



---

INFORME TÉCNICO  
DETERMINACIÓN DE MÍNIMO TÉCNICO EN UNIDADES  
GENERADORAS CENTRAL TERMOELÉCTRICA  
CHUYACA

---

FEBRERO DE  
2021 SAGESA  
S.A.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. CARACTERISTICAS TECNICAS DE DISEÑO .....	3
2.1. Antecedentes Técnicos de diseño .....	3
2.2. Recomendaciones del Fabricante .....	5
2.3. Antecedentes de Operación de la unidad Generadora.....	7
2.4. Justificaciones que impiden operar a menor Potencia Activa .....	8
3. CONCLUSIÓN.....	9
4. ANEXOS .....	10
4.1. Gráfico de HP v/s RPM, de distintos motores incluido el de 16 cilindros. ....	10
4.2. Proceso de Arranque del Motor.....	11
4.3. Funcionamiento del Motor .....	13

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Informe Técnico “Determinación de Mínimo Técnico en Unidades Generadoras Central termoeléctrica Chuyaca”, establece la metodología para determinar, informar y/o actualizar los parámetros de Mínimo técnico de las unidades generadoras que se encuentran en Operación y que son coordinadas por el CEN “Coordinador Eléctrico Nacional”

- a) Antecedentes Técnicos de Diseño.
- b) Recomendaciones del Fabricante.
- c) Antecedentes de Operación de la unidad generadora.
- d) Justificaciones del Mínimo Técnico establecido.

## 2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE DISEÑO

### 2.1. Antecedentes Técnicos de diseño

La Central Térmica Chuyaca, se encuentra ubicada en la comuna de Osorno, región de los Lagos. Inició su operación en el año 2008, y actualmente cuenta con 8 Grupos Generadores diésel marca MotorWork, modelo 20-645-EF4B, Esta potencia es evacuada en un nivel de tensión de 23KV en la Subestación Barra Blanco, que se encuentra en un recinto colindante a la Central antes mencionada. Teniendo una potencia instalada de 14,4MVA.



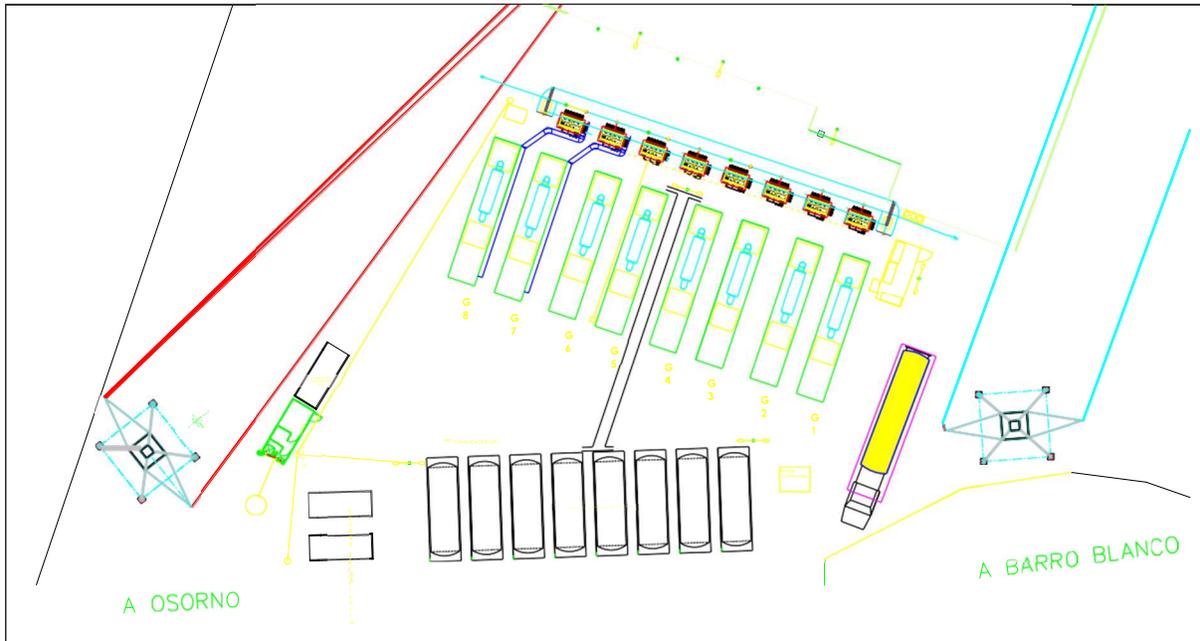


Figura 2: Emplazamiento Central Chuyaca

En la tabla siguiente se muestran los equipos característicos y datos relevantes de los equipos que componen la **Central Chuyaca**.

*Tabla N° 1*

	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>
<b>Estado</b>	Disponible	Disponible	Disponible	Disponible	Disponible
<b>Nombre ID</b>	5596	5597	5598	5595	5600
<b>Marca</b>	MotorWorks	MotorWorks	MotorWorks	MotorWorks	MotorWorks
<b>Tipo</b>	20-645-EF4B	20-645-EF4B	20-645-EF4B	20-645-EF4B	20-645-EF4B
<b>Año</b>	2000	2000	2000	2000	2000
<b>Cilindros</b>	16	16	16	16	16
<b>Tiempos</b>	2	2	2	2	2
<b>RPM</b>	750	750	750	750	750
<b>Potencia Unidad (KW)</b>	2500	2500	2500	2500	2500
<b>Serie</b>	74M11-137	74A1-1002	94-B3-7504	76-B1-1077	73C1-1007
<b>Tensión (V)</b>	3300	3300	3300	3300	3300

<i>Tabla N° 1 (Continuación)</i>			
	<b>G6</b>	<b>G7</b>	<b>G8</b>
<b>Estado</b>	Disponible	Disponible	Disponible
<b>Nombre ID</b>	5592	5593	5594
<b>Marca</b>	MotorWorks	MotorWorks	MotorWorks
<b>Tipo</b>	20-645-EF4B	20-645-EF4B	20-645-EF4B
<b>Año</b>	2000	2000	2000
<b>Cilindros</b>	16	16	16
<b>Tiempos</b>	2	2	2
<b>RPM</b>	750	750	750
<b>Potencia Unidad (KW)</b>	2500	2500	2500
<b>Serie</b>	83-L3-1504	75-E1-1081	73 -A1-1144
<b>Tensión (V)</b>	3300	3300	3300

## 2.2. Recomendaciones del Fabricante

Con respecto a la operación a Mínimo Técnico o valores de carga mínima, se destacan las siguientes recomendaciones:

Antes de la puesta en marcha del equipo se deben chequear diversos factores de funcionamiento;

- Chequear los niveles de aceite, lubricación de equipo, niveles de refrigerante.
- Procedimiento de pre lubricación, chequeo de aire de arranque que debe estar entre los 200 psi para 16 cilindros del motor.
- Inspeccionar el suplidor de combustible y asegurarse de que los filtros se encuentran limpios.

En el proceso de partida del Grupo Generador se deben considerar las siguientes recomendaciones;

- Hacer funcionar la bomba de lubricación del turbo, como mínimo 60 seg.
- Al hacer funcionar el motor, se debe chequear la presión de aceite verificando parámetros normales, si la presión de aceite no se encuentra normal en 30seg, el motor debe ser apagado por el operador y este debe buscar la causa del desperfecto.
- Si el motor y su lubricación funcionan en forma normal, este se deberá poner en velocidad ralentí, sin aumentar la velocidad de funcionamiento hasta que llegue a una temperatura del agua de 49° C, luego de ello se deberá aumentar la velocidad pausadamente hasta llegar a velocidad nominal de 900rpm para motor de 16cilindros.
- **IMPORTANTE:** el funcionamiento del equipo debe ser mayor al 50% de la capacidad nominal para evitar excesivo desgaste del tren de engranajes de turboalimentador el cual requerirá mayor mantenimiento.

En el proceso de detención del Grupo Generador se deben considerar las siguientes recomendaciones;

- Se debe quitar la carga del motor

- El motor debe seguir funcionando como mínimo 2 minutos para permitir que el agua enfriante remueva el exceso de calor.
- Parar el motor.
- Si la bomba de Lubricación del turbo no funciona cuando el motor está parado por completo, se debe arrancar el motor inmediatamente y hacer funcionar en reletí por 15 minutos sin carga, para evitar que se dañe el Turbo alimentador.

### 2.3. Antecedentes de Operación de la unidad Generadora

La central Térmica Chuyaca, se encuentra disponible para inyectar al sistema interconectado (SI) en cuanto se requiera, por tanto cuenta con un sistema de calefacción, ademásde Mantenedor de baterías conectado a los SSAA de la Central.

Si bien la central cuenta con un controlador en cada Grupo y un Operador a cargo, esta además se encuentra habilitada para operar telecomandada desde el centro de control ubicado en Osorno, Vía SCADA.

La modalidad de operación de la Central Chuyaca, solo puede ser operada en Potencia Fija o Cogeneración, el cual puede ser configurada de 0 a 100% de la potencia nominal de cada grupo a través de su controlador de marca DEIF Modelo AGC-3.

Para este informe se considera el modo Automático, debido a que el cierre del Braker de los grupos se realiza automáticamente una vez alcanzado sus parámetros nominales, por lo tanto se realiza en el menor tiempo.

Las Unidades Generadoras de la Central térmica Chuyaca, al mes de marzo de 2017, poseen las siguientes horas de funcionamiento según sus horómetros.

Unidad	Horómetro Histórico (Hora)
5596	4.798
5597	3.778
5598	4.927
5595	4.645
5600	1.920
5592	4.335
5593	4.788
5594	4.637

En vista de que los 8 Generadores de la Central Chuyaca, son de similares características, es que se toman los datos de referencia de solo una unidad, en donde en la siguiente Tabla se muestran los datos obtenidos en una generación específica de la unidad 5597, Energía Generada y Consumo de combustible en el mes de Octubre de 2016.

Unidad	Horas Generadas (hrs)	Potencia Generada (KW)	Consumo Combustible (Lts)	% de Carga	Consumo Combustible por hora (Lts/H)
5597	3	4.896	1313	65%	437

## 2.4. Justificaciones que impiden operar a menor Potencia Activa

El funcionamiento del equipo debe ser mayor al 50% de la capacidad nominal para evitar excesivo desgaste del tren de engranajes de turboalimentador, el cual requerirá mayor mantenimiento de la Unidades y por consiguiente mayor tiempo de indisponibilidad de estas.

La importancia del turbo alimentador se debe a que por tratarse de motores de 2 tiempos, el pistón no funciona como una bomba de aire durante la revolución del cigüeñal, como pasa en los motores de 4 tiempos, y por tanto es indispensable contar con el turboalimentador, el cual proporciona el aire eficaz necesario para combustión y barrido.

Adicionalmente, la continua reducción de los límites máximos de gases contaminantes (NO<sub>x</sub>, CO, HCs y Partículas) hacen que las Unidades Generadoras antiguas requieran un funcionamiento lo más eficiente posible, y según ficha técnica del fabricante la mayor eficiencia de los grupos se encuentra al trabajar desde un 75% de carga hasta la carga nominal.

### 3. CONCLUSIÓN

Conforme a los antecedentes planteados, Sagesa ha definido para la Central Chuyaca, un Mínimo Técnico en un 50% de la Carga Nominal, es decir un funcionamiento a una potencia mínima de cada Unidad Generadora de 1250KW, y esto se debe principalmente a que de acuerdo a lo recomendado por el fabricante, de esta forma se minimizan el desgaste prematuro y por consiguiente mayor mantenimiento y reducción de vida útil.

Cabe señalar que luego de pruebas de consumo específico y potencia máxima realizadas en Diciembre 2020, se realiza una corrección en la potencia mínima indicada por fabricante, siendo esta de **1,2 MW** reales por unidad, descontando el consumo asociado a S.S.A.A. de la central en tiempo de generación.

4. ANEXOS

4.1. Gráfico de HP v/s RPM, de distintos motores incluido el de 16 cilindros.

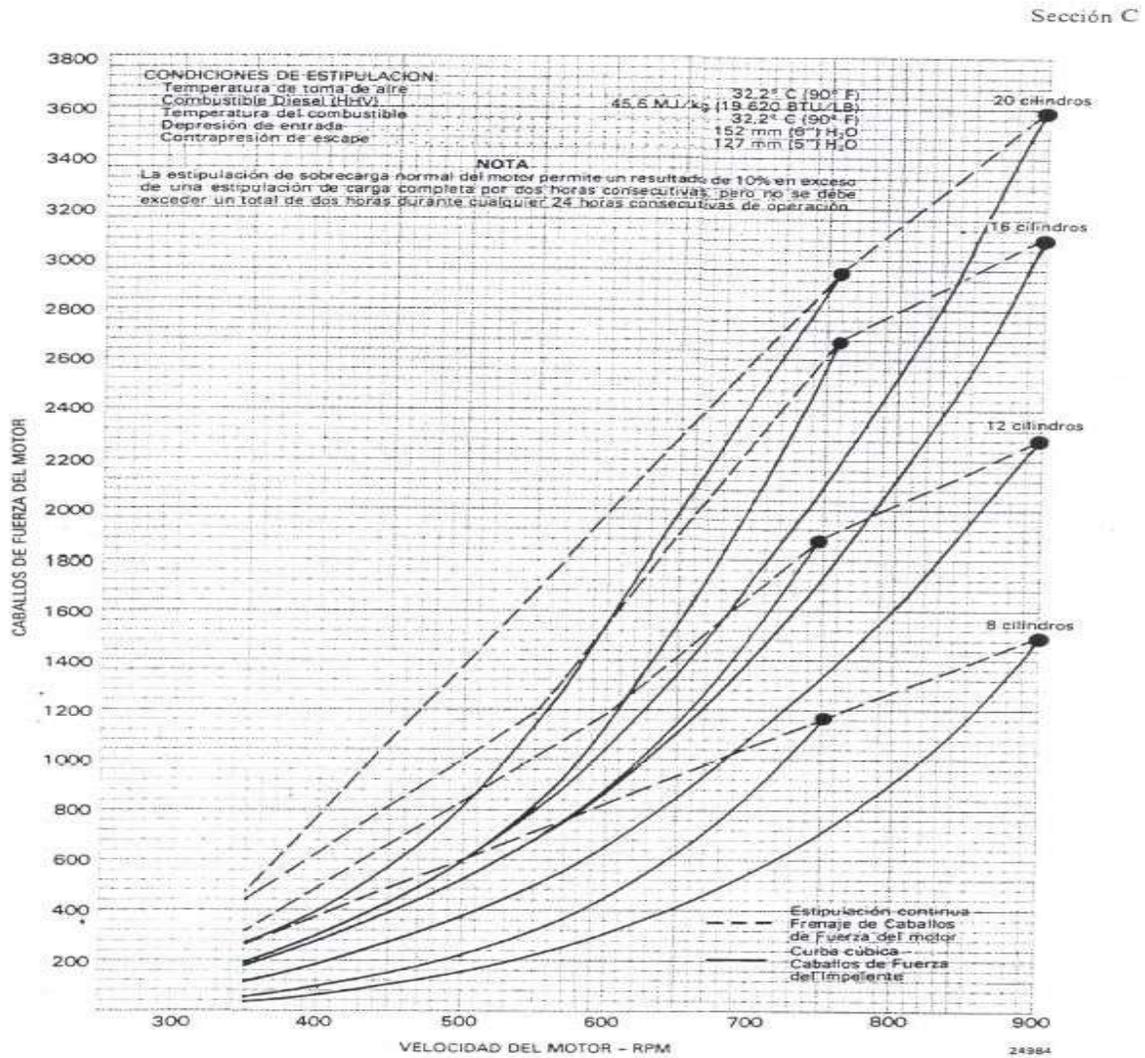


Fig.C-2 – Gráfica de HP y las RPM del motor.

## 4.2. Proceso de Arranque del Motor



SECCION

C

645E7B

# Motores y Sistemas Marinos

## FUNCIONAMIENTO

Esta sección contiene los procedimientos que se recomiendan para la operación de la unidad con accesorios básicos suministrados con el motor. Como los accesorios pueden ser instalados por el usuario y puede variar de acuerdo con la aplicación específica, los procedimientos de la operación deberán ser considerados como "típicos".

### ARRANQUE DEL MOTOR

Antes de arrancar el motor, vea la sección de Procedimientos para antes de arrancar el motor.

1. Momentáneamente presione el botón de empuje "ENGINE START" en el gabinete de controles del motor, para hacer empezar a funcionar a la bomba de lubricación del turbo. Deje que la bomba funcione por 60 segundos antes de poner el motor en funcionamiento.

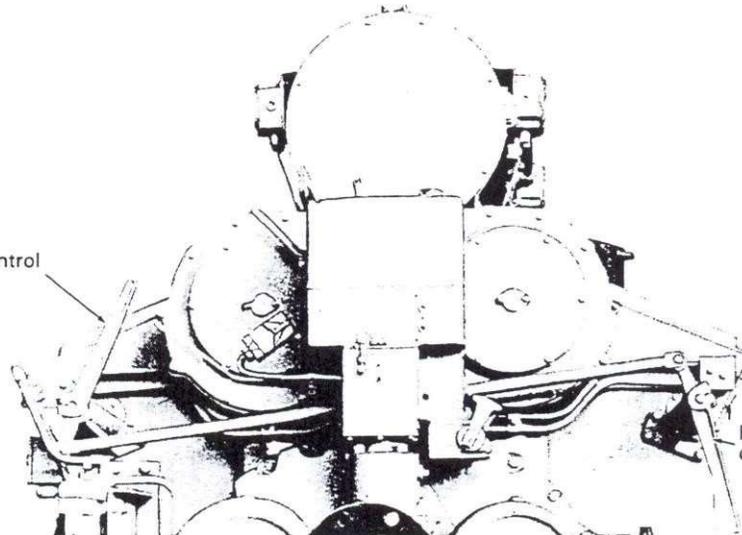
#### NOTA

Un arranque normal del motor debe incluir el funcionamiento de la bomba de lubricación

por 60 segundos antes de arrancar el motor, sin embargo, en caso de emergencia, el motor puede ser puesto en operación inmediatamente, sin retraso.

2. Coloque la palanca de control de inyector, Fig. C-1, hacia el centro del motor en casi una tercera posición (posición de ralentí).
3. Presione y aguante el botón - "ENGINE START" - en el gabinete de controles del motor hasta que el motor empiece a funcionar. El motor debe empezar a funcionar dentro de 10 segundos. Suelte el botón "ENGINE START" cuando el motor empiece a arrancar.
4. Controle la velocidad del motor con la palanca de control del inyector hasta que el regulador tome control, entonces suelte la palanca. No opere el control del inyector para aumentar la velocidad del motor hasta que la presión del aceite sea confirmada.

Palanca de control del inyector



Palanca de control del inyector

20981

Fig.C-1 - Palanca de control del inyector

## Sección C

5. Inspeccione la presión del aceite de lubricación. Si la presión no está indicada en el medidor dentro de 30 segundos, pare el motor y determine la causa.
6. Inspeccione las presiones de agua fresca y cruda, para asegurarse de que el agua está circulando. Inspeccione el nivel de agua en el tanque de expansión.
7. Inspeccione el aceite del regulador por nivel apropiado en el medidor.

## FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR

### PRECAUCION

No aumente la velocidad del motor a más de la velocidad de ralentí hasta que la temperatura del agua sea de 49° C (120° F).

1. Aumente la velocidad del motor bien despacio hasta llegar a plena velocidad por medio de la perilla de ajuste manual de la velocidad del regulador, o por medio del control remoto de velocidad.

### NOTA

Si el motor a sido reparado o recondicionado, es buena práctica poner a funcionar despacio al motor en las inspecciones frecuentes para asegurarse de que las piezas renovadas son satisfactorias. Inspeccione las presiones y las temperaturas cuidadosamente durante este funcionamiento.

2. Inspeccione el flujo de aceite en el vidrio medidor en la parte trasera superior del engranaje de reducción para asegurarse de que el aceite está fluyendo cuando el embrague del engranaje es embragado.
3. Una relación de carga y velocidad, asegura que las temperaturas y las presiones están dentro de los límites especificados en Datos de Servicio.
4. Vea la Fig. C-2 para datos del enfrenamiento y caballos de fuerza del impelente en relación a las RPM del motor. Vea las figuras de la Fig. C-3 hasta la Fig. C-6 para los datos sobre los caballos de fuerza en relación con la posición de la cremallera del regulador a una RPM específica.

### IMPORTANTE

La operación o funcionamiento del motor a menos de 50% de carga, aumenta el desgaste del tren de engranajes del turboalimentador y requiere más mantenimiento.

## PROCEDIMIENTOS PARA PARAR EL MOTOR

1. Quite la carga del motor.
2. Permita que el motor funcione por lo menos 2 minutos para permitir que el agua enfriante remueva el exceso de calor.
3. Pare el motor halando hacia fuera del motor la palanca de control del inyector en el frente del motor, y aguante en esa posición la palanca de control del inyector hasta que el motor se pare. En un motor equipado con el botón de control remoto para pararlo, el motor puede ser parado presionando el botón.

### PRECAUCION

Si la bomba de lubricación del turbo no funciona cuando el motor está parado por completo, según es indicado por la alarma cuando hay una presión baja de aceite en el turbo, vuelva a arrancar el motor inmediatamente y permita que funcione en ralentí por 15 minutos sin carga, para evitar que se dañe el turboalimentador.

Si no puede volver a arrancar el motor dentro de 2 minutos, no vuelva a arrancar el motor hasta que la operación de la bomba lubricante del turbo haya sido reestablecida y el motor haya sido dejado enfriar.

4. Si el motor no va a ser puesto a funcionar otra vez durante un período de tiempo razonable y los 15 minutos para enfriar han pasado, como el motor fue parado, el motor pequeño de la bomba de lubricación del turbo y el motor de la bomba de agua fresca auxiliar deben ser apagados.
5. En caso de emergencia, el motor puede ser parado desconectando el mecanismo de tiro de sobrevelocidad.

### 4.3. Funcionamiento del Motor

Sección D

#### FUNCIONAMIENTO

En un motor de dos tiempos, cada cilindro completa un ciclo de potencia en una revolución del cigüeñal. El pistón no funciona como una bomba de aire durante una revolución del cigüeñal, como pasa con un motor de cuatro tiempos que requiere dos revoluciones del cigüeñal para completar un período de potencia en cada cilindro. En un motor de dos tiempos, se proporciona un medio separado de suministrar el aire necesario y purgar el cilindro de los gases de combustión.

El motor está equipado con un turboalimentador, que se muestra esquemáticamente en la Fig. D-2, para proporcionar de forma eficaz el aire necesario para combustión y barrido. El turboalimentador proporciona un suministro de aire mayor que el que ofrecen los sopladores de desplazamiento positivo, utilizados en otros modelos de motor.

Durante el funcionamiento del motor el turboalimentador utiliza energía calórica en el escape del motor y energía del tren de engranajes del árbol de levas para impulsar la turbina. Sin embargo, cuando la energía de calor del escape es suficiente para impulsar por sí sola la turbina, el impulsor de engranaje se desengrana a través de un embrague de rueda libre. La turbina entonces impulsa un soplador centrífugo que proporciona aire al motor.

El aire del soplador centrífugo se eleva a una presión más alta e igualmente a una temperatura más alta. Es conveniente reducir la temperatura del aire para aumentar su densidad antes de que entre en la caja de aire que rodea los cilindros. La temperatura del aire se reduce pasándolo a través de los postenfriadores como se muestra en la Fig. D-2. De esta manera, el aire enfriado de un peso comparativamente mayor y con más oxígeno está disponible para el motor.

En relación con la Fig. D-2, y suponiendo que el pistón esté en el fondo de su carrera y casi empezando a subir, las lumbreras de admisión de aire y las válvulas de escape estarán abiertas. El aire bajo presión pasa al cilindro a través de las lumbreras de los forros, empuja los residuos de los gases del escape de la corrida de potencia anterior hacia afuera a través de las válvulas de escape y llena el cilindro con un nuevo suministro de aire fresco. Cuando el pistón ha pasado 45° el punto muerto inferior, las lumbreras de admisión de aire serán cerradas por el pistón como se indica en el diagrama de regulación. Poco después de cerrarse las lumbreras de admisión de aire, las válvulas de escape también se cerrarán y el aire nuevo quedará atrapado dentro del cilindro. Al cerrarse las válvulas de escape después de las lumbreras de admisión de aire, se consigue la mayor eficiencia en el barrido de los gases de combustión del cilindro.

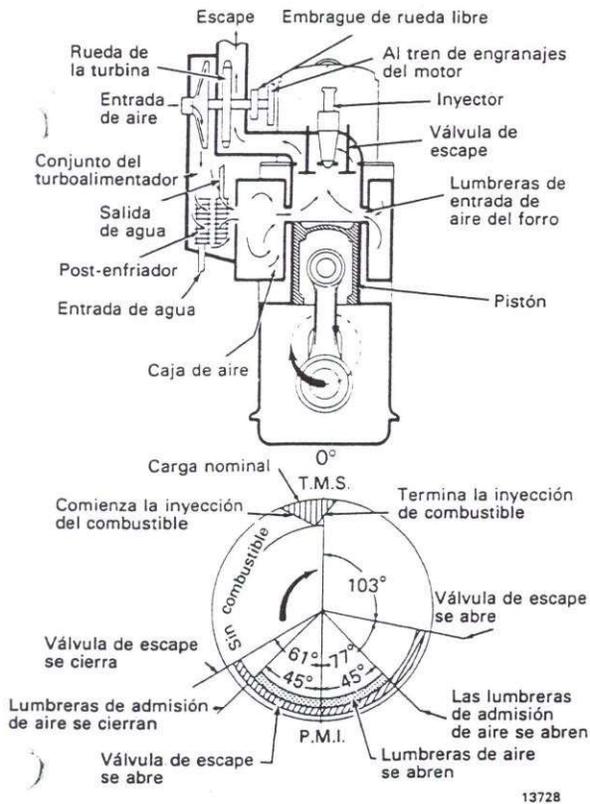


Fig.D-2 – Ilustración esquemática de la operación del motor

Al continuar ascendiendo el pistón, éste comprime el aire atrapado a un volumen muy pequeño. Un poco antes de alcanzar el pistón el punto muerto superior, el inyector de combustible rocía combustible dentro del cilindro. El encendido de combustible es prácticamente instantáneo, debido a la temperatura del aire comprimido atrapado en el tope del cilindro. El combustible se quema rápidamente mientras el pistón es empujado hacia abajo durante la carrera de potencia del pistón. Como se muestra en el diagrama de regulación, el pistón continúa hacia abajo en la carrera de potencia hasta que las válvulas de escape se abren.

Las válvulas de escape se abren antes que las lumbreras de admisión de aire para permitir que la mayoría de los gases de combustión se escapen y reducir la presión en el cilindro. Cuando las

Sección D

lumberas de admisión de aire quedan al descubierto al pasar el pistón a 45° P.M.I. y según continúa hacia abajo, el aire desde la caja de aire bajo presión puede entrar inmediatamente en el cilindro, barrer el resto de los gases de combustión del cilindro y proporcionar aire limpio para la combustión. El pistón está de nuevo en el punto original de arranque de la descripción hecha, y el ciclo vuelve a repetirse.

**COLOCACION**

La ubicación del cilindro y la designación de los extremos y bancos del motor, tal como se hace referencia a través del manual, se muestra en la Fig. D-3. El regulador, las bombas de agua y las bombas de aceite de lubricación están montadas en el "frente" del motor. El turboalimentador y el volante están ubicados en el extremo de acoplamiento o en la parte "trasera" del motor. Las referencias a izquierda y derecha se determinan situándose en la parte "trasera" del motor mirando hacia el "frente" del mismo.

Para la identificación y ubicación de los componentes internos del motor, consulte la sección transversal del motor que precede esta sección.

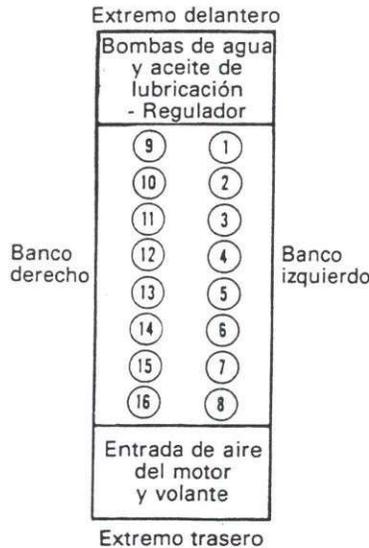


Fig.D-3 – Disposición del motor

**NUMEROS DE SERIE**

Los principales componentes del motor están identificados con números de serie para el registro histórico. Cuando se hace referencia a una pieza que

lleva un número de serie, se debe incluir el número de serie en la información lo mismo que cualquier otra identificación utilizada en tal pieza. A continuación se ofrece una lista de importantes ítems del motor que se identifican con un número de serie, indicando la ubicación de este número en la pieza.

**MOTOR** — El número de serie del motor está ubicado en la placa con el nombre del motor en el banco derecho del motor y estampado sobre el lado izquierdo del motor en el extremo auxiliar debajo de la base del armazón de la cubierta.

**CARTER** — El número de serie está en el lado derecho de la tapa del cojinete principal, al lado derecho de cada extremo del armazón en "A", y sobre el banco izquierdo del extremo trasero.

**COLECTOR DE ACEITE** — El número de serie está ubicado sobre el lado izquierdo del colector de aceite debajo del riel superior en el extremo trasero.

**CIGÜEÑAL** — Los números de serie están ubicados sobre las nervaduras del primero o último juego (8 y 12 cilindros) y sobre la nervadura de los dos juegos primero y último (16 y 20 cilindros).

**CULATA DEL CILINDRO** — El número de serie está ubicado al frente de la sección central de la cara superior.

**FORRO DEL CILINDRO** — El número de serie está ubicado debajo de la conexión de la entrada de agua.

**PISTON** — El número de serie está ubicado al fondo del diámetro interior debajo del anillo de control de aceite.

**TRANSPORTADOR DEL PISTON** — El número de serie está ubicado debajo de la plataforma de la arrandela de empuje sobre el diámetro exterior.

**PASADOR DEL PISTON** — El número de serie está ubicado en el extremo del pasador en el mismo extremo que tiene el orificio de identificación.

**BIELA DE HORQUILLA** — Los números de series están ubicados en tres posiciones diferentes porque el conjunto de la biela consiste de dos mitades del casquillo y de una varilla. En la mitad del casquillo con la espiga, el número está ubicado sobre el orificio del perno de la varilla al casquillo. En la otra mitad, está ubicado debajo de los orificios del perno de casquillo. En la varilla, el número está ubicado a la izquierda del centro sobre las estrías en el lado de la espiga de la varilla.