



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

ESPE - LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

TESIS DE GRADO

**“PLANIFICACION Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LOS
MOTORES WÄRTSILÄ 18V32LN DE COMBUSTIÓN INTERNA DE GENERACIÓN
UTILIZANDO CRUDO PESADO COMO COMBUSTIBLE”**

REALIZADO POR:

EDGAR RAMIRO ALCOSER VIZUETE

LACUNGA - ECUADOR

2006

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el señor: EDGAR RAMIRO ALCOSER VIZUETE, bajo nuestra dirección.

ING. LUIS MENA
DIRECTOR DE TESIS

ING. GUIDO TORRES
CODIRECTOR DE TESIS

Realizado por:

RAMIRO ALCOSER VIZUETE

ING. JUAN CASTRO C.
DIRECTOR DE CARRERA
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DOCTOR EDUARDO VÁSQUEZ
SECRETARIO ACADÉMICO

I. ANTECEDENTES Y PROCESOS REPSOL Y-PF ECUADOR

Introducción

El presente trabajo está encaminado al estudio de la planta de generación eléctrica a crudo **WÄRTSILÄ**, filial de la Cía. REPSOL-YPF, está ubicada en el bloque 16, en el sector denominado Parque Yasuní en la provincia de Orellana, en el campo *SPF (Facilidad Petrolera del Sur)*, con la finalidad de reducir y optimizar los tiempos y los costos de mantenimiento cumpliendo los índices de calidad, gestión ambiental y seguridad personal.- Aplicables a plantas que utilicen similar tecnología REPSOL YPF ECUADOR

1.1. Área de operaciones

REPSOL YPF Ecuador S.A., operadora del Bloque 16, en cumplimiento del contrato de participación suscrito con Petroecuador en representación del estado ecuatoriano, opera las siguientes áreas: cuatro campos petrolíferos al interior del Bloque 16, Amo, Daimi, Ginta e Iro; campo compartido de Bogi-Capirón; y, área colindante de Tivacuno. Su influencia se extiende hasta Shushufindi, en donde se dispone de la estación de rebombeo.

Con una extensión de 220.000ha, el Bloque 16 se implanta en pleno Bosque Húmedo Tropical (BhT), ocupando un 12 % del Parque Nacional Yasuní y un 22% de la Reserva Étnica Huaorani. El área intervenida para la construcción de plataformas, facilidades de producción, carreteras y oleoducto es únicamente el 0,20% del área total del bloque.

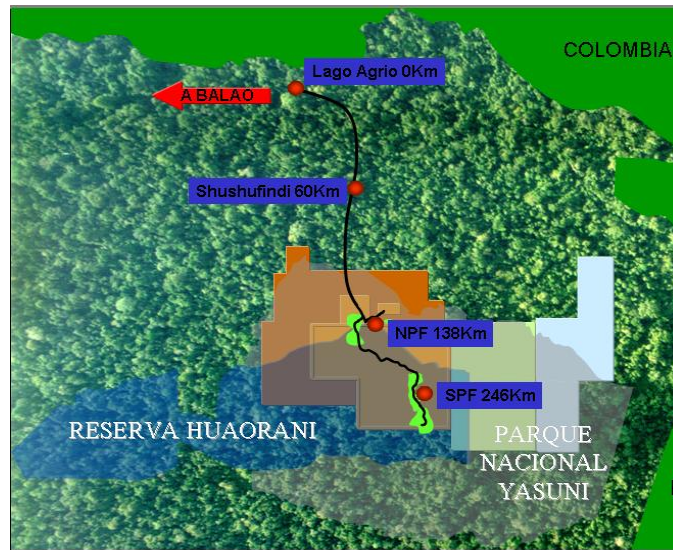


Fig.1.1 Ubicación terrestre del bloque 16

1.1.2 Relevamiento sísmico.

La prospección sísmica o geofísica es una técnica que se utiliza en extensas áreas de los distintos campos del bloque, en la que a través de la aplicación de ondas sísmicas hacia el subsuelo, se adquiere información necesaria para determinar el potencial hidrocarburífero.

Mediante un trazado reticular ortogonal se definen las líneas de desbroce y la ubicación de las cargas explosivas que permitirán la prospección del subsuelo. Estas dos actividades así como la instalación de campamentos volantes, construcción de helipuertos, y manejo ambiental de la operación se realizan bajo estricta supervisión ambiental y de seguridad industrial.

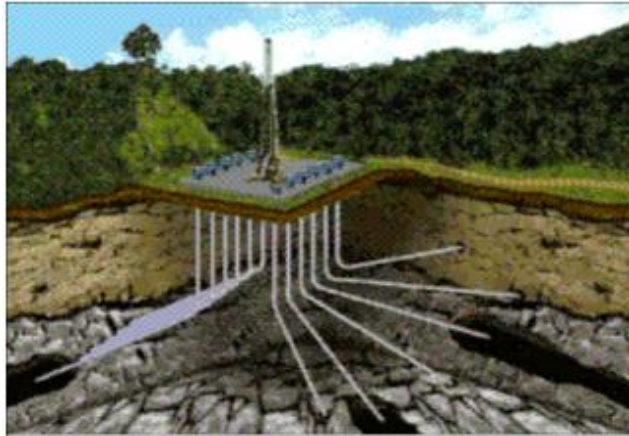


Fig. 1.2 Potencial Hidrocarburífero

1.1.3 Perforación

Se emplea la tecnología de perforación de pozos en racimo (vertical, horizontal y direccional), lo que significa una reducción notable en el número de plataformas y espacios de deforestación requeridos para el mismo número de pozos, si utilizáramos las técnicas convencionales. Dentro de las actividades relevantes tenemos: desbroce y remoción de terreno, construcción de plataformas, montaje de la torre de perforación, operaciones de perforación, corrida de casing y cementación, tratamiento de fluidos de perforación, tratamiento y disposición de ripsos de perforación, trabajos de completación y puesta en producción.

El taladro de la empresa contratista (Helmerich & Payne) tiene características especiales como la facilidad de desplazarse sobre un monorraíl a lo largo de los pozos, evitando así el montaje y desmontaje del equipo para cada perforación sobre la misma plataforma.



Fig. 1.3 Taladro de perforación

1.1.4 Extracción de hidrocarburos

El sistema de levantamiento artificial utilizado es el de bombeo electro sumergible (BES). El fluido obtenido (petróleo, agua y gas) se direcciona hacia las instalaciones de cada estación en donde por medio de un sistema múltiple (manifold) se integra la producción de todos los pozos y, luego de acuerdo a la ubicación de la plataforma de producción (well pad) es dirigido hacia las plantas de proceso del norte (NPF) y/o del sur (SPF). En estas plantas se realiza la separación de las fases, almacenamiento de crudo, utilización del gas asociado para generación de energía e inyección del agua de formación.

En circunstancias puntuales, técnicamente procedentes y económicamente favorables, también se utiliza el levantamiento hidráulico, mediante bombas tipo Jet.



Fig. 1.4 Planta de proceso

1.1.5 Almacenamiento de líquidos y separación de gas.

La producción de todas las plataformas (well pads), tanto en el norte como en el sur entra en las facilidades de proceso de NPF ó SPF, en donde existen trenes de procesamiento para la separación de las tres fases (Petróleo, gas y agua) para cada instalación. En dichas facilidades, se almacenan las tres fases por separado en recipientes especializados.

1.1.6 Uso del gas producido.

Más del 90 % del gas recuperado en el proceso de deshidratación del crudo se utiliza en la generación de energía (21 generadores a gas de 1 Mw. de potencia cada uno); otra parte del gas recuperado se emplea en el sistema de sello de tanques (gas blanketing), para compensar las variaciones de presión en los vessels y tanques del proceso y como medida de prevención contra la corrosión pues evita la presencia de oxígeno en los recipientes; y, el remanente de gas es quemado en la tea.

1.1.7 Extracción, tratamiento, inyección y disposición de agua

El agua que resulta de la separación de los fluidos es almacenada en tanques en las plantas de proceso de NPF y SPF e inyectada en pozos especialmente acondicionados, por medio de bombas principales alimentadas por bombas boosters y, dependiendo de la distancia, por bombas inyectoras en la localidad.

1.1.8 Transporte y almacenamiento de crudo.

El crudo producido por REPSOL YPF Ecuador S.A. es transportado a través de un oleoducto enterrado desde la planta del NPF hasta Lago Agrio, la parte correspondiente a Petroecuador se entrega a las instalaciones de esta compañía y la parte correspondiente a Repsol YPF se entrega a la estación amazonas.

El Proyecto del Oleoducto de Crudos Pesados -OCP-, viabilizado por el Estado Ecuatoriano, como parte fundamental de la proyección del desarrollo hidrocarburífero hacia el futuro, motivó para que varias operadoras privadas emprendieran en el diseño, redefinición y ampliación o ajuste de distinta naturaleza de sus planes de desarrollo orientados a cumplir con las exigencias determinadas en el mencionado proyecto.

La Compañía Repsol – YPF, su inversión se orientó a ampliar las facilidades de producción y transporte de petróleo crudo para, en una primera fase, incrementar el flujo de petróleo crudo a 75 mil barriles de petróleo por día; Para lograr este objetivo, construyó una subestación de rebombeo de crudo en el km. 1.5 de la vía Pompeya – Ginta.

1.2 Descripción del producto (Petróleo)

1.2.1 El petróleo.

La etimología de la palabra PETROLEO, PETRO= roca y OLEUM= aceite, gramaticalmente significa aceite de roca. Si este aceite se analiza para verificar su constitución química orgánica, por contener el elemento Carbono (C) en sus moléculas, se encontrará una extensiva variedad de compuestos formados con hidrógeno (H) denominados hidrocarburos. Los hidrocarburos son gaseosos, líquidos, semisólidos y sólidos, como aparecen en sitios de la superficie terrestre, o gaseosos y líquidos en las formaciones geológicas del subsuelo.

1.2.2 Características físicas y químicas del petróleo.

- **Color:**

Generalmente se piensa que todos los crudos son de color negro, lo cual ha dado origen a cierta sinonimia y calificativos: "oro negro", "más negro que el petróleo crudo". Sin embargo por transmisión de la luz, los crudos pueden tener color amarillo pálido, tonos de rojo y marrón hasta llegar a negro. Por reflexión de la luz pueden aparecer verdes, amarillos con tonos azules, rojo, marrón y negro. Los crudos pesados y extrapesados son negros casi en su totalidad. Crudos con altísimo contenido de cera son livianos y de color amarillo, por la noche al bajar bastante la temperatura tienden a solidificarse notablemente y durante el día, cuando aparece el sol, muestra cierto hervor en el tanque. El crudo más liviano o condensado llega a tener un color blanquecino, lechoso y a veces se usa en el campo como gasolina cruda.

- **Olor:**

El olor de los crudos es aromático como el de la gasolina, del querosene u otros derivados. Si el crudo contiene azufre tiene un olor fuerte y hasta repugnante, como el de huevo podrido. Si contiene sulfuro de hidrógeno, los vapores son irritantes, tóxicos y hasta mortíferos. Para atestiguar la buena o rancia calidad de los crudos es común que la industria los designe como dulces o agrios.

- **Sabor:**

El sabor de un crudo es una propiedad que se torna importante cuando el contenido de sal es bastante alto. Esta circunstancia requiere que el crudo sea tratado adecuadamente en las instalaciones de producción del campo para ajustarle la sal al mínimo (gramos por metro cúbico) aceptable por compradores y refinerías.

- **Densidad:**

Los crudos pueden pesar menos que el agua (livianos y medianos) o tanto o más que el agua (pesados y extrapesados). De allí que la densidad pueda tener un valor de 0,75 a 1,1. Estos dos rangos equivalen a 57,2 y -3 °API.

- **Índice de refracción:**

Medido con un refractómetro, los hidrocarburos acusan valores de 1,39 a 1,49. Se define como la relación de la velocidad de la luz al pasar de uno a otro cuerpo.

- **Coefficiente de expansión:**

Varía entre 0,00036 y 0,00096. Temperatura °C por volumen.

- **Punto de ebullición:**

No es constante, Debido a sus constituyentes varía algo menos que la temperatura atmosférica hasta la temperatura igual o por encima de 300 °C.

- **Punto de congelación:**

Varía desde 15,5 °C hasta la temperatura de -45 °C. Depende de las propiedades y características de cada crudo o derivado. Este factor es de importancia al considerar el transporte de los hidrocarburos y las estaciones, principalmente el invierno y las tierras calidas.

- **Punto de deflagración:**

Varía desde -12 °C hasta 110 °C. Reacción vigorosa que produce calor acompañado de llamas y/o chispas.

- **Punto de quema:**

Varía desde 2 °C hasta 155 °C.

- **Poder calorífico:**

Puede ser entre 8.500 a 11.350 (calorías/gramo) entre BTU/libra puede ser de 15.350 a 22.000. (BTU es la unidad térmica británica).

- **Calor específico:**

Varía entre 0,40 y 0,52. El promedio de la mayoría de los crudos es de 0,45. Es la relación de cantidad de calor requerida para elevar su temperatura un grado respecto a la requerida para elevar un grado la temperatura de igual volumen o masa de agua.

- **Viscosidad**

Viscosidad relativa.- Es la relación de la viscosidad del fluido respecto a la del agua. A 20 °C la viscosidad del agua pura es de 1.002 centipoise.

Viscosidad cinemática.- Es equivalente a la viscosidad expresada en centipoises dividida por la gravedad específica, a la misma temperatura.

Minerales que contiene el petróleo.

- Azufre, % en peso: **0,08 a 5**
- Ceras, % en peso: hasta **15**
- Asfaltenos, % en peso: hasta **5**
- Vanadio, ppm V: **5 a 170**

ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DEL CRUDO REPSOL YPF

BLOQUE 16

Tabla 1. Análisis Fiscoquímico del Crudo

ENSAYO	UNIDAD	NORMA	RESULTADOS
Agua por destilación	%V	ASTM D 4006	0.4
Sedimento por extracción	%P	ASTM D 473	0.1136

Viscosidad Cinemática a 100 ⁰ F	CSt	ASTM D 445	1743.93
Viscosidad Cinemática a 120 ⁰ F	CSt	ASTM D 445	691.11
Viscosidad Cinemática a 140 ⁰ F	CSt	ASTM D 445	344.86
Viscosidad Cinemática a 160 ⁰ F	CSt	ASTM D 445	178.52
Viscosidad Cinemática a 180 ⁰ F	CSt	ASTM D 445	121.23
Viscosidad Cinemática a 200 ⁰ F	CSt	ASTM D 445	61.6
Azufre	%P	ASTM D 4294	2.4923
Aromático	%	ASTM D 3238	17.13
Nafticos			42.93
Parafínicos			39.95
Densidad API	⁰ API	ASTM D 287	15.6
Poder calorífico bruto	Kcal/kg	ASTM D 240	9420
Punto de inflamación	⁰ C	ASTM D 92	67
Punto de vertido	⁰ C	ASTM D 97	-9
Carbón corrosión	%P	ASTM D 189	14.0
Cenizas	%P	ASTM D 428	0.23

Datos obtenidos archivo del departamento de petróleo, energía y contaminación REPSOL YPF

1.3 Definición de °API

Densidad absoluta

Es la relación entre la masa de una sustancia y el volumen ocupado por la misma:

$$\rho = \text{masa/Volumen} = (\text{M/L}^3) \quad \text{Ec. 1.}$$

Ejemplo:

En una probeta existe un volumen 1000 cm³ de petróleo que tiene una masa de 965,9 gramos . Calcular la densidad absoluta de dicho producto.

$$\rho = 965,9 \text{ gramos}/1000 \text{ cm}^3 = 0,9659 \text{ gramos}/ \text{cm}^3$$

Densidad relativa

Es la relación entre la densidad de una sustancia y la densidad de otra sustancia tomada como referencia. Es importante señalar que la densidad relativa es un número adimensional.

En el caso de los fluidos líquidos se toma como referencia a la densidad del agua que tiene un valor de 1,000 (gramos/ cm³) a 4 °C.

$$\rho_{\text{relativa líquidos}} = (\text{Densidad de la Sustancia} / \text{Densidad del Agua}) \quad \text{Ec. 2.}$$

En el caso de los fluidos gases se toma como referencia a la densidad del aire por lo que:

$$\rho_{\text{relativa gases}} = (\text{Densidad del gas} / \text{Densidad del Aire}) \quad \text{Ec. 3.}$$

La densidad absoluta del aire se la calcula con la siguiente fórmula:

$\rho = PM/RT$ en donde:

ρ = Densidad del aire en (gramos/litros)

P = Presión en (atmósferas)

M = Peso molecular del aire en (gramos/mol)

R = Constante universal de los gases en (litros.Atmósferas/ °K mol)

T = Temperatura en (°K)

Ejemplo:

Calcular la densidad relativa de un petróleo que tiene una densidad absoluta de 0,9659 gramos/ cm³.

Aplicando la Ec. 2. tenemos que:

$$\rho_{\text{relativa petróleo}} = (0,9659 \text{ gramos} / \text{cm}^3) / (1,000 \text{ gramos} / \text{cm}^3)$$

$$\rho_{\text{relativa petróleo}} = 0,9659$$

Definición de °API

El Instituto Americano del Petróleo definió una fórmula indirecta de densidad relativa para identificar a los diferentes tipos de petróleo que se producen a nivel mundial a la que bautizó con el nombre de °API. Así mismo estableció como condición estándar a aquella en la cual se reporta el valor del °API a una presión de 14.7 psi y una temperatura de 60 ° F.

$$\text{°API} = (141,5 / \rho \text{ relativa petróleo}) - 131,5 \qquad \text{Ec. 4.}$$

Calcular el °API de un petróleo que tiene una densidad relativa de 0,9659

$$\text{°API} = (141,5 / 0,9659) - 131,5 = 15,0$$

En función del °API existe una clasificación que sirve para identificar los diferentes tipos de crudos, así tenemos que:

Los crudos que tienen un °API < 10 son considerados extrapesados.

Los crudos que tienen un °API > 10 y < 20 son considerados pesados.

Los crudos que tienen un °API > 20 y < 30 son considerados medianos.

Los crudos que tienen un °API > 30 y < 40 son considerados livianos.

Los crudos que tienen un °API > 40 son considerados extralivianos.

° API de mezcla

De acuerdo con principios de la Fisicoquímica cuando se mezclan los volúmenes V_1 de un líquido 1 y V_2 de un líquido 2, el volumen resultante V no es igual a $V_1 + V_2$ sino que se observa una ligera contracción, por este motivo esta ciencia utiliza el concepto de volúmenes molares parciales y establece que los volúmenes no son aditivos pero si las masas.

Pese a esta limitante teórica, en el caso del petróleo experimentalmente se ha comprobado que la suma de 2 o más volúmenes de crudo de diferentes densidades si es aditiva y que es posible calcular el °API aproximado de una mezcla utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{°API Mezcla} = (V_1 \text{°API}_1 + V_2 \text{°API}_2 + \dots + V_n \text{°API}_n) / V_t \quad \text{Ec. 5}$$

en donde:

V_1, V_2, V_n = Volúmenes de los componentes 1,2,...,n

$\text{°API}_1, \text{°API}_2, \text{°API}_n$ = °API de los componentes 1,2,..., n

$$V_t = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

Para una mezcla de 2 componentes tenemos que:

$$\text{°API Mezcla} = (V_1 \text{°API}_1 + V_2 \text{°API}_2) / (V_1 + V_2) \quad \text{Ec. 6}$$

Ejemplo:

Se necesita mezclar un volumen de 30.000 Barriles de crudo pesado con un °API de 15 con un volumen de 20.000 Barriles de crudo liviano que tiene un °API de 30. Calcular el °API aproximado de la mezcla.

Utilizando la Ec. 6. tenemos que:

$$^{\circ}\text{API Mezcla} = (30.000 \cdot 15 + 20.000 \cdot 30) / (30.000 + 20.000) = 21$$

$^{\circ}\text{API seco}$

El $^{\circ}\text{API seco}$ de un crudo se lo calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$^{\circ}\text{API seco} = (^{\circ}\text{API } 60 \text{ }^{\circ}\text{F} - X_{\text{Agua}}^{\circ}\text{API}_{\text{agua}}) / X_{\text{crudo}} \quad \text{Ec. 7.}$$

En donde:

$$X_{\text{agua}} = \text{Fracción en volumen de agua} = \text{BSW} / 100$$

$$X_{\text{crudo}} = \text{Fracción en volumen de crudo} = (100 - \text{BSW}) / 100$$

$$^{\circ}\text{API}_{\text{agua}} = ^{\circ}\text{API del agua}$$

Ejemplo:

Calcular el $^{\circ}\text{API seco}$ de un crudo de 15.5 a 60 $^{\circ}\text{F}$ y que tiene un BSW de 1%.
Utilizando la ecuación 1.5-1 tenemos que:

$$X_{\text{agua}} = 1/100 = 0,01$$

$$X_{\text{crudo}} = (100 - 1) / 100 = 0,99$$

$$^{\circ}\text{API}_{\text{agua}} = (141.5/1) - 131.5 = 10$$

$$^{\circ}\text{API seco} = (15.5 - 0,01 \cdot 10) / 0,99 = 15.556 = 15.6$$

1.4 Descripción general de la planta de generación a crudo Wartsila - REPSOL YPF Ecuador.

La planta de generación a crudo WÄRTSILÄ, esta compuesta por dos plantas, la planta baja esta distribuida en: taller de mantenimiento, bodega de materiales, y planta de generación.

Planta alta, esta distribuida en: Cuarto de control, oficina de Supervisores, sala de reuniones y oficina de confiabilidad.

En el extremo norte, en un ambiente separado se encuentra el área de tratamiento de crudo (combustible para los generadores).

Las unidades abastecedoras de combustibles, boilers y radiadores se encuentran en un área adyacente a la sala de motores.



Fig 1.5 Planta de generación a crudo Wartsila - Repsol YPF Ecuador.

La planta entrega diariamente al rededor de 30MW con un consumo diario de combustible de 1200 Barriles de crudo provenientes de proceso

1.5 Suministro eléctrico REPSOL YPF del Ecuador

La energía es suministrada por 2 turbinas a diesel y 5 generadores a gas en NPF, 1 turbina a diesel, 16 generadores a gas en SPF y 6 generadores a crudo. La producción de crudo y de ciertas variables del proceso determina los requerimientos de energía. Siendo, sin embargo, la capacidad instalada al interior del bloque de de 110 Mw/h.

Se cuenta también con pequeños generadores auxiliares dispuestos en las plantas de proceso y ciertas plataformas que pueden operar puntualmente o ingresar al sistema en situaciones eventuales.

En Shushufindi se dispone de una capacidad instalada de 6 Mw.

NPF.- Dos turbinas con 18 MW combustible diesel
Cinco Waukesha con 1 MW combustible gas

Generación NPF = 41MW

SPF.- Una turbina con 18 MW combustible diesel
Quince Waukesha con 1 MW combustible gas
Seis Wartsila con 6 MW combustible Crudo

Generación SPF = 69 MW

Generación total del bloque 16 = 110 MW

1.5.1 Análisis de energía producida de REPSOL YPF a nivel nacional

Centrales eléctricas generadoras

El 10 de Octubre de 1996, se publica la Ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE) como respuesta a la necesidad de reformular el grado de participación estatal en este sector, y plantea como objetivo proporcionar al país un servicio eléctrico de alta calidad y confiabilidad, para garantizar su desarrollo económico y social, dentro de un marco de competitividad en el mercado de producción de electricidad, para lo cual, se promoverán las inversiones de riesgo por parte del sector privado.

Estas empresas están orientadas fundamentalmente a brindar un óptimo servicio a los consumidores y a precautelar sus derechos, partiendo de un serio compromiso de preservación del medio ambiente.

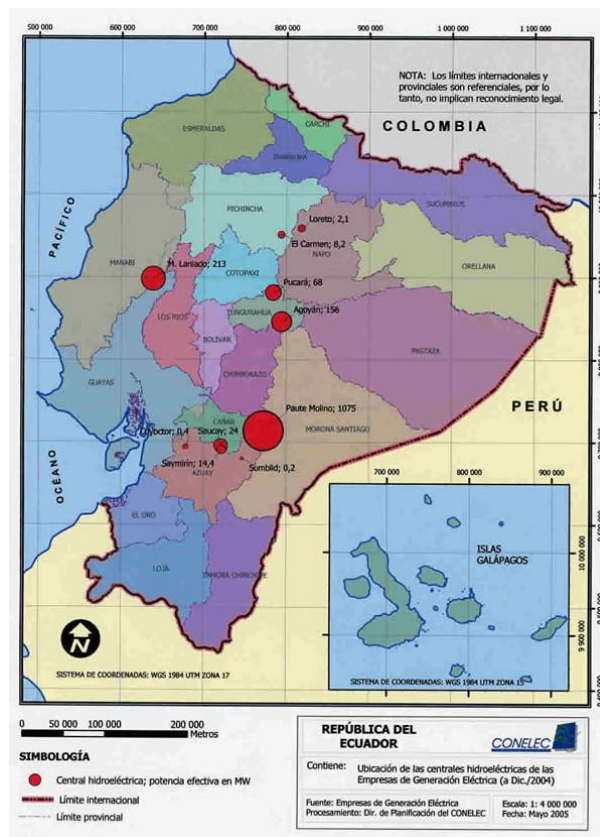


Fig. 1.6 Principales Empresas Generadoras De Energía Eléctrica

Compañía de Generación Hidroeléctrica Agoyán "HIDROAGOYAN"

Bloque A Cap. Total = 37 Mw.

Bloque B Cap. Total = 176 Mw.

Compañía de Generación Hidroeléctrica Paute "HIDROPAUTE S.A."

Paute AB Cap. Total = 500 Mw.

Paute C Cap. Total = 575 Mw.

Compañía de Generación Termoeléctrica Esmeraldas "TERMOESMERALDAS S.A."

Cap. Total = 125 Mw.

Compañía de Generación Termoeléctrica Pichincha "TERMOPICHINCHA S.A."

Cap. Total = 82 Mw.

Empresa Generadora del Austro "ELECAUSTRO"

Cap. Total = 69.23 Mw.

Hidroeléctrica Nacional, Hidronación S.A. "HIDRONACION"

Cap. Total = 246 Mw.

Empresa petrolera "REPSOL YPF"

NPF.- Dos turbinas con 18 MW combustible diesel

Cinco Waukesha con 1 MW combustible gas

Generación NPF = 41MW

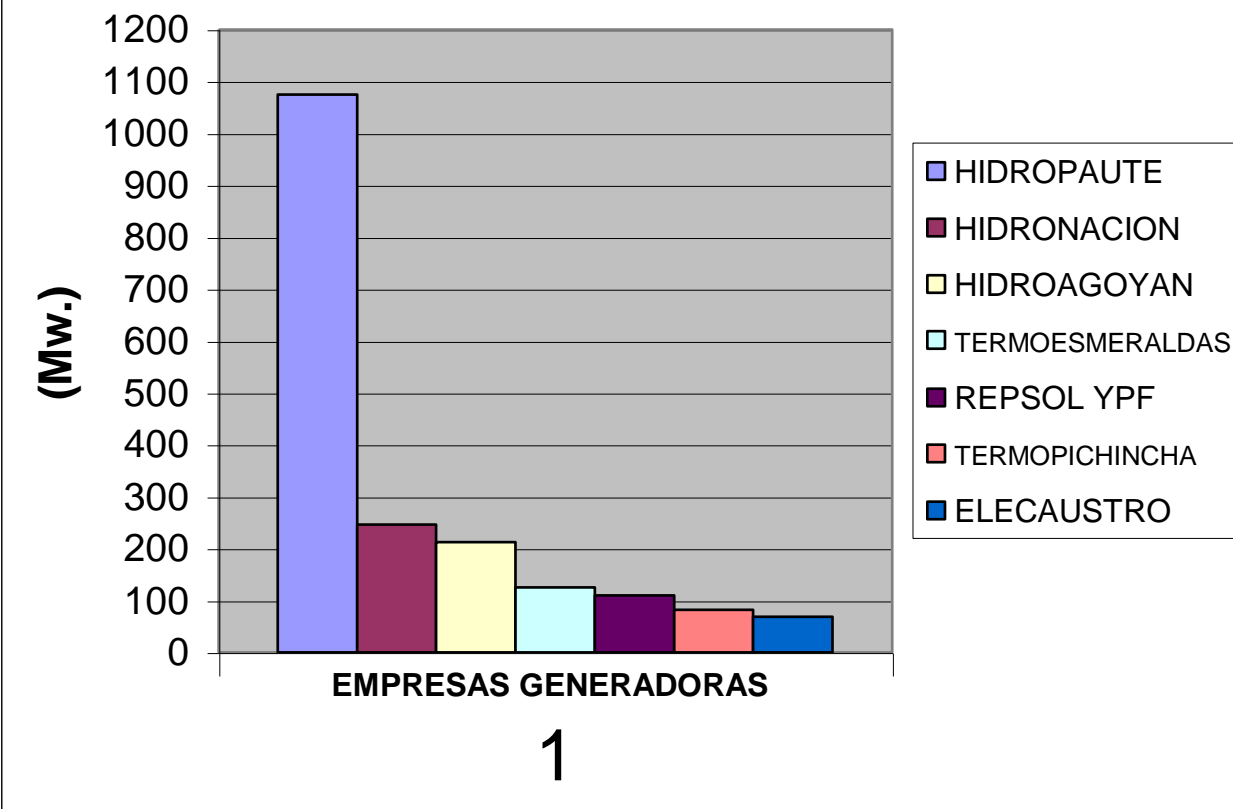
SPF.- Una turbina con 18 MW combustible diesel
Quince Waukesha con 1 MW combustible gas
Seis Wartsila con 6 MW combustible Crudo

Generación SPF = 69 MW

| En Shushufindi se dispone de una capacidad instalada de 6 Mw.

Generación total del bloque 16 = 110 MW

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A NIVEL NACIONAL



Fuente: CONELEC

Fig. 1.7 Generación de energía eléctrica a nivel nacional

II. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOTOR WARTSILA 18V32 LN

A continuación se definen los términos más importantes utilizados:

Lado de operación (Operating side). La parte lateral del motor en la que están situados los dispositivos de maniobra (arranque, parada, panel de instrumentos, regulador de velocidad).

Extremo de accionamiento (Driving end). Es el lado en el que se halla situado el volante, **extremo libre** (Free end). El lado opuesto al de accionamiento.

Designación de los cilindros. De acuerdo con ISO 1204 y DIN 6265, los cilindros se designan comenzando en el lado de accionamiento. En un motor con cilindros en V, los cilindros del lado izquierdo, vistos desde el lado de accionamiento, se denominan A1, A2, etc. Y los del lado derecho B1, B2, etc., tal y como se muestra a continuación:

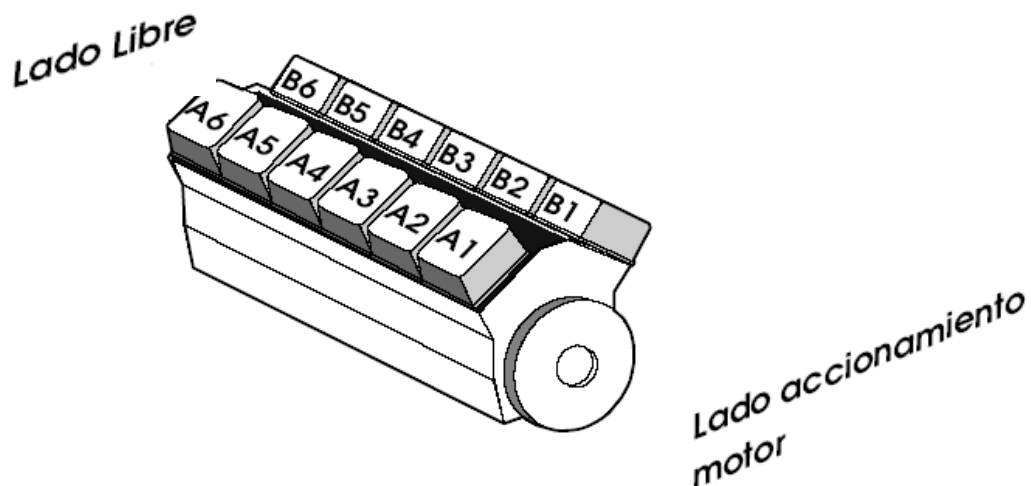


Fig. 2.1 Designación de los cilindros

2.1 Datos principales de funcionamiento y diseño general del motor.

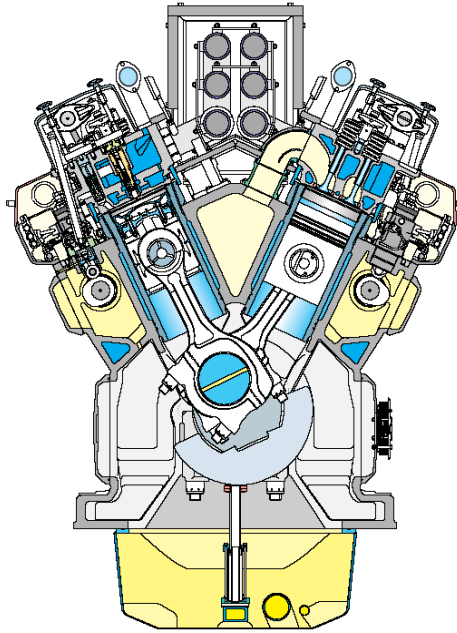


Fig. 2.2 Diseño general del motor

Datos principales del motor

Diámetro de cilindro	(320 mm)	12.6 pulgadas
Carrera	(350 mm)	13.8 pulgadas
Cilindrada por cada cilindro	(28.15 l)	1718 pulgadas cúbicas

Tabla 2.1 Normalmente, el sentido de giro de motor es horario.(18V32)

Orden de encendido		
Motor tipo	Giro horario	Giro antihorario
4R32	1-3-4-2	1-2-4-3
6R32	1-5-3-6-2-4	1-4-2-6-3-5
8R32	1-3-7-4-8-6-2-5	1-5-2-6-8-4-7-3
9R32	1-7-4-2-8-6-3-9-5	1-5-9-3-6-8-2-4-7
12V32	A1-B1-A5-B5-A3-B3-A6-B6-A2-B2-A4-B4	A1-B4-A4-B2-A2-B6-A6-B3-A3-B5-A5-B1
16V32	A1-B1-A3-B3-A7-B7-A4-B4-A8-B8-A6-B6-A2-B2-A5-B5	A1-B5-A5-B2-A2-B6-A6-B8-A8-B4-A4-B7-A7-B3-A3-B1
18V32	A1-B1-A7-B7-A4-B4-A2-B2-A8-B8-A6-B6-A3-B3-A9-B9-A5-B5	A1-B5-A5-B9-A9-B3-A3-B6-A6-B8-A8-B2-A2-B4-A4-B7-A7-B1

Tabla 2.2 Volumen de aceite

Volumen de aceite en el motor (litros)							
Motor tipo	4R32	6R32	8R32	9R32	12V32	16V32	18V32
Volumen aceite en litros							
Cárter normal	670	1295	1655	1835	1875	2405	2670
Cárter profundo	1110	1910	2435	2700	2825	3620	4020
Volumen aceite entre marcas Max. y Min. (litros/mm)	2.2	3.1	4.2	4.4	4.6	6.1	6.9

Volumen de aceite en el motor (gallon, UK)							
Motor tipo	4R32	6R32	8R32	9R32	12V32	16V32	18V32
Volumen aceite en litros							
Cárter normal	147	285	364	404	412	529	587
Cárter profundo	244	420	2435	594	621	796	884
Volumen aceite entre marcas Max. y Min. (gallon/inches)	12.3	17.3	23.5	24.6	25.7	34.1	38.5

Fuente: Catalogo Wartsila

Tabla 2.3 Volumen del agua

Volumen de agua refrigerante en el motor (litros)							
Solo motor	305	410	510	560	740	950	1060
Motor y sistema inverso de refrigeración	470	600	750	750	950	1220	1360

Volumen de agua refrigerante en el motor (gallon, UK)							
Solo motor	67	90	112	123	162	209	233
Motor y sistema inverso de refrigeración	103	132	165	165	209	268	299

Fuente: Catalogo Wartsila

Tabla 2.4 Valores de operación del motor

	Valores normales ^(xxx)		Limites alarma y parada ^(xxx)	
Carga	100 %	30 %	30 - 100 %	30 %
Temperaturas, (°C)				
Aceite lubricante antes motor	62 - 70	73 - 80	80	90
Aceite lubricante después motor	10 - 13 mayor	5 - 8 mayor		
Agua AT después motor	91 - 100		100 (105)	
Agua AT antes motor	5 - 8 menor			
Aumento agua AT sobre el turbocompresor	8 - 12 (15)	6 - 10		
Agua BT antes motor	28 - 38	65 - 70		
Aire de carga en el recibidor	40 - 60	60 - 70	70(80) ^(xxxx)	
Gases escape después del cilindro	Ver hojas de pruebas		60 más alto	
Pre calentamiento agua AT y BT	70			
Presiones de manómetro (bar)				
Aceite lubricante antes del motor a 600 rpm (10.0 r/s)	3.5	3 - 3.5	3.5 (2.5)	
720 RPM (12.0 r/s)-750 (12.5 r/s)	4.5 - 5.5		3.5 (2.5)	
Agua AT/BT antes bomba AT/BT (=estática)	0.7 - 1.5			
Agua AT antes motor	2.2 - 4.8 ^(x)		(xx)	
Agua BT antes refrigerador aire carga	2.2 - 4.4 ^(x)		(xx)	
Combustible antes del motor	6 - 8		4 (HFO) 2 (MDO)	
Aire de arranque	max. 30			
Aire de carga	Ver hojas de pruebas			
Otras presiones (bar)				
Presión de encendido	Ver hojas de pruebas			
Presión de apertura de válvula de seguridad en bomba de aceite	6 - 8			
Indicador visual y convertidor electrónico para caída de alta presión diferencial en filtros aceite y combustible	1.2 - 1.8			

Fuente: Catalogo Wartsila

Condiciones de referencia

Presión atmosférica 100 kPa (1,0 bar)

Temperatura ambiente 298 K (25°C)

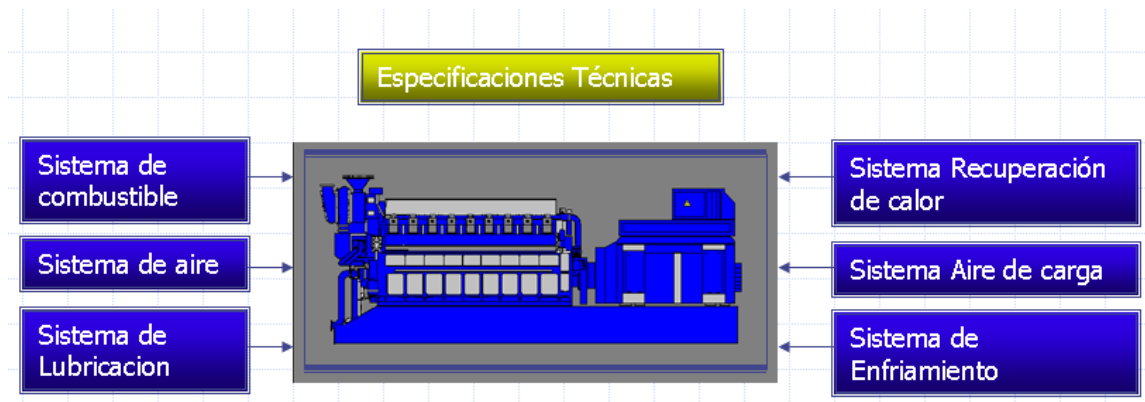
Humedad relativa del aire 30 %

Temperatura del agua de refrigeración del
refrigerador aire de carga 298 K (25°C)

El fabricante del motor puede aconsejar sobre la reducción de la potencia correcta. Como guía, la reducción adicional de potencia puede calcularse de la siguiente manera:

Factor de reducción = (a + b + c) %, **a**=0,5% por cada °C que la temperatura exceda del valor establecido en el contrato de venta, **b**=1% por cada 100 m. de diferencia de altura por encima del valor establecido en el contrato de venta, **c**=0,4% por cada ° C que el agua refrigerante del enfriador aire de carga exceda del valor establecido en el contrato de venta.

2.2 Sistemas principales del motor Wartsila 18v32In



Fuente: Catalogo Wartsila

Fig. 2.3 Especificaciones técnicas del motor

2.2.1 Sistema de aire de carga y gases de escape

Generalidades

El sistema de aire de carga suministra al motor aire limpio para la combustión y el sistema de gases de escape conduce los gases de escape al exterior de la sala de máquinas, de modo que los niveles de emisión y ruido se puedan mantener dentro de un nivel aceptable.

Funcionamiento

El turbocargador aprovecha la energía de los gases de escape del motor producidas por la combustión para introducir aire a alta presión al múltiple de admisión, una vez que los gases de escape pasan por el turbocargador estos se dirigen al silenciador y a la chimenea y por último hacia la atmósfera, con este dispositivo se logra aumentar la potencia de un motor.

Diseño

El sistema de aire de carga y gases de escape consta de los siguientes componentes y unidades principales:

- ◆ Filtro de aire de carga
- ◆ Silenciadores de aire de carga
- ◆ Silenciador de gases de escape
- ◆ Unidad de reducción de presión
- ◆ Caldera de gases de escape
- ◆ Unidad de ventilación

SISTEMA DE AIRE DE CARGA Y GASES DE ESCAPE

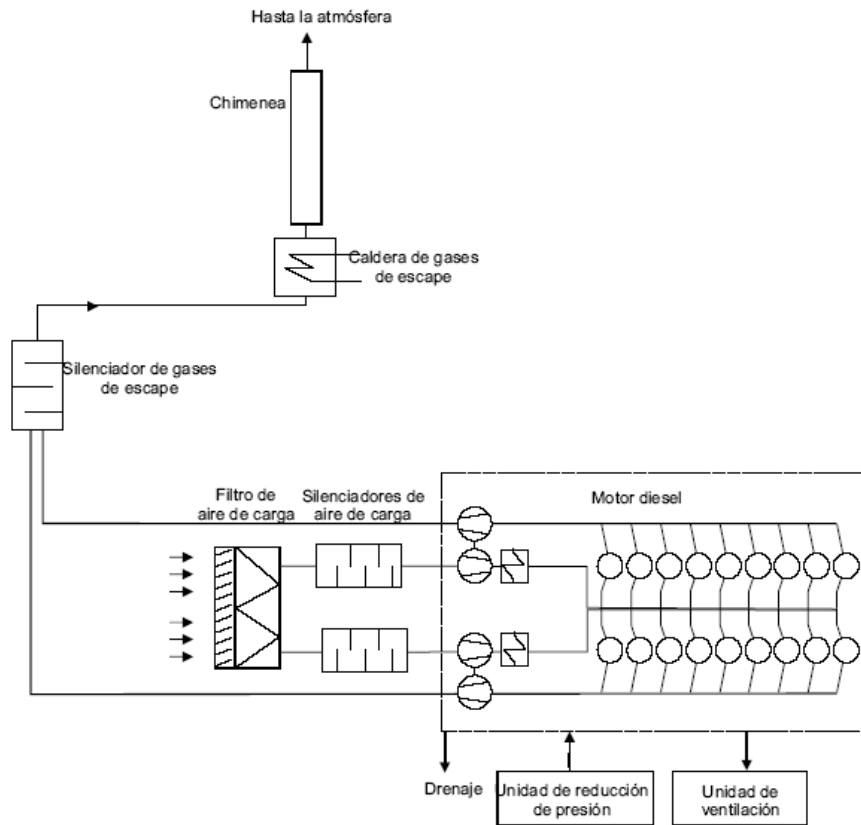


Fig. 2.4 Sistema de aire de carga y gases de escape

2.2.2 Sistema de aire comprimido

Generalidades

El sistema de aire comprimido proporciona al motor el aire comprimido necesario para el encendido (30 bar.); Además, suministra aire de trabajo y de instrumentos para los equipos auxiliares, de mantenimiento y limpieza (7 bar.).

El aire de arranque se genera en la unidad de aire de arranque y se almacena en botellas de aire (30 bar.); La botella de aire está equipada con un manómetro y una válvula de seguridad con resorte; El aire de trabajo y para instrumentos se genera en la unidad de aire de instrumentos.

Diseño

El sistema de aire comprimido consta de las siguientes unidades principales:

- ◆ Unidad de aire de arranque
- ◆ Tanque de aire de arranque
- ◆ Unidad de aire de instrumentos

SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

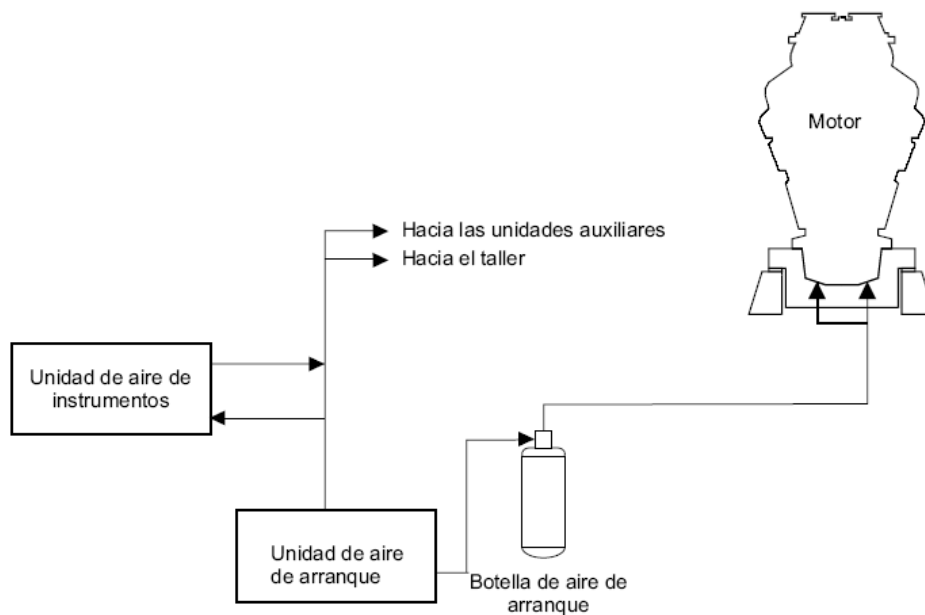


Fig. 2.5 Sistema de aire comprimido

2.2.3 Sistema de agua de refrigeración

Generalidades

La función principal del sistema de refrigeración del motor es eliminar el calor generado por las funciones normales del motor, la transferencia de calor tiene lugar principalmente en el bloque del motor, así como también las turbinas alimentadoras y los intercambiadores de calor de aire de carga.

El sistema de refrigeración del motor se divide en un sistema de circulación de alta temperatura (HT) y otro de baja temperatura (LT); Cada sistema está equipado con su propia bomba de circulación accionada por el motor diesel.

Los circuitos de HT y LT se enfrían mediante radiadores.

Diseño

El sistema de agua de refrigeración consta de los siguientes componentes principales:

- ◆ Bombas de agua HT y LT, montadas en el motor
- ◆ Unidad de precalentamiento (en el módulo de tubos)
- ◆ Radiador
- ◆ Depósito de expansión
- ◆ Depósito de agua de mantenimiento

Circuito de HT (alta temperatura)

La bomba de agua HT, hace circular el agua en el sistema HT a través del bloque del motor, la turbina alimentadora y los radiadores.

Cuando la temperatura del agua de refrigeración HT aumenta después de refrigerar el motor, se abre la válvula termostática de tres vías de modo que parte del caudal de agua se dirige a través de los radiadores, de lo contrario, el agua de refrigeración circula de nuevo hacia el motor, el valor de la válvula termostática es 85 °C.

La bomba de la unidad de precalentamiento proporciona la circulación del circuito HT durante las paradas prolongadas, este sistema mantiene la temperatura por encima de los 70 °C.

Circuito de LT (baja temperatura)

La bomba de agua LT, hace circular el agua del sistema LT a través del enfriador de aire de carga y los radiadores. El valor de la válvula termostática es 43 °C.

SISTEMA DE AGUA DE REFRIGERACIÓN

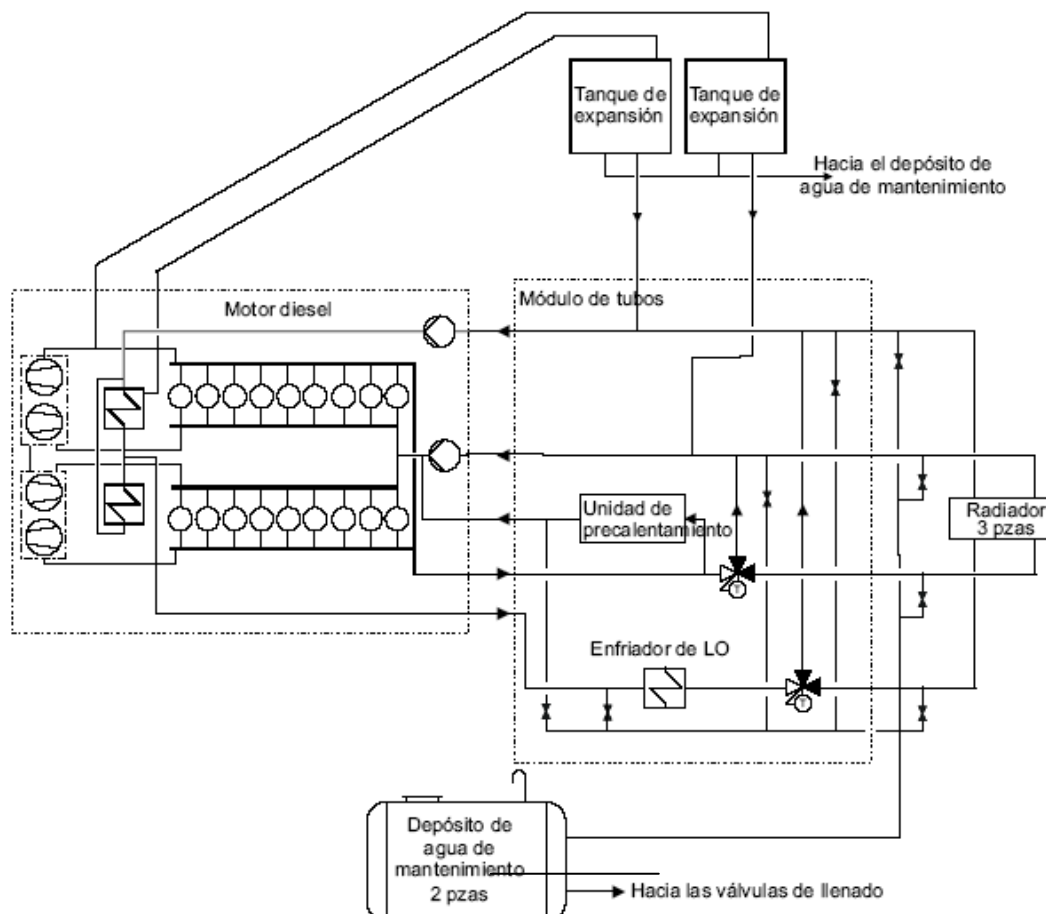


Fig. 2.6 Sistema de agua de refrigeración

2.2.4 Sistema de combustible

Generalidades

El objetivo del sistema de combustible es proporcionar al motor un suministro ininterrumpido y fiable de combustible limpio, con la temperatura y viscosidad correctas.

La planta generadora dispone de dos sistemas de combustible: uno para fuel oil pesado (CRO) crudo y otro para fuel oil liviano (LFO) diesel; El sistema HFO es el sistema principal sobre el que opera la planta.

El motor se puede poner en marcha, detener y mantener parado con CRO (en modo reserva) por un periodo que no supere los dos días, siempre que el sistema de control de temperatura del combustible mantenga éste a una temperatura operativa.

El sistema de LFO se utiliza para el mantenimiento y como sistema de reserva; En caso de paradas planificadas para largos periodos, el LFO se utiliza para expulsar el CRO del sistema de combustible del motor.

Sistema de CRO (crudo)

El combustible se transfiere al depósito intermedio por medio de la unidad de bomba de transferencia de CRO y a través de la válvula de llenado automático de tres vías.

El combustible se transfiere desde el depósito intermedio al depósito de uso diario a través de los módulos de bombeo y calentamiento y el separador en donde se purifica el combustible, la capacidad del separador es mucho mayor que el consumo de combustible del motor diesel, por ello el separador envía el exceso de combustible al depósito intermedio cuando el depósito de uso diario está lleno.

El combustible es absorbido desde el depósito de uso diario a la unidad de sobrealimentación donde, finalmente, se calienta y presuriza, antes de entrar en el motor, el combustible se filtra en la unidad de fuel oil.

Desde el motor, el combustible de retorno regresa a la unidad de sobrealimentación a través de la unidad de fuel oil.

Diseño

El sistema de CRO consta de las siguientes unidades principales:

- ◆ Depósito intermedio de CRO
- ◆ Unidad separadora
- ◆ Depósito de uso diario de CRO
- ◆ Unidad de sobrealimentación
- ◆ Unidad de fuel oil
- ◆ Módulo de bombeo y calentamiento
- ◆ Unidad de ventilación

SISTEMA DE CRO

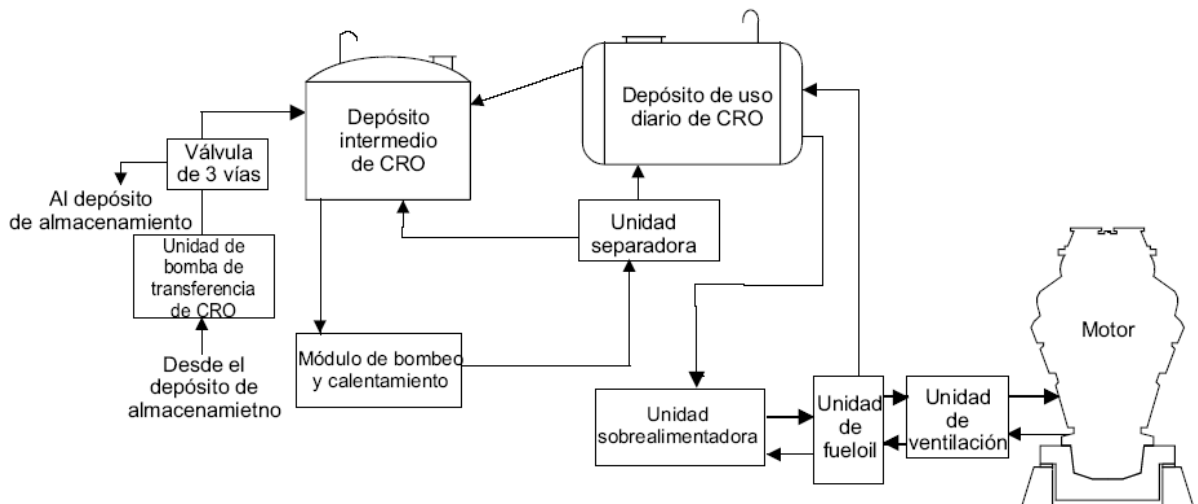


Fig. 2.7 Sistema de CRO

Sistema de LFO (diesel)

El combustible se bombea al tanque de uso diario de LFO mediante la unidad de bomba de transferencia de LFO.

El combustible se bombea desde el depósito de uso diario de LFO hacia la unidad de sobrealimentación, donde se presuriza, finalmente se filtra en la unidad de fuel oil antes de ingresar al motor.

Desde el motor, el combustible de retorno regresa a la unidad de sobrealimentación a través de la unidad de fuel oil.

Diseño

El sistema de LFO consta de las siguientes unidades principales:

- ◆ Depósito de uso diario de LFO

SISTEMA DE LFO

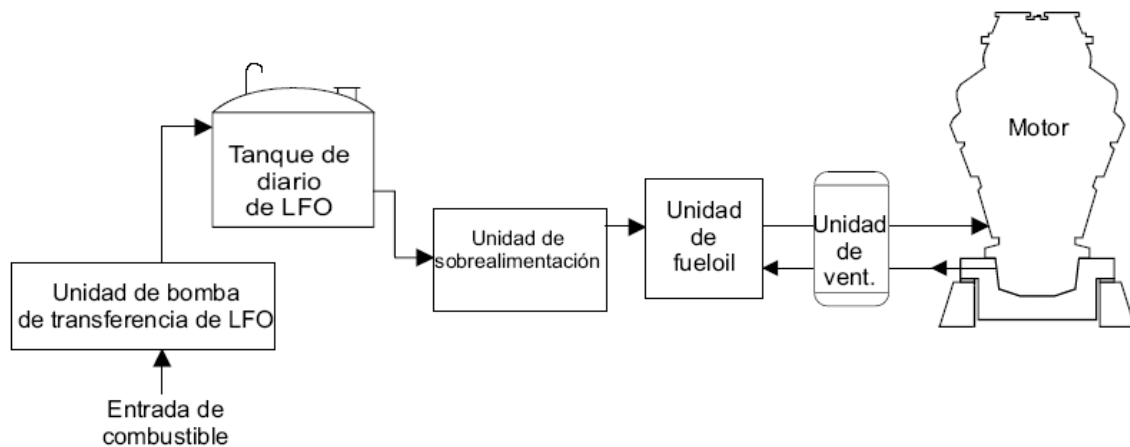


Fig. 2.8 Sistema de LFO

2.2.5 Grupo electrógeno

Diseño

El grupo electrógeno consta de un motor diesel Wärtsilä Vasa 18V32LN y un generador auto refrigerado trifásico de CA ABB AMG 0900XU10 rígidamente montados en una estructura base común, la estructura base común se instala sobre resortes de acero empernados a la cimentación, logrando así una buena reducción de las vibraciones.

El acoplamiento flexible asegura que el generador y el motor no se afecten mutuamente debido a pequeñas desviaciones en alineación, movimientos por las temperaturas o fuerzas dinámicas libres.

Todos los sistemas externos de tubos están conectados al motor a través de conexiones flexibles.

ESQUEMA GRUPO ELECTRÓGENO

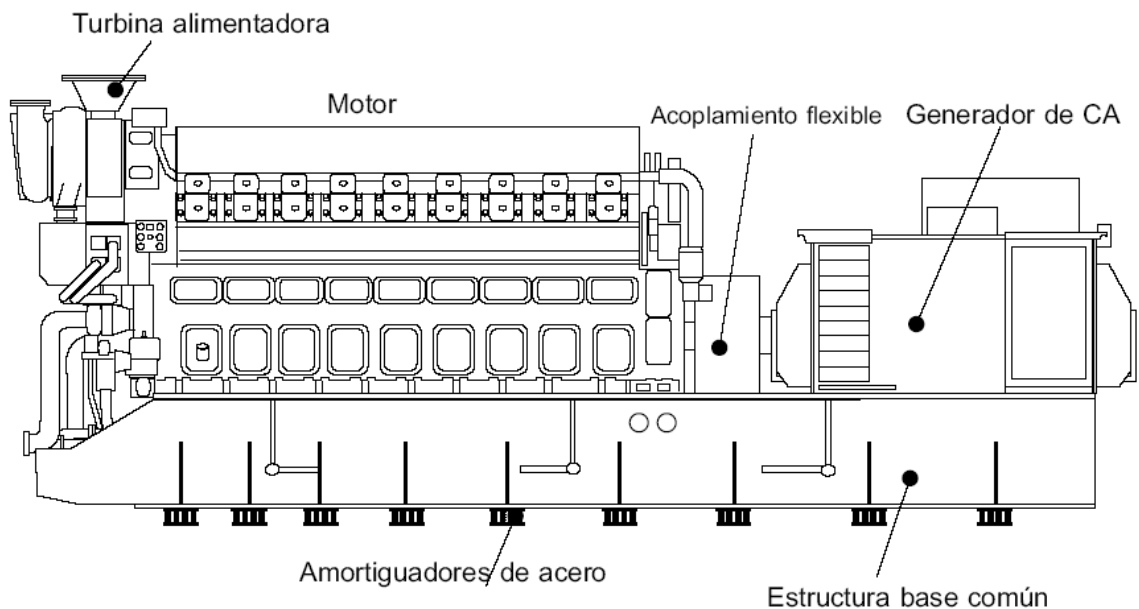


Fig. 2.9 Grupo electrógeno

El motor Vasa 18V32LN es un motor de cuatro tiempos.

Inyección directa

Turbo alimentadora e intercooler.

Configuración, en V

Número de cilindros, 18

Diámetro de los cilindros, 320 mm

Carrera, 350 mm

Velocidad, 720 r.p.m.

Desplazamiento del pistón por cilindro, 28,15 l

Número de válvulas, 2 válvulas de entrada, por cilindro, 2 válvulas de salida

Dirección de giro mirando al mando, en sentido de las agujas del reloj

Potencia de régimen del motor, 6582 kWm

2.2.6 Sistema de lubricación

Diseño

El motor está provisto de una bomba de aceite lubricante (10) accionada directamente por él engrane en el extremo libre del cigüeñal, en algunas instalaciones hay una bomba de reserva accionada por separado y en paralelo, la bomba aspira aceite del colector de aceite del motor y lo envía a través del enfriador del aceite lubricante (1) equipado con una válvula termostática (3) que regula la temperatura del aceite a través de los filtros principales (4) hasta el tubo de distribución principal (5) en el colector de aceite, y a través de gatos hidráulicos (que actúan en este aspecto como tubos normales) hasta los cojinetes principales de éstos a las muñequillas (6) y por los engrases en las bielas hasta los espacios de refrigeración del pistón; A través de tubos separados, el aceite es conducido hasta los otros puntos de lubricación como los cojinetes del árbol de levas (7), los rodillos de válvulas y bomba de inyección, cojinetes de los balancines (8) y cojinetes del accionamiento de válvulas y chorreadores de aceite para lubricación y refrigeración; Parte del aceite circula a través de un filtro centrífugo y posteriormente cae al colector de aceite, el colector de aceite puede ser provisto de un nivel de alarma conectado al sistema.

La bomba es utilizada para:

- El relleno del sistema de aceite lubricante del motor diesel antes del arranque, Ej. Cuándo el motor no funcionó desde mucho tiempo.
- La prelubricación continúa de un motor diesel parado por el que circula el combustible pesado.
- La prelubricación continué de los motores diesel parados en una instalación de varios motores cuándo uno de los motores está en funcionamiento.
- Aportar capacidad adicional a la bomba de aceite lubricante accionada directamente en ciertas instalaciones donde la velocidad del motor diesel cae por debajo de un valor cierto (la bomba arranca y parar automáticamente con del sistema de medicación de velocidad.

SISTEMA DE LUBRICACIÓN

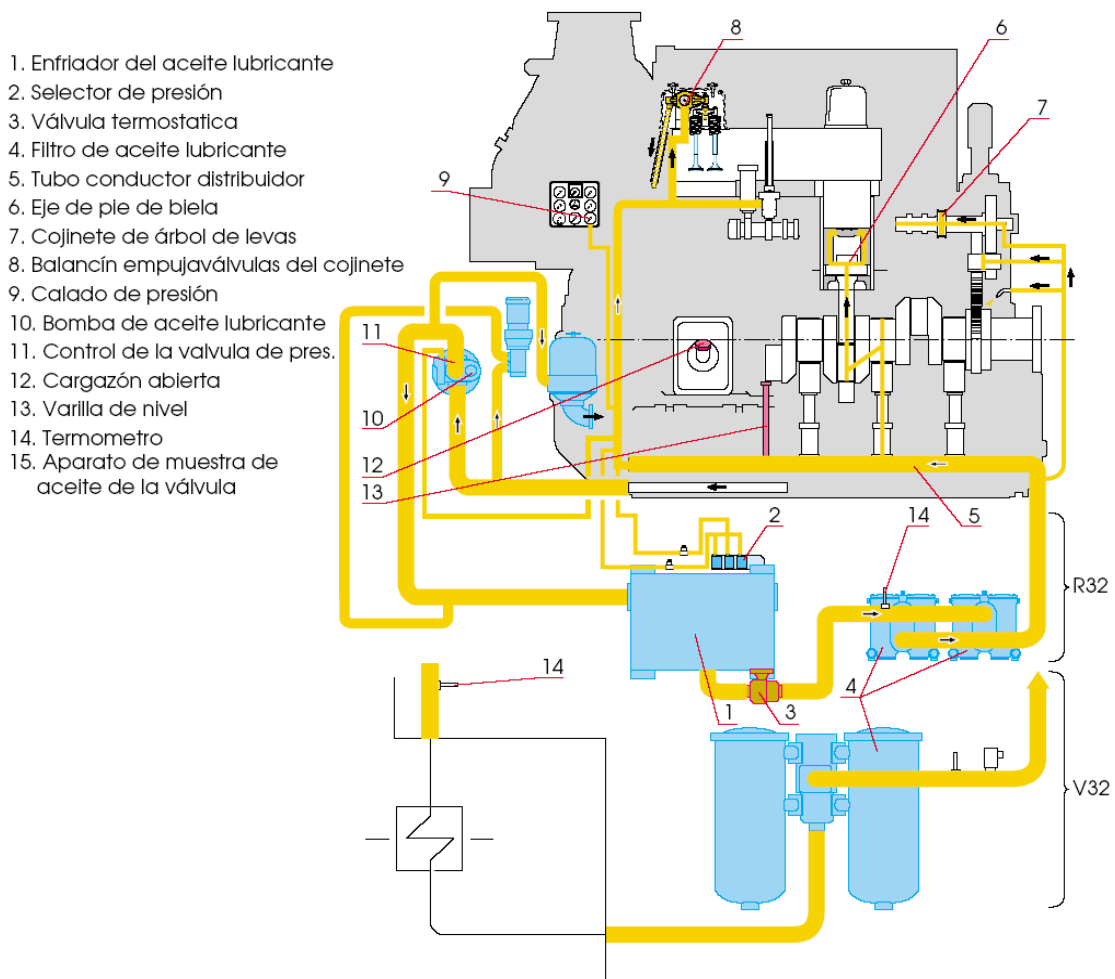


Fig. 2.10 Sistema de lubricación

2.3 Combustibles que utiliza el motor

Los combustibles que utiliza el motor WARTSILA 18V32LN es diesel y petróleo; El diesel se lo utiliza para arranque del motor en frío alrededor de 15 minutos después de este tiempo se cambia de combustible a petróleo para su normal funcionamiento; También se utiliza el combustible diesel cuando se requiere para la maquina para limpiar el crudo del sistema de alimentación.

2.3.1 Combustible diesel y características químicas

Se utiliza en motores de autoencendido por compresión, motores utilizados en el transporte pesado, en sector naviero de cabotaje, turbinas de generación eléctrica, motores estacionarios de diverso tipo utilizados en la industria, en calderos para la generación de vapor, etc.; también, se utiliza como diluyente en la preparación de los combustibles marinos IFO.

Tabla 2.5 Características químicas del diesel

REQUISITOS	Unidad	Mínimo	Máximo	Método Ensayo
Punto de inflamación	°C	51	--	INEN 1493
Corrosión lámina de cobre	--	--	N° 3	INEN 927
Temperatura destilación 90%				
Agua y sedimentos	°C	--	370	INEN 926
Índice de cetano calculado	% en V	--	0.05	INEN 1434
Residuo carbonoso sobre el 10% del residuo		45		
Cenizas	% en peso	--	0.15	INEN 1495
Viscosidad cinemática 37.8°C	% en peso	--	0.01	INEN 1491
Contenido de azufre	cSt	2.5	6.00	INEN 1492
Poder calorífico	% en peso	--	0.70	

2.3.2 Combustible Petróleo y características químicas Diesel.

Petróleo, líquido oleoso bituminoso de origen natural compuesto por diferentes sustancias orgánicas. También recibe los nombres de petróleo crudo, crudo petrolífero o simplemente "crudo". Se encuentra en grandes cantidades bajo la superficie terrestre y se emplea como combustible y materia prima para la

industria química. Las sociedades industriales modernas lo utilizan sobre todo para lograr un grado de movilidad por tierra, mar y aire impensable hace sólo 100 años.

Características químicas

- Densidad relativa, Kg/m³ a 15/15°C: **800 a 980**
- Punto de ebullición inicial °C: **30 a 125**
- Viscosidad cinemática, centistokes (cSt), a 40°C: **3 a 100** (pero puede llegar hasta 20000)
- Punto de fluencia °C: **-30 a +25** (pero puede ser inferior o llegar a 40)
- Punto de inflamación (Abel) °C: **-18 a 190**
- Azufre, % en peso: **0,08 a 5**
- Ceras, % en peso: hasta **15**
- Asfáltenos, % en peso: hasta **5**
- Vanadio, ppm V: **5 a 170**

2.4 Lubricante que utiliza el motor WARTSILA 18V32LN

El lubricante que se encuentran utilizando los motores Wartsila es el aceite AureliaXL 4055 producido por REPSOL YPF

Descripción del producto

Lubricante marino formulado a partir de las últimas innovaciones en tecnología de aditivos, especialmente desarrollado para la lubricación de motores diesel de velocidad media.

Aplicación

Indicado para motores principales turboalimentados y auxiliares de todo tipo y régimen, que operen con Fuel Oil Pesado de muy alto contenido de azufre o cuando se requiera trabajar con un amplio margen de seguridad.

Particularmente recomendado para motores en los cuales se necesite una alta reserva de alcalina debido a la combinación de un fuel oil de alto contenido de azufre y un bajo consumo de aceite.

Atributos

- Supera la clasificación API CF.
- Excelentes propiedades dispersantes a baja temperatura.
- Excelente resistencia de la película lubricante frente a las altas presiones.
- Muy buen comportamiento en el centrifugado y en la separación de agua y compuestos insolubles.
- Excelente neutralización de los componentes ácidos.

2.4.1 Características del lubricante

Tabla 2.6 Ensayo del lubricante AURELIA XL 4055

ENSAYOS	UNIDAD	METODO ASTM	AURELIA XL 4055
Grado SAE	----	----	40
Viscosidad a 100°C	CSt	D-445	14
Índice de Viscosidad	----	D2270	95
Punto de Inflamación, mín.	°C	D-92	230
Punto de Esgurrimento, máx.	°C	D-97	-12
BN (ex TBN)	Mg KOH/g	D-2896	55

Fuente: laboratorio de lubricantes REPSOL YPF

2.5 Operación de los motores Wartsila 18v32 LN

La operación es la administración óptima de las máquinas a través de sistemas automáticos diseñados para monitorear el funcionamiento, para ello tenemos un sistema denominado **WOIS** (sistema de interfaz de operador de Wärtsilä); WOIS es un interfaz (humano-máquina) este sistema es usado por supervisores para obtener datos esenciales de una planta de poder.

2.5.1 Procedimiento para arrancar la maquina

1 Ponga en marcha la bomba de aceite de prelubricación para obtener una presión mínima de LO de 0,5 bar.

2 Abra la válvula del sistema de suministro de aire de arranque y drene la condensación a través de la válvula de soplado, cierre la válvula de soplado cuando no haya más condensación.

3 Gire el cigüeñal dos vueltas o ponga en marcha el motor con aire de arranque durante algunas revoluciones, manteniendo la palanca de detención en la posición de parada y las válvulas del indicador abiertas.

4 Desacople el engranaje de giro del mando.

5 Compruebe que la palanca de detención se encuentre en la posición de trabajo y que se mueva con libertad, abra la válvula de aire de arranque y cierre la válvula de soplado cuando no haya más condensación.

6 Ponga en marcha del motor:

- Presione el botón de arranque hasta que se encienda el motor.
- Si el motor no arranca después de dos o tres segundos, se debe investigar el motivo.

7 Compruebe, inmediatamente después del arranque, que los valores de temperatura y presión sean normales.

8 Compruebe que el tubo de distribución de aire de arranque no se caliente en ningún cilindro (fuga en la válvula de aire de arranque).

9 Ventile los filtros de combustible y aceite lubricante.

2.5.2 Procedimiento para detener la maquina

Dependiendo de la razón, por la cual el motor debe ser apagado, los pasos a seguir son diferentes

Es recomendable que la máquina sea detenida con crudo si el período de parada no excede los dos días y el sistema de combustible se encuentra en operación todo el tiempo.

Los sistemas auxiliares deben estar siempre en operación de recirculación, limpieza y calentamiento de fluidos de esta manera aseguran el buen desempeño y operación, esto también reduce el tiempo de encendido y facilita al operador cargar la máquina muy rápidamente.

Las unidades se apagan únicamente por requerimientos de carga o por propósitos de mantenimiento.

Paso general:

- **Operador 1:**

Solicitar permiso para sacar de línea la carga activa del generador a detenerse, a Generación Diesel NPF o SPF dependiendo de quien gobierne el sistema.

Ejem. Mantenimiento preventivo 1000 horas

- **Operador 1:**

Una vez que Generación Diesel apruebe el permiso, el operador 1: baja la carga del generador, lentamente hasta 2000 KW, en el icono Genset active power setpoint en el WOIS en la pantalla: Electrical System, (cuya dirección es Ctrl + G*** Genset - Ctrl + E*** Electrical). Pero al mismo tiempo chequear en la pantalla del WOIS Genset x Exh. Gas Temp. Bar Graph (cuya dirección es Ctrl + C*** Common - Ctrl + F6*** Bar Graph), las desviaciones y las diferencias de temperatura entre las válvulas de escape de los cilindros del motor, puesto que con baja carga tienden a incrementarse, pudiendo producirse un shutdown,

En la sala de medio voltaje, El circuito trip breaker abre el breaker del generador y desconecta la excitación del genset. Después de que breaker ha sido abierto y la excitación desconectada el genset corre sin carga por un tiempo de cinco minutos luego se detiene.

- **Operador 2:**

En el panel de control local de la unidad de combustible PFC 0_1, colocar en la posición LFO (Diesel) el selector de Crudo o LFO Verificar en la unidad de combustible si las electro válvulas V03 y V04 se encuentren cerradas.

- **Operador 1:**

Esperar 30 minutos aproximadamente hasta que el combustible diesel limpie las tuberías del motor y la temperatura de entrada del mismo sea de 60 C.

Bajar la carga del generador, lentamente hasta 1000 KW, en el icono Genset active power setpoint en el WOIS en la pantalla: Electrical System, (cuya dirección es Ctrl + G*** Genset - Ctrl + E*** Electrical)

- **Operador 1:**

Dar la orden de parada, pulsando **Ctrl+Delete –Stop Order desde el **WOIS** en la pantalla: **Genset X Ctrl Display**, (cuya dirección es **Ctrl + C*** Common - Ctrl + F5*** Ctrl**).**

- **Operador 2 :**

En el panel de control local de la unidad de combustible, colocar en la posición 0 el selector de la bomba de alimentación, entonces cerrar las electroválvulas VO1, VO2, colocando en la posición 0 el selector de Crudo, o LFO.

Verificar visualmente que la unidad de combustible, las electroválvulas V01 y V02 se encuentren cerradas.

Drenar la unidad de combustible de la siguiente manera:

- **Cerrar la válvula V005**
- **Colocar un balde plástico abajo de la válvula de drenaje del filtro**
- **Abrir el candado de seguridad**
- **Abrir la válvula de drenaje**
- **Abrir las tres válvulas de venteo del filtro**
- **Esperar hasta que todo el combustible sea drenado (Aproximadamente 3 baldes)**
- **Colocar este combustible en el sumidero: Oil Water Sump No 1 o 2 dependiendo de la ubicación de la maquina.**

Engranar el turning gear para mover el motor manualmente, colocar la palanca de trabajo de paso de combustible en la posición STOP.

En el panel local de control

- **Desconectar:**
- **El ventilador del hot-box**
- **La prelubricación del motor**
- **El precalentamiento del motor**
- **Abrir las 18 válvulas indicadoras del motor.**

Parada local automática

1 El motor está funcionando a plena carga 5351 KW; Baje la carga a 1000 KW

2 Haga funcionar el motor en marcha lenta durante un minuto antes de detenerlo.

3 Detenga el motor moviendo la palanca de detención a la posición de parada.

- El tiempo de reducción de la velocidad ofrece una buena oportunidad para detectar posibles ruidos anómalos.

2.5.3 Panel local del grupo eléctrico (significado)

S20 Parada de emergencia

S21 Interruptor selector de medición de tensión

S22 Interruptor selector de medición de velocidad

M1 Unidad de control manual:

S1 Modo de control del grupo eléctrico AUTO - MANUAL

S2 Modo de control del motor decaimiento de velocidad - kW/isócrono

S3 Modo de control del generador decaimiento de voltaje - f.p.

S4 Aumento/disminución de combustible

S5 Aumento/disminución de excitación del generador.

S6 Arranque/selección de sincronización
S7 Arranque/motor en marcha
S8 Detención/motor parado
S9 Cierre/interruptor automático cerrado
S10 Apertura/interruptor automático abierto
S11 Restablecimiento/indicador de parada del motor
S12 Restablecimiento/indicador de activación del interruptor automático
S13 Prueba de luces
K1 Relee de protección del generador
K2 Relee de protección diferencial del generador
P11 Unidad de monitorización de potencia

Panel CFA 901

P1 Frecuencia de sincronización
P2 Voltaje de sincronización
P3 Sin cronoscopio
M2 Unidad de control de sincronización:
S1 Selector de modo de sincronización
S2 Aumento/disminución de frecuencia
S3 Aumento/disminución de voltaje
S4 Cierre manual del disyuntor de circuito
S5 Prueba de luces
S10 Restablecimiento del relee de seguridad
S20 Parada de la planta generadora
S31-S32 Arranque de sincronización del interruptor automático de alimentación
A11 Unidad de alarmas

Panel sección grupo electrógeno

P1-P3 Corriente de fase del generador
P4 Medidor de frecuencia del generador
P5 Voltaje del generador
P6 Medidor de r.p.m. del motor
P7 Factor de potencia del generador

P8 Potencia reactiva del generador

P9 Potencia activa del generador

Interrupción automática del grupo electrógeno

Desconexión

El circuito de desconexión del interruptor automático abre el interruptor automático del grupo electrógeno y desconecta la excitación del generador, una vez que se abrió el interruptor automático y se desconectó la excitación, el grupo electrógeno trabaja sin carga durante aprox. dos minutos antes de detenerse.

El circuito de desconexión del interruptor automático se alimenta automáticamente de un contacto auxiliar y permanecerá activado hasta su restablecimiento mediante el pulsador de restablecimiento de desconexión S12.

El circuito se activa mediante las siguientes funciones:

- _ Cortocircuito del generador.
- _ Sobrecorriente del generador.
- _ Sobrevoltaje del generador.
- _ Potencia inversa del generador.
- _ Falla de tierra del generador.
- _ Generador bajo reactancia.
- _ Disparo del interruptor automático desde el PLC.

Bloqueo

El circuito de bloqueo abre el interruptor automático del grupo electrógeno, desconecta la excitación y detiene el motor inmediatamente sin tiempo de reenfriamiento.

El circuito de bloqueo se mantiene sobre un contacto auxiliar y permanecerá conectado hasta que se reinicie activando el pulsador de reinicio S11 (M1). El grupo electrógeno no se puede poner en marcha si el circuito de interrupción está activado. La luz indicadora muestra que el circuito de parada está activado.

Antes del reinicio, se debe investigar y remediar la causa del bloqueo, los siguientes dispositivos de protección están conectados al circuito:

- _ Pulsador de parada de emergencia S20 en CFC 0_1.
- _ Pulsador de parada de emergencia S1 en CFE 0_1.
- _ Pulsador de parada de emergencia de la planta S10.
- _ Parada desde el PLC.
- _ Relee de sobrecorriente diferencial del generador.

Parada de emergencia

El pulsador de parada de emergencia S20 para el motor está situado en el panel de control del grupo electrógeno.

La parada de emergencia iniciada por un operador que presiona el pulsador de parada de emergencia activa el circuito de bloqueo del motor, cuando el botón se ha presionado, se bloquea, el restablecimiento se lleva a cabo girando el botón parcialmente en el sentido de las agujas del reloj, el circuito de bloqueo abre el interruptor automático del grupo electrógeno, desconecta la excitación y detiene el motor inmediatamente sin tiempo de reenfriamiento; Antes de volver a poner en marcha el motor, se deberá restablecer el circuito de bloqueo.

2.5.4 Mantenimiento de la planta de generación (Operador)

Todas las actividades de mantenimiento se deben realizar cuidadosamente y a los intervalos correctos, se deben registrar todas las medidas tomadas y los motivos.

Las actividades de mantenimiento se dividen en tres categorías:

_ **Diarias:** *Supervisión de condiciones.*–

Lecturas de todos los medidores e indicadores. Si la lectura muestra una tendencia ascendente o descendente, se debe determinar la causa y emprender una acción.

_ **Diarias:** *Mantenimiento preventivo.*

Inspección y control visual de todos los equipos o escuchando los componentes para detectar anomalías.

_ **Programadas:** *Mantenimiento preventivo.*–

Inspecciones, limpieza y sustitución de componentes o fluidos; Los intervalos de mantenimiento se indican en la tabla de mantenimiento para cada componente principal, junto con las instrucciones.

Es de esperar que los operadores dispongan de un buen conocimiento general de este tipo de plantas y que estén familiarizados con la normativa común y local sobre seguridad, que se debe respetar de forma estricta.

Generador

El calendario de mantenimiento para el generador se debería establecer de acuerdo con los requisitos de funcionamiento y las condiciones de la instalación. El calendario de mantenimiento final se debe confirmar una vez que se haya adquirido experiencia (3 a 12 meses).

Revisión general

Para una revisión general, limpieza y, de ser posible, barnizado, se debe desmontar el generador de modo que el rotor y el estator se separen, la frecuencia

de la limpieza general se debe establecer en función del estado de suciedad observado en las inspecciones anuales, si el generador no está sujeto a una contaminación mayor a la normal, se recomienda un intervalo de inspección de cinco a diez años.

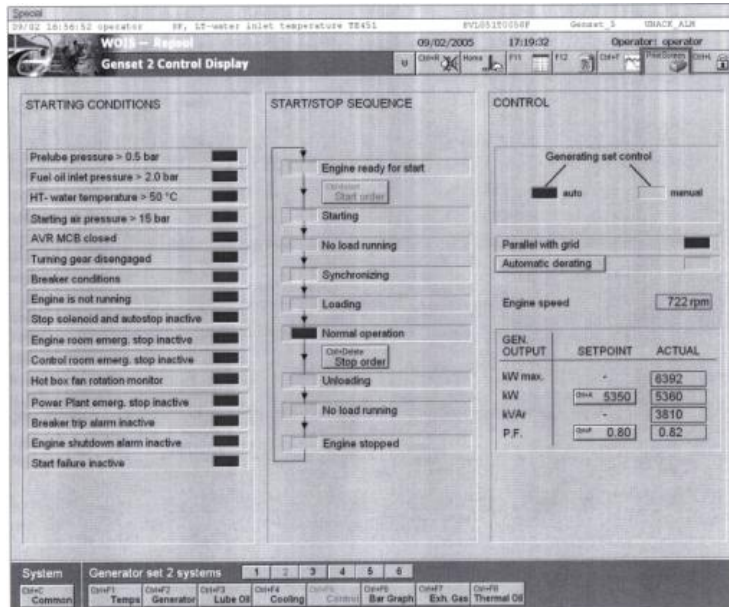
2.4 Ventanas de los sistemas de operación

El puesto de trabajo de WOIS incluye varios despliegues de ventanas para la vigilancia de la planta.

Los despliegues del proceso son las ventanas y gráficos para medir los valores e información de estado de los sistemas en la planta de poder.

2.6.1 Sistema de control de arranque automático

El operador puede iniciar el arranque automático si todas las condiciones del motor se encuentren encendidas (verde), para obtener todas estas condiciones esperamos treinta minutos, previo a la autorización del segundo operador que se encuentra revisando, presiones y temperaturas de la maquina, iniciamos el arranque (Start), así como también podemos detener la maquina.

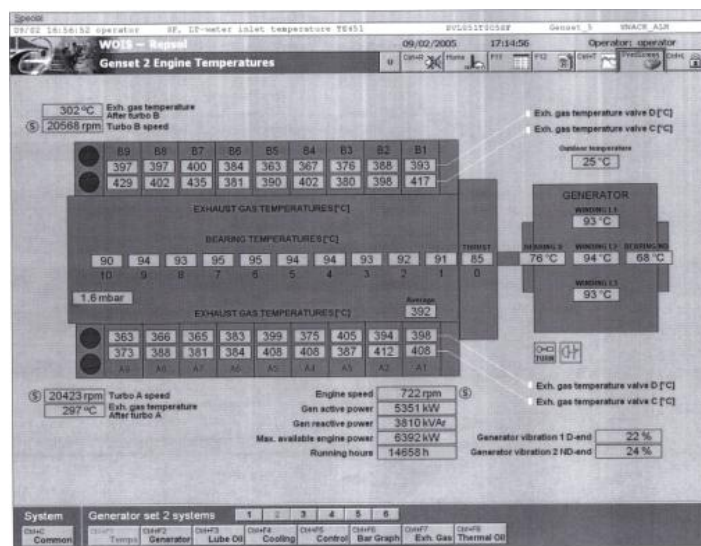


Fuente: Cuarto de Control REPSOL YPF

Fig. 2.11 Arranque automático

2.6.2 Sistema de temperatura de los cilindros (AB)

Despliegue de las temperaturas y velocidad de los turbos, temperatura de los cilindros lados (AB), temperaturas de las válvulas de admisión y escape, temperaturas de los cojinetes del cigüeñal y temperaturas de trabajo del generador

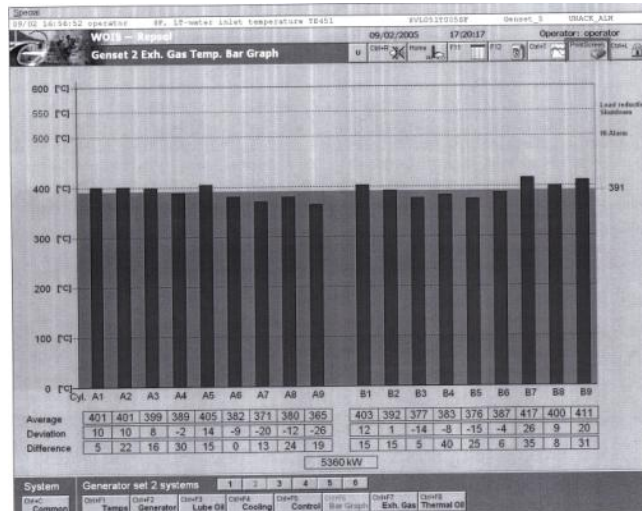


Fuente Cuarto de Control REPSOL YPF

Fig. 2.12 Temperaturas de los cilindros

2.6.3 Temperatura de válvulas (AB)

Despliegue de la variación de temperatura de las válvulas desviaciones y diferencias.

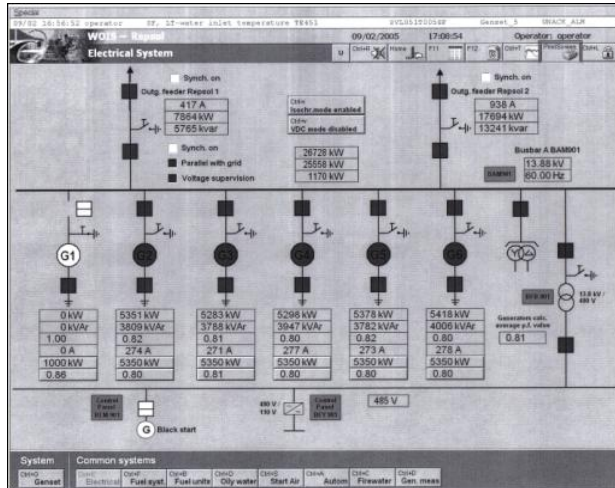


Fuente: Cuarto de Control REPSOL YPF

Fig. 2.13 Temperaturas de válvulas

2.6.4 Sistema de distribución eléctrica

Ventana de generación y distribución eléctrica interna de la planta Wartsila, podemos visualizar el valor eléctrico generado de cada uno de los motores, el valor total de generación de la planta, el consumo eléctrico interno de la planta y el valor total entregado a la barra de pode.

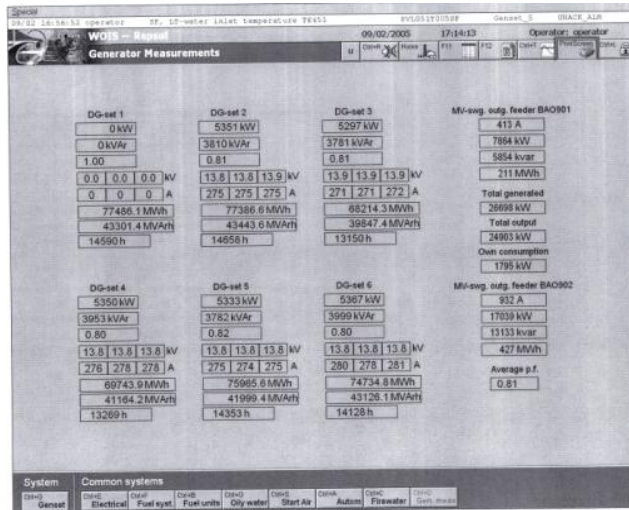


Fuente: Cuarto de Control REPSOL YPF

Fig. 2.14 Distribución eléctrica.

2.6.5 Sistema medidas de generación

Medidas totales de generación de cada uno de los motores, amperaje y horas de funcionamiento de los motores



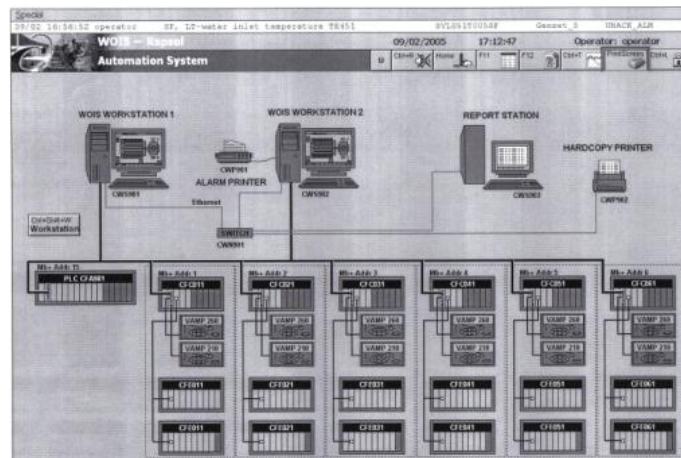
Fuente: Cuarto de Control REPSOL YPF

Fig. 2.15 Generación

2.6.6 Sistema de automatización

Distribución del sistema de automatización de la planta, esta compuesta por tres computadoras las dos primeras las dos primeras son para la operación de la planta y la ultima para

reportes, todas estas están conectadas a los CFC que indica el estado del generador y un PLC.

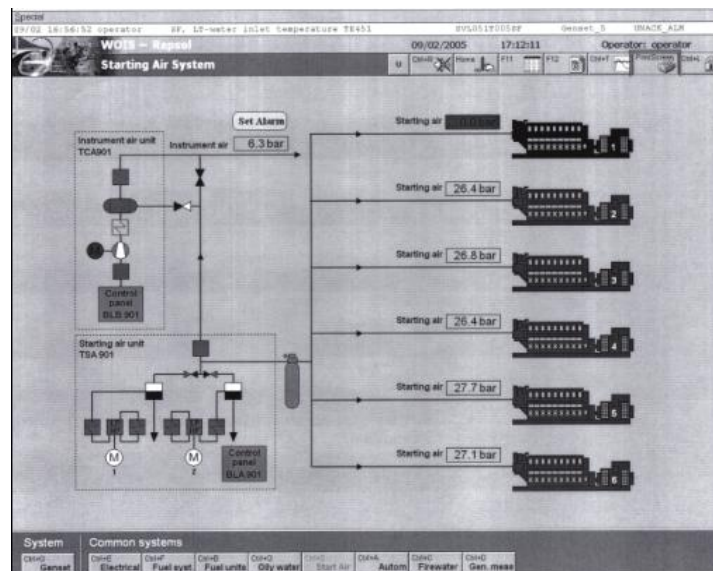


Fuente: Cuarto de Control REPSOL YPF

Fig. 2.16 Automatización

2.6.7 Sistema de aire de arranque

Ventana que indica la presión y distribución del aire de arranque a los motores y sistemas, la presión del cilindro receptor de aire.

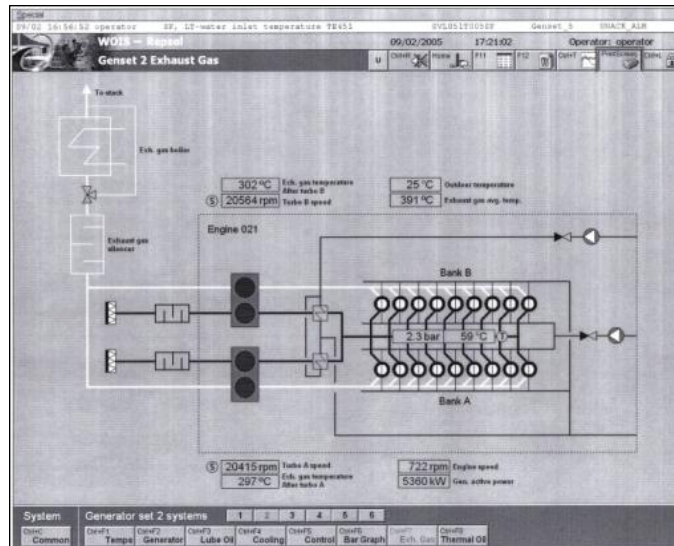


Fuente: Cuarto de Control REPSOL YPF

Fig. 2.17 Aire de arranque

2.6.8 Sistema gases de escape

Encontramos el diagrama del sistema de gases de escape y su temperatura, la velocidad del motor, velocidad y temperatura del turbo y temperatura ambiente.

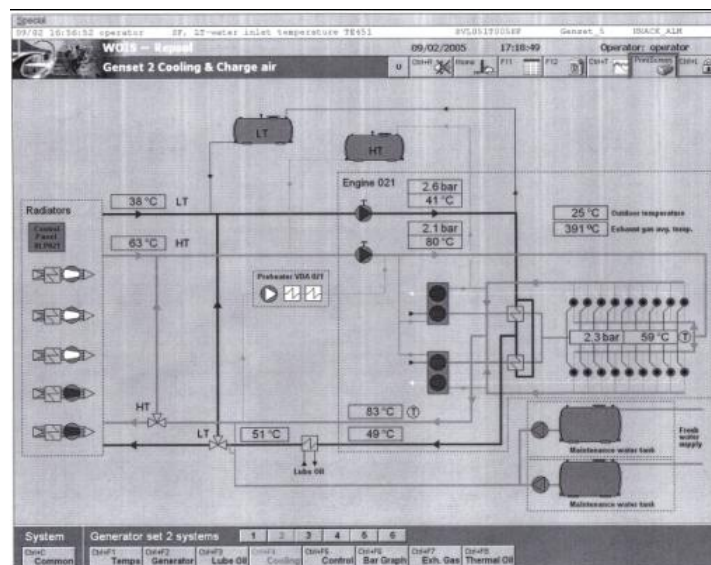


Fuente: Cuarto de Control REPSOL YPF

Fig. 2.18 Gases de escape

2.6.9 Sistema de refrigeración (agua)

Visualizamos el sistema de enfriamiento del motor (HT,LT), temperaturas y presión del los sistemas.

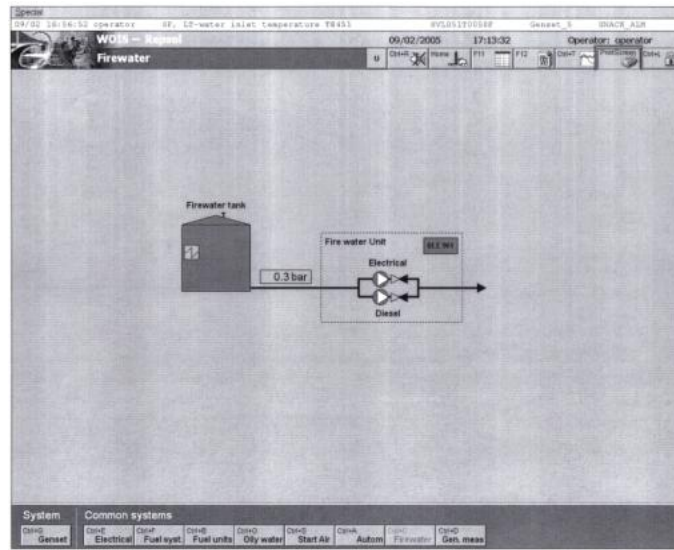


Fuente: Cuarto de Control REPSOL YPF

Fig. 2.19 Refrigeración

2.6.10 Sistema contra incendios

Visualizamos el diagrama del sistema contra incendios y la presión del tanque de reserva .

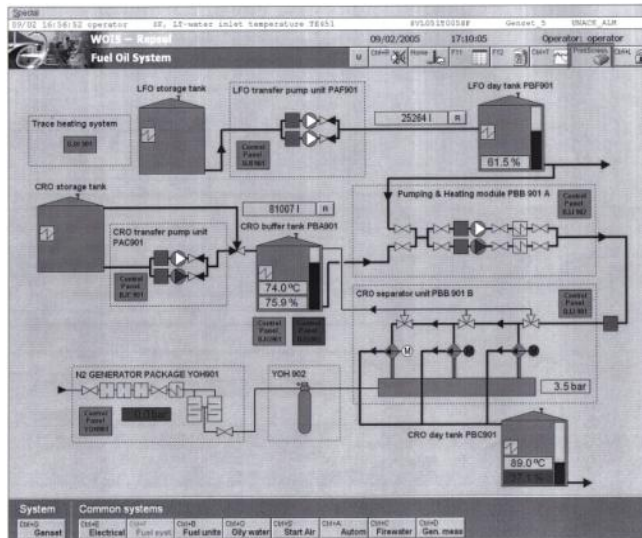


Fuente: Cuarto de Control REPSOL YPF

Fig. 2.20 Sistema contra incendios

2.6.11 Sistema de combustible

Diagrama del sistema de combustible (diesel y crudo), temperaturas, presiones y porcentajes del fluido

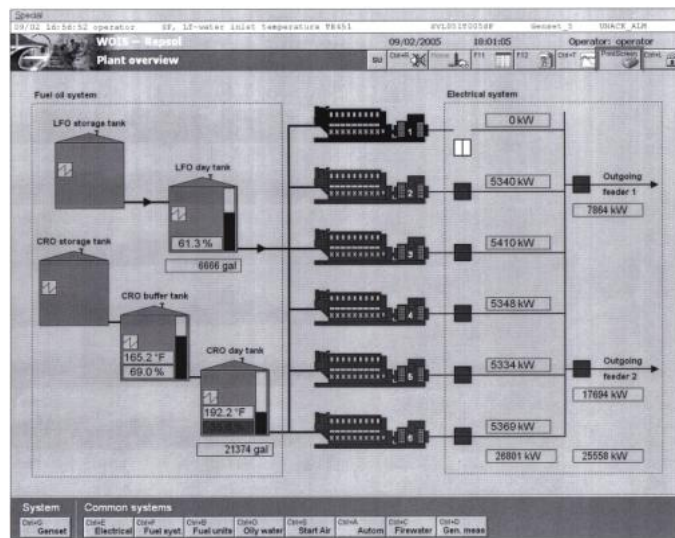


Fuente: Cuarto de Control REPSOL YPF

Fig. 2.21 Sistema de combustible

2.6.12 Sistema de medidas de combustible vs., generación

Permite visualizar la generación de cada motor y controlar la cantidad de combustible y temperatura de los combustibles



Fuente: Cuarto de Control REPSOL YPF

Fig. 2.22 Medidas de combustible vs. Generación

2.7 SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADA PLANTA REPSOL YPF

Repsol YPF es una empresa certificada y mantiene un Sistema de Gestión Ambiental bajo la Norma ISO 14000; La aplicación del SGA su mantenimiento y actualización continua, permiten cumplir con los objetivos específicos propuestos por Repsol YPF y con las metas de los SGA, por tanto todos los aspectos ambientales que componen el plan de manejo son gestionados por Repsol.

La política de Repsol YPF es “manejar todas las operaciones en función de proteger el medio ambiente y salvaguardar la salud y seguridad de sus empleados, clientes, contratistas y el público”.

2.7.1 SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) para la Construcción y Operación del Nuevo Sistema de Generación Eléctrica en el SPF, Bloque 16, se basa en los Sistemas de Gestión Ambiental que tiene Repsol.

Medidas Preventivas medio ambiente

Prevención de emisiones a la atmósfera:

- Los equipos recibirán un mantenimiento y calibración periódico y permanecerán en buenas condiciones de funcionamiento para evitar emisiones excesivas, los equipos no serán modificados si como resultado de esto se produjera un incremento en los niveles de emisiones al aire.
- Los ambientes donde se localizan los generadores serán ventilados para evitar las altas temperaturas que puedan provocar el descenso de la eficiencia en la combustión y por tanto un aumento en la emisión de los contaminantes atmosféricos, principalmente de NOx.

- Periódicamente se realizará un control de calidad de los combustibles usados por los generadores para determinar la concentración de azufre, en caso de encontrarse variaciones en la concentración se deberá recalibrar los equipos, si es técnicamente posible, para minimizar las emisiones de SO₂ en las fuentes.

- El combustible utilizado por los generadores Wärtsilä, deberá tener un contenido de azufre menor a 2.4 wt-% en base seca (porcentaje en peso). Esto con el fin de minimizar las emisiones de SO₂., y cumplir con la legislación Ambiental Nacional.

2.7.2 SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD

La existencia de agentes contaminantes y factores de riesgos en los centros de trabajo, presentan riesgos para la salud de los trabajadores expuestos, ocasionando efectos negativos que pueden llegar a ser irreversibles de no ser evaluados, reducidos o controlados de manera oportuna.

La legislación vigente, *Código del Trabajo, Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento de los Ambientes de Trabajo, Reglamento 741 de IESS*, en materia de seguridad y salud establece claramente la obligación que tiene las empresas en cuanto a implementar una serie de medidas que permitan **prevenir y preservar** las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores.

El objetivo fundamental del sistema de gestión de seguridad es eliminar o minimizar todos los peligros potenciales y evitar accidentes en que pueda resultar herido el personal o dañada la propiedad, las instrucciones de seguridad en la planta Repsol YPF han sido preparada para proporcionar algunas de las reglas y los procedimientos básicos necesarios para evitar las heridas del personal y los daños de los equipos y el material, estas instrucciones de seguridad no cubren todas las situaciones imaginables que puedan surgir durante las operaciones en la planta.

Uso de equipo de protección personal

Casco

Es necesario utilizar un casco siempre que se esté trabajando en el sitio de construcción o en la central eléctrica.

Protección de los oídos

Deberán utilizarse tapones en los oídos en todas las áreas designadas como áreas de ruido intenso o en cualquier otro procedimiento en que pueda perjudicarse la audición.

Gafas y protección facial

Deben utilizarse gafas de seguridad: al pulir o esmerilar, cepillar pintura o soldar escoria, al manipular fuertes agentes de limpieza, corrosivos o ácido, al limpiar las tuberías con aire comprimido.

Lentes de contacto

Los lentes de contacto pueden absorber los vapores químicos y otros elementos extraños, causando daños oculares.

Cuando el ambiente laboral implica la exposición a emanaciones, vapores o salpicaduras de sustancias químicas, calor intenso, metales en fusión o una atmósfera con muchas macropartículas, debe restringirse el uso de lentes de contacto.

Guantes

Usar siempre guantes, no solamente al manipular materiales o herramientas muy calientes o muy fríos.

Calzado de protección

Usar calzado de seguridad siempre que se esté trabajando en el sitio de construcción o en la central eléctrica, usar calzado con puntera dura y suela de cuero, evitar el calzado de suela.

Normas de indumentaria

No deben utilizarse collares o brazaletes, especialmente al trabajar con equipo electrónico en funcionamiento o en el armado, verificación de motores y elementos-mecánicos.

Para su seguridad personal:

Deje los anillos, pendientes, relojes de pulsera, brazaletes y collares en casa; Para evitar quemaduras se debe vestir ropa de manga larga con puños abotonados de modo que los brazos queden totalmente cubiertos.

Ambiente laboral

Ruido (dB decibeles)

No hay un límite claro entre un ruido molesto o no molesto que pueda aplicarse a todas las personas, el límite de ruido peligroso que se toma como referencia es de 85 dB.

La exposición habitual a ruidos de más de 85 dB provocará a un número significativo de individuos una pérdida gradual de la audición, y los ruidos más fuertes acelerarán este daño.

Nivel de ruido (dB)

Tabla 2.7 Tiempo máximo de exposición

DECIBELES	TIEMPO MAXI DE EXPOSICION
85 -----	8 HORAS
88 -----	4 HORAS
91 -----	2 HORAS
94 -----	1 HORAS
97 -----	30 MINUTOS
100 -----	12 MINUTOS
106 -----	4 MINUTOS
109 -----	2 MINUTOS
112 -----	1 MINUTOS
115 -----	Prohibido

Cuanto más tiempo se prolongue la exposición a un ruido fuerte, peor será el daño ocasionado, además, cuanto más cerca se encuentre la persona de la fuente del ruido intenso, peor será el daño.

El valor promedio de un ruido durante un día laborable deberá preferentemente ser inferior a 75 decibeles para evitar riesgos de daños auditivos.

Nivel del sonido

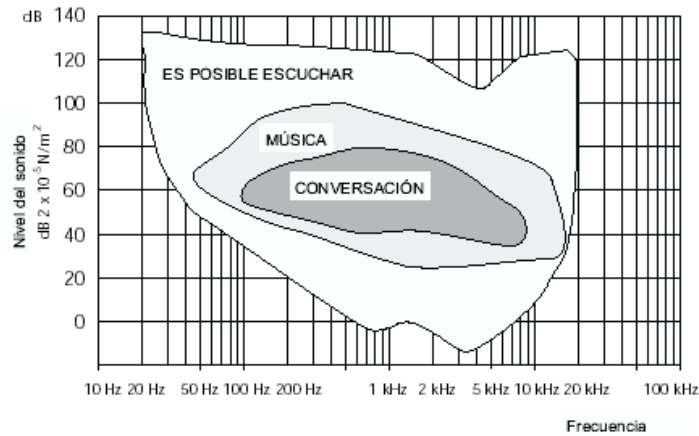


Fig. 2.23 Mapa de ruido

Utilizar siempre protección en los oídos al trabajar en lugares ruidosos.

¡Una vez perdida la capacidad de audición, nunca será recuperada !

El rango de audición en los seres humanos va de 20 Hz a 20 kHz. sin embargo, este rango se reduce con la edad.

Iluminación

El ojo humano puede adaptarse a la iluminación, es por eso que a menudo las personas no reaccionan ante un área de trabajo mal iluminada.

El trabajo en un área mal iluminada dificulta el desempeño de la tarea laboral y aumenta el nivel de accidentes, por lo tanto es sumamente importante mantener la iluminación a un nivel adecuado, al mejorar la iluminación se logran muchos beneficios; Se han realizado estudios que muestran que aumenta la productividad, disminuye el mal desempeño laboral y disminuyen los accidentes; Mejorar la iluminación es una de las maneras más baratas de mejorar el ambiente laboral.

Contaminación del aire

Además del polvo existen diferentes cenizas y gases provenientes de las calderas de gases de escape y los silenciadores.

Prestar atención al escape de gases de combustión de las tuberías de la caldera de gases de escape.

Para mejorar la calidad del aire:

- _ Aumentar la ventilación
- _ Manipular los líquidos y sólidos peligrosos en un espacio cerrado para evitar su expansión
- _ Dejar de utilizar líquidos y sólidos peligrosos de ser posible
- _ Contaminación de superficies
- _ Envejecimiento de las fuentes de luz
- _ Contaminación de las fuentes de luz

Por lo tanto, las fuentes de luz deben ser limpiadas regularmente y renovadas siempre que sea necesario, también hay que repintar las paredes y los pisos siempre que sea necesario.

III. PERIODOS DE MANTENIMIENTO DEL MOTOR

3.1 Mantenimiento

Es toda acción cuyo propósito es mantener a un equipo o sistema en sus condiciones normales de operación o de restitución de sus condiciones

específicas de funcionamiento, la función mantenimiento debe expresarse como un sistema organizado que permita el mejor aprovechamiento del medio productivo de la maquina y está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones la maquinaria, herramientas y equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando riesgos en el área laboral.

3.1.1 Mantenimiento predictivo

También conocido como mantenimiento preventivo Indirecto o mantenimiento por Condición, a diferencia del Mantenimiento Preventivo Directo, que asume que los equipos e instalaciones siguen cierta clase de comportamiento estadístico, el mantenimiento predictivo verifica muy de cerca la operación de cada máquina operando en su entorno real.

Sus beneficios son difíciles de cuantificar ya que no se dispone de métodos y tipo para el cálculo de los beneficios o del valor derivado de su aplicación, por ello muchas empresas usan sistemas informales basados en los costos evitados, indicándose que por cada dólar gastado en su empleo, se economizan 10 dólares en costos de mantenimiento.

En realidad, ambos mantenimientos preventivos no están en competencia, por el contrario, el mantenimiento predictivo permite decidir cuándo hacer el preventivo.

3.1.2 Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca, se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas es decir prolongar

el tiempo de vida útil del equipo; Este mantenimiento puede ser de naturaleza menor, como simples reparaciones o una revisión general; Ejem: limpieza, lubricación, recambios o mantenimientos programados.

3.1.3 Mantenimiento correctivo.

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación.

Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

Mantenimiento curativo (de reparación)

Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla.

Suelen tener un almacén de recambio, sin control, de algunas cosas hay demasiado y de otras quizás de más influencia no hay piezas, por lo tanto es caro y con un alto riesgo de falla; Mientras se prioriza la reparación sobre la gestión, no se puede prever, analizar, planificar, controlar, rebajar costos.

Finalidad del Mantenimiento.- Conservar la planta industrial con el equipo, en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de producción.

3.2 Descripción del mantenimiento actuales del motor WARTSILA 18V32LN

3.2.1 Procesos de mantenimiento de 500 horas de funcionamiento.

Tabla. 3.1 Mantenimiento 500 horas

#	ACTIVIDADES
1	Seguir normas del sistema de gestión de seguridad
2	Solicitar permiso de trabajo
3	Limpiar filtros centrífugos
4	Ajuste del sistema de combustible
5	Revisión de Times de Separadora de aceite
6	Mantenimiento mecanismo de control/cremalleras
7	Limpieza de Panel local(tc)
8	Chequeo de calidad de Agua (Nitritos)
9	Comprobar presión de los cilindros
10	Tomar muestras del aceite lubricante para análisis
11	Entrega de equipo

3.2.2 Procesos de mantenimiento de 1000 horas de funcionamiento.

Tabla. 3.2 Mantenimiento 1000 horas

ACTIVIDADES
Seguir normas del sistema de gestión de seguridad
Solicitar permiso de trabajo
Limpiar filtros centrífugos
Ajuste del sistema de combustible
Revisión de times de separadora de aceite

Mantenimiento mecanismo de control/cremalleras
Limpieza del panel local (tc)
Chequeo de calidad de agua (Nitritos)
Comprobar presión de los cilindros
Tomar muestras del aceite lubricante para análisis
Chequeo de condición de válvulas/ rotadores
Chequeo de claro de válvulas adm. 0.7 y Esch. 1.2
Revisión de estanqueidad mayor a 10 seg, 6 bar.
Reemplazo de filtros de combustible
Chequeo de nivel de aceite del actuador gobernór
Chequeo de sobre velocidad mecánico, limpieza
Limpieza de cajas calientes (hot box) bancos A y B
Ajuste del sistema de combustible
Destapar líneas de drenaje de combustible
Realizar análisis termográfico de calentador de la separadora
Realizar análisis de vibraciones de la separadora
Limpieza de filtro de agua entrada a la separadora
Limpieza de filtro entrada de aceite a separadora
Verificación de times en separadora de aceite
Limpieza de separadora de aceite (interno)
Limpieza de filtros de generador
Chequeo de sobre velocidad eléctrico
Limpieza de botellas-sensor leaaks banco A/B
Chequeo limpieza de filtros tableros eléctricos y reajuste
Limpieza de bomba de prelubricación
Inspección-reajuste -Limpieza de generador con electrosol
Análisis de Nitritos
Limpieza de filtros aire de carga
Limpieza de la unidad de ventilación (ventilation unit)

3.2.3 Procesos de mantenimiento de 2000 horas de funcionamiento.

Tabla. 3.3 Mantenimiento 2000 horas

ACTIVIDADES

Verif. funcionamiento flujómetro
Limpieza del Vessel (tanque)
Limpieza de filtro instalado en la línea de ingreso de aire a la unidad
Verif. válvula de tres vías
Verif. de funcionamiento electro válvula (solenoides integrada)
Limpieza filtros de generador
Chequeo sobre velocidad eléctrico
Limpieza botellas-sensor leaks banco A/B
Chequeo, limpieza instrumentación cableado
Limpieza filtros tableros eléctricos y reajuste
Limpieza separadora aceite [motor, componentes, etc.]
Limpieza motor-bomba de prelubricación
Verificación de sensor de ventilation unit (unidad de ventilación)
Inspección, reajuste, limpieza de generador con electrosol
Análisis de TBN (Total básico numero) y sólidos en aceite
Análisis de Nitritos
Limpieza lodos de filtros aire de carga y chequeo aceite
Limpieza de Ventilation unit (leaks fuel oil hot box)
Entrega de equipo

3.2.4 Procesos de mantenimiento de 4000 horas de funcionamiento.

Tabla. 3.4 Mantenimiento 4000 horas

ACTIVIDADES
Seguir normas del sistema de gestión de seguridad
Solicitar permiso de trabajo
Chequear presiones pico
Mantenimiento de mecanismo de cremalleras
Limpieza de filtros centrífugos
Chequeo de condición de válvulas y rotadores
Chequeo de claro de válvulas Admisión 0.7 , escape 1.2
Chequeo de estanqueidad mayor 10 segundos, 6 bar.
Reemplazo de filtros de aceite
Reemplazo de filtros de combustible
Chequeo de nivel de aceite del actuadorgovernor
Chequeo sobre velocidad mecánico
Limpieza de cajas calientes (hot box) lados A y B
Ajuste del sistema de combustible
Destapar líneas de drenaje lavado TC lado A y B
Chequeo de nivel de aceite en virador
Cambio de inyectores preparados
Cambio de aceite turbo cargador
Cambio de aceite governor
Realizar análisis termografito calentador separadora de aceite
Realizar análisis de vibraciones separadora de aceite
Limpieza de filtro entrada de agua separadora aceite
Limpieza de strainer (caldero) entrada de aceite a la separadora
Mantenimiento de bowl y componentes
Verifi. de times del PLC
Mantenimiento eléctrico de la separadora de aceite
Verif. funcionamiento manómetro de presión de censado

Verif. funcionamiento manómetro de presión de descarga
Verif. funcionamiento flujómetro
Limpieza del Vessel (tanque)
Limpieza del filtro de aire de carga
Limpieza filtros de generador
Chequeo sobre velocidad eléctrico
Limpieza botellas-sensor leaks banco A/B
Chequeo, limpieza instrumentación cableado
Limpieza filtros tableros eléctricos y reajuste
Limpieza separadora aceite [motor, componentes, etc.]
Verif. de sensor de ventilation unit
Inspección, reajuste, limpieza de generador con electrosol
Análisis de TBN (total basico numero) y sólidos en aceite
Verif. de bandas de transmisión
Inspección de condición de amortiguadores
Revisión de espesor de zapatas (Espesor>13,5mm)
Mantenimiento válvulas de tres vías
Entrega de equipo

3.2.5 Procesos de mantenimiento de 8000 horas de funcionamiento.

Tabla. 3.5 Mantenimiento 8000 horas

ACTIVIDADES
Seguir normas del sistema de gestión de seguridad
Solicitar permiso de trabajo
Chequear presiones pico
Mantenimiento de mecanismo de cremalleras
Limpieza de filtros centrífugos
Chequeo de condición de válvulas y rotadores
Chequeo de claro de válvulas Admisión 0.7 , escape 1.2
Chequeo de estanqueidad mayor 10 segundos, 6 bar.
Reemplazo de filtros de aceite
Reemplazo de filtros de combustible
Chequeo de nivel de aceite del actuadorgovernor
Chequeo sobre velocidad mecánico
Limpieza de cajas calientes (hot box) lados A y B
Ajuste del sistema de combustible
Destapar líneas de drenaje lavado TC lado A y B
Chequeo de nivel de aceite en virador
Cambio de inyectores preparados
Cambio de aceite turbo cargador
Cambio de aceite governor
Realizar análisis termografito calentador separadora de aceite
Realizar análisis de vibraciones separadora de aceite
Limpieza de filtro entrada de agua separadora aceite
Limpieza de strainer (caldero) entrada de aceite a la separadora

Limpieza de bowl y componentes
Verificación de poliamidas
Verificación de times del PLC
Verificación electro válvula descarga de agua y lodos
Verif. de funcionamiento electro válvula de circuito de recirculación
Verif. de funcionamiento electro válvulas.
Agua de llenado y desplazamiento
Verif. de funcionamiento electro válvula agua de maniobra
Verif de funcionamiento electro válvula arranque bomba de lodos
Verif de funcionamiento electro válvula arranque bomba de lodos
Verif. funcionamiento level switch sludge tank (nivel tanque de lodos)
Verif. de sensores LSHH (15F12 – NC), LSH (15F11 - NO), LSL (15F10 - NO)
Verif. funcionamiento manómetro de presión de censado
Verif. funcionamiento manómetro de presión de descarga
Verif. funcionamiento flujómetro
Limpieza del Vessel (tanque)
Limpieza del filtro instalado en la línea de ingreso de aire a la unidad
Verif. válvula de tres vías
Verif. de funcionamiento electro válvula (solenoid integrada)
Limpieza filtros de generador
Chequeo sobre velocidad eléctrico
Limpieza botellas-sensor leaks banco A/B
Chequeo, limpieza instrumentación cableado
Limpieza filtros tableros eléctricos y reajuste
Limpieza separadora aceite [motor, componentes, etc.]
Limpieza motor-bomba de prelubricación
Verificación de sensor de ventilation unit
Inspección, reajuste, limpieza de generador con electrosol
Análisis de TBN (total básico numero) y sólidos en aceite
Análisis de nitritos (H2O)

Limpieza lodos de filtros aire de carga y chequeo aceite
Limpieza de ventilation unit (leaks fuel oil hot box)
Entrega de Equipo

3.2.6 Procesos de mantenimiento de 12000 horas de funcionamiento.

Tabla. 3.6 Mantenimiento 12000 horas

ACTIVIDADES
Seguir normas del sistema de gestión de seguridad
Solicitar permiso de trabajo
Chequear presiones pico
Mantenimiento de mecanismo de cremalleras
Limpieza de filtros centrífugos
Chequeo de condición de válvulas y rotadores
Chequeo de claro de válvulas Admisión 0.7 , escape 1.2
Chequeo de estanqueidad mayor 10 segundos, 6 bar.
Reemplazo de filtros de aceite
Reemplazo de filtros de combustible
Chequeo de nivel de aceite del actuadorgovernor
Chequeo sobre velocidad mecánico
Limpieza de cajas calientes (hot box) lados A y B
Ajuste del sistema de combustible
Destapar líneas de drenaje lavado TC lado A y B
Chequeo de nivel de aceite en virador

Cambio de inyectores preparados
Cambio de aceite turbo cargador
Cambio de aceite governor
Realizar análisis termográfico calentador separadora de aceite
Realizar análisis de vibraciones separadora de aceite
Limpieza de filtro entrada de agua separadora aceite
Limpieza de strainer (caldero) entrada de aceite a la separadora
Mantenimiento de bowl y componentes
Verificación de times del PLC
Mantenimiento eléctrico de la separadora de aceite
Verif. funcionamiento manómetro de presión de censado
Verif. funcionamiento manómetro de presión de descarga
Verif. funcionamiento flujómetro
Limpieza del vessel (tanque)
Limpieza filtros de generador
Chequeo sobre velocidad eléctrico
Limpieza botellas-sensor leaks banco A/B
Chequeo-Limpieza instrumentación cableado
Limpieza filtros tableros eléctricos y reajuste
Limpieza separadora aceite [motor, componentes, etc.]
Verificación de sensor de ventilation unit (unidad de ventilación)
Inspección, reajuste, limpieza de generador con electrosol
Análisis de TBN (total basico numero) y sólidos en aceite
Análisis de Nitritos (H2O)
Limpieza de ventilattion unit (leaks fuel oil hot box)
Limpieza enfriadores aire de carga lado A Y B
Mantenimiento level switch sludge tank (nivel tanque de lodos)

Limpieza de filtro de ingreso de aire a la unidad
Cambio de aceite de caja de engranajes de la separadora
Mantenimiento y limpieza motor bomba de prelubricación
Toma de deflexiones motor
Cambio de aceite en el motor
Cambio de aceite de aire de carga y limpieza
Toma de alineación motor generador
Mantenimiento electro válvulas descarga de agua y lodos
Mantenimiento de electro válvulas de recirculación de realimentación
Mantenimiento de electro válvulas de agua de llenado y desplazamiento
Mantenimiento de electro válvulas agua de maniobra
Mantenimiento de electro válvulas de arranque bomba de lodos
Verif. de bandas de transmisión
Inspección de condición de amortiguadores
Revisión de espesor de zapatas (Espesor>13,5mm)
Mantenimiento válvulas de tres vías
Chequeo del alineamiento del eje cigüeñal
Chequeo claro de cojinete de empuje
Test de operación (Prueba de presiones máximas con una carga de 6MW)
Verif calibración (dispositivos de bloqueo de alarmas instaladas en el motor Wartsila)
Inspección de cámaras de enfriamiento de turbo cargadores
Revisión de alineamiento motor generador
Inspección de superficies de contacto de eje de camones
Inspección de las cámaras de agua
Chequeo y calibración el mecanismo de control
Cambio de enfriadores aire de carga
Verif. y calibración de los sensores del motor

Mantenimiento de válvulas termostáticas HT(alta temperatura)
Mantenimiento de válvulas termostáticas LT(baja temperatura)
Mantenimiento de válvulas termostáticas de aceite
Mantenimiento enfriador de aceite
Revisión y cambio de pistones
Revisión y cambio de camisas
Mantenimiento de cabezotes (cambio de o rings en guías de válvulas rectificadas)
Verif. (cambio) de válvulas admisión y escape
Limpieza del generador con CO2
Inspección del gobernar drive
Mantenimiento bomba de agua circuito HT(alta temperatura)
Mantenimiento bomba de agua circuito LT(baja temperatura)
Mantenimiento bomba de aceite
Mantenimiento de turbocompresor
Mantenimiento bombas de inyección
Limpieza de cañerías de bombas de inyección a los inyectores
Limpieza de ductos de escape
Entrega de Equipo

3.3. Normas y condiciones previas para el mantenimiento de 500 a 12000 horas de operación de los motores Wartsila 18V32 LN

Condiciones previas:

- Condiciones de Seguridad
 1. El técnico de mantenimiento solicita el permiso de trabajo al operador.
 - 2. Realizar una charla técnica de seguridad y mecánica relacionada con el mantenimiento a realizarse.**
 3. Normas de seguridad previos al mantenimiento:
 - a.- Colocar la tarjeta de seguridad, el candado y el permiso de trabajo en el panel de control

b.- Para el mantenimiento de 1000 a 12000 horas es necesario parar la máquina

4. Equipo de seguridad (Casco, guantes, ropa de protección, zapatos de seguridad, protección auditiva, gafas de seguridad).

- Condiciones de Medio Ambiente:

1. Utilizar los recursos necesarios como: fundas plásticas, trapo, paños absorbentes, solución solvente (Degresol). previo a la presencia de liqueos en la línea de aceite y de combustible.

- Recursos Humano

1. Operadores (dos)

2. Técnicos mecánicos (tres o cinco según el mantenimiento a realizarse)

- Desarrollo

1 Acordonar la máquina y asegurar que todos los mecanismos de parada estén en la posición STOP, estos son: palanca de paso de combustible, turning gear y el over speed trip device mechanical.

2 Preparar herramientas, materiales y equipos a utilizarse en los trabajos de mantenimiento el día anterior

3. Realizar el mantenimiento respectivo y verificar los ajustes de todo el mantenimiento

4. Proceder con el orden y limpieza del sitio de trabajo

5. Entregar el trabajo a satisfacción del operador

NOTA.- Registrar las actividades realizadas en el mantenimiento dentro del formato del Software Máximo RBM, para constancia del mantenimiento.

3.4 Análisis de costos por mantenimiento del motor WARTSILA 18V32LN

3.4.1 Costos por mantenimiento, mano de obra y repuestos de 500 horas de funcionamiento.

Este es primer mantenimiento de carácter preventivo, en la que únicamente se realizan trabajos, cambios de filtros y limpieza de la Hot box por esta razón su costo no es representativo lo que se describe en la tabla 3.7

Tabla 3.7 Summary Cost Overhaul 500 horas

Engineer I.GE	Un. of mens	Hour Man	Day	Price/hour	Cost Overhaul Engine GE	Cost Overhaul Engine GE
					PER ENGINE	PER 6 ENGINE
Man-hours		4,5		50	\$225,00	\$1.350,00
Man power			No. Hour	Price/day		
Support Eneginer	1		1	25	\$25,00	\$150,00
Maintenance Technic	2		4	25	\$200,00	\$1.200,00
Operator	1		2	25		
Transport to site	3			120	\$360,00	\$2.160,00
Man Cost					\$810,00	\$4.860,00

Spare parts						
Consumable spare parts						
Freight & Duties				include		
Inland Transportation of Spares				include		
Total Cost for overhaul 500 h					\$810,00	\$4.860,00

Fuente: Repsol YPF Ecuador S.A.

3.4.2 Costos por mantenimiento, energía no suministrada, mano de obra y repuestos de 1000 horas de funcionamiento.

Los principales costos de mantenimiento para la planta de generación Wartsila para 1000 horas de funcionamiento, se describen en la tabla 3.8, los costos se han agrupado en tres grupos principales Costos por mano de Obra, reemplazo de partes y el costo de la energía no suministrada.

Tabla 3.8 Summary Cost Overhaul 1000 horas

Enginer I.GE	Nu. of mens	Hour Man	Day	Price/hour	Cost Overhaul Engine GE	Cost Overhaul Engine GE
					PER ENGINE	PER 6 ENGINE
Man-hours		18		50	\$ 900,00	\$ 5.400,00
Man power			No. Day	Price/day		
Eneginer	2		4	25	\$ 200,00	\$ 1.200,00

Mechanic	2		4	25	\$ 200,00	\$ 1.200,00
Transport to site	4			120	\$ 480,00	\$ 2.880,00
Man Cost					\$ 1.780,00	\$ 10.680,00
Spare parts Consumable spare parts Freight & Ruties Inland Transportation of Spares				include include	\$ 1.429,87	\$ 8.579,23
ENS					\$ 7.704,00	\$ 46.224,00
Total Cost for Overhaul 1000 h					\$ 10.913,87	\$ 65.483,23

Fuente:Repsol YPF Ecuador S.A.

En el Overhaul de 1000 horas el costo más representativo es el de energía no suministrada ENS. USD. 46.224 este costo es lo que pierde el Bloque 16 por no tener energía disponible.

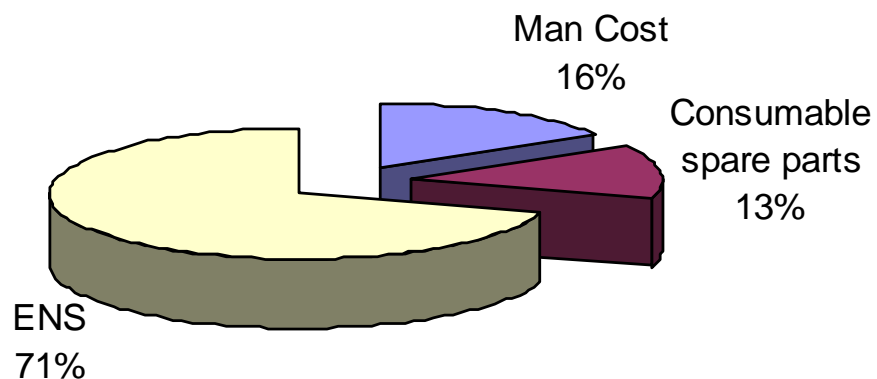


Fig.3.1 Participación de costos Overhaul 1000h planta de Generación Wartsila

3.4.3 Costos por mantenimiento, energía no suministrada, mano de obra y repuestos de 2000 horas de funcionamiento.

Los principales costos de mantenimiento para la planta de generación Wartsila para 2000 horas de funcionamiento, se describen en la tabla 3.9, los costos se han agrupado en tres grupos principales costos por mano de obra, reemplazo de partes y el costo de la energía no suministrada.

Tabla 3.9 Summary Cost Overhaul 2000 horas

Engineer I.GE	Nu of mens	Hour Man	Day	Price/hour	Cost Overhaul Engine GE	Cost Overhaul Engine GE
					PER ENGINE	PER 6 ENGINE
Man-hours		51,50		50	\$ 2.575,00	\$ 15.450,00
Man power			No. Day	Price/day		
Enginer	2		4	25	\$ 200,00	\$ 1.200,00
Mechanic	4		4	25	\$ 400,00	\$ 2.400,00
Transport to site	6			120	\$ 720,00	\$ 4.320,00
Man Cost					\$ 3.895,00	\$ 23.370,00
Spare parts Consumable spare parts					\$ 4.368,66	\$ 26.211,96
Freight & Duties Inland Transportation of Spares				include include		
ENS					\$ 22.042,00	\$ 132.252,00
Total Cost for Overhaul 2.000 h					\$ 30.305,66	\$ 181.833,96

Fuente:Repsol YPF Ecuador S.A.

En el Overhaul de 2000 h el costo más representativo es el de energía no suministrada ENS. USD. 132.252 este costo es lo que pierde el Bloque 16 por no tener energía disponible para la operación durante el overhaul.

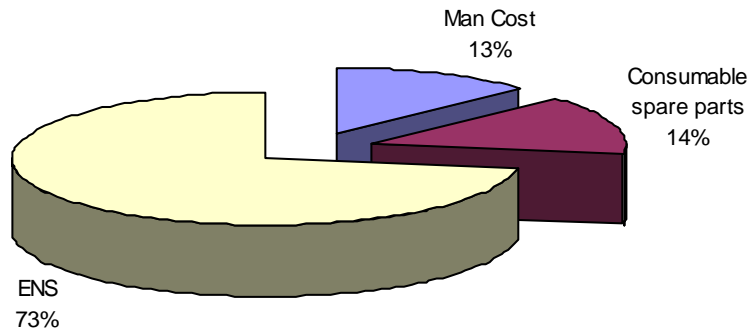


Fig.3.2 Participación de costos Overhaul 2000h planta de Generación Wartsila

3.4.4 Costos por mantenimiento, energía no suministrada, mano de obra y repuestos de 4000 horas de funcionamiento.

Los principales costos de mantenimiento para la planta de generación Wartsila para 4000 horas de funcionamiento, se describen en la tabla 3.10, los costos se han agrupado en tres grupos principales; Costos por mano de obra, reemplazo de partes y el costo de la energía no suministrada.

Tabla 3.10 Summary Cost Overhaul 4000 horas

Engineer I.GE	Nu of mens	Hour Man	Day	Price/hour	Cost Overhaul Engine GE	Cost Overhaul Engine GE
					PER ENGINE	PER 6 ENGINE
Man-hours		141,50		50	\$7.075,00	\$42.450,00
Man power			No. Day	Price/day		
Eneginer	2		4	25	\$200,00	\$1.200,00
Mechanic	2		4	25	\$200,00	\$1.200,00
Transport to site	4			120	\$480,00	\$2.880,00
Man Cost					\$7.955,00	\$47.730,00
Spare parts						
Consumable spare parts					\$8.660,05	\$51.960,29
Freight & Duties				include		
Inland Transportation of Spares				include		
ENS					\$17.303,43	\$103.820,57
Total Cost for overhaul 4.000 h					\$33.918,48	\$203.510,86

Fuente:Repsol YPF Ecuador S.A.

En el Overhaul de 4000 horas el costo más representativo es el de energía no suministrada ENS. USD. 103.820,57 este costo es lo que pierde el Bloque 16 por no tener energía disponible para la operación durante el overhall.

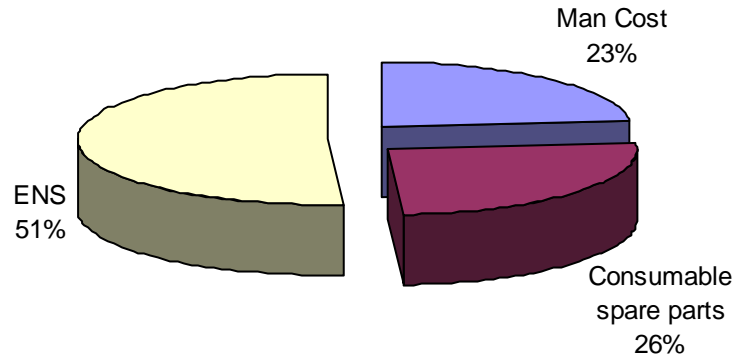


Fig.3.3.Participación de costos Overhaul 4000h planta de Generación Wartsila

3.4.5 Costos por mantenimiento, energía no suministrada, mano de obra y repuestos de 8000 horas de funcionamiento.

Los principales costos de mantenimiento para la planta de generación Wartsila para 8000 horas de funcionamiento, se describen en la tabla 3.11

Los costos se han agrupado en tres grupos principales Costos por mano de Obra, Reemplazo de partes y el costo de la Energía no suministrada.

Tabla 3.11 Summary Cost Overhaul 8000 horas

Engineer I.GE	Un. of mens	Hour Man	Day	Price/hour	Cost Overhaul Engine GE	Cost Overhaul Engine GE
					PER ENGINE	PER 6 ENGINE
Man-hours		189		50	9.462,50	56.775,00
Man power			No. Day	Price/day		
Engineer	2		4	25	200,00	1.200,00
Mechanic	2		4	25	200,00	1.200,00
Transport to site	4			120	480,00	2.880,00
Man Cost					10.342,50	62.055,00
Spare parts						
Consumable spare parts					18.675,21	112.051,26
Freight & Duties				Include		
Inland Transportation of Spares				Include		
ENS					\$40.499,50	\$242.997,00

Total Cost for overhaul 8.000 h					69.517,21	417.103,26

Fuente: Repsol YPF Ecuador S.A.

En el Overhall de 8000 horas el costo más representativo es el de energía no suministrada ENS. USD. 242.997,00 este costo es lo que pierde el Bloque 16 por no tener energía disponible para la operación durante el overhall.

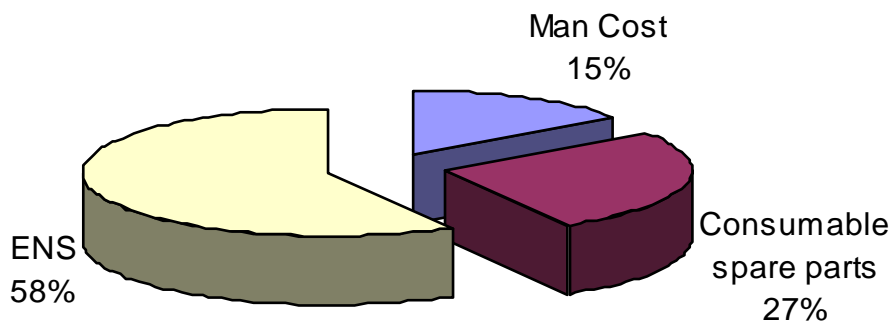


Fig.3.4 Participación de costos Overhaul 8000h planta de Generación Wartsila

3.4.6 Costos por mantenimiento, energía no suministrada, mano de obra y repuestos de 12000 horas de funcionamiento.

Los principales costos de mantenimiento para la planta de generación Wartsila para 12000 horas de funcionamiento, se describen en la tabla 3.12 los costos se han agrupado en tres grupos principales, reemplazo de partes y el costo de la energía no suministrada y costos por mano de obra.

Tabla 3.12 Summary Cost Overhaul 12000 horas

Engineer I.GE	Nu of mens	Hour Man	Day	Price/hour	Cost Overhaul Engine GE PER ENGINE	Cost Overhaul Engine GE PER 6 ENGINE
Man-hours		976,8		52	50.793,60	304.761,60

Allowance for labour					3.083,00	18.498,00
Man power			No.	Price/day		
Eneginer	2		16	25	800,00	4.800,00
Mechanic	2		16	25	800,00	4.800,00
Transport to site	7			140	980,00	5.880,00
Man Cost					56.456,60	338.739,60
Spare parts						
Consumable spare parts					185.773,35	1.114.640,09
Freight & Duties				Incluye		
Inland Transportation of Spares				Incluye		
ENS					\$83.614,08	\$501.684,48
Total Cost for overhaul 12.000 h					325.844,03	1.955.064,17

Fuente: Repsol YPF Ecuador S.A.

En el Overhall de 12000 horas el costo más representativo es el cambio de partes USD. 1,114.640,09 este costo es por el excesivo desgaste de las partes del motor.

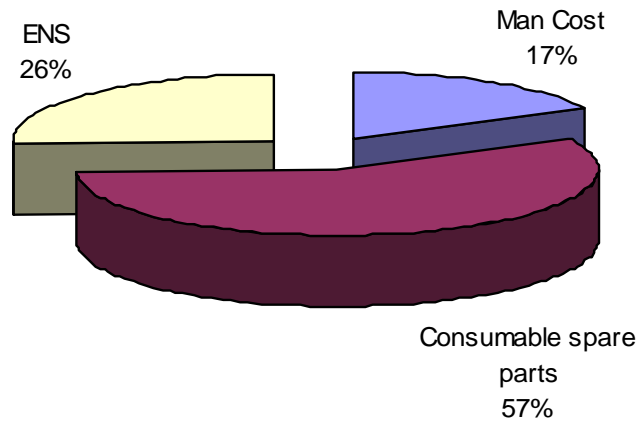
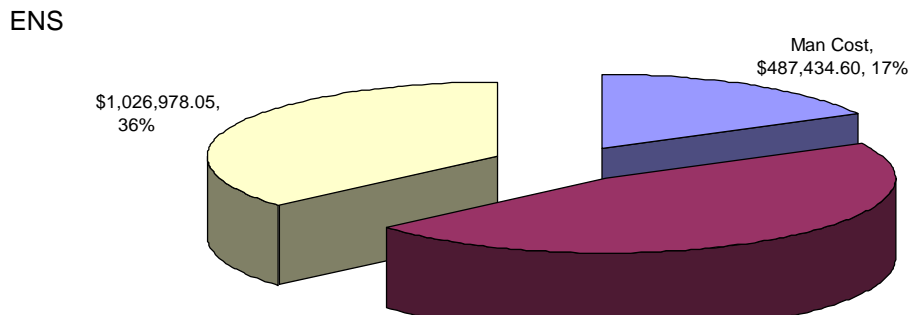


Fig.3.5 Participación de costos Overhaul 12000h planta de Generación Wartsila

3.4.7 Resumen de costos de mantenimiento para la planta de generación de Wartsila.



47%

Fig. 3.6 Sharing Cost Mantence of Wartsila Plant

3.5 Procedimientos mecánicos para el mantenimiento de los motores Wartsila

A continuación detallamos pos principales procedimientos mecánicos en el mantenimiento de los motores Wartsila.

3.5.1 Limpieza de Filtros Centrífugos

Aflojar la tuerca de sujeción de la tapa del filtro, destornillar la tuerca de la tapa y soltarla del cuerpo del filtro, extraer el conjunto del rotor del husillo y purgar el aceite de las toberas antes de soltar el rotor del cuerpo del filtro, sujetar el cuerpo del rotor y destornillar la tuerca de extracción de la cubierta del rotor, seguidamente separar la cubierta del rotor del cuerpo, soltar la arandela y el tubo vertical, eliminar los lodos del interior de la tapa del rotor y el cuerpo por medio de una espátula de madera o un trozo de madera de forma adecuada, lavar todas las piezas, con gas-oil.

Reinstalar el rotor completo, alinear los pasadores de posicionado y apretar la tuerca superior, examinar los cojinetes lisos del husillo para asegurarse de que no tienen daños ni desgaste excesivo, examinar si está dañada la junta, cambiarla en caso necesario, reinstalar el filtro completo verificando que el conjunto del rotor tiene libertad de giro, seguidamente reinstalar la tapa del cuerpo del filtro, apretar la tuerca de la tapa y asegurar la sujeción de la misma al filtro.

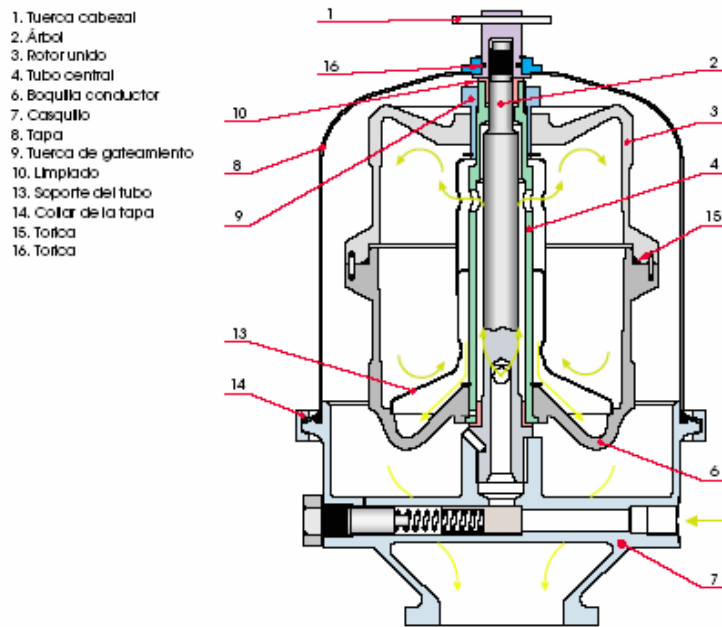


Fig. 3.7 Filtro centrífugo

3.5.2 Chequeo de Presiones en los Cilindros

Utilizamos el medidor de presiones Fig. 3.8 para obtener el valor de cada uno de los cilindros del motor a full carga, ventear la válvula de suministro de presión en cada cilindro por cinco segundos, conectar el medidor de presiones pico y abrir la válvula de suministro y proceder a tomar nota.



Fig. 3.8 Medidor de presiones de los cilindros

3.5.3 Mantenimiento de la bomba de prelubricación

Engrase el rodamiento de la bomba de prelubricación con un engrasador manual cantidad recomendada (3) gramos.

3.5.4 Cambio de filtros de Combustible.

Cerrar la válvula del lado del filtro en que se va a realizar el servicio, abrir el tornillo de ventilación de aire y después el tapón del drenaje, purgar el combustible, abrir la tapa del filtro, extraer el filtro de tela metálica, lavarla en gas-oil y comprobar que se encuentre en buenas condiciones.

Extraer el cartucho(s) de papel y desecharlo, (los cartuchos de papel no pueden ser limpiados), limpiar y enjuagar cuidadosamente el alojamiento del filtro utilizando gas-oil.

Instalar los nuevos cartuchos de papel y filtro ya limpio de tela metálica, comprobar que todas las juntas están intactas y en su posición.

Cuando el filtro tenga dos o tres cartuchos por lado, comprobar que el anillo guía este montado, montar el tapón de purga y la tapa, si es posible llenar el filtro con combustible limpio

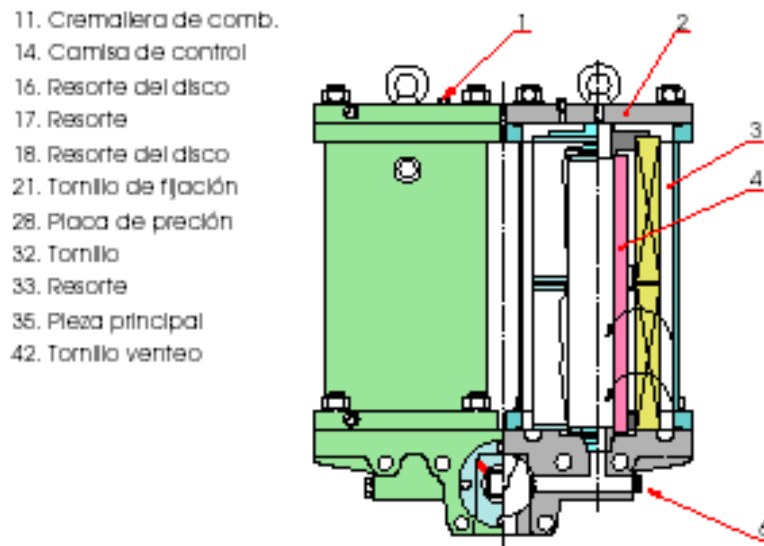


Fig. 3.9 Partes del filtro de combustible



Fig. 3.10 Posición del filtro de combustible

3.5.5 Filtro de aceite

Abrir el tornillo de purga de aire, y después el tapón de vaciado y descargar el aceite a través del tapón, abrir la tapa completamente, desmontar los cartuchos de

papel y filtros de tela metálica, limpiar los filtros de tela metálica en gas-oil y comprobar que se encuentren en buen estado.

Limpiar y enjuagar cuidadosamente el alojamiento del filtro con gas-oil. cambiar los cartuchos de papel (los cartuchos de papel no pueden ser limpiados).

Comprobar que todas las juntas están intactas y en posición, en especial las juntas contra los extremos del cartucho, si las juntas de goma del filtro se han despegado se pegarán con cuidado, se utilizarán juntas nuevas y se pegarán al filtro por ambos lados, comprobar que la guía se desliza a su posición cuando se reinstalan los filtros de tela metálica y los cartuchos de papel.

1. Tornillo de aire
2. Cartucho de papel
3. Cartucho
4. Guía
6. Final del cartucho
7. Válvula by-pass
8. Clavija de desagüe
9. Grifo
12. Clavija
13. Tuerca

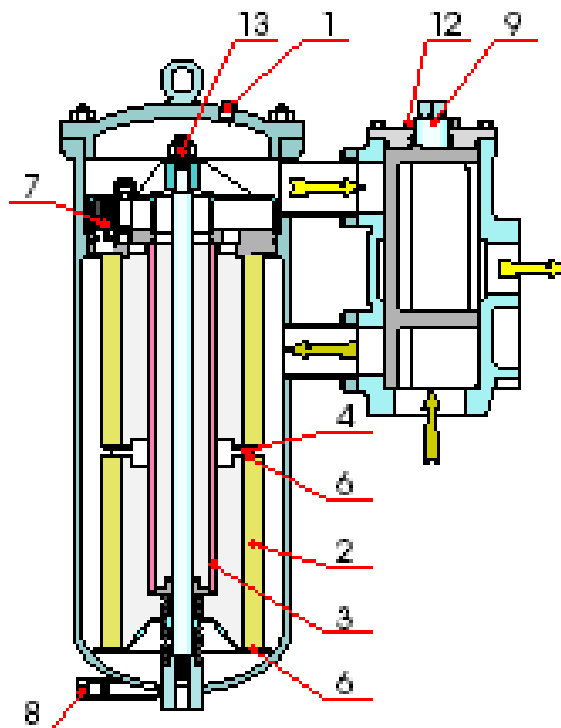


Fig.
filtro



3.11 Partes del
de aceite

Fig. 3.12 Posición **del filtro de aceite**

3.5.6 Verificación de estanquidad de los cilindros

Pruebas

Mantenga la bomba de relubricación en funcionamiento durante el ensayo.

El sistema de giro debe estar engranado durante el ensayo, gire el pistón hasta el PMS (todas las válvulas cerradas) del cilindro.

Acople la herramienta, manómetro de presión con toma de aire, conecte aire a la herramienta con una presión de 6 a 7 bares; (= presión normal de trabajo).

Abra la válvula de la herramienta y anote la presión; Cierre la válvula, mida el tiempo que tarda la presión en caer a 0,5 bares en segundos, si la presión inicial es de 6 bares. Y tarda más de 10 segundos en bajar a 0,5 bar., el resultado es aceptable, si la presión cae directamente a 0 bar., es posible que una o más válvulas estén agarrotadas o quemadas. (las válvulas agarrotadas permanecen inmóviles cuando gira el motor)

Normalmente puede apreciarse si hay una válvula quemada por la temperatura de escape, también puede producirse una caída de, presión directa si la holgura de la válvula es cero, las partículas de carbono que quedan atrapadas entre la válvula y el asiento cuando se para el motor también pueden impedir que la válvula se

cierre correctamente, produciéndose una caída de presión directa, si cree que es éste el motivo ponga en marcha el motor durante algunos minutos y vuelva a probar el mismo cilindro.

3.5.7 Calibración de la holgura de las válvulas de admisión, escape y puente

Calibración de válvulas, motor frío: válvulas admisión 0.7 mm. Válvulas escape 1.2 mm.

Virar el cigüeñal hasta el PMS de encendido del cilindro correspondiente, aflojar las contratuercas de los tornillos de ajuste del balancín así como en el puente y girar los tornillos de ajuste en dirección contraria a la de las agujas del reloj, para obtener una amplia holgura, poner una galga de espesores correspondiente a la holgura de la válvula entre la superficie de la horquilla y la zapata del balancín, apretar el tornillo de ajuste hasta que la galga de espesores pueda moverse a uno y otro lado solamente con un pequeño esfuerzo; Mantener fijo el tornillo de ajuste y apretar la contratuerca. Verificar que la holgura no ha cambiado durante el apriete.

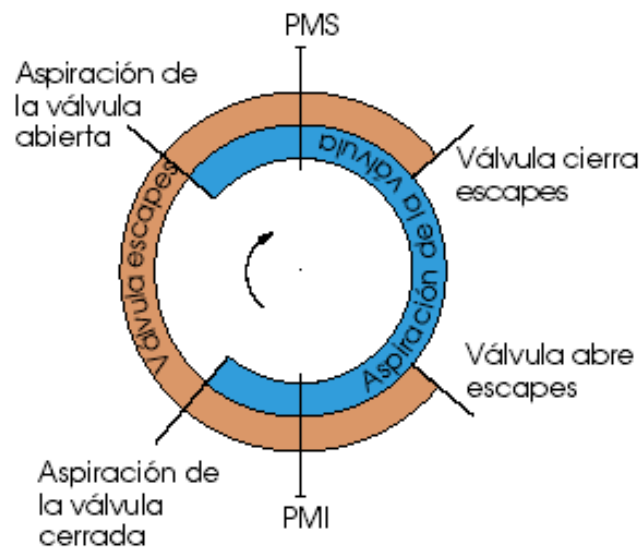


Fig.3.13 Apertura de válvulas

3.5.8 Chequeo del mecanismo de control cremalleras.

Limpieza y lubricación de cremalleras de bombas de inyección

Lubricación de cojinetes de varillaje de regulación.

Limpieza de cajas calientes.

Chequeo de que la cremallera de todas las bombas de inyección tengan 2 mm en la posición de parada.

3.5.9 Inspección de las cámaras de agua.

Inspecciona los ductos de enfriamiento en turbo cargadores encontrando una capa de sedimento menor a 1 mm.

Chequea depósitos en el lado de las cámaras de enfriamiento de las camisas a través del tapón ubicado en el block del motor, encontrando depósitos menores a 1mm.

3.5.10 Mantenimiento de inyectores

Descripción

La válvula de inyección está situada centralmente en la culata e incluye el porta inyectores y la tobera, el combustible penetra en el porta inyector lateralmente a través de un racor de conexión atornillado en el porta inyector.

Desmontaje del porta inyector

Retirar la tapa de la culata y la tapa de la caja caliente, quitar el tubo de inyección, aflojar la brida de sello de la pieza de conexión y aflojar la pieza de conexión; Retirar la tuerca de sujeción de la válvula de inyección, extraer la válvula de inyección en caso necesario, utilizar el extractor, proteger la entrada de combustible de la válvula de inyección y el alojamiento en la culata.

Montaje de la válvula de inyección

Comprobar que la parte inferior del manguito inoxidable de la culata está limpia, en caso necesario, limpiar o pulir la superficie, si es necesario pulir habrá que desmontar la culata, para el pulido se utiliza una arandela de acero y pasta fina para pulir; La válvula de inyección hace junta directamente con la parte inferior del manguito inoxidable.

Poner nuevas juntas tóricas en las válvulas de inyección, lubricar la válvula de inyección con aceite o vaselina, instalar la válvula de inyección en el alojamiento de la culata, poner nuevas juntas tóricas en la brida de sellado de la pieza de conexión, poner la brida en la pieza de conexión y atornillarla a mano.

Apretar las tuercas de sujeción de la válvula de inyección hasta el par correcto en pasos de 10 - 20 Nm.

Sujetar la brida de sellado de la pieza de conexión, montar el tubo de inyección y apretar las tuercas ciegas hasta el par indicado, montar las tapas.

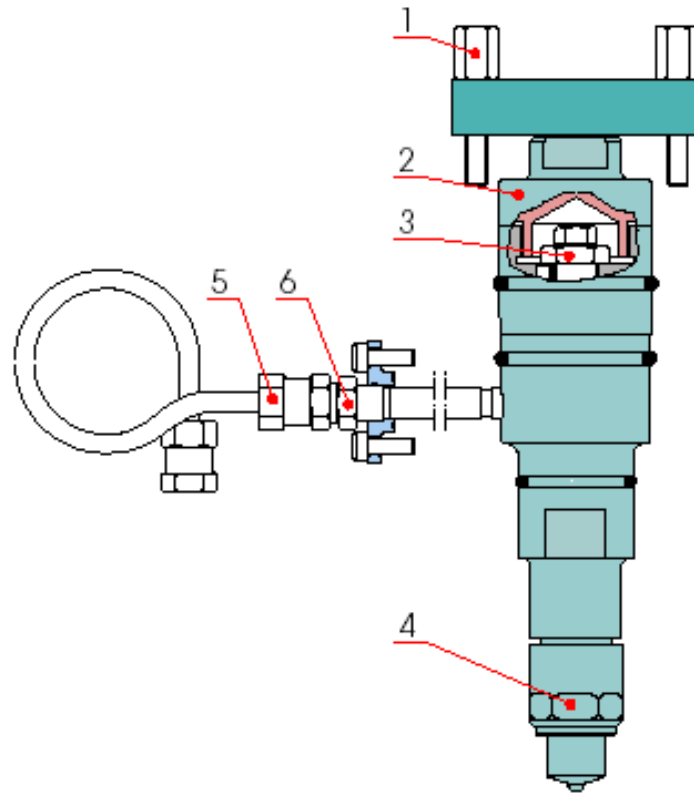


Fig. 3.14 Cuerpo del inyector de combustible y sus partes

Tabla 3.13 Troqué de las partes del inyector

Pos.	Conexiones de tornillo	L'Orange	
		Apriete (Nm)	Apriete (ft.lb)
1.	Tuercas de fijación de válvula de inyección	80±5	60±4
2.	Válvula de inyección/sombbrero	120±10	90±8
3.	Válvula de inyección/contratuercas	200±20	150±15
4.	Tuerca ciega del inyector	320±20	240±15
5.	Tuercas ciegas del tubo de inyección	80±5	60±4
6.	Pieza de conexión a portainyector	95±5	70±4

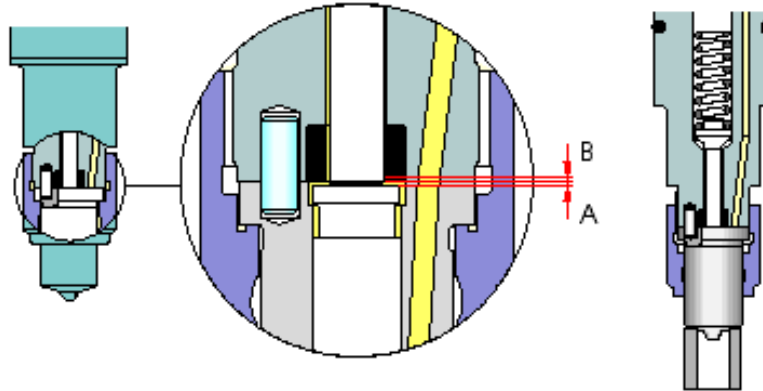


Fig. 3.15 Tobera del inyector

Comprobar la presión de apertura: abrir la válvula del manómetro, bombear lentamente y vigilar el manómetro para observar la presión de apertura, si la presión de apertura es superior a 20 bar por debajo del valor indicado, esto significa que hay un resorte roto o piezas muy desgastadas.

Si la pulverización es uniforme, ajustar la presión de apertura al valor indicado y comprobar una vez más la uniformidad de la pulverización.

Comprobar la estanqueidad del asiento de la aguja: aumentar la presión hasta un valor de 20 bar por debajo de la presión de apertura indicada, mantener la presión constante durante 10 segundos y comprobar que no salen gotas de combustible por la boquilla del inyector, una ligera humedad puede ser aceptable.

Comprobar la estanqueidad del vástago de la aguja: bombear hasta que la presión esté 20 bar por debajo de la presión de apertura indicada, medir el tiempo para una caída de presión de 50 bar. un tiempo inferior a 3 segundos indica un desgaste de la aguja y ésta debe ser renovada, un tiempo superior a 20 segundos indica una aguja sucia y habrá que limpiar el inyector.



Fig. 3.16 Banco de pruebas de inyectores

3.5.11 Inspección de la camisa del cilindro.

Desmontaje de la camisa del cilindro

Purgar el agua de refrigeración del motor y retirar la culata y el pistón con la biela; Aflojar el tornillo (2) y soltar la pieza de fijación (1), montar el dispositivo extractor y la herramienta hidráulica; Apretar la herramienta hidráulica tensando ligeramente la tuerca del tornillo extractor, conectar las mangueras de la bomba hidráulica a la herramienta hidráulica, bombear presión a la herramienta hidráulica para extraer la camisa del cilindro, abrir la válvula de la bomba, desconectar las mangueras de la herramienta hidráulica y soltarla, para extraer la camisa de cilindro, utilizar la pieza del dispositivo extractor suministrada para este propósito.

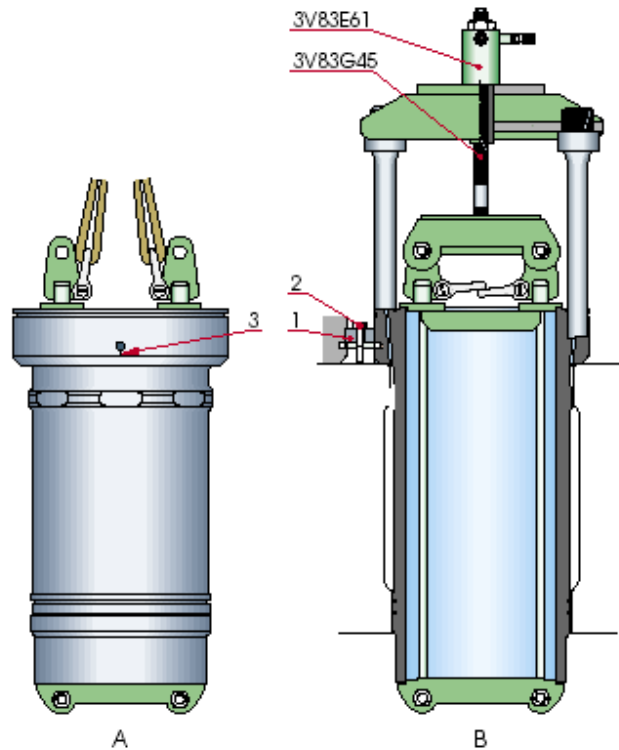


Fig. 3.17 Extractor de camisas

Montaje de la camisa del cilindro

Verificar que todas las guías y superficies de contacto del bloque del motor y la camisa del cilindro están limpias y sin golpes; Aplicar una fina capa de adhesivo sellador de silicona en la superficie de sellado superior entre el bloque del motor y la camisa, bajar la camisa con cuidado en el alojamiento del bloque del motor, cuando la junta baja toque el bloque del motor, alinear la camisa de manera que las marcas estén orientada hacia el extremo del accionamiento del motor, en el motor con cilindros en V, la línea B hacia el extremo libre del motor, bajar más e introducir en su posición la camisa presionando con la mano.

Comprobar el diámetro interior de la camisa del cilindro, especialmente al nivel de las superficies de guía, montar el soporte (1) y apretar el tornillo (2) con el par de apriete indicado.

Montar el pistón con la biela, el aro antipulido y la culata, y rellenar el agua de refrigeración.

3.5.12 Alineación del cigüeñal

La alineación del cigüeñal ha de realizarse siempre con el motor caliente, después de que haya funcionando con bastante carga durante tiempo suficiente para calentar el motor y la bancada; Los valores recomendados son más de 60% de carga durante más de 6 horas.

La alineación del cigüeñal deberá realizarse justo después de para el motor y con rapidez y cuidado; Sólo deberá abrirse la tapa de la caja del cigüeñal del cilindro que se quiere medir, para cerrarla inmediatamente después de realizar la medición.

La alineación del cigüeñal puede comprobarse utilizando un indicador de esfera o un flexo metro electrónico, utilizando un indicador de esfera: Girar el cigüeñal del primer cilindro cerca del PMI y colocar el indicador de esfera del cigüeñal en las marcas centrales en los dos brazos de manivela, la distancia entre el indicador y la biela deberá ser la menor posible; Colocar el flexo metro a cero, leer las deflexiones cuando se gira el cigüeñal hacia el lado posterior, PMS, lado de funcionamiento y PMI. anotar las lecturas en forma de "alineación del cigüeñal".

Reajustar la unidad de medición pulsando el botón Reset, girar el cigüeñal del primer cilindro cerca del PMI y colocar el transductor en las marcas centrales entre los dos brazos de la manivela, la distancia entre el transductor y la biela deberá ser la menor posible, fijar el cable en el brazo de la manivela utilizando cinta adhesiva o una fijación magnética.

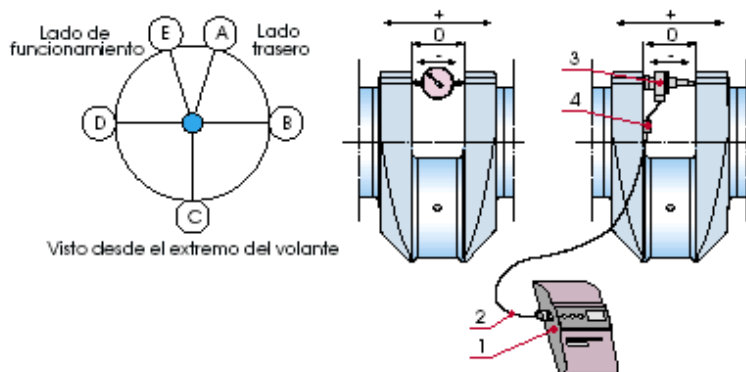


Fig. 3.18 Medidos del cigüeñal

9 Ajustar el transductor a una lectura situada entre +0,500 y -0,500 y pulsar "Cero"; Girar el cigüeñal y leer las deflexiones en las posiciones marcadas de acuerdo con la Fig. 3.18

Punto de partida para el motor que gira en el sentido horario es medir el punto "A" y el punto de medida de rotación del motor en sentido antihorario "E", C es PMS, Es el lado de funcionamiento, A y E son PMI; Anotar las lecturas en el registro de medición.

3.5.13 INSPECCIÓN (CAMBIO) DE BIELA Y PISTÓN

El juego de segmentos se compone de tres segmentos de compresión cromados y de un segmento rascador cromado provisto de resorte.

1. Biela, parte superior
2. Diafragma
3. Cabeza de biela, mitad superior
4. Cabeza de biela, mitad inferior
5. Cabeza de biela

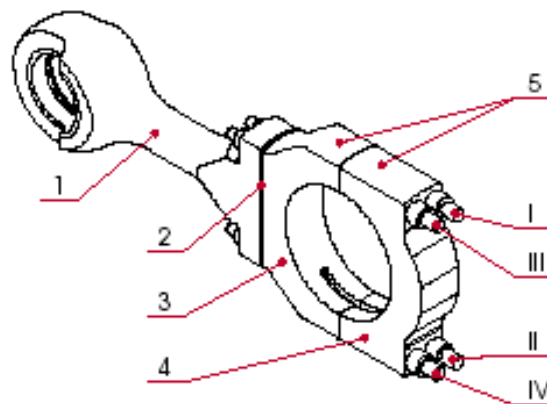


Fig. 3.19 Partes de la biela

Desmontar las dos tapas del cigüeñal contiguo a la biela en cuestión a ambos lados del motor; Retirar la culata, retirar el aro antipulido, girando el motor, el pistón empuja el aro antipulido, limpiar el/los agujero(s) roscado(s) en la corona del pistón y fijar la herramienta de elevación utilizando tornillos hexagonales, girar el cigüeñal al PMI al cilindro en cuestión, levantar los manguitos distanciadores para colocarlos en su posición.

Atornille los tornillos tensores en los espárragos de la biela hasta que los tapones de plástico y los espárragos estén en contacto, levante los cilindros hidráulicos para colocarlos en su posición monte las tuercas de cinta.

Conectar las mangueras de la bomba hidráulica, abrir la válvula de descarga y apretar la herramienta para que salga el aceite hasta que el pistón y el cilindro estén al mismo nivel, esto es muy importante pues la carrera de los pistones es limitada y debido a ello existe el riesgo de que no se aprieten suficientemente las tuercas, lo cual podría causar graves daños al motor, abrir las tuercas media vuelta (180°), tensar los tornillos aumentando la presión hasta el valor indicado y abrir las tuercas.

Soltar la presión lentamente y desconectar los tubos, destornillar las tuercas tensoras y retirar la herramienta hidráulica, sacar las tuercas y los espárragos .

Nota: El tornillo de retención de la herramienta tiene la rosca a la izquierda.

Girar el pasador del cigüeñal del cilindro en cuestión en el PMS, retirar la cuña (2), véase la Fig. no mezcle las cuñas con las otras cuñas de la biela, repetir los pasos al lado en la otra biela con el mismo pasador de cigüeñal en un motor con cilindros en V.

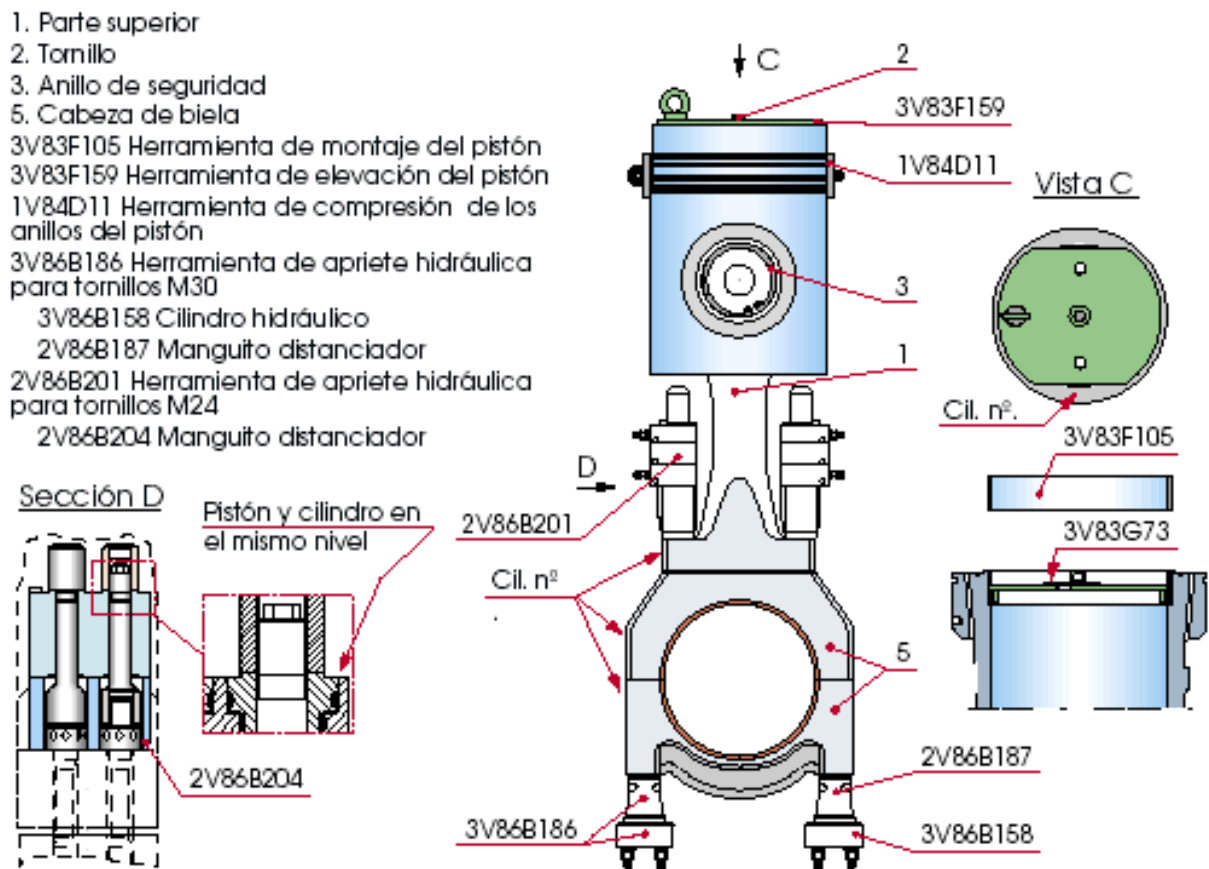


Fig. 3.20 Ensamblaje del pistón y la biela

3.5.14 Ensamblaje y montaje del pistón y de la biela

Lubricar el bulón y montarlo desde el mismo lado del que se soltó con el extremo marcado con el número de plano en la misma dirección, el número del cilindro está estampado en la corona del pistón, cuando cambie el pistón, marque el nuevo pistón con el mismo número del cilindro en el mismo lugar que el sustituido.

A bajas temperaturas, el bulón puede quedar atascado, pero se instalará fácilmente después de calentar el pistón hasta aproximadamente 30°C, montar el anillo de sujeción (3).

Nota Jamás comprimir el anillo de sujeción más de lo necesario para que encaje en la ranura, si el anillo queda flojo en su ranura después del montaje, deberá

sustituirse por otro nuevo. montar el raíl de ensamblaje a través de las aberturas del cárter en los espárragos inferiores de la tapa del cárter y apretar las tuercas.

Girar el cigüeñal usando una herramienta giratoria manual hasta que las mitades de las cabezas de biela puedan colocarse en el pasador del cigüeñal.

Limpiar cuidadosamente la mitad superior de la cabeza, lubricar la superficie del cojinete con aceite limpio de motor, montar la tapa de forma que el lóbulo esté en su ranura.

Nota Al montarlos, es muy importante que los casquillos del cojinete queden rectos.



Fig. 3.21 Conjunto pistón biela

Montar el brazo soporte, los tornillos de montaje y las tuercas protectoras, levantar la mitad superior de la cabeza en el martillo, quitar la cinta protectora de los agujeros de lubricación del pasador del cigüeñal y lubricarlos con aceite limpio de motor, empujar con cuidado la mitad superior de la cabeza contra el cigüeñal, tener cuidado de no dañar el pasador. apretar la tuerca de mariposa de la herramienta, retirar las tuercas protectoras, limpiar con cuidado la mitad inferior de la cabeza de biela.

Lubricar la superficie del cojinete con aceite limpio de motor. Montar la capa de forma que el lóbulo entre en su ranura.

Nota Al montarlos, es muy importante que los casquillos del cojinete queden rectos.

Levantar la mitad inferior de la cabeza en el martillo, empujar con cuidado la mitad inferior de la cabeza contra el cigüeñal y comprobar que los pasadores de guía estén en la posición correcta, tener cuidado de no dañar el pasador del cigüeñal, montar las tuercas y apretar a mano, montar los espárragos y apretar al par indicado.

Nota Apriete en cruz en dos pasos.

3.5.15 Desmontaje de la culata

Purgar el agua de refrigeración. Soltar el tubo de descarga (2) del agua de refrigeración, soltar la tapa de la culata, la tapa sobre la bomba de inyección y el panel de aislamiento situado sobre la conexión de escape.

Soltar los tornillos de sujeción de la abrazadera del tubo de escape y el tubo de aire, aflojar el tubo de aceite y el tubo piloto de aire de arranque.

1. Culata del cilindro
2. Tubo de calda
3. Yoke para la válv. Injec.
4. Yoke para válvulas
5. Brida de unión del coj. para el balancín del empuja válvulas
6. Yoke para vál. arranque
7. Tornillo
8. Válvula indicador
9. Asiento de válv. Interior
10. Asiento de válv. escape

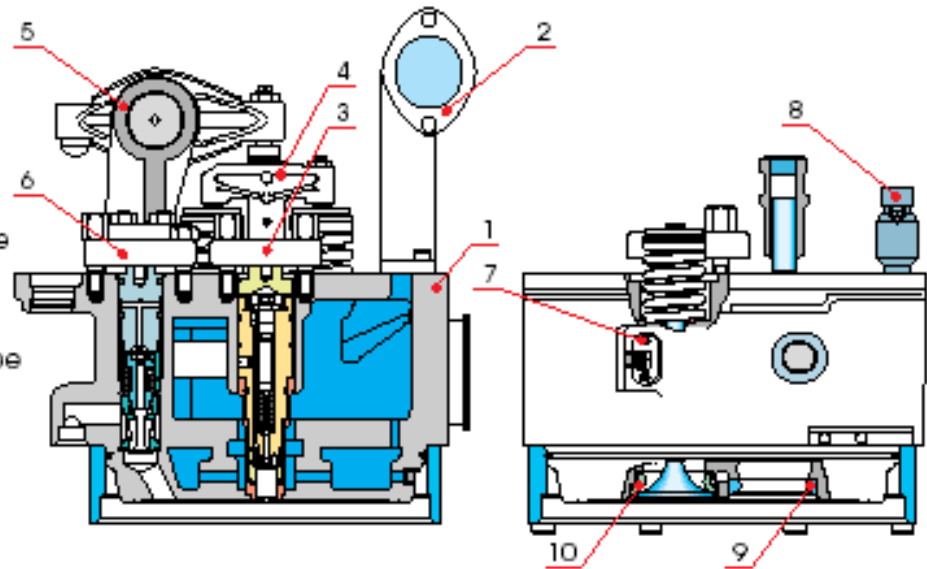


Fig. 3.21 Partes de la culata

Quitar el tubo de inyección; Proteger las conexiones del tubo de inyección, tubería de aceite y escape, retirar los tapones de los espárragos de los cilindros. Colocar los casquillos separadores y los cilindros hidráulicos y proceder a aflojar las tuercas de la culata, soltar las tuercas de la culata, colocar la herramienta de elevación, elevar la culata, cubrir la abertura del cilindro con una plancha contrachapeada, similar y colocar las tapas para proteger las roscas de los tornillos.

3.5.15.1 Montaje de la culata

Limpiar las superficies de junta y poner una nueva junta de culata y nuevas juntas tóricas para la camisa exterior de agua de circulación, lubricar las superficies de contacto de la junta tórica con grasa o aceite, montar el útil de elevación de la culata, elevar la culata; Al descender la culata poner cuidado en que el tubo de conexión de aire de arranque y los tubos de protección de los taqués se deslicen en los anillos de junta sin necesidad de hacer fuerza, atornillar las tuercas de la culata, poner los manguitos separadores, atornillar los cilindros hidráulicos y

proceder al apriete de las tuercas de la culata, colocar las tapas de protección a los tornillos de la culata, conectar el tubo de escape, tubo del aire de carga, tubo de aceite, tubo piloto de aire de arranque. Instalar el tubo de descarga, poner en el tubo de escape la pieza de aislamiento, ajustar las holguras de las válvulas, poner la tapa de la culata y la tapa de la bomba de inyección, antes del arranque, rellenar el sistema de agua de circulación del motor



Fig. 3.22 Ajuste de la culata

3.5.16 Desmontaje de las válvulas admisión y escape

Instalar el conjunto de herramientas de acuerdo con la Fig. 3.22 ¡PRECAUCIÓN! por razones de seguridad asegurarse que la tuerca (A) esté debidamente instalada antes de aplicar la presión hidráulica, conectar la bomba hidráulica y comprimir los muelles de las válvulas 15 - 20 mm.

Golpear en el centro de los discos de las válvulas con un trozo de madera blando, martillo con cabeza de plástico o similar, de manera que los pasadores de las

válvulas se aflojen y puedan ser soltados, abrir ligeramente la válvula de desaireación de la bomba, de manera que los muelles de las válvulas se descarguen con lentitud, ahora, pueden soltarse los soportes de los muelles y los muelles.

Tomar nota de las marcas de las válvulas o marcarlas de manera que puedan volverse a instalar en la misma guía si están en buenas condiciones.

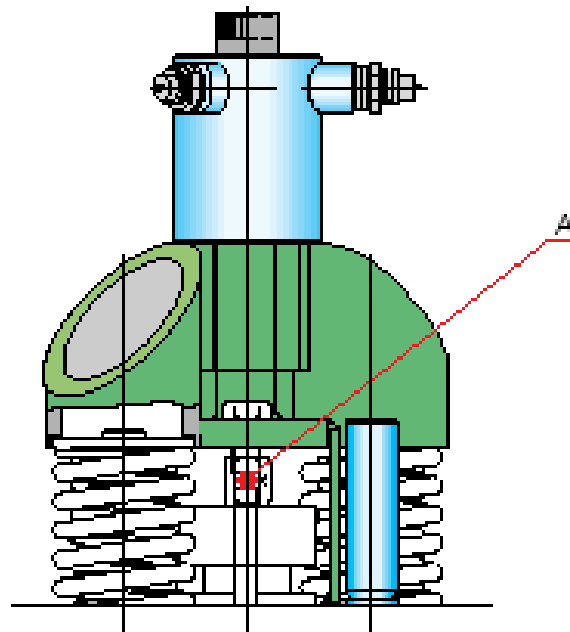


Fig. 3.23 Herramienta para desmontar válvulas

3.5.17 Cambio del anillo de asiento y rectificación

Desmontaje del anillo viejo

Instalar una válvula desechada en el asiento y soldarla al asiento por medio de soldadura de arco eléctrico, preferentemente el disco de la válvula deberá ser rectificada a máquina hasta que el diámetro sea 95 mm para obtener los mejores

resultados, extraer a presión o golpeando el anillo de la culata pero tener cuidado de no dañar la guía de la válvula.

Instalación de un nuevo anillo de asiento de válvula de admisión, verificar el diámetro del agujero de la culata.

El anillo puede ser montado enfriándolo en nitrógeno líquido a -190°C siendo la temperatura mínima de la culata 20°C , o presionándolo con un puente guía.

Verificar la excentricidad de la cara de asiento en relación con la guía de la válvula y si excede 0.1 mm, la superficie de asiento debe ser rectificada en una rectificadora de asientos.

3.5.18 Limpieza con agua del turbo compresor

El turbo compresor puede limpiarse durante el funcionamiento inyectando Agua, el método es adecuado, en caso de que la contaminación no sea muy avanzada, si la suciedad es pesada y dura, el compresor deberá limpiarse mecánicamente.

El agua inyectada no actúa como disolvente, el efecto de limpieza se logra por el impacto físico de las gotas en la suciedad, por eso es aconsejable usar agua limpia que no contenga aditivos en forma de disolventes ni agentes jabonosos, que puedan precipitarse en el compresor y crear incrustaciones.

La limpieza regular del compresor previene o retrasa la formación de restos, pero no elimina la necesidad de revisiones normales, para las cuales deberá desmontarse el turbocompresor.

El agua debe inyectarse mientras el motor esté funcionando y a la mayor carga posible es decir, a gran velocidad del compresor.

1. Válvula de admisión
2. Acoplamiento rápido
3. Válvula
4. Caudalímetro
5. Válvula

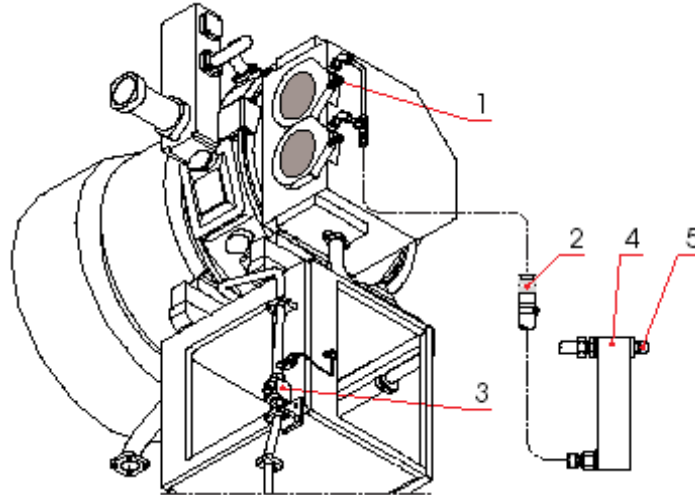


Fig. 3.24 Limpieza con agua de la turbina

3.5.18.1 Procedimiento de limpieza del compresor

Anote la presión del aire de carga, la temperatura de los gases de escape del cilindro y la velocidad de carga, para poder valorar en un uso posterior la eficacia de la limpieza, llene el recipiente de agua (8) con agua pura, abra la válvula (6), véase Fig. 3.25

En motores en V, elija el turbocompresor que va a ser limpiado por la válvula (6). Accione la palanca de la válvula (7) hacia el muelle o, alternativamente presione el botón (9) y aguántela unos 10 segundos hasta que toda el agua haya sido inyectada, repita todas las lecturas tomadas en el paso inicial, para propósitos comparativos, el éxito de la inyección puede notarse por el cambio en la presión del aire de carga y en la temperatura del gas de escape.

Haga funcionar el motor durante 5 minutos más después de que el compresor haya sido limpiado con agua.

- 6. Válvula
- 7. Palanca de válvula
- 8. Recipiente de agua
- 9. Botón de presión

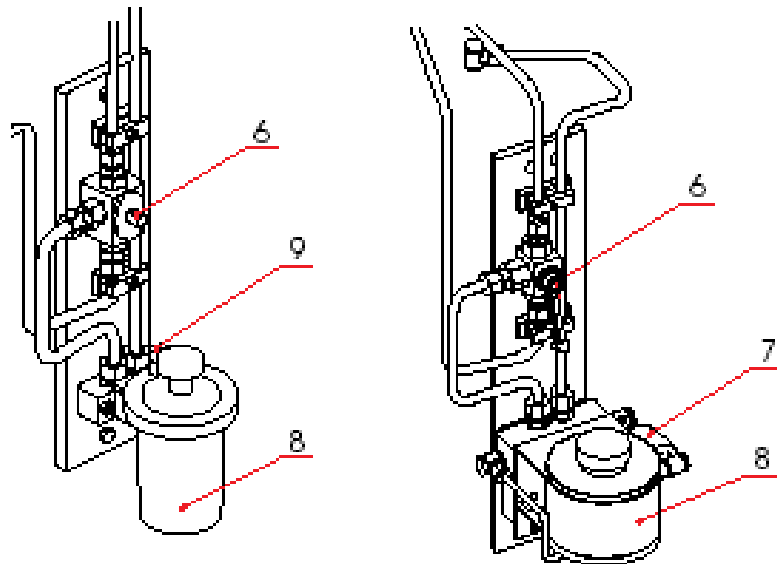


Fig. 3.25 Limpieza del compresor

3.5.19 Desmontaje de la bomba de inyección

Es recomendable que el motor funcione durante 5 minutos con combustible ligero antes de pararlo para efectuar una revisión de la bomba de inyección.

Cerrar la alimentación de combustible al motor y parar la bomba de prelubricación, destornillar y retirar las tuberías de alimentación de combustible y la tubería de aire neumático, aflojar los tubos de aceite a la bomba, soltar el cilindro de parada neumática, soltar la tubería de inyección. cubrir inmediatamente todas las aberturas con cinta o tapones para impedir que penetre suciedad en el sistema.

Girar el cigüeñal de manera que el taqué de la bomba de inyección esté en su posición inferior, con el rodillo apoyado en la parte circular de la base de la leva, soltar las tuercas de brida y sacar la bomba, tapan el alojamiento en el bloque del motor.

3.5.19.1 Montaje de la bomba de inyección

Limpian las superficies de contacto de la bomba, limpiar también el plano y la superficie interior del bloque del motor, comprobar la junta tórica de la pieza insertada y lubricarla con vaselina o aceite de motor; Comprobar que la leva de combustible no esté en la posición de elevación, instalar la bomba, deslizar la cremallera de combustible a su posición durante esta operación.

Comprobar con una galga de espesores que el alojamiento de la bomba está alineada con el árbol de levas.

Apretar las tuercas de brida con el par de apriete indicado, quitar las cintas protectoras y/o tapones y conectar los tubos de lubricación, girar el eje de control y comprobar que todas las bombas siguen el movimiento del eje, comprobar las posiciones de las cremalleras de combustible de todas las bombas, quitar las cintas o tapones de protección y conectar los tubos de alimentación de combustible y la línea de inyección, apretar las tuercas al par indicado.

Abrir la alimentación de combustible al motor y purgar el sistema

- 11. Cremallera de combustible
- 14. Manguito de control
- 16. Disco del resorte
- 17. Resorte
- 18. Disco del resorte
- 21. Tornillo de fijaci3n
- 28. Disco calibrador
- 32. Tornillo
- 33. Muelle
- 35. Pieza de conexi3n
- 42. Tornillo de ventilaci3n
- 39. Tornillo
- 43. Anillo de sellado

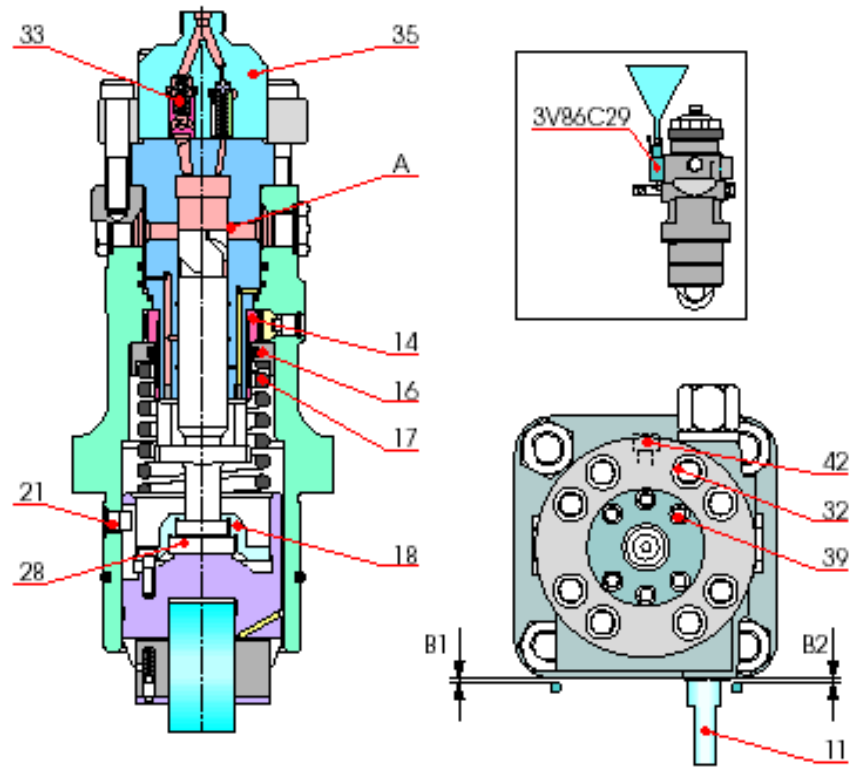


Fig. 3.26 Partes bomba de inyecci3n

IV. ANÁLISIS MECÁNICO DE LA PLANTA DE GENERACI3N WARTSILA REPSOL YPF

En el an3lisis mec3nico el enfoque ha sido en dos aspectos que se determinaron como principales, por su impacto tanto en los costos de mantenimiento como en el rendimiento de las m3quinas.

Para el desarrollo del siguiente análisis fue necesario la participación directa en el Overhaul de 12000 horas efectuado a la Planta de Generación Wartsila en el Bloque 16 de Repsol YPF.

4.1 Análisis de los daños más representativos detectados en el mantenimiento

En el capítulo III el literal (3.4.6), se indicó que en todos los generadores, los daños mecánicos más representativos en el mantenimiento de 12000 horas de funcionamiento son: el cambio de válvulas, pistones, rines y camisas los que describimos a continuación:

4.1.1 Válvulas

Una vez desmontados los cabezotes de los cilindros observamos acumulación de carbón con gran contenido de azufre en las caras de las válvulas y alrededor de las mismas, en las fotografías podemos apreciar la rotura del asiento de válvula esto se da por el exceso de temperatura que trabaja la válvula de gases de escape, las medidas de válvula y asientos de válvula, se encontraron fuera del límite establecido por el fabricante.

Este daño se da por el desgaste que han sufrido los rines de compresión, que permiten el paso del aceite a la cámara de combustión en el tiempo de expansión o (trabajo) del motor; también se da por una falla en los inyectores de combustible que no lo pulverizan correctamente; La temperatura de trabajo de las válvulas están controladas por termocuplas, las mismas tienen que ser revisadas ya que el valor de temperatura emitido al software de la computadora es erróneo.



Fig. 4.1 Cabezotes

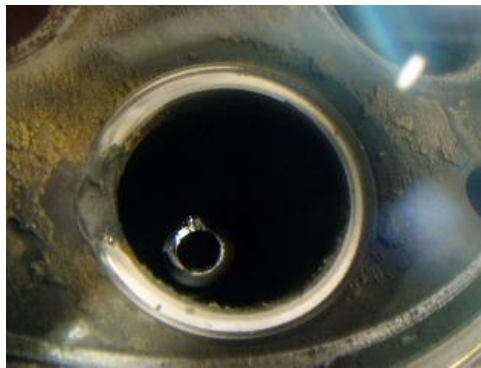


Fig. 4.2 Asientos de válvulas



Fig. 4.3 Válvulas

4.1.2 Pistones, rines y camisas

Desmontado los pistones se encontró en la corona del pistón excesiva acumulación de carbón y azufre, además se verifico que el segundo ring del pistón A2 estaba roto, revisando las medidas en los canales de los rines en la corona del pistón se determino que nueve coronas se encuentran fuera del limite especificado por el fabricante.

Los rines de compresión fueron remplazados por que no presentaban las condiciones para el funcionamiento del motor, las camisas de igual manera

presentaron un excesivo desgaste de conicidad, ovalamiento y no tenían bruñido, en las fotografías podemos apreciar sobrecalentamiento del pistón y camisa.

Pistones, rines y camisas son unos de los elementos mas importantes para el buen rendimiento del motor, como podemos darnos cuenta son los mas afectados y esto se da por el combustible que se esta utilizando ya que posee un porcentaje de azufre de 2.49, Carbón 14, cenizas 0.23, estos elementos químicos son los principales causantes de mencionado desgaste en las piezas del motor.

El sistema de enfriamiento del motor no esta realizando su función al 100%, este sistema posee termostatos cuya función es permitir la circulación del refrigerante por el bloque del motor, estos deben ser revisados ya que no se están abriendo a la temperatura que necesita enfriar el motor.



Fig. 4.4 Corona del pistón



Fig. 4.5 Cuerpo del pistón y rines



Fig. 4.6 Camisas sin bruñido



Fig. 4.7 Cámaras de agua en el block

4.2 Análisis del TBN del lubricantes utilizados el la planta de generación Wartsila REPSOL YPF con otras plantas de similar tecnología

TBN es una abreviatura de Total Basic Number, que quiere decir "número total de basicidad"; esta medida informa el poder del lubricante para neutralizar los ácidos procedentes de la combustión, conocido también como margen de seguridad en el aceite para controlar su rendimiento.

El aceite AureliaXT 40 55 posee un TBN máximo 46 y mínimo 20. A continuación tenemos un registro de TBN del motor C3 de REPSOL YPF, en el que consta, los valores de TBN, las horas de funcionamiento, nivel de cárter y comentarios que son las compensaciones del aceite a un determinado número de horas.

Tabla 4.1 Muestra del TBN vs. horas de funcionamiento

VALOR DE TBN	DE TBN MINIMO	HORAS DE ACEITE	DE HOROMETRO	NIVEL DEL CARTER	COMENTARIOS
46,11	20	0	6371	18	
45,38	20	50	6421	17	
44,92	20	100	6471	17	
44,24	20	150	6521	17	
43,18	20	200	6571	16	
42,66	20	250	6621	14,5	
42,06	20	300	6671	14	
41,06	20	350	6721	14	

40,09	20	400	6771	15,5	
39,07	20	450	6821	15	
38,6	20	500	6871	16	
38,36	20	550	6921	15	
37,11	20	600	6971	14	
36,33	20	650	7021	13	
38,03	20	700	7071	21	Compensado con Aurelia
37,37	20	750	7121	18	
36,28	20	800	7171	18	
35,39	20	850	7221	17,5	
35,25	20	900	7271	17	
34,12	20	950	7321	16	
33,19	20	1000	7371	16	
32,67	20	1050	7421	15,8	
31,82	20	1100	7471	15,5	
30,8	20	1150	7521	14,3	
30,23	20	1200	7571	14	
28,9	20	1250	7621	13	
30,63	20	1300	7671	20	Compensado con Aurelia
27,34	20	1350	7721	19,5	
26,95	20	1400	7771	18,7	
26,11	20	1450	7821	18	
25,82	20	1500	7871	17	
25,12	20	1550	7921	16	
23,4	20	1600	7971	15,2	
22,8	20	1650	8021	14,9	
21,5	20	1700	8071	14,2	
21	20	1750	8121	13,5	
20	20	1800	8171	13	

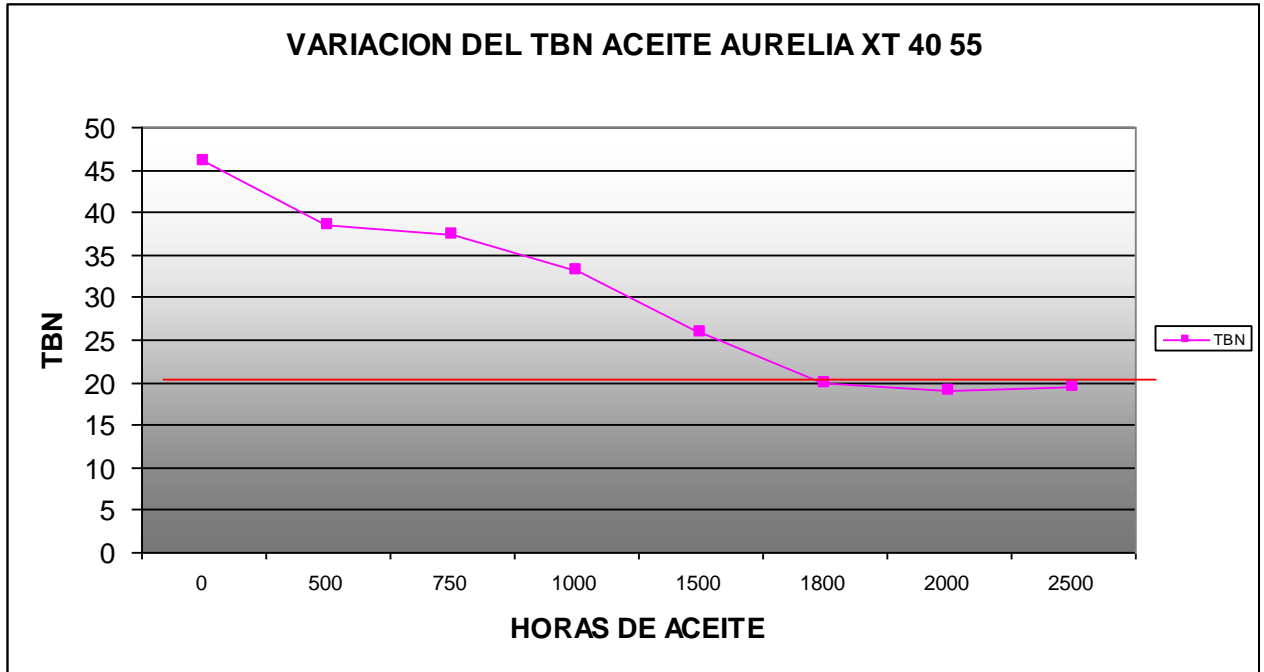


Fig. 4.8 Variación del TBN REPSOL YPF

Como podemos observar el grafico el TBN cae en 1800 horas de funcionamiento bajo su especificación mínima de 20 TBN; el lubricante se lo utiliza hasta las 4000 horas de funcionamiento, con lo que, a partir de las 1800 horas el lubricante ya no posee el TBN mínimo para lubricar el motor; esto se da porque el combustible tiene un alto contenido de azufre y cenizas.

El aceite AureliaXT 40 55, no esta en la capacidad de mantener el TNB mínimo más halla de las 1800 horas, y no cumple su función de lubricar, proteger, enfriar, sellar y limpiar cuando el motor esta funcionando (contrarrestar la acidez del combustible).

La compañía utilizó este lubricante por que así lo indicaba el fabricante a pesar de las deficiencias descritas en el párrafo anterior, con la finalidad de mantener la garantía.

4.2.1 Análisis de lubricante utilizado en la empresa GIP Villano

Para realizar un análisis comparativo de la eficiencia de los lubricantes que utilizan las plantas de generación a crudo buscamos una empresa que utilice esta tecnología; la empresa GIP Villano posee una planta de generación de similares características, con cuatro generadores Wartsila en línea.

Esta compañía realizó algunas pruebas de la eficiencia del lubricante conjuntamente con su proveedor en el mantenimiento correctivo de uno de sus generadores, con 12000 horas de funcionamiento con un valor final de 28 TBN del aceite utilizado, los resultados de este estudio fueron los siguientes:

Pistón, camisas rines

La limpieza del pistón excelente, con una cantidad de depósitos menor en la corona, el anillo anti-pulido se encontró en condiciones normales así como también los rines de compresión y de aceite como se indica en la siguiente fotografía.



Fig. 4.9 Cuerpo pistón

Las medidas de las partes móviles y fijas del motor (pistones, camisas, rines) se encontraban dentro del límite especificado por el fabricante.

En la siguiente gráfica observamos la variación del TBN un periodo determinado de horas de funcionamiento de la maquina analizada.

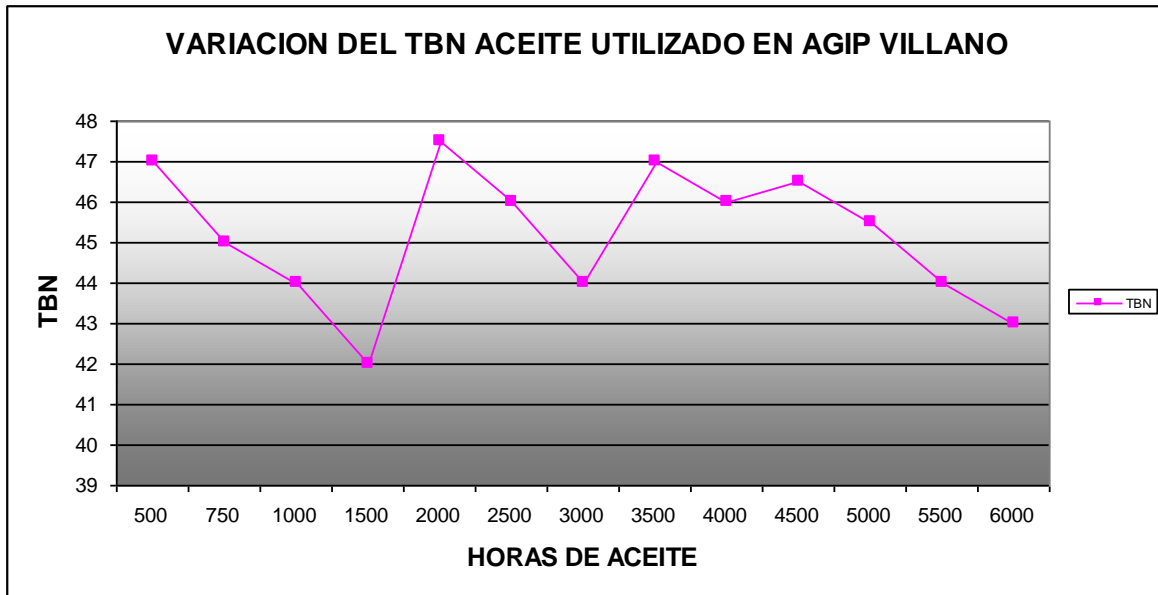


Fig. 4.10 Variación del TBN AGIP VILLANO

En la grafica podemos observar que la variación de TBN es normal y que mantiene su nivel sobre el mínimo de 20 TBN que presenta el aceite Aurelia utilizado por Repsol YPF mas halla de las 1800 h; es decir que el lubricante utilizado por AGIP en 1800 horas es de 45 TBN.

Después de haber efectuado esta comparación podemos decir que en el mercado existe un lubricantes que reúnan las características necesarias para mantener el TBN mínimo en este tipo de motores.

Las características que debe reunir el lubricante para motores de generación a crudo deben ser las siguientes:

Protección contra el desgaste.- Los resultados de desempeño en los motores a diesel más recientes de émbolo abierto de pistón han mostrado que el alto nivel de

alcalinidad de este aceite lubricante controla efectivamente el desgaste de los recubrimientos de cilindro y protege las chumaceras contra la corrosión.

Los aditivos anti-desgaste de alto desempeño proporcionan excelente protección contra el desgaste adhesivo de las levas, árboles de levas y chumaceras.

Propiedades Detergentes/Dispersantes.- Los interiores de cárter de cigüeñal mantiene limpios, mantiene limpios los anillos de control de aceite y evita la formación de depósitos dentro del motor; Prolonga los intervalos de limpieza de filtros de aceite; Posee excelente control de insolubles.

Estabilidad a la Oxidación.- Soportar el alto estrés térmico de los motores de pistón de émbolo abierto de alta potencia y reduce los depósitos bajo la corona, las cualidades lubricantes del aceite se mantienen a un nivel muy alto durante largos periodos de uso y las partes del motor están protegidas de los efectos corrosivos de los productos de oxidación del aceite.

El aceite debe ser de alto desempeño y de alta alcalinidad para motores a diesel de pistón con velocidad media que queman combustibles residuales con un nivel máximo de azufre de 5%; el crudo combustible que utiliza la planta de generación Wartsila de Repsol YPF tiene un nivel de azufre de 2,5%, con un lubricante que cumpla con esta especificación sería el correcto.

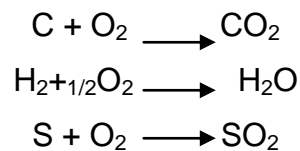
El aceite debe tener un buen control de viscosidad cuando se utiliza en servicio severo de alta temperatura y características de retención de alcalinidad evitan el desgaste corrosivo durante largos periodos de operación.

Un sistema aditivo de detergentes y dispersantes proporcionaría una sobresaliente limpieza de pistón, así como características de manejo de los contaminantes relacionados con el combustible pesado.

4.3 Análisis fisicoquímico del combustible utilizado en la planta de generación Wartsila REPSOL YPF.

Los combustibles normalmente están compuestos por: carbón, hidrogeno y azufre estos se queman en la presencia del oxigeno, por quemar queremos decir la oxidación rápida de esos elementos para producir calor.

Las relaciones básicas de combustión para esos tres elementos son:



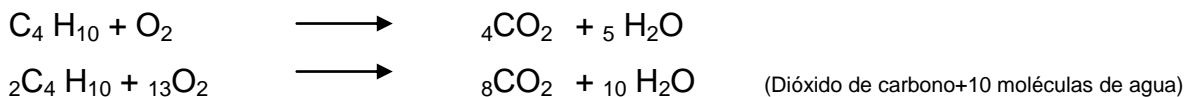
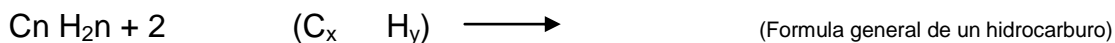
Estas relaciones describen lo que comúnmente se llama la combustión completa u oxidación completa

Los combustibles líquidos y sólidos se analizan sobre una base de masa, el análisis aproximado del combustible se separa en componentes arbitrarios que se designan como humedad, materia volátil, carbón fijo y ceniza; El análisis elemental muestra la composición del combustible en términos de sus componentes químicos, excepto para ceniza, la cual es reportada como tal y consiste en varios óxidos.

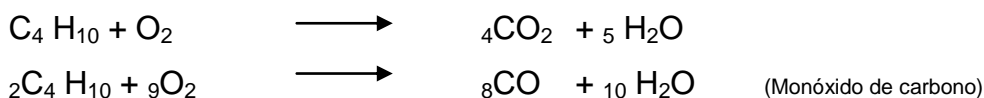
Cálculos de combustión

En la combustión completa se calcula la cantidad de aire requerido y el análisis de productos resultantes para un combustible que se quema completamente con una cantidad de aire específica; Este cálculo puede hacerse a partir del análisis químico del combustible.

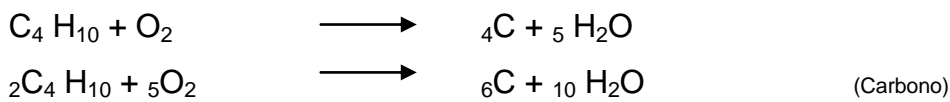
Combustión completa del hidrocarburo.



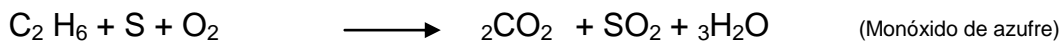
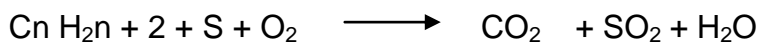
Combustión semicompleta



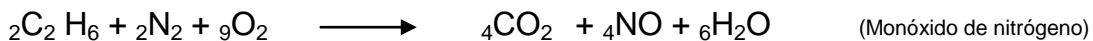
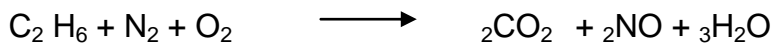
Combustión incompleta



Combustión con desprendimiento de SO₂ (Anhídrido sulfuroso)

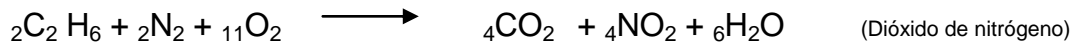
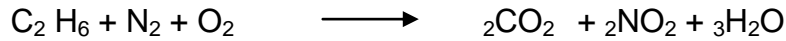


Combustión con desprendimiento de NO (Monóxido de nitrógeno)



Combustión con desprendimiento de NO₂

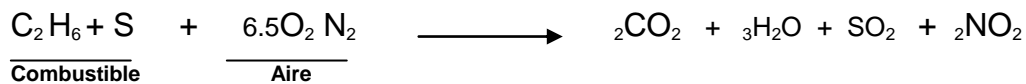
(Dióxido de nitrógeno)



Según los datos de gases de combustión volumétrica podemos conocer la participación en porcentajes de sus componentes:

Análisis de combustible	
Elemento	Porcentaje
C	33
H	5
S	25
O	12
N	2
Ceniza	23
Total	100

La siguiente ecuación describe la combustión del hidrocarburo:



Balance química



Los resultados del análisis químico el hidrocarburo quemado en la planta de Generación a crudo Wartsila Repsol YPF son: emisiones de dióxido de nitrógeno, dióxido de carbón, exceso de dióxido de azufre y cenizas.

Dióxido de nitrógeno.- Se forma por la interacción de altas temperaturas de combustión, el oxígeno del aire con el nitrógeno del hidrocarburo.

Dióxido de carbón.- Es producto de cualquier combustión normal.

Dióxido de azufre.- Se forma en el proceso de combustión debido a la presencia de azufre en el combustible en especial cuando se utiliza crudo con altos porcentajes de azufre.

Cenizas.- Son residuos sólidos que dejan los combustibles luego de la combustión, es la parte inorgánica e incombustible, las cenizas aparecen por sustancias orgánico metálicas solubles del crudo tales como agua de deformación, trazas de silicio, silicatos de sales derivadas.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Costos de mantenimiento de 500 a 12000 horas

En todos los motores el costo más importante es el Overhaul de 12000 horas de funcionamiento, ya que implica el cambio de válvulas, pistones, rines y camisas en los motores, este depende de la calidad de mantenimiento preventivo que se de a las maquinas.

El costo de energía no suministrada es un valor muy significativo que normalmente no es considerado en los costos de mantenimiento; Este costo es lo que pierde la empresa por no tener energía disponible para los procesos; el tiempo que no se disponga de energía dependerá del time out de las máquinas por mantenimiento (overhaul).

La mano de obra genera otro valor representativo dentro de los costos de mantenimiento; este valor depende del convenio de REPSOL YPF con la empresa fabricante de los motores Wartsila ya que esta proporciona el mantenimiento hasta 24000 horas de funcionamiento, un menor costo únicamente dependerá de la negociación con el fabricante.

En vista de que el costo más importante en el mantenimiento de esta planta es la energía no suministrada es recomendable que los mantenimientos preventivos se los realice a tiempo.

Como también una planificación adecuada para la ejecución del mantenimiento de la planta ayudará a reducir los costes ENS.

La mano de obra representa un 17% de coste de mantenimiento de 12000 horas, y al ser un costo inferior al costo de energía no suministrada es mejor aplicar horas extras de trabajo de mantenimiento para reducir el time out de las máquinas y de esta manera conseguir reducir este costo.

El costo de mano de obra el futuro reduciría notablemente si los mantenimientos los realizaran los mecánicos de REPSOL YPF, para ello se recomienda proporcionar la formación necesaria, a un grupo adecuado de mecánicos, que se dediquen exclusivamente a los mantenimientos preventivos y correctivos de la planta.

5.2 Daños más representativos detectados en los mantenimientos.

De acuerdo a los registros de TBN y la verificación de las partes del motor el aceite Aurelia no mantiene el TBN mínimo de 20 sobre las 1800 horas de trabajo; la planta Wartsila Repsol YPF lo utiliza hasta las 4000 horas, la disminución del TBN ocasiona un desgaste acelerado de válvulas, camisas, aros del pistón, pistón; esto fue evidenciado al realizar las mediciones de estos componentes, por lo que se concluye que el aceite AureliaXT 40 55 no está cumpliendo con su función que es: Lubricar, proteger (contrarrestar la acidez del combustible), enfriar, sellar y limpiar.

La sobre presión en el cárter del motor es producida por gases de la combustión que están pasando al carter, debido a que las camisas del motor presentan desgaste y ralladuras verticales; lo cual impide a los aros del pistón realizar un adecuado sello, esto se da por que no existe una lubricación eficiente para el motor.

La sobre presión en cárter afecta a los cojinetes de biela y de bancada del cigüeñal del motor, esto puede ocasionar graves daños al cigüeñal del motor y el riesgo de fundir las maquinas.

Existe un aceite capaz de contrarrestar la acidez del combustible que utiliza la planta de generación Wartsila de REPSOL YPF, con las pruebas obtenidas se recomienda utilizar otro tipo o el mismo AureliaXT 40 55 con una mejor viscosidad y un mejor TBN Aurelia XL 50 55.

En próximos mantenimientos de 8000 horas, se recomienda realizar la toma de estanqueidad al motor del cilindro que tenga el tiempo más bajo de evacuación del aire, habrá que desmontarlo y realizar verificaciones de dimensiones y estado de sus partes, y a partir de esta muestra se pueda predecir los posibles daños o problemas en el futuro.

5.3 Aplicación de las normas del Sistema de gestión integrada planta REPSOL YPF

Repsol YPF es una empresa que cumple y mantiene un Sistema de Gestión Integrado bajo la Norma ISO 14000, en la actualidad se encuentra en continua actualización.

Su Sistema de Gestión integrado le permite cumplir con los objetivos de Repsol YPF.

“La petrolera Repsol YPF se encuentra operando bajo el principio de proteger al medio ambiente y salvaguardar la salud y seguridad de sus empleados, clientes, contratistas y el público”.

5.4 Análisis fisicoquímico del combustible utilizado el la planta de generación Wartsila REPSOL YPF.

Gracias a los datos obtenidos en el análisis químico del combustible y del análisis mecánico de la planta de generación podemos concluir que el combustible contiene un altos porcentajes de dióxido de nitrógeno, dióxido de carbón, exceso de dióxido de azufre y cenizas los mismo que ocasiona daños internos en el motor cuando realiza las combustiones.

El azufre (S) es el principal elemento químico del combustible que causa daños en las partes móviles del motor para ello debemos neutralizar o bajar el porcentaje de azufre en el combustible; Se recomienda utilizar disulfuro de carbono (CS_2) en el combustible, este elemento químico neutraliza la presencia de azufre en el combustible, en un barril de crudo (42 galones o 158.9 litros) se requeriría poner (42 mili litros) de disulfuro de carbono.

Las emisiones de dióxido de nitrógeno son parte de la combustión pero podemos reducir estas altas emisiones calibrando los periodos de inyección, haciéndolos más cortos o tiempo de inyección retardado.

El dióxido de carbón y las cenizas son parte de la combustión las cuales siempre estarán presentes en la combustión de un hidrocarburo, estos dos elementos químicos no afectan a las partes mecánicas del motor.

BIBLIOGRAFÍA

- J.B. Jones R.E. Dugan Ingeniería termodinámica
- Ángel Egas Escuela Politécnica Nacional “Utilización de combustible pesado para generar energía ” T – GMP # 153
- Cepeda Vasco Escuela Politécnica Nacional “Estudio de la presencia de derivados nitrogenados en el petróleo” IQ # 113
- Ing. Jorge Calero Compañía anónima automotriz
- Dr. Cesar Cruz “Colegio Hermano Miguel”
- Catálogos del fabricante WARTSILA (CONTROL ROOM REPSOL YPF)
- INTERNET www.wartsila.com
- Registros y datos obtenidos en SPF(facilidad petrolera del sur) de REPSOL YPF
- Rothery Brian Normas ISO 900 – 14000
- Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico.
- Hernández Zúñiga Seguridad e higiene industrial
- De – Vos Pascual Seguridad e higiene en el trabajador
- Wärtsilä Ecuador S. A Los Floripondios N57 – 120y Leonardo Murialdo (esquina) Edificio Wärtsilä. Quito - Ecuador