión, ómnibus y camionetas, la parte más importante para su economía es la verificación de la presión del aire. Por lo tanto, se deben realizar verificaciones periódicas, observándose lo siguiente:

- La presión de inflado debe ser verificada semanalmente con las llantas frías, al iniciar el trabajo.
- Es aconsejable verificar la presión de los calibradores a través de un calibrador maestro, por lo menos una vez por mes.
- Cuando la llanta presenta presión de aire 15% o más, debajo de la recomendada, se debe investigar la causa y corregirla antes de colocar la llanta nuevamente en servicio.
- Usar siempre tapones metálicos en las válvulas, debidamente ajustadas.
- Nunca sangrar las llantas cuando está calientes, para aliviar la presión. Las llantas, son construidas para soportar el aumento de temperatura en servicio, así como también el aumento de la presión resultante, que es de aproximadamente 10 a 15 libras.
- Mantener las combinaciones de duales con la misma presión de inflado y para facilitar la medición, proveer una extensión para la válvula de la llanta interna.
- Purgar periódicamente el compresor de aire.

³⁵ Guía del consumidor para camiones y buses. (Good Year #1 PERU) Pag. 6

4.11.1.1 Baja presión

“Lo importante no es la cantidad de aire que se coloca dentro de la llanta sino la cantidad que permanece dentro de ella”. Esta es la frase repetida por técnicos de llantas para describir el principio fundamental de la llanta, siendo un contenedor de aire.

Muchas causas graves, que afectan la eficiencia de las llantas para mantener el aire dentro pasan desapercibidas por negligencias o por desconocimiento total sobre el asunto. Los resultados negativos no son solamente fallas prematuras, sino principalmente pérdida de kilometraje.

En la mayoría de las veces, las causas de baja presión en las llantas son fallas en los componentes responsables por no tener la salida de aire.

Los principales problemas que contribuyen para la fuga del aire son:

1. *La falta de tapón de la válvula es la principal causa de pérdida de aire. Se debe recordar que la válvula es una pieza para salida de aire, y como tal, debe ser sellada con un tapón que sea de preferencia de metal, ya que las de plástico se derriten con altas temperaturas y se quiebran con más facilidad.*
2. *Válvulas de vástago corto o de difícil acceso pueden crear problemas de inflado.*
3. *Válvulas mal colocadas ocasionan daños al neumático.*
4. *Los protectores son muy importantes. Protectores resecos, con grietas y también descentrados pueden ocasionar daños al neumático, provocando la pérdida total del aire.*
5. *Neumáticos viejos, resecos o con muchos parches no deben ser utilizados.*
6. *Bordes de aros corroídos, oxidados, causan daños a las pestañas de las llantas sin cámara por la fricción, provocando la pérdida de aire.*

4.11.1.2 Alta presión

Es equivocado pensar que la alta presión compensará la sobrecarga, agregando mayor fuerza a la llanta.

En verdad, una llanta con presión alta está debilitada, debido que esa presión es superior a aquella para la cual fue diseñada, ocasionando una tensión anormal que resultará en la separación de los pliegos y de la banda de rodadura. Las cuerdas de una llanta con exceso de presión quedan demasiado estiradas, perdiendo totalmente sus características de flexión para absorber los choques y quedando de esta forma más vulnerables a cortes e impactos.

Con el fin de evitar los peligros de presión alta se debe adoptar las siguientes recomendaciones:

1. Las llantas deben ser calibradas con presión correcta cuando están frías.
2. Use la presión recomendada para la carga que será transportada.
3. Seleccione la llanta adecuada para el servicio usando el siguiente criterio: medida, diseño y capacidad de pliegos para soportar la carga con la presión correcta.

Tabla 4.2 Cuadro de baja Presión

% de desviación frente a especificado	Perdida % de vida útil
De 0 a -5%	0.0%
Entre -6% y -10%	2.5%
Entre -11% y -15%	5.0%
Entre -16% y -20%	10.4%
Entre -21% y -25%	16.0%
Entre -26% y -30%	24.4%
Entre -31% y -35%	33.0%
Entre -36% y -40%	45.0%
Entre -41% y -45%	57.0%
Entre -46% o menos	67.8%

Tabla 4.3 Cuadro de Alta Presión

% de desviación frente a especificado	Perdida % de vida útil
De 0 a +5%	0.0%
Entre +6% y +10%	2.5%
Entre +11% y +15%	5.0%
Entre +16% y +20%	10.4%
Entre +21% y +25%	16.0%
Entre +26% y +30%	24.4%
Entre +31% y +35%	33.0%
Entre +36 % o más	45.0%

4.11.1.3 SOBRECARGA

Si se presenta o no la presión baja, la sobrecarga provoca los mismos efectos nocivos, pues ocasiona deflexión excesiva de la llanta. Además de ocasionar desgaste irregular en la banda de rodamiento esa condición genera temperaturas elevadas (arriba de 100^o C en el área de rodamiento), que pueden resultar en la separación de la banda y de los peligros.

La sobrecarga reduce drásticamente la vida útil de las llantas tal como es mostrado en la gráfica 4.6. Una sobrecarga de apenas 20% sobre la carga máxima recomendada producirá una pérdida de kilometraje equivalente a 30%.

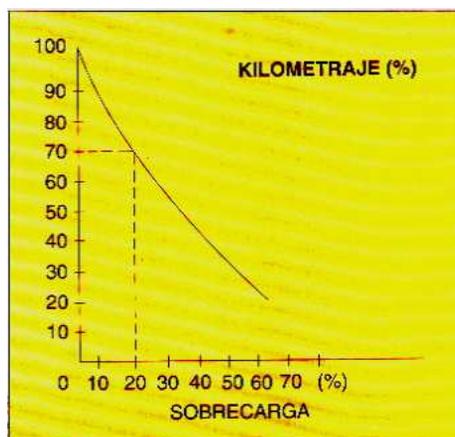


Figura 4.6 Porcentaje de kilometraje Vs. porcentaje de sobrecarga³⁶

³⁶ Guía del consumidor para camiones y buses. (Good Year #1 PERU) Pag. 19

4.11.2 DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA³⁷

Para estar seguro que las llantas tanto como otros componentes del vehículo, trabajan de forma satisfactoria, es importante realizar una distribución adecuada de la carga. Cuando está incorrectamente distribuida, las llantas y otros componentes se desgastan prematuramente, la estabilidad y la propia maniobrabilidad del vehículo quedan comprometidas, aumentando los riesgos de accidentes.

La distribución de la carga en el vehículo es la parte del peso total que cada eje soporta. El peso total, además de la carga líquida o carga a ser remolcada incluye el conjunto chasis-cabina, con combustible y tripulación.

4.11.3 COMBINACIÓN DE DUALES³⁸

La combinación y espacio entre las llantas de camión en los duales tiene influencia directa en el kilometraje y capacidad de carga de los mismos.

Cualquier condición que pueda ocasionar una distribución desigual de carga o un enfriamiento insuficiente, puede resultar en serios daños a las llantas ya que las mismas quedan sometidas a condiciones anormales que exceden a sus tolerancias

a) Combinación correcta de los duales

Las llantas en un eje dual deben tener el mismo diámetro o circunferencia, a fin de proporcionar una distribución equitativa de la carga.

Si no se adopta esta norma, resulta en una condición de sobrecarga. La llanta con mayor diámetro es forzada a soportar mayor cantidad de carga, resultando en desgaste anormal de la banda de rodadura y en muchos casos daños irreparables en la carcasa de la llanta.

³⁷ Guía del consumidor para camiones y buses. (Good Year #1 PERU) Pag. 20

³⁸ Guía del consumidor para camiones y buses. (Good Year #1 PERU) Pag. 21

Lo mismo sucede cuando las dos llantas están con presiones de aire diferente, o cuando están forzadas por la corona exagerada de la carretera. Una vez que se origina la sobrecarga, se crea una fuente excesiva de calor (causada por la flexión anormal del costado) y un desgaste rápido de la banda, factores que reducirán la vida de la llanta.

La mejor protección contra la mala combinación de duales es medirlos cuidadosamente con una cinta o escuadra. Es conveniente recordar que no deben ser considerados solamente la circunferencia y diámetro, sino también la superficie y los desgastes irregulares de la banda de rodamiento.

b) Espacio entre duales

El espacio correcto entre duales es importante. Muchas veces la vida útil de los duales es seriamente comprometida por causa del espacio insuficiente. El espacio insuficiente puede ser causado por:

- a.- Llantas de mayor tamaño (que lo recomendado)
- b.- Llantas, aros y protectores incorrectos
- c.- Sobrecarga y/o baja presión en condiciones extremas.

Por otro lado, si el espacio entre duales es demasiado grande, ocasionará arrastramiento de las llantas externas en las curvas. Se origina también una condición de sobrecarga, pues la llanta interna es forzada a soportar una porción mayor de carga. Las distancias de centro a centro de los duales deben estar de acuerdo con las especificaciones de espacio dado por los fabricantes.

4.11.4 ALINEACIÓN³⁹

Para conseguir el mejor desempeño posible de las llantas montadas en el eje direccional, es necesario seleccionar no solamente el tamaño y la presión correcta para las condiciones de carga máxima previstas, sino también asegurarse que la geometría mecánica de la suspensión delantera del vehículo esté correctamente alineada.

³⁹ Guía del consumidor para camiones y buses. (Good Year #1 PERU) Pag. 24

La alineación incorrecta de la suspensión delantera es una de las causas principales del desgaste irregular de las llantas en ejes direccionales.

La alineación incorrecta de los ejes de tracción y de los ejes libres causa también problemas de desgaste irregular y prematuro, tanto en las llantas que están montadas en esas posiciones como en los ejes delanteros.

Eso resultará en la necesidad de corregir constantemente la dirección. Los principales ajustes de alineación delantera son:

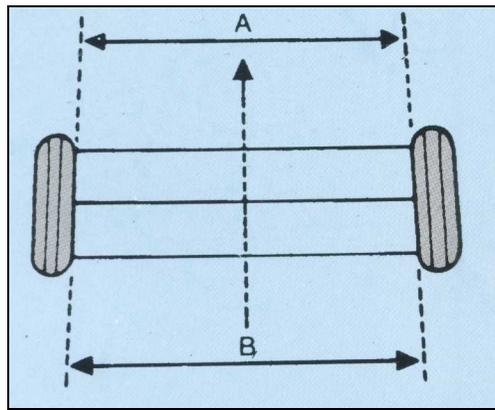


Figura 4.7 Eje delantero

a) Convergencia ($A < B$)

Es el ajuste de las ruedas del eje direccional para que queden un poco más cerradas en la parte delantera que en la parte trasera. Ese ajuste se efectúa para que cuando el vehículo este en marcha, las ruedas queden paralelas.

b) Divergencia ($A > B$)

Es la condición opuesta a la convergencia. En este caso, las ruedas están más abiertas en la parte delantera que en la parte trasera.

c) Caster

Es la inclinación del perno maestro hacia el frente (caster negativo) o para atrás (caster positivo). El ángulo del caster esta formado por una línea vertical que pasa por el centro del perno maestro.

El caster tiene la finalidad de mejorar la maniobrabilidad del vehículo.

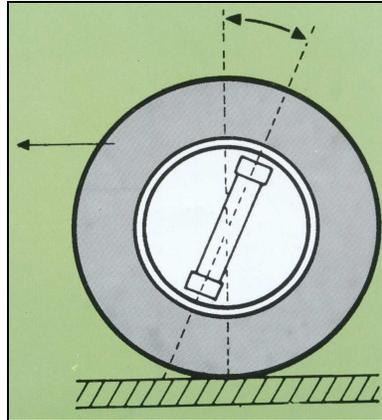


Figura 4.8 Ángulo de Caster

d) Camber

Es el ajuste que designa la inclinación de la llanta en relación a un plano vertical. Camber positivo es la situación en que las llantas están más cercanas a la parte inferior.

Camber negativo es lo opuesto a camber positivo, esto es cuando las llantas están más cerca en la parte superior. Ese ajuste, de manera general, controla las características de rodaje de las llantas.

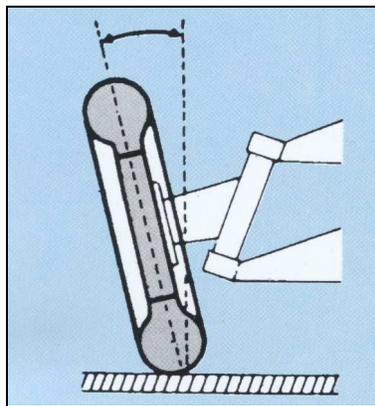


Figura 4.9 Ángulo de Camber

4.11.5 ROTACION DE LLANTAS

La rotación de las llantas es importante. Ese hábito prolonga la vida de la banda de rodamiento.

Al efectuar la rotación de las llantas radiales de camión no es necesario mantener el mismo sentido de rotación.

El sentido de rotación debe mantenerse en las llantas de camioneta.

Las llantas delanteras que presenten desgastes irregulares deben ser colocadas en ejes motrices o libres.

Si una de las llantas de un conjunto dual se desgasta con más rapidez, se debe invertir las posiciones como se indica en la figura 4.10.

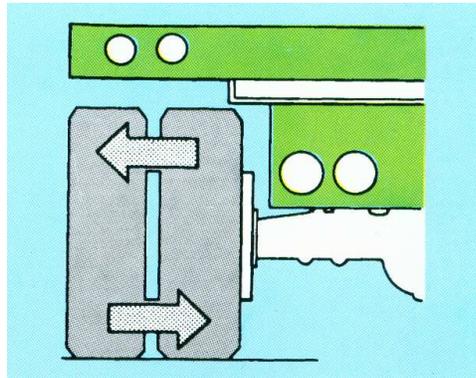


Figura 4. 10 Posiciones de inversión de las llantas

Para vehículos con llantas direccionales en todas las posiciones, se recomienda la siguiente rotación: Las llantas nuevas deben ser montadas en el eje delantero.

Estas deben ser retiradas antes de alcanzar un desgaste de 4 a 5 mm. Del diseño de la banda restante y vueltas a colocar en eje motrices o libres, al llegar a 3 mm. De profundidad del diseño, podrán ser requeridas finalmente, las llantas serán retiradas, con un mínimo de 1.6 mm. De diseño restante y enviadas para reencaucharse.

Para vehículos con llantas direccionales delanteras y llantas de barra en el eje de tracción, se recomienda lo siguiente.

- Eje delantero: Las llantas direccionales nuevas deben ser montadas en el eje delantero. Estas deben ser retiradas antes de alcanzar un desgaste de 4 a 5 mm. de diseño de la banda restante y cambiarlas para ejes libres.
- Eje de tracción: Retirar las llantas con un mínimo de 1.6 mm. de diseño restante y enviar para reencauche.

4.11.6 REPARACIONES

Piquetes o corte de pequeñas dimensiones (hasta de 12 mm.) podrán ser reparados en la propia empresa, utilizando parches (refuerzos) aplicados en frío (proceso de vulcanización química), dentro de las recomendaciones de sus fabricantes. Reparaciones mayores deben ser realizadas en un centro de reencauche especializado. Se debe evitar la utilización de llantas reparadas en el eje direccional del vehículo.

4.11.7 REGRABADO

Todas las llantas marcadas con la palabra regrabable (redibujable) poseen una sub-banda de caucho más gruesa. La llanta deberá ser retirada para ser redibujada cuando alcance 3 mm de profundidad en los surcos del diseño.

El redibujo aumenta el kilometraje de la banda de rodamiento de la llanta.

Condiciones desfavorables al redibujo:

- Cortes, perforaciones producidas por clavos, piedras y otros materiales.
- Desgaste irregular de la banda de rodamiento, causado por problemas de presión.
- Desgaste irregular de la banda de rodamiento causado por problemas mecánicos.

Por lo tanto no es recomendable su aplicación práctica, debido al gran número de llantas que presentan las condiciones desfavorables descritas anteriormente. Se recomienda conservar la carcasa para un mejor aprovechamiento en el reencauche.

4.11.8 REENCAUCHE

Es factible usar la llanta hasta que su banda de rodamiento no tenga ningún remanente de su diseño, pero esto no es recomendable.

Miles de kilómetros pueden ser aumentados a la vida útil de la llanta mediante la aplicación de una nueva banda en una carcasa bien conservada.

Una llanta al ser reencauchada, deberá ser retirada antes que la profundidad mínima del diseño de 1.6mm, sea alcanzada en cualquier punto de la banda de rodamiento.

Las llantas desgastadas hasta el alambre del cinturón pero que aun poseen una carcasa en buen estado, exigen procedimientos y reencauches especiales y eventualmente el cambio de cinturones.

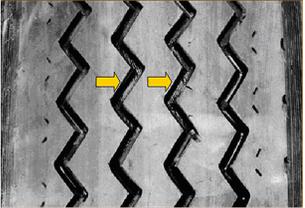
Condiciones para el rechazo de una carcasa para un reencauche:

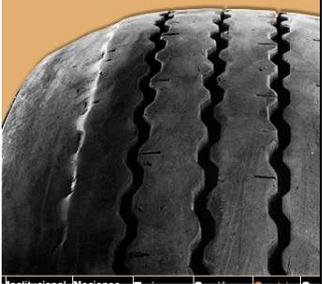
- Carcasa muy antigua(mas de 6 años)
- Carcasa que necesita el cambio de mas de dos cinturones
- Separación en la carcasa, banda de rodamiento, cinturón o pestaña.
- Pestaña averiada excesivamente.
- Desgaste excesivo de la banda de rodamiento
- Contaminación de la carcasa por aceites, productos químicos o derivados del petróleo.
- Exceso de reparaciones.

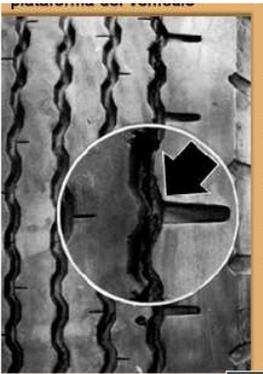
4.12 DIAGNOSIS DE LLANTAS DE CAMION

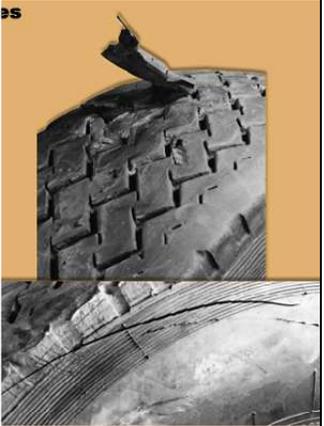
Al igual que los elementos mecánicos se realiza un diagnóstico de fallas de las llantas para lo cual se ha dividido las fallas según donde se presentan.

4.12.1 DAÑOS PRESENTES EN LA BANDA DE RODAMIENTO

PROBLEMA	CAUSA	CONSECUENCIA	RECOMENDACIONES	GRAFICO-
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cuerdas de acero expuestas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En neumáticos reencauchados demuestra que el reencauche fue muy profundo 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Oxidación provocada por trabajar en áreas con tierra, agua o lodo. ➤ Falla prematura de la carcasa. ➤ Separación de los componentes por oxidación del acero. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Retirar el neumático de servicio inmediatamente. ➤ Seguir las instrucciones técnicas y recomendaciones de los fabricantes de los neumáticos para el reencauche de los mismos. 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desgaste en los Hombros en ambos lados 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gran fátiga de la carcasa en los hombros debido al exceso de curvas rápidas o presión de aire inferior al recomendado. ➤ Centro de gravedad alto. ➤ Carga muy alta. ➤ Velocidad excesiva en curvas. 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revisar las presiones de aire constantemente. ➤ Evitar alta velocidad en curvas rápidas. ➤ Mantener un perfecto equilibrio entre la altura de la carga y la velocidad de trabajo. 	

<p>➤ Desgaste excesivo en el centro del rodamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presión excesivamente alta de aire. ➤ Aro más estrecho que el recomendado. 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ajustar la presión de aire del neumático de acuerdo a la carga y velocidad de trabajo. 	
<p>➤ Desgaste simétrico en el centro del rodamiento (circulares)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diferencia de diámetros en los neumáticos montados en los ejes duales. ➤ Presión de aire distintas en los neumáticos en los ejes duales. 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilizar neumáticos del mismo diámetro en montajes duales. ➤ Mantener presión correcta en los dos neumáticos. ➤ Hacer correcciones en eje del vehículo cuando sea necesario. 	
<p>➤ Desgaste en apenas uno de los hombros del rodamiento</p>	<p>Ocurre normalmente en los neumáticos de los ejes libres del trailer.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Centro de gravedad alto. ➤ Carga inestable (liquida). ➤ Distribución de carga incorrecta (hacia un lado). ➤ Eje chueco o retorcido ➤ Desgaste de los componentes de la puerta del eje. ➤ Suspensión con problema de mantenimiento. 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Chequear los ejes del vehículo constantemente. ➤ Utilizar la presión de aire recomendada por el fabricante. 	

<p>➤ Desgaste por erosión.</p>	<p>➤ Desgaste excesivo de los neumáticos que ruedan solamente en trayectos largos y rectos, en ejes delanteros. ➤ Puede ser que ocurra también en ejes libres del trailer.</p>		<p>➤ Rotar los neumáticos para otros ejes.</p>	
<p>➤ Cortes circunferenciales</p>	<p>➤ Cortes provocados por objetos sólidos de la plataforma del vehículo.</p>		<p>➤ Revisar periódicamente el estado de la plataforma del vehículo.</p>	
<p>➤ Desgaste por fricción excesiva, localizado en un único punto del rodamiento</p>	<p>➤ Frenada extremadamente brusca. ➤ Frenos excesivamente ajustados en su regulación de trabajo.</p>		<p>➤ Evitar los frenados bruscos. ➤ Chequear periódicamente los sistemas de freno de los vehículos.</p>	

<p>➤ Cortes</p>	<p>➤ Causado por objetos puntiagudos o cortantes.</p>		<p>➤ Neumáticos con cortes profundos localizados deberán ser reparados o reencauchados en plantas reencauchadoras autorizadas.</p> <p>➤ En caso de daño a la carcasa (perforación total), retirar el neumático de servicio.</p>	
<p>➤ Patinaje excesivo-múltiples cortes</p>	<p>➤ Rodar con neumáticos no adecuados en terrenos de tierra y piedras puntiagudas.</p> <p>➤ Es acentuado si rueda con excesiva cantidad de agua y lodo.</p> <p>➤ Rodar en terrenos irregulares con excesiva presión de aire.</p>		<p>➤ Ajustar la presión de aire del neumático para la condición de la carga de trabajo, así como la velocidad permitida en el tipo de carretera o zona de trabajo.</p>	
<p>➤ Desgaste en bloques</p>	<p>➤ Causado por fuerza excesiva provocada por la transmisión de la fuerza del motor a los neumáticos de tracción.</p>		<p>➤ Ajustar la presión de aire a la recomendada por el fabricante.</p> <p>➤ Mantener velocidad adecuada de trabajo.</p> <p>➤ Hacer rotación constante.</p>	

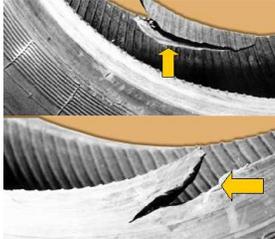
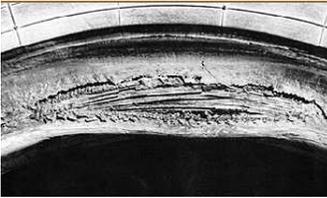
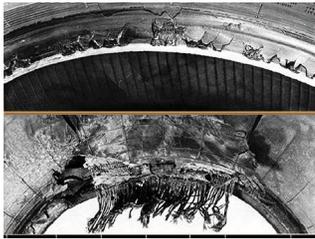
4.12.2 DAÑOS PRESENTES LATERALMENTE

PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES	GRAFICO-
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Grietas, cortes en el lateral del neumático 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Impactos frecuentes provocados por piedras, calzadas u objetos fijos en el área de maniobra del vehículo. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cuidados especiales al parquear el vehículo en áreas estrechas. ➤ Cuidados especiales al realizar maniobras en áreas reducidas de trabajo. ➤ Cambiar los neumáticos de posición periódicamente. ➤ Entrenar los chóferes constantemente. 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rotura de la carcasa en neumáticos entre duales 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Objeto extraño que se queda atrapado entre los laterales de los neumáticos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Controlar con frecuencia las condiciones de los neumáticos duales, siempre chequeando el espacio interno entre ambos. 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rotura de carcasa por impacto 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Impacto brusco y repentino sobre un obstáculo ➤ Puede ser grave si el neumático esta trabajando con sobrecarga o alta presión de aire. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Evitar pasar por sobre obstáculos altos en velocidad excesiva. ➤ Ajustar la presión del aire a la recomendada por el fabricante. 	

4.12.3 DAÑOS PRESENTES EN LA CARCASA

PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES	GRAFICO-
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ruptura de la carcasa debido a la fatiga. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manejar constantemente con baja presión de aire, sobrecarga o con fuga lenta de aire. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Neumáticos con este tipo de daño deberán ser checados con criterio para evaluar correctamente la causa. ➤ En el caso de falla semejante en neumáticos de ejes duales antes de desmontar el conjunto, desinflar el neumático externo. ➤ Ajustar la presión de aire constantemente. 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Neumático deteriorado por baja presión 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de aire en el neumático. ➤ Rodar sin aire (presión cero). ➤ Alta generación de calor. ➤ Válvulas deterioradas. ➤ Cámaras de aire defectuosas. ➤ Grietas en el arco que deterioran el talón del neumático sin cámara. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verificar constantemente la presión de aire de los neumáticos. ➤ Utilizar siempre cámara y protectores nuevos. ➤ Examinar periódicamente el estado de conservación de las válvulas de los neumáticos. 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Daños por ruptura de la carcasa 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Penetración en el lateral de un objeto corto punzante. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sustitución del neumático. ➤ Estos neumáticos NO PUEDEN ser reencauchados. 	

4.12.4 DAÑOS PRESENTES EN EL TALON

PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES	GRAFICO-
<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Daños en el montaje</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Montaje del neumático sin lubricante. ➤ Utilización de herramientas incorrectas. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Seguir recomendaciones de montaje del neumático utilizando las herramientas correctas. 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Daños en el talón por mala condición del aro</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Talón deformado por corrosión del aro. ➤ Cables del talón oxidado por suciedad del aro. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verificar las condiciones del aro periódicamente. ➤ Limpiar el aro antes del montaje. ➤ Usar lubricante sin derivados de petróleo. 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Cuerdas sueltas en el talón</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Súper calentamiento del aro por el sistema de frenos y consecuente calentamiento de los compuestos del tablón provocando la quiebra de los cables de los cables del mismo, así como de las cuerdas de la carcasa que dan la vuelta abajo del núcleo del talón. ➤ Carcasa del neumático se agrieta en toda la circunferencia del talón. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verificación constante de los frenos. ➤ Lubricar los neumáticos durante el proceso de montaje. ➤ Verificar si se notan grietas circunferenciales en el área del talón antes de la quiebra del mismo. En caso positivo desmontar el neumático e inspeccionarlo inmediatamente. 	

CAPITULO V

TREN DE RODAJE

5.1 INTRODUCCION

Los tractores, cargadores de oruga (trascavators), excavadoras, perforadoras (track drill), etc son maquinarias que para su desplazamiento utilizan un sistema llamado tren de rodaje, los cuales son un elemento de desgaste que debe ser inspeccionado, mantenido o cambiado cada determinado tiempo, representa una alta inversión, hasta el 20% del precio de una máquina de cadenas. El tren de rodaje puede representar hasta un 50% de los costos de mantenimiento de la máquina.

5.2 ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL TREN DE RODAJE

Para garantizar el desplazamiento de los tractores en las condiciones más adversas de tiempo y de terreno se ha utilizado el tren de rodaje de orugas o de cadenas.

El tren de rodaje esta constituido por los siguientes elementos:

Cadena (eslabones, pasadores y bujes), rodillos, ruedas guías, ruedas motrices, zapatas, tornillería, eslabón maestro.⁴⁰

Las ruedas motrices, de toda la cadena pueden estar compuestas de una sola pieza o tratarse simplemente de una rueda con agujeros en su periferia, en donde se atornilla distintos segmentos con forma de piñón sobre los que se desliza la cadena.

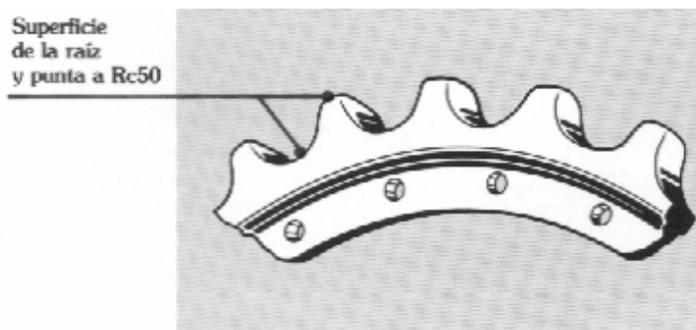


Figura 5.1 Segmentos de la rueda motriz⁴¹

⁴⁰ Manual de Maquinaria de Construcción. (Manuel Díaz del Río). Pag. 217

La rueda guía esta compuesta normalmente de chapa soldada y tiene también gran resistencia a la abrasión, y es, como la rueda motriz endurecida por inducción o por tratamiento térmico en su superficie.

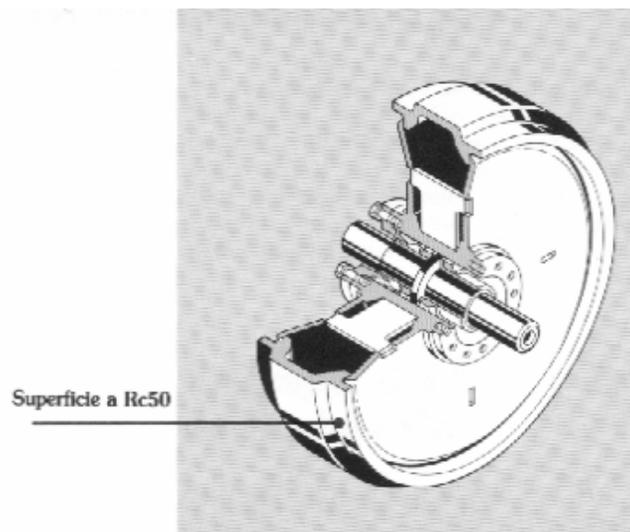


Figura 5.2 Rueda guía⁴²

Los rodillos de apoyo inferiores, en número que oscila de 4 a 7, son metálicos contruidos con 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.

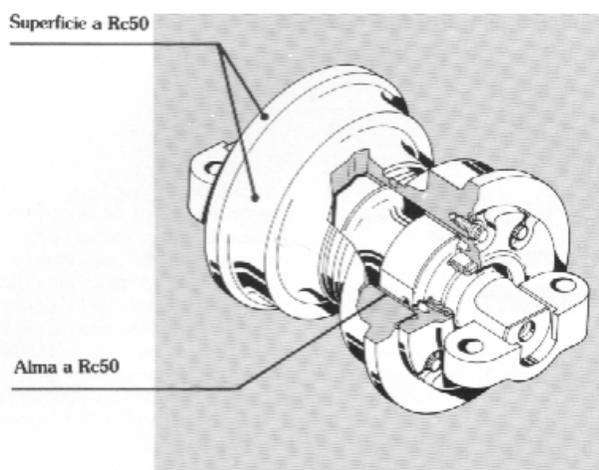


Figura 5.3 Rodillo⁴³

⁴¹ Hoja publicitaria. Tren de Rodaje Caterpillar 1990

⁴² Hoja publicitaria. Tren de Rodaje Caterpillar 1990

Los rodillos superiores tienen una constitución similar a los de apoyo, aunque su trabajo es menor y se dispone en número de 1 o 2 en los modelos más usuales de los tractores.

Los eslabones forman las piezas elementales de la cadena y aunque los de una cadena son similares a los de otra, no son idénticos.

Los eslabones se unen entre sí por los casquillos, que entran suficientemente ajustados en ambos eslabones, derecho e izquierdo, del mismo lado de la cadena, constituyendo el núcleo elemental de la misma.

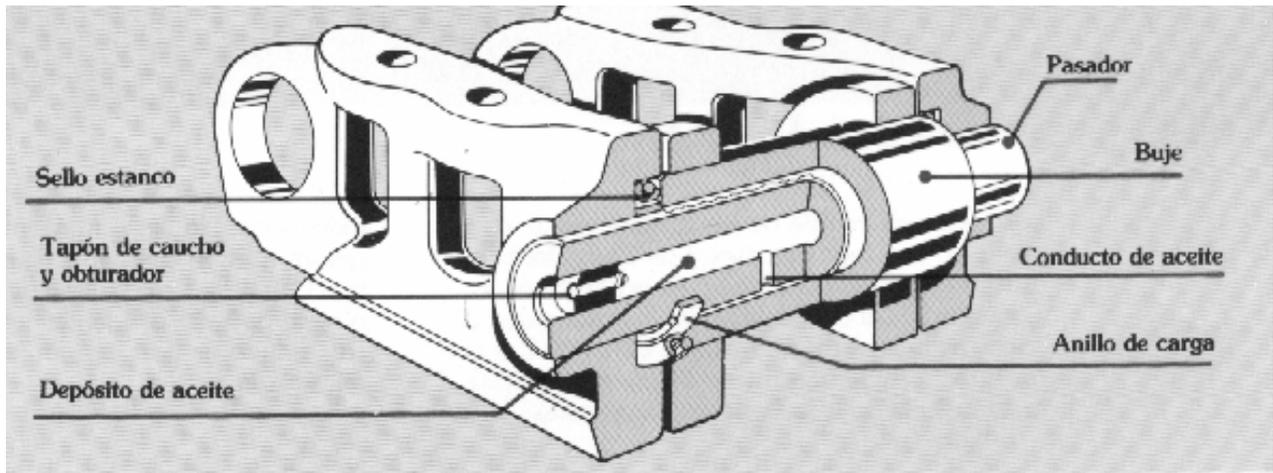


Figura 5.4 Eslabón de Cadena ⁴⁴

Los bulones pasan por el interior de los casquillos con una cierta holgura que permite su giro, quedando fijados también a presión, por elementos protectores, en la parte exterior de los eslabones; el sellado de la cavidad entre casquillos y bulón se consigue por medio de ingeniosos dispositivos de arandelas, a presión, en la mayoría de los casos.

⁴³ Hoja publicitaria. Tren de Rodaje Caterpillar 1990

⁴⁴ Hoja publicitaria. Tren de Rodaje Caterpillar 1990

Las tejas o zapatas son el elemento de contacto del tren de rodaje de orugas con la tierra, roca o elemento de sustentación; tiene diversas formas, según sea para fuerte penetración, gran flotabilidad, hielo, palas, cargadoras frontales, etc.

Las zapatas van fijadas a los eslabones mediante tornillos de alta resistencia (estampados en la mayor parte de los casos) que no necesitan reapretado especial durante toda la vida de la máquina.

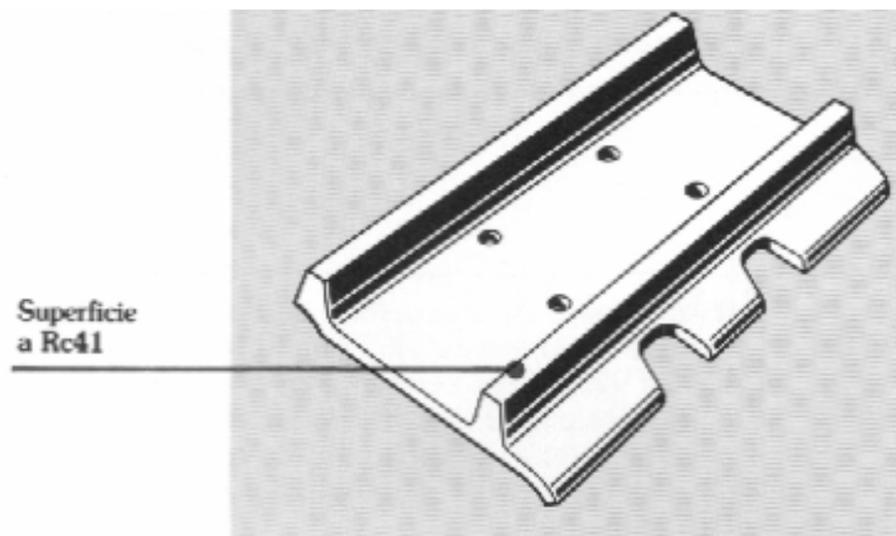


Figura 5.5 Zapata⁴⁵

5.3 DESGASTE DEL TREN DE RODAJE⁴⁶

Con el uso se produce el alargamiento de las cadenas que forman el sistema de apoyo y avance de las máquinas sobre orugas. Este alargamiento es consecuencia de desgaste interior entre bulón y casquillo, y se produce por el movimiento de giro o articulación con que se amolda la cadena a las ruedas motrices y guías.

Dado que el movimiento de giro de la articulación tiene lugar en situación de tracción de la cadena, existe un rozamiento entre bulón y casquillo, origen del desgaste que provoca el aumento de longitud de la cadena.

⁴⁵ Hoja publicitaria. Tren de Rodaje Caterpillar 1990

⁴⁶ Manual de Maquinaria de Construcción. (Manuel Díaz del Río). Pag. 220, 221

Para evitar este desgaste se ha recurrido a múltiples artificios; el más indicado es el del sellado hermético de la cadena para evitar la entrada de materias abrasivas que pudieran producir un proceso acelerado de desgaste.

Este desgaste se evita también, en parte, durante el proceso de fabricación de los materiales de que están constituidos bulones y casquillos (mediante tratamiento térmico y cementación), ya que se alcanzan durezas del orden de 60 Rc en el casquillo y 62 Rc en el bulón.

En general, una cadena no debe aumentar su paso en más de 3 mm, para asegurar la coincidencia perfecta del paso de la rueda motriz con el de la cadena, dado que si un casquillo no se alojara entre los dos dientes consecutivos de la rueda motriz y tropezase en la cresta de un diente, causaría desgastes muy perjudiciales a la rueda motora y a todo el sistema.

Además del desgaste interno de casquillo (bocines) y bulones, también se produce un desgaste exterior simultáneo al de la corona. El desgaste exterior de casquillos, al ser arrastrados por la corona, es más intenso cuando el tractor va marcha atrás que cuando va marcha adelante, y puede observarse que los casquillos en la marcha adelante se van alojando en la corona sin que haya movimiento rotativo de giro del casquillo respecto al diente donde se aloja.

Por otra parte, en marcha atrás, el casquillo, al alojarse entre dos dientes, gira además un cierto ángulo produciéndose un rozamiento contra la corona, simultáneo a la fuerte presión ejercida por la corona contra el casquillo para producir el arrastre de toda la cadena.

Puede observarse que el desgaste interior entre casquillo y bulón se produce en área limitada y en un solo sector, quedando en ambos una zona que abarca algo más de media circunferencia sin que haya sufrido los efectos del desgaste.

Además del desgaste de las piezas de cadena, que hemos comentado hasta ahora, se produce también el desgaste simultáneo de eslabones y rodillos, con la que las

partes más afectadas son la superficie del eslabón que hace de carril y las pistas de rodadura en los rodillos.

Es importante vigilar la limpieza de los rodillos dotándolos de las necesarias protecciones para evitar la entrada de piedras y tierra, que actúan como abrasivo y pueden dañar de forma importante las pestañas.

Cuando los eslabones y las llantas de los rodillos han sufrido un desgaste, que viene fijado en las tolerancias admisibles fijadas por los fabricantes, pueden reconstruirse mediante soldadura eléctrica en las zonas más desgastadas. Esta soldadura se hace con máquinas automáticas.

Las zapatas o tejas también se desgastan, por lo que deben observarse con todo cuidado las recomendaciones de empleo para cada tipo de trabajo dadas por el fabricante ya que es evidente que de utilizar zapatas estándar en zonas muy abrasivas, su desgaste sería anormal.

Por otra parte las zapatas más anchas oponen más resistencia a los giros. Las zapatas más estrechas pueden presentar dificultades para el apoyo o flotación del tractor, ya que al hundirse más de lo debido su desplazamiento afecta a los mandos finales.

No es normal que se presente un desgaste importante en las ruedas guías, dado que el tratamiento térmico a que están sometidas aumenta la dureza de su superficie. En donde resultan con desgastes anormales es en las palas cargadoras sobre orugas, ya que, en este caso, el esfuerzo de giro puede ser más importante. El recargue con soldadura eléctrica de las zonas desgastadas constituye la operación más idónea.

5.4 TRENES DE RODAJE DE DISTINTAS MÁQUINAS

5.4.1 Rodajes de excavadoras

Estas máquinas precisan desplazamientos mucho menores que los de tractores, por lo que sus trenes de oruga son esencialmente distintos.

En las excavadoras, las ruedas motrices son de un perfil especial que auto-elimina la suciedad, barro, tierra, etc.; los eslabones forman generalmente, una sola pieza con las zapatas, no se emplea, normalmente, el casquillo como elemento de unión, sino simplemente un bulón con un fiador que impide su salida.

La superficie de apoyo es normalmente plana y no tiene los realces de que disponen las zapatas de los tractores de orugas.

El apoyo se realiza por rodillos en la parte superior e inferior, o bien por ruedas que, al estar fijas en el bastidor de la oruga, producen el apoyo en la parte superior e inferior de la oruga, simultáneamente.



Figura 5.8 Tren de rodaje de excavadora⁴⁷

5.4.2 Tren de rodaje de banda de goma

En la actualidad se ofrece para los fabricantes de equipo original (OEM) el tren de rodaje de goma ASV, pendiente de patente, con múltiples niveles de suspensión y mando final de engranaje planetario. La banda está hecha con un exclusivo compuesto de goma moldeada aplicada sobre cuerdas resistentes a la alta tensión.

Las garras están moldeadas en la cadena para mayor capacidad de tracción en suelos con nieve y otros suelos blandos. El tren de rodaje distribuye el peso de la máquina sobre una gran superficie de suelo, para proporcionar alta flotación, tracción óptima y facilidad de operación. Es ideal para aplicaciones en las que se desea velocidad de la máquina relativamente alta, excelente fuerza de tracción y baja presión sobre el suelo.

⁴⁷ URL:www.cat.com

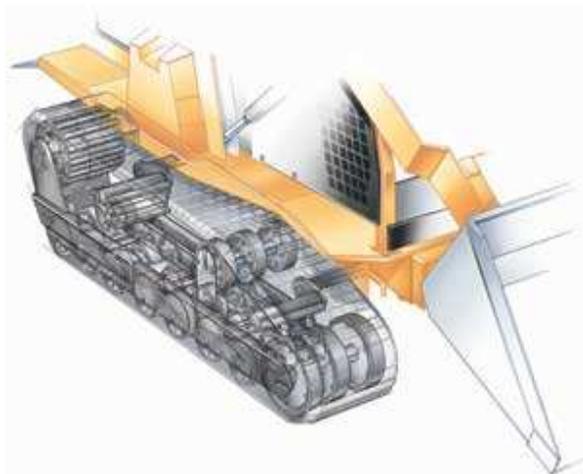


Figura 5.9 Tren de rodaje de banda de goma⁴⁸

5.4.3 Tren de rodaje de mini excavadora

Cadena de acero o banda de goma con máxima movilidad, baja presión sobre el suelo para reducir la compactación del terreno, gran durabilidad de los bastidores superior e inferior. El diseño del bastidor reduce la compactación de material en las cadenas Tensión ajustable de la cadena



Figura 5.10 Tren de rodaje de mini excavadora⁴⁹

5.4.3 Tren de rodaje de rueda motriz elevada

Caterpillar patentó un sistema de rueda motriz elevada y es de mejor utilidad ya que facilita el desmontaje de servo transmisión y mandos finales.

⁴⁸ URL:www.cat.com

⁴⁹ URL:www.cat.com



Figura 5.11 Tren de rodaje de Rueda Motriz Elevada.

5.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESGASTE⁵⁰

Los factores que determinan la vida útil del tren de rodaje y desgaste equilibrado entre componentes se puede dividir en tres grupos principales.

En el primero están aquellos que se pueden controlar. Estos son: ajuste de la tensión de las cadenas (controlado por el operador y/o personal de mantenimiento), ancho de zapata (controlado por el operador y personal de compras) y en algunos modelos, alineación (controlada por el usuario y/o personal de servicio del distribuidor)

El segundo grupo principal, factores no controlables, incluye variantes llamadas “supuestos”. Son los que dependen de la obra. Están determinados en su totalidad por las condiciones del suelo e incluyen impacto, abrasivos, compactación, humedad, terreno e incluso aplicación.

El último grupo, llamado a veces factores parcialmente controlables, se relaciona con los hábitos o costumbres del operador de la máquina.

⁵⁰ Manual de servicio especial Caterpillar. Pag. 9

5.5.1 FACTORES CONTROLABLES

5.5.1.1 Ajuste de las Cadenas

Cada aplicación afecta de forma diferente el desgaste del tren de rodaje y exige diversos métodos de ajuste de la cadena. Ajustar la cadena en las condiciones de terreno en las que su máquina está trabajando. Por ejemplo, si una cadena ajustada correctamente para aplicaciones sin compactación de material tiene que trabajar en condiciones de compactación, los materiales empacados en la cadena aumentarán la tensión de la cadena, haciéndola demasiado apretado. La mayor tensión de la cadena aumenta tanto la carga como el desgaste de todos los componentes que hacen contacto entre sí en el tren de rodaje.

Una cadena mal ajustada puede resultar en problemas y desgaste de otros componentes tales como:

Desgaste de los bujes y de la rueda motriz. Una cadena demasiado tensa aumenta las cargas, lo cual aumenta el desgaste. El desgaste se produce a medida que el buje gire y/o se deslice en la rueda motriz.

Desgaste de los eslabones, rodillos de cadena y la rueda guía. En menor grado, una cadena demasiado tensa aumenta las cargas entre los eslabones, rodillos y ruedas guía. Esto acelera el desgaste particularmente en las ruedas guía.

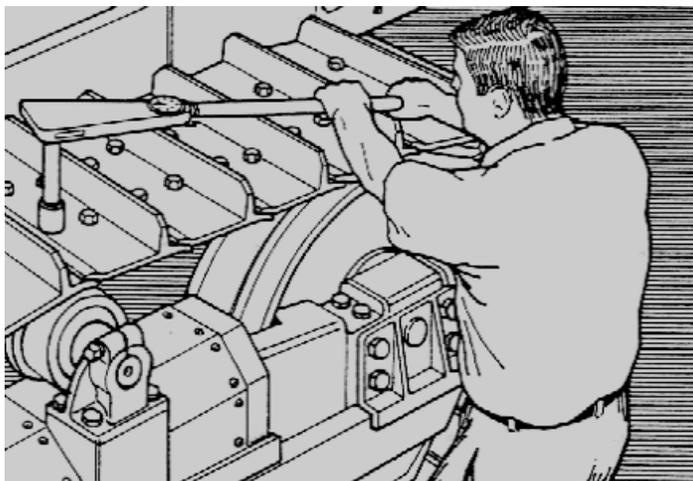


Figura 5.12 Ajuste de pernos

5.5.1.2 Usar siempre la zapata más angosta posible

Usar zapatas angostas que aún proporcionan flotación adecuada para su aplicación. El uso de zapatas más anchas que lo exija la aplicación puede conducir a:

- **Con zapatas más anchas**, se aumentan la resistencia a la rodadura, las cargas y el peso, especialmente en condiciones de terreno difíciles. Estos esfuerzos de tensión adicionales aceleran el régimen de desgaste de los bujes y las ruedas motrices.
- **Mayor desgaste de los eslabones**, los rodillos de cadena, la llanta de las ruedas guía y las pestañas. El uso de zapatas demasiado anchas aumenta la interferencia entre estas superficies, acelerando su desgaste.
- **Aflojamiento de pasadores, bujes y tornillería de zapatas**. El par de fuerzas aumenta con el uso de zapatas más anchas. En condiciones de altos impactos o terrenos muy escabrosos, los mayores pares de fuerza pueden conducir al aflojamiento prematuro de los componentes empernados y ajustados a presión.
- **Reducción de vida útil de las juntas de las cadenas**. Las fuerzas de torsión se aumentan al usar zapatas anchas en condiciones de altos impactos, haciendo que se abran las juntas de las cadenas. Esto puede conducir a la pérdida de lubricante, a mayor desgaste interno y al reemplazo o reacondicionamiento de las juntas de cadenas más pronto que lo esperado.
- **Rotura de zapatas**. Una resistencia excesiva a la rodadura en condiciones extremas puede resultar en la rotura de zapatas anchas.

5.5.2 FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE LA MAQUINA⁵¹

Las zapatas deben proporcionar: Flotación, penetración – tracción, maniobrabilidad y versatilidad.

Flotación: Elija el ancho de la zapata para proporcionar una flotación adecuada sin sobrepasar la flotación necesaria. La zapata más angosta que proporcione flotación adecuada impedirá que la máquina se hunda. La flotación aumenta proporcionalmente con el ancho de la zapata.

Penetración – tracción: Si la zapata es más ancha no quiere decir que tenga mejor penetración o tracción, ni que la producción de la máquina sea mayor, suponiendo que haya flotación adecuada.

Maniobrabilidad: El ancho adicional de la zapata aumenta la resistencia al giro, haciendo que sea más fácil manipular la máquina y disminuye la productividad.

Versatilidad: El mayor ancho de las zapatas aumenta la versatilidad de la máquina permitiendo cambiar de condiciones de suelo “duro” a “más blando” sin perder la flotación. Sin embargo el mayor ancho de la zapata acelera el desgaste y el daño estructural.

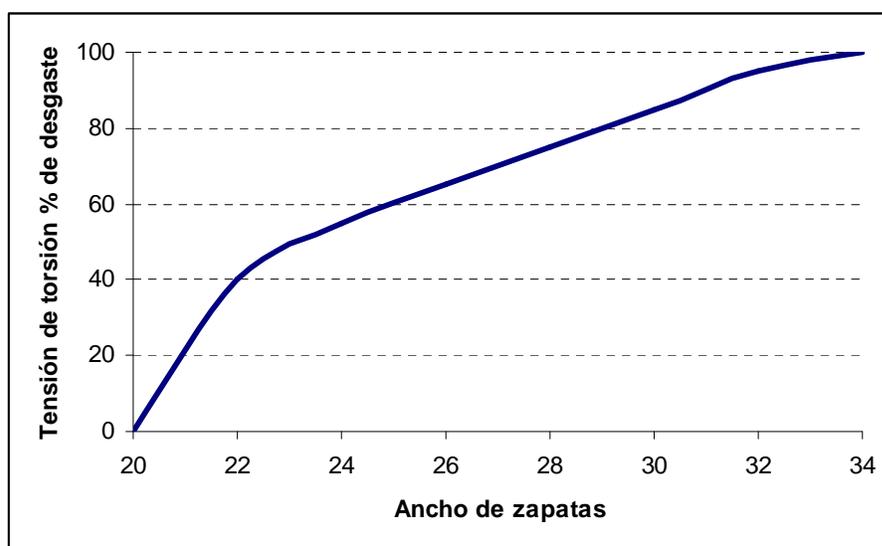


Figura 5.13 Porcentaje de desgaste en función del ancho de la zapata.⁵²

⁵¹ Manual de servicio especial Caterpillar Pag. 10, 11

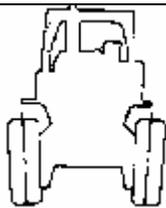
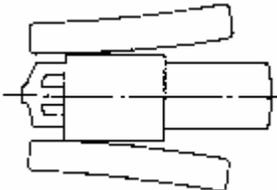
5.5.1.3 Alineación

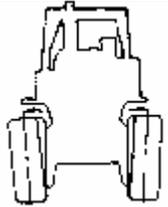
La alineación apropiada del bastidor de rodillos, rueda guía y rueda dentada es importante para evitar el desgaste acelerado y desigual en los componentes móviles del tren de rodaje (bandas y pestañas de los rodillos, rieles de los eslabones y lados de los rieles, y segmentos de la rueda dentada o lados de los aros).

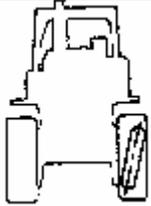
Como regla general, cualquier diferencia en el patrón de desgaste entre la izquierda y derecha, interior y exterior o delantera y trasera puede ser por la alineación indebida de una o más piezas del bastidor de rodillos, rueda guía o rueda motriz.

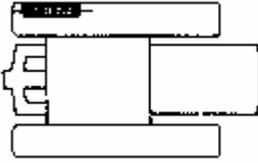
A continuación se presenta una descripción de los problemas más comunes de alineación, su causa, efecto y los pasos necesarios para corregirlos.

Tabla 5.1 Problemas de alineación del tren de rodaje

PROBLEMA	CAUSA	EFEECTO	SOLUCIÓN	GRÁFICO
BASTIDOR DE RODILLOS				
Convergencia horizontal y/o divergencia horizontal. Cuando se ven desde arriba, uno o ambos bastidores de rodillos no están paralelos con líneas central del tractor.	El refuerzo diagonal o el bastidor de los rodillos esta temporal (durante la carga solamente) o permanentemente doblado.	Desgaste desigual cuando se compara la parte interior con la parte exterior del rodillo, y las pestañas de la rueda guía y lados de los rieles. El estado de los rodillos empeora progresivamente, desde los delanteros hasta los posteriores.	Enderezar los refuerzos diagonales y reparar los cojinetes de montaje.	
Inclinación. Cuando, visto desde la parte delantera o trasera, el bastidor de rodillos está doblado hacia fuera o hacia adentro con relación al tractor.	El refuerzo diagonal esta doblado permanentemente, y los montajes o cojinetes están rotos.	Desgaste desigual cuando se compara la parte inferior con la exterior de la rueda guía, rodillo, bandas y pestañas del eslabon. Desgaste desigual en los rodillos, desde los delanteros hasta los traseros.	Enderezar el refuerzo diagonal y/o reparar los cojinetes de montaje.	
Arco. Es similar a la convergencia y divergencia horizontal, pero el bastidor de rodillos esta doblado hacia fuera o hacia adentro con relación al tractor.	El bastidor de rodillos esta doblado.	Es similar al de convergencia y divergencia horizontal, excepto que no afecta los rodillos posteriores.	Enderezar el bastidor de rodillos.	

<p>Torcimiento. Cuando se mira de frente, el bastidor de rodillos se ve torcido y con el extremo delantero inclinado hacia fuera.</p>	<p>El bastidor esta torcido alrededor de un eje horizontal paralelo al tractor.</p>	<p>Es similar al de inclinación, excepto que no afecta los rodillos posteriores.</p>	<p>Enderezar el bastidor de rodillos.</p>	
<p>MONTAJE DE LA RUEDA GUÍA</p>				
<p>Convergencia o divergencia. Cuando se ve desde arriba, la rueda guía no está paralela con la línea central del bastidor de rodillos.</p>	<p>Las secciones en caja del soporte de la rueda guía están dobladas, o el yugo de la rueda guía esta doblado.</p>	<p>Se desgastan mayormente los lados interiores de los rieles y las pestañas de las ruedas guía puede afectar el desgaste en las pestañas de los rodillos delanteros.</p>	<p>Enderezar el yugo o las secciones en caja del soporte de la rueda guía.</p>	
<p>Altura de la rueda guía. La distancia que la llanta de la rueda guía de la cadena es superior a la llanta del rodillo de la cadena adyacente.</p>	<p>Altura de la rueda guía insuficiente o excesiva.</p>	<p>A medida que la llanta del rodillo de cadena se desgasta y daña, puede ocurrir el deterioro o pérdida de los topes de los soportes basculantes dando como resultado vibración excesiva de la máquina. La vibración es el resultado de insuficiente altura de la rueda guía. La altura insuficiente resulta en mal control de explanación, particularmente mientras se llevan a cabo las operaciones de explanación.</p>	<p>Poner el número correcto de calces.</p>	

Desplazamiento lateral. Vista desde arriba, la rueda guía esta paralela pero movida hacia adentro o hacia fuera con respecto al tractor y al bastidor de rodillos.	El numero de calces es incorrecto.,	Desgaste selectivo de las pestañas de rueda guía interior o exterior y puede afectar al (los) rodillo(s) delantero(s) si tal condición es severa.	Colocar el numero correcto de calces.	
Torcimiento-inclinación. Vista desde arriba, la rueda guía se ladea para inclinarse fuera del plano vertical	El bastidor de la caja del soporte de la rueda guía está doblado (parte interior y exterior hacia arriba y/o hacia abajo en relación reciproca)	El mismo que el de convergencia y divergencia horizontal.	La misma que para convergencia y divergencia horizontal.	
RUEDA MOTRIZ				
Convergencia y divergencia horizontal. Vista desde arriba. La rueda motriz no esta paralela a la línea de centro del bastidor de rodillos.	El eje de la rueda motriz esta doblado hacia delante o hacia atrás.	Desgaste en ambos lados interiores del eslabón y ambos lados de los segmentos.	Enderezar o reemplazar el eje de la rueda motriz.	
Torcimiento. Vista desde atrás, la rueda motriz se ladea o inclina hacia adentro o hacia fuera con respecto al bastidor de rodillos.	El eje de la rueda motriz está doblado hacia arriba o hacia abajo.	El lado interior o exterior de la rueda motriz y los lados interiores del riel están desgastados selectivamente, lo que podría afectar las pestañas de los rodillos interiores	Enderezar el eje de la rueda motriz.	

<p>Desplazamiento lateral. Cuando se ve desde arriba, la rueda motriz está paralela pero no movida hacia el tractor y bastidor de rodillos o viceversa.</p>	<p>La rueda motriz no ha puesto la distancia apropiada en el eje.</p>	<p>Desgaste selectivo en la pestaña interior o exterior de la rueda guía y lado interior del riel, y puede afectar las pestañas de los rodillos traseros.</p>	<p>Recolocar la rueda motriz en el eje.</p>	
---	---	---	---	---

5.5.2 FACTORES NO CONTROLABLES⁵³

5.5.2.1 Compactación del suelo

Durante la operación, materiales pueden empacarse entre los componentes adyacentes tales como los rodillos, eslabones, dientes de la rueda motriz y bujes.

La acumulación de material impide el engrane apropiado de los componentes, lo cual puede aumentar las cargas y el régimen de desgaste. La compactación es inevitable en muchas aplicaciones; no obstante, hay cosas que se pueden hacer para reducir los efectos.

Usar zapatas con abertura central en ciertas situaciones para poder expulsar materiales como arena mojada, arcilla o nieve.

Limpiar a menudo el tren de rodaje porque las zapatas con abertura central no permiten expulsar materiales como desperdicios, ramitas, piedras y basura de rellenos.

Use protectores de rodillos solo cuando sea necesario porque pueden atrapar basura y aumentar los efectos de compactación. Han sido diseñados principalmente para usar en condiciones de altos impactos.

5.5.2.2 Terreno

Por lo general, no se puede controlar el terreno en que se va a trabajar. Sin embargo, es importante saber cómo los contornos y pendientes afectan el desgaste del tren de rodaje.

Al trabajar cuesta arriba, el peso y la carga se transfieren a la parte posterior, produciendo más desgaste en los rodillos traseros y aumentando el desgaste de las ruedas motrices y los bujes delanteros.

Al trabajar cuesta abajo, el peso y la carga quedan hacia delante, acelerando el régimen de desgaste en la cadena delantera y los rodillos superiores.

⁵³ Manual de servicio especial Caterpillar Pag. 11

Al trabajar en el tope de una cuesta, la carga se concentra en los componentes interiores, aumentando el desgaste de los eslabones interiores, los rodillos interiores, la llanta de las ruedas guías y los extremos de las garras.

Al trabajar en una depresión, la carga pasa al rodillo exterior, a la llanta de las ruedas guía y a los eslabones exteriores.

5.5.2.3 Aplicación.

La aplicación describe lo que hace una máquina, el tipo de trabajo que desempeña una máquina y el tipo de materiales en que trabaja pueden afectar el régimen de desgaste de los diversos componentes. Las situaciones siguientes corresponden a máquinas a que trabajan sobre un terreno horizontal.

Por lo general, en trabajos de nivelación y carga por empuje, el peso queda hacia delante, resultando en un régimen de desgaste más rápido en los rodillos delanteros y las ruedas guías.

En los trabajos de desgarramiento y con la barra de tiro, el peso queda hacia la parte trasera de la máquina, aumentando el desgaste en los rodillos traseros y las ruedas motrices.

En los trabajos de carga, el peso pasa de la parte trasera de la máquina a la parte delantera a medida que se cambie de excavación a acarreo. El desgaste se produce más en los rodillos delanteros y traseros que en los centrales.

En trabajos de excavación, el peso queda en el lado en que se está cavando.

5.5.3 FACTORES PARCIALMENTE CONTROLABLES

5.5.3.1 Control de la Operación de la Máquina

Una de las mejores maneras de proteger la máquina contra desgaste innecesario es asegurarse de usarla debidamente.

Lo siguiente produce desgaste adicional en los componentes del tren de rodaje.

- Deslizamiento de la cadena, que acelera el desgaste de las garras y reduce la producción.
- Operación innecesaria en retroceso. Esto aumenta aún más el desgaste de los bujes y las ruedas motrices. Si hay que mover la máquina de un lugar a otro, la operación en retroceso producirá más desgaste de los bujes cualquiera que sea su velocidad.
- Hacer funcionar la máquina a velocidades demasiado altas puede producir el desgaste de los eslabones, los rodillos de cadena y la llanta de las ruedas guía. El desgaste está relacionado con la distancia que se mueve la máquina, y no necesariamente con las horas de uso, y dicho desgaste aumenta proporcionalmente según la velocidad.
- Hacer girar la máquina siempre en un solo sentido puede conducir al desgaste de la pestaña de los rodillos de cadena /riel lateral de los eslabones y de la pestaña de la rueda guía. El desgaste aumenta en el lado de la máquina que se use más durante el trabajo o al hacer giros, debido a la mayor potencia y a la mayor distancia de desplazamiento.

5.7.2 DESGASTE Y PROBLEMAS ESTRUCTURALES DEL TREN DE RODAJE

Tabla 5.2 Tabla de Diagnóstico de Desgastes y Problemas Estructurales

PROBLEMA	CAUSA	ACELERADORES	EFECTO	SOLUCIONES
PATRONES DE DESGASTE DE LOS ESLABONES				
Desgaste del riel parte superior	Contacto de rodadura y resbalamiento con los rodillos y bandas de la rueda guía	Potencia, peso, velocidad, impacto, abrasión, anchura de las zapatas, y cadena muy apretada y sinuosa.	Se llega al límite de desgaste cuando las pestañas de los rodillos comienzan a tocar la parte superior de la maza del pasador.	Eliminar o reducir los aceleradores de desgaste controlables mencionados anteriormente y reconstruir (soldar) hasta la altura del riel deseada.
Desgaste desigual (ondulación) en la parte superior del riel	Causa 1 y 3: Desgaste más acelerado debido a un contacto más reducido con los rodillos en el área de traslape (enlace) más angosto del eslabón (vea también más adelante desgaste de la cara). Causa 2: Desgaste por resbalamiento debido al área reducida de contacto con la rueda guía en el centro del riel del eslabón.	Los mismos del desgaste del riel (parte superior) ya mencionados, particularmente la cadena apretada	Efecto 1 y 3: el límite de desgaste sobre la maza del pasador ocurre prematuramente. Efecto 1, 2 y 3: reduce las posibilidades de reconstrucción.	Las mismas del desgaste en la parte superior del riel ya mencionadas. La cadena sellada y lubricada tendrá menos desgaste en las áreas 1 y 3 por no haber extensión del peso de las cadenas.
Desgaste lateral del riel (exterior y/o interior)	Contacto de rodadura y resbalamiento con los rodillos y pestañas de la rueda guía.	Lo mismo que el desgaste en la parte superior del riel, además de terreno desnivelado, virajes, operación en laderas, desalineación, zapatas demasiado anchas y sinuosidad de la cadena sellada o sin sellar.	Reduce la vida útil del riel hasta el límite de servicio y las posibilidades de reconstrucción.	Reducir o eliminar los aceleradores de desgaste controlables, particularmente la cadena sinuosa, cadena muy ajustada y zapatas demasiado anchas.

Desgaste del lado de la maza del pasador.	Contacto deslizante con las guías y/o protectores de rodillos más abrasivos (pueden verse en uno o los extremos del pasador generalmente más severo en el lado exterior.	Operación en terreno desigual y laderas. Zapatas demasiado anchas, pestaña del componente de rodadura desgastada, cadena floja y desalineada son los factores principales que se pueden controlar.		Eliminar o reducir los factores de acelerador controlables, particularmente una cadena floja girando los pasadores y bujes
Mellas en el interior del riel	La punta de los dientes de la rueda dentada interfiere debido a la cadena sinuosa y/o a la desalineación de la cadena o de la rueda dentada (vea desgaste de la rueda dentada)	Laderas o terreno desnivelado, virajes, zapatas demasiado anchas.	Se reducen las posibilidades de reconstruir los eslabones y también de reutilizar los segmentos de la rueda dentada, si las condiciones son severas.	Corregir causas y aceleradores controlables.
Deformación del abocardado	Contacto rotativo con el extremo del buje en la cadena sellada con paso extendido (vea desgaste del abocardado en la cadena sellada)	Ninguno; es función directa de la extensión del paso de la cadena.	Reduce las posibilidades de resellar el abocardado, aún con nuevos sellos en la cadena sellada. El eslabón es menos reconstruible.	Voltear pasadores y bujes de la cadena sellada en el momento del límite de servicio.
Mayor profundidad del abocardado.	Contacto rotativo entre los sellos o extremo de los bujes y la parte inferior del abocardado de la cadena sellada (vea desgaste del extremo de los bujes en la cadena sellada)	Abrasión, trabajos en laderas y virajes, impactos de empuje lateral y zapatas demasiado anchas.	El mismo de deformación del abocardado.	Reducir o eliminar los aceleradores del desgaste controlados e instalar nuevos sellos a la hora del volteo de pasadores y bujes
Desgaste en la parte superior de la maza del pasador	Contacto de resbalamiento y rodadura con las partes superiores de la pestaña de los rodillos (vea desgaste de las pestañas de los rodillos)	Desgaste desigual de los rodillos, progresivamente desde adelante hacia atrás cuando el eslabón no tiene el 100% de desgaste.	Pérdida de retención del pasador y posibilidades reducidas para reconstruir el riel.	Intercambiar los rodillos para equilibrar los efectos de desgaste y reconstruir el riel y rodillos según convenga.

Desgaste de la cara	Contacto rotativo entre las marcas del contacto recíproco de los eslabones, después del desgaste de profundidad del abocardado del eslabón, desgaste de los sellos y desgaste del extremo de los bujes en la cadena sellada, cuyas condiciones causan holgura entre estas piezas.	Los mismos del desgaste de profundidad en el abocardado.	Reduce la vida útil de los eslabones originales y/o reconstruidos, y también las posibilidades de reconstrucción (vea también desgaste desigual en la parte superior del riel, posición 1 y 3)	Reducir o eliminar los aceleradores de desgaste. La cadena sellada y lubricada tendrá muy poco desgaste de cara debido a que no ocurre desgaste en el abocardado ni en el extremo del buje. Mantenimiento las caras del eslabón separadas.
Extremos de la maza del pasador – desgaste de la guarda guía	Contacto de resbalamiento entre los extremos de la maza del pasador y las guardas guía y de los rodillos.	Los mismos del desgaste lateral del riel	Reducir o eliminar todos los aceleradores de desgaste controlables relacionados con las cargas que van desde las zapatas hasta los eslabones, mantener los pernos ajustados al par correcto y usar las zapatas mas angostas posibles	Reducir o eliminar todos los aceleradores controlables relacionados con las cargas llevadas de la zapata al eslabón, mantener los pernos bien apretados y utilizar las zapatas más angostas que sea posible.
PROBLEMAS ESTRUCTURALES DEL ESLABÓN				
Riel astillado	Contacto repetido de alto impacto con las bandas de los rodillos y/o pestañas.	Impacto, velocidad de la máquina, potencia, peso, zapatas demasiado anchas y cadenas muy ajustadas.	Puede reducir las posibilidades de reconstrucción en la vida útil si más del 30% de la superficie del riel esta afectada, aunque mayormente es un efecto de apariencia.	Reducir o eliminar los aceleradores de desgaste controlables, particularmente las zapatas demasiado anchas que suman peso y cargas de apalancamiento en terrenos desnivelados.

Eslabón rajado	Torcimiento repentino del eslabón.	Los mismos del riel astillado más cierto grado de desprendimiento de material desgastado. El mayor acelerador de desgaste son las zapatas demasiado anchas.	Vida más corta de las cadenas sin zapatas, separación de la cadena si las rajaduras atraviesan el eslabón e impiden su reconstrucción.	Reducir o eliminar los aceleradores de desgaste controlables, particularmente las zapatas demasiado anchas y cadenas muy ajustadas.
Agrandamiento de los agujeros de los pasadores y bujes	Material del agujero ensanchado durante el armado, además de material desgastado durante el movimiento deslizante de la flexión de pasadores y bujes.	Los mismos del riel astillado, además de material desgastado de las mazas de los pasadores. Las zapatas demasiado anchas		(1) Mejor alineación de la prensa de cadenas y utilización correcta de las herramientas para evitar producir deformaciones durante el armado y desarmado. (2) Reducir o eliminar los aceleradores de desgaste controlables, especialmente las astas demasiado anchas y cadenas muy ajustadas.
PATRONES DE DESGASTE DE LA CADENA SELLADA Y LUBRICADA PASADORES Y BUJES				
Desgaste de posición vertical (de 0° a 30° desde el punto vertical es un desgaste normal esperado)	Contacto de resbalamiento con la raíz de los dientes de la rueda motriz durante los cambios de dirección de avance a retroceso, y debido a cambios en el paso de la cadena por causa de acumulación menor de material y desgaste avanzado de otros componentes.	Potencia, peso y velocidad; impacto abrasión, cadena muy ajustada y cargas por acumulación de materiales, rodillos traseros desgastados, zapatas anchas y cargas de retroceso.	Se producirán grietas cuando se exceda el límite de desgaste respectivo de alto o bajo impacto (100% de desgaste). Se abrirá un agujero en la pared del buje al llegar al punto de destrucción.	Eliminar o reducir los aceleradores de desgaste controlables mencionados anteriormente y voltear los bujes antes del límite de servicio, o al llegar a éste.

<p>Lado de propulsión de retroceso y/o avance (de 30° a 60° desde el punto vertical).</p>	<p>Las mismas de la posición vertical, excepto que el grado de acumulación de materiales es moderadamente severo.</p>	<p>Los mismos de la posición vertical, pero particularmente la cadena muy ajustada.</p>	<p>La posición vertical se impondrá sobre el LPA o el LPR como la posición más desgastada en los últimos momentos si la cadena esta correctamente ajustada y no se instalan nuevos segmentos prematuramente.</p>	<p>Eliminar los aceleradores de desgaste controlables, particularmente la cadena muy ajustada. Los bujes deben voltearse antes de alcanzar el límite de servicio o al punto de alcanzar este límite.</p>
<p>Desgaste en el lado de propulsión de retroceso y/o de avance (de 60° a 90° desde el punto vertical).</p>	<p>(1) las mismas de la posición vertical y LPR/LPA, excepto que la acumulación es muy severa. (2) la cadena esta muy floja y causa atascamiento en retroceso, con movimiento de retroceso en la parte inferior de la rueda motriz en el LPR solamente.</p>	<p>(1) los mismos de la posición vertical y LPR/LPA. (2) los mismos de la posición vertical y LPR/LPA, excepto que se necesita aumentar la tensión de la cadena. La carga de retroceso de la máquina en cuesta arriba con la cadena demasiado floja es lo que mas acelera el desgaste.</p>	<p>(1) La posición vertical se impondrá en cada desgaste como la posición mas desgastada hacia el final de la vida útil si la cadena esta correctamente ajustada y no se instalan nuevos segmentos prematuramente. (2) la cadena puede saltar en la rueda motriz si la punta de los dientes esta desgastada excesivamente (reduciendo la altura de los mismos) y la cadena esta demasiado floja.</p>	<p>Eliminar o reducir los aceleradores de desgaste controlables. Voltar los bujes antes de que esta posición alcance el 120% cualquiera que sea el porcentaje de desgaste de la posición vertical. No instale nuevos segmentos prematuramente.(2) ajustar las cadenas a la deflexión recomendada en las secciones correspondientes a cada producto. Instalar nuevos segmentos sólo si la altura de la punta de los dientes está reducida considerablemente y no ocurre acumulación de moderada a severa. Voltar los bujes antes de que esta posición alcance el 120% de desgaste, cualquiera que sea el porcentaje de la posición vertical.</p>

Desgaste descentrado.	Desalineación de la cadena y rueda motriz	(1) varios problemas de alineación del bastidor de rodillos y rueda motriz. (2) Guardas guía traseras y/o guardas de mandos finales desgastados. (3) operación en laderas.	No debiera la cantidad de desgaste del buje hasta el límite de servicio, pero puede reducir la retención del buje si también ocurre impacto.	(1) Alineación correcta. (2) Reemplazar las guardas guías y de mandos finales.
Desgaste de la Pestaña del rodillo	Pestañas inferiores de los rodillos inferiores y/o pestañas de los rodillos superiores hacen contacto con los bujes debido a que uno o más eslabones, rodillos superiores o rodillos inferiores pasan considerablemente del 100% de desgaste.	Todas las condiciones variables de carga.	Los bujes se desgastan prematuramente hasta el límite de desgaste.	(1) voltear los bujes al llegar al 100% de desgaste en esa posición o antes. (2) Reconstruir o reemplazar los cascos de los rodillos superiores cascos de rodillos.
DESGASTE ESTRUCTURAL DE LOS BUJES DE LA CADENA SELLADA Y LUBRICADA.				
Rajadura en los bujes	Pasar el límite de desgaste correspondiente a la clase de impacto	Los mismos de los patrones de desgaste para la posición vertical	1 Pérdida de lubricante y desgaste interno. 2 Los bujes no se pueden reutilizar en juntas lubricadas y posiblemente no se pueden reutilizar en juntas secas si una pieza esta rota.	Reconsiderar la decisión de utilizarlos más allá del límite de desgaste.
Bujes y/o pasadores flojos en el eslabón	Perdida del ajuste a presión en el agujero del eslabón.	(1) Impactos severos repetidos vencen o agrietan el taladro del eslabón. (2) Taladrado del eslabón ensanchado por alineación incorrecta de la prensa al tiempo de hacer el armado.	1 Pérdida de lubricante. 2 Los pasadores, bujes y eslabones no son reutilizables en junta seca ni mojada.	1 Reducir o eliminar las condiciones variables que aceleran el impacto. 2 Controlar la capacidad de alineación de la prensa de cadenas.

DESGASTE ESTRUCTURAL DE LOS PASADORES DE LA CADENA SELLADA Y LUBRICADA.				
Escoriaciones en el pasador	Roce de metal con metal sin lubricar entre pasador y buje.	Condiciones de impacto, cadena muy apretada, mucha acumulación de materiales, zapata demasiado ancha y falta de lubricación.	Rayado de la superficie del pasador, el cual es reutilizable para un volteo seco o mojado. Es un problema solo de apariencia, que no resulta en extensión del paso de la cadena como ocurre con el desgaste interno.	Eliminar o reducir los aceleradores de desgaste (especialmente la cadena muy apretada y zapata muy ancha).
Astillado del pasador	El pasador que flexiona causa grietas que empiezan en el agujero del depósito de aceite y se extienden lentamente hacia la superficie.	Los mismos de la escoriación del pasador.	Pueden desprenderse peladuras o porciones de material en la superficie del pasador. Los pasadores en estas condiciones no deben reutilizar para volteo mojado ni seco.	Las mismas de las escoriaciones del pasador.
Rotura del pasador	Las grietas comienzan en la superficie exterior y se propagan rápidamente por todo el pasador. (no es tan común como con los pasadores de la cadena sellada)	Cargas de impacto en combinaciones con otras cargas usadas por la cadena muy ajustada, acumulación severa de materiales, zapatas demasiado anchas y efectos de los rodillos traseros desgastados.	Separación de la cadena, con poco o ningún aviso anticipado.	Eliminar o reducir los aceleradores de desgaste controlables, particularmente las zapatas demasiado anchas y la entrada de materiales de acumulación no exprimibles (rocas, etc.) en el área de contacto de los bujes con la rueda motriz.

Desgaste en el extremo del pasador.	Contacto de resbalamiento con guardas guías de cadenas y/o guardas de los rodillos y/o rocas. (puede verse en un extremo o el otro, o en ambos).	El terreno desigual y operación en laderas, zapatas demasiado anchas, pestañas del componente rodante desgastadas y desalineación son muchas de las condiciones variables controlables.	Probablemente sea necesario eliminar las rebabas del agujero del depósito y re-biselarlo para remover el adaptador de extremo y el tapón al hacer labores de conservación. Tal vez sea necesario re-biselar el extremo del pasador antes de presionarlo dentro del eslabón para evitar escariado del taladro, con la consiguiente pérdida de lubricante después de hacer el trabajo con la prensa para cadenas.	Eliminar o reducir los aceleradores de desgaste controlables.
PATRONES DE DESGASTE DE LA CADENA SELLADA PASADORES Y BUJES				
Desgaste crítico del lado de propulsión de retroceso. (de 30 a 60° desde el punto de vista vertical).	Rotación y resbalamiento contra la rueda dentada bajo carga anormal (características de los cargadores de cadena)	Potencia peso y velocidad, impacto, abrasión, cadena ajustada, cargas altas de trabajo en retroceso.	Se producen grietas en los lados de propulsión de retroceso, que se vuelvan LPA después del volteo de pasadores. Esto reduce la vida útil total de los pasadores después de voltearlos.	Reducir o eliminar los aceleradores de desgaste controlables. No demorar el volteo más allá del punto de servicio (100%) se el volteo es necesario. La máquina no se debe mover largas distancias en marcha atrás.

Lado de propulsión de avance crítico. (de 30 a 60° desde el punto de vista vertical).	Movimiento de resbalamiento del buje contra la rueda motriz, bajo cargas de avance anormales (características de aplicación de carga con empuje, barra de tiro y trabajos de empuje con la hoja)	Los mismos del LPR crítico descritos anteriormente, y también contribuyen el terreno desnivelado y los rodillos traseros desgastados.	Pared del buje completamente desgastada en la misma posición en que ocurre el desgaste interno y puede resultar en la necesidad de hacer un volteo antes del punto de servicio para evitar las rajaduras si el desgaste interno es crítico. No tendrá el mismo efecto en la vida útil después del volteo de los bujes en el desgaste del LPR crítico.	Reducir o eliminar los aceleradores de desgaste controlables, como cadena muy ajustada y rodillos traseros desgastados. Hacer el volteo antes si el desgaste interno es crítico, para evitar el agrietamiento del buje.
Lados de propulsión de avance y retroceso críticos en comparación a la posición vertical. (de 30 a 60° desde el punto de vista vertical).	Movimiento de resbalamiento del buje contra la rueda motriz bajo cargas de interferencia anormales (características de alto desgaste interno en cualquier aplicación o condición).	Los mismos del LPA y LPR críticos descritos anteriormente, en especial la cadena muy ajustada para compensar la sinuosidad.	Puede causar agrietamiento de los bujes antes o después del volteo si se excede el punto de servicio.	Eliminar los aceleradores de desgaste controlables, especialmente la cadena muy ajustada y el volteo basado en el desgaste interno hasta el punto de servicio. Cambiar la cadena sellada y lubricada.
Desgaste del extremo del buje	Contacto de resbalamiento entre el interior del sello o material abrasivo y la parte inferior del abocardado del eslabón (por lo general esta directamente relacionado, y es resultado del grado de desgaste interno y sinuosidad de la cadena. Y no es causa directa de la sinuosidad de la cadena).	Potencia de la máquina, peso y carga relacionadas con la velocidad, cargas relacionadas con el empuje lateral causadas por las condiciones del terreno y la maniobrabilidad, abrasión. Los únicos aceleradores de desgaste controlables son la anchura de la zapata y la condición de los componentes de guía.	Reduce la posibilidad de resellar las juntas al tiempo de volteo. Reduce la vida de desgaste interno y la capacidad de reconstrucción de los eslabones después del volteo.	Voltear los pasadores y bujes al ocurrir el límite de servicio. Mantener en buenas condiciones los componentes de guía.

<p>Desgaste del buje contra el abocardado del eslabón.</p>	<p>Contacto de resbalamiento con el abocardado del eslabón y con abrasivos (siempre relacionado con la extensión del paso de la cadena por el desgaste interno)</p>	<p>Potencia peso y velocidad de la máquina; abrasión, sellado inadecuado y serpenteo de la cadena; las cargas de impacto con acumulación compactada de materiales en componentes y las maniobras. Las principales condiciones de desgaste controlables son la tensión de la cadena , las zapatas demasiado anchas, los rodillos traseros desgastados y el trabajo improductivo a alta velocidad.</p>	<p>Reduce las posibilidades de resellar las juntas. Reduce la vida útil interna y la capacidad de reconstrucción de los eslabones después del volteo.</p>	<p>Las mismas del desgaste entre pasadores y bujes.</p>
<p>DESGASTE ESTRUCTURAL DE LOS PASADORES DE LA CADENA SELLADA</p>				
<p>Grietas en los bujes (a través de la pared)</p>	<p>Exceder el límite de desgaste interno y/o externo en los grados de impacto respectivos. (las grietas pueden estar en varias posiciones y tener distintas configuraciones)</p>	<p>Cualquier carga entre la rueda motriz y bujes causada por la potencia, peso, velocidad, impacto y condiciones del terreno, zapatas demasiado anchas, rodillos traseros desgastados, cadena demasiado ajustada y excederse de los límites de desgaste interno son las principales causas controlables de desgaste.</p>	<p>Según sea el grado de agrietamiento y/o la pérdida de material de la pared de los bujes, es posible que después de voltearlos no sean lo suficientemente fuertes para proporcionar la vida útil máxima posible en el lado posterior de los bujes.</p>	<p>Eliminar o reducir los aceleradores de desgaste controlables.</p>

Grietas en el extremo del buje.	Contacto de impacto con abocardado, después de desgaste interno y sinuosidad de la cadena.	Los mismos del desgaste del extremo del buje y desgaste del abocardado del buje.		No exceder los límites de servicio del desgaste interno.
DESGASTE ESTRUCTURAL DE LOS PASADORES SELLADOS O SECOS				
Desgaste interno (del diámetro exterior del pasador y diámetro interior del buje).	Contacto rotativo con materiales abrasivos y/o el diámetro interno del buje.	Potencia, peso y velocidad de la máquina; abrasión, pérdida del efecto sellador y sinuosidad de la cadena, impacto, cargas sobre el terreno por acumulación de materiales y maniobrabilidad. Las principales condiciones de desgaste controlables son tensión de la cadena, zapatas demasiado anchas, rodillos traseros desgastados y trabajo improductivo a alta velocidad.	Aumento del paso de la cadena con el resultante alargamiento (vea patrón de desgaste de la rueda motriz). Comienzo de la reacción en "cadena" del desgaste en los componentes más avanzados del tren de rodaje.	Eliminar o reducir los aceleradores de desgaste controlables. Voltear pasadores y bujes de la cadena sellada en el límite de servicio. Usar la cadena sellada y lubricada.
Desgaste del extremo del pasador.	Contacto de resbalamiento con las guardas guía y/o guardas de rodillos además de abrasión (puede verse en uno o ambos extremos del pasador – usualmente es más severo en la parte de afuera)	Terreno desnivelado y operación en laderas. Zapatas demasiado anchas, desalineación de la pestaña desgastada del componente rodante y cadena sinuosa son los aceleradores de desgaste controlables más importantes.	Los pasadores tendrán que rebi-selarse antes de armar la cadena al hacer el volteo, para evitar deformar con bordes agudos los agujeros del pasador de eslabón, lo cual resulta en la pérdida de retención del mismo. En casos extremos se observara desgaste en la cara de afuera de la maza del pasador, lo cual también reduce la retención de los pasadores.	Eliminar o reducir los aceleradores de desgaste controlables, particularmente la cadena sinuosa, volteando pasadores y bujes.

Aflojamiento del pasador	Pérdida de retención del ajuste a presión en el taladro para el pasador.	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos severos y repetidos debilitan o agrietan el agujero del eslabón. • El terreno desnivelado y las zapatas muy anchas aumentan la flexión de los pasadores en los agujeros. • El agujero del pasador se agrandó o rayó por mala alineación en la prensa al rearmar la cadena. • Las zapatas están flojas. 	Pérdida del pasador y separación de la cadena; pérdida de la capacidad de reconstrucción y reutilización de las piezas.	<p>1 Eliminar o reducir los aceleradores de desgaste controlables, los cuales aumentan las cargas de impacto y flexión de las juntas tales como zapatas demasiado anchas.</p> <p>2 Controlar la capacidad de alineación de la prensa de cadenas, y rebiselar los extremos de los pasadores para reducir la deformación de los agujeros.</p>
Rotura del pasador	Cargas muy estáticas o de alto impacto, las cuales para empezar causan grietas en la superficie exterior (usualmente en el escalón de desgaste del pasador) y se propagan rápidamente por todo el pasador.	Los principales aceleradores controlables son potencia, peso y velocidad de la máquina de impacto y condiciones de terreno, cantidad de desgaste interno que reduce el diámetro del pasador, cadena muy ajustada, zapatas demasiado anchas, rodillos traseros desgastados y cargas severas por acumulación de materiales entre los bujes y la rueda motriz.	Separación inmediata de la cadena, daño severo a otros componentes.	Eliminar o reducir los aceleradores de desgaste controlables, particularmente en rocas que se meten en los espacios entre la rueda motriz, y los bujes.

PATRONES DE DESGASTE DE LAS ZAPATAS

Desgaste de garras.	Contacto de resbalamiento con el suelo.	Peso, potencia, velocidad, impacto, abrasión, terreno y todas las variables de operación que causan el giro falso de las cadenas, virajes o resbalamiento (improductivos)	Pérdida de tracción, de la resistencia al doblamiento y de la capacidad de reconstrucción de las garras cuando se alcanzan o exceden los límites de desgaste.	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir o eliminar los aceleradores de desgaste controlables, particularmente el giro en falso de las cadenas y los virajes innecesarios. • Usar las zapatas para servicio pesado, si la zapata de una garra es la pieza crítica, que requiere servicio antes que los pasadores y bujes.
Desgaste de la plancha y de los bordes delantero y trasero.	Las mismas de desgaste de las garras.	Los mismos de desgaste de las garras.	Perdida de resistencia al doblamiento y podría evitar una vida útil apropiada de la garra reconstruida, cualquiera que sea la condición de ésta.	Las mismas que para el desgaste de las garras. Usar la cadena sellada y lubricada si el desgaste en los bordes delanteros y trasero es un punto crítico de desgaste.
Desgaste de la esquina de la garra.	Las mismas del desgaste de las garras, aunque predominan diferentes condiciones de tracción y aceleradores de desgaste por operación de la máquina.	Los mismos de desgaste de las garras, excepto que el terreno probablemente es menos suave. Las zapatas demasiado anchas en condiciones de alto impacto en terrenos escabroso aceleran este efecto, especialmente si se hacen muchos virajes.	Reducir o eliminar los aceleradores de desgaste controlables y usar las zapatas más angostas posibles que proporcionen una flotación adecuada.	

PROBLEMAS ESTRUCTURALES DE LAS ZAPATAS				
Zapata Doblada, agrietada y rota.	La carga de doblamiento en la zapata excede la resistencia al doblamiento de la zapata debido a (1) pérdida de materia de desgaste en la garra y la plancha, y (2) zapata demasiado ancha para las condiciones de tracción.	Los mismos de desgaste de las garras de la zapata, particularmente en el ancho de esta.	Pérdida de la vida útil sin usar de la zapata.	Usar una zapata más angosta y/o más fuerte (de servicio extremo) que proporcione flotación adecuada.
Agrandamiento del agujero del perno.(con los herrajes flojos)	La pérdida de sujeción entre las zapatas y eslabones o los pernos flojos producen un golpeteo que agranda el agujero.	<ul style="list-style-type: none"> • Los mismos de zapatas dobladas agrietadas y rotas, particularmente las zapatas demasiado anchas, además de gran resistencia a los virajes por causa de garras demasiado altas. • Herrajes incorrectamente ajustados. 	Vida útil sin usar de las zapatas que se desperdicia; pérdida de la capacidad de reconstrucción de las garras en las zapatas; daños causados en los agujeros para los pernos del eslabón, con la pérdida de vida útil aprovechable y de capacidad de reconstrucción.	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar las zapatas más angostas posibles que proporcionan flotación adecuada. Recortar los extremos de la garra para disminuir la resistencia la viraje de las zapatas anchas. • Seleccionar zapatas con más de una garra para disminuir la resistencia al viraje. • Usar zapatas para el servicio severo si las zapatas de una garra están dobladas.
PATRONES DE DESGASTE DE LA RUEDA GUÍA				
Desgaste de la llanta (patrón de desgaste normal).	Movimiento de resbalamiento lateral con la superficie del riel del eslabón de cadena.	Peso de la máquina, potencia, velocidad y aplicaciones en la que se pone más peso en la parte delantera de la máquina. Impacto, abrasión, acumulación, terreno y virajes. La cadena muy ajustada o sinuosa y la desalineación son los principales aceleradores de desgaste controlables.	Si la llanta se desgasta más de 100% en la parte más honda, pueden reducirse las posibilidades de reconstrucción, y probablemente se agriete al 120% de desgaste o más.	Reducir o eliminar la condición de cadena demasiado ajustada y resolver el problema de desalineación, según se indica por la forma descentrada del desgaste. Reconstruir las llantas cuando se alcance el límite de servicio.

Desgaste del lado de la pestaña	Movimiento de encaje con el lado interior del riel del eslabón de cadena.	Los mismos que desgaste de la llanta, excepto que el terreno (lateral), virajes y desalineación tienen más efecto en el lado de la pestaña (vea la sección sobre la alineación de la rueda guía). La tensión y sinuosidad de la cadena y el desgaste de las guardas guía delanteras también tienen en el lado de las pestañas un efecto mayor que en las llantas. A esta condición también contribuyen las zapatas demasiado anchas.	Reduce las posibilidades de reconstruir la llanta de la rueda guía debido a dificultades (soldadura). No obstante, el efecto en la parte interior del riel de eslabón es más importante que el efecto sobre la propia rueda motriz..	Reducir o eliminar los aceleradores de desgaste controlables, incluyendo la desalineación, guardas guía delantera desgastadas, cadena sinuosa, cadena muy ajustada y zapatas demasiado anchas.
Desgaste en la parte superior de la pestaña. (puede estar abovedada).	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto de resbalamiento con cualquier material abrasivo acumulado en el área interior del conjunto de la rueda guía. • Contacto y movimiento de impacto con los eslabones de cadena, los cuales se han salido del área de la llanta. 	Velocidad, acumulación, adhesión y abrasión del material acumulado. A cadena demasiado floja o sinuosa aumenta la probabilidad de dañar los eslabones.	Reduce la distancia para medir el desgaste, y la consiguiente precisión de la medición. En casos extremos reduce las posibilidades de reconstrucción.	Si el estado es crítico, hacer la reconstrucción. Limpiar y expulsar el material acumulado en el área detrás de la rueda guía. Si este desgaste ocurre sin que haya acumulación de material, corregir la causa que hace saltar los eslabones fuera de la llanta y deslizarse por la pestaña central.

PATRONES DE DESGASTE EN LOS RODILLOS SUPERIORES

Desgaste de la llanta (uniforme)	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento de rodadura y resbalamiento con las superficies del riel (parte superior) de los eslabones. • Contacto de resbalamiento con el material acumulado en el bastidor de rodillos. 	Velocidad de la máquina, peso de la cadena, la cual es dominada por el ancho de la zapata, incluyendo el material acumulado. A tensión de la cadena es una condición de desgaste principalmente controlable, ya que la cadena muy ajustada causa impacto entre los eslabones y la superficie de las llantas, particularmente en movimiento de avance.	Se afecta la vida útil de los rodillos superiores y eslabones. No se afectan otros componentes, a menos que se exceda el límite de servicio, en cuyo caso las pestañas pueden golpear los bujes, produciéndose patrones de desgaste pocos comunes y averías prematuras.	Mantener la tensión adecuada de la cadena y reducir o eliminar otros aceleradores de desgaste controlables. Reconstruir o reemplazar los cascos de los rodillos superiores cuando se llegue al límite de servicio.
Desgaste lateral o desigual de la pestaña y desgaste descentrado de la llanta.	Contacto de rodadura y resbalamiento con la parte superior del riel de los eslabones y lados que no están alineados con los rodillos superiores.	Los mismos del desgaste de la llanta de los rodillos. Además de las condiciones del terreno y operación en laderas; y desalineación de los rodillos superiores, rueda motriz y/o rueda guía. Las zapatas descentradas moverán la cadena hacia el lado de afuera.	Se pierde parte del potencial de la vida útil. La capacidad de reconstrucción de los rodillos superiores y eslabones es menor.	Reducir o eliminar los aceleradores de desgaste controlables. Intercambiar los rodillos para equilibrar el desgaste.
Porciones planas en la llanta.	Contacto de resbalamiento con las partes superiores del riel cuando los rodillos superiores no giran.	Los mismos del desgaste uniforme de la llanta. La acumulación de materiales entre el bastidor de rodillos y los rodillos superiores es la principal causa de atascamiento.	Se reduce la vida útil y la capacidad de reconstrucción de los rodillos superiores. Se acelera el desgaste de los eslabones.	Limpiar y expulsar el material acumulado en los rodillos superiores.

PATRONES DE DESGASTE EN LOS RODILLOS INFERIORES

<p>Desgaste de la llanta (patrón de desgaste normal)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto de rodadura con materiales abrasivos estrujados entre la llanta del rodillo y la superficie (parte superior) del riel. • Contacto de resbalamiento lateral entre el riel y la llanta. 	<p>Peso, potencia, velocidad de la máquina, impacto, abrasión y hasta cierto punto, acumulación. Las condiciones de terreno y el tipo de aplicación con frecuencia determinan desgaste desigual, desde el interior al exterior de la llanta y desde los rodillos delanteros hasta los traseros. Los problemas de deformación poco común del bastidor de los rodillos pueden acelerar el ritmo de desgaste. Los virajes aumentan el contacto de resbalamiento lateral. Las zapatas demasiado anchas y la sinuosidad de la cadena tienden a acelerar el desgaste redondeado.</p>	<p>Interferencia de la maza del pasador con la pestaña del rodillo cuando los eslabones y rodillos combinadamente llegan o exceden el límite de servicio.</p>	<p>Reducir los rodillos para equilibrar las vidas útiles finales. Reconstruir (soldar) los rodillos a las dimensiones originales. Cambie los rodillos para equilibrar la vida útil final. Reconstruya los rodillos (suéldelos) a un nivel dimensional.</p>
<p>Desgaste del lado de la pestaña. (Lado inferior y/o exterior de cara a la banda)</p>	<p>Contacto de rodadura y resbalamiento con los lados del riel.</p>	<p>Los mismos del desgaste de la banda excepto que la operación en las laderas, terreno desnivelado, desalineamiento por virajes, guardas guía desgastada, cadena sinuosa y zapatas demasiado anchas tienen un resultado conmensurable mayor en la pestaña que en la banda.</p>	<p>Reduce las características de guía y capacidad de reconstrucción de rodillos.</p>	<p>Las mismas del desgaste de la llanta del rodillo.</p>

Desgaste superior de la pestaña	Contacto de rodadura y resbalamiento con las mazas de los pasadores de eslabón después de perder el espacio correcto.	Los mismos del desgaste de la banda	Reduce la capacidad de reconstrucción de los rodillos. Daña las mazas de los pasadores del eslabón, con la pérdida resultante de la retención del pasador y de la capacidad de reconstrucción.	Las mismas del desgaste de la llanta del rodillo.
PATRONES DE DESGASTE DE LA RUEDA MOTRIZ				
Desgaste de la raíz (de 0 a 30° grados desde la vertical) Es un patrón de desgaste normal en la cadena sellada y lubricada cuando no hay excesiva acumulación de materiales y con cadena sellada antes de la extensión del paso.	Contacto de resbalamiento en la posición vertical del buje durante los cambios de dirección de avance a retroceso, y debido al alargamiento de la cadena por efectos menores de acumulación de material y/o desgaste avanzado de los componentes.	Vea la sección de desgaste de la posición vertical del buje.	Ninguno de la propia rueda motriz. Ante la ausencia de otros patrones de desgaste se mejora la capacidad de reutilización de la rueda motriz.	Eliminar o reducir los aceleradores de desgaste controlables del buje en su posición vertical. El objetivo debe ser extender la vida útil de los bujes, y no la vida útil de la rueda motriz en esta posición.
Desgaste del lado de propulsión de retroceso y/o avance. (de 30° a 60° desde la vertical). Se trata de un desgaste normalmente esperado en la	Contacto de resbalamiento en la posición correspondiente del buje. En la cadena sellada indica un grado combinado de alargamiento de la cadena como resultado de desgaste interno, además de acumulación.	Vea desgaste del LPR y LPA de los bujes de la cadena sellada y lubricada.	Reduce el potencial de vida útil del segmento de la rueda motriz debido a menos resistencia de los dientes en su posición de impulsión.	Reducir o eliminar los aceleradores de desgaste controlables enumerados en la sección posiciones de desgaste del LPA y/o LPR de los bujes de la cadena sellada y lubricada. Cambie la rueda motriz según indica el medidor de reutilización de la rueda motriz, sólo al hacer el volteo o reemplazo de los bujes. La acción llevada a cabo debe ser considerando

<p>Cadena sellada y lubricada con acumulación de materiales, y con extensión del paso de la cadena sellada, con o sin acumulación de materiales.</p>				<p>los bujes y no el segmento de la rueda motriz, excepto en casos extremos cuando la pérdida de dientes podría causar daños en los mandos finales.</p>
<p>Desgaste de la punta del lado de propulsión de retroceso. (correspondiente a más de 60° desde el punto vertical en el desgaste del buje)</p>	<p>(1)Efecto severo de acumulación de materiales al no haber extensión del paso en la cadena sellada y lubricada, o al comienzo de la vida útil en la cadena sellada, haciendo que los bujes interfieran con la punta de los dientes de la rueda motriz al entrar por la parte inferior de la misma en movimiento de avance, y/o interferencia con la punta de los dientes al salir por la parte inferior de la rueda motriz en movimiento de retroceso. (2) La cadena que esta demasiado floja con mas de 2.54 cm (1pulg)(3/4" en máquinas con un solo rodillo superior) de deflexión resultara en retroatascamiento de los bujes en la parte inferior de la rueda motriz en movimiento de retroceso.</p>	<p>(1)Los mismos del desgaste del LPA y/o LPR de los bujes. (2)En la cadena demasiado floja: los mismos del desgaste del LPA y LPR de los bujes, excepto que será necesario aumentar la tensión de la cadena para eliminar la deflexión excesiva.</p>	<p>(1) y (2) sin efecto adverso en la propia rueda motriz cuando no se producen otros patrones de desgaste significativos del LPA y/o LPR. No afecta la capacidad de reutilización de la rueda motriz ni la vida útil especial, ya que la posición vertical se impondrá como las posiciones más desgastadas en la cadena sellada después de ocurrir la extensión del paso de la cadena.</p>	<p>(1)Si la causa es acumulación de materiales: reducir o eliminar los aceleradores de desgaste controlables, especialmente la cadena demasiado ajustada. No cambie los segmentos basándose solo en el desgaste de la punta de los dientes. Use el medidor de la rueda motriz para determinar la posibilidad de reutilizar después del volteo o reemplazo de los bujes. Use los segmentos para nieve y barro sólo si el material acumulado es constante y exprimible. (2) Si las causas es la cadena demasiado floja, ajustar ésta a la deflexión correcta. No cambie ni reemplace los segmentos basándose sólo en la punta de los dientes. Use el medidor de reutilización de la rueda motriz y determine las condiciones reutilizables después del volteo o reemplazo de los bujes.</p>

Desgaste de la punta del lado de propulsión de avance	Interferencia de resbalamiento de los bujes debido al mal emplazamiento de estos bajo condiciones severas de acumulación de materiales en la Cadena sellada y lubricada. Ocurre en la parte superior de la rueda motriz en movimiento de avance (Salida) y movimiento de retroceso (entrada). Usualmente es menos severo, pero siempre incide en presencia del desgaste de las puntas en el LPR descrito arriba. Va acompañado por desgaste de los bujes en la LPA.	Los mismos del desgaste de los bujes en la posición vertical. LPA y LPR. Excepto que la acumulación de materiales es más severa.	Ninguno en la propia rueda motriz. No afecta la vida útil interna de la rueda motriz ni la capacidad de reutilización excepto en casos muy severos.	Las mismas del desgaste de la punta de los dientes de la rueda motriz en el LPR descritas anteriormente cuando la causa es acumulación. No cambie ni reemplace los segmentos basándose en el desgaste de las puntas de los dientes. Se el medir de capacidad de reutilización de la rueda motriz para determinar la posibilidad de reutilizar los bujes después del volteo o reemplazo.
Desgaste del lado de la rueda motriz y desgaste en la esquina o mellado.	(1) Si ocurre en el lado interior o en el exterior sobre los 360° de la rueda motriz, las principales causas son cadena sellada cadena sellada sinuosa y/o pérdida de la capacidad de las guardas guías en la cadena sellada y lubricada o cadena sellada, resultante en interferencia con los lados interiores del eslabón. (2) si se limita al lado interior o exterior, o no es uniforme en los 360° de la rueda motriz, entonces la causa principal probablemente es desalineación de la rueda motriz y/o del bastidor de rodillos.	Terreno desnivelado y operación en laderas; virajes, zapatas demasiado anchas, cadena sinuosa.	El efecto adverso principal esta en el eslabón (vea la sección patrones de desgaste del eslabón). Los casos severos con áreas reducidas de contacto de la rueda motriz y los bujes pueden acelerar el desgaste de los bujes. También puede causar patrones de desgaste descentrados en los bujes, si la causa es cuestión de alineación.	(1) Si la causa es la Cadena sellada sinuosa, los pasadores y bujes deben voltearse o reemplazarse, aunque la principal consideración es la cadena, y no el desgaste de la rueda motriz. (2) Si la causa es guardas guías desgastadas, reemplace entonces las bandas de desgaste. (3) Si la causa es desalineación, haga la corrección después de efectuar mediciones cuidadosas.

CAPITULO VI

SISTEMA HIDRÁULICO

6.1 INTRODUCCIÓN

Los mecanismos que utilizan la maquinaria móvil con el pasar del tiempo han llegado a evolucionar hasta incorporar sistemas hidráulicos.

Los sistemas hidráulicos de las maquinarias, que se tratan en este trabajo tienen una base teórica que se fundamenta en las leyes de los fluidos y que estudia la hidrodinámica y la hidrostática.

6.2 COMPONENTES DEL SISTEMA HIDRAULICO⁵⁴

Los elementos que son necesarios para que un sistema hidráulico funcione son los siguientes:

- Tanque de almacenamiento de aceite,
- Fluido hidráulico (aceite),
- Líneas de conexión,
- Válvulas,
- Bombas
- Actuadores.
- Filtros hidráulicos.

Los actuadores son lineales y rotativos.

- Dentro de los actuadores lineales se encuentran los cilindros hidráulicos.
- Los actuadores rotativos son los motores hidráulicos.

En la figura 6.1 se muestra un esquema simple de un sistema hidráulico.

⁵⁴ Manual de Hidráulica Mobile. Vickers Pag. 13, 14

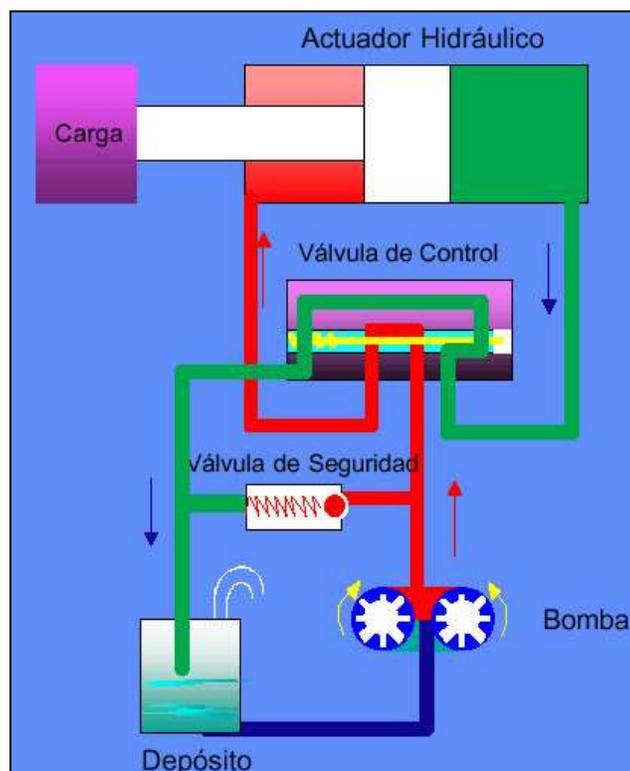


Figura 6.1 Sistema Hidráulico Simple ⁵⁵

6.3 BOMBAS HIDRAULICAS⁵⁶

En todo sistema hidráulico, es necesario que exista un grupo de presión, que genere la energía necesaria para mover los vástagos de los cilindros o los ejes de los actuadores rotativos de los componentes que realizan el trabajo. El elemento fundamental en esos grupos es la bomba, capaz de elevar la presión del fluido hidráulico y enviar el caudal a los mencionados dispositivos consumidores.

Teniendo en cuenta las presiones de trabajo, se han considerado como circuitos:

- Baja presión a los que funcionan con presiones de hasta 70 bar.
- Media presión a los que funcionan entre los 70 bar y los 180 bar y
- Alta presión a los circuitos que funcionan con presiones superiores a los 180 bar.

⁵⁵ Manual Electrónico de lubricantes Shell (Aceites de sistemas hidráulicos)

⁵⁶ Manual de Oleohidráulica. A. Serrano Nicolás. Capítulo 5

6.3.1 CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE BOMBAS

Debido a la gran cantidad de bombas que se muestran en la figura 6.2, solamente se describen las de mayor utilización en maquinaria pesada.



Figura 6.2 Clasificación Y Tipos de Bombas

6.3.1.1 BOMBAS DE ENGRANAJES

Las bombas de engranajes, de dentado cilíndrico recto son las más utilizadas en hidráulica debido su bajo costo, a las presiones que generan y a la gran gama de caudales que son capaces de suministrar.

Las desventajas que presentan frente a las de pistones por ejemplo, son las de poseer un menor rendimiento, ya que en las de engranajes oscila entre 85 y 90% de rendimiento total, y también a que son más ruidosas.

La figura 6.3 muestra la configuración básica interna de estas bombas donde en un cuerpo (2) se alojan, perfectamente ajustados, los piñones dentados (3). Suelen ser bombas simétricas, donde el eje de entrada puede girar en ambos sentidos. Con el sentido de giro indicado en los piñones de la figura, la aspiración del fluido se produce por el conducto (1), y la salida de presión del fluido hacia el circuito, por el conducto (4).

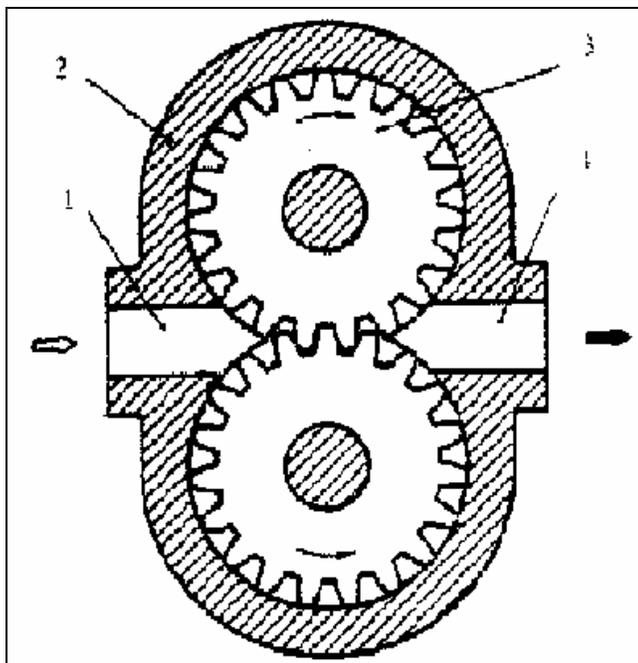


Figura 6.3 Bomba De Engranajes

6.3.1.2 BOMBAS DE PALETAS

Las bombas de paletas, figura 6.4 (a), constan principalmente y en su expresión más simple, de un rotor excéntrico (2), provisto de ranuras sobre las cuales deslizan radialmente las paletas (4), que giran en el interior de una carcasa (3) que posee un alojamiento circular.

Con el sentido de giro indicado, la aspiración tiene lugar por el conducto (1), y la salida de presión por el conducto (5).

Al girar el rotor, las paletas son mantenidas contra la pared del alojamiento debido a la fuerza centrífuga de las mismas y la acción de resortes, o bien también de forma

hidráulica. El giro del rotor crea en primer lugar un aumento de volumen que produce aspiración, y después una reducción del mismo que ocasiona un aumento de la presión que impulsa el fluido hacia el conducto de salida.

En (b) de la figura 6.4 se muestra una bomba de paletas en la cual el efecto anteriormente mencionado ha sido resuelto construyendo el alojamiento del rotor en forma elíptica y simétrica. Respecto a la bomba anteriormente mencionada, aquí se produce una acción doble de aspiración y presión en los lados opuestos, con lo cual se produce un equilibrio de fuerzas y pares. Los orificios (1) representan los conductos o lumbreras de presión y los (2), los conductos de aspiración.

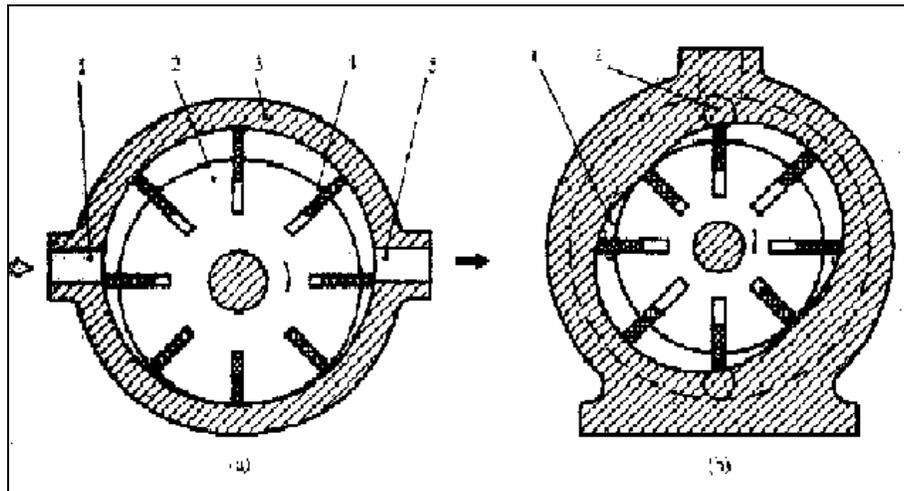


Figura 6.4 Bomba De Paletas

Con estas bombas se alcanzan presiones de hasta 210 bar y caudales de hasta 225 l/min en los casos de las bombas más sofisticadas. Al igual que las de engranajes, estas también pueden montarse en grupos de dos o tres unidades mediante un eje común que permite aumentar el caudal total, o bien obtener caudales diferentes en la instalación para variar la velocidad de los actuadores, como resultado de combinar dichos caudales.

6.3.3.3 BOMBAS DE PISTONES AXIALES

Estas bombas, tienen dispuestos los pistones de forma axial respecto al eje de la bomba y con una mayor o menor inclinación. Se pueden encontrar en el mercado

para caudal fijo y para caudal variable. A veces la misma bomba puede también ser utilizada como motor alimentándola de aceite a presión por el conducto correspondiente para hacer girar el eje de salida.

Como puede apreciarse en la figura 6.5, los pistones (4) están dispuestos de forma axial respecto a un plato (3), solidario al eje principal de giro (2). Al girar dicho eje obliga a los mencionados pistones a deslizarse por el interior de las cámaras correspondiente del barrilete (5), produciéndose primero la aspiración del aceite y posteriormente la compresión en cada una de las mencionadas cámaras. El caudal obtenido dependerá, como siempre, del diámetro de los pistones y de la carrera de los mismos, carrera que será proporcional a la inclinación del barrilete (5), cuya inclinación no suele superar en general los 25°.

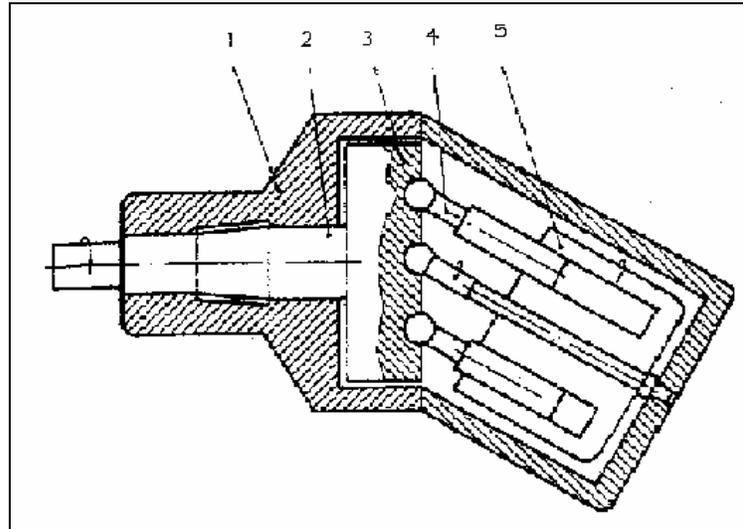


Figura 6.5 Bomba de pistones axiales

Son también muy sensibles a la suciedad y se recomiendan grados de filtraje de los aceites bastante elevados, que llegan en los casos más desfavorables en ambientes sucios, hasta las 10 μm .

6.4 ACTUADORES LINEALES (CILINDROS HIDRÁULICOS)

Los cilindros son los componentes de trabajo de los circuitos hidráulicos, que se utilizan con mayor frecuencia en las máquinas o mecanismos. Mediante el caudal de aceite y la presión que proporcionan las bombas, desarrollan el trabajo a través de

un movimiento rectilíneo de avance y retroceso que tiene lugar de forma repentina en las diferentes fases de un ciclo.

Los vástagos de los cilindros hidráulicos están fabricados de acero y recubrimiento duro con una superficie lo menos rugosa posible por lo que generalmente se utiliza el cromo.



Figura 6.6 Vástago de Cilindro Hidráulico

6.5 ACTUADORES ROTATIVOS

Los actuadores rotativos son similares a las bombas con la particularidad que estas son conocidas como motores por lo tanto son movidas por el aceite hidráulico y no la impulsan como el caso de las bombas.

Debido a la semejanza constructiva de los motores con las bombas descritas anteriormente no se describirán.

6.6 VALVULAS⁵⁷

Para hacer funcionar a un actuador cualquiera, bien sea un cilindro o un motor, no solo debe controlarse el arranque, la parada y el sentido de movimiento de los

⁵⁷ Manual Electrónico de lubricantes Shell (Aceites de sistemas hidráulicos)

vástagos o de los ejes sino que en ocasiones es preciso controlar también la fuerza o los pares de giro que desarrollan durante el trabajo y también las velocidades de traslación y rotación.

Además del control de la presión y de la velocidad mencionada , en el circuito deben existir componentes auxiliares que realicen otras funciones, como la de permitir flujo de un componente en un solo sentido y no lo pueda hacer en sentido contrario, que ante algún tipo de anomalía durante el funcionamiento el aceite pueda descargar al depósito si se superan las presiones máximas admitidas, que se aproveche la presión del fluido para abrir una válvula y permitir que pase el aceite de uno a otro lado con objeto de realizar otra tarea diferente. Todos estos elementos son conocidos como válvulas. Se describen algunas de ellas.

6.6.1 VALVULAS DIRECCIONALES

Las válvulas direccionales, como su nombre lo indican, se usan para controlar la dirección del caudal. Aunque todas realizan esta función, las válvulas direccionales varían considerablemente en construcción y funcionamiento. Se clasifican, según sus características principales en:

- Tipo de elemento interno. Obturador (pistón o esfera), corredera rotativa o deslizante.
- Métodos de actuación. Levas, émbolos, palancas manuales, mecánicos, solenoides eléctricos.
- Número de vías: dos vías, tres vías, cuatro vías, etc.
- Tamaño nominal de las tuberías conectadas a la válvula o a su placa base, o caudal nominal.
- Conexiones. Roscas cónicas, roscas cilíndricas, bridas y placas bases.

6.6.2 SERVOVALVULAS

Una servo válvula es una válvula direccional de infinitas posiciones, que ofrece la característica adicional de controlar tanto la cantidad como la dirección del caudal.

Cuando se instala con los dispositivos de realimentación adecuados, consigue controles muy precisos de la posición, velocidad y aceleración de un actuador.

La servo válvula mecánica o válvula seguidora ha sido utilizada durante varias décadas; la servo válvula electro hidráulica es más reciente en la industria.

6.6.2.1 SERVO MECANICO

Un servo mecánico, es esencialmente un amplificador de fuerza. Utilizado para controlar una posición. La figura muestra esquemáticamente el dispositivo.

La palanca de control u otro acoplamiento mecánico se conecta a la corredera de la válvula. El cuerpo de esta válvula esta unido a la carga y se mueven conjuntamente. Cuando se actúa la corredera, el fluido se dirige al cilindro o pistón para mover la carga en la misma dirección en la que la corredera es actuada. El cuerpo de la válvula sigue así a la corredera. El fluido continúa pasando hasta que el cuerpo se centra con la corredera. El resultado es que la carga siempre se mueve a una distancia proporcional al movimiento de la corredera. Cualquier tendencia a desplazarse más allá invertiría el caudal de aceite para situar la carga en su posición normal.

Frecuentemente esta unidad servomecánica se denomina multiplicador; el impulso hidráulico suministra fuerzas mayores que la actuación mecánica de entrada, y con control preciso, del desplazamiento.

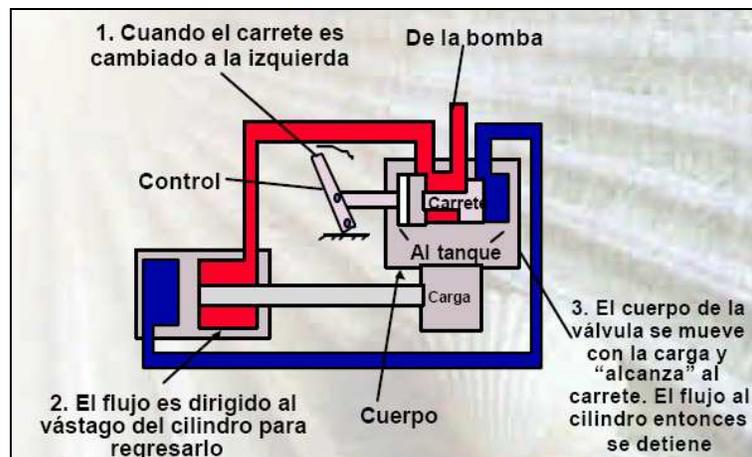


Figura 6.7 Dirección del fluido en válvulas de 2 y 4 Vías

6.6.2.2 SERVOVALVULAS ELECTROHIDRAULICAS

Funcionan esencialmente, enviando una señal eléctrica a un motor o a un dispositivo similar, que directa o indirectamente posiciona la corredera de válvula. Esta señal, una vez aplicada a la servoválvula a través de un amplificador, ordena a la carga a que se desplace hasta una posición determinada o que adquiera una velocidad determinada.

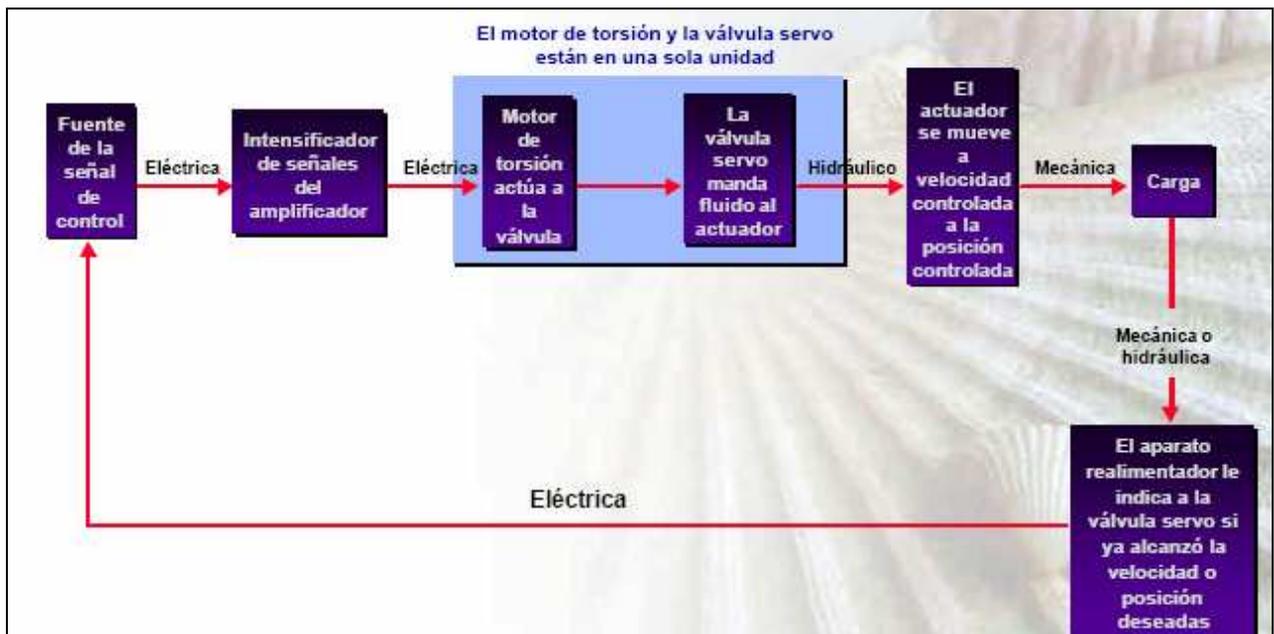


Figura 6.8 Funcionamiento de servo válvulas electro hidráulicas

6.6.3 VALVULAS DE CONTROL DE PRESION

Estas válvulas realizan funciones tales como limitar presión máxima de un sistema o regular la presión reducida en ciertas partes de un circuito y otras actividades que implican cambios en la presión de trabajo.

Su funcionamiento se basa en un equilibrio entre la presión y la fuerza de un muelle. La mayoría son de infinitas posiciones, es decir, que las válvulas pueden ocupar diferentes posiciones entre completamente abierta y completamente cerrada, según el caudal y la diferencia de presiones.

Los controles de presión se denominan generalmente según su función primaria, ejemplo: válvula de seguridad, válvula de frenado, etc.

6.6.3.1 VALVULA DE SEGURIDAD

Se encuentra prácticamente en todos los sistemas hidráulicos. Es una válvula normalmente conectada entre la línea de presión (salida de la bomba) y el depósito. Su función es limitar la presión del sistema hasta un valor máximo, predeterminado, mediante la derivación de parte o de todo el caudal de la bomba a tanque, cuando se alcanza el ajuste de presión de la válvula.

6.6.4 VALVULAS DE CONTROL DE CAUDAL

Se utilizan para regular la velocidad. La velocidad de un actuador depende de la cantidad de aceite que se le envía por unidad de tiempo. Es posible regular el caudal con una bomba de desplazamiento variable, pero en muchos circuitos es más práctico utilizar una bomba de desplazamiento fijo y regular el caudal con una válvula controladora de caudal.

Existen tres métodos básicos para aplicar las válvulas reguladoras de caudal para controlar la velocidad de los actuadores.

- Regulación a la entrada
- Regulación a la salida
- Regulación por sustracción.

6.6.4.1 CIRCUITO DE REGULACION A LA ENTRADA

En este circuito, la válvula reguladora de caudal se coloca entre la bomba y el actuador; de esta forma controla la cantidad de fluido que entra en el actuador. El exceso de caudal suministrado por la bomba es desviado al tanque por la válvula de seguridad.

Este método es muy preciso y se utiliza en aquellas aplicaciones donde la carga siempre se opone al movimiento del actuador, como la elevación de un cilindro vertical con carga o empujando una carga a una velocidad controlada.

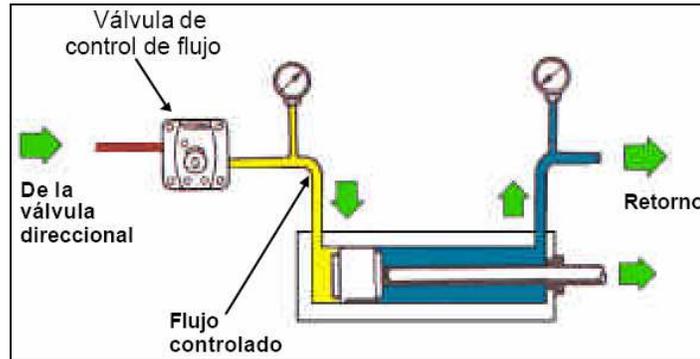


Figura 6.9 Circuito de Regulación a la Entrada

6.6.4.2 CIRCUITO DE REGULACION A LA SALIDA

En este sistema de control se utiliza cuando la carga tiende a huir del actuador, desplazándose en la misma dirección de éste. El regulador de caudal se instala de forma que restrinja el caudal de salida del actuador.

Para regular la velocidad en ambas direcciones puede instalarse la válvula en la línea de tanque de la válvula direccional. Frecuentemente hay necesidad de controlar el caudal únicamente en una sola dirección y la válvula se sitúa entre el actuador y la válvula direccional en la línea que corresponde al tanque. Aquí también hace falta una válvula antiretorno que permita el paso libre del caudal en sentido contrario.

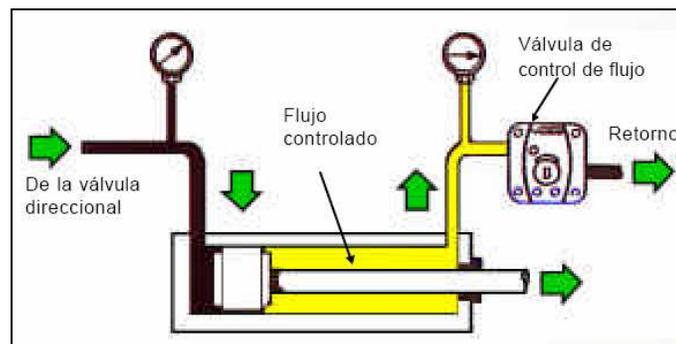


Figura 6.10 Circuito de Regulación a la Salida

6.6.4.3 CIRCUITO DE REGULACION POR SUBSTRACCION

En esta aplicación, la válvula se coloca en la línea de presión, en la forma indicada en la figura, y a la velocidad del actuador se determina, desviando parte del caudal de la bomba al tanque, la ventaja consiste en que la bomba trabaja a la presión que pide la carga, puesto que el exceso de caudal retorna al tanque a través de la válvula reguladora y no a través de la válvula de seguridad.

La desventaja está en la pérdida de presión, debido a que el caudal regulado va al tanque y no al actuador, y este último queda sometido a las variaciones de desplazamiento de la bomba al variar la carga del actuador.

Este circuito no debe aplicarse cuando hay posibilidad de que la carga tienda a huir en la misma dirección que el movimiento del actuador.

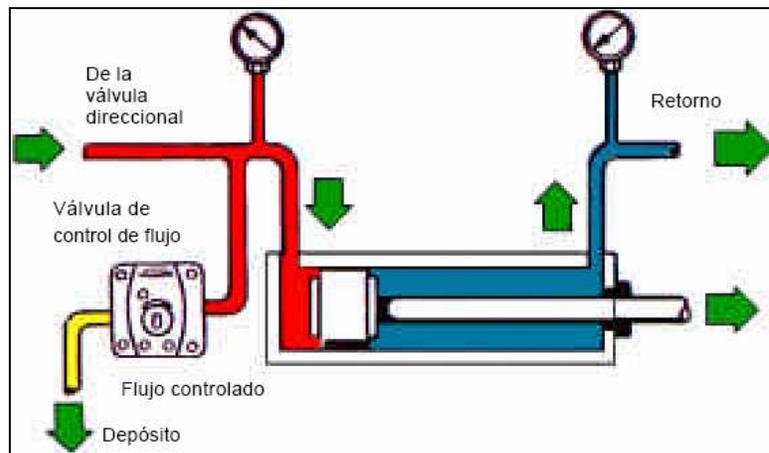


Figura 6.11 Circuito de Regulación Por Substracción

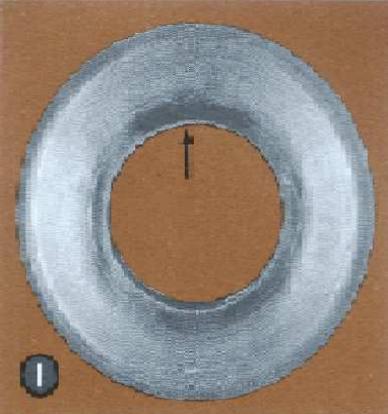
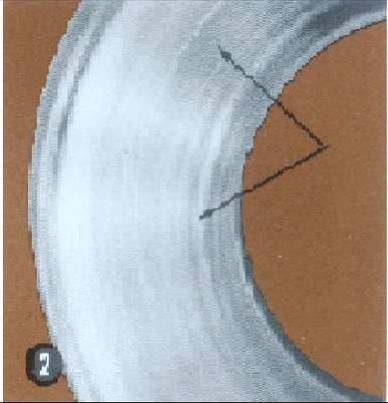
6.7 DIAGNOSIS DE AVERIAS EN LOS MANDOS HIDRAULICOS

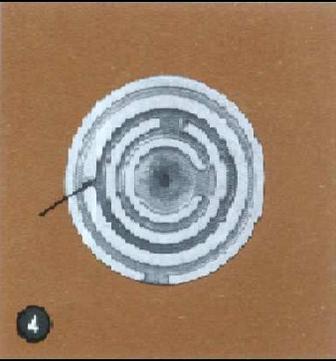
Se reseña a continuación, una serie de averías que se producen en estos mecanismos, sus causas y su corrección.

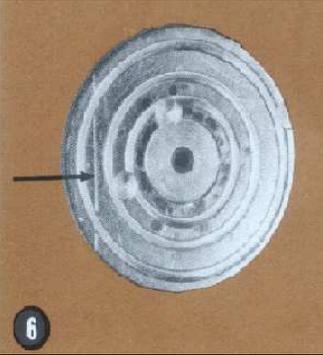
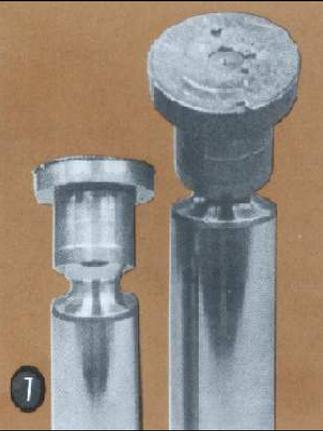
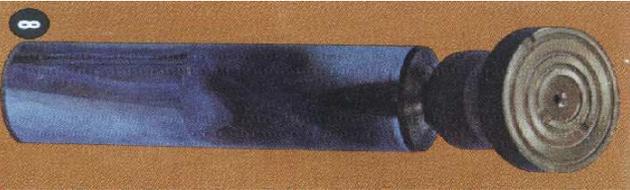
Los síntomas que se van a considerar aquí van a ser los seis siguientes, con los cuales se cubre un gran número de posibilidades relativas a las averías de los sistemas hidráulicos:

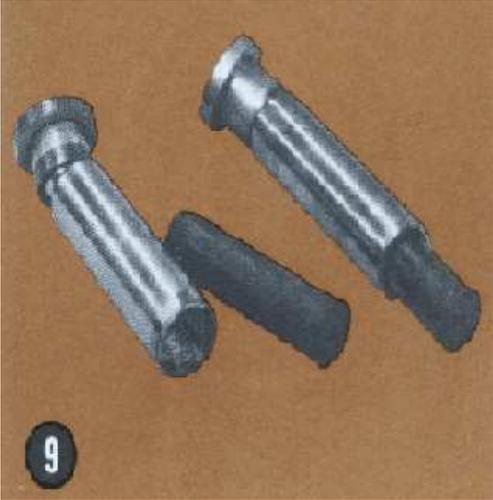
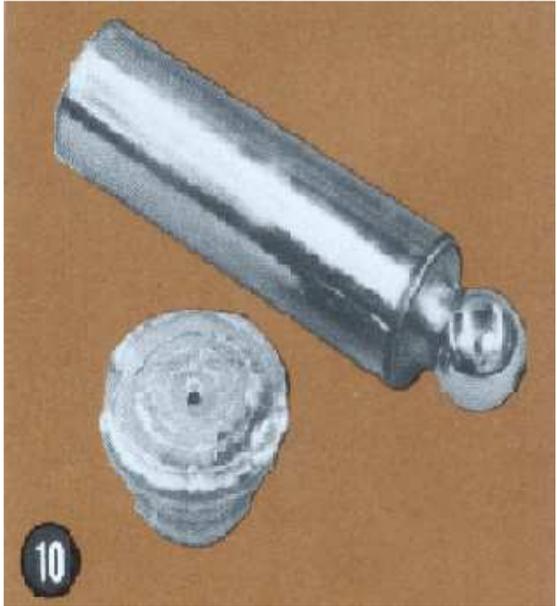
- Contaminación del fluido con partículas sólidas
- Ruido excesivo
- Calor excesivo
- Flujo incorrecto
- Presión incorrecta

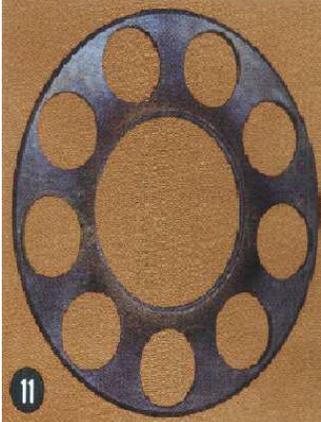
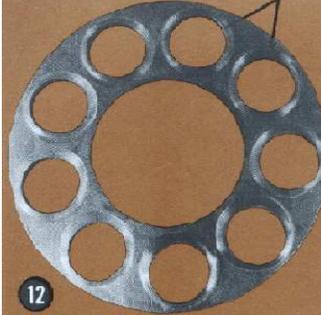
En la tabla 6.1 se muestra las fallas relacionadas con componentes de bombas o motores de pistones.

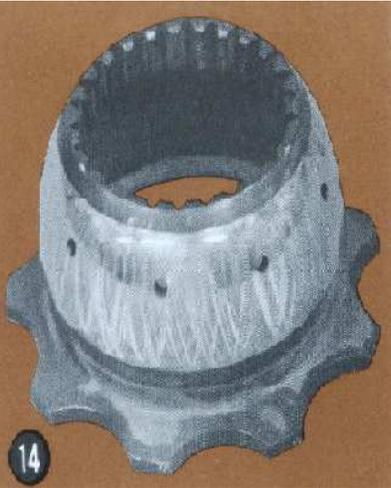
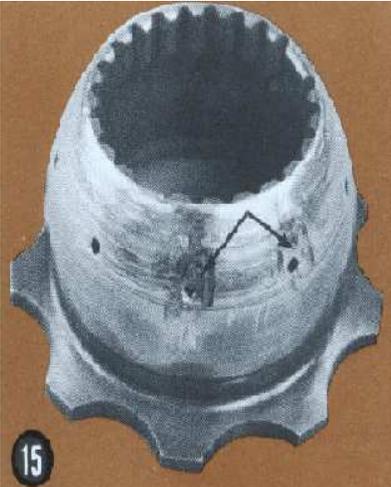
TABLA 6.1 DIAGNOSIS DE FALLAS BOMBAS O MOTORES DE PISTONES		
PLACAS DE EMPUJE O PLACAS OSCILANTES FIJAS		
DAÑO	CAUSAS	GRAFICO
Transferencia de metal o ludimiento	Esta condición generalmente es causada por una falta de lubricación, o el uso de fluido incorrecto o insuficiente. El material de bronce embutido en la placa de empuje es indicación de transferencia de metal o ludimiento	
Rayaduras	<ul style="list-style-type: none"> • La placa de la figura fue rayada por los contaminantes abrasivos suspendidos en el fluido hidráulico. • La rayadura es indicada por las rayas finas o rayaduras en la placa de empuje 	

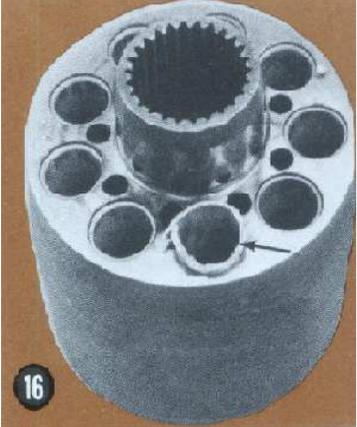
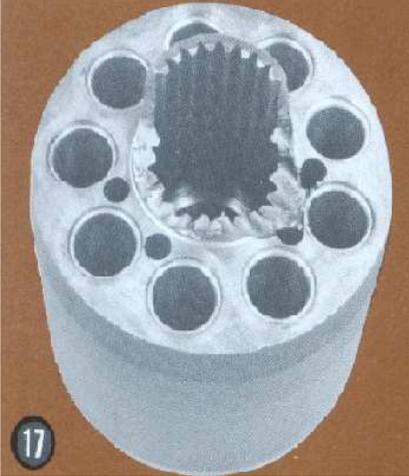
CONJUNTO PISTÓN PATÍN		
Rayaduras	Las rayas finas a través de la cara del patín son causadas por contaminantes abrasivos en el fluido hidráulico. También hay descoloración, la que generalmente es indicación del fluido incorrecto o cantidades grandes de agua en el fluido. Si las rayas pueden ser percibidas por la uña de dedo o con un lápiz, la pieza deberá reemplazarse	
Patín Dañado	El daño a través de la superficie de balance generalmente empieza como una raya profunda, agrandándose por erosión a medida que presiones altas se escapan por esta área. La raya original fue causada por una partícula grande de contaminación	
Rollado	La sobre velocidad está indicada con el borde exterior del patín del pistón rollado y en unos casos los lados de los patines están pelados hacia arriba. Esto generalmente es causado por sobre velocidad de la unidad, lo que causa que el patín se corra en su borde exterior en ves de a través de su cara completa.	

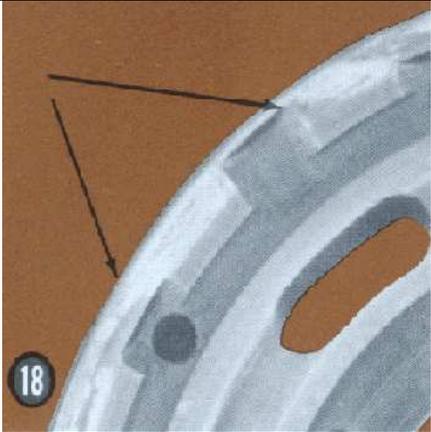
<p>Patín contaminado</p>	<p>Una partícula sólida de contaminación esta embutida en la cara del patín y rayara la placa de empuje</p>	
<p>Transferencia de metal o ludimiento</p>	<p>La cara entera del patín esta dañada causada por falta de lubricación, indicando fluido insuficiente o incorrecto en el sistema.</p>	
<p>Decoloración</p>	<p>La decoloración en el diámetro exterior del pistón es indicación de que la unidad estaba sujeta a temperatura excesiva.</p>	

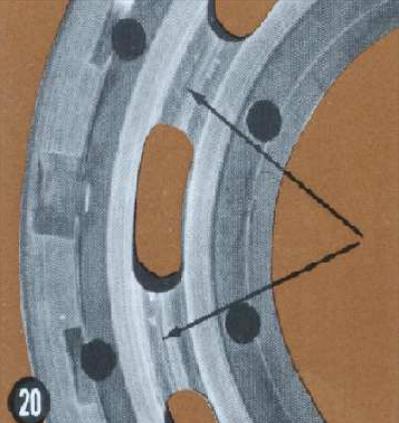
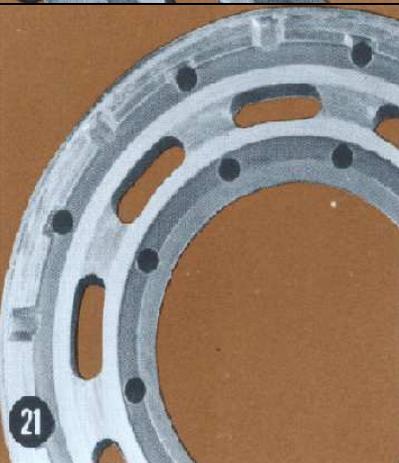
<p>Separación de inserto del pistón</p>	<p>La separación generalmente esta motivada por exposición, por largos periodos de tiempo; del sistema a la cavitación o temperatura alta. La cavitación ocurre cuando cantidades excesivas de aire o de espuma estén presentes en el fluido y el aire reemplaza a las partículas del fluido hidráulico. El aire no proporciona soporte adecuado para las superficies de recorrido. El inserto del pistón puede separarse en pedazos más pequeños o en una sola pieza. El inserto no es reemplazable.</p>	 <p>9</p>
<p>Separación del patín</p>	<p>Un pistón pegado puede causar que un patín se separe del pistón. La sobre velocidad excesiva, contaminación o falta de lubricación pueden causar esta separación.</p>	 <p>10</p>

RETEN DEL PATÍN			
Descoloración	<ul style="list-style-type: none"> • La descoloración en el reten del patín indica que el reten estuvo sujeto a temperatura excesiva. • La temperatura excesiva puede causar que el reten se deforme o se rompa. 		
Rayadura	<p>Un patrón de desgaste severo donde el patín del pistón hace contacto con el reten.</p> <p>Esto generalmente es indicación de que el sistema estuvo expuesto a contaminantes abrasivos suspendidos en el fluido hidráulico.</p> <p>Esta misma rayadura puede encontrarse en el diámetro interior del reten dónde se hace contacto con la guía de bola. Si esta rayadura puede percibirse por la uña de dedo y con lápiz, la pieza debe reemplazarse.</p>		
Presión baja de carga del sistema	<p>El reten del patín fue tirado hacia abajo sobre de la guía de bola porque la diferencia de presiones entre la caja de la unidad y la presión de carga del sistema estaba demasiado baja.</p> <p>Las causas posibles son presión alta de caja (salida restringida), obstrucción de un filtro de admisión a la bomba de carga, nivel bajo en el depósito, u operación de la bomba a baja velocidad y presión alta. En operaciones de velocidad baja y presión alta, la bomba de carga no puede cumplir con la demanda de flujo de la bomba, y la presión de carga baja.</p>		

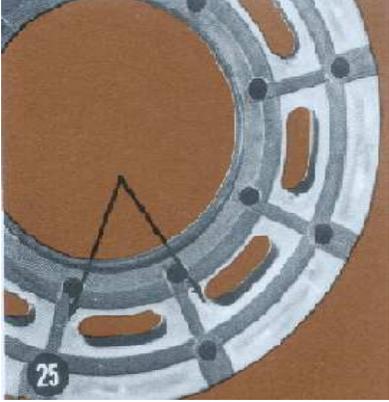
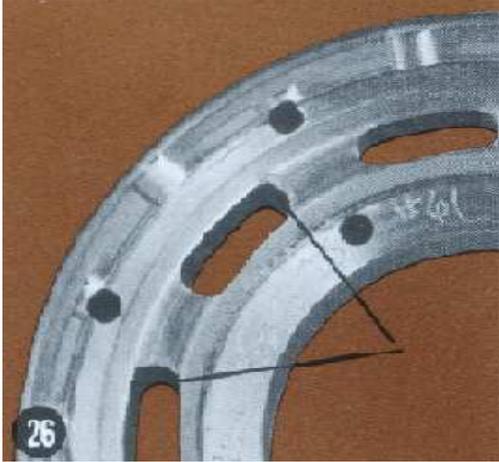
GUÍAS DE BOLA		
Rayadura	<p>La rayadura es indicación de contaminantes abrasivos entre las dos piezas de unión de sellado. Esta contaminación puede haber sido causado por elementos fuera de la unidad o puede haber estado suspendida en el fluido hidráulico. Si esta rayadura puede percibirse por la uña de dedo y con lápiz, la pieza debe reemplazarse.</p>	
Desgaste	<p>Las áreas desgastadas alrededor de los agujeros de lubricación por lo general indican una falta de lubricación o contaminantes abrasivos en el fluido hidráulico.</p>	

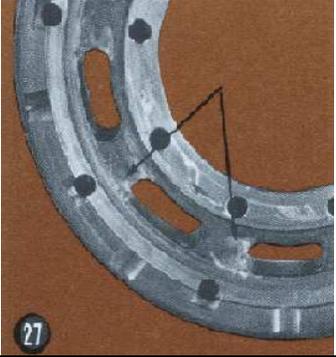
BLOQUE DE CILINDROS		
<p>Buje extraído</p>	<p>El buje extraído pudo haber sido causado por agarramiento del pistón en la cavidad del cilindro resultante de contaminación, sobre velocidad, o falta de lubricación. Los bujes de cavidades de cilindros no son reemplazables.</p>	
<p>Rotura</p>	<p>Presiones excesivas del sistema o alineamiento muy incorrecto pueden haber causado la rotura</p>	

PLACAS DE COJINETE		
Transferencia de metal en borde exterior	La placa de cojinete muestra transferencia de metal en el área de soporte exterior. La transferencia de metal es causada por fricción severa entre piezas giratorias	
Erosión	El lado de bloque de cilindros de la placa de cojinete puede evidenciar erosión en la superficie de balance terminando en fugas internas excesivas.	

Ranuras	<p>Las ranuras entre el rodamiento por lo común son causadas por contaminación abrasiva en el círculo de presión alta. Si la ranura pueda percibirse por uña de dedo o lápiz, la pieza deberá reemplazarse.</p>	
Transferencia de metal total	<p>La placa de cojinete muestra transferencia de metal a través de su superficie entera, generalmente causada por contaminación abrasiva o falta de lubricación</p>	

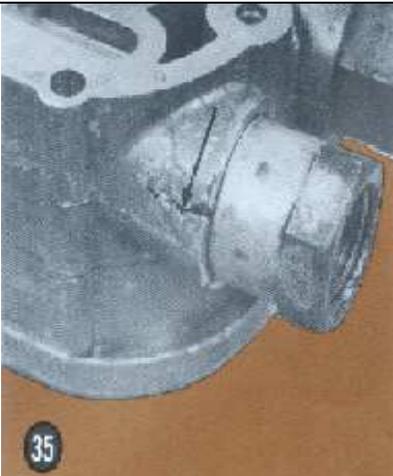
<p>Decoloración y transferencia de metal</p>	<p>La placa esta comenzando a rayarse por falta de lubricación fluido incorrecto. La apariencia del color también indica fluido incorrecto o una reacción química al material de la placa de cojinete</p>	
<p>Decoloración</p>	<p>Una placa de cojinete que sea demasiado oscura de color (empañada) generalmente es indicación de fluido incorrecto o cantidades grandes de agua suspendida en el fluido. Temperatura excesiva también puede causar la decoloración.</p>	
<p>Fricción</p>	<p>El área más clara en el lado de bloque de cilindros de la placa muestra desgaste causado por movimiento de la placa contra el bloque de cilindros. Temperatura excesiva y fluido incorrecto pueden causar que la placa se oscile causando un patrón de desgaste en el lado del bloque de cilindros de la placa.</p>	

<p>Cavitación</p>	<p>La cavitación erosiona el área de rodamientos de la placa de cojinete en el lado hacia el bloque de cilindros. Cuando la cavitación ocurra en la superficie interior o exterior de balance, la placa deberá reemplazarse.</p>	
<p>PLACAS DE COJINETE DE BIMETAL</p>		
<p>Las placas de cojinete bimetálicas están hechas de bronce ligado a acero y tienen un color diferente. En general, las guías descritas anteriormente también aplican a las placas de bimetálicas.</p>		
<p>Transferencia total de metal</p>	<p>La placa de cojinete muestra erosión ligera debido a cavitación en las áreas de rodamientos con transferencia de metal a través de toda la superficie de recorrido. La causa probable es una falta de lubricación.</p>	

Cavitación	Las etapas avanzadas de cavitación muestran la erosión completa del material de bronce, del material básico de acero de la placa en las áreas de los rodamientos. Esta condición generalmente es causada por burbujas de aire atrapadas por el fluido.	
Separación de metal	El material de bronce removido de la placa de cojinete indica cavitación prolongada en el sistema. Temperatura alta también puede ser causa contribuyente a la separación de metal de las placas bimetetal.	
PLACA DE VÁLVULA		
Contaminación	Una partícula de contaminación embutida en el lado trasero de la placa de válvula puede causar que la placa se levante y terminara en fugas internas excesivas y daño a la placa de cojinete.	

Transferencia de metal	La transferencia de metal generalmente es causada por la falta de lubricación, fluido insuficiente o incorrecto, o temperatura excesiva.	
Ranuras	Las ranuras y mellas entre los rodamientos y transferencia de metal en las áreas de soporte indican contaminantes abrasivos suspendidos en el fluido hidráulico.	

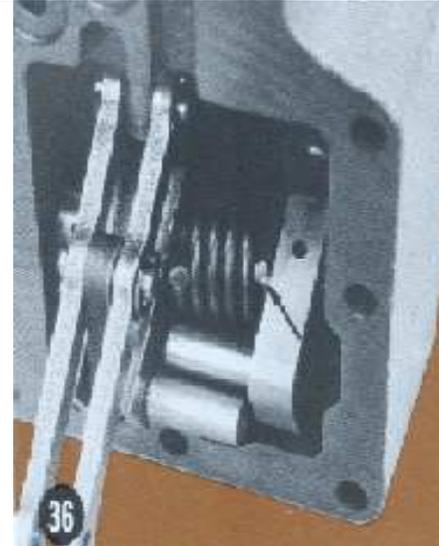
SELLO DE EJE				
Ranuras	<p>La ranura profunda en la placa giratoria hecha de bronce del sello indica que el sello estuvo sujeto a contaminación abrasiva. Presión externa excesiva contra las piezas de unión del sello, posiblemente causada por una caja de engranajes sin respiradero, puede causar este tipo de falla.</p>			
Rayaduras	<p>La rayadura indica contaminación abrasiva entre las dos piezas de unión del sello. Esta contaminación puede haber sido introducida externamente en la unidad, o pudiera haber estado suspendida en el fluido hidráulico.</p>			

Rotura	La rotura de una pieza estacionaria de acero del sello indica que el conjunto del sello fue instalado incorrectamente.	 Two circular metal seal components are shown against a brown background. The top component is a smooth, dark grey ring. The bottom component is a similar ring but with a jagged, fractured edge on the right side, indicating a failure. A small black circle with the number '31' is visible in the bottom left corner of the image.
CONJUNTO DE BOMBA DE CARGA		
Brida de admisión rota	La rotura indica que el accesorio se apretó demasiado. Un golpe severo en el adaptador también puede causar este tipo de falla.	 A close-up photograph of a metal flange on a pump assembly. The flange is heavily deformed and cracked, showing significant damage. A small black circle with the number '35' is visible in the bottom left corner of the image.

VÁLVULA DE CONTROL DE DESPLAZAMIENTO

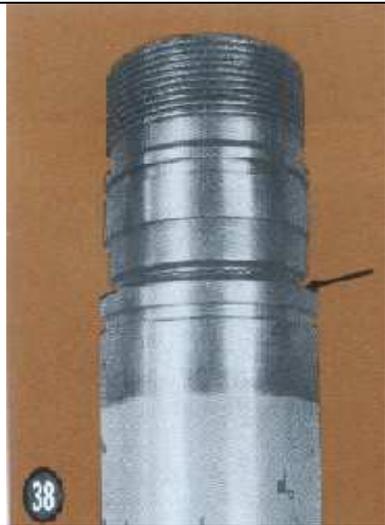
Resorte Roto

El perno de resorte que sujeta el eje de control a los dos pivotes puede romperse, terminando en un resorte roto.

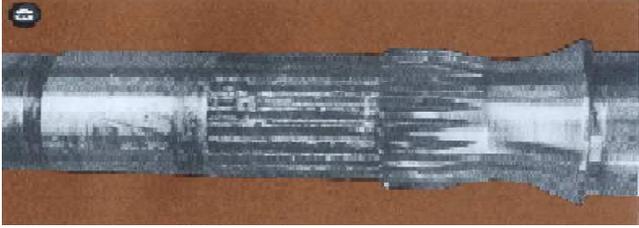
Eje de control
Roto

Cuando la porción externa del eje de control se rompa es el resultado de demasiada torción en la tuerca que sujeta a la manija de control, o manejo incorrecto durante el envío u operación.

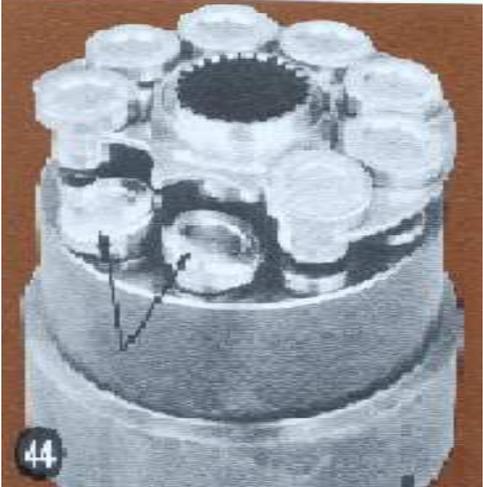


SERVO MANGUITO Y SERVO PISTÓN			
Rotura	<p>La rotura en el área de rebajo generalmente indica que se abusaba el manguito, tal como dejando caer la unidad en el servo manguito.</p>		 <p>38</p>
Rayadura	<p>La contaminación generalmente causa la rayadura en la parte interior de la cavidad del servo manguito.</p>		 <p>39</p>

	<p>La rayadura en el servo pistón generalmente se causa por contaminación abrasiva. Si las rayas pueden percibirse con la uña de dedo o lápiz, la pieza deberá reemplazarse.</p>	
EJES		
<p>Ranura desgastada</p>	<p>Un área desgastada en las ranuras generalmente resulta de ajuste o alineamiento incorrecto del acoplamiento de unión.</p>	

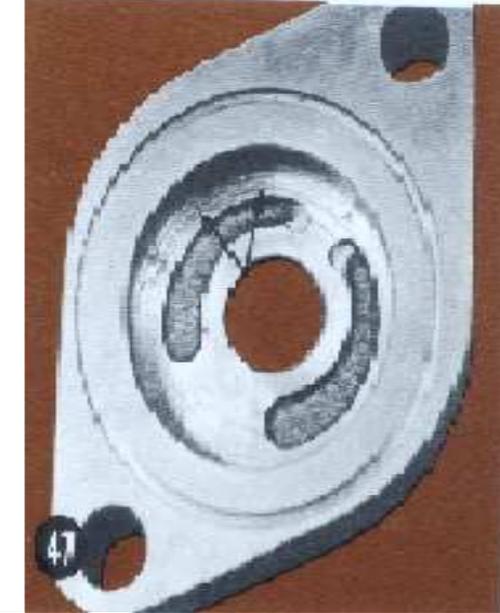
<p>Rotura del ahusado de entrada</p>	<p>Rotura del ahusado en general resulta de ajuste incorrecto del acoplamiento al eje , o de torsión incorrecta de la tuerca de retención de acoplamiento.</p>	
<p>Ranura desgastada</p>	<p>Una ranura desgastada normalmente es causada por alineamiento excesivamente incorrecto o esfuerzo torsional en el eje de entrada. Condiciones de carga excesiva también pueden causar este tipo de falla.</p>	

SISTEMAS HIDROSTÁTICOS DE SERVICIO LIVIANO

<p>Operación con velocidad Baja de Entrada</p>	<p>Las caras de empuje del patín tienen bordes redondeados debido al rodamiento. Esto puede ser causado por falla de la bomba de carga, u operación a velocidad baja. Restricción del depósito, línea o filtro; falta de aceite en el depósito; o fugas internas por desbaste o ensamblaje incorrecto también podrían causar la falla. Un reten roto y pistones pegados resultaran de operación continua con presión baja de carga del sistema.</p>	
<p>Pistón pegado</p>	<p>Los pistones pegados resultan de contaminación en el sistema o cavidad dañada de cilindros o de superficie del pistón. El reten del patín esta doblado en el área del pistón pegado.</p>	

PLACA DE VÁLVULA/CAJA DE BOMBA DE CARGA

La placa de válvula y caja de bomba de carga fueron rayadas, probablemente por contaminación en el sistema antes de arrancar o porque el filtro no se mantenía.



CAPITULO VII

FRENOS, SUSPENSION Y CARROCERÍA

7.1 CONCEPTO DE FRENO⁵⁸

La finalidad de los frenos en un vehículo es la de conseguir detener o maniobrar la marcha del mismo (deceleración) en las condiciones que determine su conductor, para ello, la energía cinética que desarrolla el vehículo tiene que ser absorbida, en su totalidad o en parte, por medio de rozamiento.

Para ello se equipa al vehículo con una serie de mecanismos que se encarga de conseguirlo permitiendo realizarlo en las mejores condiciones de seguridad: tiempo y distancia mínimos, conservación de la trayectoria del vehículo, con una frenada proporcional al esfuerzo del conductor, en diversas condiciones de carga, etc. Se debe tener en cuenta que si el proceso de frenado se realiza bruscamente, las ruedas se bloquean y se desplazan sin girar, provocando una pérdida de adherencia y por lo tanto se producirá un derrape.

Los mecanismos de freno de las ruedas se clasifican en:

- Frenos de tambor
- Frenos de disco.

Los primeros son más utilizados en camiones pesados (capacidad mayor a 7 toneladas), aunque los camiones modernos empiezan a introducir el freno de disco para todas las ruedas.

Para un mejor rendimiento y efectividad en la acción del frenado en todas las condiciones de funcionamiento (frenados consecutivos, alta velocidad, etc) los frenos de las ruedas deben satisfacer diferentes características.

⁵⁸ Camiones y vehículos pesados. Reparación y mantenimiento. Pag. 112

7.2 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES DE FRICCION

En cualquier sistema de frenos los materiales de fricción pueden clasificarse como:

- Material del forro
- El contra material, es decir, el disco o tambor.

La parte móvil del sistema de freno, el contra material, esta sometido a dos tipos de esfuerzos: térmico y mecánico.

Debido al esfuerzo térmico, en los discos la refrigeración esta más asegurada y en los tambores el gradiente de temperatura es particularmente elevado.

Con el esfuerzo mecánico las condiciones son mucho más desfavorables en los discos que en los tambores, ya que estos últimos poseen una superficie mayor y los esfuerzos tangenciales se reparten de otra manera.

El material del forro, es un compuesto complejo con un coeficiente de rozamiento adaptado, generalmente entre 0,35 y 0,45. El coeficiente de rozamiento no es una magnitud física invariable, sino que puede cambiar en función de las condiciones de uso (presión, temperatura, velocidad, etc.)

Los componentes principales de un forro son los siguientes:

- Los aglomerados, que aseguran la cohesión de los demás componentes.
- Fibras de refuerzo, hasta hace unos años el amianto y actualmente fibras sintéticas.
- Las cargas generalmente de tipo metálico, para proporcionar resistencia al desgaste y buen coeficiente de rozamiento.

7.3 LOS FRENOS DE TAMBOR

El freno de tambor es todavía el más utilizado en camiones pasados, y sus partes son:

- El tambor
- Las mordazas

- El actuador
- Los muelles de retorno
- El mecanismo de recuperación de juego.

El tambor metálico gira con la rueda y contiene una pista de rozamiento en su interior.

En el eje, y fijas a un plato, se encuentran dos mordazas que constituyen el elemento fijo. Las mordazas están cubiertas de material de fricción en la zona de contacto con el tambor.

Un actuador, que puede ser de diversos tipos, provoca, a la demanda del conductor, un esfuerzo que separa las mordazas de freno. El desplazamiento de las mordazas, al entrar en contacto con el tambor, produce el frenado del vehículo.

La recuperación de las mordazas se efectúa por medio de muelles.

El movimiento del tambor tiene tendencia a arrastrar a las mordazas. La mordaza que se encuentra en la parte delantera del tambor se llama mordaza primaria, dado que el arrastre de tambor hace que se acuñe contra el mismo aumentando el rozamiento y por tanto la frenada.

Por el contrario la mordaza secundaria (la situada en la parte trasera) tendrá tendencia a ejercer menor presión sobre el tambor, debido a esto la guarnición secundaria es más corta.

Sin embargo este sistema tiene algunos inconvenientes: desgastes desiguales, esfuerzos desproporcionados, aumentos de recorrido para el sistema de mando, etc. Para remediarlo se han utilizado varias soluciones para los montajes de freno de tambor.

7.4 LOS FRENOS DE DISCO

Los frenos de disco se utilizan en ejes delanteros de camiones, aunque últimamente se introducen en algunas marcas de manera integral (es decir en todos los ejes).

Las partes de la que consta un sistema de frenos de disco son:

- El disco
- La pinza
- El actuador de recuperación de juego
- Las pastillas.

El disco metálico gira con la rueda y ofrece dos caras de rozamiento por su exterior. La pinza es un soporte fijo al eje, y más concretamente a la mangueta, que contiene el actuador y las pastillas de freno.

Un actuador, que puede ser de diversos tipos, provoca, a la demanda del conductor, un esfuerzo que junta las pastillas de freno.

El desplazamiento de las pastillas (una a cada lado del disco) provoca, al entrar en contacto con el disco, el frenado del vehículo. La recuperación de las pastillas se hace fundamentalmente por la elasticidad de las mismas.

Por el tipo de disco, los dos tipos que existen son:

- Los frenos de disco macizo
- Los frenos de disco ventilado.

Los discos macizos son de un grosor inferior a los ventilados y presentan mayores problemas de calentamiento en caso de abuso de los frenos.

Si los clasifican por las pinzas, existen dos grupos de frenos de disco:

- Los frenos con pinza fija
- Los frenos con pinza flotante.

En el caso de una clasificación por el tipo de actuador se tiene:

- Actuadores hidráulicos
- Actuadores neumáticos.

7.5 SISTEMAS DE MANDO HIDRÁULICO

Los sistemas de mando hidráulico se emplean solamente en camiones pequeños y furgonetas. En el mando hidráulico, el esfuerzo ejercido sobre el pedal por el conductor es transmitido a los frenos por medio de un líquido a presión. La presión es generada por una bomba llamada cilindro principal, por el esfuerzo del pie del conductor. Por medio de las canalizaciones, esta presión es transmitida a bombines de las ruedas que accionan los frenos. En la actualidad, los circuitos que conducen la presión hidráulica son dobles y pueden ser de dos tipos:

- Delantero y trasero separados, es decir, el eje delantero tiene un circuito y el eje trasero otro totalmente independientes.
- En X, es decir, un circuito comprende la rueda delantera derecha y la trasera izquierda y el otro las otras dos ruedas, de esta manera se logra que si hay una avería o una fuga en uno de los circuitos, siempre queda otro intacto para detener el vehículo.

7.6 SISTEMAS DE MANDO NEUMÁTICO

Los sistemas de mando neumáticos de frenos son los empleados exclusivamente en camiones pesados y de gran tonelaje. Utilizan el aire comprimido como medio de transmisión de fuerza

Los componentes principales de un circuito básico de aire comprimido son:

- Un compresor de aire, accionado por el motor del vehículo, el cual suministra aire a presión que se acumula en un depósito a una determinada presión comprendida entre 8 y 12 Kg/cm², dependiendo del camión y del sistema y que se regula por medio de una válvula de descarga.
- Un secador de aire o un dispositivo anticongelante que dispersa alcohol en las tuberías al paso del aire y el secador filtra el aire procedente del compresor para que pase limpio de impurezas al circuito, el cual puede llevar instalado en su parte inferior una válvula de descarga reguladora de presión. Ambos son

incompatibles, un circuito tiene que tener uno de los dos elementos pero nunca los dos a la vez.

- Una válvula de regulación de presión en el circuito.
- Varios depósitos (tanques de aire) con capacidad suficiente para suministrar aire a presión al circuito de frenos y a otros sistemas servo asistidos que puedan instalarse en el vehículo. La presión del depósito es controlada por un manómetro de presión situado en el panel de instrumentos; lleva además, un sistema de control óptico indicador de la presión mínima de aire en el circuito.
- Una válvula principal de frenado, accionada por el pedal de freno, que deja pasar el aire a presión hasta los cilindros de las ruedas.
- Los cilindros neumáticos de rueda para el accionamiento de las zapatas o de las pastillas de freno en las ruedas
- Unas válvulas de descarga rápida situadas en las bifurcaciones de canalización de las ruedas delanteras y traseras, para eliminar automáticamente el aire contenido en los cilindros cuando cesa la acción de frenado.
- Una válvula reguladora de la fuerza de frenado en función de la carga, para obtener en el eje trasero la frenada dosificada según la carga del vehículo y evitar bloqueos de los neumáticos y patinazos.

La interconexión de todos estos elementos se realiza a través de tuberías de acero con tramos flexibles con objeto de canalizar el aire a los distintos puntos del circuito.

Una instalación de tipo común tiene las siguientes características:

Presión normal de frenado: 5 a 6 Kg/cm²

Presión mínima de seguridad: 4,5 Kg/cm²

Tarado de la válvula de presión: 8 kg/cm²

Capacidad de los depósitos: 35 litros cada uno aproximadamente.

7.7 SISTEMAS DE ANTIBLOQUEO DE FRENOS (A.B.S.)

Se conoce que cuando las ruedas se bloquean al frenar y arrastran sobre el pavimento, el recorrido de frenado es mucho más largo y el vehículo se vuelve incontrolable. El A.B.S. evita el bloqueo de las ruedas en el caso de un frenado demasiado fuerte. Gracias a ello el vehículo permanece estable y la dirección responde incluso con un frenado a fondo en una calzada lisa.

El A.B.S. para camiones consta de varios sensores del número de revoluciones en las ruedas, un microprocesador electrónico y válvulas de regulación de presión. El sistema regula la presión que llega a cada cilindro de freno, haciendo que aumente, que se mantenga, o que disminuya, descargándola al exterior.

7.8 FRENOS CONTINUOS O RETARDADORES

Los frenos de ruedas utilizados en los vehículos industriales no están provistos para un funcionamiento continuo. Si se aplican durante largo tiempo, por ejemplo, al bajar pendientes, se puede presentar en ellos una sobrecarga térmica que disminuye el rendimiento de los frenos (“fading”). En casos extremos pueden llegar a fallar totalmente la instalación, especialmente en vehículos de mucho peso. Para la utilización continuada al bajar pendientes se puede montar un freno continuo exento de desgaste, independiente de los frenos de las ruedas, denominado retardador.

Los retardadores pueden colocarse entre el motor y la caja de cambios y el puente motriz (retardadores secundarios). Los retardadores primarios tienen la desventaja de la inevitable interrupción de fuerza, y con ello la interrupción del efecto de frenado, durante el desembrague, en cambios manuales.

El retardador hidrodinámico actúa de la misma forma que un embrague hidráulico, pero a la forma inversa. La energía mecánica del eje de accionamiento (casi siempre un eje cardan) se transforma por medio del rotor, en energía cinética de un líquido.

Esta energía cinética a su vez se transforma en calor en el estator, lo que hace necesaria la refrigeración del líquido.

Una palanca manual o el pedal de freno (en el retardador integrado) determinan la potencia de frenado precisada por el conductor. Si se monta junto con una regulación electrónica, se puede comandar por presión de aire, la cual empuja una cantidad de aceite proporcional a esta presión, hacia el rotor del retardador. La velocidad del vehículo imprime un movimiento al rotor, que impulsa el aceite, y esta energía es absorbida por las palas fijas del estator, lo que a su vez causa el frenado del rotor y así de todo el vehículo.

7.8 DIAGNOSIS DE FRENOS

Como se vio en los párrafos anteriores existen sistemas de frenos hidráulicos y neumáticos y por lo tanto se han de comportar diferentes frente a un determinado problema a continuación se muestran las tablas 7.1 y 7.2 el diagnósticos de fallas.

Tabla 7.1 Diagnóstico del sistema de frenos hidráulicos

Síntoma	Causa	Reparación
Frenado desequilibrado y con tendencia a desvío	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presión irregular de los neumáticos 2. Pérdida de líquido por una pinza 3. Agarrotamiento de un émbolo movilidad o reemplazar 4. Obstrucción de conductos por dilatación o atasco 5. Pastillas o forros sucios de aceite o grasa. 6. Guías o pernos de las mordazas sucios u oxidados. 7. Reglaje incorrecto de una de las ruedas. 8. Amortiguadores blandos 	<ul style="list-style-type: none"> • Corrección con neumáticos fríos • Reparar • Recuperar • Sustituir manguitos • Revisar en caso necesario sustituir • Limpiar y recuperar movilidad • Ajustar • Sustituir
Los frenos se bloquean	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agarrotamiento de émbolos. 2. Orificio de compensación de la bomba obstruido. 3. Muelle de retroceso de la zapata débil o roto. 4. Corrector de frenada (si sucede en ruedas traseras) 5. Retenes dilatados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar o sustituir • Limpiar • Sustituir • Regular no sustituir • Sustituir

<p>Baja eficacia de frenado</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pérdida de líquido en el circuito 2. Aire en las canalizaciones. 3. Falta de líquido en el depósito. 4. Falta de ajuste 5. Forros desgastados o de mala calidad. 6. Agarrotamiento émbolos. 7. Servofreno no actúa bien 	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar • Purgar aire del sistema • Rellenar • Verificar cotas de reglaje • Sustituir • Limpiar o sustituir • Revisar vacío y estanqueidad
<p>Los frenos chirrían o vibran</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Polvo y suciedad en los frenos de disco o en los tambores 2. Forros o pastillas inadecuadas. 3. Deformación del disco de freno 4. Los nuevos forros no hacen contacto uniformemente 5. Remaches de los forros sueltos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar polvo y suciedad • Colocar el recambio adecuado • Reemplazar • Limar bordes exteriores • Sustituir
<p>Recorrido del pedal largo Y puede pisarse de forma blanda y elástica</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aire en el sistema de frenos. 2. Fugas o grietas en el sistema de frenos. 3. Averías en la bomba de freno. 4. Separación excesiva entre la zapata y el tambor. 5. Juego excesivo entre la varilla de mano y el embolo de la bomba 	<ul style="list-style-type: none"> • Purgar aire • Verificar el hermetismo • Reemplazar • Hacer ajuste • Hacer ajuste

<p>Acción de frenada deficiente con elevada presión en el pedal</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recorrido normal del pedal: forros manchados de aceite o cristalizados 2. Recorrido corto del pedal: avería del servofreno 3. Recorrido largo del pedal: avería en uno de los circuitos de freno, debido a falta de hermeticidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar • Revisar y en caso necesario sustituir • Revisar y reemplazar las piezas deterioradas.
<p>Pedal bloqueado</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Retenes dilatados 2. Embolo porta válvulas agarrotadas. 3. Eje de pedal agarrotado 4. Orificio compensación obstruido. 5. Líquido deteriorado 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustituirlos • Sustituir bomba • Desmontar y afinar • Sustitución bomba • Renovarlo.
<p>Pedal elástico</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aire en las canalizaciones 2. Entrada de aire debido al mal estado de los retenes de la bomba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sangrar. • Sustituir y purgar
<p>Pérdida en el pedal</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deterioro en el reten estanqueidad de la bomba 2. Pérdida líquido por tuberías cilindro o servofreno. 3. Aire en la instalación 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustituir bomba • Reparar • Purgar.

Calentamiento excesivo de una o mas ruedas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Orificio de compensación de la bomba de freno obturado. 2. Ausencia de juego entre el pedal del freno (varilla de presión) y el embolo de la bomba. 3. Piezas de goma hinchadas por utilizar un líquido inadecuado. 4. Orificios de ventilación en la tapa del depósito de reserva obturados. 5. Mordazas de freno oxidadas. 6. El freno de mano no se suelta por completo. 7. Rotura del muelle de expansión 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar • Ajustar • Sustituir liquido y reemplazar piezas estropeadas • Limpiar • Reparar o sustituir • Reparar o sustituir frenos de las ruedas traseras. • Sustituir
Ruidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Émbolos agarrotados 2. Superficies desplazables de fricción agarrotadas. 3. Resortes débiles 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustituir • Reparar o sustituir • Sustituir

Tabla 7.2 Diagnósis del Sistema De Frenos Neumáticos

Síntoma	Causas	Reparación
Frenado desequilibrado y con tendencia a desvío	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presión irregular de los neumáticos. 2. Pérdida de aire por un cilindro. 3. Agarrotamiento de un cilindro 4. palancas de freno destensadas en un lado 5. Mordazas o pastillas sucias de aceite o grasa 6. Guías o pernos de las mordazas sucios u oxidados. 7. Tubería obstruida en una de las ruedas. 8. Amortiguadores blandos 	<ul style="list-style-type: none"> • Corrección con neumáticos fríos. • Reparar • Recuperar movilidad o reemplazar • Ajustar frenos • Revisar: en caso necesario sustituir • Limpiar y recuperar movilidad. • Reparar • Sustituir.
Los frenos se bloquean	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agarrotamiento de los cilindros. 2. Válvula principal de freno desajustada. 3. Muelle de retroceso de la zapata débil o roto 4. Cámara de muelle no afloja (si sucede en ruedas traseras). 5. Falta presión de aire en el circuito. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar o sustituir • Reparar • Sustituir • Reparar o sustituir • Verificar circuito.
Baja eficacia de frenado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pérdida de aire en el circuito. 2. Palancas desajustadas. 3. Forros desgastados o de mala calidad. 4. Tuberías obstruidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar • Verificar cotas de reglaje • Sustituir • Reparar

Los frenos vibran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Polvo y suciedad en los frenos de disco o en los tambores. 2. Forros o pastillas inadecuados. 3. Deformación del disco de freno 4. Los forros nuevos no hacen contacto uniformemente. 5. Remaches de los forros sueltos 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar polvo y suciedad • Colocar el recambio adecuado • Reemplazar. • Limar los bordes exteriores • Sustituir
Recorrido del pedal largo Y puede pisarse de forma blanda y elástica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fugas en el sistema de frenos 2. Avería en la válvula principal 3. Separación excesiva entre la zapata y el tambor 4. Válvula rele no actúa 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el hermetismo • Reemplazar • Hacer ajuste • Reparar
Acción de frenada deficiente con elevada presión en el pedal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recorrido normal del pedal: forros manchados de aceite o cristalizados. 2. Recorrido corto del pedal: falta presión de aire. 3. Recorrido largo del pedal: avería en uno de los circuitos de freno, debido a falta de hermeticidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar • Revisar circuito • Revisar y reemplazar las piezas deterioradas
Calentamiento excesivo de una o mas ruedas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Válvula principal agarrotada 2. Mordazas de freno oxidadas. 3. El freno de mano no se suelta por completo. 4. Rotura del muelle de mordaza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar • Reparar o sustituir • Reparar o sustituir cámara de muelle trasera • Sustituir
Ruidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Superficies de fricción agarrotadas. 2. Resortes débiles 	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar o sustituir • Sustituir

7.9 CONCEPTO DE SUSPENSIÓN ⁵⁹

Se llama suspensión al conjunto de elementos elásticos que se interponen entre los órganos suspendidos (bastidor, carrocería, pasajeros y carga) y los órganos no suspendidos (ruedas y ejes).

Su misión es absorber las reacciones producidas en las ruedas por las desigualdades del terreno, asegurando así la comodidad del conductor del vehículo y, al mismo tiempo, mantener la estabilidad de este. La absorción de estas reacciones se consigue por la acción combinada de los neumáticos y el sistema de suspensión.

7.10 CARACTERÍSTICAS DE LA SUSPENSIÓN

7.10.1 CARACTERÍSTICAS QUE DEBE REUNIR LA SUSPENSIÓN

Como los elementos de suspensión han de soportar todo el peso del vehículo, deben ser lo suficientemente fuertes para que las cargas que actúan sobre ellos no produzcan deformaciones permanentes. A su vez, deben ser muy elásticos, para permitir que las ruedas se adapten continuamente al terreno. Esta elasticidad en los elementos de unión produce una serie de oscilaciones de intensidad decreciente que no cesan hasta que se ha devuelto la energía absorbida, lo que coincide con la posición de equilibrio de los elementos en cuestión; dichas oscilaciones deben ser amortiguadas hasta un nivel razonable que no ocasione molestias a los usuarios del vehículo.

7.10.2 TIPOS DE OSCILACIONES

Existen diferentes tipos de oscilaciones según la dirección en que se producen respecto al vehículo:

- Cabeceo: Las que giran alrededor del eje transversal.
- Balanceo: Son giros en torno al eje longitudinal.

⁵⁹ Camiones y vehículos pesados. Reparación y mantenimiento. Pag. 180

- Trompos: Son giros que se producen torno al eje vertical.
- Desplazamientos verticales: Son movimientos a lo largo del eje vertical del vehículo.
- Desplazamientos transversales: Se crean de forma rectilínea en el eje transversal.

7.10.3 INFLUENCIA DE LA CARGA EN LA SUSPENSION

Si en los vehículos las cargas fueran constantes resultaría fácil adaptar una suspensión ideal, pero como esto no se da en ningún caso, al ser la carga variable, especialmente en vehículos de transporte, los elementos elásticos deben calcularse para que aguanten el peso máximo sin pérdida de elasticidad.

En estas condiciones es imposible obtener una suspensión ideal ya que, si se calcula para un peso mínimo, la suspensión resulta blanda en exceso cuando aquel aumenta; si se calcula para el peso máximo, entonces resulta dura cuando el vehículo marcha en vacío o con poca carga.

7.10.3 EFECTOS DE UN ELEMENTO DE FLEXIBILIDAD VARIABLE

Si se pudiera mantener la deformación constante, se conseguiría que el tiempo necesario para una oscilación completa (periodo) no varíe, obteniendo, en este caso, una suspensión que se acerca a la ideal.

Para ello se tiene que colocar un elemento de unión cuya flexibilidad sea variable, de modo que, al aumentar la carga, aumente asimismo su rigidez para mantener constante la deformación. Esto es muy difícil de conseguir con resortes metálicos; por tanto, las suspensiones basadas en este tipo de elementos (ballestas, muelles, barras de torsión, etc.) necesitan llevar acoplado un sistema amortiguador de oscilaciones que recoja la energía mecánica producida y evite su transmisión a la carrocería. En las suspensiones neumáticas o hidroneumáticas se consigue la flexibilidad variable aumentando o disminuyendo la presión interna en sus elementos.

7.11 ELEMENTOS DE LA SUSPENSION

En la suspensión se debe diferenciar los elementos que la constituyen y sus diferentes arquitecturas.

Los elementos de la suspensión se clasifican en los siguientes grupos:

- Elementos elásticos. Soportan la carga del vehículo aislándolo de los movimientos producidos por las alteraciones de la calzada.
- Elementos amortiguadores. Complementan a los anteriores y atenúan las oscilaciones producidas por estos.
- Elementos estabilizadores. Crean un efecto de reacción para evitar que la carrocería se incline excesivamente en las curvas.
- Elementos de guiado. Son las barras y tirantes necesarios, sin los cuales el eje no podría absorber los esfuerzos de tracción del grupo moto propulsor y transmitirlos a la carrocería, ni guiar el eje directriz. Las ballestas ejercen por si mismas de elementos de guiado, pero en suspensiones neumáticas se requieren barras y tirantes.
- Neumáticos y ruedas. Aportan movilidad al vehiculo y flexibilidad gracias a la utilización de los neumáticos.

7.12 ARQUITECTURA DE LA SUSPENSION

Según los elementos utilizados y su disposición se pueden obtener distintas arquitecturas:

- Suspensión con ejes rígidos, con una unión solidaria entre las ruedas de un mismo eje, es decir, los movimientos de una rueda influyen sobre los de la del lado opuesto. Son las más comunes en vehículo pesado y camiones.

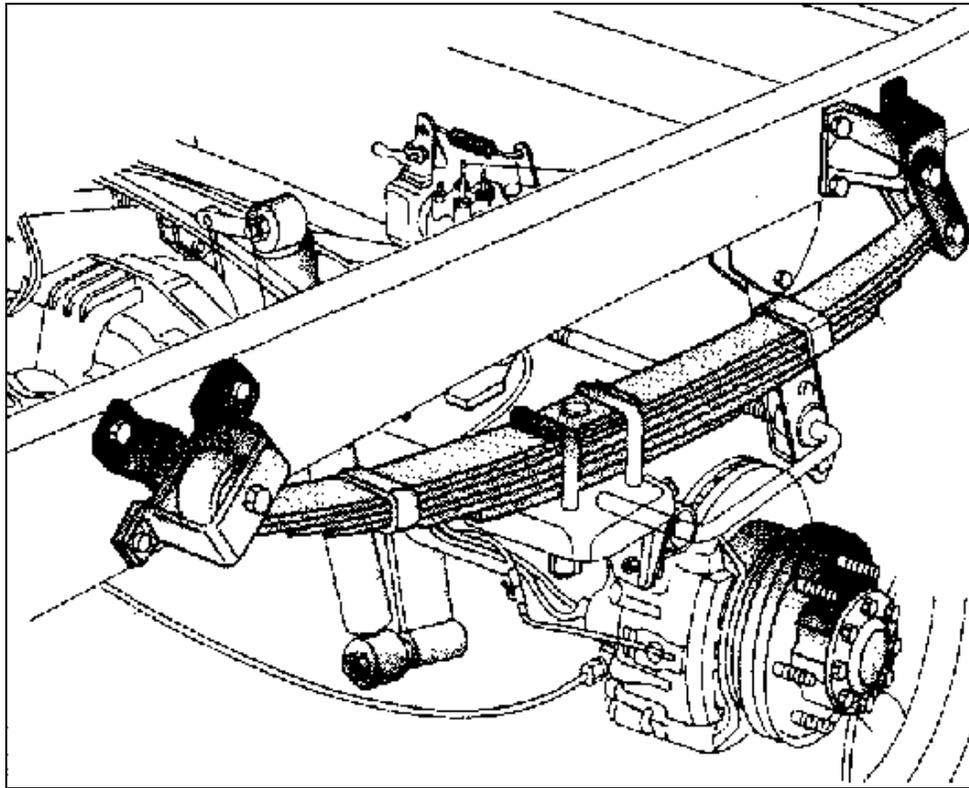


Figura 7.2 Suspensión de Eje Rígido

- Suspensión de ruedas independientes, que permiten un libre movimiento de cada rueda. Se aplican en vehículos de transporte pequeños y furgonetas.
- Suspensiones electrónicas, sistemas con asistencia de la electrónica para obtener comportamientos más precisos. En camiones suelen ser sistemas basados en uno de los anteriores (sobre todo de eje rígido) pero con gestión electrónica y mando neumático.

7.13 ELEMENTOS ELASTICOS: BALLESTAS

Estos elementos, como todos los muelles, tienen excelentes propiedades elásticas pero poca capacidad de absorción de energía mecánica, por lo que no pueden ser montados solos en la suspensión; necesitan el montaje de un elemento que frene las oscilaciones producidas en su deformación. Debido a esto, los resortes se montan siempre con un amortiguador de doble efecto.

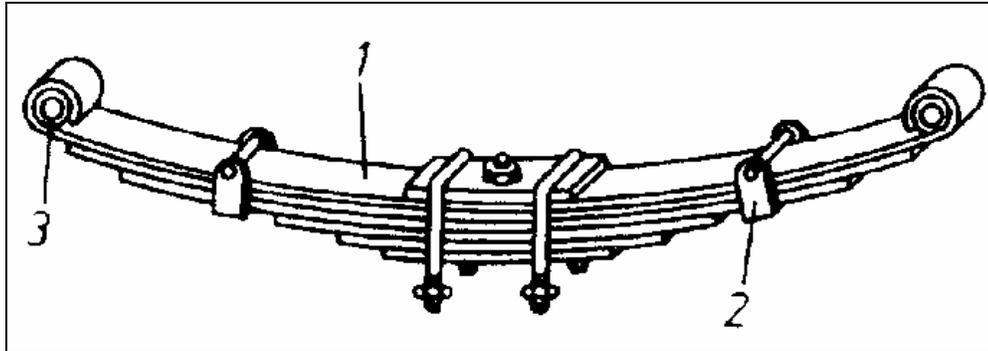


Figura 7.3 Composición de una ballesta

Las ballestas están constituidas como se muestra en la figura 7.3 por un conjunto de hojas o laminas de acero especial para muelles, unidas mediante unas abrazaderas (2) que permiten el deslizamiento entre las hojas cuando estas se deforman por el peso que soportan. La hoja superior (1), llamada hoja maestra, va curvada en sus extremos formando unos ojos en los que se montan unos casquillos de bronce o de goma (3) para su acoplamiento al soporte del bastidor por medio de unos pernos o bulones.

El número de hojas y el espesor de las mismas esta en función de la carga que han de soportar. Funcionan como muelles de suspensión, haciendo de enlace entre el eje de las ruedas y el bastidor. En camiones, además de servir de elementos de empuje, absorben con su deformación longitudinal la reacción en la propulsión y ejercen de elementos de guiado.

7.13.1 TIPOS DE BALLESTAS

Las ballestas pueden clasificarse en dos grandes tipos:

- Semi-elípticas.
- Parabólicas.

Las hojas de las ballestas parabólicas son de un grosor superior al de las ballestas elípticas. Actualmente son las más utilizadas.

Las ballestas elípticas tienen el inconveniente del rozamiento entre sus hojas, rozamiento que, al ser constante, exige una lubricación periódica con grasa entre

hoja y hoja. Si esta lubricación no se atiende, las hojas se "comen" literalmente entre sí y acaban rompiéndose las hojas. En vehículos para grandes cargas se siguen utilizando por su robustez.

En las ballestas parabólicas este problema no existe, puesto que no hay contacto entre hoja y hoja, y el mantenimiento es nulo. Por otro lado, la ballesta parabólica posee una flexibilidad mayor y esto redundaría en la comodidad del conductor.

Las ballestas semielípticas se llaman así porque sus hojas forman parte de una elipse imaginaria.

Se caracterizan y distinguen por tener las hojas unas en contacto con las otras formando un paquete, que precisa lubricación periódica.

Las ballestas parabólicas tienen hojas con forma de parábola. Se distinguen porque sus hojas no se tocan entre sí, existiendo un espacio importante entre unas y otras. Para compactar las hojas y hacer un conjunto de todas ellas, se intercalan entre ellas unos separadores de material compuesto o nylon.

7.14 AMORTIGUADORES

Estos elementos son los encargados de absorber las vibraciones de los elementos elásticos, convirtiendo en calor la energía cinética de la masa oscilante. Cuando la rueda encuentra un obstáculo o bache, el muelle se comprime o se alarga, recogiendo la energía mecánica producida por el choque, energía que devuelve a continuación, por efecto de su elasticidad, rebotando sobre la carrocería, ya que es el punto móvil del sistema. Este rebote en forma de vibraciones es el que tiene que frenar el amortiguador, recogiendo, en primer lugar, el efecto de compresión y luego el de reacción del muelle, actuando de freno en ambos sentidos; por esta razón reciben el nombre de amortiguadores de doble efecto.

Los amortiguadores más empleados en la actualidad son los de tipo telescópico de funcionamiento hidráulico. Están constituidos por dos tubos concéntricos cerrados

por la parte superior con un reten, a través del cual se desliza un vástago unido a otro tubo abierto, que hace de campana protectora, y al ojo de sujeción a la carrocería. Por el interior del tubo, unido al extremo del vástago, se desliza un pistón, el cual lleva dos orificios de paso de aceite que se cierran por la parte superior con una válvula de membrana y el paso central con otra válvula. El tubo interior se comunica con el exterior por su parte inferior a través de una válvula de membrana.

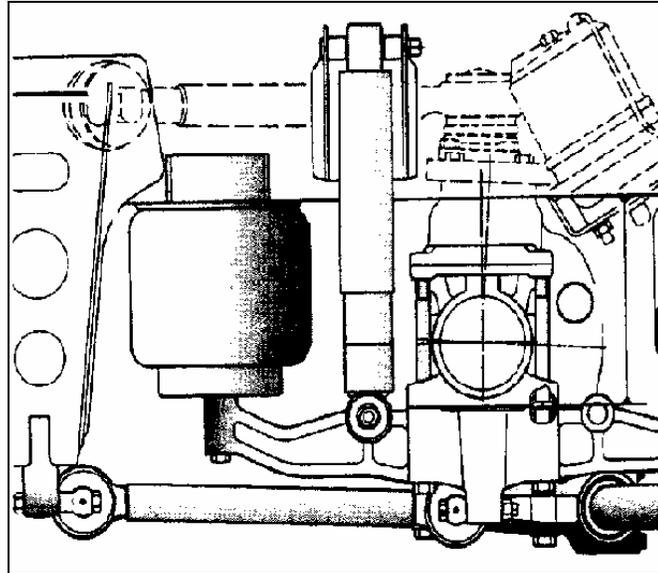


Figura 7.4 Montaje del Amortiguador en el Vehículo

7.15 BARRAS ESTABILIZADORAS

Cuando el vehículo toma una curva, por la acción de la fuerza centrífuga se carga el peso del camión sobre las ruedas exteriores, con lo cual la carrocería tiende a inclinarse hacia ese lado, con peligro de vuelco y la correspondiente molestia para el conductor.

Para evitar esto se montan sobre los ejes delantero y trasero las barras estabilizadoras, que consisten esencialmente en una barra de acero elástico cuyos extremos se fijan a los soportes de suspensión de las ruedas; de esta forma, al tomar una curva, como una de las ruedas tiende a bajar y la otra a subir, se crean par de torsión en la barra, que absorbe el esfuerzo y se opone a que esto ocurra, e impide, por tanto, que la carrocería se incline a un lado, manteniéndola estable. El mismo

efecto se produce cuando una de las ruedas encuentra un bache u obstáculo, creando, al bajar o subir la rueda, un par de torsión en la barra que hace que la carrocería se mantenga en posición horizontal.

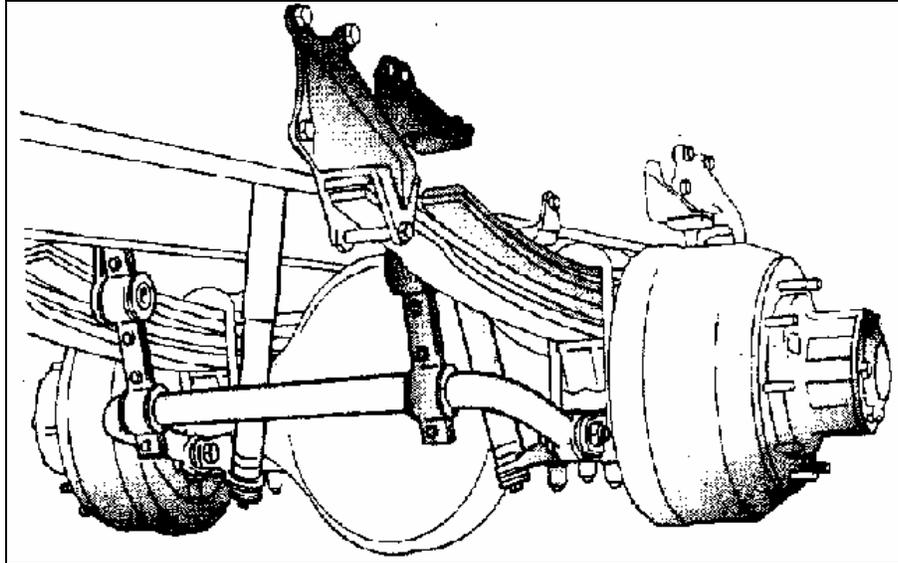


Figura 7.5 Montaje de la Barra Estabilizadora en el Camión

7.16 ELEMENTOS DE GUIADO

Los elementos de guiado son los elementos de unión entre los ejes y el bastidor transmiten y reciben todos los esfuerzos de tracción y frenado y soportan los efectos de la fuerza centrífuga. En suspensiones con ballestas longitudinales, las propias ballestas ejercen de elementos de guiado, tanto longitudinal como transversal, por su robustez. En las suspensiones independientes de furgonetas y vehículos ligeros, los trapecios y brazos de suspensión y las propias barras estabilizadoras se utilizan de elementos de guiado.

Las suspensiones neumáticas son las que más precisan de estos elementos, ya que los fuelles de aire solo están concebidos para soportar peso, pero no tienen ninguna resistencia contra esfuerzos laterales. En este caso, los elementos de guiado son barras cilíndricas y tirantes articulados de gran diámetro con casquillos o rótulas en sus extremos. Pueden estar montados longitudinalmente o atravesados. En cualquier

caso, son la única unión física de los ejes con el bastidor y soportan todos los esfuerzos excepto la carga.

7.17 SUSPENSION NEUMATICA

Este tipo de suspensión consiste en intercalar un fuelle neumático entre las ruedas y los elementos suspendidos. El conjunto esta constituido por un pistón montado sobre el eje de las ruedas o los brazos de suspensión, un diafragma de caucho y una placa de cierre unida al bastidor.

Todos estos elementos forman un conjunto perfectamente hermético que impide la salida del aire contenido en su interior.

Las oscilaciones de la rueda se transmiten al pistón que puede desplazarse variando la altura del resorte sin que el diámetro del diafragma sufra variaciones importantes, ya que en su movimiento de ascenso y descenso se arrolla sobre si mismo, manteniendo así la superficie eficaz y obteniendo como resultado diferentes presiones en el interior del resorte.

Por tanto, la fuerza de reacción estará en función del desplazamiento del pistón y la presión interna consiguiéndose, de esta forma, un resorte de flexibilidad variable progresiva, cuya curva característica se acerca a la ideal y que, regulado a su carga estática media, produce un diagrama elástico que proporciona una suspensión ideal para todos los casos de carga, con una frecuencia de oscilaciones entre 65 y 75 ciclos por minuto.

Este sistema es especialmente indicado para vehículos con frenos neumáticos, porque aprovecha la instalación de aire comprimido para el circuito de alimentación de la suspensión neumática.

Cuando los muelles están montados en todas las ruedas, se denomina suspensión neumática integral.

7.18 DIAGNOSIS DE LA SUSPENSION

A continuación se muestran las tablas de diagnostico del sistema que conforma la suspensión.

Tabla 7.3 Diagnósis de la Suspensión Delantera

Irregularidad en el funcionamiento	Causa
Rueda que va dando saltos	<ul style="list-style-type: none"> • Neumático descentrado en la llanta. • Ruedas desequilibradas. • Muelles o ballestas debilitados. • Barra estabilizadora debilitada. • Amortiguador hidráulico ineficiente. • Llanta o rueda deformada. • Neumático agrietado. • Presión desigual en los neumáticos.
Neumáticos excesivamente desgastados	<ul style="list-style-type: none"> • Los neumáticos no han sido sometidos a la presión aconsejada. • Incorrecta inclinación de las ruedas. • Incorrecta convergencia de las ruedas. • Presión desigual de los neumáticos. • Altas velocidades en curvas. • Aceleraciones demasiado rápidas. • Altas velocidades de marcha en carreteras con fondo de gravilla. • Juego excesivo de los cojinetes de los bujes de ruedas. • Abaniquo de las ruedas. • Brazos oscilantes endurecidos en las articulaciones de los casquillos elásticos.

<p>El camión tiende a desviarse hacia un lado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Presión de los neumáticos baja o irregular. • Incorrecta alineación de las ruedas anteriores. • Juego de los rodamientos de las ruedas anteriores. • Mangueta o brazos oscilantes deformados. • Amortiguadores hidráulicos de doble efecto ineficientes. • Muelle o ballestas debilitados. • Frenos bloqueados.
<p>Suspensión ruidosa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente lubricación de las manguetas y de los rodamientos de las ruedas. • Amortiguadores hidráulicos de doble efecto ruidosos o ineficientes. • Barra estabilizadora aflojada en la unión a los brazos oscilantes a la carrocería. • Casquillos elásticos de los brazos oscilantes desgastados. • Articulaciones de los brazos oscilantes desgastados. • Aflojamiento de los tornillos de sujeción de la suspensión a la carrocería o a las manguetas. • Rodamientos de las ruedas desgastadas o con excesivo juego.
<p>Abaniquo de las ruedas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Presión desigual de los neumáticos. • Cojinetes de los bujes de ruedas desgastados o con juego excesivo. • Amortiguadores hidráulicos de doble efecto ineficientes. • Mangueta aflojada o deformada. • Casquillos elásticos de los brazos oscilantes desgastados. • Excesivo juego de los tirantes de dirección.

Tabla 7.4 Diagnósis de la Suspensi3n Trasera

Irregularidad en el funcionamiento	Causa
Chirrido, golpeteo o ruidos en general	<ul style="list-style-type: none"> • Ruedas desequilibradas. • Ruedas descentradas. • Amortiguadores hidr3uticos de doble efecto desgastados, con frenado ineficiente. • Rotura de una hoja de la ballesta. • Rotura de las bridas de uni3n de las hojas de la ballesta o del soporte del cable de mando.
Desgaste excesivo o irregular de los neum3ticos	<ul style="list-style-type: none"> • Ruedas desequilibradas. • Ruedas descentradas. • Ballesta debilitada o rota. • Coche excesivamente cargado. • Convergencia incorrecta.
El camión tiende a desviarse hacia un lado	<ul style="list-style-type: none"> • Incorrecta presi3n de un neum3tico. • Frenos desajustados
Aflojamiento de una rueda	<ul style="list-style-type: none"> • Incorrecta presi3n de un neum3tico. • Hoja de ballesta debilitada o rotas. • Rotura de las bridas de uni3n de las hojas de la ballesta. • Amortiguador hidr3utico de doble efecto desgastado o con frenado insuficiente.

7.19 CONCEPTO DE CHASIS

Chasis es la armaz3n que sostiene a toda la m3quina, en la actualidad son calculados por m3todos de elementos finitos en la cual se consigue el peso ideal de este elemento.

Dependiendo de la m3quina que se trate la configuraci3n puede ser mas o menos r3gida para que pueda soportar todos los componentes que intervienen en la maquina

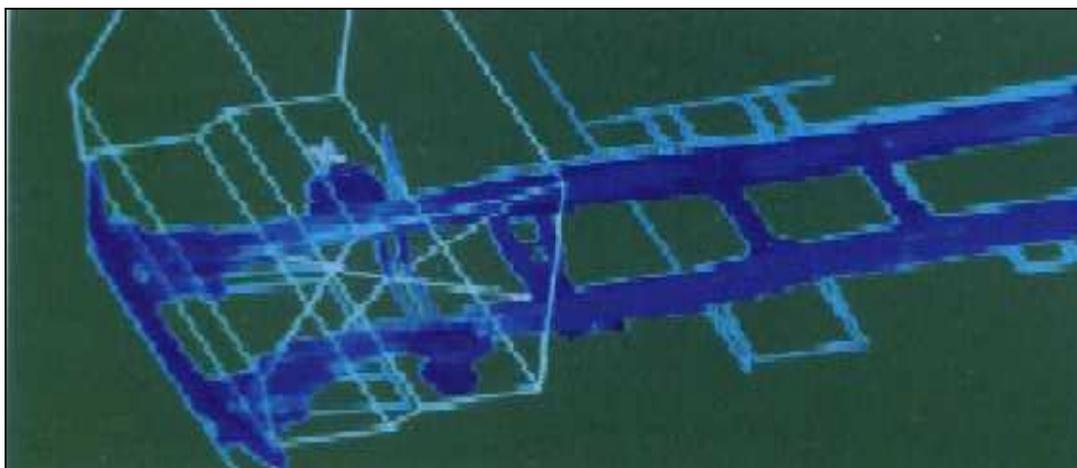


Figura 7.6 Diseño por Elementos Finitos de un Chasis de Camión⁶⁰

7.19.1 TRABAJOS EN EL CHASIS

En caso de que la máquina haya recibido impacto se ha sobrecargado, o ha ocurrido una colisión y se haya fracturado o sufrido algún daño el chasis. En el momento de reparar se deben seguir las siguientes recomendaciones.

- Los trabajos de soldadura en el chasis solo pueden ser llevados a cabo por personal especializado.
- Retirar los bornes positivo y negativo de las baterías y recubrirlos.
- Unir el borne de masa del equipo de soldar directamente con la pieza a soldar. La corriente de soldadura no debe dar rodeos en ningún caso pasando por piezas electrónicas. No unir el borne de masa del equipo de soldar con los grupos (motor, caja de cambios, ejes, etc.)
- No tocar con el electrodo de soldadura, ni con el borne de masa del equipo de soldadura, las cajas de los componentes electrónicos, ni los cables eléctricos.
- Antes de efectuar trabajos de soldadura, recubrir los muelles y los fuelles de suspensión para protegerlos contra salpicaduras de soldadura. No tocar los muelles con los electrodos de soldadura ni la pinza de soldar.

⁶⁰ Folleto Publicitario de Camión ACTROS Mercedes Benz

7.20 HERRAMIENTAS DE TRABAJO

Dentro de los elementos de trabajo o herramientas de la maquinaria de construcción se encuentran los siguientes:

Cucharón, cuchillas, puntas, brocas, baldes, etc, dependiendo de la máquina.

Estos elementos de trabajo se desgastan con el uso y deben ser cambiados o reciclados con elementos de soldadura de mantenimiento.

Particularmente las uñas de los cucharones de excavadoras y cargadoras son los elementos que se reciclan con soldadura de mantenimiento, mientras que las cuchillas de los tractores se dan la vuelta y se obtiene dos ciclos de vida.



Figura 7.7 Cucharón de Excavadora con Uñas y Esquineros Antifricción⁶¹

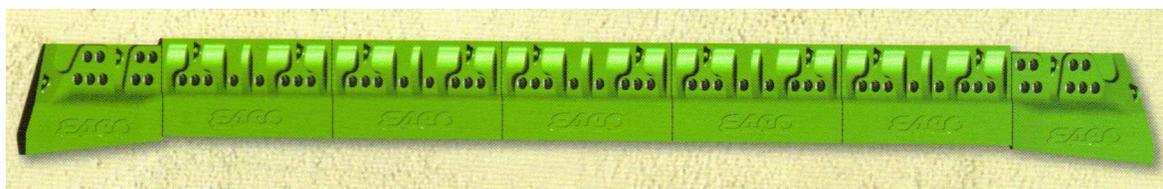


Figura 7.8 Cuchilla y Esquinero de Bulldozer⁶²

⁶¹ Manual electrónico de productos DAREUS

⁶² Manual electrónico de productos DAREUS

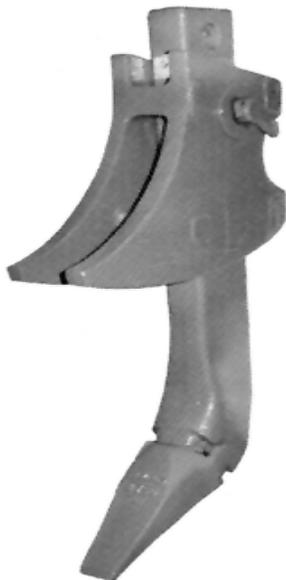


Figura 7.8 Punta de Ripper de Tractor de Orugas⁶³

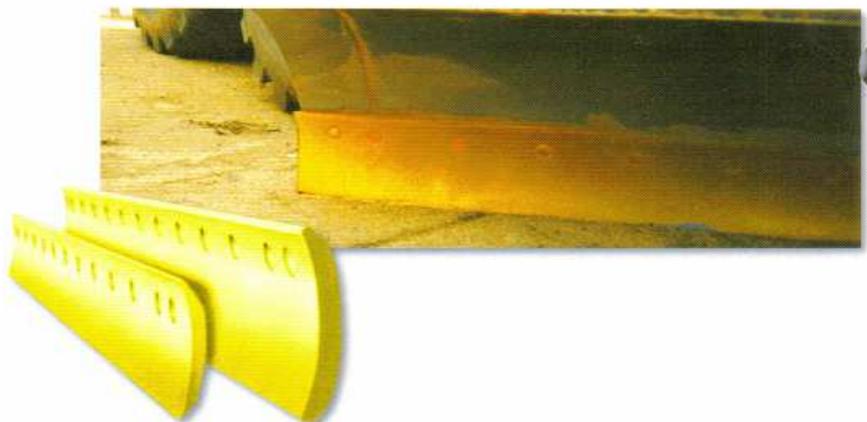


Figura 7.10 Cuchilla de Moto niveladora⁶⁴

7.20.1 TRABAJOS EN LAS HERRAMIENTAS DE TRABAJO

Para diagnosticar un problema de desgaste, el soldador de mantenimiento, tiene que examinar el material con el que va a trabajar, el mecanismo de desgaste presente y el ambiente de operación de la pieza.

⁶³ Manual electrónico de productos DAREUS

⁶⁴ Manual electrónico de productos DAREUS

Material con el que se va a trabajar: Se tiene que tomar en cuenta su composición química, dureza, tamaño, textura, etc.

- Mecanismo y tasa de desgaste existente: Es de suma importancia la identificación clara y precisa sobre el tipo de desgaste que tiene una determinada pieza, ya que esta se convierte en la piedra angular del problema. Es necesario hacer notar que generalmente un mecanismo de desgaste no se presenta en su forma elemental y casi siempre es una combinación de dos o más, tampoco existe un material o aleación, que en forma universal, sea resistente a todos los mecanismos de desgaste existentes.
- La selección del recubrimiento protector es función directa del mecanismo de desgaste presente, por lo que este paso en el diagnóstico del problema, es el más importante.
- Ambiente de operación: Hay que saber a ciencia cierta el ambiente de operación de la pieza, esto es: Temperatura de trabajo, humedad presente, agentes químicos que estén en contacto, etc.

Una vez que el problema ha sido diagnosticado, puede seleccionarse el material apropiado y el proceso de soldadura a utilizarse.

Antes de escoger un proceso de soldadura para realizar un trabajo específico, el soldador de mantenimiento necesita considerar las condiciones de servicio, incluyendo factores relacionados con el trabajo, la preparación de la superficie y acabado final.

Las consideraciones que se deben hacer, entre otras son:

Factores Generales:

- Procesos disponibles
- Materiales de revestimiento
- Cantidad de revestimiento requerida
- Áreas que van a protegerse
- Cantidades necesarias de las aleaciones.
- Ubicación del trabajo

- Mano de obra disponible
- Posibilidad de mecanización
- Servicios disponibles
- Costo.

Factores de trabajo:

- Tamaño, peso y accesibilidad de la pieza.
- Sitio y accesibilidad al área de trabajo
- Limpieza de la superficie
- Soldabilidad del material
- Limitaciones de las áreas adyacentes
- Dureza y temperatura de fusión del sustrato
- Maquinabilidad
- Resistencia del componente a la temperatura.

Preparación de la superficie:

- Métodos aplicables.
- Equipos disponibles
- Tolerancias
- Requisitos de registro y puntos de referencia
- Necesidad de maquinado con muelas abrasivas
- Posibilidad de cortes para preparar la superficie de soldadura.

Acabado:

- Función de la superficie
- Acabado final requerido
- Exactitud dimensional y límites de deformación
- Equipos disponibles
- Actividades post-alisamiento.

Otros factores

- Aplicación
- Facilidades disponibles (procesos de soldadura y equipos de maquinado)
- Pericia del soldador.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

- Se cumplieron con los objetivos planteados inicialmente a la realización de este trabajo.
- A través de este trabajo se ha conocido las diferentes maquinarias que sirven para la elaboración o construcción de obras civiles y sus diferentes aplicaciones.
- Se ha podido realizar un estudio de los elementos principales de funcionamiento de la maquinaria pesada debido a que son sistemas comunes.
- El trabajo elaborado sirve de un diagnóstico previo a encontrar una solución a posibles daños que pueden presentar los principales sistemas de la maquinaria pesada, datos que son de valiosa información para las personas encargadas del mantenimiento.
- El presente manual contiene información, referente a fallas por desgaste, por falta de lubricación, por mala operación, por sobrecarga, etc.
- Este documento sirve de ayuda para encontrar el sistema o el elemento mecánico que produce la falla en la maquinaria pesada y evitar suposiciones del grupo de mecánicos en el taller
- Las tablas de diagnosis en una flota de maquinaria pesada, puede ayudar a verificar futuros daños y a mantener un stock de repuestos en función de los daños más frecuentes de estos equipos.

- Se puede aplicar las tablas, para elaborar un plan más detallado de mantenimiento preventivo, tomando en cuenta las estadísticas de falla más frecuentes de una flota de maquinaria.

8.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso del presente manual a compañías constructoras que posean flotas de maquinaria pesada, con el fin de reducir el tiempo de diagnóstico de fallas que poseen dichos equipos.
- Complementar el presente manual, con un estudio detallado de la Tribología para la selección adecuada del lubricante en los sistemas descritos.
- Realizar un estudio complementario de la parte eléctrica y electrónica de estos equipos, ya que son partes importantes en el funcionamiento de esta maquinaria.
- La Facultad debería hacer una difusión del presente material a empresas constructoras y empresas que trabajen con equipo camionero pesado.
- Con el fin de facilitar el uso del presente manual, se recomienda la realización de un software, el cual a través de una base de datos se agilice la búsqueda de las fallas de estos equipos.
- Se recomienda un seguimiento del uso del presente este manual, con el fin de conocer s posibles errores del mismo o para complementarlo con información que los usuarios lo requieran.

BIBLIOGRAFÍA

- Manuel Díaz del Río; *Manual de Maquinaria de Construcción; Primera edición; Mc GRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.*
- *CAMIONES Y VEHICULOS PESADOS; Reparación y Mantenimiento; Motor Diesel y embrague; Edición 2003 ; CULTURAL S.A.*
- *MANUAL DEL SERVICIO ESPECIAL DE CADENAS; Carterpillar: edición 14*
- *CAMIONES Y VEHICULOS PESADOS; Reparación y Mantenimiento; Transmisión, Chasis, Equipo eléctrico; Edición 2003 ; CULTURAL S.A.*
- *A.Serrano Nicolás; OLEOHIDRÁULICA; Primera edición; Mc GRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.*
- Miguel de Castro Vicente; *Nueva enciclopedia del automóvil. TRANSMISIONES Y BASTIDOR. Ediciones CEAC,1998*

FOLLETOS

- *GUIA DEL CONSUMIDOR PARA CAMIONES Y BUSES; Good Year; Perú*
- *Hoja publicitaria, TREN DE RODAJE CATERPILLAR 1990*
- Manual electrónico de productos DAREUS
- Folleto Publicitario de Camión ACTROS Mercedes Benz
- Manual Electrónico de lubricantes Shell (Aceites de sistemas hidráulicos)
- Manual de Hidráulica Mobile. Vickers
- Manual electrónico de Continental General-Tire
- Manual de Servicio Tractor Bulldozer Komatsu 375 A-1

Páginas Web

URL:www.cat.com