



CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 10 de Junio del 2014

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Juan Camilo González Cortés, con C.C. No. 1075260740,Marcos Alberto Manrique Calderón, con C.C. No. 1075261596,

\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o \_\_\_\_\_

titulado Compendio Técnico del mantenimiento preventivo e inspección  
del sistema de potencia de equipos Workoverpresentado y aprobado en el año 2014 como requisito para optar al título deIngeniero de Petróleos;

autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.

• Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.



CARTA DE AUTORIZACIÓN



CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 2
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

• Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

**COMPENDIO TECNICO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCION  
DEL SISTEMA DE POTENCIA DE EQUIPOS WORKOVER**



**MARCOS ALBERTO MANRIQUE CALDERON  
2009178687  
JUAN CAMILO GONZALEZ CORTES  
2009180402**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE PETRÓLEOS  
NEIVA  
2014**

**COMPENDIO TECNICO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCION  
DEL SISTEMA DE POTENCIA DE EQUIPOS WORKOVER**

**MARCOS ALBERTO MANRIQUE CALDERON  
2009178687  
JUAN CAMILO GONZALEZ CORTES  
2009180402**

**TESIS, TRABAJO DE GRADO**

**DIRECTOR(A):  
ING. CONSTANZA VARGAS CASTELLANOS**

**ASESOR:  
ING. DIEGO FERNANDO PARRA OLIVERA**

**PRESENTADO A:  
COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE PETRÓLEOS  
NEIVA  
2014**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma del Director**

---

**Firma del Evaluador**

---

**Firma del Evaluador**

**Neiva, 21 de mayo del 2014**

## DEDICATORIA

*Quiero agradecer primero que todo a Dios por la grandeza que imprime en mi vida y por permitirme conquistar este sueño; segundo quiero agradecerles a mis padres Carlos y Nancy, porque ellos son la fuente de mi esfuerzo y perseverancia a lo largo de mi vida académica, a mi hermana Catalina por su incondicionalidad, a mis sobrinos Juan Sebastián y Ana Sofía por convertirse en y un motivo adicional para seguir avanzando, a mi novia Andrea por su amorosa compañía, a mi compañero de tesis y a todos aquellos amigos, familiares y conocidos, que me brindaron apoyo durante el transcurso de este proyecto.*

*Mil Gracias.*

*Marcos Manrique Calderón*

*Dedico este logro a Dios Padre por permitirme la vida y haberme dado la sabiduría y paciencia para alcanzar mis metas.*

*A mis Padres Héctor y Martha Rocío por su guía, educación, amor e incondicional apoyo que labraron en mí la persona que soy ahora, a mis Abuelos maternos Carlos y Clara Elisa quienes son la fuente de esta familia y el ejemplo de cada uno de nosotros, mis Abuelos paternos Manuel y Pureza que siempre los llevo en mi corazón.*

*A mis Hermanos Jhoan Sebastián y Ana María quienes son un motivo más para seguir adelante.*

*A mis Amigos Luis Alberto y Jeniffer Angélica porque han sido mis amigos de sangre y sé que siempre contaré con ellos.*

*A mi Novia Diana Katherine por su paciencia, apoyo y amor en todo momento.*

*Y finalmente a mi compañero de tesis, amigos y demás familiares que de una u otra forma ayudaron para poder alcanzar este anhelado objetivo.*

*Juan Camilo González Cortés*

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS por darnos vida y sabiduría para hacer las cosas bien durante toda la carrera.

A VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA, por brindarnos la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en la empresa, al Ingeniero DIEGO FERNANDO PARRA OLIVERA por su valioso aporte durante la elaboración de este proyecto de grado, por su apoyo, orientación y compartirnos sus saberes.

A la UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA, siendo el alma máter que nos dio la oportunidad para adquirir los conocimientos y hacer el profesional competente para la industria, a la Ingeniera CONSTANZA VARGAS CASTELLANOS por el apoyo, asesoría y colaboración prestada en el desarrollo del proyecto; a los Ingenieros HECTOR ENRIQUE SANCHEZ GUTIERREZ y LUIS HUMBERTO ORDUZ PÉREZ por su tiempo y gran ayuda prestada para brindarnos sus valiosas observaciones.

## RESUMEN

La eficiencia en el trabajo de una torre de workover, depende de la eficiencia individual de cada una de sus partes que la componen, así como todo tiende a acabarse o deteriorarse, estos equipos a raíz del continuo y permanente uso que se les da, corren el mismo riesgo, la clave radica en el tiempo en el que estos equipos sean considerados defectuosos u obsoleto; es por esto que existen los manuales de inspección y mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, los cuales son una guía, que le permite a las empresas, de acuerdo a las condiciones de uso, que propendan un trabajo eficiente y más prolongado, y prevenir pérdidas económicas para la empresa, ya que si un elemento del conjunto de la torre falla, los demás podrían no operar. Regidos por normas que supervisan y estandarizan estos procedimientos de seguimiento, mantenimiento y operaciones, que estarán acorde a las normas ambientales y recomendaciones dadas por el fabricante.

Es fundamental el conocimiento de los procesos actuales regidos a partir de las normatividades concernientes a las técnicas de mantenimiento e inspección del sistema de potencia de equipos de workover, por ello se acude a los parámetros obtenidos a partir de éstas, los cuales se deben verificar permanentemente para tener una confiabilidad de la herramienta y cumplir con estándares de fabricantes para obtener un desempeño eficiente.

Lo anterior, tiene como objetivo fundamental la creación de una propuesta conformada por listas de chequeos las cuales se tienen en cuenta para llevar el control de la correcta operación y generar un adecuado mantenimiento preventivo para prolongar la vida útil del equipo, y reducir el impacto económico, lo que en resumen generará mejores índices de rentabilidad dentro de la compañía.

## **ABSTRAC**

The work efficiency of workover tower depends on the individual efficiency of each of its component parts as well as everything tends to run out or deteriorate, these equipment following the continuous and permanent use are given, are the same risk, the key lies in the time that these equipment are considered defective or obsolete; is why there are inspection and preventive manuals, predictive and corrective maintenance, which are a guide, which allows companies, according to the terms of use, which foster an efficient and longer work, and prevent losses economic for the company, because if one element of the tower fails, the others could not operate. Governed by rules that supervise and standardize these procedures for monitoring, maintenance and operations, will be according to environmental standards and recommendations given by the manufacturer.

It is essential knowledge of current processes falls from the normativities regarding technical maintenance and inspection of the power system of workover rigs, so we turn to the parameters obtained from them, which must constantly verify to have a reliable tool and accomplish with the manufacturers standards for efficient performance.

The above aims to the creation of a proposal made by checklists which are taken into account to keep track of the correct operation and generate an appropriate preventive maintenance to prolong equipment life, and reduce the economic impact , which in summary generate better rates of return within the company.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>17</b>
<b>1. MARCO TEORICO.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1. MARCO INSITUCIONAL.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.2. MISION.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.3. VISION.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2. CONCEPTOS BASICOS DE WORKOVER.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.1. SISTEMA Y EQUIPOS BASICOS.....</b>	<b>19</b>
1.2.1.1. Sistema para levantamiento o izaje de carga.....	20
1.2.1.1.1. Estructura soportante.....	20
1.2.1.1.2. Equipo de izaje de carga.....	21
1.2.1.2. Sistema de rotación.....	21
1.2.1.2.1. Kelly Spinner.....	22
1.2.1.2.2. Top Drive.....	23
1.2.1.2.3. Mesa rotaria.....	24
1.2.1.2.4. Sarta de perforación.....	25
1.2.1.2.5. Broca.....	25
1.2.1.3. Sistema de circulación del fluido de perforación.....	26
1.2.1.3.1. Fluidos de perforación.....	27
1.2.1.3.2. Área de preparación y almacenamiento.....	28
1.2.1.3.3. Equipo de circulación y bombeo de fluido.....	28
1.2.1.4. Sistema para control de pozos y prevención de reventones.....	30
1.2.1.5. Sistema de potencia.....	32
1.2.1.5.1. Generación de potencia.....	33
1.2.1.5.1.1. Motor.....	33
1.2.1.5.2. Transmisión mecánica.....	64
1.2.1.5.2.1. Embrague.....	64
1.2.1.5.3. Generador eléctrico.....	73
<b>2. NORMAS TECNICO AMBIENTALES RECOMENDADAS API Y ASTM PARA EL SISTEMA DE POTENCIA DE EQUIPOS DE WORKOVER.....</b>	<b>78</b>
<b>2.1. ESPECIFICACION ESTANDAR PARA ACEITES COMBUSTIBLES DIÉSEL (ASTM D975).....</b>	<b>78</b>

2.2. ESPECIFICACION ESTANDAR PARA LAS MEZCLAS DE BIODISEL DE COMBUSTION (B 100) PARA LOS COMBUSTIBLES DESTILADOS MEDIOS (ASTM D6751).....	79
2.3. ESPECIFICACION ESTANDAR PARA COMBUSTIBLES DIÉSEL, MEZCLA DE BIODIESEL (B6 A B20) (ASTM D7467).....	82
2.4. ESPECIFICACION ESTANDAR PARA REFRIGERANTE A BASE DE GLICOL COMPLETAMENTE FORMULADO PARA MOTORES DE SERVICIO PESADO (ASTM D6210).....	82
2.5. ESPECIFICACION PARA MOTORES ALTERNATIVOS DE COMBUSTION INTERNA PARA SERVICIO DEL CAMPO PETROLIFERO (API 7B – 11C).....	84
2.6. PRACTICA RECOMENDADA PARA LA INSTALACION, MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA (API 7C – 11F).....	85
<b>3. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE POTENCIA.....</b>	<b>86</b>
3.1. PROCEDIMIENTOS PARA LA MECANICA EN GENERAL, EN VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA.....	86
3.1.1. Objetivo general.....	86
3.1.2. Alcance institucional.....	86
3.1.3. Definiciones.....	86
3.1.3.1. Conformidad de servicio.....	86
3.1.3.2. Mantenimiento correctivo.....	86
3.1.3.3. Mantenimiento preventivo.....	86
3.1.3.4. Programa de mantenimiento preventivo.....	86
3.1.3.5. Solicitud de mantenimiento.....	87
3.1.4. Bloque de control de energías peligrosas.....	87
3.1.5. Control de las fuentes de energías residuales.....	87
3.1.6. Terminar la labor de una manera segura.....	87
3.1.7. Responsables.....	88
3.1.8. Registros.....	88
<b>3.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....</b>	<b>89</b>
3.2.1. Motores.....	89
3.2.1.1. Generalidades.....	89
3.2.1.2. Detroit Diésel.....	101
3.2.1.3. Deutz.....	102
3.2.1.4. Cummins.....	105
3.2.1.5. Industriales.....	106
3.2.2. Transmisión.....	107
3.2.2.1. Transmisión Detroit Diésel Allison.....	107

3.2.2.2. Transmisiones mecánicas industriales.....	115
3.2.3. Generadores.....	116
3.2.3.1. Generador Stamford.....	116
<b>3.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....</b>	<b>120</b>
3.3.1. Motores.....	121
3.3.2. Transmisiones.....	145
3.3.3. Generadores.....	151
<b>4. INSPECCION Y LISTA DE CHEQUEO.....</b>	<b>161</b>
<b>4.1. MOTORES.....</b>	<b>161</b>
<b>4.2. TRANSMISIONES.....</b>	<b>170</b>
<b>4.3. GENERADORES.....</b>	<b>172</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>174</b>
<b>RECOMENDACIÓN.....</b>	<b>175</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>176</b>

## **ANEXOS**

### **1. LISTA DE ILUSTRACIONES**

### **2. LISTA DE TABLAS**

## 1. LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACION 1: Torre de perforación.....	20
ILUSTRACION 2: Esquema de sistema de izaje de los equipos de perforación..	21
ILUSTRACION 3: Diagrama de perforación Kelly Spinner.....	22
ILUSTRACION 4: Partes de un Top Drive.....	23
ILUSTRACION 5: Mesa rotaria.....	24
ILUSTRACION 6: Sarta de perforación.....	25
ILUSTRACION 7: Broca de perforación.....	25
ILUSTRACION 8: Sistema de circulación del equipo de perforación.....	26
ILUSTRACION 9: Lodos base agua.....	27
ILUSTRACION 10: Bomba triplex SD – F1600.....	28
ILUSTRACION 11: Desgasificador, Vacuum Degasser SDG 240 – 28 Sunda....	29
ILUSTRACION 12: Desarenador, Desander Sunda.....	29
ILUSTRACION 13: Desarenador de partícula limo, Desilter Sunda.....	29
ILUSTRACION 14: Agitador, Agitator SAG – 55 Sunda.....	29
ILUSTRACION 15: Poor Boy, Gas – liquid separator 800 Sunda.....	30
ILUSTRACION 16: Mezclador de lodos, Mud mixer SMM 150x50 Sunda.....	30
ILUSTRACION 17: Anular, Annular BOP Sunda.....	31
ILUSTRACION 18: Preventora de ariete, Ram BOP Sunda.....	31
ILUSTRACION 19: Acumuladores de presión, BOP control system BCU 840-8 Sunda.....	32
ILUSTRACION 20: Motor diésel de combustión interna, cuatro (4) tiempos Deutz BF6M 1013.....	33
ILUSTRACION 21: Interacción y funcionamiento entre cigüeñal, biela y pistón de un motor de combustión interna.....	34
ILUSTRACION 22: Motor a gasolina con la temperatura típica que se maneja en cada una de sus partes.....	35
ILUSTRACION 23: Motor diésel con la temperatura típica que se maneja en cada una de sus partes.....	35
ILUSTRACION 24: Ciclo de trabajo de un motor diésel cuatro (4) tiempos.....	37
ILUSTRACION 25: Esquema interno de un motor de dos (2) tiempos.....	38
ILUSTRACION 26: Relación de compresión para los motores de combustión interna.....	40
ILUSTRACION 27: Cilindraje de un motor.....	41
ILUSTRACION 28: Torque de un motor.....	42
ILUSTRACION 29: Motor Diésel Deutz cuatro (4) tiempos.....	43
ILUSTRACION 30: Cigüeñal de motor Detroit Diésel Series 60.....	44
ILUSTRACION 31: Ilustración sobre el funcionamiento conjunto entre el cigüeñal, las bielas y los pistones.....	44

ILUSTRACION 32: Culata siendo ensamblada en el bloque de un motor Detroit Diésel Series 71.....	46
ILUSTRACION 33: Camisa húmeda.....	47
ILUSTRACION 34: Camisa seca .....	47
ILUSTRACION 35: Pistón de un motor diésel.....	48
ILUSTRACION 36: Segmento de un pistón.....	49
ILUSTRACION 37: Biela de un motor Detroit Diésel Series 71.....	50
ILUSTRACION 38: Esquema de un cigüeñal y sus cojinetes.....	51
ILUSTRACION 39: Esquema de un cigüeñal y sus cojinetes.....	51
ILUSTRACION 40: Válvula.....	52
ILUSTRACION 41: Detalle del mando de las válvulas laterales.....	52
ILUSTRACION 42: Árbol de levas para un motor de cuatro (4) cilindros.....	53
ILUSTRACION 43: Esquema de un cigüeñal y sus cojinetes.....	54
ILUSTRACION 44: Diagrama simple de una bomba de aceites de engranajes en el que se muestra el flujo de aceite.....	55
ILUSTRACION 45: Válvula de alivio de presión de aceite.....	56
ILUSTRACION 46: Motor Diésel Deutz cuatro (4) tiempos.....	57
ILUSTRACION 47: Circuito del indicador de presión del aceite tipo bobina móvil.....	58
ILUSTRACION 48: Bomba de agua.....	59
ILUSTRACION 49: Radiador vertical para vehículos particulares o comerciales.....	60
ILUSTRACION 50: Amortiguador de vibraciones.....	60
ILUSTRACION 51: Bulón flotante.....	61
ILUSTRACION 52: Perno de presión del bulón semiflotante.....	61
ILUSTRACION 53: Transmisión Allison 4700, equipo carrier Varisur 4.....	64
ILUSTRACION 54: Piñón de una transmisión Allison Series 4700.....	65
ILUSTRACION 55: Sistema hidráulico.....	66
ILUSTRACION 56: Modelo de embrague mecánico Citroën y embrague eléctrico Ferlec.....	67
ILUSTRACION 57: Modelo de embrague electro-neumático Saxomat.....	67
ILUSTRACION 58: Modelo de embrague de mando hidráulico Citroën DS – 19... 68	68
ILUSTRACION 59: Ejemplo de la transmisión de potencia por medio de los engranajes accionados por la caja de cambios.....	69
ILUSTRACION 60: Árbol de transmisión del carrier Varisur 4.....	70
ILUSTRACION 61: Árbol de transmisión.....	71
ILUSTRACION 62: Figura de la junta flexible del árbol de transmisión.....	72
ILUSTRACION 63: Figura de la junta cardán del árbol de transmisión.....	72
ILUSTRACION 64: Figura de la junta doble cardán del árbol de transmisión.....	73
ILUSTRACION 65: Alternador Stamford.....	74
ILUSTRACION 66: AVR.....	75
ILUSTRACION 67: Inspección visual del nivel de aceite de un motor Detroit Diésel 8V-71.....	90
ILUSTRACION 68: Inspección visual del nivel de aceite de un motor Detroit Diésel 8V-71.....	91

ILUSTRACION 69: Filtros de aceite de un motor Detroit Diésel 8V-71..... 93  
ILUSTRACION 70: Transmisión Detroit Diésel Allison CLBT 700.....110  
ILUSTRACION 71: Planta eléctrica distribuida por Stewart and Stevenson,  
compuesta por un motor Diésel Deutz y un generador Stamford.....116

## 2. LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Comparación entre motores a gasolina y diésel.....	62
Tabla 2: Comparación entre motores a gasolina y diésel (ciclo a trabajo).....	62
Tabla 3: Especificación para biodiesel (B100).....	81
Tabla 4: Clasificación de los refrigerantes (ASTM D6210).....	84
Tabla 5: Intervalos de inspección y de limpieza del sistema de refrigeración.....	95
Tabla 6: Densidad de electrolito.....	99
Tabla 7: Mantenimiento preventivo de los motores Detroit Diésel de equipos de workover.....	101
Tabla 8: Mantenimiento preventivo de los motores Deutz utilizados en equipos de workover.....	102
Tabla 9: Mantenimiento preventivo de los motores Deutz utilizados en equipos de workover (segunda parte).....	103
Tabla 10: Mantenimiento preventivo de los motores Deutz utilizados en equipos de workover (ampliaciones o modificaciones de motores con certificación EPA).....	104
Tabla 11: Mantenimiento preventivo de los motores Cummins utilizados en equipos de workover.....	105
Tabla 12: Mantenimiento preventivo general de los motores industriales en los equipos de workover.....	106
Tabla 13: Mantenimiento preventivo de las transmisiones mecánicas Detroit Diésel Allison.....	114
Tabla 14: Mantenimiento preventivo general de las transmisiones mecánicas industriales.....	115
Tabla 15: Mantenimiento general correctivo y detección de fallas de los motores Deutz (primera parte).....	121
Tabla 16: Mantenimiento general correctivo y detección de fallas de los motores Deutz (segunda parte).....	122
Tabla 17: Mantenimiento correctivo y localización de fallas de la transmisión mecánica Detroit Diésel Allison.....	145
Tabla 18: Mantenimiento correctivo y localización de fallas de la transmisión mecánica Detroit Diésel Allison.....	146
Tabla 19: Mantenimiento correctivo y localización de fallas de la transmisión mecánica Detroit Diésel Allison.....	147
Tabla 20: Mantenimiento correctivo y localización de fallas de la transmisión mecánica Detroit Diésel Allison.....	148
Tabla 21: Mantenimiento correctivo y localización de fallas de la transmisión mecánica Detroit Diésel Allison.....	149
Tabla 22: Mantenimiento correctivo y localización de fallas de la transmisión mecánica Detroit Diésel Allison.....	150
Tabla 23: Característica del alternador.....	151

Tabla 24: Mantenimiento correctivo y localización de fallas AVR SX460.....	152
Tabla 25: Mantenimiento correctivo y localización de fallas AVR AS440.....	153
Tabla 26: Mantenimiento correctivo y localización de fallas AVR SX421.....	154
Tabla 27: Mantenimiento correctivo y localización de fallas de control por transformador.....	155
Tabla 28: Mantenimiento correctivo y localización de fallas AVR MX341.....	156
Tabla 29: Bornes de selección de frecuencia.....	157
Tabla 30: Mantenimiento correctivo y localización de fallas AVR MX381.....	157
Tabla 31: Conexiones del puente MX321.....	158

## INTRODUCCIÓN

En la industria del petróleo, los equipos de workover son fundamentales para las operaciones de mantenimiento y reacondicionamiento de pozos. Por tanto se necesita que dichos equipos trabajen bajo estándares de operación adecuados, y junto a esto, podemos decir que el correcto funcionamiento de la fuente de potencia de dichos equipos, es casi tan importante, como el propio funcionamiento de los equipos de workover. Por esta razón este proyecto se ha dedicado a investigar detalladamente lo concerniente al sistema de potencia de los equipos de workover en la industria petrolera.

Los equipos de workover se usan en el reacondicionamiento de pozos; por tanto es primordial su operabilidad, y el sistema de potencia constituye la vida del mismo, pues a través de este se genera y transmite la energía necesaria para operar todo el equipo.

¿A qué se hace referencia cuando hablamos de sistema de potencia o tren de potencia en la industria petrolera? En pocas palabras, el tren de potencia de los equipos de workover, es el mecanismo encargado de entregar la fuerza motriz, al sistema que requiera mover con dicha fuerza, por medio de energía cinética mecánica.

El tren de potencia lo podemos dividir en tres partes principales las cuales son:

- Motor
- Sistema de transmisión
- Generador eléctrico

Considerando lo anterior, se hace de vital importancia que este sistema opere en las mejores condiciones, por lo que en el presente documento, se trata la forma de hacer inspección y mantenimiento, buscando la conservación de la integridad mecánica del sistema de potencia.

## **1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1. MARCO INSTITUCIONAL<sup>1</sup>**

#### **1.1.1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA**

VARISUR S.A.S. Fue Creada el 3 de marzo de 1.986, por iniciativa del Ingeniero CARLOS ONOFRE PINZON SIERRA. Egresado en el año de 1.960, de la facultad de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander, con más de 25 años de experiencia en las actividades de perforación, mantenimiento y reacondicionamiento de pozos de petróleo, orientó sus esfuerzos a la creación de una empresa de origen nacional, con capacidades humanas, técnicas y financieras, capaz de competir en un mercado hasta entonces controlado por firmas extranjeras.

Con la adquisición de un equipo básico para el mantenimiento de pozos de petróleo, marca FRANK 33, con capacidad de 48.000 libras, se iniciaron las actividades de varilleo en los pozos de la Asociación DINA 540, operada por la empresa HOCOL S. A., generando empleo directo a 12 personas e iniciando un proceso de consolidación y crecimiento en la industria.

Con 14 frentes de trabajo con capacidades desde 180.000 a 320.000 libras de tensión y una nómina que supera los 400 trabajadores, VARISUR S.A.S atiende actualmente las necesidades que en materia de mantenimiento y reacondicionamiento de pozos de petróleo, demandan en los Departamentos del Huila, Tolima y Meta, Operadoras tales como HOCOL S. A., PACIFIC RUBIALES ENERGY y ECOPETROL S. A.

#### **1.1.2. MISIÓN**

Prestar los servicios de Completamiento, Mantenimiento y Reacondicionamiento de Pozos de PETRÓLEO, GAS y AGUA, cumpliendo con los requerimientos de los clientes, desarrollando nuestros procesos con personal competente que contribuya a lograr alcanzar bienestar y desarrollo de la organización, empleados, comunidades, generando un beneficio económico apropiado para los socios a través de la Transparencia, Sostenibilidad, Responsabilidad, Confianza y Trabajo en Equipo.

---

<sup>1</sup>Varisur y Cia Ltda. [En línea], Disponible en: <http://varisur.com.co/espanol/mision-vision.htm>

### **1.1.3. VISION**

Estar posicionados en el año 2016 como una alternativa confiable en el sector de Hidrocarburos a nivel nacional, siendo reconocidos por la prestación de los servicios bajo Estándares de Calidad, Gestión de Seguridad, Salud Ocupacional, Medio Ambiente y Talento Humano altamente capacitado, satisfaciendo las necesidades de los clientes internos.

## **1.2. CONCEPTOS BASICOS DE WORKOVER<sup>2</sup>**

Antes de los años 50 cada pozo perforado se realizaba con una torre estacionaria y esta era usada para el mantenimiento del pozo a lo largo de su vida. Actualmente los pozos son perforados con equipos portátiles, en el pozo solo se deja un cabezal y en algunas ocasiones una bomba, por tal motivo las compañías que realizan los trabajos de workover deben llevar su equipo para intervenir el pozo, dependiendo de las necesidades que tenga la compañía operadora que ha contratado el servicio

Estos equipos de workover funcionan bajo 5 sistemas, los cuales se agrupan para formar un óptimo trabajo, estos sistemas son: de levantamiento, de potencia, de circulación, rotatorio y de prevención de reventones y surgencias, en este trabajo de grado se enfatiza en el sistema de levantamiento siendo el encargado de introducir, sostener o extraer del pozo cargas pesadas de tubos, con suficiente potencia, aplicación de velocidades adecuadas, freno eficaz y mangos efectivos que garanticen la realización óptima de las operaciones sin riesgos para el personal y equipo.

La clasificación de estos equipos está basada en los caballos de potencia del motor (Hp) y la capacidad de carga (Ton).

### **1.2.1. SISTEMAS Y EQUIPOS BÁSICOS**

1. Sistema de levantamiento o izaje de cargas
2. Sistema de rotación
3. Sistema de circulación de fluidos de perforación
4. Sistema para control de pozos y prevención de reventones
5. Sistema de potencia

---

<sup>2</sup>Rayo Muñoz, Mario E. & Ospina Rojas, Jairo E. Diseño y elaboración de un plan de directrices de mantenimiento preventivo e inspección del sistema de levantamiento de equipos de workover. Trabajo de grado Ingeniería de petróleos, Neiva, Universidad Surcolombiana. 2014. p. 30.

### 1.2.1.1. SISTEMA PARA LEVANTAMIENTO O IZADO DE CARGAS<sup>3</sup>

Su función principal es aportar la fuerza necesaria para levantar y bajar la sarta de perforación, la tubería de revestimiento y otros equipos de superficie, para así realizar conexiones y viajes, de subida y bajada.

Este sistema es un componente vital para los equipos de perforación debido a que suministra un medio por el cual se da movimiento vertical a la tubería que está dentro del pozo.

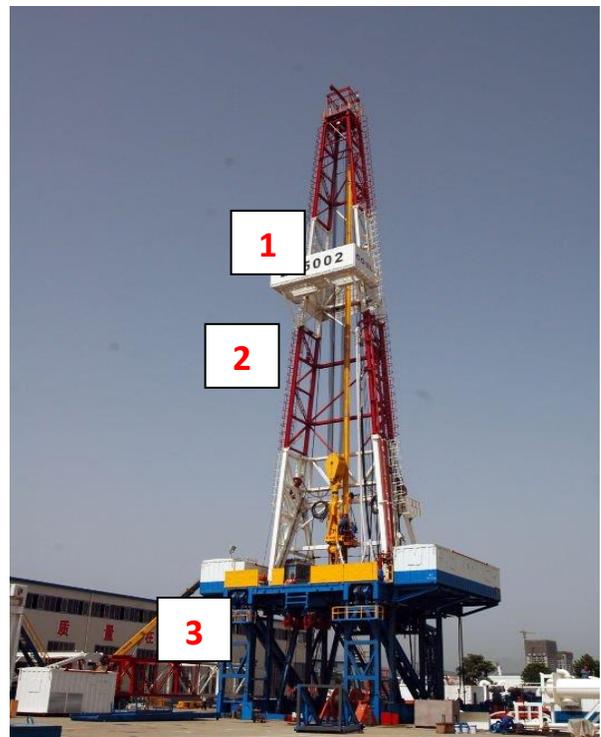
Este sistema se subdivide a su vez en dos partes:

1. Estructura Soportante
2. Equipo para el izaje o levantamiento de cargas

#### 1.2.1.1.1. ESTRUCTURA SOPORTANTE

Esta a su vez se subdivide en 3 partes:

1. Torre de Perforación
2. Sub-Estructura
3. Piso del Equipo de Perforación



**ILUSTRACION 1:** Torre de perforación. Fuente: [www.spanish.alibaba.com](http://www.spanish.alibaba.com)

La estructura soportante juega un papel fundamental, debido a que es la que debe soportar todo el peso del sistema de rotación, más las herramientas que se manejan en el izaje de cargas, y adicional el peso de la sarta de tuberías, mientras se está desarrollando una operación determinada, por ejemplo cuando se está perforando.

<sup>3</sup>Issuu. "Perforación de pozos de petróleo". [En línea], disponible en:

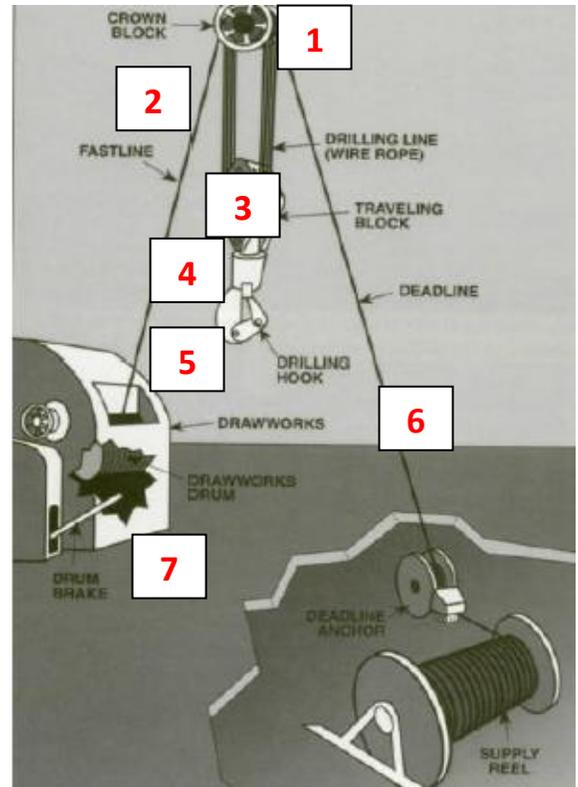
[http://issuu.com/biliovirtual/docs/perforacion\\_de\\_pozos\\_de\\_petroleo](http://issuu.com/biliovirtual/docs/perforacion_de_pozos_de_petroleo); recuperado: 15 de Febrero 2014

### 1.2.1.1.2. EQUIPO DE IZAJE DE CARGAS

Los principales componentes son:

1. Bloque de Corona
2. Línea viva o rápida
3. Bloque Viajero
4. Elevador
5. Gancho
6. Línea muerta
7. Malacate

**ILUSTRACION 2:** Esquema del sistema de izaje de los equipos de perforación. Fuente: Programa de Entrenamiento Acelerado para Supervisores, los cinco sistemas básicos del equipo de perforación, Schlumberger



Para el izaje de cargas, se maneja básicamente, herramientas y equipos, que tienen como función básica sujetar, rotar, sacar o meter tubería, ya sea en superficie o subsuelo.

### 1.2.1.2. SISTEMA DE ROTACIÓN<sup>4</sup>

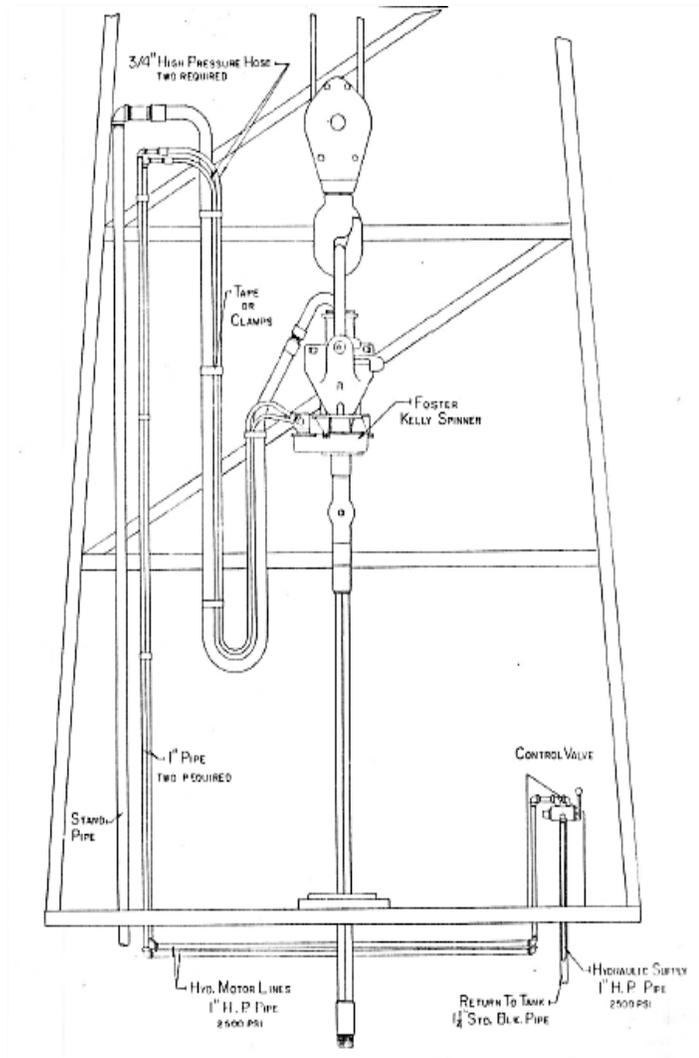
Es el sistema encargado de darle la rotación y fuerza de penetración necesaria a la broca, para penetrar las profundidades de la corteza terrestre y llegar hasta el punto o ubicación de los yacimientos deseados a explotar.

<sup>4</sup>Isuu. "Perforación de pozos de petróleo". [En línea], disponible en: [http://issuu.com/biliovirtual/docs/perforacion\\_de\\_pozos\\_de\\_petroleo](http://issuu.com/biliovirtual/docs/perforacion_de_pozos_de_petroleo); recuperado: 15 de Febrero 2014

Este a su vez se subdivide en:

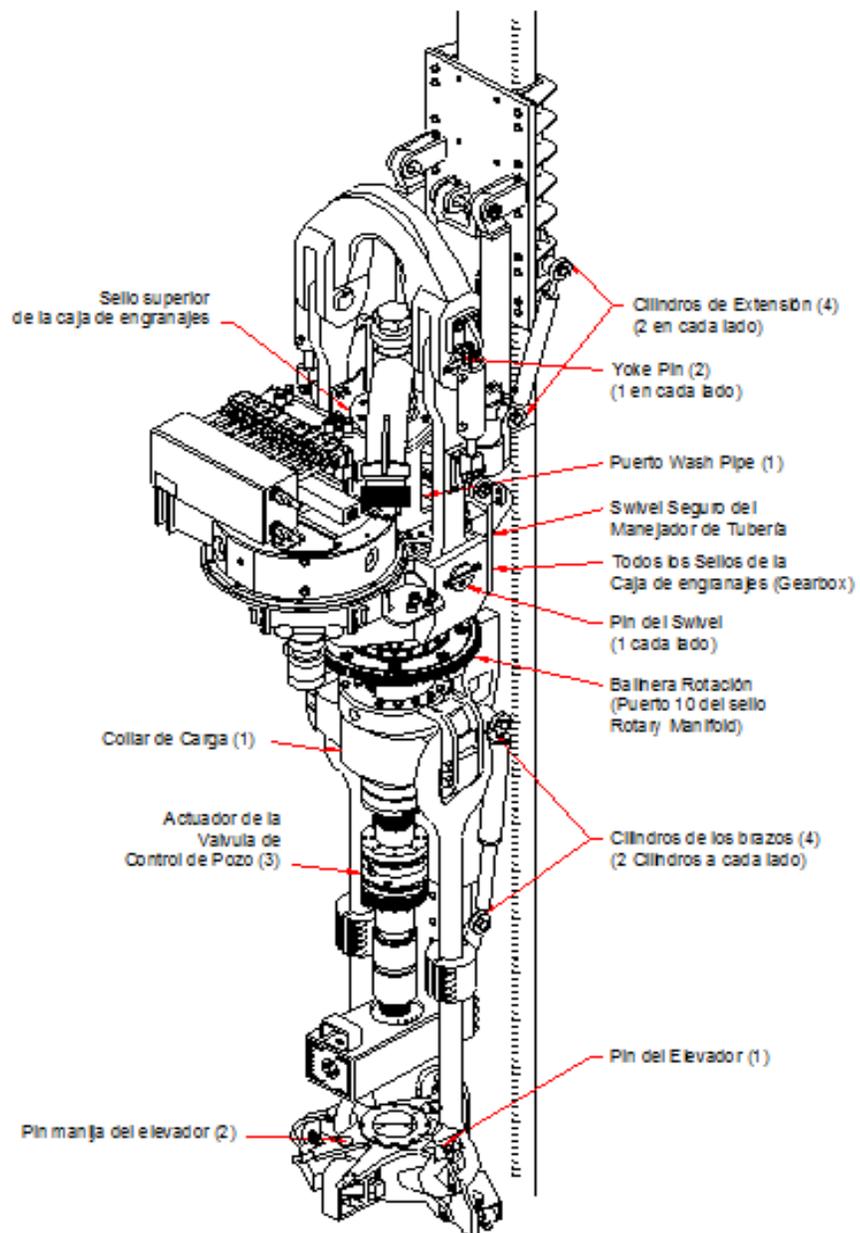
1. Ensamblaje de la Mesa Rotaria, Top Drive o Kelly Spinner
2. Sarta de Perforación
3. Broca

### 1.2.1.2.1. KELLY SPINNER



**ILUSTRACION 3:** Diagrama de perforación Kelly Spinner. Fuente: Manual GH Foster Kelly Spinner Model 77R

### 1.2.1.2.2. TOP DRIVE



**ILUSTRACION 4:** Partes de un Top Drive.  
Fuente: Manual Top Drive Tesco EMI 250

La swivel tiene como función principal la rotación de la sarta de tuberías. Además se encarga de soportar el peso de esta. Se encuentra colgado del gancho del bloque viajero, y posee un cuello de ganso en la parte superior, que será la conexión con la manguera de descarga del lodo.

La función y finalidad del Top Drive es básicamente la misma de la swivel, se puede enroscar y desenroscar las conexiones de los tubos, con la excepción de que se puede realizar en forma directa sin necesidad de utilizar las llaves de fuerza. A parte de tener muchas otras ventajas, se puede destacar, la reducción de costos, debido a que se elimina el tiempo inactivo causado por la dificultad de meter el “bushing” del cuadrante en la mesa rotatoria.

### 1.2.1.2.3. MESA ROTARIA

La mesa rotaria tiene 2 funciones principales:

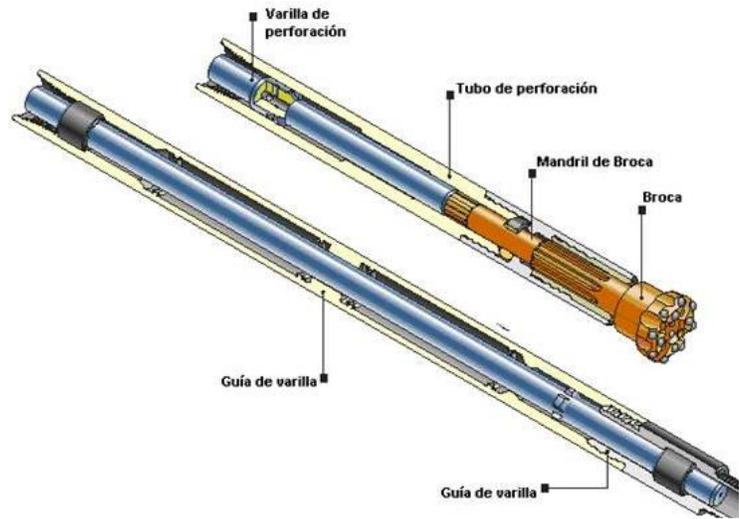
- Generar un movimiento de rotación a la sarta de perforación
- Tener la capacidad necesaria, para soportar la sarta de tuberías en cualquier momento



**ILUSTRACION 5:** Mesa rotaria. Fuente: Manual Composite Catalog Sunda Corporation

#### 1.2.1.2.4. SARTA DE PERFORACIÓN

La sarta de perforación es una columna de tuberías, de acero de fabricación especial para la industria petrolera, con especificaciones basadas en normas internacionales, las cuales estarán conectadas al final, con la broca de perforación.



**ILUSTRACION 6:** Sarta de perforación. Fuente: [www.monografias.com](http://www.monografias.com)

#### 1.2.1.2.5. BROCA

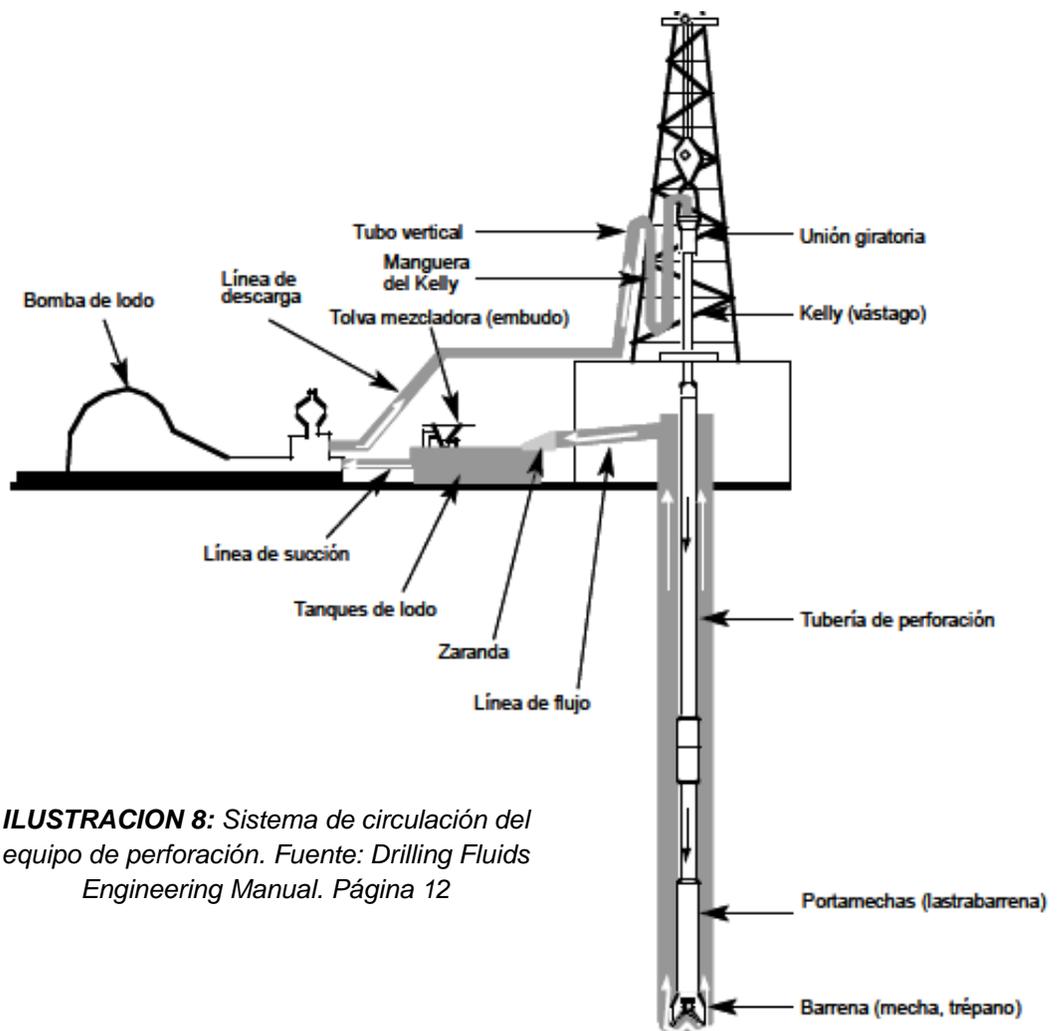
Las brocas es la herramienta que se coloca en la parte inferior de la sarta de tuberías, y se encarga de cortar y triturar, para abrir paso a través de las formaciones, para así llegar a un punto deseado, mediante el peso y la rotación que se le ejerce sobre ellas.



**ILUSTRACION 7:** Broca de perforación. Fuente: [www.achjj.blogspot.com](http://www.achjj.blogspot.com)

### 1.2.1.3. SISTEMA DE CIRCULACIÓN DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN<sup>5</sup>

Este sistema se encarga de hacer circular el fluido de perforación (o lodos), a través de un circuito cerrado de mangueras y tuberías, succionando dicho fluido desde los tanques de almacenamiento, por medio de una bomba de lodos, y mandándolo a través de las líneas de descarga, hasta la swivel, que a su vez la mandara a través de tuberías hasta el fondo de la sarta de tuberías hasta llegar a la broca que a través de sus boquillas, expulsaran el fluido a alta presión, brindándole lubricación a la broca y barrido de sólidos, los cuales subirán por medio de los espacios anulares hasta llegar nuevamente a superficie, en donde se le brindara un correcto reacondicionamiento.



**ILUSTRACION 8:** Sistema de circulación del equipo de perforación. Fuente: *Drilling Fluids Engineering Manual*. Página 12

<sup>5</sup>Isuu. "Perforación de pozos de petróleo". [En línea], disponible en: [http://issuu.com/biliovirtual/docs/perforacion\\_de\\_pozos\\_de\\_petroleo](http://issuu.com/biliovirtual/docs/perforacion_de_pozos_de_petroleo); recuperado: 15 de Febrero 2014

Los componentes principales de un sistema circulación se dividen en:

1. Fluido de Perforación o lodos de perforación
2. Área de preparación y almacenaje
3. Equipo de bombeo y circulación de fluidos
4. Equipo y área de acondicionamiento de los fluidos

#### **1.2.1.3.1. FLUIDOS DE PERFORACIÓN<sup>6</sup>**

Es un fluido especial, utilizado únicamente para la industria petrolera, según las normas API, para desempeñar funciones específicas durante la perforación de un pozo petrolero.

Los fluidos de perforación pueden ser base agua o base aceite, dependiendo de las formaciones y condiciones en subsuelo que se manejen, y se compone de arcilla, y por otros aditivos químicos, tales como la bentonita o la barita como ejemplos principales.

Sus funciones principales son:

- Transporte de ripios
- Control de las presiones en el subsuelo
- Lubricación de la broca y la sarta de perforación
- Brinda soporte a las paredes del hueco perforado
- Operaciones de registros eléctricos



**ILUSTRACION 9:** Lodos base agua. Fuente: Zeal Environmental Technologies Limited.

---

<sup>6</sup>Issuu. "Perforación de pozos de petróleo". [En línea], disponible en: [http://issuu.com/biliovirtual/docs/perforacion\\_de\\_pozos\\_de\\_petroleo](http://issuu.com/biliovirtual/docs/perforacion_de_pozos_de_petroleo); recuperado: 15 de Febrero 2014

### **1.2.1.3.2. ÁREA DE PREPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO**

Básicamente el lodo de perforación se prepara y se almacena, en tanques de acero, especiales para su almacenamiento, y cuyas dimensiones varían de acuerdo al requerimiento de lodo en subsuelo.

### **1.2.1.3.3. EQUIPO DE CIRCULACIÓN Y BOMBEO DE FLUIDOS**

Se compone básicamente de bombas, que pueden ser bombas dúplex, triplex, cuádruplex, entre otras, que dependen de la capacidad de volumen de descarga que se requiera mandar hacia el pozo.



**ILUSTRACION 10:** Bomba Triplex SD-F1600. Fuente: Manual Composite Catalog Sunda Corporation

## Equipo y área de reacondicionamiento de los fluidos

Es un conjunto de equipos encargados de reacondicionar el lodo para su posterior reutilización, debido a que es más rentable tratar el lodo previamente utilizado, que preparar nuevamente las cantidades requeridas.



**ILUSTRACION 11:** Desgasificador, Vacuum Degasser SDG240-28 Sunda. Fuente: Manual Composite Catalog Sunda Corporation



**ILUSTRACION 12:** Desarenador, Desander Sunda. Fuente: Manual Composite Catalog Sunda Corporation



**ILUSTRACION 13:** Desarenador de partículas limo, Desilter Sunda. Fuente: Manual Composite Catalog Sunda Corporation



**ILUSTRACION 14:** Agitador, Agitator SAG-5.5 Sunda. Fuente: Manual Composite Catalog Sunda Corporation



**ILUSTRACION 15:** Poor Boy, Gas-liquid Separator 800 (31.5) Sunda. Fuente: Manual Composite Catalog Sunda Corporation



**ILUSTRACION 16:** Mezclador de lodos, Mud Mixer SMM 150 X 50 Sunda. Fuente: Manual Composite Catalog Sunda Corporation

#### 1.2.1.4. SISTEMA PARA CONTROL DE POZOS Y PREVENCIÓN DE REVENTONES<sup>7</sup>

Este sistema es básicamente un conjunto de equipos que ayudan a prevenir cabeceos, patadas o reventones en los pozos petroleros.

Un reventón es un flujo incontrolado de crudo proveniente del subsuelo, y se genera debido a fallas en la distribución de las presiones en el fondo del pozo, y genera peligros en superficie, hacia el personal de operación y equipos.

Además este sistema me permite:

- Detectar amagos de pozo

---

<sup>7</sup>Issuu. "Perforación de pozos de petróleo". [En línea], disponible en: [http://issuu.com/biliovirtual/docs/perforacion\\_de\\_pozos\\_de\\_petroleo](http://issuu.com/biliovirtual/docs/perforacion_de_pozos_de_petroleo); recuperado: 15 de Febrero 2014

- Cerrar el pozo
- Rotar y mover la sarta de perforación a altas presiones
- Desviar el flujo fuera del área de operación del personal y los equipos



**ILUSTRACION 17:** Anular, Annular BOP Sunda. Fuente: Manual Composite Catalog Sunda Corporation

El preventor de reventones anular, es una estructura de acero encargada de cerrarse para formar sello, alrededor de la tubería o el hueco perforado.



**ILUSTRACION 18:** Preventora de Ariete, Ram BOP Sunda. Fuente: Manual Composite Catalog Sunda Corporation

Las preventoras de ariete se cierran sobre determinados diámetros de tuberías y sobre el hueco perforado.



**ILUSTRACION 19:** Acumuladores de presión, BOP Control System BCU840-8 Sunda. Fuente: Manual Composite Catalog Sunda Corporation

El acumulador de presión<sup>8</sup> es una unidad usada para operar de manera hidráulica los componentes del sistema de prevención de reventones, tales como los preventoras arietes y las preventoras anulares y otros equipos hidráulicos. Este equipo consta de un juego de válvulas y “bypasses”, que se encargan de conducir y regular la presiones, provenientes de unos cilindros que se encuentran a altas presiones, y que almacenan gas, fluidos hidráulicos o agua presurizada, hacia las ya mencionadas preventoras de ariete o anular.

#### **1.2.1.5. SISTEMA DE POTENCIA<sup>9</sup>**

El sistema de potencia se subdivide en 3 partes que son:

1. Generación de potencia
2. Transmisión de potencia:
  - Transmisión mecánica
3. Generador eléctrico

---

<sup>8</sup>Drillingformulas. “Acumulador”. [En línea]. Disponible en: <http://achjj.blogspot.com/2011/03/acumulador.html>; Recuperado: 13 abril 2014.

<sup>9</sup>Parra Olivera, Diego Fernando. Ingeniero Mecánico. 2014.

### 1.2.1.5.1. Generación de potencia

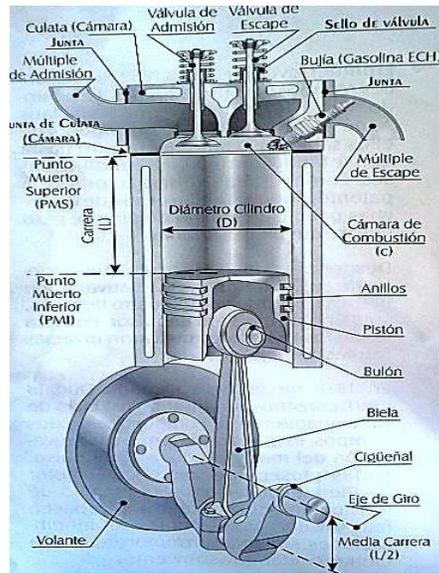
Este es el tema principal de esta investigación, los motores que generan la potencia requerida para poner en funcionamiento distintos equipos, y complementario a esto, se hablara de manera detallada acerca de las transmisiones que acompañan los motores en los “carriers” o unidades básicas, de la empresa Varisur y Compañía Ltda., ya que dichas transmisiones, al igual que la de un automóvil, son las encargadas de transmitir la potencia generada por el motor, tanto para el funcionamiento del malacate, como también para el funcionamiento del propio vehículo. Más adelante profundizaremos acerca de la función de las transmisiones.



**ILUSTRACION 20:** Motor diésel de combustión interna, cuatro (4) tiempos Deutz BF6M 1013. Fuente: Varisur y Compañía Ltda. 2013

#### 1.2.1.5.1.1. Motor

Es aquella maquina o equipo que me permite convertir cualquier tipo de energía (combustibles fósiles, eléctrica, etc), en energía mecánica, que me permite realizar una función específica. En la industria petrolera, se utilizan principalmente los motores de combustión interna.

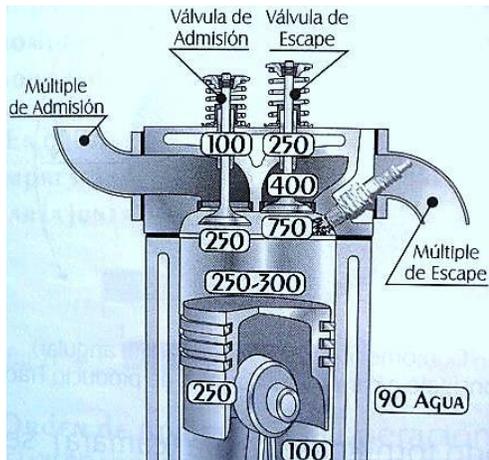


**ILUSTRACION 21:** Interacción y funcionamiento entre cigüeñal, biela y pistón de un motor de combustión interna. Fuente: Manual de mantenimiento de motores Detroit Diésel serie 71

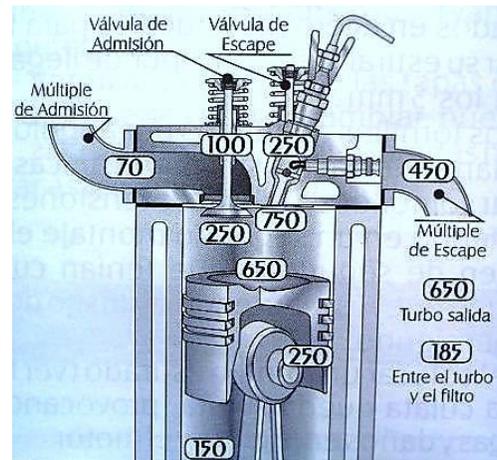
## Motor de combustión interna

Es un motor térmico, el cual aprovecha la expansión de los gases que producen los combustibles de origen fósil o vegetal, cuando hacen combustión, al mezclarse con el aire, y haciendo ignición con una chispa. Dicha expansión se da dentro de la cámara de combustión del motor.

En la industria petrolera, siendo más específicos, en workover, los motores de combustión interna son usados para proporcionar energía mecánica a equipos tales como automotores, bombas de lodo, compresores, plantas eléctricas, etc.



**ILUSTRACION 22:** Motor a gasolina, con la temperatura típica que se maneja en cada una de sus partes. Fuente: Manual de mantenimiento de motores Detroit Diésel serie 71



**ILUSTRACION 23:** Motor diésel, con la temperatura típica que se maneja en cada una de sus partes. Fuente: Manual de mantenimiento de motores Detroit Diésel serie 71

El combustible<sup>10</sup> de estos motores son por lo general la gasolina, el gas, el alcohol (estos tres trabajan por ignición con chispa), el diésel, el fueloil y el A.C.P.M (aceite combustible para motores), siendo estos tres últimos, combustibles para motores de combustión interna por compresión y no por combustión por chispa. El combustible más utilizado en la industria petrolera es el A.C.P.M, debido a sus bajos precios, los cuales generan un ahorro con respecto a otros combustibles.

### Motor Diésel<sup>11</sup>

En sus aspectos básicos es similar en diseño y construcción a un motor de gasolina, que también es de combustión interna. Sin embargo, en el motor Diésel hay diferencias en el método de hacer llegar el combustible a los cilindros del motor y en la forma en que ocurre la combustión.

<sup>10</sup> FRACO S.A.S. "Manual de torque y puesta a punto". [En línea], disponible en: <http://www.fraco.com.co/torques.php>; recuperado: 25 febrero 2014.

<sup>11</sup> Misena. "Conceptos sobre motor diésel". [En línea]. Disponible en: <https://sites.google.com/a/misena.edu.co/aprendiendo-mecanica-diesel/concepto-sobre-motor-diesel/>; Recuperado: 20 de Febrero 2014.

En el motor de gasolina el combustible entra a los cilindros como una mezcla de aire y combustible, y la ignición de la mezcla se produce por una chispa eléctrica en las bujías. En el caso del Diésel, el combustible se inyecta en el cilindro en forma de chorro de rocío atomizado (denominada atomización) y la ignición ocurre debido a la elevada temperatura del aire que hay dentro *del* cilindro en el cual se inyecta el combustible.

### **Principio de funcionamiento del motor diésel**

Trabaja comprimiendo aire con una relación de 25 a 1 de compresión, pulverizando combustible aceitoso encima de dicha compresión, provocando la expansión de gases de manera uniforme, desde que empieza la combustión hasta que termina; aunque dicha explosión no es muy fuerte, caso contrario a los motores que trabajan con chispa (explosión fuerte al principio, pero progresivamente se disipa).

Para que el motor diésel pueda funcionar de esta manera, necesita cumplir unos ciclos de trabajo que son:

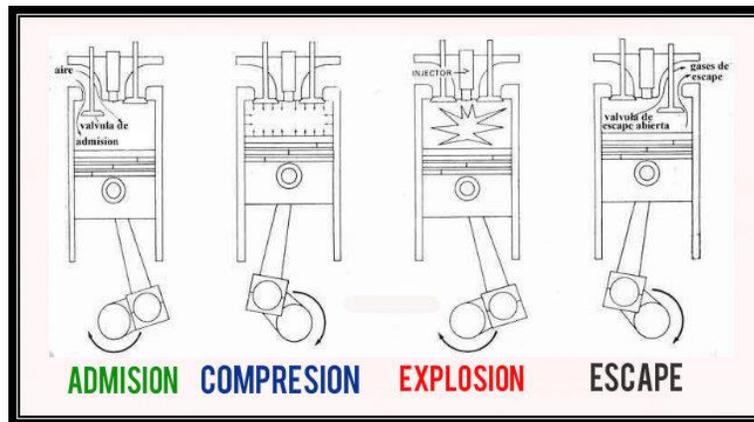
1. Cuatro (4) Tiempos
2. Dos (2) Tiempos
3. Wankel

Para el caso de la industria petrolera, se utilizan principalmente los motores de dos (2) tiempos y los motores de cuatro (4) tiempos.

### **Motor Diésel cuatro (4) tiempos**

El motor diésel de cuatro tiempos, es actualmente el motor más utilizado no solamente en la industria petrolera, sino también en otras relacionadas con el uso de este, debido a que en los últimos años se ha venido generando un cambio generacional del motor de dos (2) tiempos por el motor de cuatro (4) tiempos, debido a que el motor de dos tiempos no cumple con las normas y especificaciones que actualmente regulan la emisión de gases contaminantes, rendimiento y ahorro en consumo.

Un motor de cuatro tiempos realiza sus funciones, tal como lo dice su nombre, en cuatro tiempos o también llamadas carreras.



**ILUSTRACION 24:** Ciclo de trabajo en un motor diésel cuatro (4) tiempos. Fuente: [www.fierrosclasicos.com](http://www.fierrosclasicos.com); [En línea], disponible en: <http://www.fierrosclasicos.com/el-motor-diesel-4-tiempos/>

La primera carrera es denominada admisión, la segunda es la carrera de compresión, la tercera, carrera de explosión o combustión, y por último, la carrera de escape.

La carrera de la admisión se da cuando el pistón baja y la válvula de admisión, está abierta, dejando pasar el aire succionado del ambiente.

La carrera de compresión se da cuando el pistón sube y las válvulas, tanto de admisión como de escape se encuentran cerradas.

Luego continúa la carrera de la combustión en donde el aire que entro a la cámara, es comprimido y calentado, y se mezcla con el combustible pulverizado por los inyectores, lo cual genera una explosión que hace bajar el pistón nuevamente de manera uniforme, lo cual hace mover todo el mecanismo del motor.

Y finalmente tenemos la carrera de escape, que se da cuando el pistón sube nuevamente, para dejar salir por medio de la válvula de escape (la cual se encuentra abierta), los gases de la combustión hacia el exterior.

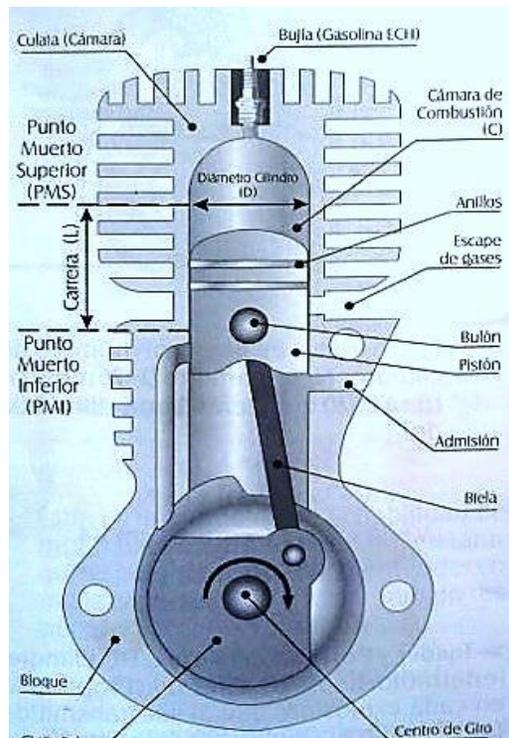
Algunas de las principales marcas de motores diésel de cuatro tiempos son:

- MTU
- Detroit Diésel serie 60
- Cummins
- Deutz

- Perkins
- Caterpillar

### Motor diésel dos (2) tiempos:

En el motor diésel de dos (2) tiempos, se trata de aprovechar una vuelta de cigüeñal. Para este tipo de motor se realizan las mismas carreras compresión – escape y Admisión- explosión; lo cual significa que estos motores en una subida de pistón hacen al mismo tiempo compresión y expulsan los gases que es la carrera de escape, y cuando hace explosión a la vez hace admisión.



**ILUSTRACION 25:** Esquema interno de un motor de dos tiempos. Fuente: Manual de mantenimiento de motores Detroit Diésel serie 71

Para este tipo de motores, bien sean a diésel o a gasolina, se necesita un elemento que nos pueda comprimir aire eficientemente para que ingrese a los cilindros y nos permita expulsar los gases de combustión, y además permite llenarlos con aire fresco; este elemento se le conoce como soplador o “blower” en inglés.

Cuando se está en la primera carrera tendremos:

- Final del escape
- Compresión y encendido

El pistón comienza su ascenso desde el punto muerto inferior (punto más bajo del cilindro), mientras los gases de combustión están saliendo por la lumbrera de escape hacia el exterior, barridos por los gases frescos procedentes del blower.

El aire comprimido entra por las lumbreras de la camisa y llenan el cilindro. Cuando el pistón cierra las lumbreras, sigue la compresión, que es cuando se llega a un punto muerto superior (punto más alto del cilindro), y estando allí se pulveriza combustible, para continuar con la siguiente carrera.

Cuando se está en la segunda carrera tendremos:

- Expansión
- Carga del cilindro
- Escape

Estando en el punto muerto superior, se dará la combustión que hará descender nuevamente, haciendo funcionar todo el mecanismo del motor. Y finalmente se abrirán las lumbreras de escape, para dejar salir los gases de combustión.

Este tipo de motores son utilizados en la industria gracias a su buena respuesta a las aceleraciones bruscas.

Cabe aclarar que los motores de dos tiempos están siendo reemplazados por los motores de cuatro tiempos, no solamente por la contaminación ambiental, sino también debido a la contaminación auditiva que los primeros producen.

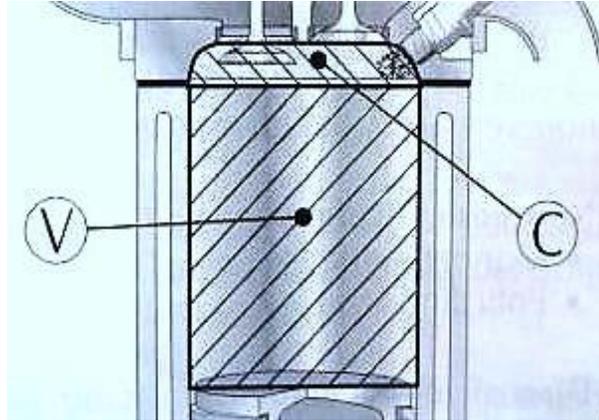
Algunas de las principales marcas de motores diésel dos tiempos son:

- MTU
- Detroit Diésel series 53, 71, 92 y 149

### **Relación de compresión**

La relación de compresión, como su nombre lo indica, es una relación que indica la una relación máxima de compresión ejercida por el pistón en el cilindro del motor, que se le ejerce a la mezcla de aire-combustible, o solamente de aire, según la configuración y tipo de motor, en donde se tiene en cuenta el volumen

que hay en el punto mínimo o superior, con respecto al volumen en el punto máximo o inferior que hay en el cilindro.



**ILUSTRACION 26:** Relación de compresión para los motores de combustión interna. Fuente. Manual de mantenimiento de motores Detroit Diésel serie 71

En los motores diésel la relación de compresión llega a ser de uno (1) a (20) aproximadamente. En cambio la relación de compresión que hay en los motores a gasolina es más baja, aproximadamente llega a ser una relación de compresión de uno (1) a diez (10), lo cual significa que el motor diésel genera una mayor eficiencia y rendimiento para hacer trabajar el mecanismo del motor, con respecto al motor a gasolina.

La relación de compresión estará dada por la siguiente formula:

$$i = \frac{V + c}{c}$$

### **Cilindraje del motor**

Es el volumen interno del cilindro de un motor, cuando el pistón está en el punto mínimo de compresión (punto más bajo del cilindro), multiplicado por el número de cilindros que hay en dicho motor (N).

Este volumen (V) también es llamado desplazamiento del motor, debido a que corresponde al volumen “desplazado” en las carreras de admisión y escape, y está dado por la siguiente formula:

$$V = \frac{1}{4} * \pi * D^2 * L * N$$

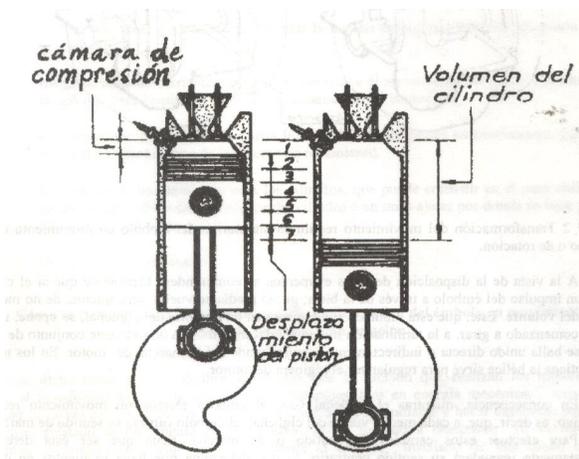
Donde;

V= Es el volumen o cilindraje del motor

D= Es el diámetro del cilindro

L= Es la carrera que hace el pistón desde el punto muerto inferior hasta el mundo muerto superior del cilindro del motor.

N= Es el número de cilindros que posea el motor



**ILUSTRACION 27:** Cilindraje de un motor. Fuente: [www.motrassa.com](http://www.motrassa.com)

### Torque y potencia del motor

Del cilindraje del motor depende la fuerza (F) obtenida en cada explosión, que al ser transmitida por el pistón a la biela y por esta para hacer girar el cigüeñal, se produce el torque o par de torsión (T) del motor.

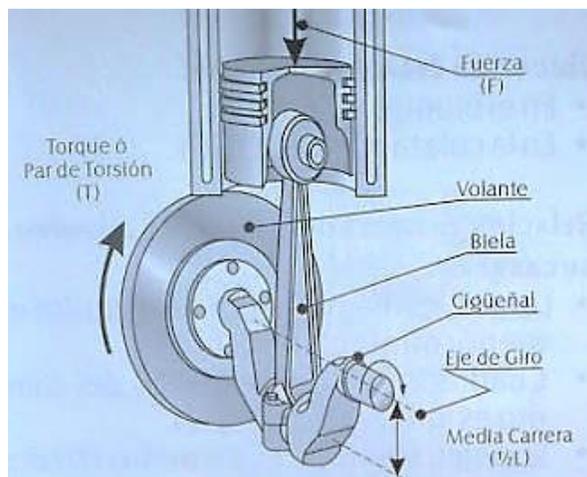
Tenemos que el torque estará dado por la siguiente formula:

$$T = F * \frac{1}{2} L$$

Esta es una medida de la habilidad que posee el motor para realizar un trabajo, en tanto que la potencia (P) se debe entender como la capacidad del motor para realizar dicho trabajo, respecto al tiempo. La potencia estará dada por la siguiente formula:

$$P = \frac{T[\text{kg} - \text{m}] * \text{RPM}}{716} \text{ [HP]}$$

De otra manera, se puede decir que el torque o par de torsión, determina que un motor sea capaz de impulsar un automotor a través de terrenos difíciles, mientras que la potencia determina la rapidez y facilidad con que lo haga.



**ILUSTRACION 28:** Torque de un motor. Fuente: *Manual de mantenimiento de motores Detroit*

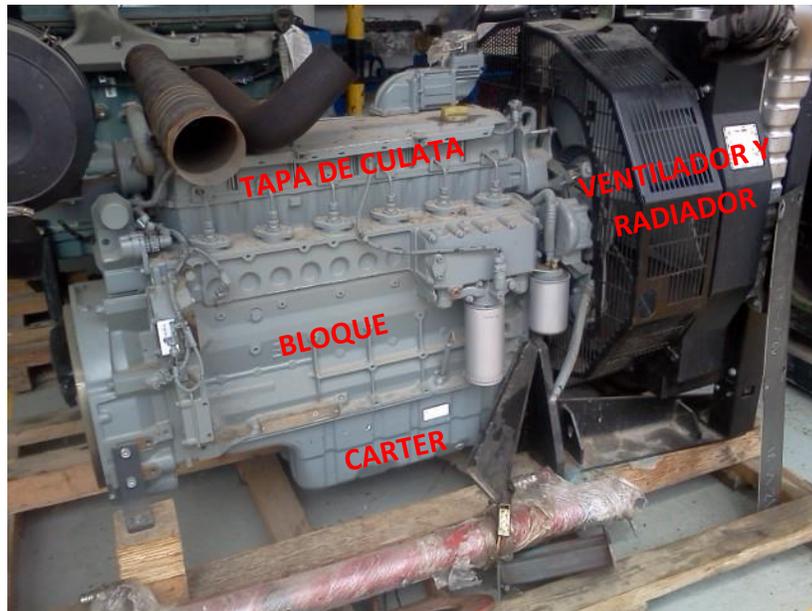
## Partes del motor

A continuación se profundizará de manera detallada acerca de las partes principales de un motor de combustión interna; hay que aclarar que tanto el motor de combustión interna a gasolina, como el motor de combustión interna diésel, tienen en su estructura, cada una de las partes que se mencionaran a continuación:

- **Bancada o bloque**<sup>12</sup>

Es el elemento sobre el cual se realiza la afirmación de todo el conjunto que compone sistema del motor; el cigüeñal, los cilindros, el eje de levas, etc.

Por lo general esta parte se construyen a base de hierro fundido, y a veces de aluminio, según el diseño y las necesidades que necesite la máquina o vehículo.



**ILUSTRACION 29:** Motor diésel Deutz cuatro (4) Tiempos. Fuente: Varisur y Compañía Ltda. 2014

Se compone de una serie de aberturas en donde eran insertados los cilindros con los pistones, las varillas de empuje del mecanismo de válvulas, conductos del refrigerante, ejes de levas y cigüeñal. Su diseño puede alojar un arreglo de cilindros en “V” o en línea.

Está diseñado para soportar todos los esfuerzos que se desarrollan en los diferentes cilindros, los fuertes momentos de torsión provocados por el par motor y las fuerzas de tracción generadas por la hélice. (7,8)

---

<sup>12</sup>Crawford. “Partes Fundamentales de un Motor Diésel”. [En línea]. Disponible en: [http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20\(1998\).%20Plastics%20Engineering%20\(3rd%20ed.\)/carro%20B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf](http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20(1998).%20Plastics%20Engineering%20(3rd%20ed.)/carro%20B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf); Recuperado: 20 de Febrero 2014.

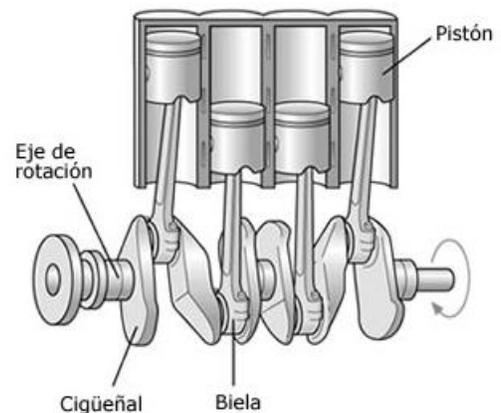
- **Cigüeñal<sup>13</sup>**

Es el componente mecánico que cambia el movimiento alternativo en movimiento rotativo. Esta montado en el bloque, sobre los cojinetes principales los cuales están lubricados.

El cigüeñal se puede considerar como una serie de pequeñas manivelas, una por cada pistón. El radio del cigüeñal determina la distancia en que la biela y el pistón pueden moverse. Dos veces el radio del cigüeñal, es la carrera que realiza el pistón.



**ILUSTRACION 30:** Cigüeñal de motor Detroit Diesel Series 60. Fuente: Varisur y Compañía Ltda. 2014



**ILUSTRACION 31:** Ilustración sobre el funcionamiento conjunto entre el cigüeñal, las bielas y los pistones. Fuente: [www.aficionadosalamecanica.net](http://www.aficionadosalamecanica.net)

Podemos distinguir las siguientes partes:

- Muñequillas de apoyo.
- Muñequillas de bielas.
- Manivelas y contrapesos.
- Platos y engranajes de mando.

<sup>13</sup>Crawford. "Partes Fundamentales de un Motor Diésel". [En línea]. Disponible en: [http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20\(1998\).%20Plastics%20Engineering%20\(3rd%20ed.\)/carro%D0%B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf](http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20(1998).%20Plastics%20Engineering%20(3rd%20ed.)/carro%D0%B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf); Recuperado: 20 de Febrero 2014.

Una muñequilla es la parte de un eje que gira en un cojinete.

Las muñequillas de apoyo, ocupan la línea axial del eje y se apoyan en los cojinetes de bancada del bloque.

Las muñequillas de biela son excéntricas con respecto al eje del cigüeñal. Van entre los contrapesos y su excentricidad es igual a la mitad de la carrera del pistón. Por cada muñequilla de biela hay dos manivelas.

Por lo general los motores en "V" llevan dos bielas en cada muñequilla. En un extremo lleva forjado y mecanizado en el mismo cigüeñal el plato de anclaje del volante y en el otro extremo va el engranaje de distribución que puede formar una sola pieza con él o haber sido mecanizado por separado y montado luego con una prensa.

Algunos cigüeñales llevan un engranaje de distribución en cada extremo para mover los trenes de engranajes de la distribución. (7,8)

- **Culata**<sup>14</sup>

Es el elemento del motor que cierra los cilindros por la parte superior.

Pueden ser fundidos en hierro, o en aluminio según el diseño y las necesidades que necesite la máquina o vehículo.

Sirve de soporte para otros elementos del motor como lo son: las válvulas, balancines, inyectores, etc. Lleva los orificios de los tornillos de apriete entre la culata y el bloque, además de los de entrada de aire por las válvulas de admisión, salida de gases por las válvulas de escape, entrada de combustible por los inyectores, paso de varillas de empujadores del árbol de balancines, pasos de agua entre el bloque y la culata para refrigerar, etc.

Entre la culata y el bloque del motor se monta una junta que queda prensada entre las dos, a la cual se le denomina la junta de culata. (7,8)

---

<sup>14</sup>Crawford. "Partes Fundamentales de un Motor Diésel". [En línea]. Disponible en: [http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20\(1998\).%20Plastics%20Engineering%20\(3rd%20ed.\)/carro%20B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf](http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20(1998).%20Plastics%20Engineering%20(3rd%20ed.)/carro%20B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf); Recuperado: 20 de Febrero 2014.



**ILUSTRACION 32:** Culata siendo ensamblada en el bloque de un motor Detroit Diésel Series 71. Fuente: Varisur y Compañía Ltda. 2014

- **Camisas**<sup>15</sup>

Son los cilindros por cuyo interior circulan los pistones. Suelen ser de hierro fundido y tienen la superficie interior endurecida por inducción y pulida.

Normalmente suelen ser intercambiables para poder reconstruir el motor colocando unas nuevas, aunque en algunos casos pueden venir mecanizadas directamente en el bloque, en cuyo caso su reparación es más complicada.

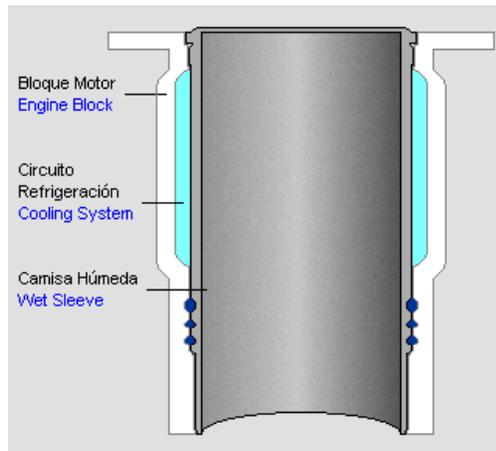
Las camisas recambiables cuando son de tipo húmedo, es decir en motores refrigerados por líquido, suelen tener unas ranuras en el fondo donde insertar unos anillos de goma para cerrar las cámaras de refrigeración, y en su parte superior una pestaña que se inserta en un rebaje del bloque para asegurar su perfecto asentamiento. (7,8)

---

<sup>15</sup>Crawford. "Partes Fundamentales de un Motor Diésel". [En línea]. Disponible en: [http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20\(1998\).%20Plastics%20Engineering%20\(3rd%20ed.\)/carro%20B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf](http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20(1998).%20Plastics%20Engineering%20(3rd%20ed.)/carro%20B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf); Recuperado: 20 de Febrero 2014.

Hay dos tipos de camisas para cilindros que se usan en motores:

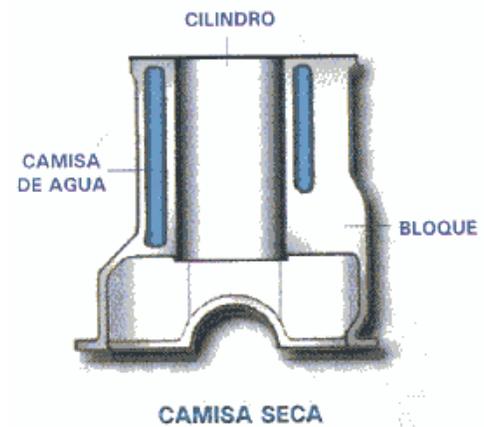
1. Camisas húmedas<sup>16</sup>: en síntesis son las que tienen contacto con el líquido refrigerante
2. Camisas secas<sup>17</sup>: básicamente son las que se instalan en el bloque de cilindros pero no entran en contacto con el líquido refrigerante.



**ILUSTRACION 33:** Camisa húmeda.

Fuente:

[http://betodiesel.blogspot.com/2010\\_07\\_01\\_archive.html](http://betodiesel.blogspot.com/2010_07_01_archive.html)



**ILUSTRACION 34:** Camisa seca. Fuente:

<http://www.geocities.ws/mecanicainacap/blaque.html>

- **Pistones<sup>18</sup>**

Es un embolo cilíndrico que sube y baja deslizándose por el interior de un cilindro del motor. Son generalmente de aluminio, cada uno tiene por lo general de dos a cuatro segmentos.

El segmento superior es el de compresión, diseñado para evitar fugas de gases. El segmento inferior es el de engrase y está diseñado para limpiar las paredes del cilindro de aceite cuando el pistón realiza su carrera descendente.

<sup>16, 17</sup>Leeming, DJ & Howarth, M. "El Motor del automóvil, conocimientos básicos". Marcombo, 1988. Pag. 68 – 72.

<sup>18</sup>Crawford. "Partes Fundamentales de un Motor Diésel". [En línea]. Disponible en: [http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20\(1998\).%20Plastics%20Engineering%20\(3rd%20ed.\)/carro%D0%B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf](http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20(1998).%20Plastics%20Engineering%20(3rd%20ed.)/carro%D0%B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf); Recuperado: 20 de Febrero 2014.



**ILUSTRACION 35:** Pistón de un motor diésel.  
Fuente: [www.topicmotors.blogspot.com](http://www.topicmotors.blogspot.com)

Cualquier otro segmento puede ser de compresión o de engrase, dependiendo del diseño del fabricante. Llevan en su centro un bulón que sirve de unión entre el pistón y la biela. (7,8)

- **Segmentos o Anillos de Pistón<sup>19</sup>**

Son piezas circulares metálicas, que se montan en las ranuras de los pistones para servir de cierre hermético móvil entre la cámara de combustión y el cárter del cigüeñal. Dicho cierre lo hacen entre las paredes de las camisas y los pistones, de forma que los conjuntos de pistón y biela conviertan la expansión de los gases de combustión en trabajo útil para hacer girar el cigüeñal.

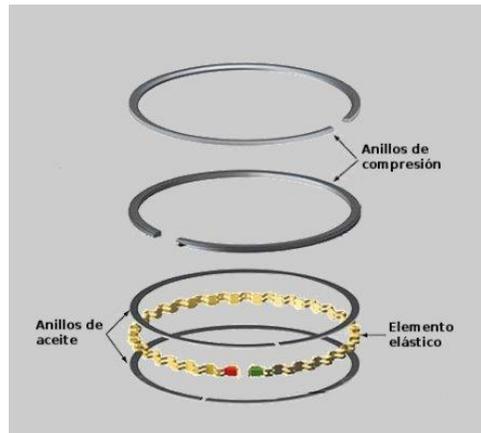
El pistón no toca las paredes de los cilindros. Este efecto de cierre debe darse en condiciones variables de velocidad y aceleración. Los segmentos impiden que se produzca una pérdida excesiva de aceite al pasar a la cámara de combustión, a la vez que dejan en las paredes de la camisa una fina capa de aceite para lubricar.

Por tanto los segmentos realizan tres funciones:

- Cierran herméticamente la cámara de combustión.
- Sirven de control para la película de aceite existente en las paredes de la camisa.
- Contribuye a la disipación de calor, para que pase del pistón a la camisa.

---

<sup>19</sup>Crawford. "Partes Fundamentales de un Motor Diésel". [En línea]. Disponible en: [http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20\(1998\).%20Plastics%20Engineering%20\(3rd%20ed.\)/carro%20D0%B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf](http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20(1998).%20Plastics%20Engineering%20(3rd%20ed.)/carro%20D0%B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf); Recuperado: 20 de Febrero 2014.



**ILUSTRACION 36:** Segmentos de un pistón. Fuente: [www.motoclubcomet.foroactivo.com](http://www.motoclubcomet.foroactivo.com)

Los segmentos superiores de compresión impiden que los gases salgan de su cámara de combustión y lo consiguen gracias a la suma de dos fuerzas, la de elasticidad del segmento y la que ejercen los gases de combustión sobre su lado superior e interior.

La presión desarrollada por la combustión fuerza al segmento de compresión hacia abajo, contra el fondo de su ranura, y hacia afuera, sumándose a la tensión ejercida por la elasticidad del propio segmento, para así formar el cierre con la pared de la camisa. La presión es máxima durante la carrera de combustión, que es cuando más se necesita que el cierre de la cámara sea perfecto.

El segmento de engrase extiende una capa uniforme de aceite sobre las paredes de la camisa. Al bajar, se lleva el aceite sobrante, la película de aceite que deja es lo suficientemente fina para que los segmentos de compresión se deslicen sobre ella en la próxima carrera ascendente. Este segmento tiene ranuras para pasar por los orificios que hay en las paredes del pistón, en la ranura, hasta sumarse al suministro de aceite del motor. (7,8)

- **Bielas<sup>20</sup>**

<sup>20</sup>Crawford. "Partes Fundamentales de un Motor Diésel". [En línea]. Disponible en: [http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20\(1998\).%20Plastics%20Engineering%20\(3rd%20ed.\)/carro%D0%B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf](http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20(1998).%20Plastics%20Engineering%20(3rd%20ed.)/carro%D0%B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf); Recuperado: 20 de Febrero 2014.

Las bielas son las encargadas de conectar el pistón con el cigüeñal, transmitiendo la fuerza de uno al otro. Tienen dos casquillos para poder girar libremente alrededor del cigüeñal y del bulón que las conecta al pistón.

La biela debe absorber las fuerzas dinámicas necesarias para poner el pistón en movimiento y pararlo al principio y final de cada carrera. Asimismo la biela transmite la fuerza generada en la carrera de explosión al cigüeñal. (7,8)



**ILUSTRACION 37:** Biela de motor Detroit Diésel Series 71. Fuente: Varisur y Compañía Ltda. 2014

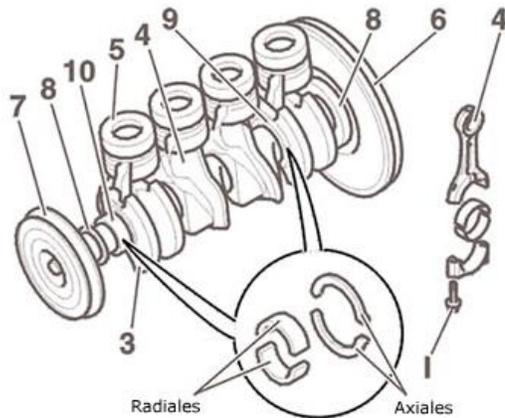
- **Cojinetes**<sup>21</sup>

Se puede definir como un apoyo para una muñequilla. Debe ser lo suficientemente robusto para resistir los esfuerzos a que estará sometido en la carrera de explosión.

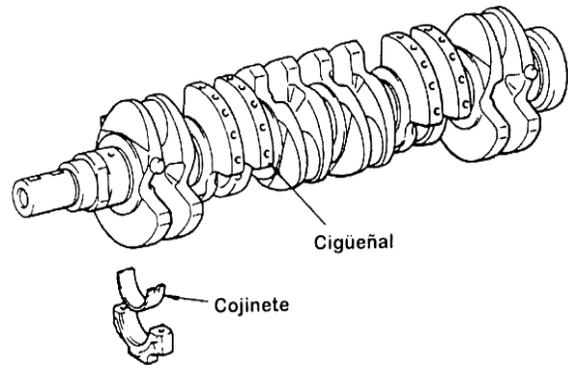
Los cojinetes del bloque van lubricados a presión y llevan un orificio en su mitad superior, por el que se efectúa el suministro de aceite procedente de un conducto de lubricación del bloque.

---

<sup>21</sup>Crawford. "Partes Fundamentales de un Motor Diésel". [En línea]. Disponible en: [http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20\(1998\).%20Plastics%20Engineering%20\(3rd%20ed.\)/carro%20B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf](http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20(1998).%20Plastics%20Engineering%20(3rd%20ed.)/carro%20B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf); Recuperado: 20 de Febrero 2014.



**ILUSTRACION 38:** Esquema de un cigüeñal y sus cojinetes. Fuente: [www.aficionadosalamecanica.net](http://www.aficionadosalamecanica.net)



**ILUSTRACION 39:** Esquema de un cigüeñal y sus cojinetes. Fuente: [www.automotriz.net/](http://www.automotriz.net/)

Lleva una ranura que sirve para repartir el aceite mejor y más rápidamente por la superficie de trabajo del cojinete. También llevan unas lengüetas que encajan en las ranuras correspondientes del bloque las tapas de los cojinetes. Dichas lengüetas alinean los cojinetes e impiden que se corran hacia adelante o hacia atrás por efectos de las fuerzas de empuje creadas. La mitad inferior correspondiente a la tapa es lisa.

- **Válvulas<sup>22</sup>**

Las válvulas abren y cierran las lumbreras de admisión y escape en el momento oportuno de cada ciclo. La de admisión suele ser de mayor tamaño que la de escape.

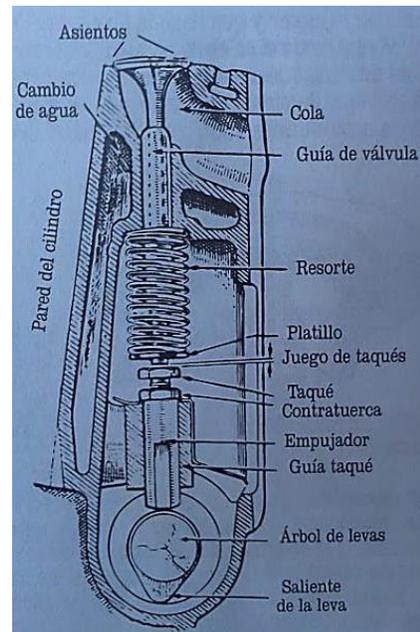
En una válvula hay que distinguir las siguientes partes:

- Pie de válvula
- Vástago
- Cabeza

<sup>22</sup>Crawford. "Partes Fundamentales de un Motor Diésel". [En línea]. Disponible en: [http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20\(1998\).%20Plastics%20Engineering%20\(3rd%20ed.\)/carro%20B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf](http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20(1998).%20Plastics%20Engineering%20(3rd%20ed.)/carro%20B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf); Recuperado: 20 de Febrero 2014.



**ILUSTRACION 40:** Válvula. Fuente: [www.ital-motors.com.ar](http://www.ital-motors.com.ar)



**ILUSTRACION 41:** Detalle del mando de las válvulas laterales. Fuente: Manual de automóviles, Arias-Paz, edición No. 52

La parte de la cabeza que está rectificada y finamente esmerilada se llama cara y asienta sobre un inserto alojado en la culata. Este asiento también lleva un rectificad y esmerilado fino.

El rectificad de la cara de la válvula y el asiento se hace a ángulos diferentes. La válvula siempre es rectificad a  $3/4$  de grado menos que el asiento. Esta diferencia o ángulo de interferencia equivale a que el contacto entre la cara y el asiento se haga sobre una línea fina, proporcionando un cierre hermético en toda la periferia del asiento. Cuando se desgaste el asiento o la válvula por sus horas de trabajo, este ángulo de interferencia varía y la línea de contacto se hace más gruesa y, por tanto, su cierre es menos hermético.

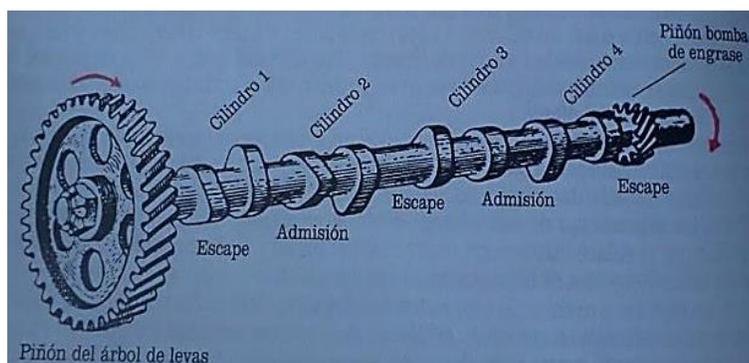
De lo anterior, que de vez en cuando haya que rectificad y esmerilar las válvulas y cambiar los asientos.

Las válvulas se cierran por medio de resortes y se abren por empujadores accionados por el árbol de levas. La posición de la leva durante la rotación determina el momento en que ha de abrirse la válvula.

Las válvulas disponen de una serie de mecanismos para su accionamiento, que varía según la disposición del árbol de levas. (7,8)

- **Árbol o eje de levas**<sup>23</sup>

Es un elemento mecánico provisto de una barra o eje, sobre la cual al menos hay un lóbulo que accionado por el cigüeñal a través de engranajes, cadenas o correas abre y cierra a su vez, las válvulas de admisión y escape en intervalos semejantes. La barra gira en torno a su propio eje abriendo y cerrando por medio de los lóbulos o levas, éstas válvulas. Se aplica generalmente a los motores de combustión pero también tiene aplicación en martillos hidráulicos, molinos o telares.



**ILUSTRACION 42:** Árbol de levas para un motor de cuatro (4) cilindros. Fuente: Manual de automóviles, Arias-Paz, edición No. 52

La aplicación del árbol de levas en industria automotriz es la de controlar las válvulas, haciendo fuerza sobre la misma ésta se abre y por medio de la amortiguación cuando la leva se mueve se vuelve a cerrar. La leva no hace fuerza en el centro de la válvula si no con cierta lateralidad, con ello se consigue que la válvula gire sobre si misma evitando el desgaste.

Una leva puede accionar varias válvulas, incluso se ha conseguido el accionamiento tanto de una válvula de admisión como de escape por una sola leva. Pero la desventaja es que los intervalos de tiempo no son regulables entonces.

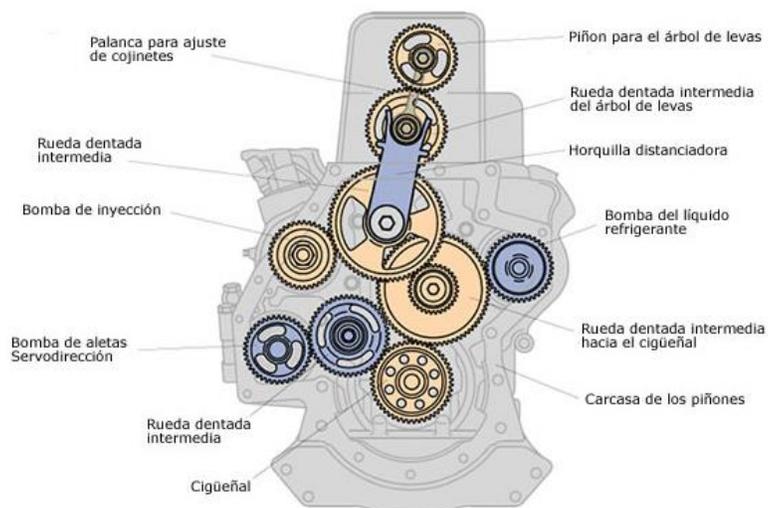
En motores de cuatro tiempos comunes, el árbol de levas gira a la mitad de revoluciones que el cigüeñal, de la cual está sujeta por medio de cadena o correa. Están colocados en paralelo al cigüeñal. La fabricación de los árboles de levas se realiza en hierro fundido, en casos excepcionales en acero (9).

<sup>23</sup> KMPH. "Árbol de levas, funcionamiento y aplicación en el vehículo". [En línea], Disponible en: <http://www.kmph.es/el-arbol-de-levas-funcionamiento-y-aplicacion-en-el-vehiculo/>; Recuperado: 13 de Abril del 2014

- **Engranajes de distribución**<sup>24</sup>

Son los encargados de conducir los accesorios y mantener la rotación del cigüeñal, árbol de levas, eje de leva de la bomba de inyección, etc.

El engranaje del cigüeñal es el engranaje motriz para todos los demás que componen el tren de distribución, por lo que deben de estar sincronizados entre si, de forma que coincidan las marcas que llevan cada uno de ellos. (7,8)



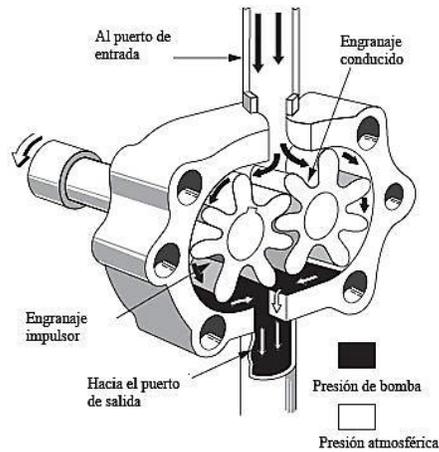
**ILUSTRACION 43:** Esquema de un cigüeñal y sus cojinetes.  
Fuente: [www.afionadosalamecanica.net](http://www.afionadosalamecanica.net)

- **Bomba de aceite**<sup>25</sup>

Se encuentra localizada en el fondo del motor en el cárter del aceite. Su misión es bombear aceite para lubricar cojinetes y partes móviles del motor.

La bomba es dirigida por un engranaje, desde el eje de levas hace circular el aceite a través de pequeños conductos en el bloque.

<sup>24, 25</sup>Crawford. "Partes Fundamentales de un Motor Diésel". [En línea]. Disponible en: [http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20\(1998\).%20Plastics%20Engineering%20\(3rd%20ed.\)/carro%20B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf](http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20(1998).%20Plastics%20Engineering%20(3rd%20ed.)/carro%20B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf); Recuperado: 20 de Febrero 2014.



**ILUSTRACION 44:** Diagrama simple de una bomba de aceite de engranajes en el que se muestra el flujo de aceite. Fuente: [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica9.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica9.htm)

El flujo principal del aceite es para el cigüeñal, que tiene unos taladros que dirigen el lubricante a los cojinetes de biela y a los cojinetes principales. Aceite lubricante es también salpicado sobre las paredes del cilindro por debajo del pistón. (7,8)

Actualmente la bomba de aceite regularmente utilizada e instalada en los motores es la bomba de aceite por engranajes.

- **Bomba de aceite por engranajes<sup>26</sup>**

Esta bomba consiste en un par de ruedas dentadas que engranan entre si y giran dentro de un cilindro bien ajustado, el cual contiene orificios para la entrada y salida del aceite.

Un engranaje es accionado por el árbol de levas y el otro gira libremente sobre un eje fijo en dirección opuesta. La rotación del engranaje crea una depresión en el lado del cilindro correspondiente a la entrada y provoca la aspiración del aceite. Este aceite pasa alrededor del engranaje entre los dientes antes de ser expulsado por el orificio de salida cuando los dientes engranan nuevamente

Algo a tomar en cuenta es que el desgaste de los dientes del engranaje y del cilindro reduce la eficiencia del bombeo, lo que da por resultado una insuficiente presión de aceite. En consecuencia el cilindro se debe revisar con calibradores de separación.

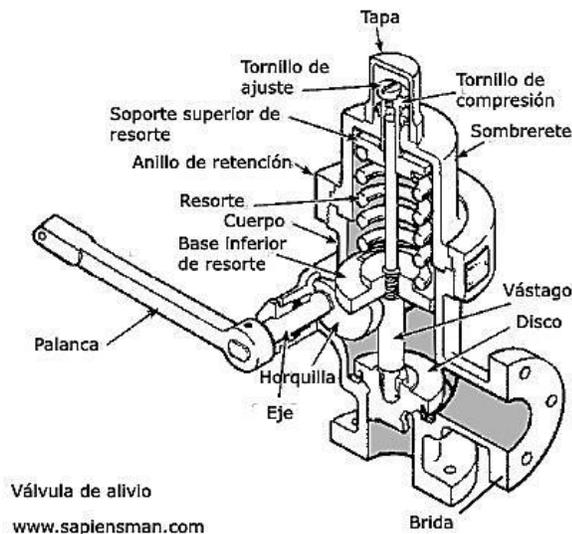
<sup>26</sup>Leeming, DJ & Howarth, M. "El Motor del automóvil, conocimientos básicos". Marcombo, 1988. Pag. 68 – 72.

- **Válvula de alivio de presión<sup>27</sup>**

Como una protección contra presiones excesivas de aceite en el sistema, debidas ya sea a condiciones extremas de frio que inducen una elevada viscosidad en el aceite o a grandes velocidades del motor y consecuentemente a grandes velocidades de operación en la bomba de aceite, se suele instalar una válvula de alivio en la parte a presión del sistema lubricante.

A veces la válvula se incorpora a la bomba de aceite y no es ajustable, o se puede integrar a la cabeza del filtro de aceite o al bloque de cilindros, cuyo caso puede ser del tipo ajustable.

La válvula de alivio consiste básicamente en una bola o embolo de resorte que, cuando es levantada de su asiento por la presión del aceite, permite a este cruzar la válvula y regresar al colector. Cuando la presión del aceite es baja el resorte empuja la válvula contra su asiento, donde permanece hasta que aumenta nuevamente la presión. Por tanto se notara que el resorte determina la presión operativa del aceite.



**ILUSTRACION 45:** Válvula de alivio de presión de aceite.  
Fuente: [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

<sup>27</sup>Leeming, DJ & Howarth, M. "El Motor del automóvil, conocimientos básicos". Marcombo, 1988. Pag. 74.

- **Filtros<sup>28</sup>**

Antes de que se permita al aceite fluir a presión a los cojinetes del cigüeñal y a otros componentes, atraviesa un filtro colocado en el exterior del bloque de cilindros.

Toda partícula fina de materia extraña queda atrapada en este filtro, el cual por consiguiente se debe cambiar con regularidad si se desea mantener a las materias extrañas alejadas del sistema de lubricación.

El filtro usualmente se cambia al mismo tiempo que el aceite; los intervalos recomendados para estos cambios son cada 10000 Km (6000millas aproximadamente). (10)



**ILUSTRACION 46:** Motor diésel Deutz cuatro (4) tiempos.  
Fuente: Varisur y Compañía Ltda. 2014

- **Indicador de presión de aceite o manómetro de aceite<sup>29</sup>**

Es un sistema para medir la presión, mucho más preciso que el de una lámpara indicadora de presión, debido a que la presión real en el sistema de lubricación aparece en el indicador, el cual generalmente se monta en el tablero.

Se emplean dos sistemas distintos de indicador de presión:

---

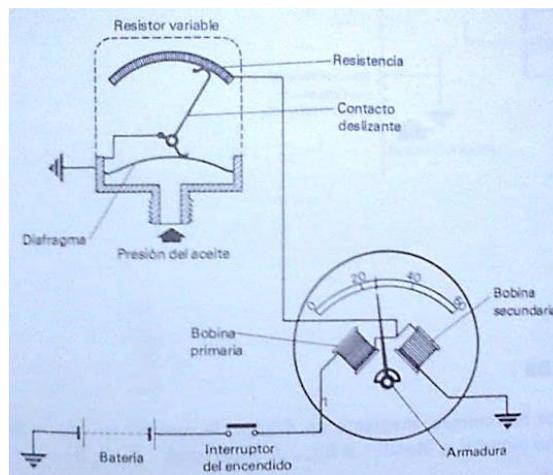
<sup>28, 29</sup>Leeming, DJ & Howarth, M. "El Motor del automóvil, conocimientos básicos". Marcombo, 1988. Pag. 74.

- **Tipo enderezamiento a presión:**

Consiste en un conducto que trae aceite del motor para alimentar al indicador montado en el tablero. Dentro del indicador hay un tubo de Bourdon (consiste en un tubo aplanado de bronce o acero curvado en arco utilizado para medir presiones) que tiende a enderezarse debido a la presión del aceite que tiene adentro. El movimiento del tubo de Bourdon es transmitido a la aguja del indicador por un mecanismo de cuadrante.

- **Tipo resistencia eléctrica:**

Consta de una resistencia variable insertada en la galería principal de aceite, y de un indicador montado en el tablero que es del tipo bobina móvil o bien del tipo lamina bimetálica. Como el circuito eléctrico es sensible al voltaje variable de la batería, se necesita un estabilizador de voltaje. (10)



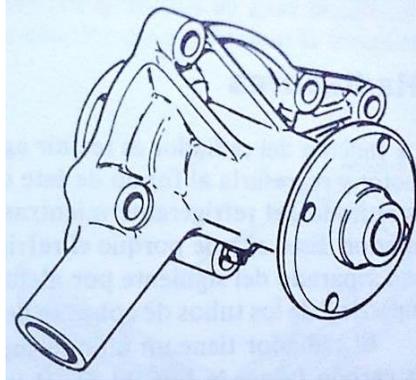
**ILUSTRACION 47:** Circuito del indicador de presión del aceite tipo bobina móvil. Fuente: Libro *El Motor del automóvil, conocimientos básicos*, DJ Leeming and M Howarth

- **Bomba de agua<sup>30</sup>**

Es la encargada en aquellos motores que son refrigerados por líquido, de hacer circular el refrigerante a través del bloque del motor, culata, radiador etc.

<sup>30</sup>Crawford. "Partes Fundamentales de un Motor Diésel". [En línea]. Disponible en: [http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20\(1998\).%20Plastics%20Engineering%20\(3rd%20ed.\)/carro%D0%B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf](http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20(1998).%20Plastics%20Engineering%20(3rd%20ed.)/carro%D0%B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf); Recuperado: 20 de Febrero 2014.

La circulación de refrigerante a través del radiador trasfiere el calor del motor al aire que circula entre las celdas del radiador. Un ventilador movido por el propio motor hace circular el aire a través del radiador.



**ILUSTRACION 48:** Bomba de agua. Fuente: Libro *El Motor del automóvil, conocimientos básicos*, DJ Leeming and M Howarth

- **Radiador**<sup>31</sup>

La función del radiador es recibir agua caliente proveniente de la parte superior del motor y regresarla al fondo de este después de enfriarla considerablemente.

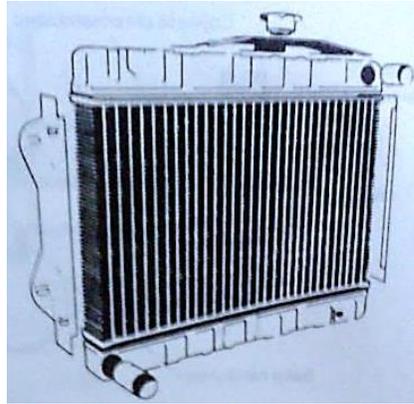
El calor es retirado del refrigerante mientras este pasa de la parte superior del radiador a la parte inferior de este mismo. Esto sucede porque el refrigerante recorre numerosos tubos de cobre, cada uno separado del siguiente por aletas refrigerantes. El aire frío que atraviesa toda la superficie de los tubos de cobre se lleva el calor indeseable del refrigerante.

El radiador tiene un tanque superior y otro inferior, ambos de latón o de fibra de carbón; el superior tiene adaptado un tubo roscado con tapón, una conexión para la manguera superior y un tubo de rebose o desagüe. El tanque inferior tiene adaptada una conexión para la manguera inferior, y ocasionalmente un tapón de drenaje o desagüe.

El ensamble de tubos y aletas de cobre o aluminio (conocido como panel) está asegurado por soldadura a los dos tanques.

---

<sup>31</sup>Leeming, DJ & Howarth, M. "El Motor del automóvil, conocimientos básicos". Marcombo, 1988. Pag. 76.

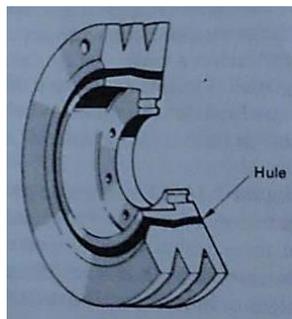


**ILUSTRACION 49:** Radiador vertical para vehículos particulares o comerciales. Fuente: Libro *El Motor del automóvil, conocimientos básicos*, DJ Leeming and M Howarth

- **Amortiguador de vibraciones**<sup>32</sup>

Algunos de los mayores motores de encendido por chispa y de encendido por compresión, tienen un amortiguador de vibraciones en el extremo frontal del cigüeñal. Este también puede incorporar una polea para accionar por bandas el generador y la bomba refrigerante.

El amortiguador consta de un pequeño cubo insertado con chavetas en el cigüeñal, y de un miembro de inercia mucho más grande y pesado unido flexiblemente al cubo menor mediante caucho moldeado. La acción torsional que tiende a desarrollarse en el cigüeñal debido a las diversas fuerzas que actúan sobre él, especialmente en las carreras de potencia, es neutralizada por el lento movimiento del pesado miembro de inercia.



**ILUSTRACION 50:** Amortiguador de vibraciones. Fuente: Libro *El Motor del automóvil, conocimientos básicos*, DJ Leeming and M Howarth

---

<sup>32</sup>Leeming, DJ & Howarth, M. "El Motor del automóvil, conocimientos básicos". Marcombo, 1988. Pag. 77.

- **Bulón (pasador) de pistón**<sup>33</sup>

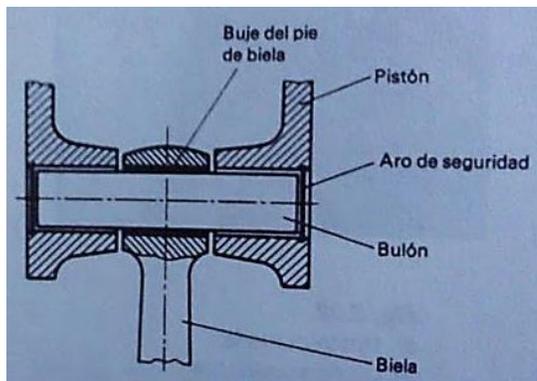
Es una parte vital del pistón, ya que representa el nexo entre la fuerza creada por la combustión de la gasolina y el movimiento mecánico de la biela y el cigüeñal. En consecuencia es necesario que tenga buena resistencia a la fatiga, que sea resistente al desgaste y lo más ligero posible.

Para satisfacer dichos requerimientos, el bulón tradicionalmente se fabricaba con una aleación de níquel y acero, se trataba térmicamente para mejorar su resistencia a la fatiga y se cementaba para hacerlo resistente al desgaste,

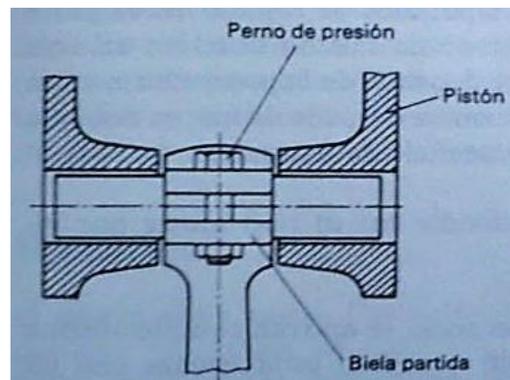
No obstante, las investigaciones recientes han demostrado que un acero sencillo de bajo carbono, si se produce con menos impurezas que las normales, podría ser equivalente en resistencia a la fatiga, y mejor en términos de resistencia al desgaste que muchos de los aceros al carbono de baja aleación usados anteriormente. (10)

Los métodos para colocar el bulón en su posición dentro del pistón se conocen como:

1. Flotación completa
2. Semiflotación



**ILUSTRACION 51:** *Bulón Flotante. Fuente: Libro El Motor del automóvil, conocimientos básicos, DJ Leeming and M Howarth*



**ILUSTRACION 52:** *Perno de presión del bulón semiflotante. Fuente: Libro El Motor del automóvil, conocimientos básicos, DJ Leeming and M Howarth*

<sup>33</sup>Leeming, DJ; Howarth, M. "El Motor del automóvil, conocimientos básicos". Marcombo, 1988. Pag. 78.

Ya finalizada la parte teórica acerca de las partes fundamentales del motor, haremos una breve comparación entre los motores a gasolina y los motores diésel, en aspectos generales y aspectos relacionados con el ciclo de trabajo entre ambos.

**Tabla 1: Comparación entre los motores a gasolina y diésel.**

Diferencias	Tipo de motor	
	Gasolina/Explosión	Diésel/Combustión
Tipo de ciclo	Otto	Diésel
Queman...	Gasolina	Gasoil
Se introduce mezcla de...	Aire y gasolina pulverizada	Solo aspira aire puro
Inflamación por...	Chispa	Se inflama por si solo
Sistema de encendido	Si	No
Relación de compresión	De 6,5a 11	De 12 a 22. Promedio 16
Carburador	Si	No
Explosión/Combustión	De toda la mezcla	A medida que entra gasoil
Equipo de inyección	A veces	Siempre
Construcción	Ligera y simple	Pesada

**Tabla 2: Comparación entre motores a gasolina y diésel (ciclo de trabajo).**

<b>Comparación entre motores (CICLOS DE TRABAJO)</b>	
<b>GASOLINA (EXPLOSION)</b>	<b>DIESEL (COMBUSTION)</b>
<b>Primer tiempo. ADMISION</b>	
Aspiración de la mezcla aire-gasolina	Aspiración y llenado completo del cilindro con aire puro
<b>Segundo tiempo. COMPRESION</b>	
Moderada, de la mezcla	Elevada, de aire puro
De 6,5:1 a 11:1	De 12:1 a 24:1
<b>Tercer tiempo. COMBUSTION</b>	
Encendido por chispa en la bujía. Se produce la explosión de toda la mezcla.	Inyección de gasoil, en cantidad graduada por el acelerador. Auto inflamación por el calor de la compresión
<b>Cuarto tiempo. ESCAPE</b>	
Idéntico en los dos sistema	

## **Gasoil o “Diésel”<sup>34</sup>**

Ahora hablaremos un poco sobre el combustible que utilizan los motores diésel; el gasoil o “diésel” es un producto más denso que la gasolina y que tiene algo más de poder calorífico para un mismo volumen.

Ha sido creencia vulgar durante mucho tiempo que el gasoil era un combustible de clase inferior, más basto que la gasolina, siendo la realidad todo lo contrario.

El gasoil no solo es un producto refinado, sino que ha de estar muy bien filtrado, pues las impurezas físicas más pequeñas perturban el funcionamiento del equipo de inyección, construido con ajustes del orden de la milésima del milímetro para poder inyectar a una gran presión unos milímetros cúbicos de combustible, miles de veces por minuto.

Por lo tanto entre el gasoil y la gasolina hay diferencias notables tales como su densidad, poder calorífico, refinación y limpieza obligatoria.

Ya estudiado el motor, su funcionamiento y sus componentes, continua el segundo elemento del tren de potencia, la transmisión.

Cuando se habla de transmisión, hay que tener en cuenta el vínculo permanente que sostiene con otros componentes, bajo una gran denominación, el chasis.

Como esta investigación está enfocada hacia el mantenimiento preventivo del tren de potencia, las demás partes que componen el gran término de **chasis**, serán motivo de otras investigaciones que si estén orientadas hacia su estudio.

El termino transmisión, para el caso de nuestra investigación, es un conjunto de elementos que permiten transmitir la potencia generada por el motor, hacia otras partes del vehículo, concretamente hacia el movimiento rotacional de las ruedas, además podemos hacer un paréntesis y hacer una observación, y adicionalmente mencionar para el movimiento rotacional que necesitan los malacates de un carrier, para desarrollar su trabajo de levantamiento de manera eficiente.

---

<sup>34</sup>Arias-Paz, “Manual de Auto Móviles”. Edición No. 52. CIE inversiones editoriales, 2006. Pag 54.

### 1.2.1.5.2. Transmisión Mecánica<sup>35</sup>

Como lo mencionábamos anteriormente, en esta investigación, se hablara acerca de este tipo de transmisión, ya que es la encargada de transmitir la potencia generada por el motor de la unidad básica o “carrier”, hacia el malacate y las partes mecánicas que mueven el vehículo.



**ILUSTRACION 53:** Transmisión Allison Series 4700, equipo carrier Varisur 4. Fuente: Varisur y Compañía Ltda. 2014

#### 1.2.1.5.2.1. Embrague

En cualquiera de las aplicaciones del motor de combustión, ya sea gasolina o diésel, es preciso interponer entre el motor y la transmisión un embrague, cuya misión es la de acoplar y separar ambos a voluntad.

Si se pretende iniciar el movimiento de un vehículo sin disponer de embrague para que pueda girar libremente el motor, no se puede lograr, pues este, hasta que no alcanza un cierto número de revoluciones no adquiere el “par” necesario para vencer la inercia del vehículo y por otro lado, una vez alcanzado el par motor (torque) necesario, el motor no puede acoplarse bruscamente a los órganos de transmisión del movimiento que, al estar parados, ofrecen gran resistencia.

Es necesario un órgano, el embrague, capaz de resbalar en los momentos iniciales del acoplamiento y realizar este de forma progresiva.

---

<sup>35</sup>Arias-Paz, “Manual de Auto Móviles”. Edición No. 52. CIE inversiones editoriales, 2006. Pag. 62

En los vehículos dotados de cajas de velocidades con engranajes, es preciso desacoplar el motor de las ruedas motrices para conseguir ponerlo en marcha, lo mismo que para efectuar los distintos cambios de velocidad, en que ha de separarse momentáneamente el árbol motor del árbol primario para suprimir las presiones ejercidas por los dientes de los piñones, que engranan en ese momento.

El embrague, colocado en prolongación del cigüeñal, está intercalado entre el motor y la caja de velocidades, a quienes separa o acopla según se pise o no el pedal que el conductor manda con su pie izquierdo. Normalmente el motor está “embragado” y su rotación llega al cambio de marchas haciendo solidario el eje primario de este, del giro del cigüeñal; cuando el conductor pisa el pedal el motor queda desembragado, y su giro no se comunica a la transmisión.



**ILUSTRACION 54:** Piñón de una transmisión Allison Series 4700. Fuente: Varisur y Compañía Ltda 2014

A la salida del embrague el giro del motor pasa a la caja de cambios, donde unos engranajes lo transmiten hacia las ruedas bien en su totalidad o desmultiplicado, o bien queda cortado en ella, según la posición que ocupe la palanca del cambio que manda los citados engranajes. Para maniobrar estos es necesario desembragar el motor, y el principal objeto del embrague es atender esta necesidad, es decir, que casi es un órgano auxiliar para el manejo de la caja de velocidades.

### **Tipos de embrague**

Con carácter general, los embragues se clasifican en:

- *De disco o fricción:* Monodisco, de muelles o diafragma; multidisco en baño de aceite o seco; Automático (mecánico) y semiautomático.

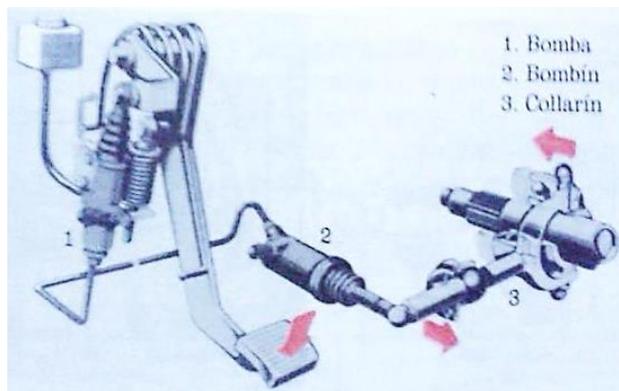
- *Hidráulico (automático).*
- *Magnético*

Los embragues no automáticos, por su accionamiento, pueden ser de tres sistemas de mando: mecánico, hidráulico y neumático.

### **Mando del embrague**

El esfuerzo del conductor se transmite hasta el collarín por un sistema mecánico de cable, a través del pedal, cable “bowden” y horquilla, dotado de un sistema de reglaje; o bien por un sistema hidráulico a través del pedal, bomba de embrague, tubería y bombín, cuyo embolo empuja a la horquilla.

La principal ventaja del mando hidráulico es que el enlace entre pedal y horquilla es muy fácil cualquiera que sea su posición relativa, gracias al envío de la fuerza por el líquido de un tubo.



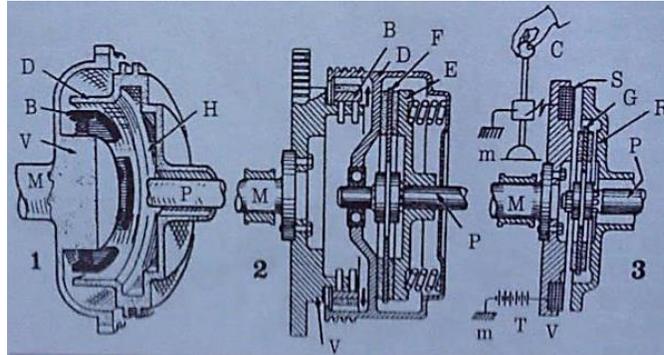
**ILUSTRACION 55:** Sistema hidráulico. Fuente: Manual de automóviles, Arias-Paz, edición No. 52

### **Modelos de embragues**

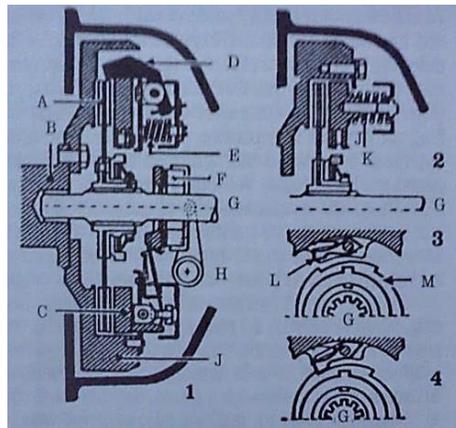
A continuación se citaran algunos modelos de embragues para reconocidas marcas en el mercado automotriz:

- *Embrague mecánico Citroën:* no suprime el embrague ordinario y su pedal, sino que añade en serie un embrague centrífugo.
- *Embrague eléctrico Ferlec:* para uso en vehículos de pequeña potencia la marca Ferodo fábrica este sencillo embrague automático, a petición, montado en los Renault franceses.

- *Embrague electroneumático Saxomat*: producido por la casa alemana Fitchel y Sachs, fabricantes de motores para motocicletas, es adecuado para automóviles de pequeña o mediana potencia.

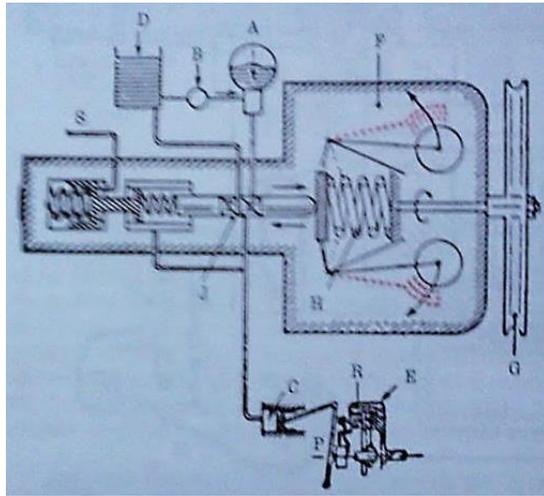


**ILUSTRACION 56:** Modelos de embrague mecánico Citroën (1,2) y embrague eléctrico Ferlec (3). Fuente: *Manual de automóviles, Arias-Paz, edición No. 52*



**ILUSTRACION 57:** Modelo de embrague electroneumático Saxomat. Fuente: *Manual de automóviles, Arias-Paz, edición No. 52*

- *Embrague de mando hidráulico Citroën DS-19*: el Citroën DS-19 tiene una central hidráulica compuesto por un depósito y una bomba que eleva a fuerte presión el aceite, almacenándolo en acumuladores, donde comprime gas, **flexando** una membrana; así aunque el motor este parado y la bomba no funcione, hay una reserva de líquido a presión que acciona los distintos mecanismos, como dirección, frenos, cambio y suspensión.



**ILUSTRACION 58:** Modelo de embrague de mando hidráulico Citroën DS-19. Fuente: Manual de automóviles, Arias-Paz, edición No. 52

## Caja de cambios

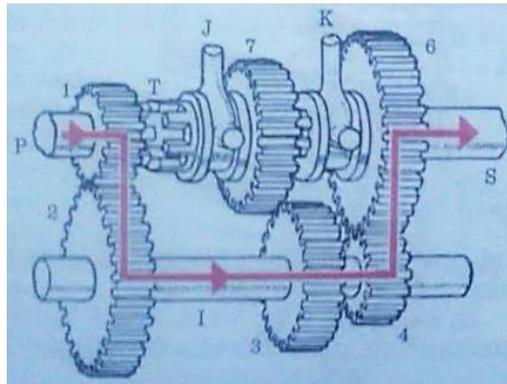
Gracias al mecanismo de cambio de velocidades la rotación del cigüeñal se transmite a las ruedas propulsoras en tal forma que, cuando el vehículo va despacio porque el motor agota su fuerza en subir trabajosamente una cuesta y peligraría de **calarse**, se puede alterar la transmisión y hacer que aun yendo despacio el automóvil, el motor vuelva a girar deprisa, dando su potencia, con la que se aleja la probabilidad de que se pare, y el vehículo podrá subir la cuesta con facilidad para el motor, aunque a menos velocidad de marcha que en una superficie plana.

Por ejemplo, si tenemos un automóvil que puede ir por una carretera horizontal a 100 kilómetros por hora, con su motor girando a la velocidad de régimen, 3.600 r.p.m., para la cual desarrolla una potencia máxima de 55 CV (**caballos de vapor**).

A esta velocidad, y suponiendo que las ruedas propulsoras son de 64 cm de diámetro, corresponden para cada 43 vueltas del motor aproximadamente 10 vueltas de las ruedas traseras. Esta **desmultiplicación** constante es obtenida en el par cónico diferencial, y no en la caja de cambios porque se supone que el giro del cigüeñal se comunica integro a la transmisión.

Al presentarse una fuerte cuesta arriba, los 55 CV, que puede dar el motor se han de emplear ya no solo en desplazarse, sino también en vencer la cuesta, por lo que el vehículo irá cada vez más lentamente. Pero entonces el motor girará también más despacio, por lo que va perdiendo potencia. Así resulta que al bajar a 2.200 r.p.m., que corresponden a una velocidad de 60 kilómetros por hora, solo tienen 40 CV, y si la pendiente es fuerte acabaría por calarse el motor al no poder arrastrar el vehículo.

Pero entonces se recurre a la caja de cambios y se hace que, conservando el automóvil su velocidad de 60 kilómetros por hora, el motor pueda girar, no a las 2.200 r.p.m. con que venía, vuelva a girar a 3600, dando otra vez los 55 CV, en vez de los 40 que se obtenían antes de intervenir aquella.



**ILUSTRACION 59:** Ejemplo de la transmisión de potencia por medio de los engranajes accionados por la caja de cambios.  
Fuente: Manual de automóviles, Arias-Paz, edición No. 52

La caja de cambios, en definitiva, lo que hace ahora es desmultiplicar más el giro del motor, o sea, que por medio de unos engranajes se reduce el movimiento y en vez de transmitirse íntegro el giro del cigüeñal a la transmisión, se hace que cada vuelta de esta corresponda a cerca de dos del motor.

Si aun así, no fuera bastante, se puede aumentar más la desmultiplicación mediante una nueva combinación de engranajes en la caja de cambios. El número de combinaciones que esta permite suele ser variable, y también lleva otra para obtener la marcha hacia atrás del vehículo.

## El puente

El objetivo del puente, es transmitir el movimiento de la caja de cambios a las ruedas motrices, participando en la desmultiplicación total.

Está concebido de manera que depende de la disposición de los órganos en el vehículo según que este sea de motor delantero y propulsión trasera, o bien de grupo moto propulsor delantero o trasero.

La disposición del motor, transversal o longitudinal, cigüeñal paralelo o transversal al eje de rotación de las ruedas, dan lugar a engranajes paralelos o en ángulo, a pares cónico o cilíndricos.



***ILUSTRACION 60:** Árbol de transmisión del carrier Varisur 4. Fuente: Varisur y Compañía Ltda. 2014*

## Motor delantero y propulsión trasera

Esta disposición, utilizada casi exclusivamente durante muchos años, en vehículos corrientes, furgonetas y vehículos pesados.

El giro del motor, que puede interrumpirse a voluntad en el embrague, pasa por la caja de cambios y a través del árbol de transmisión, llega al puente trasero, desde el que tiene que comunicarse a las ruedas colocadas en un eje transversal; este

cambio en ángulo recto se consigue por un grupo o **par cónico** constituido por el engranaje del **piñón de ataque** y la corona.

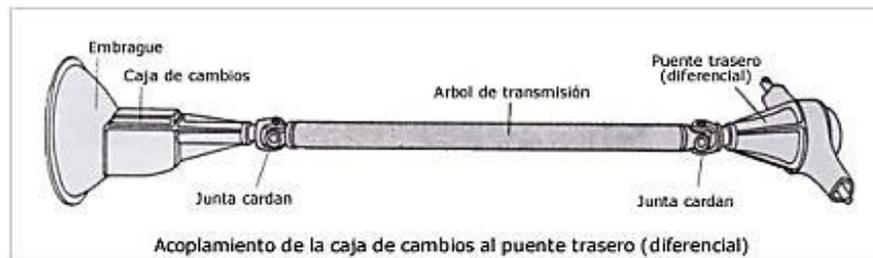
Al estar la caja de cambios fija al bastidor-carrocería y las ruedas montadas en un sistema de suspensión elástica, el árbol de transmisión ha de absorber desplazamientos longitudinales y angulares, lo cual se efectúa a través de unas juntas elásticas. Finalmente y a través del diferencial y elementos del puente, el movimiento es transmitido a las ruedas.

### Árbol de transmisión, Juntas

El árbol de transmisión, como se ha indicado es el encargado de transmitir el movimiento desde la caja de cambios al grupo cónico diferencial.

Esta construido en acero especial, altamente resistente a la torsión; su constitución, macizo o hueco, y su sección vienen determinados por su longitud, par a transmitir y velocidad de rotación.

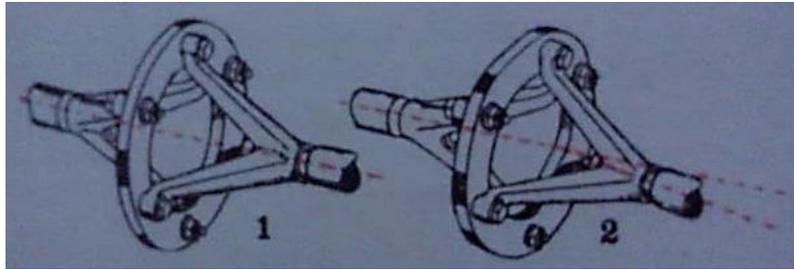
Como el puente trasero va enlazado al bastidor o carrocería por medio del sistema de suspensión, sus oscilaciones, hacen que el árbol de transmisión no esté siempre en exacta prolongación con el secundario de la caja de cambios, sino que formara ángulos variables aunque siempre próximos a los 180°, por lo que necesitara juntas universales que le permitan transmitir el giro sin dificultad, y además precisara compensar las diferencia de distancia o longitud que tales oscilación producen entre el engranaje trasero y la caja de velocidades. Por ello se colocan juntas universales, que son de dos tipos: flexibles o cardán.



**ILUSTRACION 61:** Árbol de transmisión. Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/transmisiones.htm>

## Junta flexible

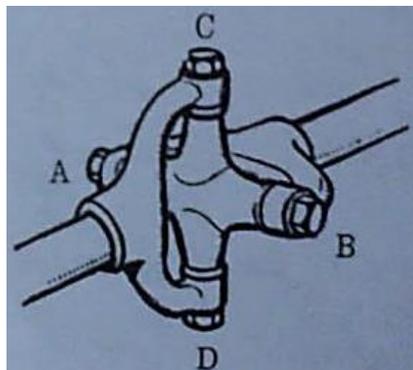
Está formada por un disco de varias capas de tela cauchutada, a la que se unen por una y otra cara los ejes que enlazan. Estos terminan en horquillas cuyos brazos se fijan al **tresbolillo** sobre el disco flexible, el cual no solo permite que los ejes formen ángulo (figura 2), sino que absorbe los desplazamientos longitudinales del árbol de transmisión. Esta junta universal no necesita engrase.



**ILUSTRACION 62:** Figura de la junta flexible del árbol de transmisión.  
Fuente: Manual de automóviles, Arias-Paz, edición No. 52

## Junta Cardán

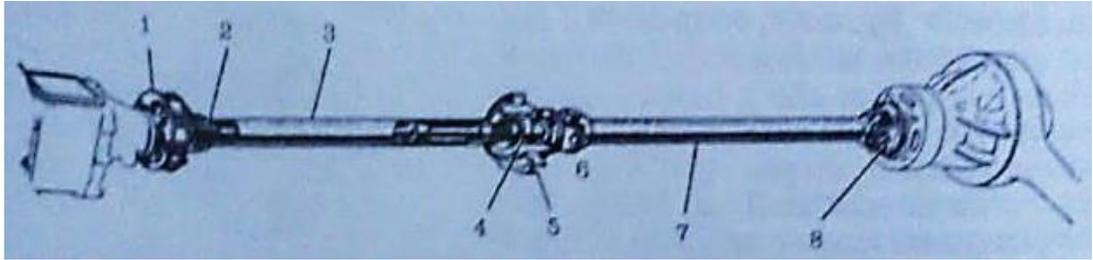
Está formada por una cruceta, a uno de cuyos brazos (AB) se articula la horquilla en que termina un eje, y al otro brazo (CD) la horquilla del otro eje. Las uniones A, B, C y D son cojinetes que permiten oscilar a las horquillas y necesitan de lubricación, por lo que esta clase de juntas suele ir cerrada en una caja con aceite.



**ILUSTRACION 63:** Figura de la junta cardán del árbol de transmisión.  
Fuente: Manual de automóviles, Arias-Paz, edición No. 52

## Junta doble cardán

Está constituida por dos horquillas situadas en el mismo plano y unidas por un eje corto como sea preciso; con ella se pueden obtener desplazamientos angulares más amplios.



**ILUSTRACION 64:** Figura de la junta doble cardán del árbol de transmisión.

Fuente: Manual de automóviles, Arias-Paz, edición No. 52

Ya se ha concluido con dos de las tres partes del sistema de potencia descritos en este documento, por último, pero no menos importante, el generador eléctrico permite el total funcionamiento de un equipo de perforación o de workover en lugares donde no se tiene acceso a la red eléctrica nacional; este tiene que cumplir con la capacidad suficiente para abastecer todo equipo electrónico que funcione en el lugar. A continuación se detallara los fundamentos y principios de un Generador Eléctrico utilizado en equipos de workover.

### 1.2.1.5.3. Generador Eléctrico<sup>36</sup>

Los generadores industriales manejados por empresas prestadoras de servicios de perforación o workover son accionados por motores de combustión interna de tipo diésel.

<sup>36</sup>Ecopetrol. "Relación de equipos y herramientas mínimos – Equipo 350 HP". [En línea]. Disponible en: [http://www.ecopetrol.com.co/documentos/54198\\_ANEXO\\_3\\_RELACION\\_DE\\_EQUIPOS\\_Y\\_HTAS\\_MINIMOS\\_350\\_HP\\_CA%C3%91O\\_SUR.pdf](http://www.ecopetrol.com.co/documentos/54198_ANEXO_3_RELACION_DE_EQUIPOS_Y_HTAS_MINIMOS_350_HP_CA%C3%91O_SUR.pdf); Recuperado: 10 de Marzo 2014.

Estos generadores cambian la potencia mecánica desarrollada por los motores primarios en corriente eléctrica y generalmente son de corriente alterna.

Un equipo de workover cuando no tiene acceso a la red nacional de energía eléctrica, debe poseer generadores eléctricos de suficiente KVA para suministrar el 150% de los requerimientos de potencia eléctrica calculada para operar el equipo, la iluminación, el campamento y todo el equipo eléctrico asociado.

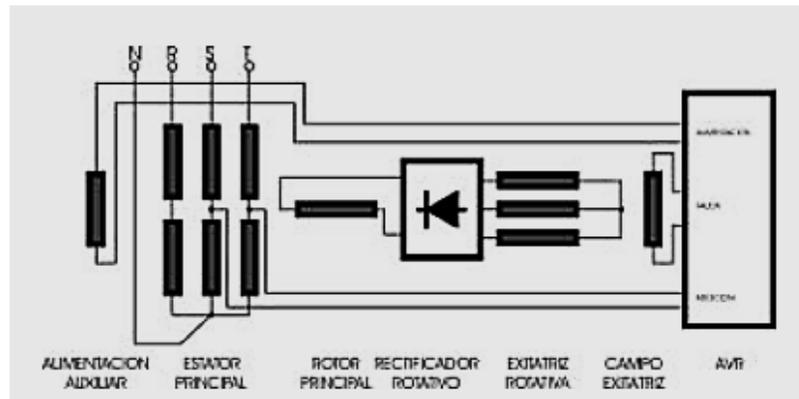
Los generadores deberán tener motores independiente Diésel, de capacidad tal que les permita generar la potencia eléctrica especificada.



**ILUSTRACION 65:** Alternador Stamford. Fuente: Varisur y Compañía Ltda. 2014

## Reguladores automáticos de tensión para generadores Brushless<sup>37</sup>

La función básica de un regulador automático de tensión (AVR) es la de alimentar al circuito de excitación de tal manera de mantener constante la tensión de salida del generador dentro de ciertos rangos de frecuencia y carga.



**ILUSTRACION 66:** AVR;  
Fuente: Ramonrusso.com

Hay una serie de parámetros a tener en cuenta a la hora de seleccionar un AVR

- **Arranque en frío:**

El AVR en el momento de arranque de la máquina, deberá excitarla a partir de las pequeñas tensiones generadas por el magnetismo remanente, con frecuencias inferiores a la nominal y además variable debido a la aceleración del motor impulsor.

- **Tensión de medición:**

El AVR debe poder censar tensiones flotantes y bifásicas.

- **Protección de baja frecuencia:**

Para evitar daños sobre excitación en los bobinados y diodos rotativos, en los momentos de arranque, parada o falla del motor impulsor, se debe mantener baja la tensión de salida mientras la frecuencia esté por debajo del valor nominal.

<sup>37</sup>Ramonrusso. "Reguladores automáticos de Tensión para Generadores Brushless". [En línea]. Disponible en: <http://www.ramonrusso.com.ar/documentos/NotaTecnicaAVR.pdf>; Recuperado: 15 de Marzo 2014.

- **Compensación de frecuencia V/F:**

En el caso de una sobrecarga transitoria que le haga perder velocidad al motor impulsor más allá de un límite seteado. Este deberá disminuir la tensión de salida proporcional a la pérdida de velocidad. Así de este modo se disminuye la potencia generada dando la posibilidad al motor impulsor de recuperarse más rápidamente.

Esto le permite al grupo electrógeno soportar impactos de carga mayores.

- **Límite de corriente:**

Permite parametrizar al AVR con distintas potencias de generadores protegiendo de esta manera bobinados semiconductores y limitando la potencia reactiva que este puede generar cuando trabaja en paralelo.

- **Parada por sobre-excitación:**

En caso de producirse una elevación de la tensión de excitación por un tiempo prolongado se debe des-excitar la máquina. Este tiempo es inversamente proporcional al valor de la sobre tensión y para resetear la falla se debe parar por completo al generador y arrancarlo nuevamente.

Esta función debe tener la posibilidad de desactivarse ya que no es posible usarla en máquinas que trabajan en paralelo ya que la des-excitación de una de ellas causaría el colapso del sistema.

- **Ajuste remoto:**

Permite al operador igualar las tensiones en el momento de sincronización para la entrada en paralelo con otras máquinas y efectuado este permite modificar la potencia reactiva que aporta este al sistema.

- **Transformador de cuadratura:**

Produce una caída de tensión proporcional a la potencia reactiva generada permitiendo de este modo un reparto de cargas estable durante la operación en paralelo.

- **Entradas de control especiales:**

Es cada vez más frecuente encontrar sistemas de generación automáticos que deben operar sin atendidos donde dos o más generadores funcionan a

demanda, efectuándose las maniobras de arranque, paralelo y distribución de cargas controladas por un PLC dedicado. Para estas situaciones el AVR debe contar con una entrada optoaislada que le permite al PLC modificar la tensión de salida por medio de una señal controlada por ancho de pulso (PWM).

## 2. NORMAS RECOMENDADAS PARA EL SISTEMA DE POTENCIA DE EQUIPOS DE WORKOVER

En este capítulo se plasman las normas por las cuales el área de inspección se basa para realizar su labor, ya que estas normas son estandarizadas a nivel internacional y el buen uso de ellas hace que exista un excelente procedimiento al trabajar sobre un equipo, de esta manera se puede garantizar al cliente confiabilidad para adquirir los servicios que se prestan, para evitar pérdidas cuando los equipos estén operando.

### 2.1. ESPECIFICACION ESTANDAR PARA ACEITES COMBUSTIBLES DIESEL (ASTM D975)

Designación: D 975 – 07

Esta norma ha sido publicada bajo la designación fija D 975, el número inmediatamente siguiente a la designación indica el año de adopción original o, en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última aprobación. Una sobrescrita épsilon indica un cambio editorial desde la última revisión o re-aprobación.

#### **Alcances:**

Esta especificación cubre los siete grados de aceites combustibles diésel adecuados para los distintos tipos de motores diésel. Estos grados se describen de la siguiente manera:

*Grado No. 1-D S15.* Un propósito especial, Combustible destilado medio ligero para su uso en aplicaciones de motores diésel que requieran un combustible con 15 ppm de azufre (máximo) y mayor volatilidad que los proporcionados por el combustible de grado N° 2-D S15.

*Grado No. 1-D S500.* Un propósito especial, Combustible destilado medio ligero para su uso en aplicaciones de motores diésel que requieran un combustible con 500 ppm de azufre (máximo) y mayor volatilidad que los proporcionados por el combustible de grado No. 2-D S500.

*Grado No. 1-D S5000.* Un propósito especial, Combustible destilado medio ligero para su uso en aplicaciones de motores diésel que requieran un combustible con 5000 ppm de azufre (máximo) y mayor volatilidad que los proporcionados por el combustible de grado No. 2-D S5000.

*Grado No. 2-D S15.* Un propósito general, combustibles destilados medios para su uso en aplicaciones de motores diésel que requieran un combustible con 15 ppm de azufre (máximo). Es especialmente conveniente para el uso en aplicaciones con condiciones de carga y velocidad.

*Grado No. 2-D S500.* Un propósito general, combustibles destilados medios para su uso en aplicaciones de motores diésel que requieran un combustible con 500 ppm de azufre (máximo). Es especialmente conveniente para el uso en aplicaciones con condiciones de carga y velocidad variable.

*Grado No. 2-D S5000.* Un propósito genera, combustibles destilados medios para su uso en aplicaciones de motores diésel que requieran un combustible con 5000 ppm de azufre (máximo), especialmente en condiciones de carga y velocidad variable.

*Grado No. 4-D.* Un combustible destilado pesado, o una mezcla de aceite residual, para uso en motores diésel de baja y media velocidad en aplicaciones que implican carga y velocidad constante predominante.

## **2.2. ESPECIFICACIÓN ESTÁNDAR PARA LAS MEZCLAS DE BIODIÉSEL DE COMBUSTIBLE (B100) PARA LOS COMBUSTIBLES DESTILADOS MEDIOS (ASTM D6751)**

Esta especificación cubre mezcla de combustible biodiesel de valores, B100, en los grados S15 y S500 para su uso como componente de mezcla con los combustibles destilados medios. Esta especificación establece las propiedades requeridas de los combustibles diésel en el momento y lugar de entrega. Los requisitos establecidos en este documento pueden ser aplicados en otros puntos en el sistema de producción y distribución cuando es proporcionado por acuerdo entre el comprador y el proveedor. El biodiesel especificado será ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de aceites vegetales y grasas animales. El producto deberá someterse a análisis químicos para punto de inflamación, metanol, agua y sedimento, viscosidad cinemática, ceniza sulfatada, estabilidad a la oxidación, el azufre, la corrosión en lámina de cobre, el número de cetano, punto de nube, índice de acidez, residuos de carbón, glicerina libre y total, fósforo, reducir la temperatura de presión de destilación, la temperatura equivalente atmosférica, combinada de calcio y magnesio, y de sodio combinado y magnesio.

**Alcance:**

Esta especificación cubre cuatro grados de biodiesel (B100) para su uso como componente de mezcla con los combustibles destilados medios. Estos grados se describen como sigue:

*Grado No. 1-B S15.* Para mezcla de biodiesel de propósito especial destinado para su uso en aplicaciones de combustible de destilado medio que puede ser sensible a la presencia de glicéridos parcialmente reaccionado, incluyendo aquellas aplicaciones que requieren buena operabilidad a baja temperatura, y que también requieren un combustible mezclar componente con 15 ppm de azufre (máximo).

*Grado No. 1-B S500.* Para mezcla de biodiesel de propósito especial destinado para su uso en aplicaciones de combustible de destilado medio que puede ser sensible a la presencia de glicéridos parcialmente reaccionado, incluyendo aquellas aplicaciones que requieren buena operabilidad a baja temperatura, y que también requieren un combustible mezclar componente con 500 ppm de azufre (máximo).

*Grado No. 2-B S15.* Para mezcla de biodiesel de propósito general para el uso en aplicaciones de combustible de destilado medio que requieren un componente de la mezcla de combustible con 15 ppm de azufre (máximo).

*Grado No. 2-B S500.* Para mezcla de biodiesel de propósito general para el uso en aplicaciones de combustible de destilado medio que requieren un componente de la mezcla de combustible con 500 ppm de azufre (máximo).

Esta especificación establece las propiedades requeridas de los combustibles diésel en el momento y lugar de entrega. Los requisitos de las especificaciones se pueden aplicar en otros puntos en el sistema de producción y distribución cuando el proporcionado por acuerdo entre el comprador y el proveedor.

**Tabla 3. Especificación para Biodiesel (B100)**

<b>Especificación para Biodiesel (B100) - ASTM 6751 - 11a</b>			
<b>Propiedad</b>	<b>Método ASTM</b>	<b>Límites</b>	<b>Unidades</b>
Calcio y magnesio combinado	EN 14538	5 máx.	ppm (µg/g)
<b>Punto de inflamación (vaso cerrado)</b>	<b>D 93</b>	<b>93 mín.</b>	<b>°C</b>
Control de alcohol (uno que se cumpla)			
1. Contenido de metanol	EN 14110	0.2 máx.	% masa
2. Punto de inflamación	D 93	130 mín.	°C
<b>Agua y sedimentos</b>	<b>D 2709</b>	<b>0.05 máx.</b>	<b>% volumen</b>
Viscosidad cinemática, 40°C	D 445	1.9 - 6.0	mm <sup>2</sup> /seg
Ceniza sulfatada	D 874	0.02 máx.	% masa
<b>Azufre</b>			
<b>Grado S 15</b>	<b>D 5453</b>	<b>0.0015 máx. (15)</b>	<b>% masa (ppm)</b>
<b>Grado S 500</b>	<b>D 5452</b>	<b>0.05 máx. (500)</b>	<b>% masa (ppm)</b>
Tira de cobre a la corrosión	D 130	No. 3 máx.	
Cetano	D 613	47 mín.	
<b>Punto de nube</b>	<b>D 2500</b>	<b>reportar</b>	<b>°C</b>
Residuo de carbono 100% de la muestra	D 4530	0.05 máx.	% masa
<b>Índice de acidez</b>	<b>D 664</b>	<b>0.5 máx.</b>	<b>mg KOH/g</b>
<b>Glicerina libre</b>	<b>D 6584</b>	<b>0.020 máx.</b>	<b>% masa</b>
<b>Glicerina total</b>	<b>D 6584</b>	<b>0.240 máx.</b>	<b>% masa</b>
Contenido de fósforo	D 4951	0.001 máx.	% masa
Destilación	D 1160	360 máx.	°C
Sodio y potasio combinado	EN 14538	5 máx.	ppm (µg/g)
<b>Estabilidad a la oxidación</b>	<b>EN 15751</b>	<b>3 mín.</b>	<b>horas</b>
<b>Filtración remojo frío</b>	<b>D 7501</b>	<b>360 máx.</b>	<b>segundos</b>
<b>Para uso en temp. debajo de -12°C</b>	<b>D7501</b>	<b>200 máx.</b>	<b>segundos</b>

**Fuente: ASTM D6751**

### **2.3. ESPECIFICACIÓN ESTÁNDAR PARA COMBUSTIBLE DIÉSEL, MEZCLAS DE BIODIESEL (B6 a B20) (ASTM D7467)**

#### **Alcance**

Esta especificación cubre los grados de mezcla de combustible de 6 a 20 por ciento en volumen (%) de biodiesel, siendo el resto una media luz o combustible diésel destilado medio, denominados colectivamente como B6 a B20 . Estos grados son adecuados para diversos tipos de motores diésel.

El componente de biodiesel de la mezcla deberá ajustarse a los requisitos de la norma ASTM D6751. El resto del combustible deberá ser una luz central o combustible diésel grado de destilados medios conforme a la Especificación D975 los grados No. 1-D y No. 2-D de cualquier nivel de azufre especificado con las siguientes excepciones. Combustible diésel destilado de medio grado cuyo nivel de azufre, nivel aromático, de cetano, o lubricidad queda fuera de especificación D975 se puede mezclar con la reunión de biodiesel Especificación D6751, siempre que las mezclas definitivas cumple esta especificación.

Los grados de azufre del combustible se describen de la siguiente manera:

- Grado B6 a B20 S15. Un combustible con un máximo de 15 ppm de azufre.
- Grado B6 a B20 S500. Un combustible con un máximo de 500 ppm de azufre.
- Grado B6 a B20 S5000. Un combustible con un máximo de 5.000 ppm de azufre.

Esta especificación establece las propiedades requeridas de B6 a B20 mezclas de biodiesel en el momento y lugar de entrega. Los requisitos de las especificaciones se pueden aplicar en otros puntos en el sistema de producción y distribución cuando son proporcionados por acuerdo entre el comprador y el proveedor.

Ninguna disposición de esta especificación será obstáculo para la supervisión de leyes federales, estatales o locales que pueden ser más restrictivos.

## **2.4. ESPECIFICACION ESTANDAR PARA REFRIGERANTE A BASE DE GLICOL COMPLETAMENTE FORMULADO PARA MOTORES DE SERVICIO PESADO (ASTM D6210)**

### **Alcance**

Esta especificación cubre los requisitos de refrigerantes a base de glicol completamente formuladas para sistemas de motores de gran potencia de refrigeración. Cuando se utilizan concentrados a una concentración de glicol de 40 a 60% en volumen en agua de calidad adecuada, o cuando se utilizan refrigerantes de motor a base de glicol prediluido (50% en volumen mínimo) sin dilución adicional, que funcionarán de manera efectiva tanto durante el invierno y verano para ofrecer una protección frente a la corrosión, la cavitación, la congelación y ebullición.

Esta especificación se destina a cubrir los requisitos para refrigerantes de motores preparados a partir de etileno virgen o reciclado o propilenglicol.

Comité D15 no ha estudiado sustancialmente el impacto del uso de glicoles reciclados a partir de fuentes tales como:

- Fondos de glicol
- Los residuos de fabricación de poliéster
- Aeronaves y de pista anticongelantes
- Desechos médicos

Para preparar refrigerantes de motores. Sin embargo, varios casos graves de muy malos resultados han sido reportados y fundamentada en las flotas de trabajo pesado cuando glicoles reciclados procedentes de fuentes tales como anteriormente se han utilizado para preparar refrigerantes de motores. Se están realizando esfuerzos para definir con mayor claridad los requisitos de pureza para los glicoles utilizados para preparar refrigerantes de motores que cumple con esta especificación, ya sea de refrigerantes de motores reciclados u otras fuentes.

Los refrigerantes que se rigen por esta especificación se clasifican de la siguiente manera:

**Tabla 4: Clasificación de refrigerantes (ASTM D6210)**

<b>Tipo de refrigerante</b>	<b>Descripción</b>
I-FF	Concentrado a base de glicol de etileno
II-FF	Concentrado a base de glicol de propileno
III-FF	Etilenglicol prediluido (50% vol.)
IV-FF	Propilenglicol prediluido (50% vol.)

**Fuente: ASTM D6210**

Refrigerantes que concentra cumplir esta especificación no requieren la adición de refrigerante suplementario Aditivo (SCA) hasta el primer intervalo de mantenimiento cuando se requiere dosis de mantenimiento de SCA para continuar la protección en determinados sistemas de refrigeración de motores de trabajo pesado, en particular las del cilindro de revestimiento húmedo-dentro de bloque de diseño. Las adiciones de SCA se definen mediante y son los principales responsables del fabricante del motor o el fabricante del vehículo. Si ellos no proporcionan instrucciones, siga las instrucciones del proveedor SCA.

Los valores indicados en unidades SI deben ser considerados como los estándares. Los valores entre paréntesis son para información solamente.

Esta norma no pretende dirigir todas las inquietudes sobre seguridad, si las hay, asociadas con su uso. Es la responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

## **2.5. ESPECIFICACIÓN PARA MOTORES ALTERNATIVOS DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA SERVICIO DEL CAMPO PETROLÍFERO (API 7B – 11C)**

### **Alcance:**

Esta especificación cubre los motores alternativos de combustión interna para el servicio de yacimientos petrolíferos, incluidos los métodos de prueba y calificación para la aplicación de los derechos específicos de campos petroleros.

Los métodos de prueba establecidos en el presente documento tienen por finalidad reconocer el comprador una base uniforme para la comparación de equipos similares con respecto a la capacidad, las necesidades de energía, y el rango de velocidad recomendada. Dado que los factores de mantenimiento y de

durabilidad no se han incluido en el procedimiento de prueba, se supone que las comparaciones entre los motores se harán deliberadamente. Las calificaciones de los motores básicos son para uso sólo en los casos en que se suministran los motores sin sistemas de refrigeración.

## **2.6. PRÁCTICA RECOMENDADA PARA LA INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA (API 7C – 11F)**

### **Alcance:**

El propósito de esta práctica recomendada para la instalación, mantenimiento y operación de los motores de combustión interna es triple, a saber:

a. Presentar la información de carácter general relativas a su instalación y hacer hincapié en las recomendaciones de instalación para tipos específicos de servicio, la observación de que a menudo se pasa por alto.

b. Presentar mantenimiento listas de retención en nómina de diarios, semanales y mensuales de mantenimiento de este tipo de motores.

c. Presentar recomendaciones de solución de problemas con los que las causas de la mayoría de los problemas de motor comunes se pueden determinar. Esta publicación no pretende ser un detallado manual de instrucciones y, en los casos en los que se requiere información adicional sobre un equipo en particular, el fabricante debe ser consultado.

Presentar recomendaciones para minimizar los incendios y/o explosiones potenciales.

La información que se presenta bajo la instalación y el mantenimiento se ha clasificado como:

a. Aplicable en general a todos los tipos de motores de combustión interna en todos los tipos de servicio.

b. Particularmente aplicable a los motores de perforación o de servicio de la planta semiportátiles.

Particularmente aplicable a los motores de bombeo en pozo de petróleo, la bomba de aceite, o un servicio similar donde los motores pueden o no estar bajo observación diaria. Tanto varios cilindros y motores individuales o de dos cilindros se consideran en la última categoría.

### **3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL DEL SISTEMA DE POTENCIA DE LOS EQUIPOS DE WORKOVER**

#### **3.1. PROCEDIMIENTOS PARA LA MECANICA EN GENERAL, EN VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA.**

##### **3.1.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar un mantenimiento preventivo y correctivo a los componentes mecánicos según las solicitudes o requerimientos operacionales bajo especificaciones técnicas para garantizar la operatividad de los equipos.

##### **3.1.2. ALCANCE INSTITUCIONAL**

Este procedimiento cubre los requisitos para todos los trabajos para mantenimientos mecánicos, correctivos o preventivos para los diferentes proyectos que se desarrollen en Varisur y Compañía LTDA.

##### **3.1.3. DEFINICIONES**

###### **3.1.3.1. CONFORMIDAD DE SERVICIO**

Documento que emite el usuario aceptando que está de acuerdo con el servicio de mantenimiento preventivo y/o correctivo realizado.

###### **3.1.3.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Actividad que se realiza como respuesta a una avería o falla cuando estas se presentan en algún equipo o instrumento.

###### **3.1.3.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Conjunto de actividades programadas que deben llevarse a cabo en base a un programa establecido basándose en las recomendaciones proporcionadas por el fabricante o proveedor externo, estas incluyen verificación de componentes, partes, accesorios e instalaciones complementarias.

###### **3.1.3.4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Calendario de actividades que registra un conjunto de labores de mantenimiento preventivo, a ser aplicadas en los equipos e instrumentos.

### **3.1.3.5. SOLICITUD DE MANTENIMIENTO**

Documento básico elaborado para el control y/o programación de las actividades, así como para su manejo técnico o administrativo.

### **3.1.4. BLOQUE Y CONTROL DE ENERGIAS PELIGROSAS**

Existen 7 pasos para el bloqueo y control de energías peligrosas:

- Reconocer el equipo.
- Notificar a otras persona no involucradas en la operación.
- Cortar la energía.
- Desconectar y bloquear todas las fuentes de energía.
- Controlar la energía eléctrica.
- Controlar la energía hidráulica.
- Controlar la energía neumática.

### **3.1.5. CONTROL DE LAS FUENTES DE ENERGÍA RESIDUALES**

Hay ocasiones en las que se debe controlar la energía secundaria o residual que queda acumulada en la maquina después de bloquear las fuentes de energía principales.

Siempre usar el equipo adecuado para bloquear, encadenar o fijar cualquier parte de la máquina que pudiera cerrarse caerse o a través de cualquier otro movimiento causar lesiones.

Existen 6 tipos de energía residual:

- Presión residual.
- Energía eléctrica residual.
- Gravedad.
- Energía mecánica acumulada.
- Energía térmica.
- Gas, agua, vapor y sustancias químicas.

### **3.1.6. TERMINAR LA LABOR DE UNA MANERA SEGURA**

- Cuando termine la reparación o el mantenimiento, asegúrese de que todas las herramientas, las barreras y cualquier otro equipo, sea retirado de la máquina y que las protecciones se han colocado de regreso en su lugar.

- Avise a todas las personas que tienen que ver con la máquina, que la va a poner en servicio nuevamente y asegúrese de que todos los empleados estén retirados a una distancia segura.
- Si coloco etiqueta de advertencia en los interruptores de control, déjelas puestas mientras saca los candados y vuelve a activar la máquina.
- Cuando este seguro que todo esté funcionando adecuadamente, retire las etiquetas y avísele a los otros empleados, que la maquina esta lista para su funcionamiento.

### **3.1.7. RESPONSABLES**

Mecánicos y ayudantes.

### **3.1.8. REGISTROS**

Permisos de trabajo, análisis de trabajo seguro y órdenes de trabajo.

## **3.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

### **3.2.1. MOTORES**

El trabajo arduo y constante que presentan los motores de los equipos de workover da para que se mantenga una vigilancia frecuente sobre ellos ya que están expuestos a fallas en cualquier momento, por esta razón, se utilizan los manuales de mantenimiento preventivo para ir corrigiendo poco a poco posibles fallas y evitar que los equipos queden obsoletos antes del tiempo de vida útil del mismo, además se puede lograr que esta vida útil sea prolongada con tal de minimizar costos.

A continuación se exponen diversos mantenimientos preventivos para los motores de los equipos de workover. Se escogieron los mejores manuales que dan a las condiciones arduas de trabajo.

#### **3.2.1.1. GENERALIDADES<sup>38</sup>**

A continuación se explicaran de manera detallada, los procedimientos más relevantes, de los trabajos de mantenimiento para los motores diésel en los equipos de workover, teniendo en cuenta que estos son los procedimientos recomendados por diferentes marcas.

Además debemos aclarar, que estos procedimientos son por lo general similares en todos los motores, sea cual sea la marca, debido a que el motor diésel utilizado en perforación y workover, posee características funcionales y estructurales muy parecidas, por lo cual fusionaremos diferentes conceptos consignados en distintos manuales.

La necesidad de hacer esta breve recopilación de procedimientos para los distintos trabajos de mantenimiento en los motores diésel en workover, es debido a que se logran aclarar diferentes dudas e incógnitas acerca de los manejos que se le dan a estos trabajos, debido a que este es uno de los objetivos principales de esta investigación.

---

<sup>38</sup>Ruddock, John. Deutz AG Service-Technik, "Manual de instrucciones motores 1012 y 1013". England. Pag.105

## PARA LOS MOTORES DIESEL DEUTZ, DETROIT DIESEL Y CUMMINS:

### Controlar el nivel de aceite del motor

- Nivelar horizontalmente el motor.
- Motor caliente: Apagar el motor, esperar 5 minutos y controlar el nivel de aceite.
- Motor frío: controlar el nivel de aceite.



**ILUSTRACION 67:** Inspección visual del nivel de aceite de un motor Detroit Diesel 8V-71. Fuente: Varisur y Compañía Ltda. 2014

Para esto se debe:

- Extraer la varilla de medición del nivel de aceite.
- Limpiarla con un trapo limpio y sin fibras.
- Introducirla hasta el tope y extraerla nuevamente.
- Controlar el nivel de aceite, agregar aceite, en caso necesario hasta la marca “**max**”.
- Igualmente se deberá agregar aceite, cuando el nivel de aceite este escasamente por encima de la marca “**min**” e igualmente cuando esté por debajo de esta.



**ILUSTRACION 68:** Inspección visual del nivel de aceite de un motor Detroit Diésel 8V-71. Fuente: Varisur y Compañía Ltda. 2014

### **Cambio de aceite del motor**

- Dejar el motor en marcha para que se caliente.
- Colocar el motor o vehículo en posición horizontal
- Temperatura del aceite lubricante aproximada de 80°C.
- Parar el motor
- Colocar un recipiente colector de aceite bajo el motor.
- Desatornillar el tapón roscado de vaciado de aceite.
- Vaciar el aceite.
- Colocar el tapón de vaciado de aceite con un nuevo anillo de junta y apretarlo.
- Agregar aceite lubricante.
- Controlar el nivel de aceite.
- Se debe tener cuidado al vaciar el aceite, ya que este puede estar caliente y se puede estar expuesto a peligros tales como quemaduras.

### **Cambio del filtro del aceite**

- Si está instalado un seguro contra giro: Aflojar los tornillos de sujeción y quitar hacia abajo las abrazaderas de sujeción.
- Aflojar el cartucho de filtro de aceite lubricante mediante una herramienta corriente en el comercio y desenroscarlo.
- Recoger el aceite que pudiera salir.
- Limpiar la superficie obturante del portafiltro de posible ensuciamiento.

- Untar con un poco de aceite la junta de goma del cartucho filtrante nuevo.
- Enroscar el cartucho filtrante con la mano, hasta que la junta se haya asentado bien.
- Apretar el cartucho del filtro de aceite lubricante, dándole otra media vuelta.
- Si existe un seguro contra giro: Poner las abrazaderas de sujeción en su lugar y apretarlas con los tornillos de sujeción.
- Verificar el nivel de aceite.
- Verificar la presión de aceite
- Verificar la hermeticidad de la junta del cartucho de filtro de aceite.

### **Limpiar / Cambiar el filtro de aceite (copa)**

- Apagar el motor
- Soltar la tapa del filtro del aceite lubricante y desatornillarla girándola en sentido contrario a las agujas del reloj.
- Retirar de la guía el cartucho de papel tirando cuidadosamente hacia arriba.
- Recolectar el aceite que pudiese salir.
- Cambiar el cartucho de papel.
- Limpiar la superficie de **estanqueidad** del soporte del filtro y la tapa del filtro de aceite, así como la guía.
- Cambiar las juntas de caucho y aceitarlas ligeramente.
- Colocar nuevamente con mucho cuidado un nuevo cartucho de papel en la guía.
- Atornillar la tapa del filtro girándola en sentido a las agujas del reloj.
- Arrancar el motor.
- Verificar el nivel del aceite.
- Comprobar la presión del aceite.
- Comprobar la estanqueidad del montaje del filtro de aceite lubricante.

### **Cambio del filtro de combustible**

- Cerrar el grifo de combustible.
- Aflojar el cartucho del filtro de combustible con una herramienta corriente en el comercio y desenroscarlo.
- Recoger el combustible que pudiera salir.

- Limpiar la superficie obturante del portafiltro de posible ensuciamiento.
- Untar con un poco de aceite o con combustible diésel la junta de como del cartucho filtrante nuevo.
- Enroscar el cartucho de filtro con la mano, hasta que la junta se haya asentado de manera satisfactoria.
- Apretar el cartucho de filtro de combustible dándole otra media vuelta.
- Abrir el grifo de combustible.
- Verificar la hermeticidad.

### **Cambio del filtro de combustible (ensamble)**

- Cerrar el grifo de cierre para el combustible.
- Aflojar y desatornillar el cartucho del filtro de combustible con herramientas convencionales.
- Recoger el combustible que haya podido derramarse.
- Limpiar la superficie obturadora del portafiltro si fuera necesario.
- Engrasar ligeramente la junta de goma del nuevo cartucho del filtro de combustible, o humedecerla con combustible diésel.
- Enroscar el cartucho con la mano hasta que quede ajustado a la junta.
- Apretar el cartucho del filtro de combustible una media vuelta más.
- Abrir el grifo de cierre de combustible.
- Se deberá purgar el sistema de combustible, donde se deberá aflojar el tornillo de purga de aire hasta que salga combustible sin burbujas.
- Apretar el tornillo de purga de aire.
- Comprobar la estanqueidad.



**ILUSTRACION 69:** *Filtros de aceite de un motor Detroit Diésel 8V-71. Fuente: Varisur y Compañía Ltda. 2014*

## **Filtro primario para combustible, limpiar o sustituir el cartucho filtrante**

### ***En caso de limpiar:***

- Cerrar el grifo de cierre para el combustible.
- Colocar el receptor de combustible debajo del filtro primario.
- Aflojar el tornillo de purga y dejar salir el combustible.
- Desatornillar el tornillo tensor; retirar la cuba con el cartucho.
- Limpiar la superficie obturadora del portafiltros y de la cuba si fuera necesario.
- Colocar reten nuevo y volver a poner en su sitio el cartucho (también nuevo si fuera necesario).
- Deslizar el cartucho sobre la guía de la cuba hasta situarlo aprox. 3 cm encima del borde de la misma.
- Apretarla cuba con el cartucho y el retén contra el portafiltros y atornillar el tornillo tensor (par de apriete 25 Nm).
- La junta superior situada en el cartucho debe poder deslizarse sobre el manguito guía del portafiltros.
- Volver a apretar el tornillo de purga.
- Abrir el grifo de cierre del combustible.
- Comprobar la estanqueidad después de la puesta en marcha del motor.

### ***En caso de cambiar:***

- En caso de que el cartucho defectuoso, cambiarlo por uno nuevo.

## **Cambiar la tubería para fugas de gasóleo (ACPM)**

- Cerrar la llave de paso del combustible.
- Retirar las mangueras de caucho de las válvulas de inyección.
- Retirar la manguera de caucho del depósito de combustible.
- Retirar las mangueras de caucho y de sus piezas de empalme y desecharlas teniendo en cuenta las disposiciones ambientales.
- Unir las nuevas mangueras y con las piezas de empalme.
- Conectar las mangueras a las válvulas de inyección.
- Conectar la manguera con el depósito de combustible.
- Abrir la llave de paso de combustible.
- Abrir la llave de paso del combustible.
- Verificar la estanqueidad después de la puesta en marcha.

## Intervalos de limpieza del radiador

- El ensuciamiento del sistema de refrigeración depende del tipo de servicio del motor.
- El peligro de ensuciamiento se aumenta por los residuos de aceite y combustible en el motor. Por tal motivo, se debe prestar especial atención a la estanqueidad del motor, al trabajar en ambientes de alta saturación de polvo.
- Se registra ensuciamiento intenso por ejemplo:
- Cuando se trabaja en obras de construcción, debido al gran contenido de polvo en el aire.
- Al trabajar en cosechas, por la alta concentración de paja en la zona de trabajo de la máquina.
- En atención a las condiciones diferentes de servicio, los intervalos entre trabajos de limpieza se deben fijar individualmente en cada caso, pudiéndose considerar los indicados en la tabla siguiente como datos orientativos:

**Tabla 5: Intervalos de inspección y de limpieza del sistema de refrigeración**

Intervalos de inspección y de limpieza del sistema de refrigeración	
Valores orientados, horas de servicio	Aplicación del motor
2000	<i>Barcos, grupos electrógenos en locales cerrados, bombas</i>
1000	<i>Vehículos en carreteras afirmadas</i>
500	<i>Tractores, carretillas elevadoras, grupos electrógenos móviles</i>
250	<i>Vehículos en obras de construcción y carreteras no afirmadas, máquinas de construcción</i>
125	<i>Maquinaria agrícola, tractores en servicio en cosechas</i>

**Fuente: Ruddock, John. Deutz AG Service-Technik, “Manual de instrucciones motores 1012 y 1013”. England. Pag. 113**

## Limpieza del sistema de refrigeración

- *Limpieza con aire comprimido:*  
Soplar el intercambiador de calor con aire comprimido, cuidando especialmente de no dañar las aletas de la refrigeración del mismo.
- Quitar las partículas de suciedad sueltas, con un chorro de agua.
- *Limpieza con detergente en frío:*

Rociar el intercambiador de calor con detergente para limpieza en frío de venta corriente en el comercio, dejándolo actuar por unos 10 minutos aproximadamente.

- Limpiar con un fuerte chorro de agua, primero la posición y después la posición (no dirija el chorro de agua directamente contra partes sensibles del motor, por ejemplo alternador, cableado, componentes electrónicos, accionamiento del ventilador, etc.)
- *Limpieza con agua caliente o con vapor:*  
Eliminar los restos de grasa o de aceite, ajustando la intensidad necesaria del chorro.
- Volver a montarla tapa de mantenimiento.
- Hacer funcionar el motor hasta que se caliente, para la evaporación del agua restante.

### **Vaciado del sistema de refrigeración**

- Colocar un recipiente para recoger el líquido, en dirección al chorro de salida a partir de la apertura del tapón.
- Desenroscar la tapa de cierre y quitarla.
- Desenroscar totalmente el tapón.
- Dejar salir el líquido refrigerante.
- Evacuar el resto del líquido refrigerante del radiador (canal de refrigerante).
- Apretar el tapón hasta la primera muesca y el tapón roscado del radiador del aceite.

### **Intervalos de limpieza del filtro de admisión de aire**

- El grado de suciedad del filtro de aire de admisión depende de la concentración del polvo en el aire y del tamaño elegido del filtro. Si es previsible una elevada concentración del polvo, se le puede anteponer al filtro un depurador previo tipo ciclón.
- Por lo tanto los intervalos de limpieza no se pueden generalizar, sino que es preciso definirlos para cada caso individual.

### **Limpieza del filtro de aire en baño de aceite**

- Parar el motor y esperar unos 10 minutos hasta que haya salido el aceite de la caja de filtro.
- Aflojar los cierres de enganche rápido y retirar la cazoleta de aceite con el elemento filtrante; de ser necesario, aflojar el elemento filtrante en la junta de separación con un destornillador, cuidando de no dañar la junta de goma.
- Vaciar el aceite sucio y el barro y limpiar la cazoleta.
- Lavar el elemento filtrante en combustible diésel y dejar escurrir bien éste.
- Limpiar la caja de filtro si está muy sucia.
- Revisar visualmente las juntas de goma, sustituyéndolas si es necesario.
- Llenar la cazoleta con aceite de motor hasta la marca de nivel.
- Colocar la cazoleta de aceite con el elemento filtrante en la caja de filtro y enganchar los cierres.

### **Verificación de correas trapezoidales**

- Inspeccionar visualmente la correa trapezoidal en toda su longitud para detectar eventuales daños.
- Si esta defectuosa, sustituirla por otra nueva.
- Controlar la tensión de la correa nueva después de 15 minutos de trabajo.
- Para la verificación de la tensión, se usara el aparato medidor de tensión de correas y se deberá:
  - Bajar el brazo indicador al interior del aparato.
  - Colocar la guía sobre la correa en un punto medio de la distancia entra las dos poleas, cuidando de que el tope quede aplicado lateralmente.
  - Accionar el pulsador uniforme y perpendicularmente a la correa hasta que el resorte desencaje de forma audible o perceptible.
  - Elevar el aparato medidor cuidadosamente, pero sin alterar la posición del brazo indicador.
  - Leer el calor medido en el punto de intersección de la escala y del brazo indicador.
- Si es necesario, corregir la tensión y repetir la medición.

### **Verificación y, en su caso, ajuste del juego de válvulas**

- Aflojar la válvula de ventilación y girarla hacia el lado.
- Desmontar la tapa de culatas.
- Posición del cigüeñal según el esquema de ajuste indicado por el fabricante.
- Antes de proceder al ajuste del juego de válvulas, déjese enfriar el motor por lo menos 30 minutos; la temperatura del aceite debe ser inferior a los 80°C.
- Controlar el juego de válvula introduciendo una galga entre el dedo del balancín y la válvula (la galga debe poderse introducir con poca resistencia).
- Si es necesario, ajustar el juego de válvula de la siguiente manera:  
Aflojar la contratuerca.  
Sirviéndose de un destornillador, regular el tornillo de ajuste, de tal manera que se obtenga un juego correcto de la válvula con la contratuerca apretada.  
Realizar las operaciones de verificación y, en su caso, de ajuste en cada cilindro.  
Volver a montar la tapa de culatas (con una junta nueva, si es necesario).  
Girar la válvula de ventilación a su posición y fijarla.

### **Verificación de la batería y conexiones de cables**

- Mantener la batería limpia y seca.
- Aflojar los bornes de conexión sucios.
- Limpiar los polos más (+) y menos (-) de la batería y los bornes y engrasarlos con una grasa exenta de ácido y resistente a ácidos.
- Al montar, cuidar de que las conexiones por bornes hagan un buen contacto. Apretar los tornillos de los bornes fuertemente con la mano.

### **Verificación de nivel de electrolito**

- Retirar las tapas.
- Si hay embudos de control, el nivel del líquido debe quedar 10- 15 mm por encima del borde superior de las placas.
- Agregar agua destilada si es necesario.
- Enroscar nuevamente las tapas.

## Verificación de la densidad del electrolito

- Medir la densidad del electrolito de cada una de las celdas con un densímetro de venta corriente en el comercio.

De los valores medidos (véase la tabla siguiente) se desprende el estado de carga de la batería. Al realizar la medición, la temperatura del electrolito debe ser, en lo posible, de 20°C.

- Los gases que desprende la batería son explosivos, por lo que hay que evitar chispas y llamas de fuego en su cercanía. Cuidese de que el electrolito no entre en contacto con la piel o con la vestimenta.
- Se debe trabajar con gafas protectoras.
- No depositar herramientas sobre la batería.

**Tabla 6: Densidad de electrolito**

DENSIDAD DEL ELECTROLITO				
en [kg/l]		en °Bé [Baumé]*		Estado de carga
<i>Normal</i>	<i>Tropics</i>	<i>Normal</i>	<i>Tropics</i>	
1,28	1,23	32	27	Buena carga
1,2	1,12	24	16	Media carga, cargar
1,12	1,08	16	11	Sin carga, cargar inmediatamente

\*La indicación de densidad del electrolito en °Be (grados Baumé) es anticuada y casi no se utiliza

**Fuente: Ruddock, John. Deutz AG Service-Technik, “Manual de instrucciones motores 1012 y 1013”. England. Pag. 119**

## • CONSERVACIÓN DEL MOTOR

Si el motor debe permanecer fuera de servicio durante un tiempo prolongado, será necesario tomar precauciones para preservarlo contra oxidación.

Las medidas que se describirán a continuación, son válidas para un tiempo máximo de aproximadamente 6 meses de inactividad. Antes de poner el motor otra vez en servicio, se deben eliminar los agentes de preservación utilizados.

Para este proceso debemos utilizar:

- Aceites anticorrosivos según especificación:
  - ✓ MIL - L - 21260B
  - ✓ TL 9150 – 037/2

✓ Código OTAN C 640/642

- Detergente recomendado para limpieza de los agentes de preservación:
  - ✓ Gasolina de petróleo (clase de peligro A3)

### **Conservación:**

- Limpiar el motor (si es necesario con detergente de limpieza en frío).
- Hacer funcionar el motor hasta que se caliente y detenerlo.
- Vaciar el aceite del motor y echar aceite anticorrosivo.
- Vaciar el líquido refrigerante.
- Echar anticorrosivo.
- Si es necesario, limpiar el filtro de aire en baño de aceite y echar aceite anticorrosivo.
- Vaciar el combustible del depósito.
- Preparar una mezcla del 90% de combustible diésel y del 10% de aceite anticorrosivo y echarla en el depósito.
- Hacer funcionar el motor unos 10 minutos.
- Parar el motor.
- Girar el motor completamente varias veces a mano.
- Al hacerlo girar con el arrancador, colocar la palanca de parada en la posición de parada.
- Desmontar las correas trapezoidales y almacenarlas debidamente empaquetadas.
- Rociar las gargantas de las poleas acanaladas con agente anticorrosivo.
- Obturar las bocas de aspiración y de escape.
- Aplicar un poco de agente de preservación en la boca de llenado de refrigerante y taparla de nuevo.
- Vaciar el agente anticorrosivo.

### **Eliminación de la conservación del motor:**

- Limpiar el agente anticorrosivo de las gargantas de las poleas acanaladas.
- Montar las correas trapezoidales y corregir su tensión, si es necesario, después de un breve tiempo de marcha.
- Eliminar los tapones de las bocas de aspiración y de escape.
- Llenar de refrigerante.
- Poner el motor en servicio.

### 3.2.1.2. DETROIT DIESEL

Tabla 7: Mantenimiento preventivo de los motores Detroit Diésel de equipos de workover

Tiempo de trabajo ( meses / X1000 Km)	Intervalos de tiempo para la revisión general de los motores Detroit Diesel									
	6 m / 24	12 m / 48	18 m / 72	24 m / 96	30 m / 120	36 m / 144	42 m / 168	48 m / 192	54 m / 216	60 m / 240
Tareas de mantenimiento										
Lubricación del motor	<i>Realizar el cambio de aceite cada 24.000 Kilometros recorridos o cada 6 meses</i>									
Sistema de refrigeración (radiador)				0				0		
Turbocompresor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Correas de transmisión	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0
Compresor de aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filtro del aceite lubricante	<i>Reemplazar conjunto al cambio de aceite</i>									
Filtro del combustible	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bomba de agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motor de arranque	<i>Seguir las recomendaciones del fabricante</i>									
Sistema de aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema de escape	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radiador		0		0		0		0		0
Presión de aceite				0				0		
Carga de la batería	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soportes del motor y la transmisión				0				0		
Presión del cárter				0				0		
Ventilador y aspas								0		
Termostato								0		
Ventilación del cárter								0		
Amortiguador de vibraciones	<i>Revisar conjunto a la revisión general del motor o antes si presenta abolladuras o fugas</i>									

Fuente: Detroit Diésel Corporation. “Manual de Operación de Motores Detroit Diésel series 60 DD4”. 2007.

**Convenciones:**

O = Inspeccionar, revisar, corregir o reemplazar si es necesario

X = Reemplazar de manera inmediata

### 3.2.1.3. DEUTZ

**Tabla 8: Mantenimiento preventivo de los motores Deutz utilizados en equipos de workover**

Nivel de mantenimiento=E Revisar=● ajustar=○ limpiar=△ sustituir=□										Motores industriales	
Antes o durante el primer recorrido de pruebas, durante el periodo de rodaje revisar dos veces al día, o bien cuando se instalen motores nuevos o revisados										Los intervalos de mantenimiento del motor que se especifica son los intervalos máx. permitidos y recomendados. Dependiendo del tipo de aplicación, puede que resulte necesario proceder a intervalos inferiores. Siga el manual de instrucciones del fabricante del equipo. # las labores de mantenimiento deberán encomendarse siempre a personal técnico autorizado.	
cada 10 horas de servicio o todos los días											
en horas de servicio (HS) cada											
E10	E20	E30 500	E40 1000	E50 1500	E60 2000	E70* 10000 13000		Años 1 2		Actividad	
●	●										En caso necesario, llenar el depósito de aceite lubricante
		□									Lubricante (intervalos de cambio de aceite según aplicación del motor) véase TR0199-99-3002
		□									Cartucho del filtro del aceite (cada vez que cambie el aceite lubricante)
			□								Cartucho de filtro de combustible
			●						□		Conductos flexibles del aceite de escape del carburante (cambio completo)
●			△						□		Filtro primario para combustible * (en caso necesario, sustituir el cartucho filtrante)
●		●								□	Refrigerante (concentración de aditivos)
●	●										Nivel del líquido refrigerante
●	●		□								Filtro del aire en seco/de succión (si hubiera, mantenimiento según indicador correspondiente)
●			△						△		Refrigerador del aire de sobrealimentación (drenar el lubricante y el condensado)
			●								Batería y conexiones por cable
			●								Bujías de incandescencia tipo espiga
●			●								Monitorización del motor, alarma
				○							Juego de válvulas (ajustar en caso necesario)
●		●								□	Correas trapezoidales (ajustarlas o cambiarlas en caso necesario)

\* Cuando se active (lámpara/bocina) el dispositivo de alarma será necesario vaciar en seguida el filtro primario para combustible

Fuente: Ruddock, John. Deutz AG Service-Technik, “Manual de instrucciones motores 1012 y 1013”. England. Tabla 5.1 Plan de mantenimiento.

**Tabla 9: Mantenimiento preventivo de los motores Deutz utilizados en equipos de workover (segunda parte)**

Nivel de mantenimiento=E    Revisar=●    ajustar=○    limpiar=△    sustituir=□										<b>Motores industriales</b>			
Antes o durante el primer recorrido de pruebas, durante el periodo de rodaje revisar dos veces al día, o bien cuando se instalen motores nuevos o revisados cada 10 horas de servicio o todos los días										Los intervalos de mantenimiento del motor que se especifica son los intervalos máx. permitidos y recomendados. Dependiendo del tipo de aplicación, puede que resulte necesario proceder a intervalos inferiores. Siga el manual de instrucciones del fabricante del equipo. # las labores de mantenimiento deberán encomendarse siempre a personal técnico autorizado.			
en horas de servicio (HS) cada												*E70 1012 motor10000Bh *E70 1013 motor13000Bh	
E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70*		Años				Actividad	
		500	1000	1500	2000	10000	13000	1	2				
●	●									Comprobar que no se detectan fugas en el motor (inspeccion visual)			
●			●							Fijacion de la suspensión del motor (cambiarla si estuviera dañada)			
			●							Fijacion de la suspensión del radiador Elemento de goma y de fijación			
●			●							Fijaciones, uniones de manguera/abrazaderas			
							□			Revisión general			

Fuente: Ruddock, John. Deutz AG Service-Technik, “Manual de instrucciones motores 1012 y 1013”. England. Tabla 5.1 Plan de mantenimiento.

**Tabla 10: Mantenimiento preventivo de los motores Deutz utilizados en equipos de workover (Ampliaciones o modificaciones de motores con certificación EPA).**

Nivel de mantenimiento=E    Revisar=●    ajustar=○    limpiar=⏶    sustituir=□										<b>Ampliaciones o modificaciones de motores con certificación EPA</b>	
Antes o durante el primer recorrido de pruebas, durante el periodo de rodaje revisar dos veces al día, o bien cuando se instalen motores nuevos o revisados										Los intervalos de mantenimiento del motor que se especifica son los intervalos máx. permitidos y recomendados. Dependiendo del tipo de aplicación, puede que resulte necesario proceder a intervalos inferiores. Siga el manual de instrucciones del fabricante del equipo. # las labores de mantenimiento deberán encomendarse siempre a personal técnico autorizado.	
cada 10 horas de servicio o todos los días											
en horas de servicio (HS) cada											
E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70*		Años			
		500	1000	1500	3000	4000	10000	1	2	Actividad	
					□					Válvula de inyección	

Fuente: Ruddock, John. Deutz AG Service-Technik, “Manual de instrucciones motores 1012 y 1013”. England. Tabla 5.2.1 Plan de mantenimiento regular.

### 3.2.1.4. CUMMINS

Tabla 11: Mantenimiento preventivo de los motores Cummins utilizados en equipos de workover

TEMA	Horas	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500
	(Millas/Km)*1000	4.5/7.2	9.0/14.4	13.5/21.6	18/28.8	22.5/36	27/43.2	31.5/50.4	36/57.6	40.5/64.8	45/72
Aceite lubricante	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Tanque de combustible		①		①		①		①		①	
Sistema de enfriamiento						①					①
Impulsor del tacometro	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
Compresor de aire	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
Filtro de aceite lubricante	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Filtro de combustible	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Filtro de refrigerante/nivel de inhibidor	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
Motor de arranque	Seguir recomendaciones del fabricante										
Sistema de aire	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
Sistema de escape	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
Motor (limpio a vapor)		①		①		①		①		①	
Radiador		①		①		①		①		①	
Presion de aceite				①					①		
Alternador		①		①			①		①		①
Montajes de motor y transmisión				①					①		
Presión del carter				①					①		
Masa del ventilador								①			
Termostatos y sellos				①					①		
Respiradero del cárter				①					①		

Fuente: Operation and Maintenance Manual B Series Engines

#### Convenciones:

①= Revisión, servicio, corrección o reemplazo según se requiera

R= Reemplazo inmediato

### 3.2.1.5. INDUSTRIALES

**Tabla 12. Mantenimiento preventivo general de los motores industriales en los equipos de workover**

Tiempo de trabajo (horas)	Revisión de los motores diesel industriales utilizados en los equipos de workover							
	Semanal	250 horas	1500 horas	3000 horas	6000 horas	12000 horas	24000 horas	18 meses
<b>Tareas de mantenimiento</b>								
Revisar indicador de vacío para posible cambio del filtro de aire	X							
Revisión de presión de aceite en la bomba e inspección visual de posibles fugas	X							
Revisión visual del filtro de combustible	X							
Drenar tanque del sistema de inyección de combustible	X							
Revisión del estado y condiciones de la batería	X							
Cambiar filtros de combustible (primario y secundario)		X						
Cambio de aceite y filtro		X						
Monitoreo y análisis de aceite		X						
Limpieza y calibración de inyectores			X					
Calibración de las válvulas de admisión y escape			X					
Inspección de mangueras y ductos del sistema de combustible			X					
Limpieza externa del radiador			X					
Revisión del turbo			X					
Inspección detallada del sistema de enfriamiento			X					
Limpieza y cambio de ACPM del tanque de alimentación de combustible				X				
Monitoreo de compresión					X			
Verificación de protección de alta temperatura, bajos niveles de agua y aceite					X			
Inspección y cambio de rodamientos del alternador y motor de arranque						X		
Reemplazar bomba de agua						X		
Reemplazo culata con kit de válvulas							X	
Lavado químico del silenciador							X	
Mantenimiento de la bomba del sistema de inyección de combustible							X	
Reemplazar bomba de lubricación							X	
Cambio del termostato							X	
Limpieza interna del radiador							X	
Cambio de turbo							X	
Cambio kit de reparación (sello, impeller, rodamientos) de la bomba de agua							X	
Reemplazar baterías								X

Fuente: Ecopetrol S.A.

### **3.2.2. TRANSMISION**

#### **3.2.2.1. TRANSMISION DETROIT DIESELL ALLISON<sup>39</sup>**

##### **MANTENIMIENTO Y CUIDADO**

La transmisión debe ser mantenida limpia para facilitar su inspección. Además hay que verificar que no haya pernos flojos, líneas de aceite flojas, o con fugas, pérdida de aceite y examínese el estado del varillaje y de los cables de control.

Adicionalmente verificar el nivel del aceite de la transmisión a los intervalos especificados en el manual del operador del vehículo.

##### **VERIFICACIÓN DEL NIVEL DE ACEITE**

- **LA IMPORTANCIA DE UN NIVEL DE ACEITE CORRECTO**

Es sumamente importante mantener en nivel de aceite correcto, debido a que este es usado para aplicar los embragues y para lubricar y enfriar los componentes de la transmisión. De estar demasiado bajo el nivel de aceite, esto pudiera resultar en características pobre de funcionamiento.

- **ESPUMOSO Y AIREADO**

El funcionamiento de la transmisión es afectado cuando el aceite esta espumoso o aireado. Las causas principales son:

- Bajo nivel de aceite en el resumidero
- Alto nivel en el resumidero
- Anillo de sellado defectuoso
- Falta del anillo de sellado en el tubo de admisión

Además un nivel bajo de aceite, hace que el filtro de aceite no esté completamente envuelto en aceite. Por lo tanto, la bomba de admisión inyecta aceite y aire los cuales son dirigidos hacia los embragues y el convertidor, causando ruidos de cavitación en el convertidor y cambios irregulares. La aireación también cambia la viscosidad y el calor del aceite, dándole un aspecto de líquido lechoso.

---

<sup>39</sup>ATSG. "Manual de Servicio Transmisiones Detroit Diésel Allison series CLT, CLBT 700".

Estando el aceite a un nivel normal, el aceite está ligeramente por debajo de las unidades el engranaje planetario. Si se agrega aceite adicional, haciendo que el nivel del aceite este por encima de la marca "FULL" de lleno, las unidades planetarias estarán sumergidas en el aceite, lo que hace que este se haga espumoso y aireado. Cuando el aceite este aireado pueden ocurrir cambios irregulares y recalentamiento.

- **VERIFICACIÓN DEL ACEITE CALIENTE**

Después de que la temperatura alcance 160 a 200 °F, quite la varilla del tubo de llenado de aceite y verifique el nivel del aceite. Si el nivel del aceite esta entre las marcas "ADD" y "FULL", el nivel del aceite es satisfactoria para la operación del vehículo. Si el nivel de aceite esta sobre o debajo de la marca "ADD", añada aceite para llevar el nivel hasta la marca "FULL".

- **VERIFICACIÓN DEL ACEITE FRÍO**

Con la temperatura del aceite en 60 a 120 °F, remueva la varilla del tubo de llenado de aceite y verifique el nivel de aceite. Si el nivel de aceite está en la banda de funcionamiento en frío, el nivel de aceite es satisfactorio para la operación del vehículo. Si el nivel de aceite esta sobre o debajo del fondo de la banda de funcionamiento en frío, añada aceite para llevar el nivel a la mitad de la banda de funcionamiento en frío.

### **MANTENER LIMPIO EL ACEITE**

El aceite debe ser manipulado en recipientes, llenadores, etc., limpios, para impedir que el material extraño entre a la transmisión.

Limpie alrededor del tubo de llenado del aceite antes de quitar la varilla, y coloque la varilla en un lugar limpio mientras llena la transmisión.

## **ESPECIFICACION DEL ACEITE**

El único tipo de fluido recomendado para uso en la transmisión es el fluido para transmisión hidráulica tipo C2. Cuando la temperatura ambiente este por debajo de -10°F será necesario un precalentado auxiliar. Eleve la temperatura del resumidero por encima de -10°F antes de hacer funcionar la transmisión.

## **INTERVALOS DE CAMBIOS DE ACEITE Y DEL FILTRO**

El aceite y el filtro deben ser cambiados cada mil (1000) horas, o antes, dependiendo del tipo de servicio y del medio ambiente.

## **PROCEDIMIENTOS DE CAMBIOS DE ACEITE Y DEL FILTRO**

- La transmisión deberá estar a la temperatura del funcionamiento 160 – 200°F cuando se drene el aceite.
- Drene el aceite. Verifique el estado del aceite. Quite y limpie el depósito de aceite de la transmisión y la malla del resumidero. Reemplace la malla si estuviese dañada. Instale la malla y el depósito de aceite. Apriete el tapón de drenaje del aceite.
- Vierta en la transmisión aproximadamente 24/4 de fluido para transmisión. Verifique el aceite usando los procedimientos adecuados.

## **FILTRO DE ACEITE EXTERNO**

El filtro de aceite externo debe ser cambiado al cambiar el aceite o más a menudo bajo condiciones severas de operación.

## **CONTAMINACION DEL ACEITE**

Junto a cada cambio de aceite, examine el aceite que es drenado para ver si hay suciedad o agua. Una cantidad normal de condensación causara la emulsión en el aceite durante el funcionamiento de la transmisión. Sin embargo, si hay evidencias de agua, verifique el enfriador para ver si hay fugas entre las áreas de agua y aceite. El aceite en el lado del agua del enfriador es otra señal de fuga. Esto sin

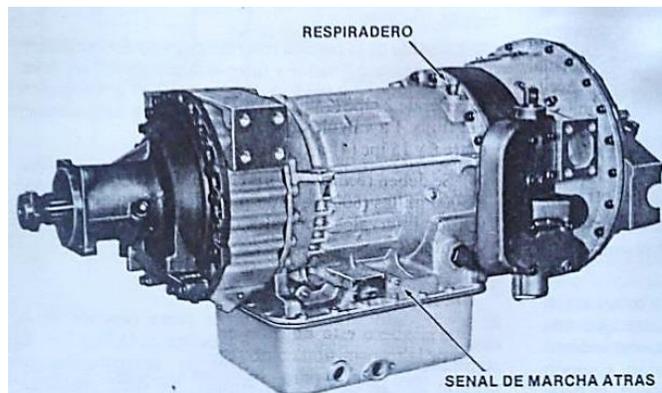
embargo puede indicar fugas del sistema del aceite del motor. Se debe remover cualquier acumulación de sedimentos o suciedad blanda en el resumidero.

Además se deben controlar y tener en cuenta otros factores tales como:

- Partículas de metal
- Fugas del refrigerante
- Instalación de un filtro auxiliar entre el enfriador de aceite y la transmisión, para impedir o evitar una nueva falla causada por el posible movimiento del despojo residual.

## RESPIRADERO

El respiradero está ubicado en la parte superior de la caja de la transmisión. El respiradero sirve para impedir la acumulación de presión dentro de la transmisión. Se debe mantener limpio y el pasaje abierto del respiradero. La cantidad de polvo y suciedad determinara la secuencia con la que se debe limpiar el respiradero. Siempre use una llave del tamaño debido para quitar o reemplazar el respiradero. Tenazas o una llave de tubos aplastara o dañara el vástago y produjera virutas de metal que pueden entrar en la transmisión.



**ILUSTRACION 70:** Transmisión Detroit Diésel Allison CLBT 700. Fuente: Manual de servicio Series CLT, CLBT 700 Detroit Diésel Allison

## LINEAS EXTERNAS Y ENFRIADOR DE ACEITE

- Líneas externas: Inspeccione para ver si hay conexiones flojas, fugas, mangueras o tubos desgastados o dañados y sujetadores flojos. Examine el refrigerante del radiador, para ver si tiene aceite de la transmisión. Esto indicara fallas del permutador térmico.

- Enfriador de aceite: El funcionamiento de la transmisión a temperaturas anormalmente altas puede causar que se tape el enfriador de aceite y también la falla de la transmisión. Se sugiere que el sistema enfriador del aceite sea limpiado completamente después de cada reconstrucción mayor o menor. El no hacer esto puede causar un rendimiento pobre, el recalentamiento y daños de la transmisión. Vea el manual de servicio del vehículo acerca de las recomendaciones para la limpieza o el enjuague del enfriador del aceite.

## **PRUEBA DE PARO DE LA TRANSMISION**

- Propósito: Se debe ejecutar una prueba de paro cuando la planta motriz (motor y transmisión) no funcione satisfactoriamente. El propósito de esta prueba es el de determinar si la transmisión es el componente que está fallando.
- Procedimiento:
  1. La prueba de paro se hace trabando la salida de la transmisión, poniendo la transmisión en la velocidad más alta hacia adelante y acelerando el motor a aceleración total y notando los RPM máximos que el motor desarrolla. La velocidad así obtenida es entonces comparada con la velocidad especificada por el fabricante del vehículo como normal para esas condiciones. Una velocidad del motor más alta o más baja que la gama especificada puede indicar una falla en el motor o en la transmisión.
  2. Después de compensar por la elevación una velocidad del motor baja puede indicar que el motor no está entregando toda la potencia. Consulte el manual de servicios del motor acerca de información para la reparación del motor.
  3. Si la velocidad baja del motor persiste después de haber afinado el motor, consultar los procedimientos de mantenimiento correctivo y localización de fallas del motor.
  4. Igualmente, si el motor funciona a alta velocidad se recomienda consultar los procedimientos de mantenimiento correctivo y localización de fallas del motor.

## ➤ CONSERVACIÓN DE LA TRANSMISIÓN.

### **SELECCIÓN DEL METODO DE CONSERVACIÓN**

Cuando se han de almacenar o mantener inactivas las transmisiones durante periodo extensos de tiempo, se recomiendan métodos específicos de conservación para impedir daños de óxidos y corrosión. La duración del almacenaje generalmente determinara el método de conservación que ha de ser usado.

### **ALMACENAJE DE UNIDADES NUEVAS**

Las unidades nuevas contienen un aceite protector al ser enviadas, y las transmisiones pueden ser almacenadas en forma segura por seis semanas sin darles ningún tratamiento adicional.

### **ALMACENAJE DE UN MES A SEIS SEMANAS**

- Drene el aceite. Remueva la malla de aceite de la transmisión. Remueva el elemento del filtro externo.
- Instale el aro sellador del tubo de levante de aceite, la malla de aceite, la junta, el depósito de aceite y el tubo de llenado. Instale el elemento del filtro externo.
- Llene a la unidad a su nivel de funcionamiento usando cualquier aceite de conservación comercial que satisfaga las especificaciones militares de los E.U.A. MIL-L-21260, grado 1, a las especificaciones más recientes.
- Haga funcionar la unidad durante por lo menos cinco minutos en neutral a 1500 rpm. Haga los cambios de la transmisión en forma lenta a través de todas las posiciones selectoras para distribuir completamente el aceite. Hace falta la prueba en la carretera para cambiar y llenar con aceite todas las gamas de velocidades. Luego, cambie a una gama de avance y haga parar la transmisión hasta obtener una temperatura de aceite de 225°F.
- Pare el motor. En cuanto la unidad se haya enfriado lo suficiente para tocarla, tape todas las aberturas y el respiradero usando cinta a prueba de humedad.
- Cubra todas las superficies expuestas sin pintar usando una grasa de conservación de alto grado tal como petrolato (MIL-C-11796, Clase 2).
- Repetir los procedimientos anteriores si el intervalo de almacenaje es mayor al estipulado en el título.

## **ALMACENAJE DE 1 AÑO – SIN ACEITE**

- Drenar el aceite.
- Tape todas las aberturas y el respiradero con cinta a prueba de humedad.
- Cubra todas las superficies expuestas y sin pintar usando una grasa de conservación de alto grado.
- Si se puede quitar fácilmente el respiradero, rociar una onza (29,6ml) de Motorstor (o su equivalente) en el orificio del respiradero de la caja, y una onza en el orificio del tubo de llenado. Si no se puede quitar el respiradero, atomizar o rociar dos onzas (59ml) de Motorstor (o su equivalente) en la transmisión a través del orificio del tubo de llenado.
- Si es necesario almacenar la unidad durante mayor tiempo, repetir el procedimiento anteriormente mencionado en este apartado.

## **ALMACENAJE DE 1 AÑO – CON ACEITE**

- Drenar el aceite. Remover y limpiar el depósito de aceite de la transmisión y la malla del filtro.
- Instalar el aro sellador del tubo de levante de aceite, la malla del filtro, la junta, el depósito de aceite y el tubo de llenado.
- Llenar la transmisión al nivel de funcionamiento usando una mezcla de 3% de fluido para transmisión y Motorstor (30 partes de fluido para transmisión hidráulica, Tipo C2, a 1 parte de aceite Motorstor, o su equivalente).
- Hacer funcionar la unidad durante aproximadamente 5 minutos en neutral a 1500 rpm. Cambiar la transmisión lentamente a través de todas las posiciones del selector para distribuir completamente el aceite. Ahora falta la prueba en la carretera para hacer todos los cambios y llenar todas las gamas con aceite. Entonces se debe cambiar a una marcha de avance y parar el rendimiento de la transmisión hasta obtener la temperatura del aceite de 225°F.
- Para el motor. En cuanto la unidad se haya enfriado lo suficiente para tocarla, tapar todas las aberturas y el respiradero con cinta a prueba de humedad.
- Cubra todas las superficies expuestas y sin pintar usando una grasa de conservación de alto grado.
- Si hace falta almacenar la unidad durante más tiempo, repetir el procedimiento anteriormente mencionado en este apartado.

**Tabla 13: Mantenimiento preventivo de las transmisiones mecánicas Detroit Diésel Allison**

Tiempo (horas)	TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE LAS TRANSMISIONES DETROIT DIESEL ALLISON			
	Semanal	1000	6000	20000
Trabajo de mantenimiento				
Verificación del nivel de aceite	X			
Cambio de aceite		X		
Cambio de filtros de aceite		X		
Cambio de filtro externo de aceite®		X		
Examinar posible contaminación del aceite cambiado		X		
Respiradero	La frecuencia de su limpieza depende de la cantidad de polvo y suciedad acumulada			
Articulación de la válvula selectora manual	La frecuencia de inspección y mantenimiento depende del desgaste de sus piezas			
Líneas externas	X			
Enfriador de aceite	X			
Prueba de paro de la transmisión	Ejecutar cada vez que el <i>conjunto motriz</i> * no funcione adecuadamente			
Verificar si existe una baja presión de aceite			X	
Realizar cambio de engranajes, discos y rodamientos				X
® El filtro externo de aceite debe ser cambiado al cambiar el aceite o más a menudo bajo condiciones severas de operación				
* <i>Conjunto motriz</i> , es el conjunto motor y transmisión				

Fuente: ATSG. “Manual de Servicio Transmisiones Detroit Diésel Allison series CLT, CLBT 700”.

### 3.2.2.2. TRANSMISIONES MECANICAS INDUSTRIALES

Tabla 14: Mantenimiento preventivo general de las transmisiones mecánicas industriales

Tiempo de trabajo (horas)	Revisión de las transmisiones de potencia utilizados en los equipos de workover				
	Semanal	500 horas	1500 horas	6000 horas	24000 horas
Tareas de mantenimiento					
Verificar niveles	X				
Revisar posibles fugas y reponer aceite si se requiere	X				
Tomar datos de presión y temperatura	X				
Reemplazar filtro sistema de lubricación		X			
Monitoreo y análisis de aceite		X			
Cambio de aceite programado			X		
Limpieza e inspección (posibles fugas) externa del radiador de aceite			X		
Realizar verificación y ensayos funcionales posibles de las protecciones de alta temperatura				X	
Baja presión de aceite				X	
Mantenimiento programado (cambio de discos, rodamiento, engranajes)					X

Fuente: Ecopetrol S.A.

### 3.2.3. GENERADORES

#### 3.2.3.1. GENERADOR STAMFORD<sup>40</sup>

Como parte de los procedimientos de mantenimiento rutinario, se recomienda inspeccionar periódicamente el estado de los devanados (en concreto cuando los alternadores hayan estado inactivos durante un largo periodo de tiempo) y de los rodamientos.

Cuando los alternadores estén equipados con filtros de aire, es preciso inspeccionarlos con regularidad así como realizar un mantenimiento adecuado de los mismos.



**ILUSTRACION 71:** Planta eléctrica distribuida por Stewart and Stevenson, compuesta por un motor diésel Deutz y un generador Stamford. Fuente: Varisur y Compañía Ltda. 2014

### ESTADO DE LOS DEVANADOS

Para evaluar el estado de los devanados, puede medirse la resistencia de aislamiento (IR) entre fases, o bien entre fase y tierra.

La medición del aislamiento de los devanados debería llevarse a cabo:

- Como parte de un plan de mantenimiento periódico
- Después de permanecer fuera de servicio durante un periodo prolongado
- Cuando se sospecha un aislamiento bajo, por ejemplo, cuando se observa que los devanados están húmedos o mojados.

<sup>40</sup>Manual Generador STAMFORD de instalación, servicio y mantenimiento con los siguientes prefijos: UCI; UCM; UCD 224 y 274

Se deberá tener especial cuidado cuando se vaya a trabajar en devanados con excesiva humedad o suciedad. La medición inicial de aislamiento (IR) debería realizarse con un megaóhmetro de baja tensión (500V) o similar. Si se recibe alimentación manual, inicialmente, debería girarse lentamente la palanca al principio para que no se aplique la tensión de prueba completa y se aplique solo durante un tiempo suficiente para evaluar con gran rapidez la situación si se sospechan o indican inmediatamente valores bajos.

No deben realizarse las pruebas completas con megaóhmetro (o cualquier otra prueba de alta tensión) hasta que se sequen, y en su caso, se limpien los devanados.

## **METODOS DE SECADO DE LOS GENERADORES**

### **Funcionamiento en frio**

Si se tiene que un alternador en buenas condiciones, que no haya estado en funcionamiento durante algún tiempo y haya estado durante un periodo prolongado bajo condiciones de humedad. Es posible que simplemente haciendo funcionar el grupo electrógeno sin excitar, con los bornes "K1" Y "K2" del AVR en circuito abierto, durante un periodo de unos 10 minutos para secar suficientemente la superficie de los devanados y elevar el valor de IR por encima de 1,0 mega ohmios, por lo cual este método permite poner en servicio el equipo.

### **Secado por aire**

- Retirar las cubiertas de todas las aperturas para permitir que salga el aire húmedo. Durante el secado, deberá fluir libremente el aire por todo el alternador con el fin de eliminar la humedad.
- Dirigir el aire caliente de dos calentadores eléctricos de 1-3 kW aproximadamente hacia las entradas de aire del alternador. Asegurarse de que la fuente de calor se encuentra como mínimo a 300mm de los devanados para evitar que se sobrecaliente y se produzcan daños en el aislamiento.
- Aplicar el calor y registrar en un gráfico el valor de aislamiento cada media hora. El proceso se completa cuando se alcanzan los parámetros establecidos en la curva típica de secado.
- Retirar los calentadores, volver a colocar las cubiertas y proceder a una nueva puesta en marcha, como corresponda.

- Si no se va a utilizar el grupo inmediatamente, compruebe que los calentadores anticondensación están encendidos y volver a realizar las pruebas antes de poner el grupo en funcionamiento.

### **Método de corto circuito**

- Comprobar que es posible trabajar de modo seguro en el alternador antes de iniciar cualquier procedimiento eléctrico o mecánico de seguridad en relación con el grupo electrógeno y el sitio.
- Establecer un corto circuito de capacidad conductora adecuado conectando los bornes principales del alternador. El puente de corto deberá ser capaz de absorber la corriente a plena carga.
- Desconectar los cables de los bornes X y XX del borne.
- Conectar una fuente de alimentación de corriente continua variable a los cables de campo X (positivo) y XX (negativo). La fuente de corriente continua debe ser capaz de suministrar una corriente de hasta 2,0 amperios a 0-24 voltios.
- Utilizar un amperímetro de corriente alterna adecuado para medir la corriente del puente de corto.
- Poner a cero la tensión de la fuente de alimentación de corriente continua y arrancar el grupo electrógeno. Aumentar lentamente la tensión de corriente continua para hacer pasar la corriente por el devanado del campo de excitación. A medida que aumenta la corriente de excitación, aumentara la corriente del estator en el puente de corto. Debe controlarse este nivel de corriente de salida del estator, que no deberá superar el 80% de la corriente de salida nominal del alternador.
- Después de este ejercicio, se deberá proceder a la siguiente operación cada 30 minutos: Detener el alternador y apagar la fuente de excitación independiente; medir y registrar los valores de IR del devanado del estator y recoger los resultados en un gráfico. El grafico resultante deberá compararse con el grafico de curva clásica.
- Una vez elevada la resistencia de aislamiento a un nivel aceptable, puede retirarse la alimentación de corriente continua y pueden reconectarse los conductores "X" y "XX" del campo de excitación a sus bornes en el AVR.
- Volver a montar el grupo electrógeno, volver a colocar las cubiertas y proceder a una nueva puesta en marcha.

- Si no se va a utilizar el grupo inmediatamente, comprobar que los calentadores anticondensación están encendidos y volver a realizar las pruebas antes de poner el alternador en funcionamiento.

## **RODAMIENTOS**

Todos los rodamientos son herméticos de por vida, y por lo tanto, no se pueden volver a lubricar.

El rodamiento, en funcionamiento, se ve afectado por una diversidad de factores que, juntos, determinarán la vida útil de los rodamientos. Se recomienda controlar el estado de los rodamientos utilizando equipos de control de vibración por “puntas de energía”. Esto permitirá la puntual sustitución de los rodamientos que presenten una tendencia de deterioro en el curso de una revisión general del motor.

Si se detecta un calor, ruido o vibraciones excesivas, cambie el rodamiento tan pronto como sea viable. Si no se hace, los rodamientos pueden resultar dañados.

En el caso de que no esté disponible un equipo de control de vibraciones por “puntas de energía”, se recomienda considerar sustituir el rodamiento cada vez que se revisa el motor.

Las aplicaciones con transmisión por correa supondrán una carga adicional para los rodamientos. Por tanto, la vida útil de los rodamientos se verá afectada de manera significativa.

## **FILTROS DE AIRE**

La frecuencia de mantenimiento de los filtros dependerá de las condiciones del sitio. Resultará necesario realizar una inspección regular de los elementos para establecer los intervalos de limpieza.

Retirar los elementos de los filtros de sus bastidores correspondientes. Sumergir o lavar el cartucho filtrante con un detergente adecuado hasta que este se encuentre limpio. Secar totalmente los cartuchos antes de colocarlos de nuevo.

### **3.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

En este capítulo se expone diferentes planes de directrices de inspección y mantenimiento correctivo del sistema de potencia de equipos de workover, regidas y acondicionadas por normas internacionales que regulan las actividades en la industria petrolera y siguiendo las recomendaciones de los fabricantes.

El seguimiento de estos manuales permite que las operaciones en los equipos de workover no se vean afectadas o retrasadas por el malfuncionamiento de uno de sus equipos, ahorrando tiempo y dinero y dándole la confiabilidad al cliente de que los planes propuestos se llevarán a cabo exitosamente e incluso en el menor tiempo al proyectado.

Para este el desarrollo de este capítulo, hay que aclarar que un mantenimiento correctivo y detección de fallas, se realiza cuando no se ha aplicado el mantenimiento preventivo, o también cuando el mantenimiento preventivo se ha realizado y este no ha funcionado de manera correcta, bien sea por mala aplicación de este o debido a otros problemas (desgaste de piezas, defectos de fábrica, etc.).

### 3.3.1. MOTORES

#### ➤ MOTORES DEUTZ

**Tabla 15: Mantenimiento general correctivo y detección de fallas de los motores Deutz (primera parte)**

Fallos										Medidas a tomar			
El motor no arranca o lo hace con dificultad										Verificar	V		
El motor arranca, pero gira irregularmente o se para										Ajustar	A		
El motor se sobrecalienta. Reacciona la alarma de sobret temperatura										Cambiar	C		
El motor no desarrolla suficiente potencia										Limpiar	L		
El motor no trabaja con todos sus cilindros										Llenar	LI		
El motor no tiene presión es muy baja										Reducir	R		
El motor consume demasiado aceite													
El motor echa humos - azul													
- blanco													
- negro													
<b>Causa</b>										<b>Capítulo</b>			
•										No está embragado (si procede)	Manejo	V	
•								•		Temperatura límite para el arranque no alcanzada		V	
•			•							Palanca de para motor todavía en posición de parada (solenoid defectuoso)		V	
		•		•						Nivel de aceite demasiado bajo		LI	
		•	•		•	•				Nivel de aceite demasiado elevado		R	
				•	•	•				Inclinación excesiva del motor		V / A	
•										Ajustar palanca de maniobra a mitad de recorrido		V / A	
		•	•							• Filtro de aire sucio / turbocompresor defectuoso		Aire de admisión	V / C
		•	•							• Interruptor / inclinador de mantenimiento del filtro de aire, defectuoso			V
			•							• LDA* defectuoso (fugas en conducto de unión)			V
		•	•							• Tuberías de aire de sobrealimentación con fugas	V / C		
		•								Bomba de líquido refrigerante defectuoso	Refrigeración	V / L	
			•							• Refrigerador de aire de admisión sucio		V / L	
		•								Intercambiador de calor de líquido refrigerante sucio		V / L	
•	•	•	•	•						Turbina de refrigeración defectuosa, correa trapezoidal rota o floja (bomba de combustible en transmisión por correa)		V / C	
		•	•							Calentamiento del aire de refrigeración / cortocircuito término	V		
•										Batería defectuosa o descargada	Electricidad	V	

\*LDA = tope de plena carga dependiente de la presión de sobrealimentación

**Fuete: Ruddock, John. Deutz AG Service-Technik, “Manual de instrucciones motores 1012 y 1013”. England. Tabla 7.1 Tabla de fallos (Fallos, causa y remedio)**

**Tabla 16: Mantenimiento general correctivo y detección de fallas de los motores Deutz (segunda parte)**

Fallos										Medidas a tomar		
El motor no arranca o lo hace con dificultad										Verificar	V	
El motor arranca, pero gira irregularmente o se para										Ajustar	A	
El motor se sobrecalienta. Reacciona la alarma de sobretemperatura										Cambiar	C	
El motor no desarrolla suficiente potencia										Limpiar	L	
El motor no trabaja con todos sus cilindros										Llenar	LI	
El motor no tiene presión es muy baja										Reducir	R	
El motor consume demasiado aceite												
El motor echa humos - azul												
- blanco												
- negro												
<b>Causa</b>										<b>Capítulo</b>		
•										Empalmes de cables sueltos u oxidados en el circuito de arranque	Electricidad	V
•										Arrancador defectuoso o piñón no engrana	Electricidad	V
•	•		•					•	•	Juego de válvulas incorrecto	Motor	A
•	•		•	•						Fugas en tubería de inyección	Motor	V
		•								Tubería de purga de aire obstruido (intercambiador de líquido refrigerante)	Motor	V / L
•								•		Bujías de espiga de incandescencia defectuosas	Motor	V
•	•	•	•	•				•	•	Inyector defectuoso	Motor	V / C
•	•		•	•						Aire en el sistema de combustible	Motor	V / C
•	•		•	•						Filtro / depurador previo de combustible sucio	Motor	V/L/C
		•								Filtro de aceite defectuoso	Motor	C
•					•	•				Clase SAE o calidad incorrectas del aceite lubricante	Medios de servicio	C
•	•		•					•		Calidad de combustible no corresponde a instrucciones de operación	Medios de servicio	V / C
		•								Falta de líquido refrigerante	Medios de servicio	V / LI

**Fuente: Ruddock, John. Deutz AG Service-Technik, “Manual de instrucciones motores 1012 y 1013”. England. Tabla 7.1 Tabla de fallos (Fallos, causa y remedio)**

## ➤ **MOTORES CUMMINS Y DETROIT DIÉSEL**<sup>41</sup>

Algunas condiciones anormales que interfieren con las operaciones satisfactorias del motor, junto con los métodos para determinar la causa de tales condiciones, se cubre a continuación.

La operación del motor satisfactoria depende de:

1. Un suministro adecuado de aire comprimido a presión para cada cilindro.
2. La cantidad de combustible inyectado en el momento preciso.

La falla de potencia, la marcha irregular, la vibración excesiva y el arranque pesado, pueden ser ocasionados ya sea por compresión baja, mala inyección en uno o más cilindros, falla de aire suficiente, falta de combustible o una descompostura del sistema DDEC.

Debido a la compresión, la inyección de combustible y la cantidad adecuada de aire son importantes para el desempeño correcto del motor, los procedimientos detallados para su investigación se dan como sigue:

### **LOCALIZACION DE UN CILINDRO QUE FALLA**

Un cilindro que falle puede detectarse usualmente a través del uso del lector de diagnóstico DDEC. La información puede leerse utilizando el lector, siga las instrucciones que vienen en el lector, utilizando la función "CCO" (cilinder cut-out), para verificar si hay descomposturas en el sistema DDEC. Si el lector no verifica una descompostura eléctrica quite la cubierta de balancines del motor y revise lo siguiente:

1. Revise las holguras y las alturas de los inyectores.
2. Revise si hay un rodillo de leva desgastado, lóbulo de árbol de levas o flechas de balancín o bujes también desgastados.
3. Lleve a cabo una revisión de flujo de combustible.
4. Lleve a cabo una prueba de cilindro por fugas de gases.
5. Revise si hay cables de inyectores flojos.

---

<sup>41</sup>Detroit Diésel Corporation. "Manual de Operación de Motores Detroit Diésel series 60 DD4". 2007. Pag 126.

## **MOTOR SIN COMBUSTIBLE**

El problema para volver arrancar el motor, después de que se ha acabado el combustible, es que el combustible que ha salido del tanque, es bombeado desde el filtro primario y parcialmente removido al filtro secundario antes de que el suministro de combustible sea suficiente para mantener el motor operando. Consecuentemente, estos componentes deben llenarse con combustible y el sistema no debe tener aire para que haya buen suministro a los inyectores.

Cuando un motor ya no tiene combustible, hay un proceso para volverlo a poner en operación:

1. Llene el tanque con el combustible recomendado. Si no es posible llenarlo, añada un mínimo de 38 litros (10 galones).
2. Remueva los filtros y llénelos con combustible limpio.
3. Reinstale los filtros.
4. Al purgar el sistema de combustible, remueva el tapón de la cubierta de filtro secundario e instale la herramienta, J 5956 y purgue el sistema. Una vez efectuado, quite la herramienta e instale el tapón.
5. Intente arrancar el motor, si arranca revise que no existan fugas.
6. Si el motor arranca y se cascabelea o falla después de arrancarlo por más de 30 segundos repita los puntos 2, 3 y 4.

## **FLUJO DE COMBUSTIBLE**

El flujo adecuado de combustible es necesario para la operación correcta del motor. Revise la condición del sistema de suministro de combustible.

## **PRESION DEL CARTER**

La presión del cárter indica la cantidad de aire y gas de combustión que pasa por los anillos de pistón hacia el cárter. Es deseable una pequeña presión en el cárter para evitar la entrada de polvo u otros contaminantes. Una pérdida de aceite lubricante de motor a través del respiradero o del tubo de la varilla medidora, puede indicar que haya presión excesiva, presión en el cárter.

La presión excesiva puede revisarse con un manómetro de agua tipo "U". deben conectarse a la abertura de la varilla medidora de aceite que está en el monobloque de cilindros.

Revise las lecturas que se obtengan a velocidades con carga completa y compárelas con las de "Condiciones de operación del motor".

Nota: El nivel de aceite no debe estar por arriba de la marca de "full" en la varilla.

### **CONTRAPRESION DE ESCAPE**

Una presión ligera en el sistema de escape es normal. Sin embargo la contrapresión de escape excesiva afecta seriamente al motor, haciendo que haya mala combustión y temperatura de operación más alta.

La contrapresión alta es el resultado de un inadecuado silenciador, un tubo de escape que es demasiado largo o demasiado pequeño en diámetro, un número excesivo de dobleces en el sistema de escape, obstrucciones por formaciones de carbono o restricciones en el sistema de escape.

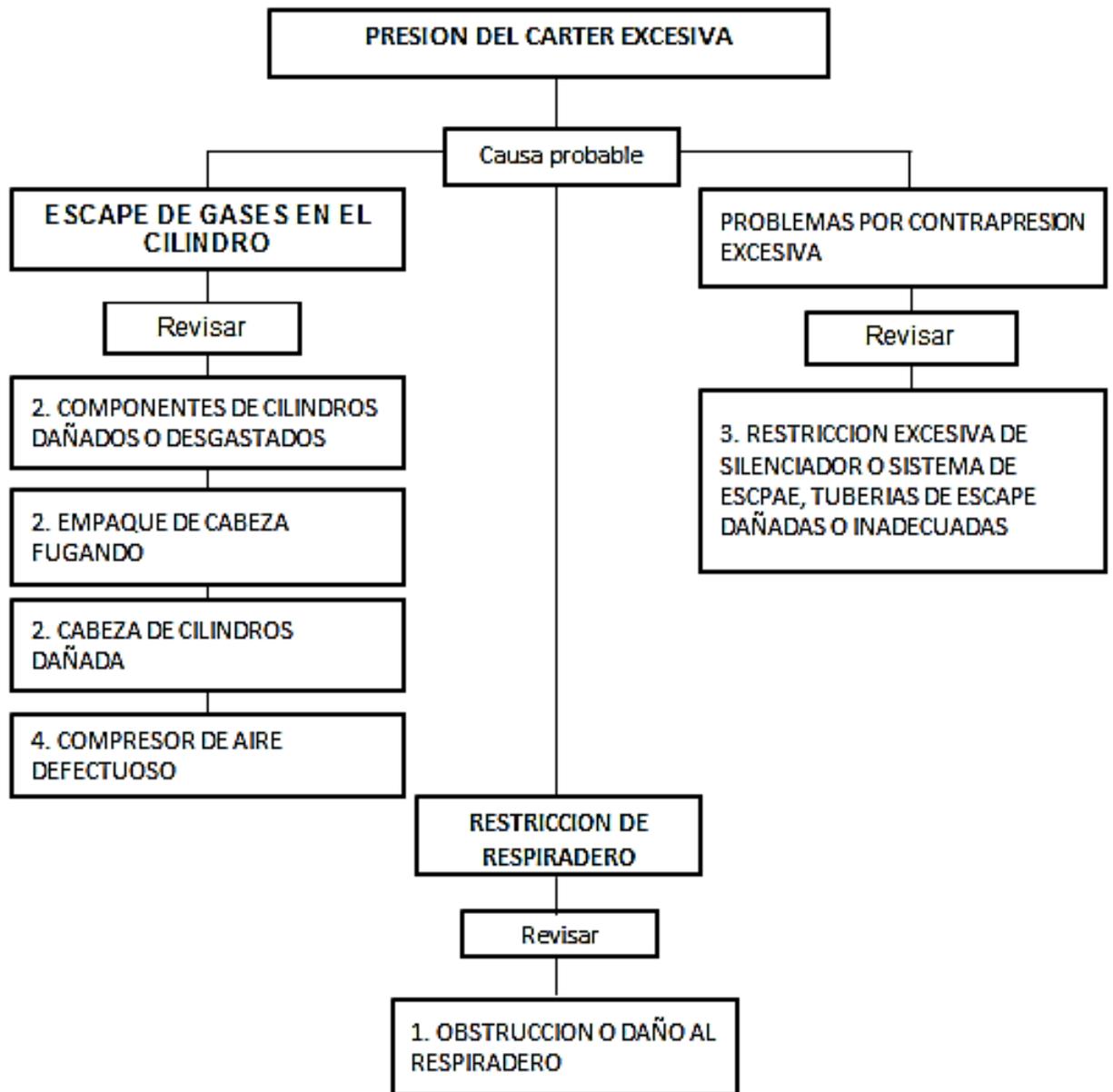
La contrapresión, medida en pulgadas de mercurio, puede revisarse con un indicador de presión adecuado a un manómetro del equipo de diagnóstico, J 9531-01. Taladre un barreno de 11/32" en la tubería de escape entre 6" a 12" de la salida del escape del turbocargador. Haga rosca al barreno para acomodar el tapón de tubería de 1/8". El barreno debe de estar en un área de tubería relativamente recta para medir con precisión. Conecte el manómetro en el barreno. Revise las lecturas que se obtienen a velocidad con carga completa y compárelas con las especificaciones de la sección 13.2.

### **RESTRICCION DE LA ADMISION DE AIRE**

La restricción excesiva de la entrada de aire afectará al flujo a los cilindros provocando que haya combustión pobre y falta de potencia. Consecuentemente la restricción debe mantenerse lo más baja posible considerando el tamaño y capacidad del filtro. Los conductos de tamaño inadecuado, los dobleces excesivos, una obstrucción en el sistema de entrada de aire o filtros dañados o sucios pueden ocasionar que haya restricciones altas.

Revise la restricción de admisión de aire con un manómetro de columna de agua conectado a la tubería de admisión. El barreno debe estar en un área de tubería relativamente recta (de 6" a 12") de la entrada del recargador para medir correctamente. La restricción debe revisarse a máximas revoluciones de carga completa.

Revise la restricción de aire con carga completa y compare los resultados en "Condiciones de operación del motor" de la sección 13.2.



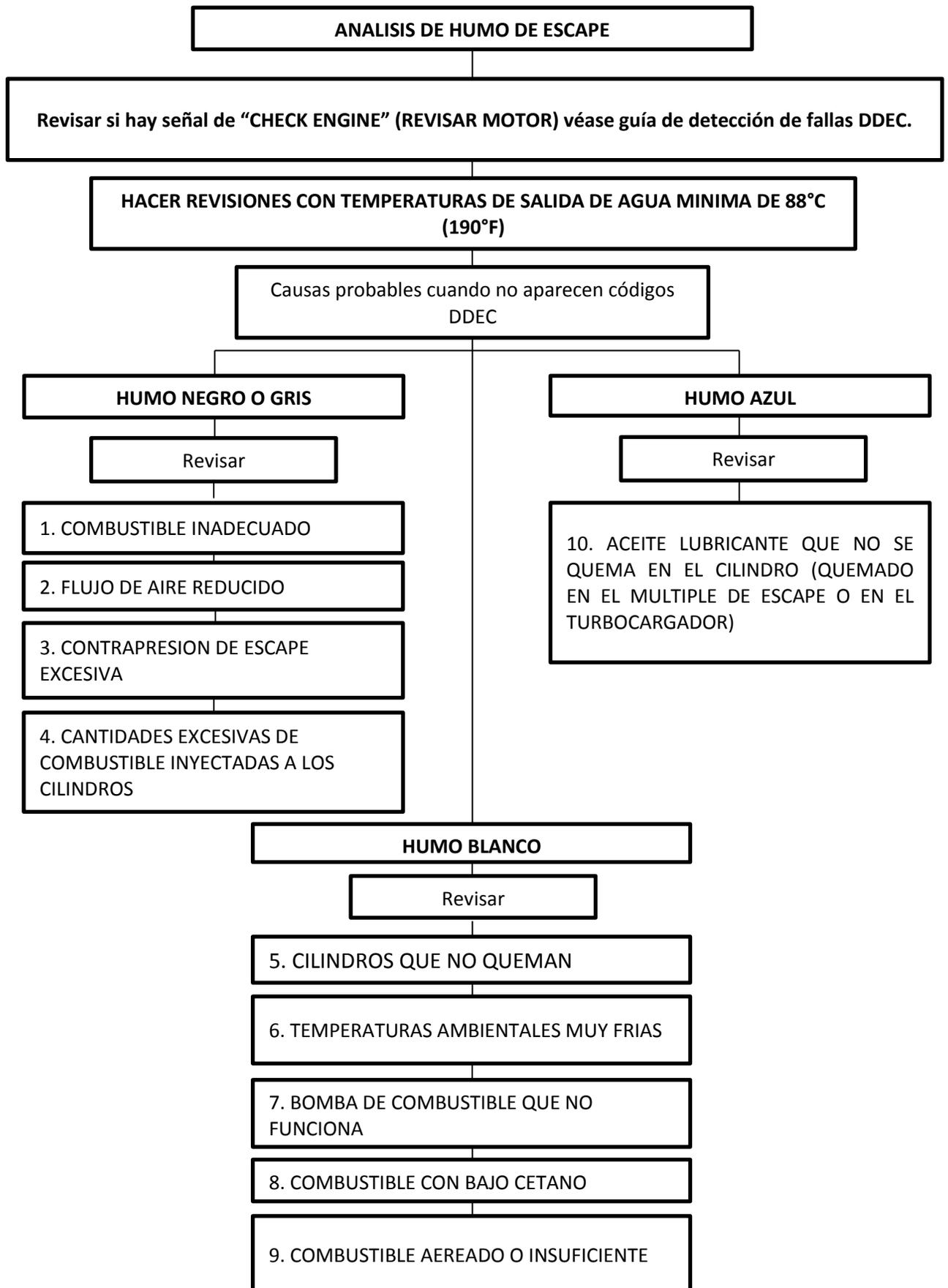
### CORRECTIVO SUGERIDO

1. Limpie y repare o reemplace el ensamble del respiradero.
2. Lleve a cabo una prueba de fuga de gases. Si la presión del cilindro está por debajo del mínimo recomendado, preste atención si hay fugas de aire en el tubo de llenado de aceite, múltiple de admisión o la salida de escape del carburador. También revise si hay burbujas en el refrigerante. Las fugas que se detectaron en el tubo de llenado indicarán desgaste o daños a los conjuntos de cilindros. La

remoción de la cabeza de cilindros será necesaria para verificarlos. Las burbujas en el refrigerante indicarán que hay un empaque de cabeza con fuga o una cabeza de cilindros dañada. Las fugas de las válvulas pueden detectarse por medio de fugas de aire que se escuchan en el múltiple de admisión o en la salida de escape del carburador.

3. Revise la contrapresión de escape. Repare o reemplace el silenciador y/o tuberías si se encuentran obstruidos o si se determina que una tubería es muy pequeña, muy larga o que tiene muchos dobleces.

4. Revise el compresor de aire para ver si opera correctamente.



## CORRECTIVO SUGERIDO

### Humo negro o gris

1. Revise si está utilizando combustible incorrecto. El uso de combustible con bajo cetano puede ocasionar esta situación.
2. El flujo reducido de aire hacia los cilindros es ocasionado por un interenfriador restringido, un filtro de aire, una fuga de aire en las tuberías entre el filtro de aire y el múltiple de admisión o un turbocargador que no esté trabajando bien. Revise, limpie y/o repare según se necesita.
3. La contrapresión excesiva puede ocasionarse por tuberías de escape que estén en malas condiciones u obstrucciones en el silenciador y se mide en la salida del múltiple de escape del turbocargador con un manómetro. Cambie las partes que estén dañadas.
4. El inyector(es) pueden estar inyectando cantidades excesivas de combustible. Lleve a cabo una prueba de corte de cilindro bajo carga, utilizando un dinamómetro, para determinar si uno o más inyectores están causando el problema.

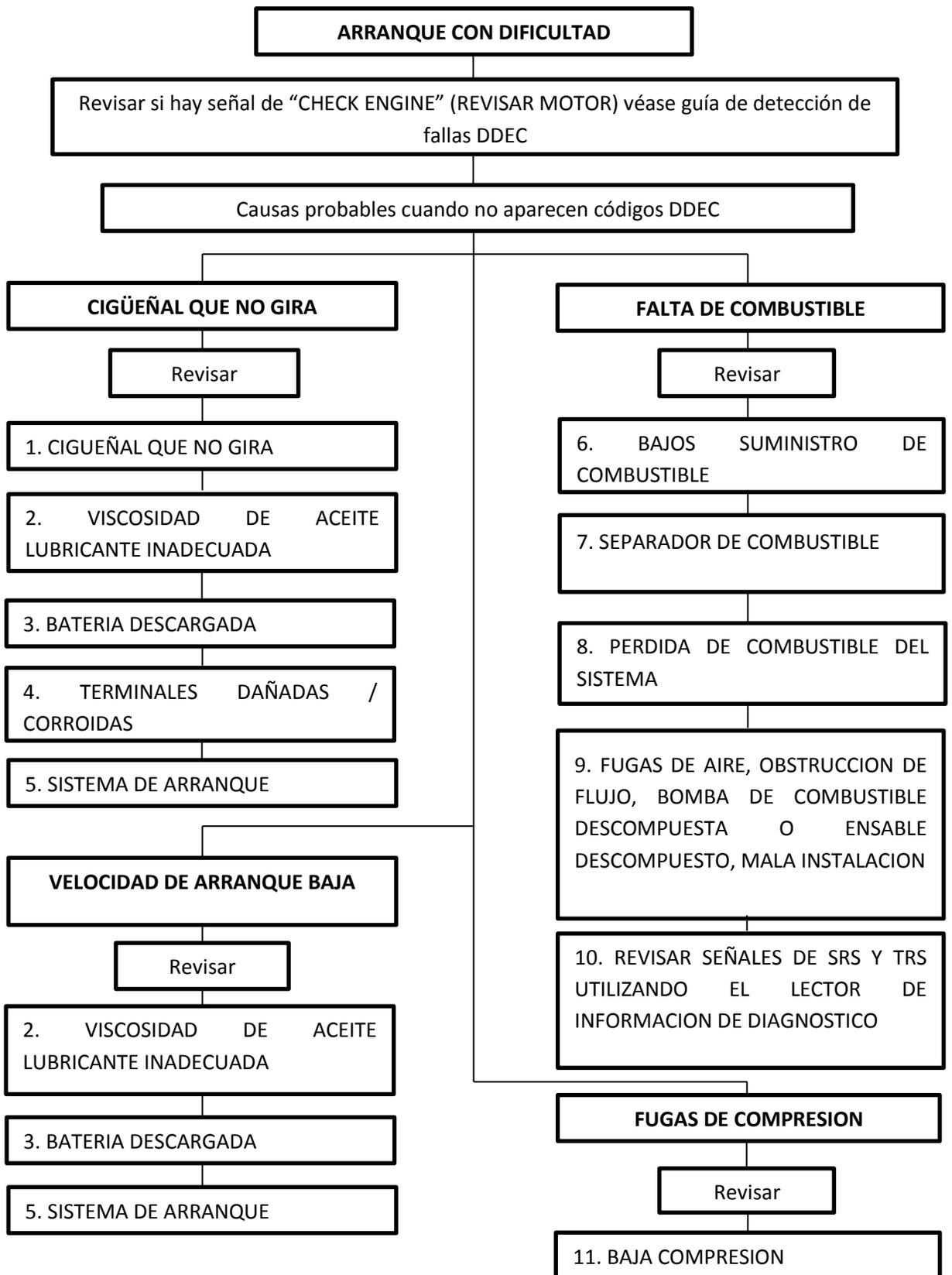
### Humo blanco

5. Los cilindros que no queman pueden actuar así debido a que se sincronizaron inadecuadamente o por inyectores que no funcionan bien. Para revisar los inyectores utilice el procedimiento de corte de inyector del lector DDEC como se describe en la guía de detección de fallas DDEC 6SE477 o 6SE489S. Si no hay códigos que señalen algún problema, remueva la cubierta de balancines de válvulas y calibre las holguras de las válvulas de escape y de admisión y las alturas de los inyectores.
6. El humo también puede ser resultado de temperaturas ambientales frías. Se pueden utilizar dispositivos de calentamiento auxiliares. También cuando el sistema DDEC esté en el código de arranque frío (velocidad de baja incrementada) no ponga el sistema DDEC en el motor de máxima velocidad sin carga.
7. Una bomba de combustible defectuosa o que opere bien puede provocar humo blanco.
8. Combustible con bajo cetano.

9. Lleve a cabo la prueba de flujo de combustible. Si está retornando una cantidad menor a la especificada o si el combustible está aireado, consulte la gráfica de “Sin combustible o menos combustible” (No. 5).

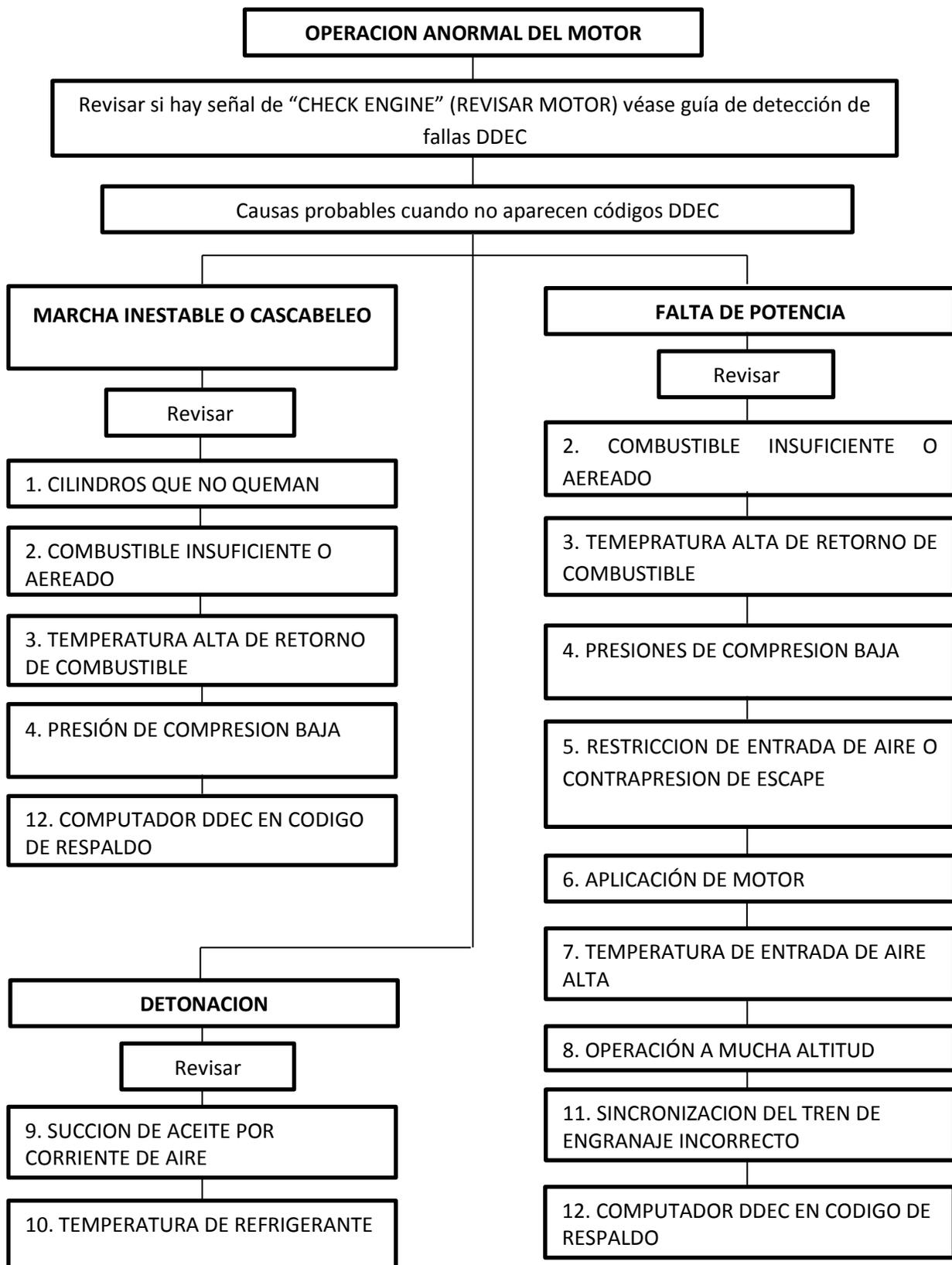
Humo azul

10. Revise fugas internas de aceite lubricante y vea “Consumo de aceite lubricante alto” (No. 6).



## CORRECTIVO SUGERIDO

1. Gire el cigüeñal por lo menos dos vueltas. Si éste no puede girarse, quiere decir que hay daños y debe desarmarse para ver la extensión del daño y la causa.
2. Véase especificaciones de lubricaciones en la sección 13.3, en relación al aceite adecuado.
3. Recargue la batería, si una prueba de carga ligera indica la ausencia de voltaje o voltaje bajo. Cambie la batería si está dañada o no carga.
4. Limpie o cambie las terminales que estén dañadas o corroídas.
5. Lleve a cabo la prueba del sistema de arranque como se describe en la sección 7.3.
6. Revise que los tanques estén llenos. Si la tiene, asegúrese que la válvula de paro esté abierta y/o que la válvula de seguridad esté instalada correctamente.
7. Revise el separador de combustible (si lo tiene) para ver si hay agua.
8. Revise las fugas de combustible.
9. Revise para ver si hay fugas de aire, obstrucciones de flujo, bomba de combustible que no funcione bien, impulsor de bomba de combustible o alguna instalación mal hecha. Consulte la gráfica de “Sin combustible o poco combustible” (No. 5).
10. Revise las señales del SRS y del TRS utilizando un lector DDEC. Véase la guía de detección de fallas DDEC, 6SE477 o 6SE489S.
11. Lleve a cabo la prueba de fuga de gases de cilindro como se describe en la sección 15.2.1.

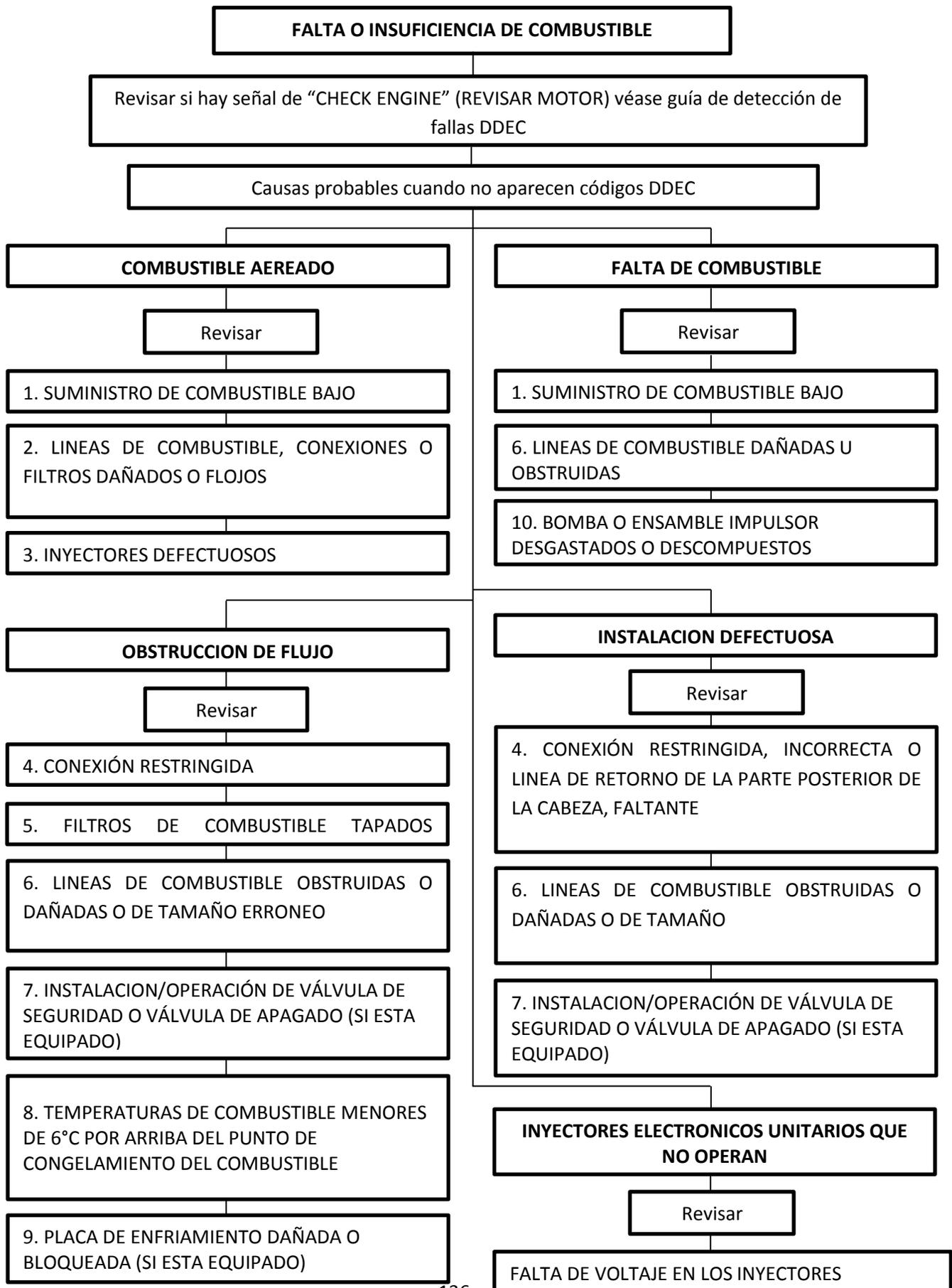


## CORRECTIVO SUGERIDO

1. Lleve a cabo la prueba de corte de cilindro. Vea la guía de detección de fallas DDEC.
2. Lleve a cabo una prueba de flujo de combustible (véase sección 15.2.2). Si está retornando a una cantidad menor a la especificada o si el combustible está aireado, consulte la gráfica No. 5.
3. Revise la temperatura de retorno de combustible. La temperatura relativa de combustible debe ser menor de 60°C (150°F) o de lo contrario ocurrirá una pérdida de potencia.
4. Lleve a cabo una prueba de figas de gases de cilindro como se describe en la sección 15.2.1.
5. Revise que la restricción de admisión de aire y las contrapresiones de escape, estén dentro de los límites establecidos (véase sección 13.2). Repare o reemplace las partes defectuosas.
6. La operación incorrecta del motor puede provocar cargas excesivas en el motor. Opere el motor según los procedimientos aprobados.
7. Revise la temperatura de entrada de aire al motor. El motor no debe operarse con un protector (cubierta de radiador) en la parte frontal de interenfriador. La temperatura normal de entrada de aire debe ser de 3.8°C (10°F). Se notará una pérdida de potencia aproximada de 1.5% por cada 3.8°C (10°F) de exceso de temperatura. Si se nota temperatura de entrada de aire alta, revise y limpie los núcleos del interenfriador exterior y del radiador. Revise el ventilador, el impulsor del ventilador y la tolva para asegurarse de que haya un buen flujo de aire.
8. Un motor perderá potencia con el incremento de altura. La pérdida de potencia se gobierna por la altitud en el cual el motor se opere.
9. Examine las tuberías de admisión de aire que están atrás del turbocargador para observar si hay evidencias de aceite.
10. Revise el calibrador de temperatura de refrigerante. Si la temperatura de refrigerante no llega a 88°C (190°F) mientras que el motor opera, consulte la gráfica No. 8 "Temperatura del refrigerante anormal".

11. Revise la sincronización del tren de engranes. Si no está bien sincronizado habrá pérdida de potencia debido a que los inyectores y válvulas estarán actuados en un tiempo erróneo en el ciclo de operación.

12. Una señal "Check Engine" (Verifique el motor), sin códigos puede indicar que el Módulo de Control Electrónico DDEC, esté en el código de respaldo. Véase la guía de detección de fallas DDEC, 6SE477 o 6SE489S.

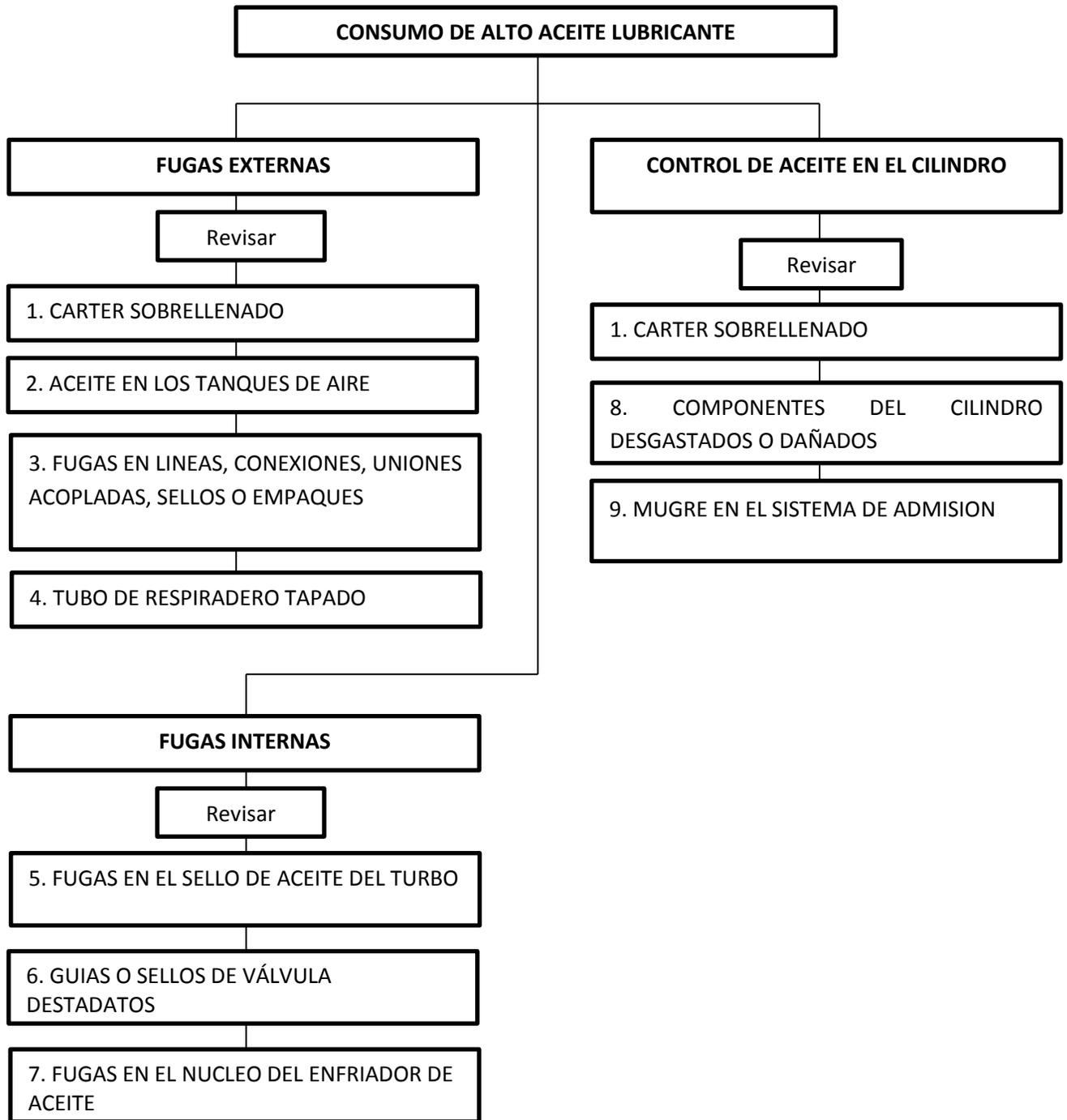


## CORRECTIVO SUGERIDO

1. El tanque de combustible debe llenarse por arriba del tubo de succión del tanque
2. Lleve a cabo una prueba de flujo de combustible. Si hay presencia de aire, revise todas las líneas y conexiones por si hay fracturas o daños. Apriete todas las conexiones. Revise los filtros de combustible y asegúrese de que se han instalado correctamente. Repare o cambie si es necesario.
3. Con todas las líneas de combustible, filtros y conexiones correctamente instalados y con aire todavía presente en el sistema de combustible, revise y/o reemplace los inyectores. Los inyectores sentados incorrectamente o defectuosos pueden estar así debido a que hay aire en el sistema de combustible.
4. Revise la conexión restringida en la línea de retorno que está en la parte posterior de la cabeza de cilindros para que tengan el tamaño correcto (0.080”).
5. Revise los filtros primarios y secundarios por si están tapados. Cambie según sea necesario.
6. Revise la línea por si están picadas o dañadas de alguna otra manera, si están obstruidas o si tienen ruta incorrecta. Asegúrese que las líneas sean del tamaño adecuado.
7. Revise la instalación y/o operación correcta de la válvula de seguridad de combustible o la válvula de paro.
8. Revise que la temperatura de combustible sea menor de 6°C (10°F) por arriba del punto de congelamiento del combustible.
9. Efectúe una derivación en la placa de enfriamiento del ECM o del EDU si las tiene.
10. Revise la bomba de combustible y la válvula de alivio. Revise el impulsor de la bomba y acoplamiento, repare o reemplace según sea necesario.

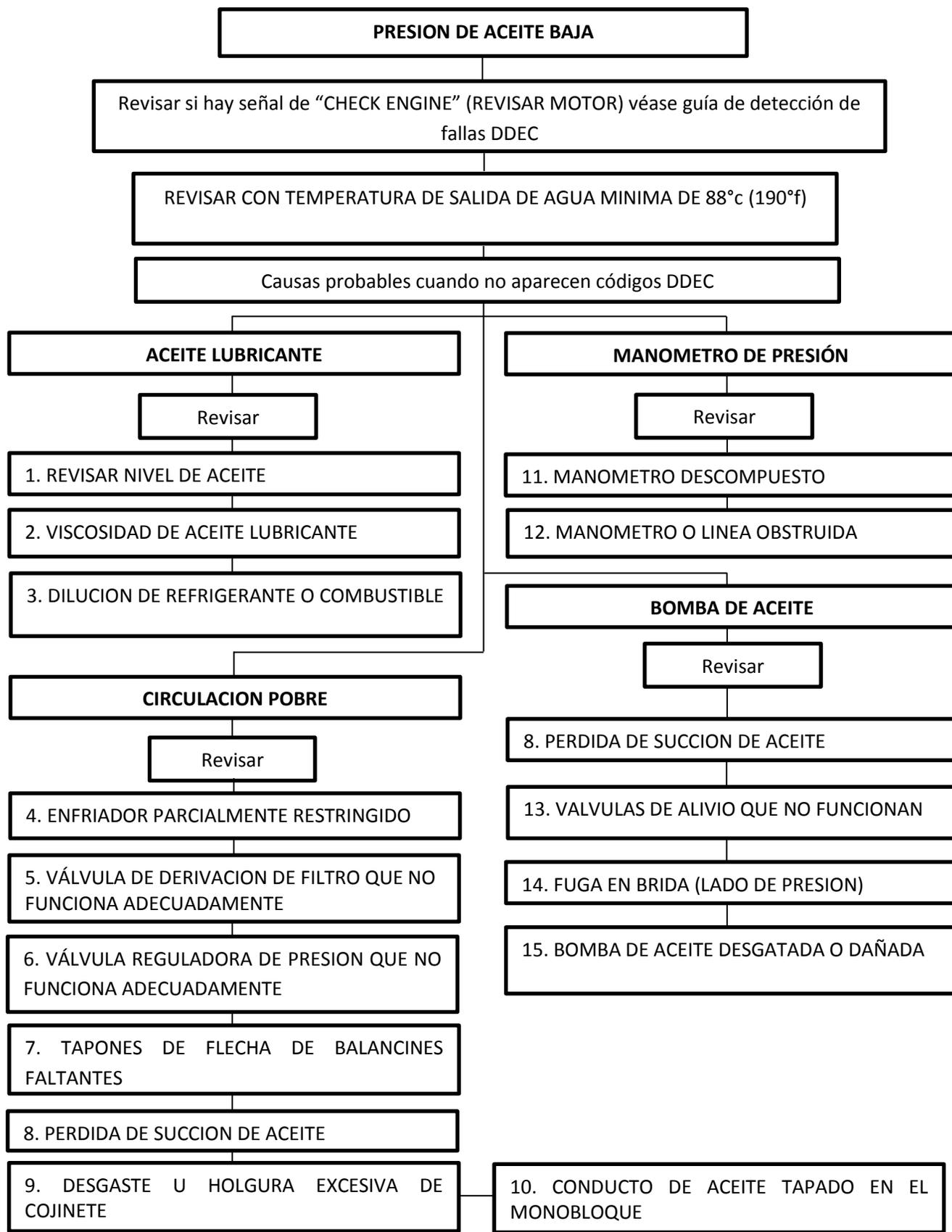
### **Inyectores electrónicos que no operan**

En el caso de una situación de no arranque y que no haya señal de “Check Engine” (revise motor), revise voltaje de las terminales del inyector electrónico, mientras se arranca el motor. Si no hay voltaje consulte la Guía de detección de fallas DDEC.



NOTA: El consumo de aceite de lubricación después de una reparación, debe revisarse.

1. Revise la instalación de la varilla medidora de aceite, del tubo y del motor en relación al ángulo correcto para un nivel de aceite adecuado.
2. Revise los tanques de almacenaje de aire. Si se encuentra aceite, revise el compresor de aire o la línea de descarga, repare o reemplace según sea necesario.
3. Limpie a vapor el motor. Arranque el motor y haga que llegue a temperatura de operación (88°C o 190°F). Revise si hay fugas de aceite en las líneas, conexiones, puntos de acoplamiento, sellos y empaques. Corrija la fuente de la fuga.
4. Revise la presión de cárter. Limpie el respiradero y vuelva a checar la presión. Revise el tubo del respiradero para ver si está bloqueado.
5. revise para ver si hay indicios de aceite en la salida del compresor del turbocargador y en la salida de la turbina. Véase Sección 3.5 sobre procedimientos para determinar las fugas del sello de aceite del turbocarbador.
6. Remueva el múltiple de escape y revise los puertos de escape y múltiples para ver si están húmedos o si tienen aceite. Determine si el aceite se origina desde el cilindro o cerca del vástago de la válvula. Si el aceite parece originarse del cilindro, lleve a cabo una prueba de fuga de gases de cilindro. Si el aceite parece originarse cerca del vástago de válvula, revise los sellos o la holgura excesiva entre el vástago y la guía de la válvula.
7. Haga una prueba de presión del sistema de enfriamiento. Revise y verifique si el refrigerante está contaminado con aceite o viceversa. Haga una prueba de presión al núcleo del enfriador de aceite (véase Sección 4.4). Si se encuentra contaminación, corrija el problema y limpie el sistema afectado (véase Sección 5).
8. Lleve a cabo una prueba de fuga de gases de cilindro, como se describen en la Sección 15.2.1. Si la presión de cilindros está por debajo del mínimo recomendado, preste atención si hay fugas en el tubo llenador de aceite, múltiple de admisión o salida de escape del turbocargador. También revise si hay burbujas en el refrigerante. Si hay fugas en el tubo llenador esto indicará que hay componentes desgastados o dañados. La remoción de la cabeza de cilindros es necesaria para determinar y corregir la falla.
9. Si las partes del cilindro están desgastadas, revise el sistema de admisión de aire del motor para ver si hay una fuente de entrada de aire contaminada.

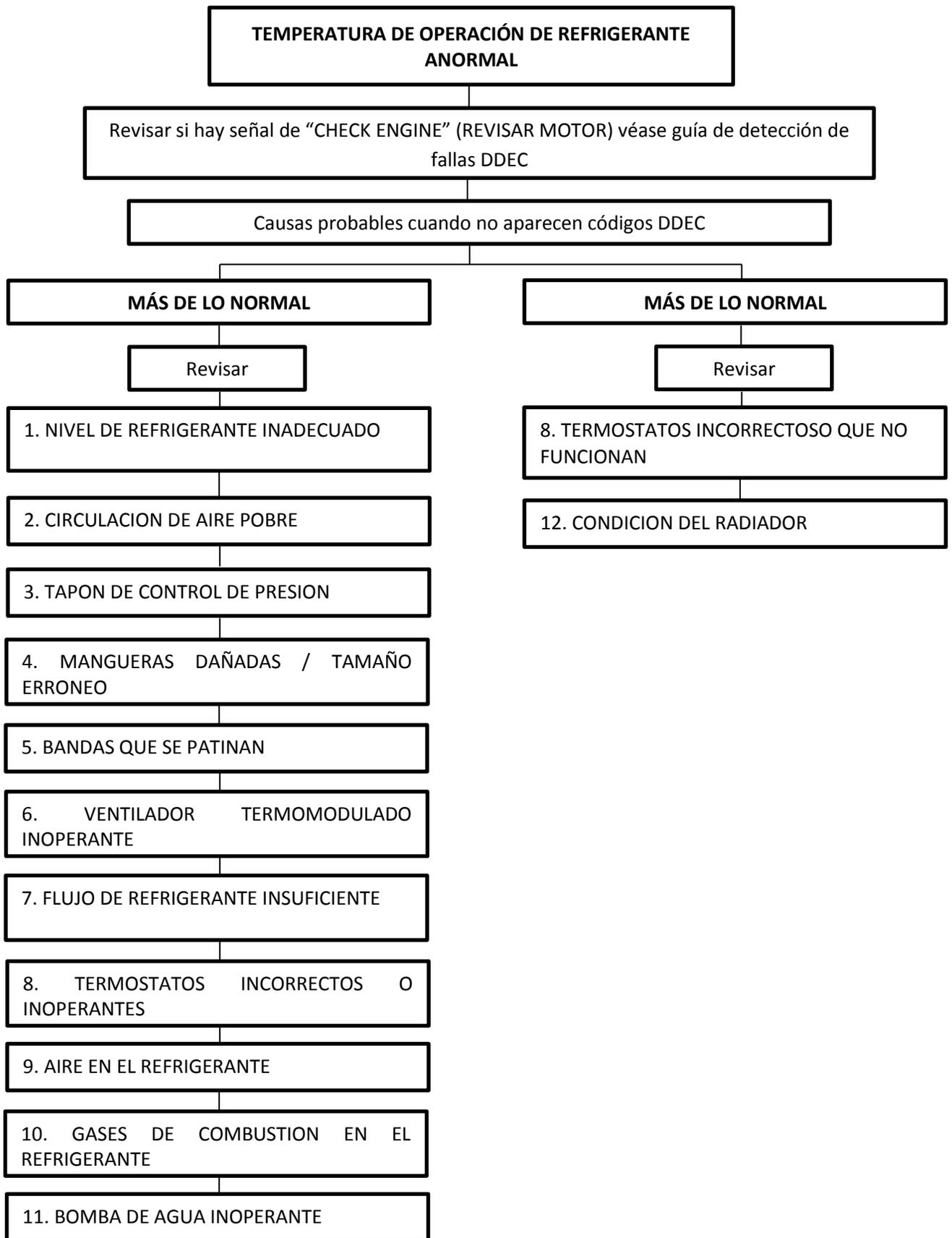


## CORRECTIVO SUGERIDO

1. Verifique el nivel del motor. Haga que llegue a nivel normal. Asegúrese de que el ángulo de instalación del motor es el adecuado.
2. Verifique el aceite lubricante que se está usando. Véase Sección 13.3 en relación al grado y a la viscosidad. Revise si hay dilución.
3. Presurice el sistema adecuado (combustible o refrigerante) y examine cuidadosamente los componentes. Después de revisar, gire el cigüeñal por lo menos dos vueltas (a mano) para evitar candados hidrostáticos.
4. Un enfriador de aceite tapado se puede detectar por medio de temperatura de aceite lubricante alta. Remueva y limpie el núcleo del enfriador.
5. Remueva la válvula de derivación del adaptador del filtro. Limpie y revise la válvula, el resorte y el alojamiento. Cambie las partes dañadas. Siempre cambie la roldana de cobre cuando se remueva el tapón del adaptador.
6. Remueva la válvula reguladora de presión. Limpie y revise la válvula, el cuerpo y el resorte. Cambie las partes dañadas.
7. Revise si faltan tapones en los extremos de las flechas de balancines. Reponga los tapones faltantes.
8. Cambie, limpie y revise el tubo de recopilación de aceite y el ensamble de la malla. Si está fracturada o dañada repare o cambie. Siempre use un empaque de brida de tubo a bomba de aceite cuando se vaya a rearmar.
9. Revise los metales de cojinetes principales del cigüeñal para ver si están desgastados y/o si tienen la holgura correcta.
10. Revise si hay conductos de aceite tapados en el monobloque de cilindro.
11. Revise la presión del aceite con un manómetro. Cambie éste si está defectuoso. Se puede utilizar el lector DDEC.
12. Remueva y limpie la línea del manómetro y el orificio.
13. Remueva la válvula de alivio de presión. Limpie y revise la válvula, el cuerpo y el resorte. Cambie las partes que estén dañadas o desgastadas.

14. Cambie el ensamble de tubo de la bomba de aceite a monobloque de cilindros. Limpie y revise el ensamble. También revise las bridas por si están aplanadas en las superficies acopladas. Siempre utilice empaques nuevos cuando se rearme.

15. Remueva el ensamble de la bomba de aceite. Limpie y revise la bomba. Reemplace todas las partes dañadas.



1. Revise el nivel de refrigerante. Debe estar a 2 pulgadas del cuello de llenado del radiador. Si el refrigerante está bajo y no hay ningún código DDEC presente, véase la Guía de detección de fallas DDEC 6SE477 o 6SE489S.
2. Limpie el exterior del radiador y del interenfriador. Esto permitirá que haya buen flujo de aire, si está equipado con cubierta protectora para temperaturas bajas (cubierta de radiador), quítela. El motor de la Serie 60 no debe operarse con un protector como éste en el interenfriador. Revise si hay daños y posiciones incorrectas. Revise si el radiador es de tamaño incorrecto.
3. Revise si el tapón de control de presión no funciona bien.
4. Revise si en el sistema de enfriamiento hay mangueras que estén en malas condiciones. Si las hay, cámbielas.
5. Ajuste las bandas del ventilador para que tenga la tensión correcta y no se patinen. Cámbielas si están dañadas.
6. Revise si el ventilador termomodulado funciona bien. Si no lo hace, repárelo o cámbielo.
7. Revise el flujo de refrigerante del radiador. Limpie el sistema de enfriamiento y purgue el sistema para remover todos los depósitos.
8. Remueva, revise y pruebe para ver si los termostatos funcionan bien. Cambie los termostatos si no operan correctamente. Siempre cambien los sellos de los termostatos en la cubierta cuando éstos se remuevan.
9. Revise si hay presente de aire en el sistema de enfriamiento. La presencia de aire o de gases en el sistema de enfriamiento, puede detectarse conectando una manguera de hule en la tubería de sobre flujo y sumergiendo el otro extremo en un contenedor de agua. Otro método es insertando una sección limpia y de paredes gruesas de tubos de vidrio transparente "Pyrex" en la línea de salida de agua y observar si hay burbujas. Si existen, revise si hay fugas en la cara de succión de la bomba de agua.
10. Si no se detectaron fugas en el paso número 9 y sigue habiendo burbujas, véase Sección 15.2.1 y lleve a cabo una prueba de fuga de gases del cilindro.
11. Revise la bomba de agua para ver si el impelente está flojo o dañado.
12. Revise el radiador para ver si hay contraflujo o fugas. Véase el manual del fabricante en relación a la trayectoria del flujo.

### 3.3.2. TRANSMISIONES

#### TRANSMISIONES MECANICAS DETROIT DIÉSEL ALLISON

Tabla 17: Mantenimiento correctivo y localización de fallas de la transmisión mecánica Detroit Diésel Allison

Cuadro de mantenimiento correctivo y localización de fallas de la transmisión mecánica Detroit Diesel Allison		
PROBLEMAS A SOLUCIONAR / CAUSAS / REMEDIOS		
A. CAMBIOS AUTOMÁTICOS OCURREN A VELOCIDADES DEMASIADO ALTAS	CAUSA	1. Válvula del regulador atascada
		2. Ajuste demasiado apretado del resorte de la válvula de señal de cambio
		3. Las válvulas se pegan
	REMEDIO	1. Limpiar o reemplazar el regulador
		2. Aflojar el anillo de ajuste del resorte
		3. Reacondicionar el conjunto del cuerpo de la válvula
B. CAMBIOS AUTOMÁTICOS OCURREN A VELOCIDADES DEMASIADO BAJAS	CAUSA	1. Válvula del regulador atascada
		2. Resorte del regulador débil
		3. Ajuste demasiado apretado del resorte de la válvula de señal de cambio
		4. Válvula del modulador atascada
	REMEDIO	1. Limpiar o reemplazar el regulador
		2. Reemplazar el regulador
		3. Apretar el anillo de ajuste del resorte
		4. Limpiar o reemplazar la válvula del modulador
C. BAJA PRESIÓN PRINCIPAL EN TODAS LAS GAMAS DE VELOCIDADES	CAUSA	1. Bajo nivel de aceite
		2. Elemento del filtro de aceite tapado
		3. Fuga o falta del anillo sellador en el tubo de entrada del aceite
		4. Resorte de la válvula del regulador de la presión principal se encuentra débil
		5. Fuga por el cuerpo de la válvula de control
	REMEDIO	1. Agregar aceite hasta el nivel debido
		2. Reemplazar el elemento del filtro
		3. Reemplazar el anillo sellador
		4. Reemplazar el resorte
		5. Reemplazar o reconstruir el conjunto del cuerpo de la válvula

Fuente: ATSG. “Manual de Servicio Transmisiones Detroit Diésel Allison series CLT, CLBT 700”.

**Tabla 18: Mantenimiento correctivo y localización de fallas de la transmisión mecánica Detroit Diésel Allison**

<b>PROBLEMAS A SOLUCIONAR / CAUSAS / REMEDIOS</b>		
<b>D. BAJA PRESIÓN PRINCIPAL EN UNA GAMA DE VELOCIDAD (NORMAL EN OTRAS GAMAS)</b>	<b>CAUSA</b>	1. Fuga en los circuitos del embrague de una gama específica 2. Fuga excesiva en los sellos del pistón del embrague para una gama específica
	<b>REMEDIO</b>	1. Reemplazar o reconstruir el conjunto del cuerpo de la válvula 2. Reacondicionar la transmisión y reemplazar los sellos del pistón
<b>E. DESLIZAMIENTO EXCESIVO EN PRIMERA Y MARCHA ATRÁS</b>	<b>CAUSA</b>	1. Velocidad de marcha en vacío demasiado alta
	<b>REMEDIO</b>	1. Ajustar el estrangulador (consultar el manual del vehículo)
<b>F. PRESIÓN BAJA DE LUBRICACIÓN</b>	<b>CAUSA</b>	1. Bajo nivel del aceite
		2. Fuga interna del aceite excesiva
		3. Fugas o restricción de los conductos del enfriador
		4. Resorte de la válvula de lubricación esta debilitado
<b>REMEDIO</b>	1. Ajuste el estrangulador (consulte el manual del vehículo)	
	2. Agregar aceite al nivel debido	
	3. Colocar debidamente o reemplazarlos como sea necesario	
	4. Reemplazar el resorte de la válvula	
<b>G. FUGAS DE ACEITE EN LA CAJA DEL CONVERTIDOR SIN LA TOMA DE FUERZA PROPULSADA POR EL MOTOR</b>	<b>CAUSA</b>	1. El sello del cubo de la bomba del convertidor está gastado
		2. El cubo de la bomba del convertidor está gastado en el área del sello
		3. El sello posterior del motor esta gastado (sólo modelos montados en el motor)
<b>REMEDIO</b>	1. Reemplazar el sello	
	2. Reemplazar el cubo de la bomba	
	3. Consultar el manual de servicio del motor o vehículo	
<b>H. RECALENTAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN EN TODAS LAS GAMAS</b>	<b>CAUSA</b>	1. Bajo nivel del aceite
		2. Alto nivel de aceite
		3. Enfriador restringido (lado del aceite o refrigerante)
<b>REMEDIO</b>	1. Agregar aceite al nivel adecuado	
	2. Drenar el aceite hasta el nivel adecuado	
	3. Quitar las restricciones	

**Fuente: ATSG. “Manual de Servicio Transmisiones Detroit Diésel Allison series CLT, CLBT 700”.**

**Tabla 19: Mantenimiento correctivo y localización de fallas de la transmisión mecánica Detroit Diésel Allison**

<b>PROBLEMAS A SOLUCIONAR / CAUSAS / REMEDIOS</b>		
<b>I. NINGUNA REACCIÓN AL MOVIMIENTO DE LA PALANCA SELECTORA</b>	<b>CAUSA</b>	1. La articulación del selector de gamas esta desconectado
		2. La articulación del selector de gamas esta defectuosa o rota
		3. La presión principal es baja
		4. El selector de gamas no esta acoplado a la válvula de control
	<b>REMEDIO</b>	1. Conectar la articulación
		2. Reparar o reemplazar la articulación
		3. Consultar el punto C
		4. Instalar o reemplazar las piezas involucradas
<b>J. CAMBIOS BRUSCOS</b>	<b>CAUSA</b>	1. La articulación del selector manual esta desajustado
		2. Se pegan las válvulas de control
		3. Se pega la válvula del modulador; ajuste del resorte demasiado apretado
		4. El cable del activador del modulador esta torcido o desajustado
	<b>REMEDIO</b>	1. Ajustar la articulación
		2. Reemplazar o reconstruir el conjunto de la válvula
		3. Reparar o reemplazar las válvulas; extraiga el ajuste del resorte
		4. Reemplazar o ajustar el cable del activador
<b>K. ACEITE SECO</b>	<b>CAUSA</b>	1. Falta de cambio del aceite en el intervalo debido.
		2. Calor excesivo.
		3. Falta del embrague.
		4. El filtro de aceite está dañado.
	<b>REMEDIO</b>	1. Cambiar el aceite, instalar un nuevo elemento del filtro.
		2. Consultar el punto H.
		3. Reacondicionar la transmisión.
		4. Reemplazar el filtro.

**Fuente: ATSG. “Manual de Servicio Transmisiones Detroit Diésel Allison series CLT, CLBT 700”.**

**Tabla 20: Mantenimiento correctivo y localización de fallas de la transmisión mecánica Detroit Diésel Allison**

<b>PROBLEMAS A SOLUCIONAR / CAUSAS / REMEDIOS</b>		
<b>L. FUGA DE ACEITE EN ELE EJE DE SALIDA</b>	<b>CAUSA</b>	1.El sello del aceite en la brida de salida está gastado o dañado 2. La brida está gastada en la superficie del sello
	<b>REMEDIO</b>	1. Reemplace el sello 2.Reemplace la brida
<b>M. VELOCIDAD ALTA DE PARO</b>	<b>CAUSA</b>	1. Bajo nivel de aceite
		2. La presión del embrague está demasiado baja
		3. Patina el embrague de avance
		4. Patina el embrague de segunda y marcha atrás
<b>REMEDIO</b>	1. Agregue aceite hasta el nivel debido	
	2. Consulte el punto D	
	3. Reconstruir el embrague de avance	
	4. Reconstruir el embrague de segunda y marcha atrás.	
<b>N. VELOCIDAD BAJA DE PARO</b>	<b>CAUSA</b>	1.El motor no funciona eficientemente (puede ser debido a grandes altitudes) 2. Las piezas del convertidor están rotas
	<b>REMEDIO</b>	1.Consultar el manula del fabricante del motor. 2. Reemplazar el conjunto del convertidor.

**Fuente: ATSG. “Manual de Servicio Transmisiones Detroit Diésel Allison series CLT, CLBT 700”.**

**Tabla 21: Mantenimiento correctivo y localización de fallas de la transmisión mecánica Detroit Diésel Allison**

<b>PROBLEMAS A SOLUCIONAR / CAUSAS / REMEDIOS</b>		
<b>O. EL EMBRAGUE PATINA EN TODAS LAS MARCHAS DE AVANCE.</b>	<b>CAUSA</b>	1. Bajo nivel de aceite
		2. Baja presión principal del embrague
		3. Patina el embrague de avance
		4. Los anillos selladores en el cubo del soporte delantero están gastados o rotos
	<b>REMEDIO</b>	1. Agregar aceite hasta el nivel adecuado
		2. Consultar el punto C
		3. Reconstruir el embrague de avance y reemplazar los anillos selladores del pistón
		4. Reemplazar los anillos selladores
<b>P. EL EMBRAGUE SOLO PATINA EN LAS GAMAS DE SEGUNDA Y MARCHA ATRÁS.</b>	<b>CAUSA</b>	1. Patina el embrague de segunda y marcha atrás
	<b>REMEDIO</b>	1. Reconstruir el embrague y reemplazar los anillos selladores del pistón
<b>Q. EL EMBRAGUE SOLO PATINA EN LAS GAMAS DE TERCERA Y CUARTA.</b>	<b>CAUSA</b>	1. Patina el embrague en la gama en particular
	<b>REMEDIO</b>	1. Reconstruir el embrague y reemplazar los anillos selladores del pistón
<b>R. EL EMBRAGUE SOLO PATINA EN LAS GAMAS DE QUINTA Y MARCHA ATRÁS</b>	<b>CAUSA</b>	1. El embrague patina en quinta
		2. Los anillos selladores en el soporte central están gastados o rotos
	<b>REMEDIO</b>	1. Reconstruir el embrague y reemplazar los anillos selladores
		2. Reemplazar los anillos selladores

**Fuente: Manual de Servicio Transmisiones Detroit Diésel Allison series CLT, CLBT 700**

**Tabla 22: Mantenimiento correctivo y localización de fallas de la transmisión mecánica Detroit Diésel Allison**

<b>PROBLEMAS A SOLUCIONAR / CAUSAS / REMEDIOS</b>		
<b>S. EL VEHÍCULO SE MUEVE EN NEUTRAL</b>	<b>CAUSA</b>	1. La articulación del selector de gamas esta desajustado
		2. El embrague de avance no se desacopla (hacia adelante)
		3. El embrague de quinta no se desacopla (marcha atrás)
	<b>REMEDIO</b>	1. Ajustar la articulación debidamente
		2. Reconstruir el embrague de avance
		3. Reconstruir el embrague de quinta
<b>T. EL ACEITE SE ESCAPA POR EL TUBO LLENADOR</b>	<b>CAUSA</b>	1. La varilla medidora está suelta
		2. El nivel del aceite esta demasiado alto
		3. El respiradero está tapado
		4. La junta de la varilla medidora esta gastada
	<b>REMEDIO</b>	1. Apretar la tapa; reemplazar si fuese necesario
		2. Drenar el aceite hasta el nivel adecuado
		3. Limpiar o reemplazar el respiradero
		4. Reemplazar la junta o la varilla

**Fuente: Manual de Servicio Transmisiones Detroit Diésel Allison series CLT, CLBT 700**

### 3.3.3. GENERADORES

#### GENERADOR STAMFORD<sup>42</sup>

Para los generadores Stamford en particular, pueden incorporarse cuatro tipos de sistema de control de excitación, lo cual implica emplear cuatro tipos diferentes de AVR (Automatic Voltage Regulator). Los sistemas pueden identificarse mediante una combinación de tipo AVR, donde corresponda, y el último dígito de la designación del tamaño del bastidor del alternador. A continuación esta la tabla que muestra las características del alternador seguidamente del subapartado correspondiente:

**Tabla 23: Características del alternador**

DÍGITO	CONTROL DE EXCITACIÓN
6	AVR SX 460
4	AVR AS440
4	AVRSX421
5	CONTROL POR TRANSFORMADOR
3	AVR MX341
3	AVR MX321

**Fuente: Manual STAMFORD de instalación, servicio y mantenimiento de generador con los siguientes prefijos: UCI; UCM; UCD 224 y 274**

<sup>42</sup>STAMFORD; “Manual STAMFORD de instalación, servicio y mantenimiento de generadores con los siguientes prefijos: UCI; UCM; UCD 224 y 274”. [En línea], disponible en: <http://www.cumminsgeneratortechologies.com.cn/www/en/common/pdfs/manuals/uc/uc224-27spanish.pdf>; recuperado: 4 marzo 2014.

## CONTROL DE EXCITACIÓN AVR SX460

**Tabla 24: Mantenimiento correctivo y localización de fallas AVR SX460**

NO EXISTE ACUMULACIÓN DE TENSIÓN AL ARRANCAR EL GRUPO	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar la velocidad.</li><li>2. Comprobar la tensión residual.</li><li>3. Seguir el procedimiento adecuado de prueba de excitación independiente para comprobar el generador y el AVR.</li></ol>
TENSION INESTABLE, TANTO EN VACÍO COMO EN CARGA	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar la estabilidad de la velocidad.</li><li>2. Comprobar la configuración de la estabilidad.</li></ol>
TENSIÓN ALTA, TANTO EN VACÍO COMO EN CARGA	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar la velocidad.</li><li>2. Asegurarse de que la carga del generador no es capacitiva (factor de potencia capacitivo).</li></ol>
TENSION BAJA EN VACÍO	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar la velocidad.</li><li>2. Comprobar la continuidad del puente 1-2 o los conductores de conexión del potenciómetro manual externo.</li></ol>
BAJA TENSIÓN EN CARGA	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar la velocidad.</li><li>2. Comprobar el control de atenuación progresiva de subfrecuencia (UFRO).</li><li>3. Seguir el procedimiento de excitación independiente para comprobar el generador y el AVR.</li></ol>

**Fuente: Manual STAMFORD de instalación, servicio y mantenimiento de generadores con los siguientes prefijos: UCI; UCM; UCD 224 y 274**

## CONTROL DE EXCITACIÓN AVR AS440

**Tabla 25: Mantenimiento correctivo y localización de fallas AVR AS440**

NO EXISTE ACUMULACIÓN DE TENSIÓN AL ARRANCAR EL GRUPO	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar el puente K1-K2 en los bornes auxiliares.</li><li>2. Comprobar la velocidad.</li><li>3. Comprobar la tensión residual.</li><li>4. Seguir el procedimiento de prueba de excitación independiente para comprobar el generador y el AVR.</li></ol>
TENSIÓN INESTABLE, TANTO EN VACÍO COMO EN CARGA	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar la estabilidad de la velocidad.</li><li>2. Comprobar el ajuste de estabilidad.</li></ol>
TENSIÓN ALTA, TANTO EN VACÍO COMO EN CARGA	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar la velocidad.</li><li>2. Asegurarse de que la carga del alternador no es capacitiva.</li></ol>
TENSIÓN BAJA EN VACÍO	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar la velocidad.</li><li>2. Comprobar la continuidad del puente 1-2 o los conductores de conexión del potenciómetro manual externo.</li></ol>
BAJA TENSIÓN EN CARGA	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar la velocidad.</li><li>2. Comprobar el control de atenuación progresiva de subfrecuencia (UFRO).</li><li>3. Seguir el procedimiento de excitación independiente para comprobar el generador y el AVR.</li></ol>

**Fuente: Manual STAMFORD de instalación, servicio y mantenimiento de generadores con los siguientes prefijos: UCI; UCM; UCD 224 y 274**

## CONTROL DE EXCITACIÓN AVR SX421

**Tabla 26: Mantenimiento correctivo y localización de fallas AVR SX421**

<p>NO EXISTE ACUMULACIÓN DE TENSIÓN AL ARRANCAR EL GRUPO</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asegurarse de que el interruptor automático está conectado.</li> <li>2. Comprobar la velocidad.</li> <li>3. Comprobarla tensión residual.</li> <li>4. Seguir el procedimiento de prueba de excitación independiente para comprobar el generador y el AVR.</li> </ol>
<p>TENSIÓN INESTABLE, TANTO EN VACÍO COMO EN CARGA</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar la estabilidad de la velocidad.</li> <li>2. Comprobar la configuración de la estabilidad.</li> </ol>
<p>TENSIÓN ALTA TANTO EN VACÍO COMO EN CARGA</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar la velocidad.</li> <li>2. Comprobar la continuidad del puente 1-2 o los conductores de conexión del potenciómetro manual externo. Comprobar la continuidad de los conductores de conexión 7-8 y P3-P2.</li> <li>3. Asegurarse de que la carga del alternador no es capacitiva.</li> </ol>
<p>TENSIÓN BAJA EN VACÍO</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar la velocidad.</li> <li>2. Comprobar la continuidad del puente 1-2 o los conductores de conexión del potenciómetro manual externo.</li> </ol>
<p>TENSIÓN BAJA EN CARGA</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar la velocidad.</li> <li>2. Comprobar el control de atenuación progresiva de subfrecuencia (UFRO).</li> </ol>
<p>TENSIÓN/VELOCIDAD EXCESIVAS CAÍDA EN MANIOBRA ELÉCTRICA DE CARGA</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar la respuesta de regulador.</li> <li>2. Consultar el manual de instrucciones del grupo electrógeno. Comprobar la configuración del parámetro "DIP".</li> </ol>

**Fuente: Manual STAMFORD de instalación, servicio y mantenimiento de generadores con los siguientes prefijos: UCI; UCM; UCD 224 y 274**

## CONTROL POR TRANSFORMADOR

**Tabla 27: Mantenimiento correctivo y localización de fallas de control por transformador.**

NO EXISTE ACUMULACIÓN DE TENSIÓN AL ARRANCAR EL GRUPO	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar los rectificadores del transformador.</li><li>2. Comprobar si el devanado secundario del transformador está en circuito abierto.</li></ol>
TENSIÓN BAJA	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar la velocidad.</li><li>2. Comprobar el ajuste del entrehierro del transformador.</li></ol>
TENSIÓN ALTA	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar la velocidad.</li><li>2. Comprobar el ajuste del entrehierro del transformador.</li><li>3. Comprobar si el devanado secundario del transformador está en circuito abierto.</li></ol>
TENSIÓN/VELOCIDAD EXCESIVAS CAÍDA EN MANIOBRA ELÉCTRICA DE CARGA	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Comprobar la caída de la velocidad bajo carga.</li><li>2. Comprobar los rectificadores del transformador.</li><li>3. Comprobar el ajuste del entrehierro del transformador.</li></ol>

**Fuente: Manual STAMFORD de instalación, servicio y mantenimiento de generadores con los siguientes prefijos: UCI; UCM; UCD 224 y 274**

Este sistema de control viene identificado por el dígito 5, que es el último dígito del tamaño del bastidor que figura en la paca de características.

El control de excitación viene ajustado de fábrica para la tensión específica mostrada en la placa de características y por tanto, no requiere de ningún ajuste.

## CONTROL DE EXCITACIÓN AVR MX341

**Tabla 28: Mantenimiento correctivo y localización de fallas para AVR MX341**

<p>NO EXISTE ACUMULACIÓN DE TENSIÓN AL ARRANCAR EL GRUPO</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar el puente K1-K2 en los bornes auxiliares.</li> <li>2. Seguir el procedimiento de prueba de excitación independiente para comprobar el generador y el AVR.</li> </ol>
<p>PERDIDA DE TENSIÓN CUANDO EL GRUPO ESTA FUNCIONANDO</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Detener el grupo primero para volver a arrancarlo después. Si no existe tensión, o bien se colapsa al cabo de poco tiempo, seguir el procedimiento de prueba de excitación independiente.</li> </ol>
<p>TENSIÓN DEL GENERADOR DE ALTA SEGUIDA DE COLAPSO</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar los cables de detección conectados al AVR.</li> <li>2. Consultar el procedimiento de prueba de excitación independiente.</li> </ol>
<p>TENSIÓN INESTABLE, TANTO EN CARGA COMO EN VACÍO</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar la estabilidad de la velocidad.</li> <li>2. Comprobar la configuración de estabilidad "STAB".</li> </ol>
<p>TENSIÓN BAJA EN CARGA</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar la velocidad.</li> <li>2. Si es correcta, comprobar la configuración del parámetro UFRO.</li> </ol>
<p>TENSIÓN/VELOCIDAD EXCESIVAS CAÍDA EN MANIOBRA ELÉCTRICA DE CARGA</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar la respuesta del regulador. Consultar el manual de instrucciones del grupo electrógeno. Comprobar la configuración del parámetro "DIP".</li> </ol>
<p>RECUPERACIÓN LENTA AL CONMUTAR LA CARGA</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar la respuesta del regulador. Consultar el manual de instrucciones del grupo electrógeno.</li> </ol>

**Fuente: Manual STAMFORD de instalación, servicio y mantenimiento de generadores con los siguientes prefijos: UCI; UCM; UCD 224 y 274**

**Tabla 29: Bornes de selección de Frecuencia**

<b>BORNES DE SELECCIÓN DE FRECUENCIA</b>	
4 POLOS DE 50 HZ	PUENTE 2 – 3
4 POLOS DE 50 HZ	PUENTE 1 – 3
BORNES DE SELECCIÓN DE ESTABILIDAD UC22	PUENTE A – C
BORNES DE SELECCIÓN DE ESTABILIDAD UC27	PUENTE B – C
PUENTE DE INTERRUPCIÓN DE EXCITACIÓN	K1 y K2
BORNES DE SELECCIÓN DE DETECCIÓN	PUENTE 2 – 3
	PUENTE 4 – 5
	PUENTE 6 - 7

**Fuente: Manual STAMFORD de instalación, servicio y mantenimiento de generadores con los siguientes prefijos: UCI; UCM; UCD 224 y 274**

**CONTROL DE EXCITACIÓN AVR MX 321**

**Tabla 30: Mantenimiento correctivo y localización de fallas AVR MX321**

NO EXISTE ACUMULACIÓN DE TENSIÓN AL ARRANCAR EL GRUPO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar el puente K1-K2 en los bornes auxiliares.</li> <li>2. Seguir el procedimiento de prueba de excitación independiente para comprobar el generador y el AVR.</li> </ol>
LA TENSIÓN SE ACUMULA CON DEMASIADA LENTITUD	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar la configuración del potenciómetro de la rampa.</li> </ol>
PÉRDIDA DE TENSIÓN CUANDO EL GRUPO ESTA EN FUNCIONAMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Detener el grupo primero para volver a arrancarlo después. Si no existe tensión, o bien se colapsa al cabo de poco tiempo, seguir el procedimiento de prueba de excitación independiente.</li> </ol>
TENSIÓN DEL GENERADOR DE ALTA SEGUIDA DE COLAPSO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar los cables de detección conectados al AVR.</li> <li>2. Consultar el procedimiento de prueba de excitación independiente.</li> </ol>

TENSIÓN INESTABLE, TANTO EN CARGA COMO EN VACÍO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar la estabilidad de la velocidad.</li> <li>2. Comprobar la configuración de estabilidad "STAB".</li> </ol>
TENSIÓN BAJA DE CARGA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar la velocidad.</li> <li>2. Comprobar el control de atenuación progresiva de subfrecuencia (UFRO).</li> </ol>
TENSIÓN/VELOCIDAD EXCESIVAS CAÍDA EN MANIOBRA ELÉCTRICA DE CARGA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar la respuesta del regulador. Consultar el manual de instrucciones del grupo electrógeno. Comprobar la configuración del parámetro "DIP".</li> </ol>
RECUPERACIÓN LENTA AL CONMUTAR LA CARGA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar la respuesta del regulador. Consultar el manual de instrucciones del grupo electrógeno. Comprobar el ajuste de la función "DWELL".</li> </ol>

**Fuente: Manual STAMFORD de instalación, servicio y mantenimiento de generadores con los siguientes prefijos: UCI; UCM; UCD 224 y 274**

**Tabla 31: Conexiones del puente MX321**

<b>CONEXIONES DEL PUENTE MX321</b>	
<b>BORNES DE SELECCIÓN DE FRECUENCIA</b>	
Funcionamiento con 4 polos a 50 Hz	PUENTE 2 – 3
Funcionamiento con 4 polos a 60 Hz	PUENTE 1 – 3
Bornes de selección de estabilidad UC22	PUENTE A – B
Bornes de selección de estabilidad UC27	PUENTE B – C
Puente de interrupción de excitación	K1 y K2

**Fuente: Manual STAMFORD de instalación, servicio y mantenimiento de generadores con los siguientes prefijos: UCI; UCM; UCD 224 y 274**

## **COMPROBACION DE LA TENSION RESIDUAL**

- Este procedimiento se aplica a generadores equipados con el AVR SX460 o SX440 o SX421.
- Con el grupo electrógeno en reposo, retirar la cubierta de acceso del AVR y los conductores X y XX del AVR.
- Arrancar el grupo electrógeno y medir la tensión entre los bornes del 7-8 en el AVR SX460 o P2-P3 en el AVR SX440 o SX421.
- Detener el grupo y sustituir los conductores de conexión X y XX de los bornes del AVR. Si la tensión medida estaba por encima de 5 Voltios, el generador debería funcionar con normalidad.
- Si la tensión medida era inferior a 5 Voltios, aplicar el siguiente procedimiento:
- Utilizando una batería de 12 V CC como fuente de alimentación, conectar los conductores del negativo de la batería al borne XX del AVR y del positivo de la batería, a través de un diodo, al borne X del AVR.
- Rearrancar el grupo y observe la tensión de salida del estator principal, debiendo esta ser aproximadamente la tensión nominal, o la tensión en los bornes 7 y 8 del AVR en el tipo SX460, en los bornes P2-P3 en el tipo SX440 o SX421, que debería estar comprendida entre 170 y 250 Voltios.
- Detener el grupo y desembornar la alimentación desde la batería en los bornes X y XX. Rearrancar el grupo. Posteriormente el generador debería funcionar con normalidad. Si no hay presencia de tensión, puede suponerse que existe una falta bien sea en los circuitos del alternador o en los del AVR.

## **PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE EXCITACIÓN INDEPENDIENTE**

Los devanados del alternador, el conjunto de diodos giratorios y el AVR pueden comprobarse por los procedimientos, tales como:

- Comprobación del generador de imanes permanentes (PMG).
- Comprobación de los devanados giratorios del generador y de los diodos giratorios.
- Tensiones equilibradas en los bornes principales.
- Tensiones no equilibradas en los bornes principales.

Además se debe tener en cuenta que la tensión en los bornes P2, P3 y P4 del AVR deberán estar dentro de los siguientes intervalos:

- Generadores de 50 Hz: 170 – 180 Voltios
- Generadores de 60 Hz: 200 – 216 Voltios

## **PRUEBA DE CONTROL DE EXCITACIÓN**

Este procedimiento permite realizar una prueba de función de todos los tipos de AVR:

1. Retirar los cables de campo de excitación F1 y F2 (X y XX) de los bornes F1 y F2 (X y XX) del AVR.
2. Conectar una bombilla de 60 W-240 V a los bornes F1 y F2 (X y XX) del AVR.
3. Gire el potenciómetro de control de tensión del AVR en el sentido de las agujas del reloj hasta que haga tope.
4. Conectar una fuente de alimentación de CC de 12 V – 1.0 A a los cables de campo de excitación F1 y F2 (X y XX) con X (F1) en el positivo.
5. Arrancar el grupo electrógeno y mantenerlo en funcionamiento a velocidad nominal.
6. Comprobar que la tensión de salida del alternador se encuentra dentro de un intervalo de  $\pm 10\%$  de la tensión nominal.

Las tensiones en los bornes 7 – 8 en el AVR tipo SX460 o en el tipo SX421 deben estar comprendidas entre 170 y 250 voltios. Si la tensión de salida del generador es correcta pero la tensión en 7 – 8 (o P2 - P3) es baja, comprobar los cables y las conexiones auxiliares de los bornes principales.

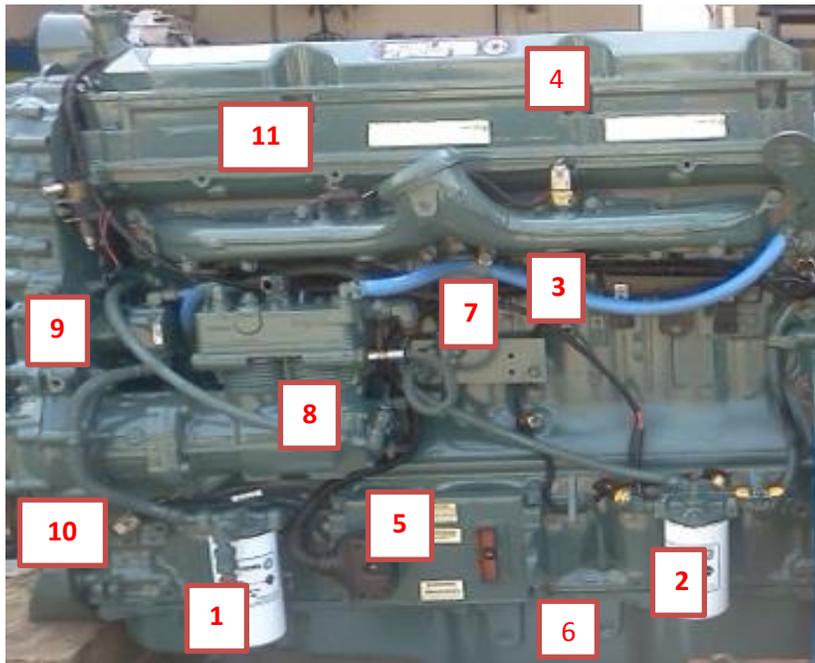
La lámpara conectada entre X y XX debe encenderse. En el caso de los tipos de AVR SX460, SX440 y SX421, la lámpara debe encenderse permanentemente. En el caso de los AVR MX341 y MX321, la lámpara debería encenderse durante aproximadamente 8 segundos y luego apagarse. Si no es así, existe una avería en el circuito de protección y debe sustituirse el AVR. Al girar el potenciómetro de control de tensión "VOLTS" en el sentido contrario al de las agujas del reloj, hasta que haga tope, debería apagarse la bombilla en todos los tipos de AVR.

De no ser útil todo lo anteriormente mencionado, es porque existe una avería en el AVR y debe sustituirse de manera inmediata.

## 4. INSPECCION Y LISTA DE CHEQUEO

### 4.1 MOTORES

LISTA DE CHEQUEO			
EMPRESA CONTRATISTA:		MECANICO:	
TOOL PUSHER:		NOMBRE DEL EQUIPO:	
COMPANY MAN:		FECHA: / /	RIG No.
Para la elaboración de esta lista de chequeo se han tomado las siguientes normas aplicables dentro de la industria: (ASTM D975) / (ASTM D6751) / (ASTM D7467) / (ASTM D6210) / (API 7B – 11C) / (API 7C – 11F)			Marcar con una X el carácter apropiado a partir de los resultados de la inspección.
<b>NOMENCLATURA DE LAS CONSIDERACIONES</b>	A	Adecuado	
	I	Inadecuado	
	NA	No aplica	
	●	Consideración de obligatorio cumplimiento para el inicio de operaciones	
<b>MOTOR DETROIT DIÉSEL</b>			



1. Filtro de aceite
2. Filtro de combustible
3. Manguera del compresor
4. Tapa de culata
5. MCM (motor module control)
6. Carter
7. Varilla de nivel de aceite
8. Compresor
9. Bomba de combustible
10. Bomba de aceite
11. Culata

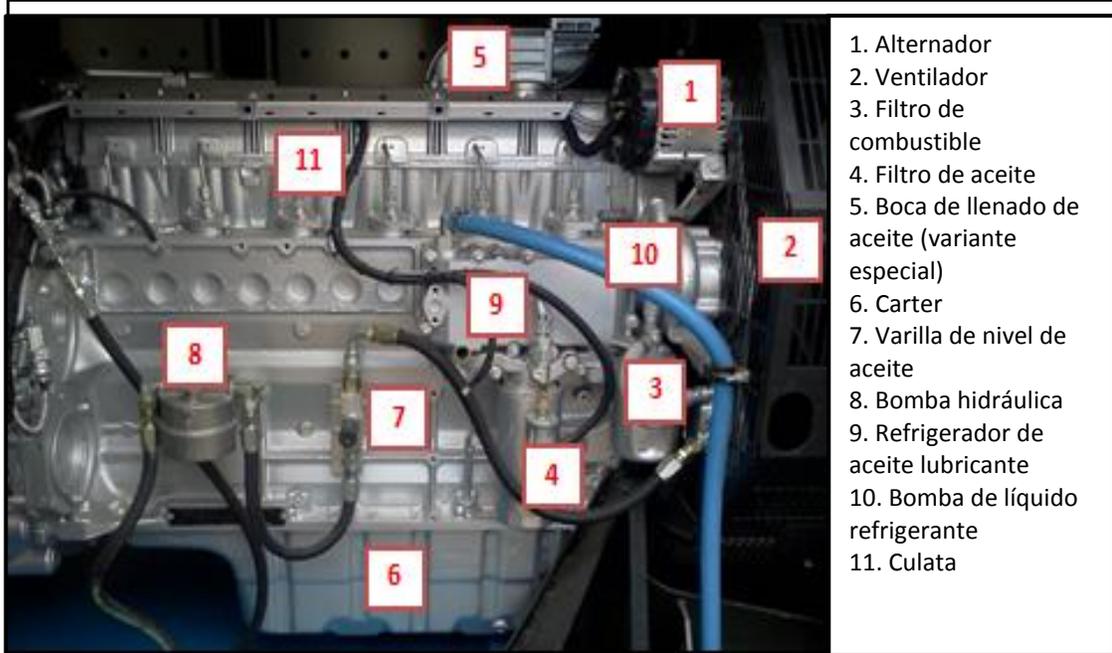
DESCRIPCION	A	I	NA	●	OBSERVACIONES
Inspección visual del motor, en busca de abolladuras o golpes					
Verificar minutos posteriores al encendido, anomalías auditivas o ruidos anormales					
Verificar el nivel de líquido refrigerante del radiador					
Verificar el nivel de aceite del motor					
Verificar el nivel de combustible					
Verificar el estado del combustible (presencia de residuos de metal o sedimentos)					
Lectura del manómetro de temperatura					
Lectura del manómetro de presión de aceite					
Lectura del manómetro de presión de aire en el compresor					
Lectura del manómetro del amperaje (alternador)					
Lectura del manómetro de presión hidráulico					
Lectura del MCM (módulo de control del motor)					
Revisión del sistema de cableado del motor					
Verificar si existen fugas en las mangueras de aceite, combustible, aire y líquido refrigerante					
Verificar si existen fugas en el sistema hidráulico					

Verificar el nivel del líquido de las baterías				
Verificar el estado los bornes de la baterías				
Inspección visual de poleas y correas				
Estado de los tableros (electrónico o mecánico)				
Inspección visual de los humos de escape				
Lectura de manómetro de vacío del blower (Motores de dos tiempos)				
Lectura de la presión de combustible del motor				
Lectura de la temperatura de combustible del motor				
Verificar el estado del radiador, en busca de abolladuras o suciedad				

## LISTA DE CHEQUEO

<b>EMPRESA CONTRATISTA:</b>		<b>MECANICO:</b>		
<b>TOOL PUSHER:</b>		<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>		
<b>COMPANY MAN:</b>		<b>FECHA:</b> /    /	<b>RIG No.</b>	
Para la elaboración de esta lista de chequeo se han tomado las siguientes normas aplicables dentro de la industria: (ASTM D975) / (ASTM D6751) / (ASTM D7467) / (ASTM D6210) / (API 7B – 11C) / (API 7C – 11F)			<b>Marcar con una X el carácter apropiado a partir de los resultados de la inspección.</b>	
<b>NOMENCLATURA DE LAS CONSIDERACIONES</b>	A	Adecuado		Nota: Si el carácter observado en la inspección es <b>INADECUADO</b> se debe dar una explicación pertinente y posteriormente se debe corregir
	I	Inadecuado		
	NA	No aplica		
	●	Consideración de obligatorio cumplimiento para el inicio de operaciones		

### MOTOR DEUTZ



1. Alternador
2. Ventilador
3. Filtro de combustible
4. Filtro de aceite
5. Boca de llenado de aceite (variante especial)
6. Carter
7. Varilla de nivel de aceite
8. Bomba hidráulica
9. Refrigerador de aceite lubricante
10. Bomba de líquido refrigerante
11. Culata

DESCRIPCION	A	I	NA	●	OBSERVACIONES
Inspección visual del motor, en busca de abolladuras o golpes					

Verificar minutos posteriores al encendido, anomalías auditivas o ruidos anormales					
Verificar el nivel de líquido refrigerante del radiador					
Verificar el nivel de aceite del motor					
Verificar el nivel de combustible					
Verificar el estado del combustible (presencia de residuos de metal o sedimentos)					
Lectura del manómetro de temperatura					
Lectura del manómetro de presión de aceite					
Lectura del manómetro de presión de aire en el compresor					
Lectura del manómetro del amperaje (alternador)					
Lectura del manómetro de presión hidráulica					
Verificar el reporte mostrado por el módulo de control electrónico					
Revisión del sistema de cableado del motor					
Verificar si existen fugas en las mangueras de aceite, combustible, aire y líquido refrigerante					
Verificar si existen fugas en el sistema hidráulico					
Verificar el nivel del líquido de las baterías					

Verificar el estado los bornes de la baterías					
Inspección visual de poleas y correas					
Estado de los tableros (electrónico o mecánico)					
Inspección visual de los humos de escape					
Verificar el estado del radiador, en busca de abolladuras y suciedad					
Lectura de la frecuencia, amperaje, voltaje y Kilovatios consumidos (módulo de control electrónico)					

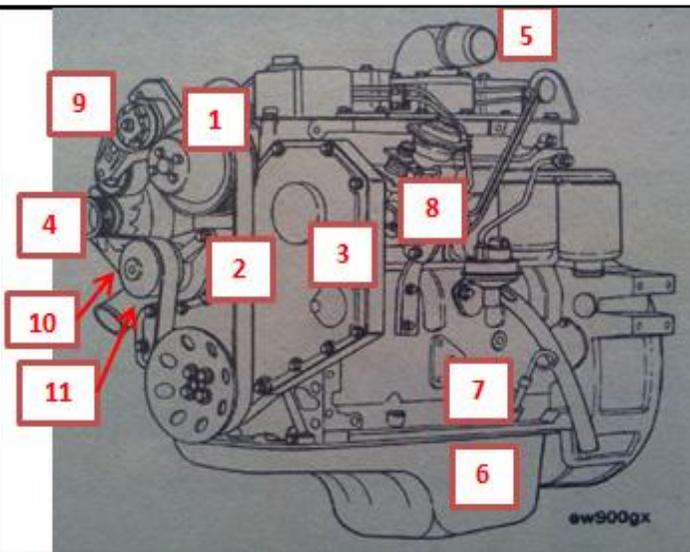
## LISTA DE CHEQUEO

<b>EMPRESA CONTRATISTA:</b>	<b>MECANICO:</b>
<b>TOOL PUSHER:</b>	<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>
<b>COMPANY MAN:</b>	<b>FECHA:</b> /    / <b>RIG No.</b>

Para la elaboración de esta lista de chequeo se han tomado las siguientes normas aplicables dentro de la industria: (ASTM D975) / (ASTM D6751) / (ASTM D7467) / (ASTM D6210) / (API 7B – 11C) / (API 7C – 11F)	<b>Marcar con una X el carácter apropiado a partir de los resultados de la inspección.</b>
--	--

<b>NOMENCLATURA DE LAS CONSIDERACIONES</b>	A	Adecuado	Nota: Si el carácter observado en la inspección es INADECUADO se debe dar una explicación pertinente y posteriormente se debe corregir
	I	Inadecuado	
	NA	No aplica	
	●	Consideración de obligatorio cumplimiento para el inicio de operaciones	

### MOTOR CUMMINS

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Polea del ventilador</li> <li>2. Correas de polea</li> <li>3. Tapa de cubierta de piñonería</li> <li>4. Alternador</li> <li>5. Exosto para gases de escape</li> <li>6. Carter</li> <li>7. Varilla de nivel de aceite</li> <li>8. Compresor</li> <li>9. Tensionador de correas automático</li> <li>10. Bomba de agua</li> <li>11. Salida de agua</li> </ol>
--	--

DESCRIPCION	A	I	NA	●	OBSERVACIONES
Inspección visual del motor, en busca de abolladuras o golpes					
Verificar minutos posteriores al encendido, anomalías auditivas o ruidos anormales					

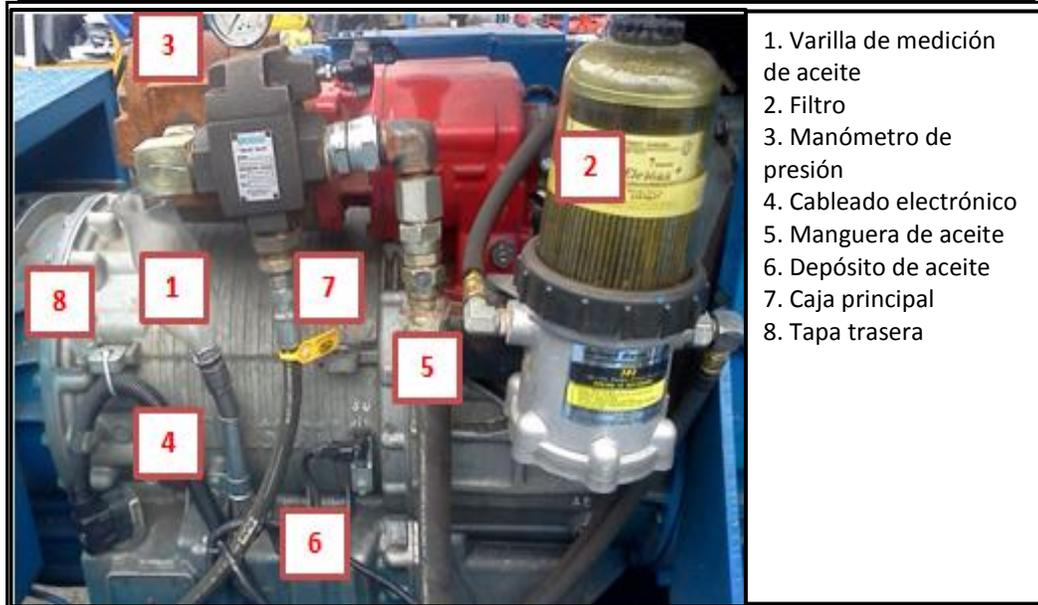
Verificar el nivel de líquido refrigerante del radiador					
Verificar el nivel de aceite del motor					
Verificar el nivel de combustible					
Verificar el estado del combustible (presencia de residuos de metal o sedimentos)					
Lectura del manómetro de temperatura					
Lectura del manómetro de presión de aceite					
Lectura del manómetro de presión de aire en el compresor					
Lectura del manómetro del amperaje (alternador)					
Lectura del manómetro de presión hidráulico					
Revisión del sistema de cableado del motor					
Verificar si existen fugas en las mangueras de aceite, combustible, aire y líquido refrigerante					
Verificar si existen fugas en el sistema hidráulico					
Verificar el nivel del líquido de las baterías					
Verificar el estado los bornes de la baterías					
Inspección visual de poleas y correas					

Estado de los tableros (electrónico o mecánico)					
Inspección visual de los humos de escape					
Verificar el estado del radiador, en busca de abolladuras y suciedad					

## 4.2. TRANSMISIONES

LISTA DE CHEQUEO				
EMPRESA CONTRATISTA:		MECANICO:		
TOOL PUSHER:		NOMBRE DEL EQUIPO:		
COMPANY MAN:		FECHA: / /		RIG No.
Para el manejo y funcionamiento de las trasmisiones, de deberán tomar en cuenta las especificaciones y recomendaciones dadas por el fabricante, para el desarrollo correcto y eficaz de las operaciones establecidas.				Marcar con una X el carácter apropiado a partir de los resultados de la inspección.
NOMENCLATURA DE LAS CONSIDERACIONES	A	Adecuado		Nota: Si el carácter observado en la inspección es INADECUADO se debe dar una explicación pertinente y posteriormente se debe corregir
	I	Inadecuado		
	NA	No aplica		
	●	Consideración de obligatorio cumplimiento para el inicio de operaciones		

### TRANSMISION DETROIT DIESEL ALLISON

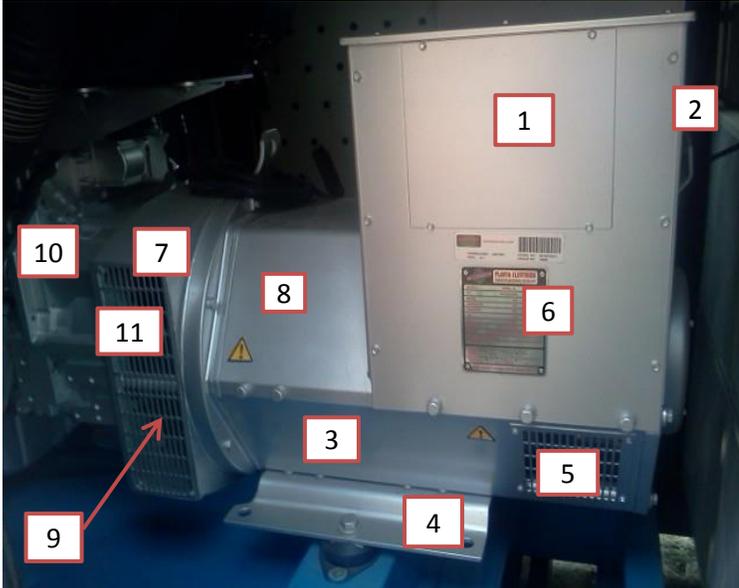


1. Varilla de medición de aceite
2. Filtro
3. Manómetro de presión
4. Cableado electrónico
5. Manguera de aceite
6. Depósito de aceite
7. Caja principal
8. Tapa trasera

DESCRIPCION	A	I	NA	●	OBSERVACIONES
Inspección visual de la transmisión,					

en busca de abolladuras o golpes					
Verificar minutos posteriores al encendido, anomalías auditivas o ruidos anormales					
Verificar el nivel de aceite de la transmisión					
Verificar el estado del aceite de la transmisión en busca de residuos de metal o sedimentos					
Lectura del manómetro de temperatura de aceite					
Lectura del manómetro de presión de aceite					
Revisión del sistema de cableado de la transmisión					
Verificar la presión de fijación de los paquetes de disco					
Verificar la presión de lubricación de la transmisión					
Verificar el estado del respiradero (abolladuras y suciedad)					

### 4.3. GENERADORES

LISTA DE CHEQUEO					
EMPRESA CONTRATISTA:			MECANICO:		
TOOL PUSHER:			NOMBRE DEL EQUIPO:		
COMPANY MAN:			FECHA: / /		RIG No.
Para la elaboración de esta lista de chequeo se han tomado las siguientes normas aplicables dentro de la industria: (API RP 54) / (API RP 56) / Manual del generador Stamford				Marcar con una X la consideración adecuada a partir de los resultados de la inspección.	
<b>NOMENCLATURA DE LAS CONSIDERACIONES</b>	A	Adecuado		Nota: Si la consideración observada en la inspección es un INADECUADO se debe dar una explicación pertinente y posteriormente se debe corregir	
	I	Inadecuado			
	NA	No aplica			
	●	Consideración de obligatorio cumplimiento para el inicio de operaciones			
<b>GENERADOR STAMFORD</b>					
				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caja de Bornes</li> <li>2. Cubierta de acceso del AVR</li> <li>3. Cubierta inferior del bastidor</li> <li>4. Pata de apoyo</li> <li>5. Cubierta de entrada de aire</li> <li>6. Cubierta superior del bastidor</li> <li>7. Adaptador de soporte/motor DE</li> <li>8. Pantalla lado de accionamiento</li> <li>9. Ventilador</li> <li>10. Acople del motor</li> <li>11. Especificaciones del generador</li> </ol>	
<b>DESCRIPCION</b>	A	I	NA	●	<b>OBSERVACIONES</b>
Inspección visual del generador en busca de abolladuras o golpes					
Manual, programa y registro de mantenimiento					
Puesta a tierra					

Cables en buen estado, bien ubicados y protegidos					
Tomas eléctricos no utilizados debidamente cubiertos					
Caja de interruptores con tapa					
Conexiones aplicadas para la clasificación del área					
Identificación de interruptores y controles					
Piso de caucho / tapete dieléctrico en CCM					
Matachispas en exostos					
Extintor en el área adecuada para fuego eléctrico					
Puertas de acceso debidamente aseguradas					
Señales @ caseta de generadores:					
- No fumar					
- Autoarranque					
- Protección auditiva					
- Riesgo eléctrico / Alto voltaje					
Verificar minutos posteriores al encendido, anomalías auditivas o ruidos anormales					
Funcionamiento del ventilador					
Lectura del manómetro de temperatura					
Sin fugas de aceite o combustible					
Estado de los devanados					
Estado de los rodamientos					
Condiciones de los filtros de aire					

## CONCLUSIONES

- Con el diseño y elaboración de un compendio técnico de mantenimiento preventivo e inspección del sistema de potencia de equipos de workover se genera un mayor control y supervisión para los motores, generadores y transmisiones de la empresa Varisur y Compañía Ltda.
- Se desarrolló la metodología para la inspección de los motores, generadores y transmisiones basadas en las normas internacionales API y ASTM, siendo los entes encargados de la certificación para el gremio petrolero en Colombia.
- La información es una herramienta fundamental para realizar este tipo de estudio ya que en el medio y en la empresa no existe mucha bibliografía de los equipos.
- Las tablas de mantenimiento preventivo son herramientas fundamentales para el correcto funcionamiento y durabilidad de los equipos del sistema del sistema de potencia, teniendo en cuenta que dichos equipos son el eje en el que se fundamentan todas las operaciones desarrolladas por los equipos de Workover.
- Los procedimientos para ejecutar un mantenimiento correctivo son vitales a la hora de poner nuevamente en funcionamiento un equipo del sistema de potencia que se encontraba averiado. Un procedimiento correctamente ejecutado reduce el tiempo en el que una operación se encuentra detenida, lo que traduce una reducción de pérdidas económicas.
- Las listas de chequeo son una herramienta muy útil porque permiten instruir acerca del cuidado, inspección y mantenimiento de los equipos del sistema de potencia y a su vez facilitan la comprensión de los procedimientos involucrados.

## RECOMENDACIONES

- En el compendio técnico del mantenimiento e inspección de los equipos de potencia para los equipos de workover en Varisur y Compañía Ltda. son el inicio de la gestión de mantenimiento en el proceso que se encuentra la empresa, por lo tanto el desarrollo de este, está condicionado a cambios en la frecuencia de sus tareas y supervisión.
- Se debe tener en cuenta que algunos procedimientos desarrollados, tanto en mantenimiento preventivo, como en mantenimiento correctivo, pueden variar tanto en su frecuencia de aplicación como en su modo de aplicación, debido al uso o desgaste de las partes mecánicas que componen un equipo del sistema de potencia, por tanto dichos parámetros serán aplicados a juicio del mecánico o trabajador encargado del mantenimiento.
- Generar una cultura de correcta aplicación de los procedimientos de mantenimiento en la empresa, para aumentar el rendimiento de los equipos y reducir pérdidas económicas para la empresa.
- Continuar realizando más trabajos de este tipo, ya que son de gran beneficio, tanto para la empresa involucrada, como para la Universidad Surcolombiana.

## BIBLIOGRAFIA

Aficionadosalamecánica.com. “Transmisión”. [En línea], disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.com/transmisiones.htm>; recuperado: 07 junio 2014.

Arias-paz Guitipan, Manuel. “Manual de automóviles”. Edición No. 52. CIE inversiones editoriales, 2006.

ATSG. “Manual de Servicio Transmisiones Detroit Diésel Allison series CLT, CLBT 700”. [s.a.].

Betodiesel.blogspot.com. “Mantenimiento diésel”. [En línea], disponible en: [http://betodiesel.blogspot.com/2010\\_07\\_01\\_archive.html](http://betodiesel.blogspot.com/2010_07_01_archive.html); recuperado: 07 junio 2014.

Blogspot. “Mecánica Diésel”. [En línea], disponible en: <http://mecanicadiesellive.blogspot.com/>; recuperado: 22 febrero 2014.

CRAWFORD. “Descripción de los órganos más importantes que integran un motor diésel y material de que están contruidos”. [En línea], disponible en: [http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20\(1998\).%20Plastics%20Engineering%20\(3rd%20ed.\)/carro%D0%B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf](http://187.141.81.212/biblioteca/LibrosMaquinas/CRAWFORD,%20R.%20J.%20(1998).%20Plastics%20Engineering%20(3rd%20ed.)/carro%D0%B4ero/PARTES%20FUNDAMENTALES%20DE%20UN%20MOTOR%20DIESEL.pdf); recuperado: 28 febrero 2014.

Detroit Diésel Corporation. “Manual de Operación de Motores Detroit Diésel series 60 DD4”. 2007.

Ecopetrol. “Relación de equipos y herramientas mínimos – Equipo 350 HP”. [En línea], disponible en: [http://www.ecopetrol.com.co/documentos/54198\\_ANEXO\\_3\\_RELACION\\_DE\\_EQUIPOS\\_Y\\_HTAS\\_MINIMOS\\_350\\_HP\\_CA%C3%91O\\_SUR.pdf](http://www.ecopetrol.com.co/documentos/54198_ANEXO_3_RELACION_DE_EQUIPOS_Y_HTAS_MINIMOS_350_HP_CA%C3%91O_SUR.pdf); recuperado: 10 de Marzo 2014.

FIERROS CLASICOS. “El motor diésel 4 tiempos”. [En línea], disponible en: <http://www.fierrosclasicos.com/el-motor-diesel-4-tiempos/>; recuperado 07 junio 2014.

FRACO S.A.S. “Manual de torque y puesta a punto”. [En línea], disponible en: <http://www.fraco.com.co/torques.php>; recuperado: 25 febrero 2014.

Geocities. “Bloque Motor”. [En línea], disponible en: <http://www.geocities.ws/mecanicainacap/bloque.html>; recuperado: 07 junio 2014.

ISSUU. “Perforación de pozos de petróleos”. [En línea], disponible en: [http://issuu.com/biliovirtual/docs/perforacion\\_de\\_pozos\\_de\\_petroleo](http://issuu.com/biliovirtual/docs/perforacion_de_pozos_de_petroleo); recuperado: 18 de febrero 2014.

KMPH. “El árbol de levas, funcionamiento y aplicación en el vehículo”. [En línea], disponible en: <http://www.kmph.es/el-arbol-de-levas-funcionamiento-y-aplicacion-en-el-vehiculo/>; recuperado: 22 febrero 2014.

Leeming, D.J. & Howarth, M. “El motor del automóvil, conocimientos básicos”. Marcombo, México, 1988.

Pal Skalle. “Drilling Fluid Engineering”. [En línea], disponible en: <http://ebooksforexcellence.files.wordpress.com/2012/10/drilling-fluid-engineering.pdf>; recuperado: 20 febrero 2014.

Rayo Muñoz, Mario E. & Ospina Rojas, Jairo E. Diseño y elaboración de un plan de directrices de mantenimiento preventivo e inspección del sistema de levantamiento de equipos de workover. Trabajo de grado Ingeniería de petróleos, Neiva, Universidad Surcolombiana. 2014. p. 30.

Ruddock, John. Deutz AG Service-Technik, “Manual de instrucciones motores 1012 y 1013”. England. [s.a.].

SAPIENSMAN. “Conceptos básicos de neumática e hidráulica”. [En línea], disponible en: [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica9.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica9.htm); recuperado: 07 junio 2014

SENA. “Concepto sobre el motor diésel”. [En línea], disponible en: <https://sites.google.com/a/misena.edu.co/aprendiendo-mecanica-diesel/concepto-sobre-motor-diesel>; recuperado: 18 de febrero 2014.

STAMFORD; “Manual STAMFORD de instalación, servicio y mantenimiento de generadores con los siguientes prefijos: UCI; UCM; UCD 224 y 274”. [En línea], disponible en: <http://www.cumminsgeneratortechnologies.com.cn/www/en/common/pdfs/manuals/uc/uc224-27spanish.pdf>; recuperado: 4 marzo 2014.

Zeal Environmental Technologies Limited. "Oil, wáter based mud and drill cutting management. [En línea], disponible en: <http://www.zealenvironmental.com/services/oil-based-mud/>; recuperado 07 junio 2014

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
<b>CÓDIGO</b>	AP-BIB-FO-07	<b>VERSIÓN</b>	1	<b>VIGENCIA</b>	2014	<b>PÁGINA</b>	1 de 4

**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:**

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
GONZALEZ CORTES	JUAN CAMILO
MANRIQUE CALDERON	MARCOS ALBERTO

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
VARGAS CASTELLANOS	CONSTANZA

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
PARRA OLIVERA	DIEGO FERNANDO

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** INGENIERO DE PETROLEOS

**FACULTAD:** FACULTAD DE INGENIERIA

**PROGRAMA O POSGRADO:** PRGRAMA DE INGENIERIA DE PETROLEOS

**CIUDAD:** NEIVA

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2014

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 178

**TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):**

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>				  		
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
<b>CÓDIGO</b>	AP-BIB-FO-07	<b>VERSIÓN</b>	1	<b>VIGENCIA</b>	2014	<b>PÁGINA</b>	2 de 4

Diagramas\_\_\_ Fotografías\_\_\_ Grabaciones en discos\_\_\_ Ilustraciones en general\_\_\_ Grabados\_\_\_ Láminas\_\_\_  
 Litografías\_\_\_ Mapas\_\_\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_\_\_ Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_ Tablas o Cuadros\_\_\_

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Mantenimiento	Maintenace	6. Transmisiones	Transimissions
2. Inspección	Inspection	7. Workover	Workover
3. Fallas_equipos	Equipment_failures	8. Compendio	Compendium
4. Motores_diésel	Diesel_Engines	9. Lista_chequeo	Check_list
5. Generadores	Generators	10. Sistema_potencia	Power_system

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

La eficiencia en el trabajo de una torre de workover, depende de la eficiencia individual de cada una de sus partes que la componen, así como todo tiende a acabarse o deteriorarse, estos equipos a raíz del continuo y permanente uso que se les da, corren el mismo riesgo, la clave radica en el tiempo en el que estos equipos sean considerados defectuosos y obsoletos; es por esto que existen los manuales de inspección y mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, los cuales son una guía, que le permite a las empresas, de acuerdo a las condiciones de uso, que propendan un trabajo eficiente y más prolongado, y prevenir pérdidas económicas para la empresa, ya que si un elemento del conjunto de la torre falla, los demás podrían no operar. Regido por normas que supervisan y estandarizan estos procedimientos de seguimiento, mantenimiento y operaciones, que estarán acorde a las normas ambientales y recomendaciones dadas por el fabricantes.

Es fundamental el conocimiento de los procesos actuales regidos a partir de las normatividades concernientes a las técnicas de mantenimiento e inspección del sistema de potencia de equipos de workover, por ello se acude a los parámetros obtenidos a partir de éstas, los cuales se deben verificar

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>				  		
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
<b>CÓDIGO</b>	AP-BIB-FO-07	<b>VERSIÓN</b>	1	<b>VIGENCIA</b>	2014	<b>PÁGINA</b>	3 de 4

permanentemente para tener una confiabilidad de la herramienta y cumplir con estándares de fabricantes para obtener un desempeño eficiente

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

The work efficiency of workover tower depends on the individual efficiency of each of its component parts as well as everything tends to run out or deteriorate, these equipment following the continuous and permanent use are given, are the same risk, the key lies in the time that these equipment are considered defective or obsolete; is why there are inspection and preventive manuals, predictive and corrective maintenance, which are a guide, which allows companies, according to the terms of use, which foster an efficient and longer work, and prevent losses economic for the company, because if one element of the tower fails, the others could not operate. Governed by rules that supervise and standardize these procedures for monitoring, maintenance and operations, will be according to environmental standards and recommendations given by the manufacturer.

It is essential knowledge of current processes falls from the normativities regarding technical maintenance and inspection of the power system of workover rigs, so we turn to the parameters obtained from them, which must constantly verify to have a reliable tool and accomplish with the manufacturers standards for efficient performance.



## GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

4 de 4

### APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: *Constanza Vargas Castellanos*

Firma: *Constanza Vargas Castellanos*

Nombre Jurado: *Luis Humberto Ordoz*

Firma: *[Signature]*

Nombre Jurado: *Hector Enrique Sanchez*

Firma: *[Signature]*