

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-05	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2

Neiva, 11 de marzo de 2014

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Andrés Leonardo Valenzuela Buyucue, con C.C. No. 1.075.263.514,

Luis Hernán Muñoz Montes, con C.C. No. 1.083.892.156,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

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

titulado___ “GUIA DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE LOS PRINCIPALES MOTORES PARA LOS EQUIPOS DE PERFORACION TERRESTRES OPERANDO EN COLOMBIA” _____
presentado y aprobado en el año __2014__ como requisito para optar al título de

__Ingeniero 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.

- 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.

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-05	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 2

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:

Andrés Leonardo Valenzuela Buyucue

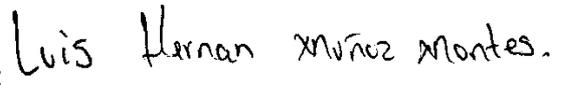
EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Luis Hernán Muñoz Montes

Firma:



Firma:



	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						  
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 3

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: “GUIA DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE LOS PRINCIPALES MOTORES PARA LOS EQUIPOS DE PERFORACION TERRESTRES OPERANDO EN COLOMBIA”

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Valenzuela Buyucue	Andrés Leonardo
Muñoz Montes	Luis Hernán

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

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero de Petróleos

FACULTAD: De Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería de Petróleos

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2014 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 111

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 3

Diagramas_X_ Fotografías_X_ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general_X_ Grabados___ Láminas___ Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros_X_

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. __Motor____	___Engine___	6. _____	_____
2. __Inspección__	___Inspection_	7. _____	_____
3. _Mantenimiento	_Maintenance	8. _____	_____
4. __Taladros___	___Drills_____	9. _____	_____
5. __Fallas____	___Failure____	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Esta guía de inspección y mantenimiento de los principales motores está diseñada para que al ser estudiada por cualquier persona, pueda generar un conocimiento básico del funcionamiento de los motores diésel, seguidamente las precauciones que se deben tener al realizar una inspección tanto en operación como en paro y qué hacer con los desechos que generan los motores mientras están en operación, un capítulo fue diseñado exclusivamente para el tema de cómo realizar una buena inspección y un buen mantenimiento teniendo en cuenta las respectivas horas de uso del motor, como también que procedimiento se debe realizar si estos motores presentan alguna falla.

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						  
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 3

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

This guide inspection and maintenance of the main engine is designed so that when studied by anyone, can generate a basic working knowledge of diesel engines, then the precautions to be taken to carry out an inspection in both operation and stop and what to do with the waste generated by the engines while in operation, a chapter was designed exclusively for the issue of how to perform a good inspection and proper maintenance taking into account the respective hours of engine use, as well as that procedure should performed if these engines have a failure.

APROBACION DE LA TESIS

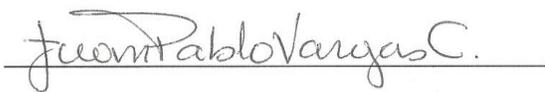
Nombre Presidente Jurado: Constanza Vargas Castellanos

Firma: 

Nombre Jurado: Héctor Enrique Sánchez

Firma: 

Nombre Jurado: Juan Pablo Vargas Castellanos

Firma: 



GUIA DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE LOS PRINCIPALES MOTORES PARA LOS EQUIPOS DE PERFORACION TERRESTRES OPERANDO EN COLOMBIA

Andrés Leonardo Valenzuela Buyucue

Luis Hernán Muñoz Montes

CUMMINS
QST-30

PERKINS
2506

CATERPILLAR
3412

2014





**GUIA DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE LOS PRINCIPALES
MOTORES PARA LOS EQUIPOS DE PERFORACION TERRESTRES
OPERANDO EN COLOMBIA**

**ANDRES LEONARDO VALENZUELA
LUIS HERNAN MUÑOZ MONTES**

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



**GUIA DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE LOS PRINCIPALES
MOTORES PARA LOS EQUIPOS DE PERFORACION TERRESTRES
OPERANDO EN COLOMBIA**

**ANDRES LEONARDO VALENZUELA
LUIS HERNAN MUÑOZ MONTES**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero de
Petróleos

Directora:

**CONSTANZA VARGAS CASTELLANOS
Ingeniera de Petróleos
Universidad Surcolombiana**

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

Nota de aceptación

Asistiendo Vargas Acosta Llanos.
Firma del presidente del jurado

Juan Pablo Vargas C.
Firma del jurado

[Firma]
Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

Las autores expresan sus agradecimientos:

A CONSTANZA VARGAS CASTELLANOS, Ingeniera de Petróleos de la Universidad Surcolombiana, por su confianza, tiempo, dedicación, esmero y apoyo incondicional en la realización de este proyecto; gracias ala Ingeniera que desde un inicio recibió con gran simpatía y nos guio hacia los objetivos de este proyecto.

A HECTOR ENRIQUE SANCHEZ GUTIERREZ, Ingeniero de Petróleos, profesor de la Universidad Surcolombiana, evaluador de este proyecto, por su colaboración y tiempo.

A JUAN PABLO VARGAS CASTELLANOS, Ingeniero de Petróleos, profesor de la Universidad Surcolombiana, evaluador de este proyecto, por su colaboración y tiempo.

A todas las personas que contribuyeron para que este proyecto se desarrollara de manera exitosa.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1	3
ASPECTOS GENERALES	3
1. SELECCIÓN DE LOS MOTORES OBJETO DE ESTUDIO	4
1.1 TALADROS OPERANDO EN COLOMBIA	4
1.2 PRINCIPALES MOTORES UTILIZADOS.....	8
2.CARACTERISTICAS DE LOS MOTORES Y SUS SISTEMAS.....	10
2.1 SISTEMA DE ADMISION DE AIREY DE GASES DE ESCAPE.....	11
2.2 SISTEMA DE COMBUSTIBLE	14
2.3 SISTEMA DE POTENCIA.....	19
2.4 SISTEMA DE LUBRICACION	28
2.5 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.....	31
3.MANTENIMIENTO E INSPECCION DE MOTORES.....	36
3.1 MANTENIMIENTO E INSPECCION.....	36
3.2 PRUEBAS	37
3.3 AJUSTES	37
3.4 DETECCIÓN DE FALLAS	37
4. SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTE.....	40
4.1 ASPECTOS GENERALES DESEGURIDAD.....	40

4.2 MEDIO AMBIENTE	42
CAPITULO 2.....	44
CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LOS MOTORES OBJETO DE ESTUDIO.....	44
1. MOTOR CATERPILLAR 3412.....	45
1.1 SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE Y DE GASES DE ESCAPE	46
1.2 SISTEMA DE COMBUSTIBLE	46
1.3 SISTEMA DE POTENCIA.....	46
1.4 SISTEMA DE LUBRICACION	46
1.5 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.....	46
2. MOTOR CUMMINS QST – 30.....	47
2.1 SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE Y DE GASES DE ESCAPE	48
2.2 SISTEMA DE COMBUSTIBLE	48
2.3 SISTEMA DE POTENCIA.....	48
2.4 SISTEMA DE LUBRICACION	48
2.5 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.....	48
3. MOTOR PERKINS 2506.....	49
3.1 SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE Y DE GASES DE ESCAPE.....	50
3.2 SISTEMA DE COMBUSTIBLE	50
3.3 SISTEMA DE POTENCIA.....	50
3.4 SISTEMA DE LUBRICACION	50
3.5 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.....	50
CAPITULO 3.....	51
INSPECCION Y MANTENIMIENTO	51

1.1 INSPECCION EN OPERACIÓN.....	52
1.2 INSPECCION EN PARO	53
1.3 MANTENIMIENTO PERIODICO	59
1.4 DETECCION DE FALLAS ANALITICAS	59
1.5 DETECCIÓN DE FALLAS HITÓRICAS.....	60
CAPITULO 4	76
FIGURAS.....	76
Fig. 1.1 Taladro Petrex Rig 5928.....	78
Fig. 1.2 Taladro Petrex PTX 22	78
Fig. 1.3 Taladro Petrex Rig 5929.....	78
Fig. 1.4 Taladro Petrex Rig 5933.....	78
Fig. 1.5 Taladro Petrex Rig 5815.....	78
Fig. 1.6 Taladro Petroworks PW – 124.....	78
Fig. 1.7 Taladro Petroworks PW – 127.....	78
Fig. 1.8 Taladro Petroworks PW – 137.....	78
Fig. 1.9 Taladro Petroworks PW – 150.....	79
Fig. 1.10 Taladro Discovery RIG DISCOVERY 1	79
Fig. 1.11 Taladro Discovery RIG DISCOVERY 4	79
Fig. 1.12 Taladro Discovery RIG DISCOVERY 7	79
Fig. 1.13 Taladro Discovery RIG DISCOVERY 8	79
Fig. 1.14 Taladro Discovery RIG DISCOVERY 10	79
Fig. 1.15 Taladro Lacto Drilling RIG LATCO 01	79
Fig. 1.16 Taladro Lacto Drilling RIG LATCO 02	79
Fig. 2A Diagrama de Entradas y Salidas.....	80

Fig. 2B Diagrama Funcional de Bloques	81
Fig. 2.1 Sistema de Admisión de Aire y Gases de Escape.	82
Fig. 2.1.1 Ubicación de los Filtros de Aire	83
Fig.2.1.2 Corto del Turbocompresor.....	83
Fig. 2.1.3 Ubicación del Pos-enfriador	84
Fig. 2.1.4 Múltiple de Escape	84
Fig. 2.2 Sistema de Combustible.....	85
Fig. 2.2.1 Filtros Secundario.....	86
Fig. 2.2.2 Bomba de Cebado.....	86
Fig. 2.2.3 Gobernador	87
Fig. 2.3.1 Monoblock del motor	87
Fig. 2.3.2 A Cilindro – Camisa.....	88
Fig. 2.3.2 B Partes de la Camisa.....	88
Fig. 2.3.3 A Partes del Pistón	89
Fig. 2.3.3 B Tipos de anillos – Resorte expansor	89
Fig. 2.3.3 C Características Principales de la Biela.....	90
Fig. 2.3.3 D Partes de la Biela.....	90
Fig. 2.3.4 A Partes del Cigüeñal.....	91
Fig. 2.3.4 B Detalles del Cigüeñal	91
Fig. 2.3.5 Tren de Engranajes	92
Fig. 2.3.6 A Detalle de eje de levas.....	92
Fig. 2.3.6 B Detalles del Levanta válvulas.....	93
Fig. 2.3.7 Conjunto del Volante	93
Fig. 2.4 Esquema del Sistema de Lubricación	94

Fig. 2.4.1 Bomba de Aceite	95
Fig. 2.4.2 Enfriado de Aceite	95
Fig. 2.4.3 Filtros de Aceite.....	96
Fig. 2.5 Sistema de Enfriamiento	96
Fig. 2.5.1 Bomba de agua	97
CONCLUSIONES	98
BIBLIOGRAFIA.....	100

INTRODUCCIÓN

Esta guía documenta los principales motores utilizados en la industria petrolera, tomando como referencia el Motor 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins. Contiene la información necesaria para aprender cómo inspeccionar y dar un mantenimiento adecuado a cada una de las partes que conforman los sub-sistemas funcionales del Equipo.

Cada sistema es necesario verlo como una parte del proceso, que combinado con los demás permiten el funcionamiento del motor. Cada sistema entonces tiene especificaciones medibles de cantidad y calidad, que deben permanecer normales durante la operación. El conocimiento necesario para controlar e inspeccionar esos parámetros de cantidad y calidad, y como mantenerlos en el rango óptimo es lo que vamos a discutir en este manual.

En un primer capítulo encontramos porque se han escogido las tres referencias de los motores que se desarrollaran en esta guía además de esto contiene material necesario para entender todos los aspectos relevantes acerca del funcionamiento de los motores que están siendo objeto de estudio. Dicho material se ha organizado de tal forma que el usuario o lector de esta guía pueda llegar a un conocimiento básico, (todo basado en la seguridad del personal que lo opera y con respeto al medio ambiente).

Para facilitar el entendimiento de las partes y funcionamiento de los subsistemas de los motores que se hacen referencia se han incluido diagramas y figuras, todas estas ilustraciones se han agrupado al final de la guía. Se deben utilizar a medida del avance en la guía para una mayor claridad o cuando sea necesario.

En un siguiente capítulo se mostraran las características técnicas y especificaciones de cada motor objeto de estudio, junto con sus diferentes aspectos relevantes para cada subsistema.

Seguidamente en esta guía encontramos fichas de inspección para los motores descritos. Estas fichas son listas de las partes funcionales e instrumentos de los cuales constan los Motores. Además, define las tareas principales que debe hacer cualquier persona que realice una inspección y mantenimiento a estos motores.

CAPITULO 1

ASPECTOS GENERALES

1. SELECCIÓN DE LOS MOTORES OBJETO DE ESTUDIO

1.1 Taladros Operando en Colombia

1.2 Principales Motores Utilizados

2. CARACTERISTICAS DE LOS MOTORES Y SUS SISTEMAS

2.1 Sistema de Admisión de Aire y de Gases de Escape

2.2 Sistema de Combustible

2.3 Sistema de Potencia

2.4 Sistema de Lubricación

2.5 Sistema de Enfriamiento

3. MANTENIMIENTO E INSPECCION DE MOTORES

3.1 Mantenimiento e Inspección

3.2 Pruebas

3.3 Ajustes

3.4 Detección de Fallas

4. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

4.1 Aspectos Generales de Seguridad

4.2 Medio Ambiente

1. SELECCIÓN DE LOS MOTORES OBJETO DE ESTUDIO

Se realiza una investigación mediante datos suministrados por personal de compañías de perforación y algunas operadoras las cuales facilitaron información de que empresas y que taladros han trabajado en sus campos.

Al recopilar la información tenemos las siguientes empresas prestadoras del servicio de perforación:

- Petrex
- Petroworks
- Discovery
- Estrella
- Latco Drilling

De estas empresas encontramos los siguientes taladros que operan en Colombia, además de esto, se presenta las referencias de los motores que son utilizados para la generación eléctrica, los cuales se describirán a continuación.

1.1 TALADROS OPERANDO EN COLOMBIA

PETREX

RIG 5926

Modelo: Cabot 750 (750 HP)

HP rating: 750 HP

Motor: QST – 30 CUMMINS

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.1 “Taladro Petrex Rig 5928”

PTX 22

Modelo: Ideco 1700 (Ex H&P Ecuador 22)

HP rating: 1700 HP

Motor: 3412 CATERPILLAR

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.2 “Taladro Petrex PTX 22”

5929

Modelo: Rapid Rig Rapid Rig (900 HP)

HP rating: 750 HP

Motor: 2506 PERKINS

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.3 “Taladro Petrex 5929”

5933

Modelo: HH300

HP rating: 1200 HP

Motor: 3412 CATERPILLAR

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.4 “Taladro Petrex 5933”

5815

Modelo: G125

HP rating: 750 HP

Motor: 2506 PERKINS

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.5 “Taladro Petrex 5815”

PETROWORKS

PW – 124

Modelo: FALCON RIG

HP rating: 550 HP

Motor: QST – 30 CUMMINS

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.6 “Taladro PetroworksPW – 124”

PW – 127

Modelo: IDECO H37

HP rating: 550 HP

Motor: 3412 CATERPILLAR

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.7 “Taladro PetroworksPW – 127”

PW – 137

Modelo: FALCON RIG

HP rating: 1000 HP

Motor:3412 CATERPILLAR

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.8 “Taladro PetroworksPW – 137”

PW – 150

Modelo: DRILLMEC HH 220SA

HP rating: 1000 HP

Motor: 3412 CATERPILLAR

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.9 “Taladro PetroworksPW – 150”

DISCOVERY

RIG DISCOVERY 1

Modelo: K-210B-350

HP rating: 350 HP

Motor: 2506 PERKINS

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.10 “Taladro Discovery RIG DISCOVERY 1”

RIG DISCOVERY 4

Modelo: TAYLOR 4 AXLE, 8X4 DRIVE

HP rating: 500 HP

Motor: 2506 PERKINS

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.11 “Taladro Discovery RIG DISCOVERY 4”

RIG DISCOVERY 7

Modelo: LCI-650C

HP rating: 650 HP

Motor: QST – 30 CUMMINS

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.12 “Taladro Discovery RIG DISCOVERY 7”

RIG DISCOVERY 8

Modelo: A600

HP rating: 550 HP

Motor: QST – 30 CUMMINS

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.13 “Taladro Discovery RIG DISCOVERY 8”

RIG DISCOVERY 10

Modelo: LCI 595 – HD

HP rating: 595 HP

Motor: 3412 CATERPILLAR

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.14 “Taladro Discovery RIG DISCOVERY 10”

ESTRELLA

EQUIPO 102

Modelo: EQUIPO 102

HP rating: 1000 HP

Motor: 3412 CATERPILLAR

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

LATCO DRILLING

RIG LATCO 01

Modelo: RIG LATCO 01

HP rating: 1000 HP

Motor: 3412 CATERPILLAR

País: COLOMBIA

Tipo: Onshore Drilling

Figura: Ver figura 1.15 “Taladro Lacto Drilling RIG LATCO 01”

RIG LATCO 02
 Modelo: RIG LATCO 02
 HP rating: 550 HP
 Motor: QST – 30 CUMMINS
 País: COLOMBIA
 Tipo: Onshore Drilling
 Figura: Ver figura 1.16 “Taladro Lacto Drilling RIG LATCO 02”

1.2 PRINCIPALES MOTORES UTILIZADOS

Teniendo en cuenta los taladros que se enunciaron, se realiza una tabla para una mejor interpretación de la cantidad de cada uno de los motores encontrados.

	3412 CATERPILLAR	QST – 30 CUMMINS	2506 PERKINS
RIG 5926		X	
PTX 22	X		
5929			X
5933	X		
5815			X
PW – 124		X	
PW – 127	X		
PW – 137	X		
PW – 150	X		
RIG DISCOVERY 1			X
RIG DISCOVERY 4			X
RIG DISCOVERY 7		X	
RIG DISCOVERY 8		X	
RIG DISCOVERY 10	X		
EQUIPO 102	X		
RIG LACTO 01	X		
RIG LACTO 02		X	
TOTAL	8	5	4

Para cada referencia de motor encontrado, se ha consultados los pros que ofrecen estas empresas para que los clientes en estos casos las empresas prestadoras de servicio de perforación puedan adquirir uno de estos motores.

A continuación se presentan los puntos de vistas de cada empresa:

CUMMINS

Cummins suministra energía confiable, duradera y eficiente para la perforación. Para aplicaciones en los taladros mecánicos terrestres, ofrecemos una línea completa de motores diesel de 185 - 2500 hp. El Centro de Excelencia Cummins Oil & Gas ofrece una gama de módulos de potencia de perforación personalizada en fábrica y generadores de campos petroleros.

El Cummins QST30 demuestra el poder del diesel que puede contar en un rendimiento en las más duras condiciones. No importa lo exigencia del trabajo, el QST30 es una combinación completa de la electrónica del sistema Quantum para una mayor potencia y para un motor robusto que puede manejar todos los desafíos.

Durante años, se ha proporcionado un rendimiento excepcional y durable con bajos costos de mantenimiento y operación. Disponible en las calificaciones de los 1200-1500 HP, el QST30 utiliza una electrónica avanzada y características robustas para una fiabilidad y durabilidad superior.

CATERPILLAR

Los motores primarios de Caterpillar han sido diseñados para ser duraderos y ofrecer bajos costos de operación. Y lo han demostrado diariamente en la industria del petróleo y el gas en todo el mundo desde los años treinta.

Tanto en prospecciones petrolíferas en tierra virgen como en perforaciones de producción, los motores Cat han perforado la inmensa mayoría de los pozos petrolíferos del mundo durante años, en tierra y mar adentro. Los motores de las familias 3400, 3500, 3600 y CM32 Cat tienen un diseño resistente y funcionamiento a baja velocidad, para prolongar la duración del motor. Además, cumplen las regulaciones sobre emisiones, mejoran la economía de consumo, facilitan el servicio y ofrecen los costos de propiedad y operación más bajos del sector.

La industria de las perforaciones sigue adaptándose a los cambios en el mercado mundial del petróleo, y cada vez más empresas de explotación descubren que la instalación de nuevos motores en las torres de perforación es un método económico de mejorar la velocidad y la seguridad de las perforaciones. Además de ofrecer un funcionamiento duradero y económico que incorpora los últimos avances tecnológicos, los motores 3400 Cat se adaptan cómodamente a las torres de perforación existentes porque tienen las mismas dimensiones generales que sus predecesores, la familia D300 de 6,25" de perforación.

Independientemente del método de producción que se utilice, hay un motor Cat ideal para la aplicación. Los motores Cat pueden consumir crudo, diesel y una amplia variedad de

gases de yacimiento, y además ofrecen una completa gama de potencias, desde 50 a 10.000 hp (8.000 hp con los motores de gas) y desde 700 a 2.600 rpm, adaptándose a cualquier especificación de potencia, velocidad o combustible. Por esos los productores de petróleo confían desde hace mucho en los motores Cat para la generación de energía eléctrica, sistemas de levantamiento y desecho de agua, aplicaciones de recuperación y bombeo de petróleo crudo de mucho volumen y elevadas horas.

PERKINS

Durante más de 80 años, hemos trabajado con los fabricantes de grupos electrógenos para llevar la luz, el calor, la protección y, por supuesto, la paz de la mente a miles de personas. Tal vez usted necesita un motor que funcione en un ambiente adverso o bajo condiciones extenuantes. Quizás es sólo alguna vez se utilizará en caso de emergencia. Pero si se ejecuta todos los días o una vez al año, usted puede contar con nuestra gente de clase mundial para crear las soluciones innovadoras, eficientes y fiables independientemente de su aplicación.

2.CARACTERISTICAS DE LOS MOTORES Y SUS SISTEMAS

En esta sección se analizaran conceptos básicos para el entendimiento específico del funcionamiento de los motores. Ya que estos son los que proveen de energía mecánica para mover generadores y bombas, utilizados en las operaciones de perforación de pozos petroleros entre otros.

♦ Ver Fig. 2A“Diagrama de entradas y salidas”

Estos motores son de gran importancia porque proveen energía para diferentes fines, pero se utilizan principalmente en la industria petrolera acoplados a generadores para producir energía eléctrica para plantas y campamentos, normalmente están instalados en plantas de generación, pozos y también acoplados a bombas de despacho.

Para facilitar su estudio y comprensión, los motores se han dividido en 5 sistemas que al interactuar entre si permiten el óptimo funcionamiento de los mismos. Estos sistemas son:

- Sistema de admisión de aire y de gases de escape.
- Sistema de combustible.

- Sistema de potencia.
- Sistema de Lubricación.
- Sistema de Enfriamiento.

♦ Ver Fig. 2B “Diagrama Funcional de Bloques”

El calentamiento conjunto del aire y del combustible hace posible la combustión, lo que crea la fuerza necesaria para hacer funcionar el motor. El aire, que contiene oxígeno, es necesario para quemar el combustible. Cuando se atomiza, el diésel se inflama fácilmente y se quema de manera eficiente. La combustión tiene lugar cuando la mezcla de aire y combustible se calienta lo suficiente como para inflamarse. Debe quemarse rápidamente de forma controlada para producir la máxima energía térmica.

El motor de cuatro tiempos precisa de dos revoluciones de cigüeñal para completar el ciclo.

El aire para combustión es forzado a ingresar al motor por el turbocompresor este a su vez es movido por los gases de escape con lo que se aprovecha al máximo la energía liberada en el proceso de combustión.

A continuación se estudiarán los sistemas que componen los motores:

2.1 SISTEMA DE ADMISION DE AIRE Y DE GASES DE ESCAPE

El sistema de admisión de aire y de gases de escape como su nombre lo indica sirve para suministrar aire para que el proceso de combustión sea posible.

En este proceso se recibe como alimentación:

- Aire del Medio Ambiente
- Energía para mover el turbo, esta proviene de los gases de escape.

El aire ingresa al motor aspirado por los turbocompresores pasando primeramente por los filtros, para lograr la temperatura adecuada de ingreso al múltiple de admisión pasa por el post-enfriador (aftercooler).

El turbocompresor es movido por los gases de escape.

♦ Ver Fig. 2.1 “Sistema de admisión de aire y de gases de escape”.

Y a la Salida se obtiene como resultado:

- Aire a mayor velocidad y consecuente en mayor volumen.

Adicionalmente se desechan los gases de escape.

Para entender el funcionamiento de este sistema se estudiaran las principales partes a continuación.

- Filtros de Aire
- Turbo compresor
- Post enfriador.
- Múltiple de admisión
- Múltiple de escape

2.1.1 Filtro de Aire

El Filtro de aire evita que partículas pequeñas ingresen al motor. El aire filtrado es crucial para el rendimiento del motor, debido a que suciedad aumenta el desgaste y daña los componentes del motor. La caja del filtro contiene el elemento filtrante.

Las pruebas muestran que al motor ingresan partículas de 1 micrón (0.00004 pulg.) que no causan daños en el motor. Partículas de 1 a 10 micrón generan graves efectos en la vida del motor.

Los filtros a usarse en los motores, deben cumplir los requerimientos SAE en el cual existe una prueba de eficiencia de filtraje denominada SAE J726a. En esta prueba se pone en funcionamiento al filtro por un tiempo determinado, bajo ciertas condiciones de temperatura y presión. Posteriormente se analiza las partículas atrapadas en él y se determina el tamaño de las partículas y el porcentaje en peso que representan del total de muestra.

◆ Ver Fig. 2.1.1 “Ubicación de los filtros de aire”.

2.1.2 Turbocompresores

Los turbocompresores se encargan de suministrar más aire al motor, debido a que es una especie de aspiradora que toma el aire del medio y lo impulsa dentro de las cámaras de combustión, esto hace que se pueda quemar más combustible, con lo cual se aumenta la potencia y ayudan a mantenerla a grandes altitudes

El turbocompresor básicamente tiene dos partes:

- 1- Lado de admisión de aire o del compresor.
- 2- Lado del escape o de la turbina

Los gases de escape del múltiple hacen girar la turbina del turbocompresor. Debido a que la turbina y el compresor están montados en el mismo eje el compresor también gira, mientras más rápido gire este se inyectará mayor cantidad de aire en el sistema de admisión, lo cual ocasiona un aumento de la presión de aire y su densidad.

◆ Ver Fig. 2.1.2 “Corte de turbocompresor”.

2.1.3 Pos-enfriador

Los pos enfriadores, reciben este nombre ya que enfrían el aire después de pasar por el turbocompresor.

Los turbocompresores aumentan la temperatura del aire hasta 300°F, haciendo que la densidad del aire disminuya. A medida que el aire se enfría se vuelve más denso, esto permite que se pueda inyectar más aire en cada cilindro.

♦ Ver Fig. 2.1.3 “Ubicación de pos-enfriador

2.1.4 Múltiple de admisión

Es un conducto ramificado que se encuentra montado en las culata, por donde el aire proveniente del pos-enfriador a cada cilindro.

2.1.5 Múltiple de escape

El aire entra en los cilindros para la combustión, los gases producto de esta reacción salen por las válvulas de escape y van al múltiple de escape, el cual se encuentra montado fijamente sobre las culatas.

♦ Ver Fig. 2.1.4 “Múltiple de escape”.

2.2 SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Este sistema sirve para suministrar combustible que aportara la energía necesaria para hacer funcionar el motor.

Este sistema recibe como alimentación:

- Combustible (Diesel)

El combustible ingresa al sistema a través de los filtros primarios, pasando luego por la bomba de transferencia, luego va por los filtros secundarios, la bomba de inyección es la

que se encarga de aumentar la presión para enviarla a los inyectores. El tiempo de inyección está relacionado con los valores de carga y RPM, esto se hace a través del gobernador y del controlador.

Tal como se describe, el principal fluido en este sistema es el Diésel el cual debe tener cumplir con todos los requerimientos para ser utilizado. Dichos requerimientos se describen a continuación:

- **Índice de Cetano:** es una medida de la calidad de encendido de combustible, que afecta al arranque y la aceleración del motor. A mayor índice de cetano, mayor rapidez en el encendido de combustible.

Para los motores analizados en esta guía, se recomienda entre 35 y 40 como mínimo dependiendo del tipo de inyección.

El bajo índice de cetano puede ocasionar:

1. Retardo del encendido, dificultades de arranque y golpeteo en los pistones y bielas.
2. Baja economía de combustible, pérdida de fuerza y algunas veces daño en el motor.
3. Gases de escape de color blanco.

- **Azufre:** como máximo de ser 0.4% en volumen.
- **Gravedad Específica:** la gravedad específica del combustible diésel es el peso de un volumen fijo de combustible comparado con el peso del mismo volumen de agua a la misma temperatura. A mayor gravedad específica, el combustible tendrá más peso. Los combustibles más pesados producen mayor energía o potencia por volumen en el motor. La gravedad específica puede medirse según la escala del Instituto Norteamericano del Petróleo (API), mientras más alto sea el número API, menos pesado será el combustible. El combustible de un número API bajo suministra más potencia. Es recomendable como mínimo, utilizar combustibles con 35 grados API.

- **Viscosidad:** La viscosidad es una medida de la resistencia de los líquidos a fluir. El combustible con una viscosidad incorrecta ya sea demasiado alta o demasiado baja puede ocasionar daños en el motor.
- **Punto de Enturbiamiento:** Es la temperatura en la cual se enturbia el combustible. Esta apariencia se produce cuando la temperatura es menor que el punto de fusión de la cera o parafina que se encuentran naturalmente en los derivados del petróleo. El punto de enturbiamiento de combustible debe ser menor que la temperatura exterior (ambiente) más baja, para evitar que los filtros se obstruyan. El punto de enturbiamiento lo determina la compañía que refina el combustible.

♦ Ver Fig. 2.2“Sistema de Combustible”

Y a la Salida se obtiene como resultado:

- Combustible pulverizado, limpio, y a presión adecuada para la combustión.

Las principales partes de este sistema se enuncian y se explicaran a continuación.

- Filtros primarios (Separadores de Agua)
- Bomba de transferencia
- Filtros secundarios
- Bomba de cebado (CHOKE)
- Gobernador
- Bomba de inyección
- Inyectores

2.2.1 Filtros Primarios (Separadores de Agua)

Estos filtros se encargan de eliminar el condensado presente en el combustible, pues estas impurezas de agua pueden ocasionar los siguientes problemas:

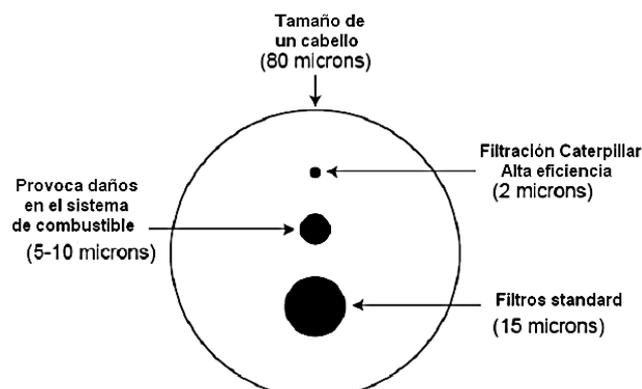
- Puede formar ácidos en la cámara de combustión, lo que afectaría principalmente a las guías de las válvulas y a las camisas del cilindro.
- La presencia de agua formará óxidos que en algún momento puedan ser causa de la obstrucción de los inyectores.
- El agua con el diésel pueden dar lugar al crecimiento de partículas microbiológicas que obstruirían los filtros e influirían notablemente en la eficiencia del sistema de inyección.

2.2.2 Bomba de Transferencia

Del filtro primario, el combustible va a la bomba de transferencia. La bomba de transferencia eleva la presión al combustible hasta el valor indicado para cada tipo de referencia de motores. La función principal de la bomba de transferencia es mantener un suministro adecuado de combustible limpio hacia la bomba de inyección.

2.2.3 Filtros secundarios

El combustible sale de la bomba de transferencia y va al filtro de combustible secundario, este filtro retiene las partículas que aún queden y los contaminantes del combustible que podría dañar a los inyectores. Estos filtros están ubicados entre la bomba de transferencia y a caja de la bomba de inyección.



En esta figura se aprecia cuáles son los requerimientos de filtraje Caterpillar

◆ Ver Fig. 2.2.1 “Filtros Secundarios”

2.2.4 Bomba de cebado (CHOKE)

Los filtros secundarios cuentan en su base con una bomba de cebado de combustible. Como su nombre lo indica, dicha bomba se puede usar para “cebar” el sistema, luego de quitar la bomba de combustible durante el mantenimiento general. La bomba también se usa para “cebar” el sistema de combustible después de cambiar el filtro de combustible.

◆ Ver Fig. 2.2.2 “Bomba de Cebado”

2.2.5 Gobernador

El gobernador es un dispositivo que recibe señales eléctricas desde el controlador y mecánicas a través del mando cruzado. Esto ocasiona un movimiento de parte del gobernador el cual actúa sobre los racks de las bombas de inyección haciendo que se coloquen en posición de entrega de combustible según el requerimiento.

◆ Ver Fig. 2.2.3 “Gobernador”

2.2.6 Bomba de inyección

El combustible sale del filtro secundario y fluye a la bomba de inyección la cual reparte y presuriza el combustible. Generalmente la bomba de inyección se encuentra cerca de la parte delantera del motor, ya que el engranaje del cigüeñal impulsa la bomba.

2.2.7 Inyectores

Estos se encuentran montados en la culata y su función principal es inyectar el combustible pulverizado a la cámara de combustión.

2.3 SISTEMA DE POTENCIA

Este sistema recibe la energía liberada por la combustión y transmite la fuerza hacia el mecanismo enlazado con el motor (generador, compresor, bomba, etc.)

Este sistema recibe como alimentación:

- Energía procedente la combustión interna

La fuerza de empuje producido por la combustión en el interior de los cilindros y entre la culata y los pistones hace que estos, se desplacen en movimiento alternativo, dicho movimiento hace que las bielas transmitan la fuerza hasta el cigüeñal, cambiando el movimiento vertical del pistón en un movimiento circular. El torque producido en el cigüeñal permite generar potencia necesaria para mover el equipo acoplado al motor.

Y a la Salida se obtiene como resultado:

- Energía mecánica para accionar el equipo acoplado al motor.

Los principales conjuntos funcionales de este sistema lo conforman:

- Monoblock
- Cilindros
- Pistones y bielas
- Cigüeñal
- Tren de engranajes
- Árbol de levas
- Conjunto del volante
- Amortiguador de vibración.

A continuación se describirán las principales partes de este sistema.

2.3.1 MONOBLOCK

El Monoblock es la estructura que sostiene todos los componentes de los motores. Este mantiene el cigüeñal, los pistones, las bielas y otros componentes en alineación precisa. El Monoblock forja los conductos por donde circulará el refrigerante y el aceite del motor, además proporciona un lugar para conectar componentes externos como la bomba de agua y los filtros de aceite.

El monoblock debe ser fabricado de una material que pueda resistir las tensiones, el calor y la vibración, generalmente se utiliza hierro fundido gris. El diseño para algunos motores es en V separando los cilindros en dos filas, mientras que para otros motores pueden ser que los cilindros estén en línea.

♦ Ver Fig. 2.3.1 “Monoblock de motores en V”.

Adicionalmente el monoblock se encuentra montadas las culatas, que son forjadas en un solo cuerpo. Esta cumple las siguientes funciones:

- Conformar la superficie de sellado superior de la cámara de combustión.
- Disipa el calor a medida que fluye a través de los conductos de agua internos.
- Envía el aire de admisión hacia adentro de la cámara de combustión y los gases de escape hacia fuera.
- Sirve de soporte para las válvulas y los inyectores.

2.3.2 Cilindros

Los cilindros son orificios en el Monoblock que:

- Contienen los pistones
- Conforman la cámara de combustión.
- Extraen el calor de los pistones.

Los cilindros se enumeran desde la parte delantera del motor hacia la parte trasera. La parte delantera de motor es el punto opuesto del extremo del volante.

Dentro de los cilindros se colocan una superficie tubular de desgaste llamadas camisas. Las camisas forman las paredes de la cámara de combustión. La culata y las válvulas forman la parte superior de la cámara; el pistón y los anillos forman la superficie inferior. El pistón y los anillos se deslizan hacia arriba y hacia abajo en las paredes del cilindro sobre una película delgada de aceite.

♦ Ver Fig. 2.3.2 A “CILINDRO-CAMISA”.

Las camisas se enfrían por contacto directo con el refrigerante que fluye alrededor de la superficie externa. Estas se sostienen en el Monoblock por medio de una brida en la parte superior y en el sello anular de la parte inferior. Debido a que el bloque no sostiene las camisas en toda su longitud, estas tienen paredes de gran espesor para resistir los golpes de la fuerza de combustión.

Los cilindros y las camisas deben tener un redondeado uniforme para asegurar un buen asiento con los anillos del pistón. Las camisas se tratan térmicamente en toda su longitud para darles resistencia.

El diámetro interior de la camisa experimenta un proceso conocido como “Templado por inducción” el cual ayuda a que la camisa tenga una vida útil más larga. En la Fig. 2.3.2 B “Partes de la camisa” se muestra sus partes principales.

2.3.3 Pistones y bielas

Pistones: son piezas metálicas en forma cilíndrica, cuya función principal es transferir la energía de combustión al cigüeñal en forma de potencia mecánica. La parte superior del

pistón se llama corona del pistón. Los pistones con cámara de pre-combustión tienen un tapón de acero inoxidable en la corona. Al lado del pistón se encuentran las ranuras de los anillos y los resaltos, que son las áreas entre los anillos, la parte inferior del pistón se llama falda y contiene el orificio para conectar el pasador que asegura al pistón con la biela.

Los pistones deben ser resistentes, livianos y buenos conductores de calor por lo que se rectifican con precisión. Los pistones tienen alivio lateral especial rectificado en el área del pasador donde se concentran las tensiones. Esto permite un espacio libre al pasador del pistón, de modo que pueda flexionarse con cargas altas sin que se rompa el orificio.

◆ Ver Fig. 2.3.3 A “Partes del pistón”

Todos los pistones tienen tres anillos, los anillos superiores se llaman anillos de compresión; estos sellan los gases de combustión en la cámara de combustión. El anillo inferior se llama anillo de control de aceite; este controla la cantidad y el espesor de la película de aceite de la superficie de la camisa. Todos los anillos del pistón se ubican por encima del orificio del pasador del pistón.

Los anillos del pistón son de forma de trapecio o rectangulares, con una superficie de contacto esférica aplanada; los superiores tienen superficies de blindaje de plomo o molibdeno, mientras que los intermedios son de una superficie soldada con cromo.

Detrás del anillo de control de aceite se encuentra un resorte de expansión, que ayuda a mantener una película uniforme de aceite en las paredes del cilindro.

◆ Ver Fig. 2.3.3B “Tipos de anillos-Resorte expansor.”

Bielas: La biela conecta el pistón al cigüeñal y cambia el movimiento vertical (hacia arriba y hacia abajo) del pistón en un movimiento giratorio. Se usa una arandela de ajuste de presión en el extremo del orificio del pasador del pistón de modo que la biela pueda girar libremente alrededor del pasador del pistón.

En el extremo del cigüeñal, las bielas constan de dos piezas; la biela y la tapa de biela empernada. Para proporcionar una superficie de desgaste adecuada entre la biela y el cigüeñal se usan cojinetes. Las bielas son forjadas para permitir una resistencia y una

dureza altas. Estas son templadas y rectificadas a tolerancias muy pequeñas para asegurar que no haya curvaturas, y que tenga el peso y la aleación correcta, y mantener los cojinetes firmemente en su lugar durante la operación.

Las bielas tienen forma cónica en el extremo del orificio del pasador. Esto le da a la biela más resistencia en las áreas con carga más alta. Dos pernos sostienen la tapa del extremo de la biela, lo cual mantiene el ancho de biela a un mínimo, de modo que puede quitarse a través del cilindro para facilitar el mantenimiento.

♦ Ver Fig.2.3.3 C “Características principales de la biela”

Las partes principales de la biela son:

1. Ojo de Biela: este da cabida al buje del pasador del pistón.
2. Buje de pasador: está dentro del ojo de la biela. Los bujes son un tipo de cojinetes que distribuyen la carga y se pueden reemplazar cuando se desgastan.
3. El vástago: extiende la longitud de la biela y tiene la forma de viga en “I” para darle mayor resistencia y rigidez.
4. Orificio de cigüeñal y tapa: están en el extremo más grande de la biela. Estos rodean el cojinete de biela en el cigüeñal y la a la misma.
5. Pernos y tuercas de biela: que aseguran la tapa y la biela del cigüeñal. Esta parte se llama extremo del cigüeñal o extremo grande de la biela.
6. Cojinetes de biela: están en el extremo del cigüeñal. El cigüeñal gira dentro de los cojinetes de la biela, los cuales transportan la carga.

♦ Ver Fig. 2.3.3 D “Partes de la biela”

2.3.4 Cigüeñales

El cigüeñal transfiere el movimiento recíprocante del pistón y lo convierte en movimiento giratorio que se usa para realizar el trabajo. Las piezas del cigüeñal son:

1. Muñones de cojinete de biela: estos determinan la posición de los pistones. Cuando los muñones están arriba, los pistones están en el punto muerto superior. Cuando los muñones están abajo, los pistones están en el punto muerto inferior, esto es determinado por el orden de encendido.
2. Contrapesos: estos ayudan a compensar el peso del cigüeñal.
3. Muñones de cojinete de bancada: sostienen todo el cigüeñal y sirven para fijarlo al monoblock. Hay que recordar que los cojinetes son piezas de desgastes relativamente económicos diseñados para proteger el cigüeñal, la biela y el Monoblock, que son muy costosos. Esto se hace al proporcionar una superficie lisa y blanda con una alta capacidad de transportar carga.

Los cojinetes se construyen de varias capas de material:

- La parte posterior de acero conforma aproximadamente el 90% del espesor y le da la resistencia al cojinete.
- El material del cojinete es de aleación de aluminio.
- Revestimiento de plomo-aluminio con un plateado rápido de estaño, este material blando protege la capa de aluminio al embeber partículas pequeñas y proveer una superficie resbaladiza durante el arranque.

4. Brazo: los muñones del cojinete de bancada y los muñones de cojinete de biela se mantienen juntos por un brazo. El radio entre el brazo y el muñón se llama ángulo.

◆ Ver Fig.2.3.4 A “Partes del cigüeñal”

Adicionalmente están:

- Los cascos de cojinete de bancada, que se conforman en dos partes, el casco de la mitad inferior se ajusta en la tapa del cojinete de bancada, y el casco del cojinete superior se ajusta en el orificio del cojinete de bancada en el Monoblock.

- Orificios los cuales sirven para reducir peso y además ayudan a compensar el peso del cigüeñal.
- Conductos de Aceite, el cigüeñal tiene orificios de aceite perforados para conectar el aceite desde los cojinetes de biela.
- Tapón del conducto de aceite, los conductos de aceite perforados son taponeados en un extremo por medio de un tapón de copa con un tornillo de ajuste.

♦ Ver Fig. 2.3.4 B “Detalles del cigüeñal”

2.3.5 Tren de engranajes

El conjunto de tren de engranajes es una serie de engranajes que transfiere la potencia del cigüeñal a otros componentes principales del motor. Los trenes de engranajes pueden situarse en la parte delantera del motor. Sincroniza todos los componentes del motor para que trabajen juntos durante cada tiempo del ciclo de combustión.

Sus componentes principales son:

- **Engranaje de cigüeñal:** se monta en el cigüeñal, a medida que este gira el engranaje también lo hace, es el responsable de sincronizar e impulsar todos los componentes.
- **Engranaje loco:** es el encargado de mantener el engranaje del árbol de levas girando en el mismo sentido que el engranaje del cigüeñal. La relación de engranajes asegura que el árbol de levas gire a la mitad de la velocidad del cigüeñal.
- **Engranaje del árbol de levas:** se acopla con el engranaje loco. Gira a la mitad de la velocidad del cigüeñal para asegurar que las válvulas de admisión y de escape se abran y cierren en el tiempo correcto.
- **Engranaje de la bomba de inyección de combustible:** es impulsado por el engranaje del árbol de levas. Como son del mismo tamaño, ambos giran a la misma velocidad.

Este engranaje gira el árbol de levas de la bomba de inyección, el cual trabaja con los componentes del sistema de combustible para suministrar este fluido al motor en el tiempo correcto.

- **Engranaje de la bomba de aceite:** el engranaje del cigüeñal impulsa el engranaje de la bomba de aceite. La bomba de aceite hace circular este fluido por todo el motor.
- **Engranaje de la bomba de agua:** hace que la bomba de agua funcione y haga circular el fluido refrigerante a través del motor. El engranaje de la bomba de agua generalmente es impulsado a la misma velocidad del cigüeñal.

♦ Ver Fig. 2.3.5 “Tren de engranajes”

2.3.6 Árbol de Levas

Es impulsado por el engranaje del cigüeñal. A medida que el árbol de levas gira, las levas del árbol también giran. Los componentes del tren de válvulas conectadas al cigüeñal siguen el movimiento hacia arriba o hacia abajo. Cuando la nariz de la leva está hacia arriba, la válvula está completamente abierta. El árbol de levas gira a la mitad de la velocidad del cigüeñal, de manera que las válvulas se abren y cierran en el momento correcto durante el ciclo de cuatro tiempos.

Está conformado principalmente por:

- Muñones de cojinete: estos giran en los cojinetes del árbol de levas y se ajustan a presión en los orificios del Monoblock del motor. Tienen un orificio de aceite que se alinea con un conducto del aceite del Monoblock.
- Lóbulos: operan las válvulas de admisión y de escape de cada cilindro. El lóbulo o leva está conformado por tres partes principales.

1. Circulo base
2. Rampas
3. Nariz

La distancia desde el diámetro del círculo base hasta la parte superior de la nariz se llama levantamiento y determina cuanto se abrirán las válvulas.

♦ Ver Fig. 2.3.6 A “Detalles de eje de levas”

Levanta válvulas: o seguidor de leva, descansa sobre cada leva. A medida que el árbol de levas gira el levanta válvulas sigue la forma de la leva. Es así como se transmite el movimiento del árbol de levas a la varilla del levanta válvulas y posteriormente al balancín para abrir y cerrar válvulas.

♦ Ver Fig. 2.3.6 B “Detalles del levanta válvulas”

2.3.7 Conjunto del volante

Este conjunto está formado por:

- **Volante:** se encuentra empernado en la parte trasera del cigüeñal, en la caja del volante. El cigüeñal gira el volante en el tiempo de combustión y el impulso del volante mantiene el cigüeñal girando suavemente durante los tiempos de admisión compresión y escape.
- **Corona:** esta se usa para arrancar el motor, es dentada y tangencialmente se acopla el motor de arranque.
- **Caja del volante:** es un compartimiento especial donde se encuentra todo el conjunto del volante.

El volante realiza tres funciones:

- Almacena energía para el impulso entre los tiempos de combustión.
- Suaviza la velocidad del cigüeñal.
- Transmite la potencia en la máquina acoplada al motor.

♦ Ver Fig. 2.3.7 “Conjunto del volante”

2.3.8 Amortiguador de vibración

El amortiguador de vibración limita las vibraciones de torsión a cantidades aceptables, para evitar el daño del cigüeñal. Los daños o fallas del amortiguador de vibración aumentarán las vibraciones y resultarán dañando al cigüeñal.

2.4 SISTEMA DE LUBRICACION

En el sistema de lubricación encontramos que su función principal es hacer circular el aceite por el motor. El aceite limpia, refrigera y protege el desgaste las piezas en movimiento del motor.

El sistema recibe como alimentación:

- Aceite procedente del Carter.

La bomba succiona aceite del Carter del motor a través del colador instalado para impedir el paso de objetos que puedan haber caído en el interior del motor y que puedan hacer daño a los componentes de la bomba y al circuito.

El aceite es impulsado a 60 Psi aproximadamente hacia los filtros. El aceite ingresa luego de los filtros al enfriador de aceite, en donde se le baja la temperatura para darle las condiciones necesarias antes de entrar al motor.

Los cigüeñales tienen ductos perforados por los cuales se distribuye el aceite proveniente de las bancadas hacia las bielas y pistones. En los arranques lo primero en lubricar es los turbos, por lo cual existen conductos perforados en el monoblock para cumplir este objetivo. Los cigüeñales tienen conductos de aceite perforados que envían el aceite a los

cojinetes de bancada y biela. Además, Unos jets envían aceite a la parte inferior de los cilindros para refrigerarlos.

♦ Ver Fig. 2.4 “Esquema del Sistema de lubricación.”

El fluido principal de este sistema es el aceite, el cual desempeña varias funciones básicas (además de lubricar) como mantener limpio y libre de óxido y corrosión. Además actúa como refrigerante y sellante.

El aceite también provee una película que actúa como amortiguador, disminuyendo al mínimo el contacto metálico, y reduciendo la fricción del desgaste. Los motores necesitan el tipo correcto de aceite, con la adecuada viscosidad en la cantidad correcta, para poder cumplir con su función, por lo cual debe poder fluir y lubricar en clima fríos, resistir el calor y mantener su viscosidad y propiedades. Algunos indicadores muy importantes para conocer las condiciones óptimas en que se encuentra el aceite serán definidos a continuación.

Índice de Viscosidad: el índice de viscosidad (VI) es una medida de la capacidad del aceite base para resistir los cambios de viscosidad con los cambios de temperatura.

- En el aceite de (VI) alta, la viscosidad cambia poco con la variación de temperatura.
- En el aceite de (VI) baja, la viscosidad cambia más con la variación de temperatura.

Es importante que el aceite no se adelgace demasiado (no pierda demasiada viscosidad) a temperaturas altas. Los aceites poco viscosos no suministran suficiente protección contra el desgaste.

Grado de viscosidad: La sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) clasifica el aceite de acuerdo con las letras SAE, seguidas por un número, este describe el grado de viscosidad.

Los aceites de un grado tienen un solo número. Los aceites multigrados tienen dos números. Los números bajos indican que el aceite tiene viscosidad baja, y números altos indican que el aceite tiene viscosidad alta.

Para los aceites multigrados, el primer número es el grado de viscosidad a temperaturas bajas (invierno), y el segundo número es el grado de viscosidad a temperaturas altas (verano).

Número total base: indica la cantidad de aditivo alcalino de un aceite. Mientras más alcalino sea el aceite, mayor será el NBT y más cantidad de ácido podrá neutralizar. Debido a que diferentes combustibles contienen diferentes cantidades de azufre, es importante usar aceite con un número de NTB alto.

Y a la Salida se obtiene como resultado:

- Aceite a presión totalmente limpio.

Las principales partes del sistema de lubricación son:

- Bomba de aceite
- Enfriador de aceite
- Filtros

2.4.1 Bomba de Aceite

La bomba de aceite se encarga de extraer el aceite del Carter del motor, pasando primeramente por una rejilla la cual evita que partículas grandes entren al sistema de aceite. Esta produce flujo de aceite, el cual circula a través del motor. Se encuentra en la parte baja del motor, y es impulsada por el cigüeñal a través del engranaje de la bomba de aceite.

Una válvula de alivio está montada en la bomba, la cual protege al sistema contra altas presiones

♦ Ver Fig. 2.4.1 “Bomba de Aceite”

2.4.2 Enfriador de aceite

Es un enfriador acuatubular, es decir que lleva el refrigerante en los tubos y el fluido a enfriar esta por el exterior de ellos. La bomba impulsa el aceite hacia el enfriador, ahí el fluido transfiere calor al refrigerante.

◆ Ver Fig. 2.4.2 “Enfriador de aceite”

2.4.3 Filtros

El aceite fluye del enfriador al filtro de aceite. En la mayoría de los motores es común utilizar dos (2) filtros (con su respectivos stand-by con válvulas de derivación). La función principal de los filtros es retener las partículas sólidas presente en el aceite.

En el sistema de lubricación, el filtro de aceite es el que más requiere mantenimiento ya que se contamina permanentemente.

◆ Ver Fig. 2.4.3 “Filtros de Aceite”

2.5 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

El sistema de enfriamiento sirve para mantener las temperaturas adecuadas del motor. Si falla el sistema de enfriamiento puede ocurrir serios daños en el equipo.

El sistema de enfriamiento recibe como alimentación:

- Energía mecánica del motor para mover la bomba.
- Refrigerante.

El sistema de enfriamiento hace circular refrigerante a través del motor para absorber el calor producido por la combustión y la fricción. Para hacer este trabajo, el sistema refrigerante aplica el principio de transferencia de calor (el calor se mueve de un “objeto”

caliente a un objeto más frío). El calor puede moverse entre metales, fluidos o aire. Lo que permite este movimiento de calor es la diferencia de temperaturas relativas entre los objetos. Mientras mayor sea la diferencia de temperatura, mayor será la transferencia de calor.

El tren de engranajes del motor acciona mecánicamente la bomba de agua, y esta se encarga de hacer fluir el refrigerante por el sistema, pasando por los principales conductos del Monoblock, la culata, por el pos enfriador y el enfriador de aceite.

El termostato se encarga de medir con el fin de mantener una temperatura mínima en el sistema mientras que el radiador controla que el sistema no sobrepase la temperatura máxima.

♦ Ver Fig. 2.5 “Sistema de enfriamiento”

El fluido principal de este sistema es el refrigerante, que es una mezcla de agua, anticongelante (este se puede omitir para el caso de la operación en la industria colombiana pues no se tienen temperaturas tan bajas) e inhibidor de corrosión. El agua es el principal ingrediente del refrigerante debido a que transfiere el calor mejor que cualquier otro compuesto, pero presenta las siguientes desventajas:

- Bajo punto de ebullición
- Se congela
- Es extremadamente corrosiva para el metal.

El Inhibidor de corrosión evita que esto suceda al formar una película protectora en todos los componentes del sistema de enfriamiento, una película de inhibidor evita que el agua y la erosión por cavitación ataquen el metal. La concentración del inhibidor está entre el 3% y 6%, concentraciones menores ocasionarán corrosión en los componentes del motor, tales como camisas de cilindro, etc.; Concentraciones excesivas del aditivo producen precipitación de Silicio. Esta precipitación transforma el refrigerante en un gel espeso, que daña la bomba de agua y obstruye el radiador disminuyendo la transferencia de calor.

Evitar la ebullición del refrigerante es un punto crucial. Si el refrigerante alcanza el punto de ebullición, se formarán burbujas de vapor y estas no transfieren el calor ocasionando el calentamiento excesivo, además de dañar directamente a la bomba

El agua que se utilizara como para el refrigerante debe contener las siguientes características para obtener un mejor rendimiento de los motores:

Cloruros	40 – ppm (2.4 gr/gal) Max.
Sulfatos (SO ₄)	100 – ppm (5.9 gr/gal) Max.
Sólidos disueltos	340 ppm (20 gr/gal)
pH	5.5 – 9.0
Calcio de Magnesio (Dureza)	Máximo 170 ppm como (CaCo ₃)

A la Salida se obtiene como resultado:

- Refrigerante a alta temperatura para ser enfriado en el intercambiador de calor (radiador)

Los principales conjuntos funcionales de este sistema son:

- Bomba de Agua
- Enfriador de aceite
- Pos-enfriador
- Termostatos
- Radiador

2.5.1 Bomba de Agua

Es una bomba centrífuga(se compone de un rodete con paletas curvas contenidas en una caja). A medida que el rodete gira, las paletas envían el agua hacia fuera de la caja y es así como la acumulación de la fuerza centrífuga se convierte en energía de presión. Esta bomba está instalada en la parte delantera del bloque del motor.

El agua que está del lado de la entrada de la bomba es susceptible a entrar en ebullición, debido a que la presión disminuye; en el lado de salida de la bomba, la presión se restablece ocasionando que las burbujas de vapor exploten, esta explosión de las burbujas produce erosión a este fenómeno se lo conoce como CAVITACION.

◆ Ver Fig. 2.5.1 “Bomba de Agua”

2.5.2 Enfriador de aceite

De la salida de la bomba de agua, el refrigerante fluye al enfriador de aceite. Normalmente el refrigerante fluye a través de los tubos, y absorbe el calor del aceite del motor que rodea los tubos.

◆ Ver Fig. 2.5.2 “Enfriador de aceite”

2.5.3 Pos enfriador

Del enfriador de aceite, el refrigerante fluye al monoblock para dirigirse al pos enfriador. En el pos-enfriador se absorbe el calor del aire de admisión. Se construye con tubos y aletas al igual que un radiador. El aire comprimido caliente que viene del turbocompresor pasa por las aletas y transfiere el calor al refrigerante contenido en los tubos. De aquí el refrigerante fluirá al monoblock, las camisas del cilindro y a la culata.

◆ Ver Fig. 2.1.3 “Ubicación del Pos enfriador”

2.5.4 Termóstato

El termostato o regulador de temperatura mantiene el sistema en una gama apropiada de temperaturas de operación. Cuando el motor está frío, el termostato cierra el paso y el refrigerante circula de regreso a la bomba y no pasa al radiador. Esto ayudará a que el motor tenga la temperatura de operación.

A medida que el motor alcanza la temperatura de operación, la temperatura del refrigerante aumenta hasta llegar a la temperatura de apertura del termostato. A medida que este se abre parte del refrigerante empieza a fluir al radiador; la otra parte de refrigerante fluye a la bomba de agua sin pasar por el radiador.

Cuando la temperatura aumenta más, el regulador se abre totalmente dejando pasar todo el fluido hacia el radiador.

2.5.5 Radiador

El radiador es un intercambiador de calor formado por paneles plegados, atravesados por tubos que llevan el fluido a enfriar. Los paneles plegados han sido dispuestos de manera que se aumente el área de transferencia de calor y su función se optimice.

Si el termostato está abierto, el refrigerante fluye a través de las tuberías o de las mangueras hasta la parte superior del radiador. Hasta este punto, la función del refrigerante es absorber el calor de todas las piezas del motor. En el radiador, la función cambia, ahora el refrigerante transfiere el calor a la atmósfera. En el radiador, el refrigerante fluye de la parte superior a la parte inferior. Los tubos y las aletas funcionan juntos para disipar el calor.

Generalmente, los radiadores se instalan en el sitio que permita el mayor flujo de aire y la mejor transferencia de calor. Para mejorar este proceso de transferencia de calor en el radiador se instala un ventilador. Los ventiladores tipo soplador, aumentan el flujo del aire al pasar por las aletas y los tubos del radiador. El ventilador es movido por el motor a través de un sistema de correas, si la tensión de la correa es muy floja, disminuye la velocidad del

ventilador, el resultado es la disminución del flujo de aire a través del radiador, y se reduce la capacidad total de enfriamiento.

3.MANTENIMIENTO E INSPECCION DE MOTORES

En esta sección, se explicarán de manera general los principales procedimientos de mantenimiento y recopila el conocimiento previo que se debe tener para realizar una buena inspección. Es importante que el usuario lea detenidamente y se entrene en esta sección para que pueda abordar el capítulo de mantenimiento e inspección de la guía, de una manera correcta y aprovechando al máximo las fichas de inspección.

3.1 MANTENIMIENTO E INSPECCION

Para realizar un buen mantenimiento e inspección, es necesario emplear información del fabricante y si es posible, la experiencia con la cuenta el usuario sobre el funcionamiento de motores, para definir tareas de reparación y hacer procedimientos correspondientes.

Los procedimientos esenciales para poder realizar un buen cronograma en el mantenimiento e inspección de motores deben incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- Programación.
- Mano de Obra.
- Repuestos y Materiales.
- Herramientas.
- Equipos de Prueba.
- Desconexión / retiro de Producción, Bloqueos.
- Desmontaje de equipos e instrumentos.
- Desarmado de válvulas y reguladores.
- Armado.

- Montaje.
- Puesta en Funcionamiento.

3.2 PRUEBAS

Estas actividades son necesarias realizarlas para verificar básicamente los datos de ingreso y salida en cada uno de los sistemas del motor. Para esto es necesario establecer parámetros ideales del equipo, mencionando los valores correctos de entradas y los que se esperan a las salidas. Así mismo, se verifican condiciones de antes, durante y después de poner en funcionamiento el motor.

3.3 AJUSTES

Se definen los ajustes a considerar, mencionando las especificaciones y rangos permisibles. Además, Se identifican si los ajustes se refieren al equipo o si son exclusivos de cada uno de los sistemas funcionales que forman parte del motor.

3.4 DETECCIÓN DE FALLAS

Es importante para realizar una buena detección de fallas tener en cuenta dos tipos, lo que como resultado dará un mejor conocimiento al operador, del equipo que está utilizando. Estas fallas pueden ser:

Fallas Históricas

Es una lista de los problemas, síntomas e inconvenientes que ha presentado el motor, dada una anomalía y las posibles causas y remedios para esos síntomas.

Fallas Analíticas

Son fallas que se detectan a partir del conocimiento del funcionamiento del motor. Está basado en el Árbol de Detección de Fallas. Se describe la secuencia a seguir en una detección analítica, marcando las normalidades que deben cumplir el motor.

3.4.1 Detección de Fallas

Para detectar una falla se debe analizar si el sistema o equipo está o no haciendo lo que debe hacer. Si el equipo o Sistema no está haciendo lo que se supone debe hacer, se debe localizar e identificar la causa del problema.

La clave en la detección de fallas, es primeramente conocer la normalidad del funcionamiento del equipo. Si al inspeccionar el motor y cada uno de sus sistemas se encuentra alguna desviación del comportamiento ordinario del motor, que no esté dentro de los rangos admisibles de funcionamiento, podemos decir que tenemos una falla. Sin embargo, para poder arreglar la falla, es de vital importancia conocer la causa por la cual no funciona correctamente el motor. Para lograr detectar la causa de la falla, es necesario utilizar un método analítico, en el cual se analice en cada sistema, las entradas y las salidas.

Utilizando el siguiente enfoque propuesto en uno de los manuales consultados, se podrían detectar fallas en una secuencia lógica como sigue.

1. Confinación del Problema.
2. Operación Apropriada.
3. Problemas Históricos.
4. Detección Analítica de Falla.

3.4.1.1 Confinación del Problema

Vea la Figura 2A “Diagrama de Entradas y Salidas”, y encuentre las alimentaciones y los servicios, los cuales son todas las entradas. Al analizar el esquema y revisar entradas de cada sistema se detecta si se obtienen los resultados esperados en la figura, de no ser así, el problema se puede ir aislando por sistemas.

Enseguida utilice la Figura 2B “Diagrama Funcional de Bloques” para verificar que subsistema del motor tiene bien las entradas, pero mal las salidas. Al confinar el problema dentro de un subsistema, es posible confinar el problema a un componente en la misma forma.

3.4.1.2 Operación Apropriada

El paso a seguir es determinar si el problema es propio del motor o si es por la forma decómo está siendo operado. Se deben verificar si los seteos y contactos en los paneles de control se encuentran funcionando correctamente.

Antes de hacer cualquier ajuste asegúrese que ha revisado el catalogo del motor y las especificaciones, advertencias, precauciones y observaciones del fabricante y las condiciones normales de operación, que deben ir acorde a los rangos establecidos.

3.4.1.3 Problemas Históricos

Para localizar una falla, algunas veces podemos utilizar el llamado “método histórico”. Este método de detección está basado en experiencias pasadas o por información del fabricante. En algunos casos se puede determinar por fallas pasadas las causas que las originaron y como corregirlas. Es necesario considerar que un síntoma puede ser producido por diferentes causas.

3.4.1.4 Detección Analítica de Fallas

Como se decía anteriormente, este tipo de detección parte de conocer el funcionamiento de cada sistema del motor. Se organizan por sistemas funcionales y subconjuntos que incluyen equipos y componentes.

Se comienzan las prueba de todo el motor, esto es, entradas y salidas, si éstas están bien, continúe con los sistemas funcionales, los equipos y componentes de cada rama.

4. SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTE

Esta sección se analizan los cuidados que se deben tener para quienes operan los motores, y para el medio ambiente.

4.1 ASPECTOS GENERALES DESEGURIDAD.

Se deben tener en cuenta todos los protocolos de seguridad propios de la operación petrolera que se esté realizando. Además, hay que enfatizar en los siguientes aspectos respecto al motor.

1. Antes de iniciar cualquier tarea de mantenimiento se debe realizar las coordinaciones necesarias, pedir el permiso de trabajo dentro del cual se debe asegurar la zona y colocar candados y etiquetas al sistema de accionamiento del motor (Batería).
2. El motor y sus sistemas trabajan a altas temperaturas y presiones.
3. En el área cercada debe haber disponibles hidrantes que nos permitan sofocar cualquier amago de incendio. Familiarícese con la operación del extintor de incendios, cuando llegue a un área donde exista alguno verifique siempre el registro de servicio del dispositivo contra incendios.
4. Si Ud. Se encuentra realizando trabajos de inspección, reparación de equipos, lectura de instrumentos use guantes de seguridad, protectores auditivos y casco de seguridad.
5. Si se trabaja por algún motivo con aire comprimido y agua a presión se debe usar un protector facial, ropa protectora y zapatos de seguridad. La máxima presión de aire para propósitos de limpieza debe ser inferior a 30 Psi. La máxima presión de agua para limpieza debe ser de 40 Psi.

6. Es recomendable usar dos tipos de protectores auditivos: tapones y orejeras de manera que la protección sea superior que usando sólo uno de ellos.
7. No haga fuego abierto en el área del motor ya que podría ocasionar un incendio. Tome las siguientes precauciones:
 - Inspeccione todas las tuberías para ver si existe daño o desgaste.
 - Cerciórese de que todas las tuberías estén firmemente conectadas con soportes y abrazaderas necesarios.
 - Recuerde que todos los combustibles, la mayoría de lubricantes y algunas mezclas de refrigerante son inflamables.
8. Evite el contacto con lugares donde exista alta temperatura. No toque ninguna pieza del motor en marcha. Deje que el motor se enfríe antes de realizar cualquier tarea de mantenimiento. Alivie toda la presión del sistema de lubricación, sistema de combustible o sistema de enfriamiento antes de desconectar tuberías, accesorios o componentes relacionados.
9. Revise y priorice la solución de cualquier fuga de diésel. Recuerde que un fluido que escapa a presión puede penetrar la piel y esto causaría lesiones graves o fatales en la persona, si esto ocurriese, busque ayuda médica de inmediato
10. Es importante conocer el uso de izajes de carga.
11. Prevención contra cortes y aplastamiento:
 - Sujete debidamente el componente que por alguna razón se haya elevado y evite hacer trabajos debajo de él.
 - A menos que se den otras instrucciones de mantenimiento, no tratar nunca de hacer ajustes con el motor en marcha.

- No se acerque a las piezas giratorias ni a las piezas móviles. No retire guardas ni protectores si el equipo no está totalmente parado y todos sus accionamientos hayan sido bloqueados.

12. Recordar que ante cualquier evento no deseado debe activar la alarma de emergencia de manera que alerte al resto del equipo que se encuentre en la planta.

4.2 MEDIO AMBIENTE

1. En caso de incendio habrá emanaciones de CO₂, CO, que contaminan el medio ambiente.
2. Tener especial cuidado la manipulación de los fluidos (aceite, diésel y refrigerante) para poder evitar derrames. Prepare siempre un recipiente apropiado para recoger el fluido antes de abrir o desarmar algún compartimiento.
3. Todos los residuos deben tener el tratamiento especificado en la tabla 1.

	RESIDUOS	CLASIFICACION	RIESGO AMBIENTAL	TRATAMIENTO
◆	Gases de escape	Peligroso No Reaprovechable	Contaminación por emisión directa al ambiente	No tratamiento
◆	Filtros de aire	No peligroso Reaprovechable	No contamina directamente	Limpieza y reaprovechamiento ò Incineración
◆	Filtros de Combustible y Filtros de Aceite	Peligroso No Reaprovechable	Contaminación por chorreo de aceite o combustible	Incineración
◆	Paños e implementos de limpieza impregnados con	Peligroso No Reaprovechable	Contaminación por chorreo de aceite o combustible	Incineración

	combustible o aceite			
◆	Agua del sistema de refrigeración con inhibidor de corrosión	Peligroso No Reaprovechable	Contaminación de suelos por derrame	A tratamiento de crudo
◆	Aceite lubricante	Peligroso No Reaprovechable	Contaminación de suelos por derrame	A tratamiento de crudo
◆	Empaque de papel viturite, etc. Sellos de goma	No Peligroso No Reaprovechable	No contamina	
◆	Metales de bancada, de biela, inyectores y cualquier desecho metálico	No Peligroso No Reaprovechable	No contamina	

Tabla 1. Tratamiento de los residuos

CAPITULO 2

CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LOS MOTORES OBJETO DE ESTUDIO

1. MOTOR CATERPILLAR 3412

- 1.1 Sistema de Admisión de Aire y de Gases de Escape
- 1.2 Sistema de Combustible
- 1.3 Sistema de Potencia
- 1.4 Sistema de Lubricación
- 1.5 Sistema de Enfriamiento

2. MOTOR CUMMINS QST – 30

- 2.1 Sistema de Admisión de Aire y de Gases de Escape
- 2.2 Sistema de Combustible
- 2.3 Sistema de Potencia
- 2.4 Sistema de Lubricación
- 2.5 Sistema de Enfriamiento

3. MOTOR PERKINS 2506

- 3.1 Sistema de Admisión de Aire y de Gases de Escape
- 3.2 Sistema de Combustible
- 3.3 Sistema de Potencia
- 3.4 Sistema de Lubricación
- 3.5 Sistema de Enfriamiento

1. MOTOR CATERPILLAR 3412

Los motores 3412 Caterpillar son motores a combustión interna de cuatro tiempos que tiene las siguientes características:

ESPECIFICACIONES MOTOR 3412 CATERPILLAR	
Velocidad (RPM)	1800
Cilindros y Arreglo	12 cilindros en V
Número de Culatas	2
Diámetro del cilindro	137 mm
Carrera del pistón	152.4 mm
Aspiración	2 Turbos en Paralelo
Cilindrada	27 lts.
Rotación de volante	Horaria
Luz de válvula de Admisión	0.38 mm
Luz de válvula de Escape	0.76
Tipo de aceite	15W40
Capacidad de carter	32 gl.
Monitoreo de condiciones	Analógico
Sistema de Protección	Eléctrico

Recibe como alimentación:

- Aire del Medio Ambiente
- Diésel de la línea de abastecimiento
- Aceite del tanque.
- Agua
- Energía mecánica del arrancador

A la Salida se obtiene como resultado:

- Una máxima RPM de 1800 en la volante, en donde se le acoplara el mecanismo que se desea trabajar para nuestro caso un generador eléctrico.

1.1 SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE Y DE GASES DE ESCAPE

- **3412 CATERPILLAR:** Es un sistema tipo "TA" (Con turbocompresor y pos-enfriador) que trabaja a 16 PSI aprox. Y 123 °F en el ingreso de aire. Las temperaturas generadas en los motores Caterpillar son alrededor de 3500 °F (1927 °C), el 30% de este valor es la temperatura con la que salen los gases de escape, es decir aprox. 1050 °F (565,5°C).

1.2 SISTEMA DE COMBUSTIBLE

3412 CATERPILLAR:

- 3 PSI como máx. a la entrada de los filtros.
- 31 PSI después de la Bomba de Transferencia.
- 86 ° F de temperatura del Diésel aprox.

1.3 SISTEMA DE POTENCIA

Para los motores 3412 CATERPILLAR; Es un sistema compuesto por una gran variedad de partes mecánicas (engranajes, bielas, pistones cilindros), de 4 tiempos diseñado para trabajar aproximadamente A 3000 °F y en algunas partes pueden llegar a 1000 PSI.

1.4 SISTEMA DE LUBRICACION

Es un sistema de ciclo cerrado, diseñado para trabajar entre 60 y 70 PSI, un rango aproximado para los motores 3412 CATERPILLAR.

1.5 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Es un sistema que trabaja a 192°F aproximadamente en el ingreso al motor y con una diferencia de 16 °F entre la entrada y salida al motor. Un sobre enfriamiento es cuando la temperatura está por debajo de los 160 °F.

2. MOTOR CUMMINS QST – 30

Los motores Qst-30 Cummins son motores a combustión interna de cuatro tiempos que tiene las siguientes características:

ESPECIFICACIONES MOTOR QST-30 CUMMINS	
Velocidad (RPM)	2400
Cilindros y Arreglo	12 cilindros en V
Número de Culatas	2
Diámetro del cilindro	140 mm
Carrera del pistón	165 mm
Cilindrada	30,5 lts.
Rotación de volante	Horaria
Luz de válvula de Admisión	0.43 mm
Luz de válvula de Escape	0.8 mm
Tipo de aceite	15W40
Capacidad de carter	35 gl.
Monitoreo de condiciones	Analógico
Sistema de Protección	Eléctrico

Recibe como alimentación:

- Aire del Medio Ambiente
- Diésel de la línea de abastecimiento
- Aceite del tanque.
- Agua
- Energía mecánica del arrancador

A la Salida se obtiene como resultado:

- Una máxima RPM de 2400 en la volante, en donde se le acoplara el mecanismo que se desea trabajar para nuestro caso un generador eléctrico.

2.1 SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE Y DE GASES DE ESCAPE

- **QST-30 CUMMINS:** Es un sistema con turbo cargador y pos-enfriador, que trabaja a 16 PSI aprox. Y 104 °F en el ingreso de aire. Los gases generados en el motor salen a una temperatura aprox. 923 °F (495°C).

2.2 SISTEMA DE COMBUSTIBLE

QST-30 CUMMINS:

- 5 PSI como máx. a la entrada de los filtros.
- 35 PSI después de la Bomba de Transferencia.
- 159 ° F de temperatura del Diésel aprox.

2.3 SISTEMA DE POTENCIA

Para los motores QST-30 CUMMINS; Es un sistema compuesto por una gran variedad de partes mecánicas (engranajes, bielas, pistones cilindros), de 4 tiempos diseñado para trabajar aproximadamente A 3000 °F y en algunas partes pueden llegar a 1000 PSI.

2.4 SISTEMA DE LUBRICACION

Es un sistema de ciclo cerrado, diseñado para trabajar entre 60 y 70 PSI, un rango aproximado para los motores QST-30 CUMMINS.

2.5 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Es un sistema que trabaja a 192°F aproximadamente en el ingreso al motor y con una diferencia de 16 °F entre la entrada y salida al motor. Un sobre enfriamiento es cuando la temperatura está por debajo de los 160 °F.

3. MOTOR PERKINS 2506

Los motores 2506 Perkins son motores a combustión interna de cuatro tiempos que tiene las siguientes características:

ESPECIFICACIONES MOTOR 2506 PERKINS	
Velocidad (RPM)	1800
Cilindros y Arreglo	6 cilindros en línea
Número de Culatas	2
Diámetro del cilindro	137,2 mm
Carrera del pistón	171,5 mm
Cilindrada	15,2 lts.
Rotación de volante	Hacia la izquierda
Tipo de aceite	15W40
Capacidad de carter	16.37 gl.
Monitoreo de condiciones	Analógico
Sistema de Protección	Eléctrico

Recibe como alimentación:

- Aire del Medio Ambiente
- Diésel de la línea de abastecimiento
- Aceite del tanque.
- Agua
- Energía mecánica del arrancador

A la Salida se obtiene como resultado:

- Una máxima RPM de 1800 en la volante, en donde se le acoplara el mecanismo que se desea trabajar para nuestro caso un generador eléctrico.

3.1 SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE Y DE GASES DE ESCAPE

- **2506 PERKINS:** Es un sistema con turbo cargador y pos-enfriador, que trabaja a 16 PSI aprox. Y 167 °F en el ingreso de aire. Los gases generados en el motor salen a una temperatura aprox. 1022 °F (550°C).

3.2 SISTEMA DE COMBUSTIBLE

2506 PERKINS:

- 2 PSI como máx. a la entrada de los filtros.
- 26 PSI después de la Bomba de Transferencia.
- 104 ° F de temperatura del Diésel aprox.

3.3 SISTEMA DE POTENCIA

Para los motores 2506 PERKINS; Es un sistema compuesto por una gran variedad de partes mecánicas (engranajes, bielas, pistones cilindros), de 4 tiempos diseñado para trabajar aproximadamente A 3000 °F y en algunas partes pueden llegar a 1000 PSI.

3.4 SISTEMA DE LUBRICACION

Es un sistema de ciclo cerrado, diseñado para trabajar entre 50 y 60 PSI, un rango aproximado para los motores 2506 PERKINS.

3.5 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Es un sistema que trabaja a 192°F aproximadamente en el ingreso al motor y con una diferencia de 16 °F entre la entrada y salida al motor. Un sobre enfriamiento es cuando la temperatura está por debajo de los 160 °F.

CAPITULO 3

INSPECCION Y MANTENIMIENTO

1. PROCEDIMIENTOS DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO

1.1 Inspección en Operación

1.2 Inspección en Paro

1.3 Mantenimiento Periódico

1.4 Detección de Fallas Analíticas

1.5 Detección de Fallas Históricas

1.1 INSPECCION EN OPERACIÓN

Al realizar la inspección en operación de los motores diésel teniendo como referencia el 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins; se deben verificar los siguientes parámetros:

Fecha	Freq.	Elementos a Inspeccionar	Como se debe encontrar	Como se encuentra	Acción Correctiva
	1xdía	Inspeccionar alrededor del motor	No debe haber ruidos extraños, ni piezas sueltas		
	1xdía	Nivel de aceite de Carter	Optimo		
	1xdía	Temperatura de agua (°F)	192 Max.		
	1xdía	Presión de aceite de motor (PSI)	Aproximado de 66 PSI		
	1xdía	Presión de diésel (PSI)	31, 26, 35 PSI		
	1xdía	Carga (kW.)	Depende de la demanda sin exceder el máximo permisible.		
	1xdía	Amperaje de batería (amp.)	520, 150, 1280		
	1xdía	Vacío en el Carter a velocidad de funcionamiento	1/2 a 1 pulg. H2O		
	1xdía	Revisar separador de agua-combustible	Este trabajando en óptimas condiciones		

	1xdía	Revisar controles electrónicos del motor (lámpara de código de falla)	Este trabajando en óptimas condiciones		
	3xdía	Fugas en líneas de conexión (agua, aceite aire, combustible) o en componentes del motor	Sin fugas		

1.2 INSPECCION EN PARO

Cuando hacemos una inspección en paro de los motores 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins, se deben incluir las tareas del tipo de mantenimiento preventivo que le corresponda a cada sistema según el acumulado de las horas de funcionamiento.

Al realizar el paro del motor cuando vamos a realizar cada inspección, se debe primeramente asegurar completamente la zona con cintas de demarcación, posteriormente se debe proceder a apagar el motor para que las partes se vayan enfriando, teniendo en cuenta que para realizar las inspecciones es necesario contar con personal calificado, este personal involucrado debe reunirse con el auditor o encargado para llenar el permiso de trabajo y además juntos poder revisar todos los peligros existentes así como el apropiado uso de los Elementos de Protección Personal.

Fecha	Freq. Horas	Elementos a Inspeccionar	Como se debe Encontrar	Como se Encuentra	Acción Correctiva
	250	A las primeras 250 Hrs se debe revisar luz de válvulas (Ver Manual de servicio del motor 3412 Caterpillar)	Podrían encontrarse fuera de Medida		

	250	Aditivo del refrigerante (Inhibidor de corrosión) Comprobar/añadir	Nivel Optimo		
	250	Respiradero del Carter (Ver Manual de operación y mantenimiento de los motores 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins)	No debe encontrarse taponeado		
	250	Muestra de aceite del motor (Ver Manual de operación y mantenimiento de los motores 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins)	La muestra debe estar dentro de los parámetros dados por el Fabricante		
	250	Aceite y filtros del motor se deben cambiar (Ver Manual de operación y mantenimiento de los motores 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins)	Obstruidos		
	250	Cojinete del mando del ventilador, lubricarlo (Ver Manual de operación y mantenimiento del motor 3412 Caterpillar)	Lubricado		

	250	Filtro primario del sistema de combustible cambiar y limpiar porta filtro(Ver Manual de operación y mantenimiento de los motores 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins)	Sin sedimentos ni agua		
	250	Filtro Secundario del sistema de combustible, reemplazar (Ver Manual de operación y mantenimiento de los motores 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins)	Obstruido		
	250	Mangueras y abrazaderas	Sin fugas		
	250	Radiador, limpiar	Limpio		
	250	Bandas impulsadoras (Ver Manual de operación y mantenimiento del motor QST-30 Cummins)	Reemplace las bandas que estén agrietadas o deshilachadas		
	250	Ventilador de enfriamiento	Revise por grietas, remaches flojos, y aspas dobladas o flojas		

	1000	Dispositivos de protección del motor (Ver Manual de operación y mantenimiento de los motores 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins)	Todos operativos		
	1000	Mecanismo de control de combustible (Ver Manual de operación y mantenimiento de los motores 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins)	Todo operativo		
	1000	Inspeccionar el Inyector unitario electrónico	Todo operativo		
	1000	Verificar la Luz de las válvulas del motor	Con los ajuste correctos		
	2000	Ajuste del tren de válvulas e inyectores	Válvulas desajustadas		
	2000	Baterías	Llenar de agua destilada e inspeccionar		
	2000	Cigüeñal	Medir la tolerancia máxima del cigüeñal		
	2000	Limpieza a vapor del motor	Sucio		
	2000	Alternador	Conexiones flojas y cargado correctamente a la batería		

	3000	Cambiar el refrigerante del sistema de enfriamiento (Ver Manual de operación y mantenimiento de los motores 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins)	Con pH fuera de rango		
	3000	Termostato del sistema de enfriamiento (Ver Manual de operación y mantenimiento de los motores 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins)	Se debe cambiar, realizar un buen procedimiento para este cambio		
	3000	Inspeccionar amortiguador de vibraciones del cigüeñal	Sin rajaduras		
	3000	Luz de válvulas del motor: comprobar/ajustar (Ver Manual de operación y mantenimiento de los motores 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins)	Con los ajuste correctos		
	3000	Comprobar juego de ejes en turbocompresores	Totalmente equilibrado y sin Fugas		
	3000	Dispositivos de protección del motor	Comprobar el estado de todos los medidores, sensores y cables.		

	5000	Boquillas de inyección de combustible (Probar/cambiar)	Sin desgastes en las puntas		
	5000	Motor de arranque	En buen estado, de lo contrario cambiar		
	6000	Refrigerante del sistema de enfriamiento	Cambiar el refrigerante según especificaciones.		
	6000	Carcas del Termostato del refrigerante	Juntas de la carcasa del termostato dañadas, cambiarlas		
	6000	Termostato del refrigerante	Revise el termostato por desgaste o daño para cambiar		
	6000	Conjunto de polea de mando del ventilador	Inspeccione polea y cambie si sea necesario		
	6000	Bomba de agua	Revisar si hay fuga para cambiar de lo contrario no.		
	6000	Acumulación de Carbón en el Compresor de Aire	Inspeccionar el exceso de carbón en los compresores		

1.3 MANTENIMIENTO PERIODICO

Para obtener un buen funcionamiento de todas las partes de los motores y en este caso del 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins; se deben realizar las inspecciones y mantenimientos periódicos como se mencionaron en el anterior punto y para unas especificaciones más detalladas o específicas para motor revisar el Manual de Servicio y el Manual de Operación y Mantenimiento para grupos electrógenos de los motores 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins.

1.4 DETECCION DE FALLAS ANALITICAS

Manual de Servicio, Operación y Mantenimiento para grupos electrógenos de los motores 3412 Caterpillar, 2506 Perkins, QST-30 Cummins.

ELEMENTOS CON ANOMALIAS	PRUEBA
Se verificaran los componentes o elementos que estén presentando algún tipo de anomalía en el funcionamiento del motor.	Se considerara que la unidad como conjunto está funcionando bien si esta responde a los distintos requerimientos de carga manteniendo los parámetros de funcionamiento dentro de los rangos descritos como normales en 1.1 y 1.2, se inspeccionara el siguiente elemento en el sistema hasta encontrar el que presenta daños.

1.5 DETECCIÓN DE FALLAS HITÓRICAS

DIAGNOSTICO	PROBABLE CAUSA	ACCIÓN CORRECTIVA
1. El motor no arranca	La batería tiene poca carga	Verifique la condición de la batería
	Las conexiones o los interruptores tienen algún defecto	Haga las reparaciones o reposiciones necesarias.
	Solenoides del motor de arranque tiene algún defecto	Instale un nuevo solenoide
	El motor de arranque tiene algún defecto	Haga la reparación o reposición necesaria en el motor de arranque
	El interruptor de la presión de aceite de la bomba de lubricación tiene algún defecto.	Reemplace el interruptor defectuoso
	La bomba de aceite de lubricación tiene algún defecto	Repare o reemplace los componentes de la bomba
	Algún problema inferior impide que el cigüeñal del motor gire	Si el cigüeñal no puede girar después de desacoplar el equipo impulsado, retire los inyectores de combustible y vea si hay algún líquido en los cilindros mientras hace girar el cigüeñal
	Baja velocidad de giro de arranque	Vea los puntos 3, 4
	Filtro de combustible sucio	Instale un nuevo filtro de combustible
Tuberías de combustibles sucias o rotas	Limpie o instale nuevas tuberías de combustible según sea necesario.	

	La presión del combustible está baja	A las RPM de arranque, la presión mínima del combustible en la bomba de transferencia debe estar dentro de las especificaciones, cambie el elemento filtrante. Busque aire en el sistema de combustible es todavía baja compruebe si la válvula de control de combustible y la bomba de transferencia de combustible funcionan correctamente.
	No llega combustible a los cilindros	Ponga combustible en el tanque. Cebe (saque el aire o el combustible de baja calidad del sistema)
	Combustible de mala calidad	Saque el combustible del tanque de combustible. Instale un nuevo elemento filtrante. Ponga combustible limpio de buena calidad en el tanque de combustible
	Mala sincronización de la inyección de combustible	Haga el ajuste de la sincronización
2. El motor de arranque no gira	La batería da poca energía	Verifique la condición de la batería. Cargue la batería o haga la reposición necesaria.
	Las conexiones o el interruptor tiene algún defecto	Haga las reparaciones o reposiciones necesarias
	Solenoide del motor de arranque tiene algún defecto	Instale un nuevo solenoide
	El motor de arranque tiene algún defecto	Haga la reparación o reposición necesaria en el motor de arranque

3. El alternador no carga	Correa del alternador floja	Haga el ajuste para corregir la tensión de la correa
	El circuito de carga o de retorno a masa, o las conexiones de la batería tiene algún defecto	Inspeccione todos los cables y conexiones. Limpie y apriete todas las conexiones, haga la reposición de las piezas con defectos.
	Las escobillas tienen algún defecto	Instale nuevas escobillas
	El rotor tiene algún defecto	Instale un rotor nuevo
4. La cantidad de carga del alternador no es regular	Correa de impulsión de alternador floja	Haga la corrección para ajusta la tensión de la correa
	El circuito de carga o de masa o las conexiones de la batería tiene algún defecto	Inspeccione todos los cables y conexiones. Limpie y apriete todas las conexiones. Reemplace las piezas que funcionan mal.
	El regulador del alternador funciona mal	Haga el ajuste o la reposición del regulador del alternador
5. Fallas de encendido	Baja presión de combustible	Asegúrese de que haya combustible en el tanque.
		Busque fugas o dobleces en las tuberías de combustible entre el tanque y la bomba de transferencia de combustible.
		Busque aire en el sistema de combustible. Compruebe si la válvula de control de combustible se pega, se atasca o esta defectuosa. Verifique la presión del

		combustible.
		Si la presión del combustible está por debajo de la presión indicada, instale un nuevo elemento filtrante. Si la presión del combustible todavía esta baja, examine la bomba de transferencia de combustible
	Aire en el sistema de combustible	Encuentre la entrada de aire en el sistema de combustible y corríjala. Si entra aire en el sistema de combustible, generalmente entra por el dalo de succión de la bomba de transferencia de combustible.
	Fuga o rotura de la tubería de combustible entre el múltiple de combustión y la culata de cilindros	Instale una tubería de combustible nueva
	Juego incorrecto de una válvula	Ajústela
	Sincronización del combustible incorrecta	Haga el ajuste de la sincronización
6. Falta de Potencia	Combustible de mala calidad	Saque el combustible malo, instale un nuevo filtro de combustible. Uso combustible en buen estado
	La presión del combustible esta baja	Asegúrese de que haya combustible en la línea o tanque.

		Busque fugas o dobleces en la tubería de combustible entre el tanque y la bomba de transferencia de combustible.
		Busque aire en el sistema de combustible. Compruebe si la válvula de control de combustible se pega, atasca o esta defectuosa. Verifique la presión del combustible.
		La presión de salida de la bomba de transferencia debes ser la indicada; si la presión de combustible es más baja de lo indicado arriba, instale un elemento filtrante nuevo.
		Si la bomba del combustible está todavía baja, examine la bomba de transferencia de combustible.
	Fugas en el sistema de admisión de aire	Verifique la presión del múltiple de admisión de aire. Busque las restricciones en el filtro de aire
	Varillaje de regulador	Haga los ajustes necesarios para conseguir el desplazamiento completo del varillaje. Instale piezas nuevas en reemplazo de las dañadas o defectuosas.
	Jugo de válvulas incorrecto	Haga el ajuste necesario
	Sincronización de la inyección de	Haga el ajuste de la sincronización

	combustible	
	Ajuste de potencia demasiado bajo.	Haga el ajuste de régimen de acuerdo a las especificaciones que se muestran en la placa de información.
	El turbocompresor tiene depósito de carbón	Inspeccione y repare el turbocompresor según sea necesario.
7. Calado en Baja	La presión del combustible está baja	Asegúrese de que haya combustible en la línea o tanque. Busque fugas o dobleces en la tubería de combustible entre el tanque y la bomba de transferencia de combustible.
		Busque aire en el sistema de combustible. Compruebe si la válvula de control de combustible se pega, atasca o esta defectuosa. Verifique la presión del combustible.
		La presión de salida de la bomba de transferencia debes ser la indicada; si la presión de combustible es más baja de lo indicado arriba, instale un elemento filtrante nuevo.
		Si la bomba del combustible está todavía baja, examine la bomba de transferencia de combustible.

	Velocidad (RPM) en vacío demasiado baja	Haga el ajuste del regulador de forma tal que las RPM en vacío sean las mismas que las dadas en la placa de información del motor.
	Accesorios del motor	Compruebe si los accesorios del motor están dañados o ajustados correctamente. Si es necesario, desconecte los accesorios y pruebe el motor.
8. Cambio repentinos de RPM	Falla del regulador o de la bomba de inyección de combustible	Busque daños o roturas de resortes, varillaje u otras piezas. Saque el regulador.
		Verifique el desplazamiento libre de los varillajes de control. Instale piezas nuevas en reemplazo de las que estén dañadas o sean defectuosas.
9. Combustión ruidosa	Combustible de mala calidad	Asegúrese de que la calidad del combustible sea la óptima. Instale un nuevo filtro de combustible.
	Mala sincronización de la inyección de combustible	Haga el ajuste de la sincronización
10. ruido en el tren de válvulas	Resortes o trabas de válvulas rotas	Instale piezas nuevas donde sea necesario.
		Las trabas rotas pueden hacer que la válvula caiga dentro de cilindro.
		Esto podría causar graves daños al motor.
	Lubricación insuficiente	Verifique la lubricación del compartimiento de

		la válvula.
		Tiene que haber un fuerte flujo de aceite a alta velocidad del motor, pero sólo un flujo suave a baja velocidad.
		Los pases de aceite deben estar limpios, especialmente los que llevan el aceite a la culata
	Daño del puente de válvulas	Reemplace el puente y haga el ajuste necesario
	Demasiado juego en válvula	Haga el ajuste correcto
11. Tren de válvulas muy ruidoso	Resorte(s) de válvula roto(s)	Reemplace las piezas averiadas
	Árbol de levas roto	Reemplace la pieza averiada. Limpie el moto completamente
12 Demasiada holgura de válvulas	Lubricación insuficiente	Compruebe la lubricación del compartimiento de válvula.
		Tiene que haber un fuerte flujo de aceite a alta velocidad de motor pero sólo un flujo suave a velocidades bajas.
		Los pasajes de aceite deben estar limpios, especialmente los que llevan en el aceite a la culata.

	Balancín desgastado en la cara que hace contacto con el puente	Si está muy desgastado, instale las piezas nuevas necesarias. Ajuste el juego de la válvula
	Extremo de la válvula desgastado	Si está demasiado desgastado, instale nuevas válvulas. Haga el ajuste de juego de la válvula
	Varillas e empuje desgastadas	Si hay mucho desgaste, instale nuevas varillas de empuje. Ajuste el juego de la válvula.
	Levanta válvulas gastadas	Si hay mucho desgaste, instale nuevos levanta válvulas. Ajuste el juego de válvulas.
	Puentes de válvulas gastados	Haga el ajuste o la reposición necesaria.
	Levanta válvulas gastados o rotos	Limpie el motor completamente instale nuevos levanta válvulas. Compruebe el desgaste del árbol de levas.
		Vea si las válvulas se mueven libremente o si hay algún vástago de válvula torcido. Ajuste el juego de las válvulas.
	Levas del árbol gastadas	Verifique el juego de la válvula. Compruebe si las válvulas se mueven libremente o si hay vástagos de válvulas torcidos.
		Instale un nuevo árbol de levas y un nuevo levanta válvulas, Ajuste el juego de la válvula

13. Juego de la válvula, escaso o nulo	Asiento o cara de válvula gastado	Se necesita reacondicionar la culata de cilindros. Ajuste el juego de la válvula.
14. Rotor o resorte de traba de la válvula suelto	Trabas rotas	Las trabas rotas pueden hacer que la válvula caiga dentro del cilindro ocasionando serios daños al motor
	Resorte(S) de válvula rota(S)	Instale nuevo(s) resorte(s) de válvula
	Válvula rota	Reemplace válvula y otras piezas averiadas.
15. Ruido en el motor	Falla del cojinete de biela	Examine el cojinete de biela y bancada del cigüeñal. Instale nuevas piezas donde sea necesario.
	Engranajes averiados	Instale nuevas piezas donde sea necesario.
	Defecto de algún accesorio	Repare o instale nuevos componentes.
16. Demasiada vibración	El amortiguador de vibración o la polea se han aflojado	Vea si el amortiguador de vibración o la polea tienen avería. Ajuste los pernos o tuercas.
		Silo s orificios de los pernos del amortiguador o de la polea de vibración están averiados o gastados, reemplace las piezas necesarias.
	El amortiguador de vibración tiene algún defecto	Instale un nuevo amortiguador de vibración
	Los soportes del motor están flojos, son los incorrectos o tiene algún defecto	Apriete todos los pernos de montaje. Instale nuevos componentes si es necesario
	El equipo impulsado no está alineado o está	Verifique el alineamiento y el equilibrio. Haga

	desequilibrado	las correcciones necesarias.
	Escape de explosiones o funcionamiento irregular	Véase el punto 5.
17. Demasiado humo blanco o azul	Demasiado aceite de lubricación en el Motor	Saque el aceite sobrante. Vea de donde viene el exceso de aceite. Ponga la cantidad de aceite correcta en el motor.
	Fallas de encendido	Véase el punto 5
	Sincronización de la inyección del combustible incorrecta	Haga el ajuste de la sincronización
	Guías de válvulas gastadas	Reacondicione la culata de cilindros
	Anillos de pistón gastados	Instale nuevos anillos
	Falla del sello de aceite del turbocompresor	Vea si el múltiple de admisión necesita aceite y repare el turbocompresor si es necesario.
18. Aceite en el escape	Demasiado aceite en el compartimiento de la válvula	Asegúrese de que el balancín tenga el tapón en el extremo
	Guías de válvula gastadas	Se necesita reacondicionar la culata de los cilindros.
	Anillos de pistón gastados	Inspeccione e instale nuevas piezas según sea necesario
19. Demasiado consumo de aceite lubricante	Demasiado aceite de lubricación en el motor	Saque el aceite extra. Vea de donde viene el aceite sobrante.

		Eche aceite al motor hasta la marca FULL de la varilla de nivel. Luego verifique el nivel de aceite con el motor en marcha. No ponga demasiado aceite en el motor
	Fugas de aceite	Busque todas las fugas de aceite. Haga las reparaciones necesarias. Vea si el respiradero de aceite está sucio.
	Temperatura del aceite demasiado alta	Verifique la operación del enfriador de aceite. Instale nuevas piezas si es necesario. Limpie el núcleo del enfriador de aceite.
	Demasiado aceite en el compartimiento de la válvula	Asegúrese de que el balancín tenga el tapón en el extremo.
	Guías de válvulas gastadas	Reacondicione la culata de los cilindros
	Anillos de pistón gastados	Inspeccione e instale nuevas piezas según sea necesario.
20. Demasiado humo negro o gris	Falta de aire para la combustión	Vea si los filtros de aire tiene obstrucciones
	Inyectores de combustible en malas condiciones	Instale nuevos inyectores
	Sincronización de la inyección de combustible Incorrecta	Haga los ajustes de sincronización
21. Consumo de combustible demasiado alto	El sistema de combustible tiene fugas	Se necesita reemplazar las piezas en los puntos de fuga
	Golpeteo(por el combustible y en la	Vea los puntos 6 y 7

	combustión)	
	Sincronización de la inyección de combustible Incorrecta	Haga el ajuste de la sincronización.
22. Baja presión de aceite	Filtro de aceite o enfriador sucio	Compruebe la operación de la válvula de derivación del filtro. Instale si fuese necesario un nuevo elemento filtrante
		Limpie o instale un nuevo núcleo del enfriador de aceite. Saque el aceite sucio del motor. Ponga aceite limpio en el motor.
	Combustible diésel en el aceite de lubricación	Busque el lugar de donde previene el combustible diésel del aceite de lubricación.
		Haga las reparaciones necesarias. Drene el aceite de lubricación que tiene combustible diésel. Instale un filtro nuevo. Ponga aceite limpio al motor
	Demasiado juego entre el eje de balancines y los balancines	Verifique la lubricación de los compartimientos de válvula. Instale piezas nuevas, según sea necesario
	Demasiado juego entre el cigüeñal y los cojinetes de bancada	Inspeccione los cojinetes y reemplácelos si es necesario.
Demasiado juego entre el árbol de levas y los cojinetes de árbol de levas	Instale nuevo árbol de levas y cojinetes de bancada necesarios.	

	Defecto del manómetro de aceite	Instale un manómetro nuevo
23. Refrigerante en el aceite	Falla el núcleo del enfriador de aceite	Instale un núcleo del enfriador de aceite. Drene el Carter y vuelva a llenar con aceite lubricante limpio. Instale un nuevo elemento filtrante
	Falla de la junta de la culata de cilindros	Verifique cuanto sobre sale la camisa del cilindro. Instale una nueva junta de culata. Apriete los pernos que sujetan la culata del cilindro.
	Fisura o defecto de la culata de cilindros	Instale una culata nueva
	Fisura o defecto del monoblock	Instale un nuevo monoblock
	Falla de los sellos de revestimiento	Reemplace los sellos
24. Aceite en el sistema de enfriamiento	Defecto en el núcleo del enfriador de aceite	Instale un nuevo núcleo en el enfriador de aceite
	Falla de la junta de la culata de cilindros	Verifique cuanto sobre sale la camisa del cilindro. Reemplace la junta de la culata
25. Refrigerante demasiado caliente	Refrigerante insuficiente en el sistema	Agregue refrigerante al sistema. Vea si hay fugas
	La válvula de alivio de la presión tiene algún defecto	Verifique el funcionamiento de la válvula de alivio de la presión. Instale una válvula nueva si es necesario

	Gases de combustión en el refrigerante	Vea dónde entran los gases en el sistema de enfriamiento. Haga las reparaciones necesarias.
	Los termostatos o los termómetros tienen algún defecto	Verifique el funcionamiento de la válvula de alivio de la presión. Instale una nueva válvula si es necesario
	La bomba de agua tiene algún defecto	Haga las reparaciones de la bomba que sean necesarias.
	Sistema excesivamente cargado	Reduzca la carga
	Sincronización de la inyección de combustible Incorrecta	Ajuste la sincronización
26. El motor se desgasta prematuramente	Suciedad en el aceite de lubricación	Saque el aceite sucio. Instale un nuevo filtro. Ponga aceite limpio en el motor. Compruebe si la válvula de derivación del filtro de aceite tiene un resorte débil o roto
	La admisión de aire tiene fugas	Inspeccione todas las juntas y conexiones. Haga las reparaciones necesarias
	Entrada de combustible con aceite	Esto causa aun alto consumo de combustible y una baja de presión de aceite
27. Temperatura de escape demasiado alta	El sistema de admisión de aire tiene alguna fuga	Compruebe la presión dentro del múltiple de admisión de aire. Busque obstrucciones en el filtro de aire. Corrija errores
	El sistema de escape tiene alguna fuga	Encuentre la causa de la fuga del escape.

		Haga las reparaciones necesarias.
	El sistema de admisión o de escape tiene alguna obstrucción	Retire la obstrucción.
	Sincronización de la inyección de combustible Incorrecta	Haga el ajuste de la sincronización.

CAPITULO 4

FIGURAS

Fig. 1.1 Taladro Petrex Rig 5928

Fig. 1.2 Taladro Petrex PTX 22

Fig. 1.3 Taladro Petrex Rig 5929

Fig. 1.4 Taladro Petrex Rig 5933

Fig. 1.5 Taladro Petrex Rig 5815

Fig. 1.6 Taladro Petroworks PW – 124

Fig. 1.7 Taladro Petroworks PW – 127

Fig. 1.8 Taladro Petroworks PW – 137

Fig. 1.9 Taladro PetroworksPW – 150

Fig. 1.10 Taladro Discovery RIG DISCOVERY 1

Fig. 1.11 Taladro Discovery RIG DISCOVERY 4

Fig. 1.12 Taladro Discovery RIG DISCOVERY 7

Fig. 1.13 Taladro Discovery RIG DISCOVERY 8

Fig. 1.14 Taladro Discovery RIG DISCOVERY 10

Fig. 1.15 Taladro Lacto Drilling RIG LATCO 01

Fig. 1.16 Taladro Lacto Drilling RIG LATCO 02

Fig. 2A Diagrama de Entradas y Salidas

Fig. 2B Diagrama Funcional de Bloques

Fig.2.1 Sistema de Admisión de Aire y Gases de Escape.

Fig.2.1.1 Ubicación de los Filtros de Aire

Fig.2.1.2 Corte del Turbocompresor

Fig.2.1.3 Ubicación del Pos-enfriador

Fig.2.1.4 Múltiple de Escape

Fig.2.2 Sistema de Combustible

Fig.2.2.1 Filtros Secundarios.

Fig.2.2.2 Bomba de Cebado

Fig.2.2.3 Gobernador

Fig.2.3.1 Monoblock del Motor

Fig.2.3.2 A Cilindro – Camisa

Fig.2.3.2 B Partes de la Camisa

Fig.2.3.3 A Partes del Pistón
Fig.2.3.3 B Tipos de Anillos – Resortes Expansor
Fig.2.3.3 C Características Principales de la Biela
Fig.2.3.3 D Partes de la Biela
Fig.2.3.4 A Partes del Cigüeñal
Fig. 2.3.4 B Detalle del Cigüeñal
Fig. 2.3.5 Tren de Engranajes
Fig. 2.3.6 A Detalles de Eje de Levas
Fig. 2.3.6 B Detalles del Levanta Válvulas
Fig.2.3.7 Conjunto del Volante
Fig. 2.4 Esquema del Sistema de Lubricación
Fig. 2.4.1 Bomba de Aceite
Fig. 2.4.2 Enfriador de Aceite
Fig. 2.4.3 Filtros de Aceite
Fig. 2.5 Sistema de Enfriamientos
Fig. 2.5.1 Bomba de Agua



Fig. 1.1 Taladro Petrex Rig 5928



Fig. 1.2 Taladro Petrex PTX 22



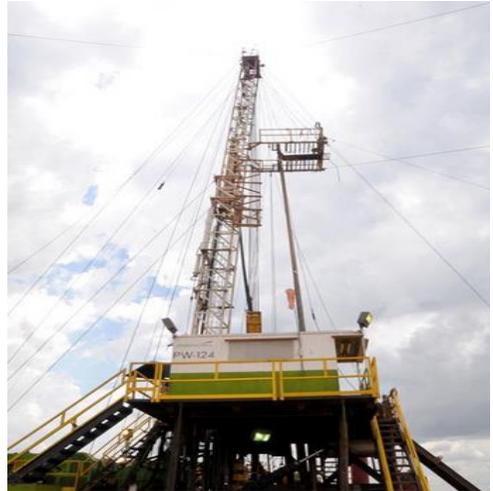
Fig. 1.3 Taladro Petrex Rig 5929



Fig. 1.4 Taladro Petrex Rig 5933



Fig. 1.5 Taladro Petrex Rig 5815



**Fig. 1.6 Taladro Petroworks PW
- 124**



**Fig. 1.7 Taladro Petroworks PW
- 127**



**Fig. 1.8 Taladro Petroworks PW
- 137**



**Fig. 1.9 Taladro Petroworks
PW – 150**



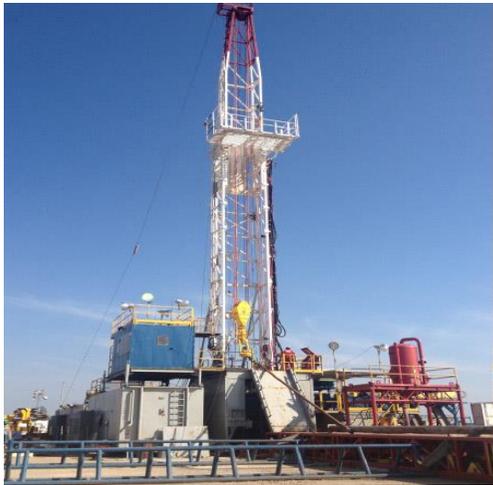
**Fig. 1.10 Taladro Discovery
RIG DISCOVERY 1**



**Fig. 1.11 Taladro Discovery RIG
DISCOVERY 4**



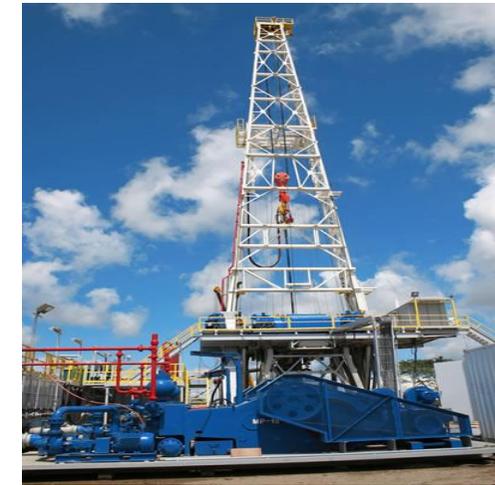
**Fig. 1.12 Taladro Discovery RIG
DISCOVERY 7**



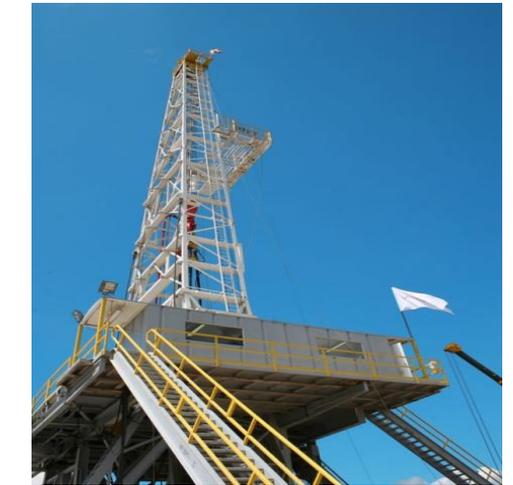
**Fig. 1.13 Taladro Discovery RIG
DISCOVERY 8**



**Fig. 1.14 Taladro Discovery
RIG DISCOVERY 10**



**Fig. 1.15 Taladro Lacto Drilling
RIG LATCO 01**



**Fig. 1.16 Taladro Lacto Drilling
RIG LATCO 02**

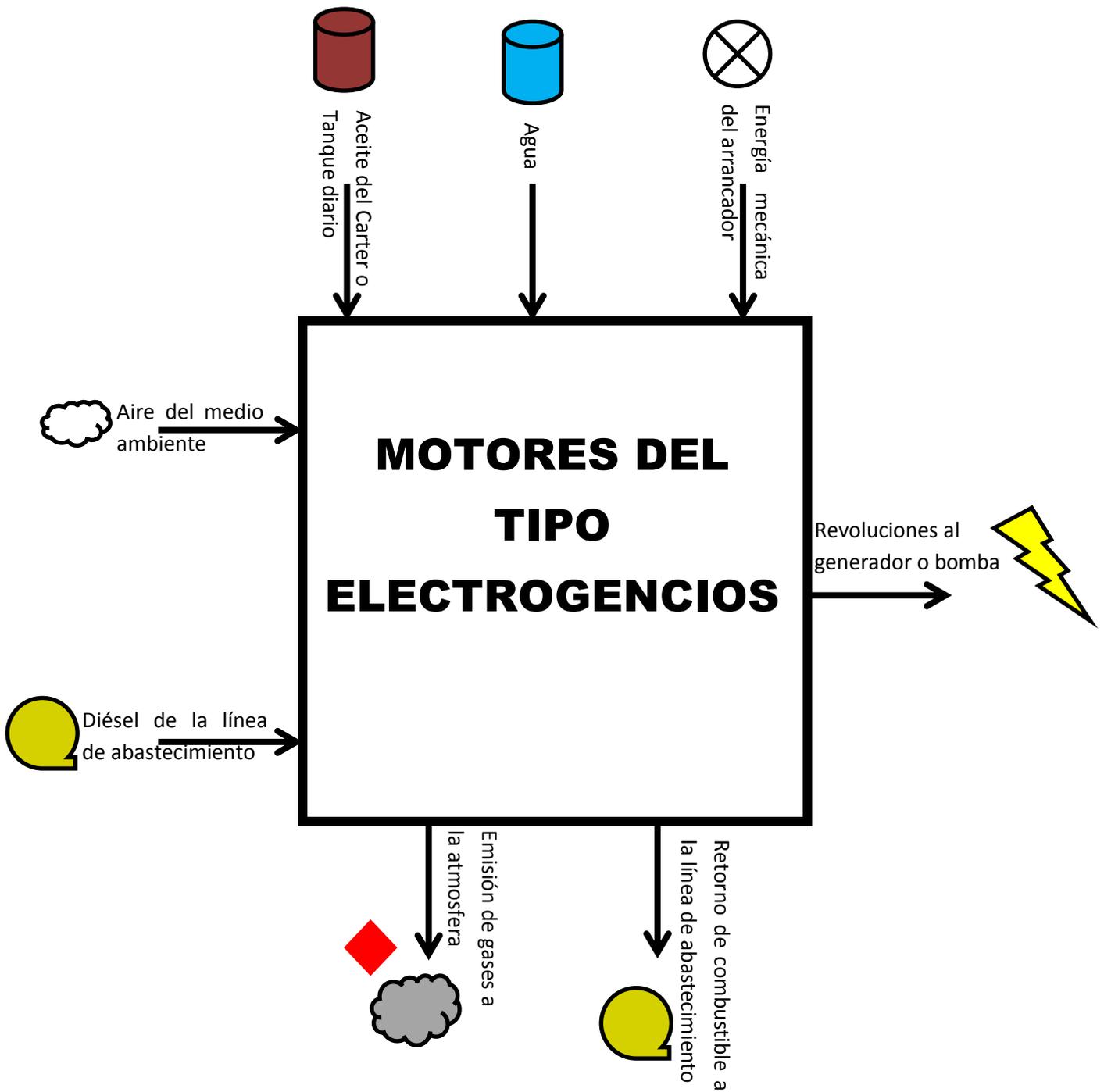


Fig. 2A Diagrama de Entradas y Salidas

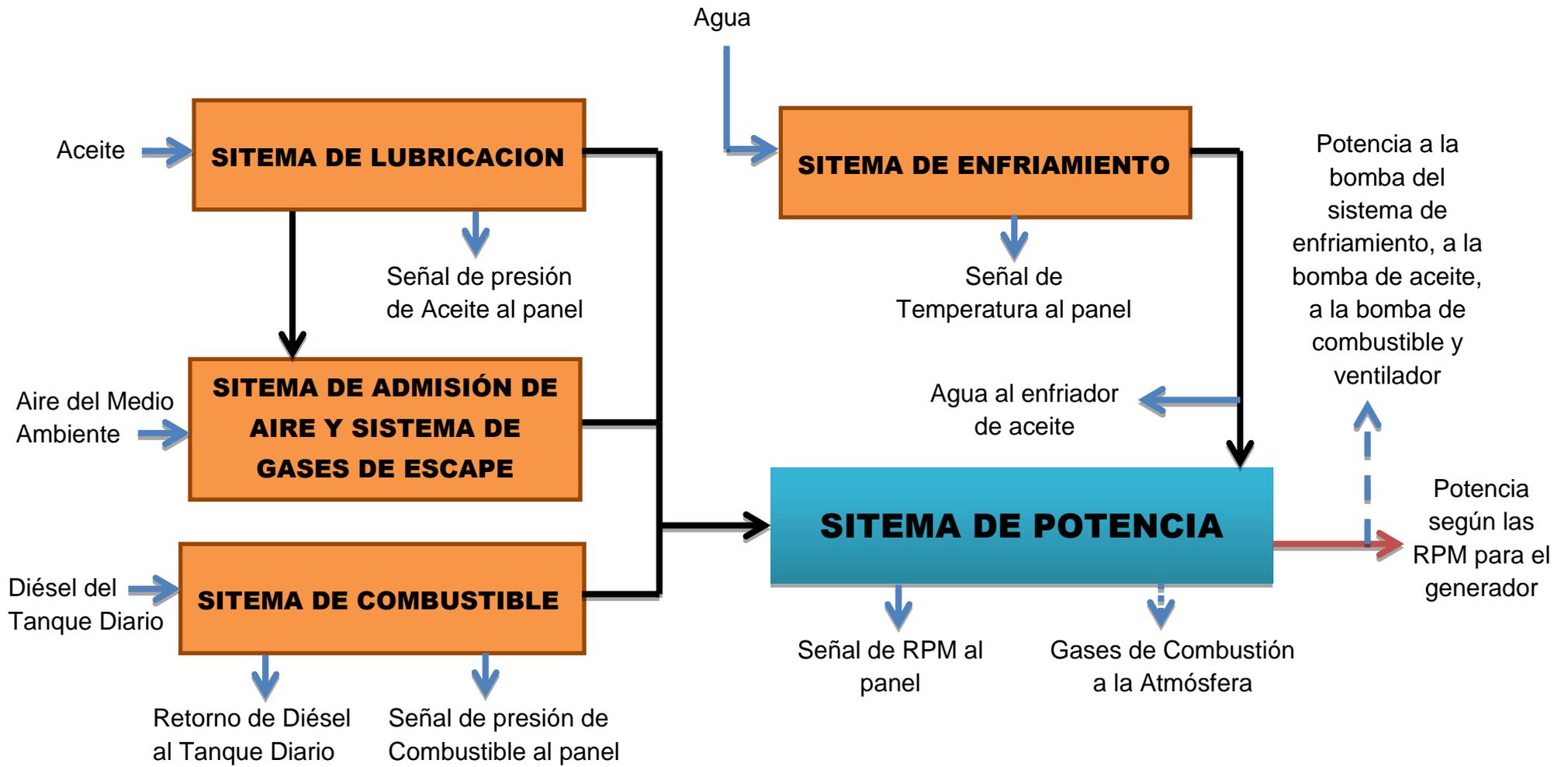
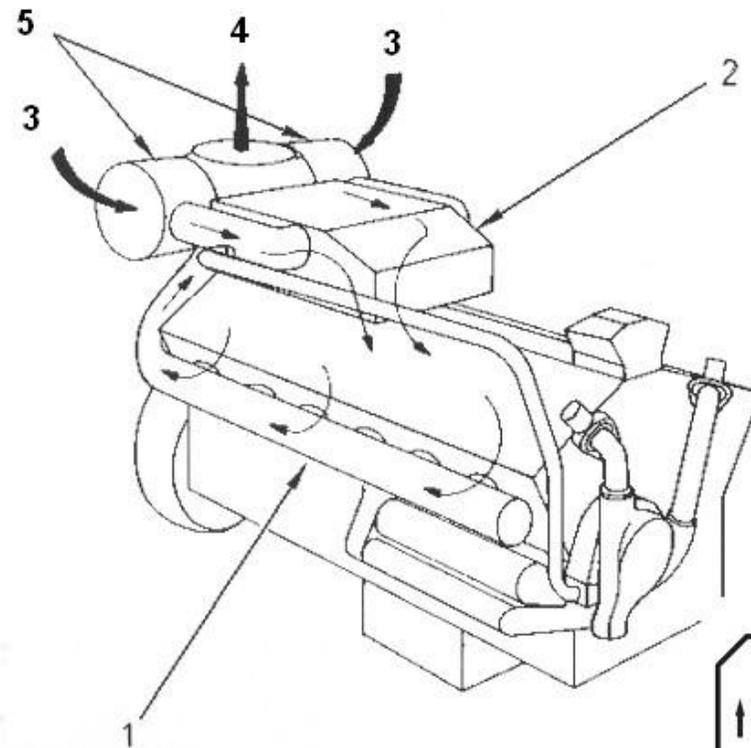


Fig. 2B Diagrama Funcional de Bloques



- 1. MULTIPLE DE ESCAPE
- 2. POST-ENFRIADOR
- 3. INGRESO DE AIRE
- 4. SALIDA DE GASES DE ESCAPE
- 5. TURBOCOMPRESORES

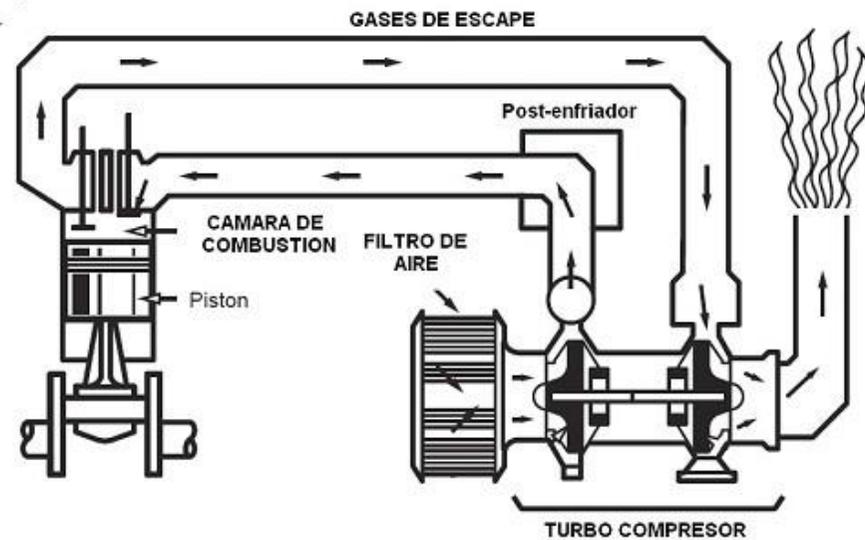


Fig. 2.1 Sistema de Admisión de Aire y Gases de Escape.



Fig. 2.1.1 Ubicación de los Filtros de Aire



Fig.2.1.2 Corto del Turbocompresor



Fig. 2.1.3 Ubicación del Pos-enfriador

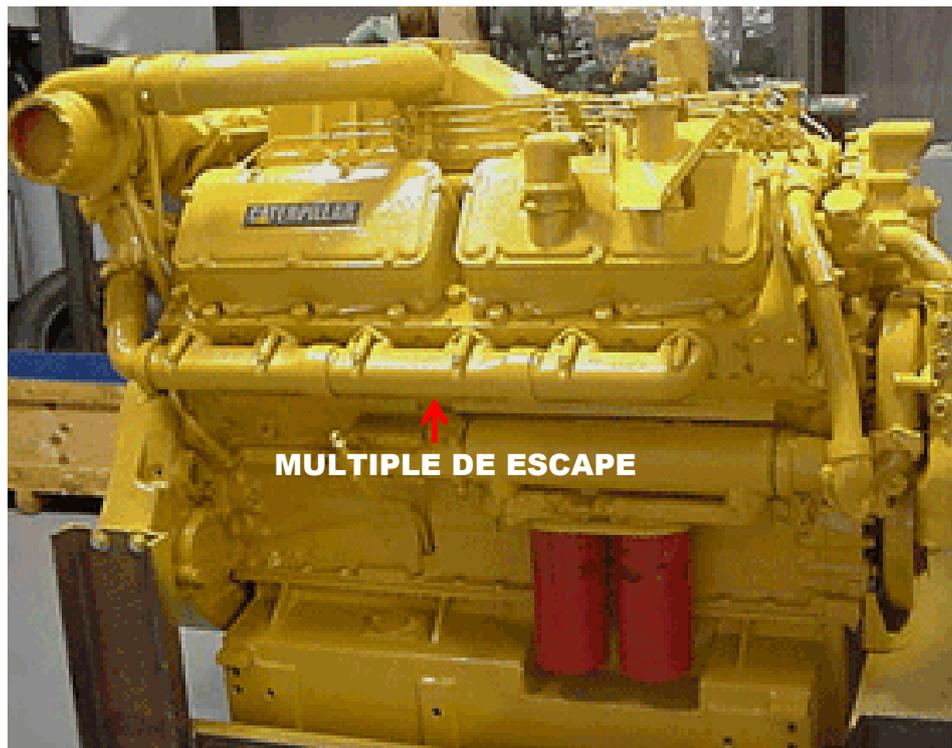


Fig. 2.1.4 Múltiple de Escape

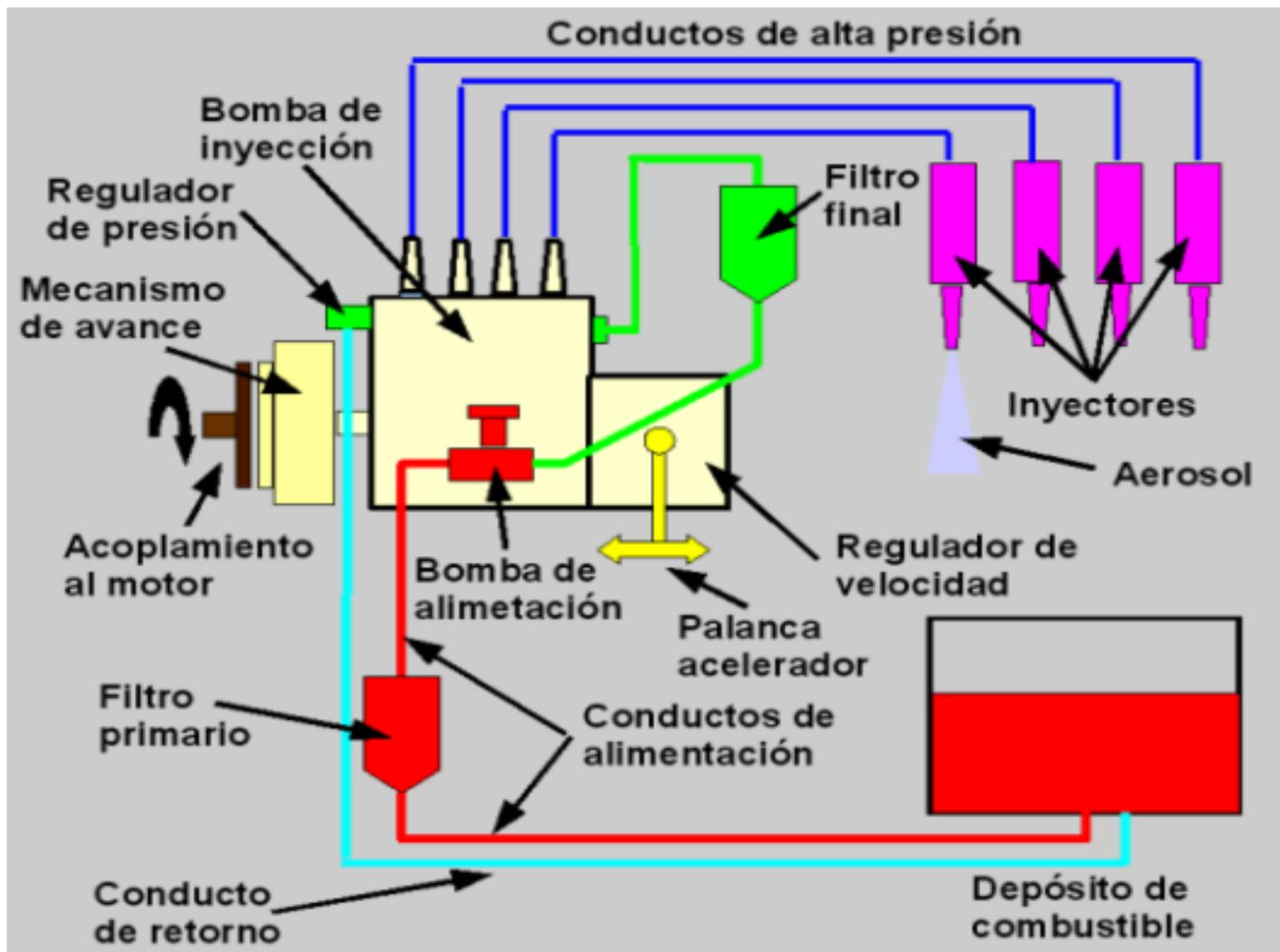


Fig. 2.2 Sistema de Combustible

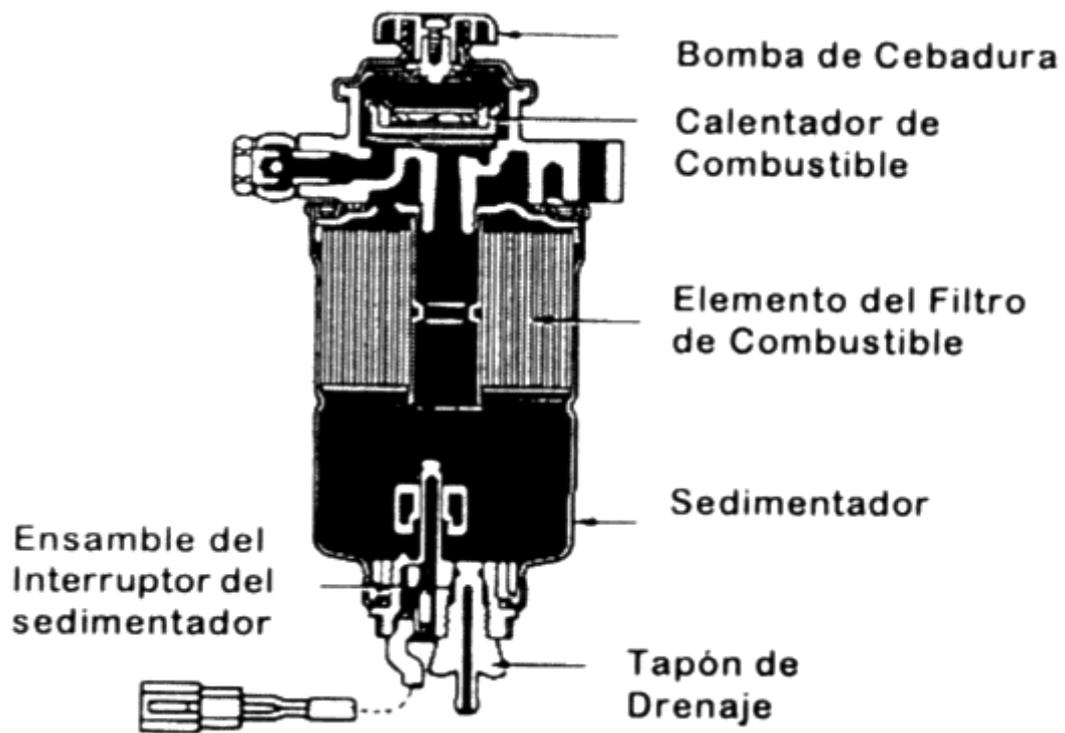


Fig. 2.2.1 Filtros Secundario



Fig. 2.2.2 Bomba de Cebado

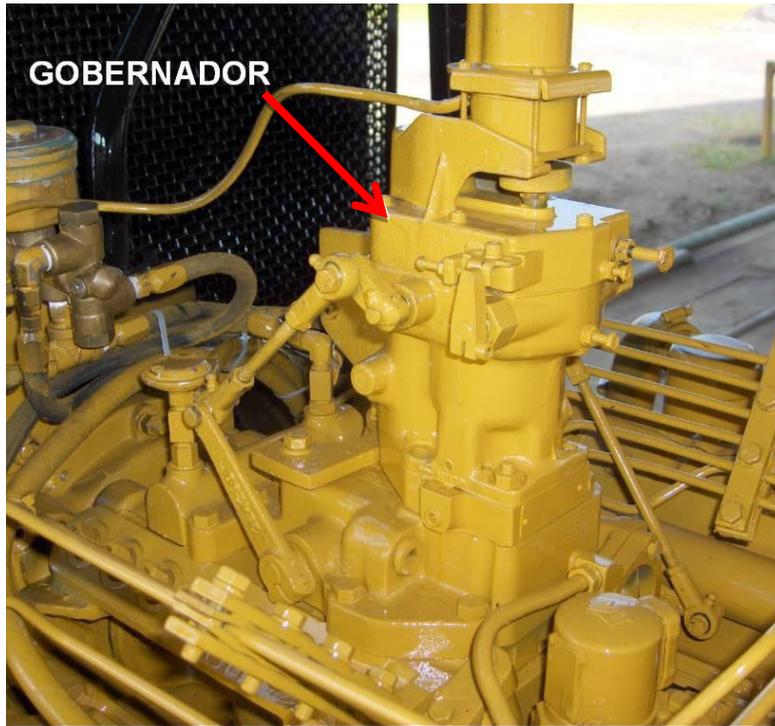


Fig. 2.2.3 Gobernador



Fig. 2.3.1 Monoblock del motor



Fig. 2.3.2 A Cilindro – Camisa



Fig. 2.3.2 B Partes de la Camisa



Fig. 2.3.3 A Partes del Pistón

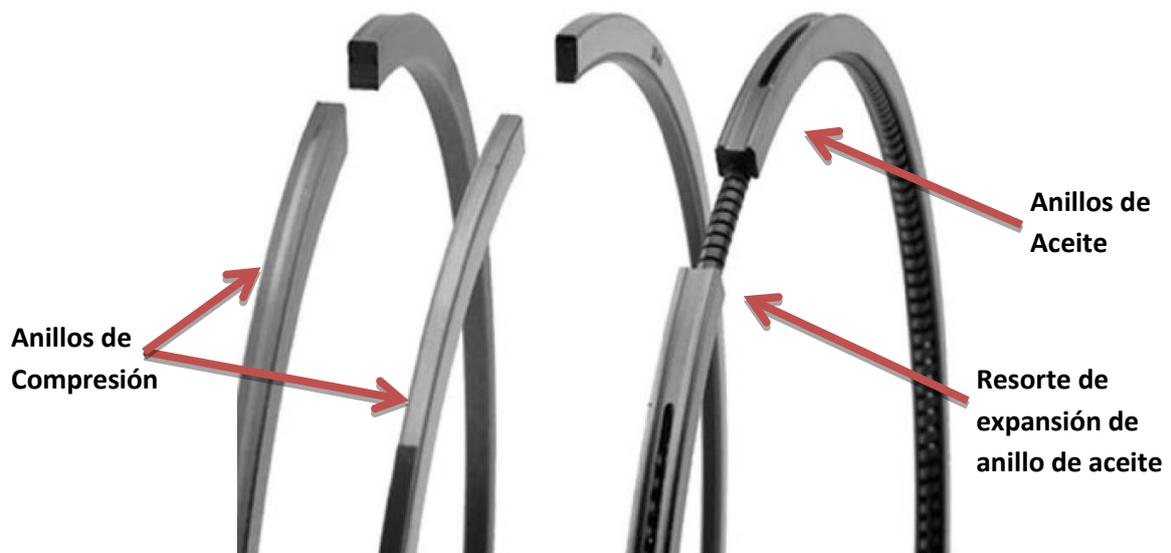
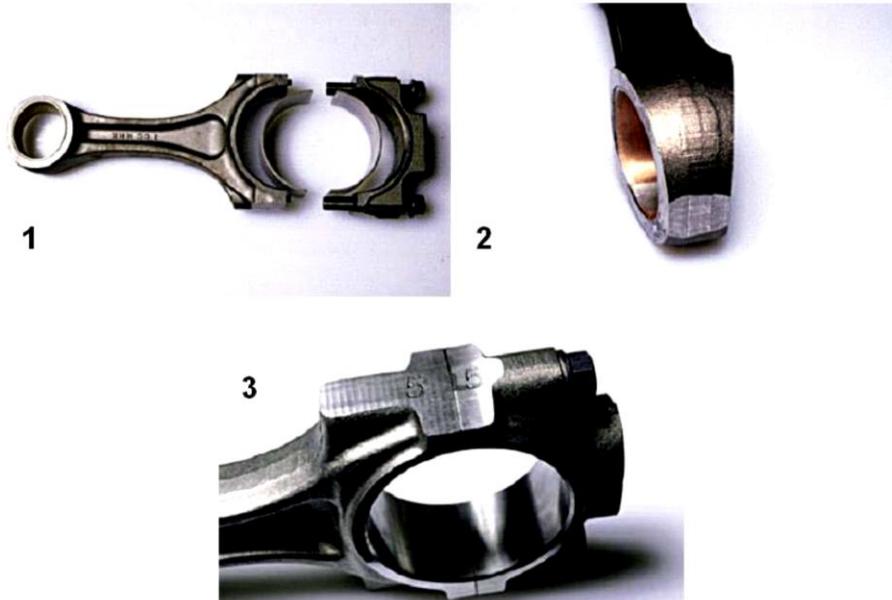
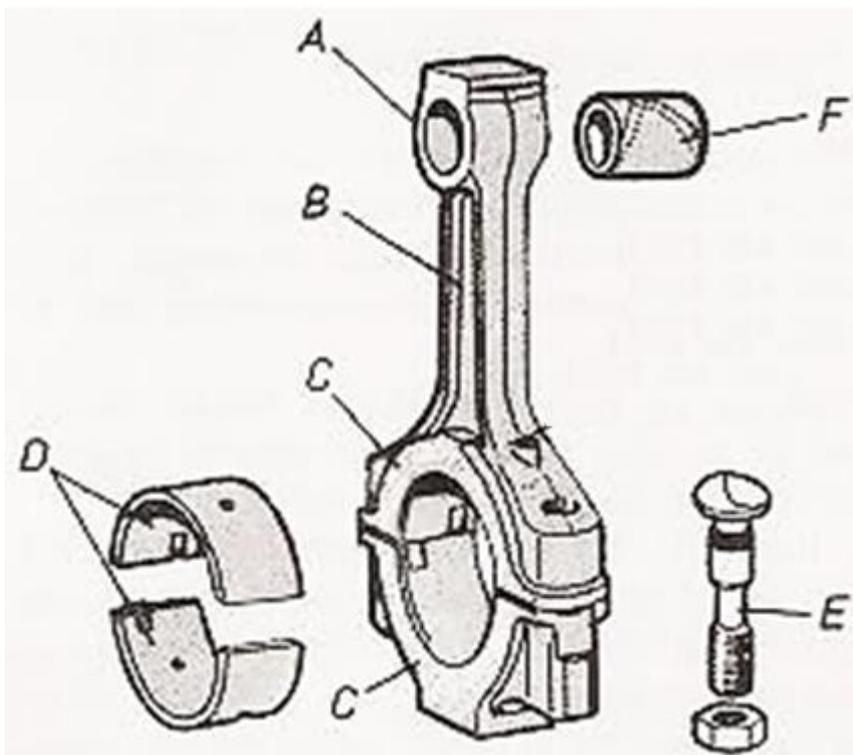


Fig. 2.3.3 B Tipos de anillos – Resorte expansor



1- Biela y Tapa de biela, 2- Forma cónica en el extremo del orificio del pasador.
3- Estampado en el extremo de la biela y en la tapa

Fig. 2.3.3 C Características Principales de la Biela



A. Ojo de biela B. Vástago C. Tapa de la Biela D. Cojinetes de la Biela
E. Pernos y Tuercas de la biela F. Buje del Pasador del Pistón

Fig. 2.3.3 D Partes de la Biela

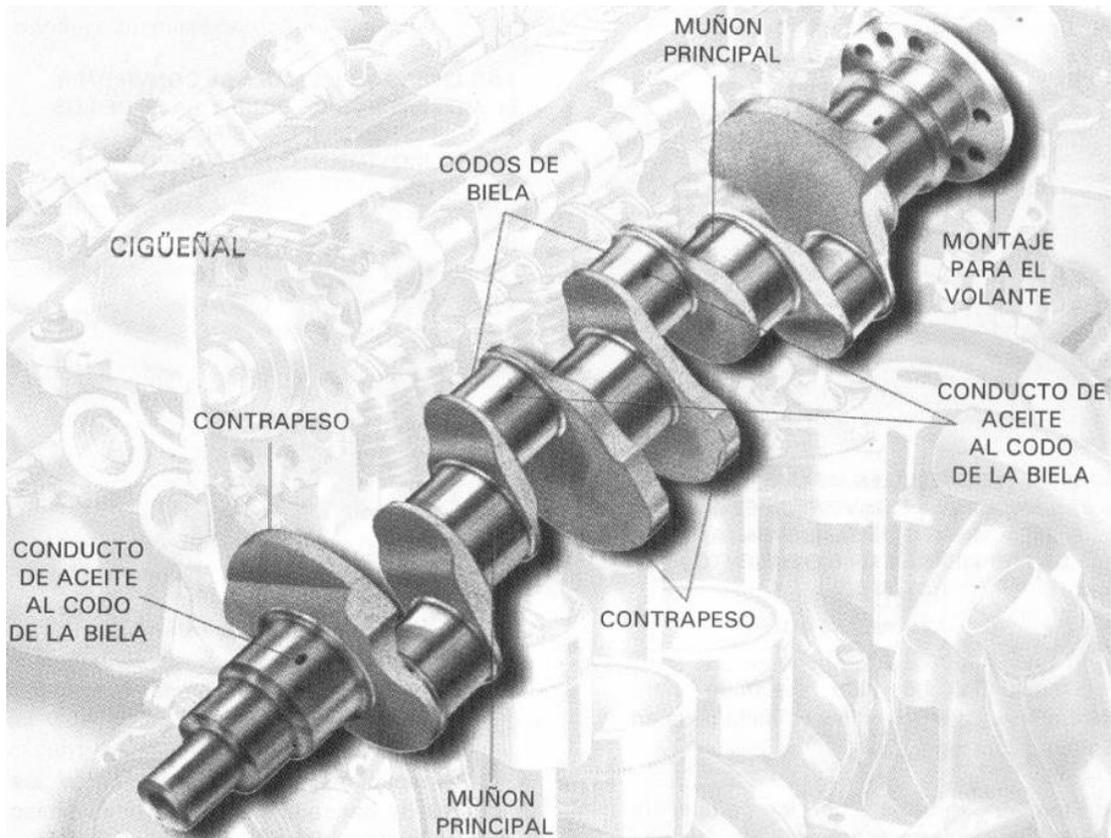
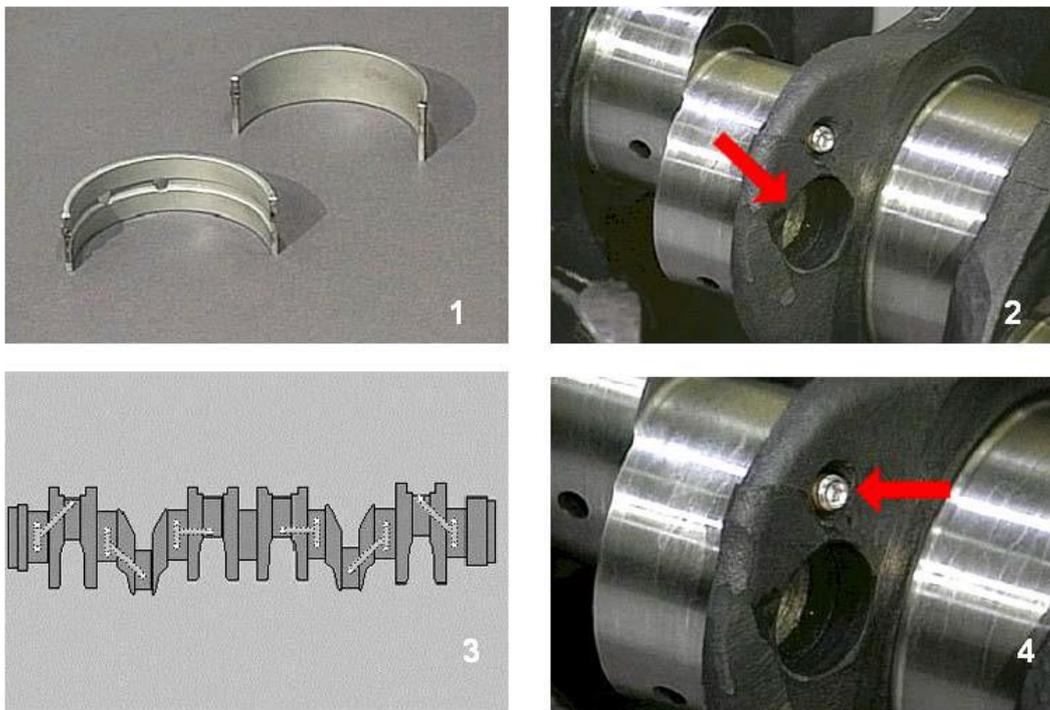


Fig. 2.3.4 A Partes del Cigüeñal



1-Cascos de cojinete de bancada. 2- Orificios para reducir peso. 3- Conductos de Aceite. 4-Tapón del conducto de aceite

Fig. 2.3.4 B Detalles del Cigüeñal

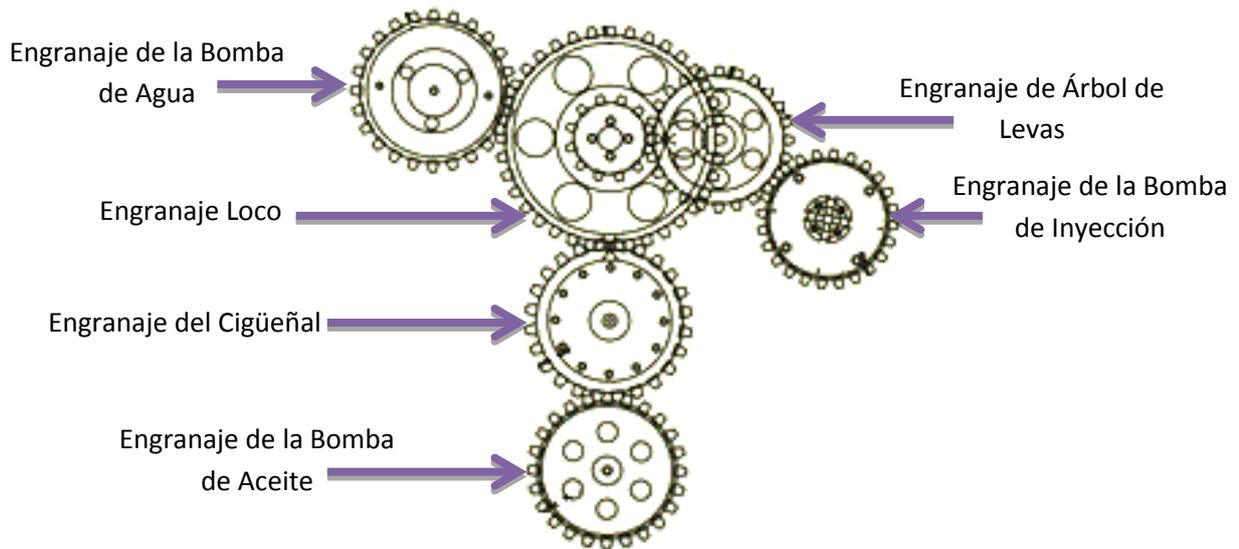
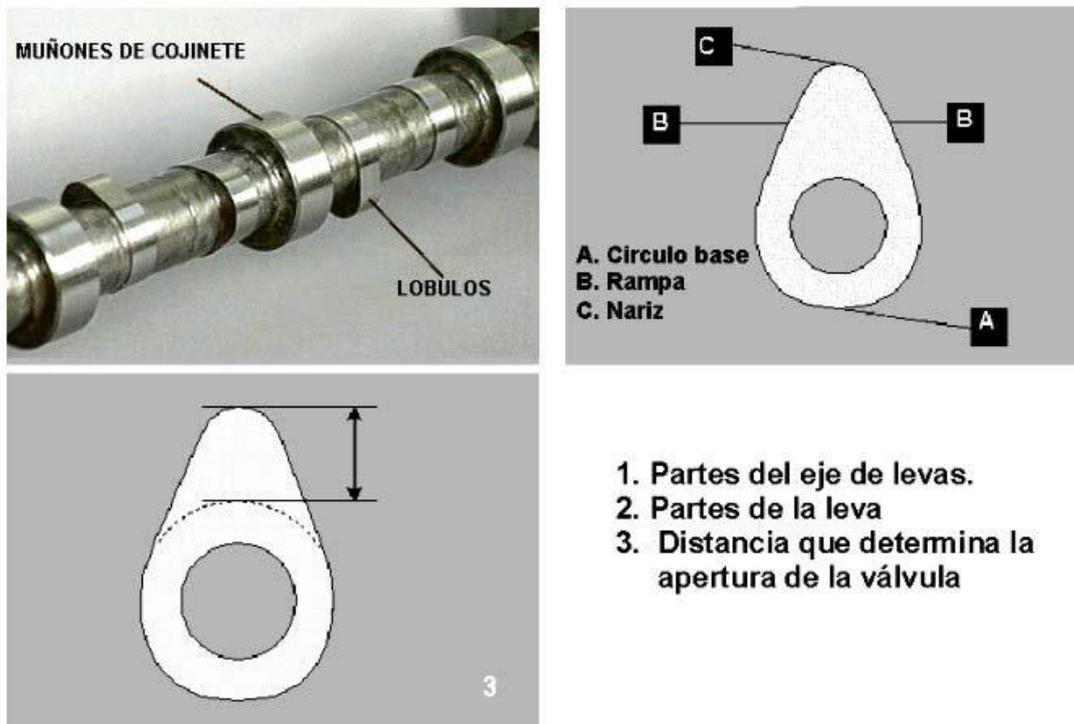


Fig. 2.3.5 Tren de Engranajes



1. Partes del eje de levas.
2. Partes de la leva
3. Distancia que determina la apertura de la válvula

Fig. 2.3.6 A Detalle de eje de levas

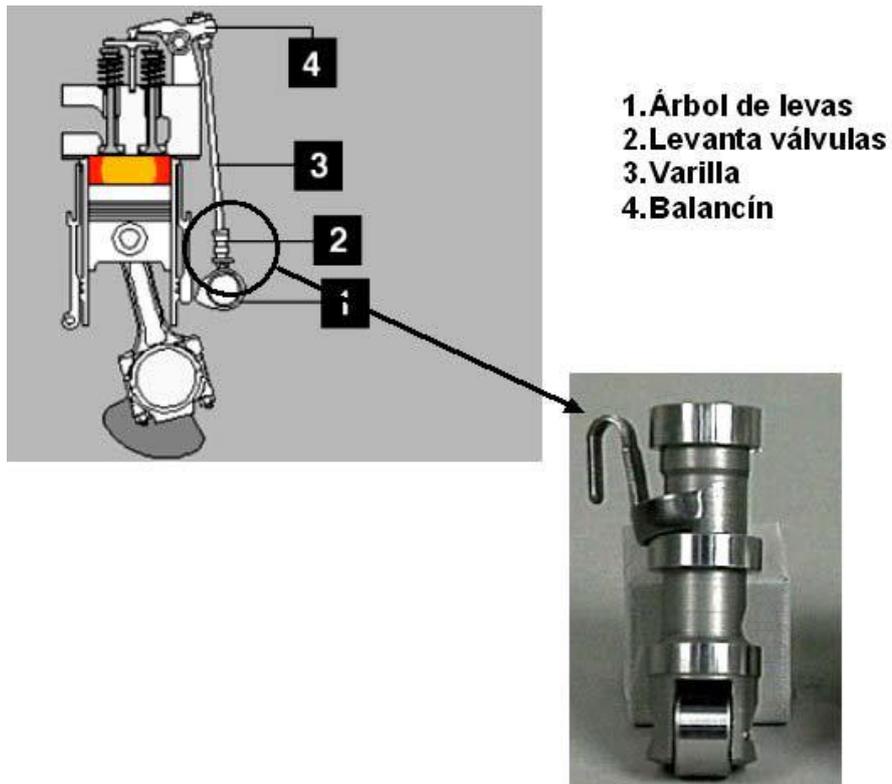


Fig. 2.3.6 B Detalles del Levanta válvulas

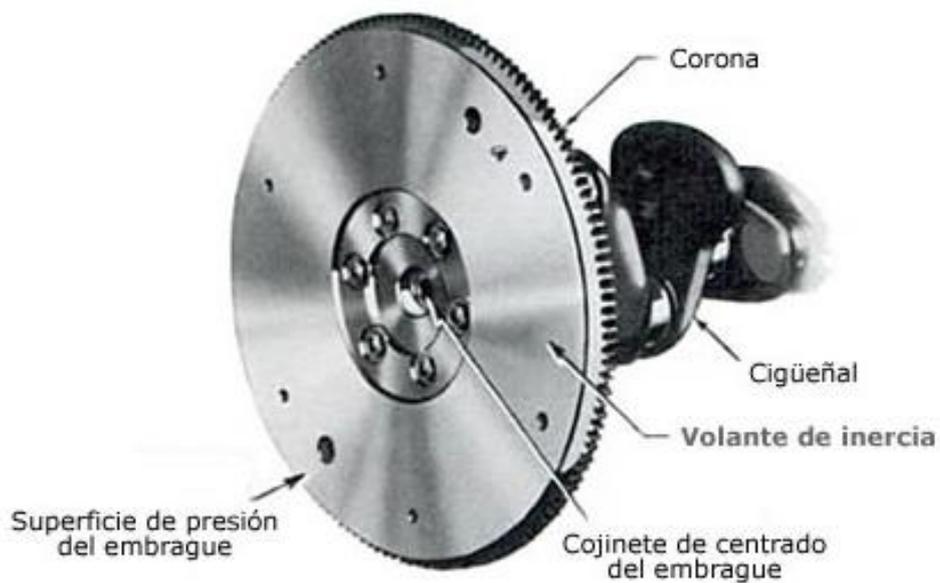


Fig. 2.3.7 Conjunto del Volante

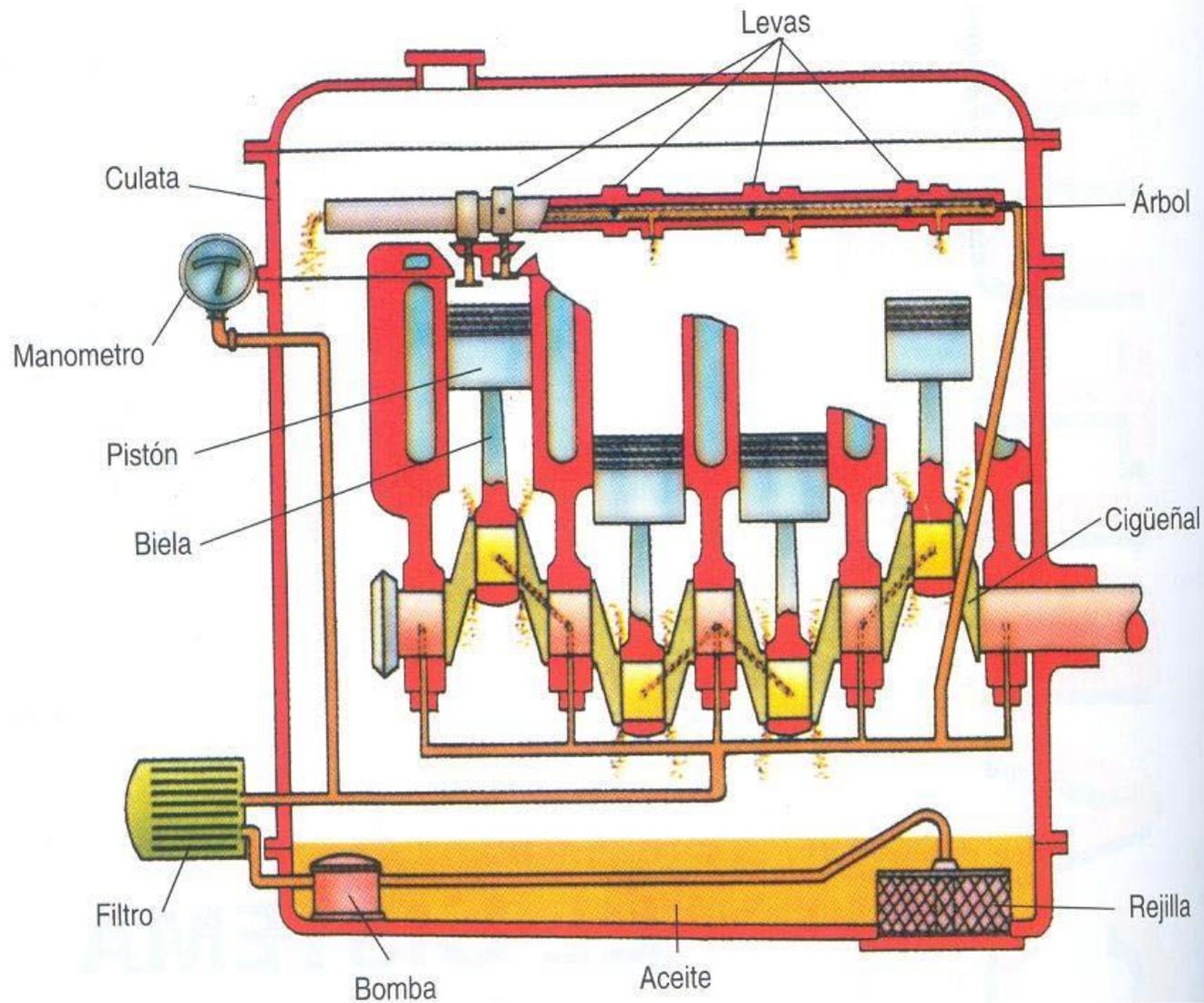


Fig. 2.4 Esquema del Sistema de Lubricación

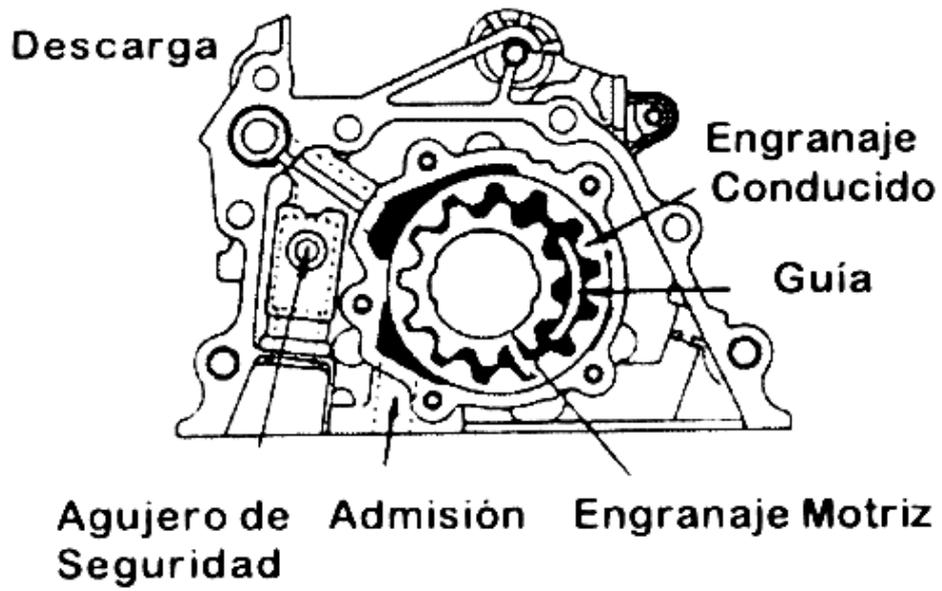


Fig. 2.4.1 Bomba de Aceite



Fig. 2.4.2 Enfriado de Aceite



Fig. 2.4.3 Filtros de Aceite

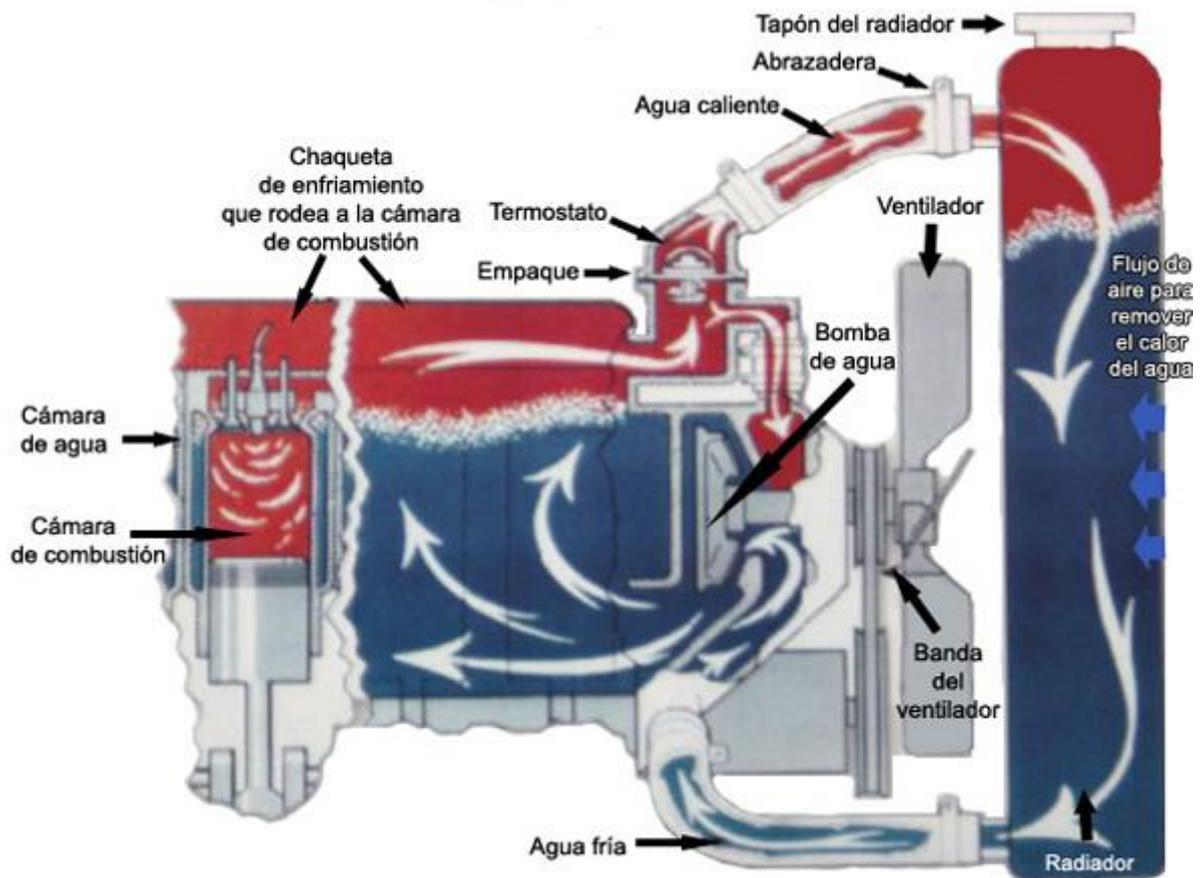


Fig. 2.5 Sistema de Enfriamiento



Fig. 2.5.1 Bomba de agua

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las especificaciones de los motores diésel que se trataron en el manual es recomendable que estos trabajen dentro de los rangos permisibles, esto con el fin de ayudar a obtener la máxima eficiencia de la unidad bajo cualquier condición de carga.

Encontramos las fallas más comunes en los Cinco Sistemas son:

SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE Y DE GASES DE ESCAPE

- Filtros obstruidos.
- Turbocompresor desbalanceado.
- Fugas en el múltiple de escape o múltiple de admisión.

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

- Baja de presión por filtro obstruido.
- Combustible demasiado sucio por remoción de partículas en suspensión en el momento de la recarga del tanque diario.
- Inyectores de combustible en malas condiciones que ocasionaran humo negro o gris.
- Sincronización de inyección combustible incorrecta.

SISTEMA DE POTENCIA

- Hilos de agujeros de pernos en mal estado.
- Excesiva vibración por rajaduras en tapas de bancada o mal ajuste de las mismas.
- Baja de potencia por desgaste de algún mecanismo.
- Guías de válvulas gastas
- Anillos de pistón gastados

SISTEMA DE LUBRICACION

- Filtros obstruidos.
- Colador obstruido.
- Dilución de aceite por problemas en el intercambiador de calor.
- Bomba de aceite con algún defecto
- Defecto del manómetro de aceite

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

- Nivel de refrigerante inadecuado.
- No se eliminó todo el aire existente en el sistema.
- Falta de inhibidor de corrosión.
- Bomba de agua con algún defecto
- Termostatos y/o pirómetros con problemas.

Teniendo en cuenta todos estas posibles fallas que pueden ocasionar el mal funcionamiento o daño de los motores, es necesario estar realizando una buena inspección diaria y periódica para alargar su productividad y eficiencia.

BIBLIOGRAFIA

1. Angel Livise. "Mantenimiento de Moto-generator Caterpillar 3412". Manual. Pluspetrol Norte S.A. Diciembre 2005.
2. Perkins. "Manual de Operación y Mantenimiento, Motor Industrial 2506-15". Manual. Perkins. Julio 2006.
3. Cummins. "Manual de Operación y Mantenimiento, Motor Serie QST-30". Manual. Cummins. Junio 2001.
4. SELMEC. "Planta Eléctrico Selmec a Diesel Modelo 1000SCQST30-G4/G5". Ficha técnica.
5. FGWilson. "P563P3/P625E3". Ficha Técnica.
6. GESASN. "DPS 500. Fijo con Capot". Ficha Técnica.
7. Ottomotores A Generac Company. "Perkins 500 KW Serie E15". Ficha Técnica.
8. Discovery Energy Services "Completions and Workover Rig – Rig 1 ". Specifications Brochure. Ficha Técnica.
9. Discovery Energy Services "Completions and Workover Rig – Rig 4 ". Specifications Brochure. Ficha Técnica.
10. Discovery Energy Services "Completions and Workover Rig – Rig 7 ". Specifications Brochure. Ficha Técnica.
11. Discovery Energy Services "Drilling Rig – Rig Discovery 8". Specifications Brochure. Ficha Técnica.

12. Discovery Energy Services “Completions and Workover Rig – Rig Discovery 10 ”. Specifications Brochure. Ficha Técnica.
13. Estrella International Energy Services Ltda. “Equipo de perforación 1000 HP” Ficha Técnica.
14. Latco Drilling “Especificaciones Técnicas Rig Latco 01”. Ficha Técnica
15. Latco Drilling “Especificaciones Técnicas Rig Latco 02”. Ficha Técnica
16. Petroworks “Información Técnica PW – 124”. Ficha Técnica.
17. Petroworks “Información Técnica PW – 127”. Ficha Técnica.
18. Petroworks “Información Técnica PW – 137”. Ficha Técnica.
19. Petroworks “Información Técnica PW – 150”. Ficha Técnica.