



# 13-P6

## Trabajo Fin de Grado: Petrolero de Crudo 280.000TPM



**Cuaderno N°10**

**Definición de la potencia propulsora  
y de sus auxiliares.**

Mónica M<sup>a</sup> Rodríguez Lapidó

Grado en Propulsión y Servicios del Buque

09/10/2014



1.	CONTENIDO DEL CUADERNO. ....	2
2.	ELECCIÓN DE LA MAQUINARIA PROPULSORA. ....	3
3.	COMPROBACIÓN DE LA POTENCIA REQUERIDA. ....	4
4.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE. ....	5
4.1.	TANQUES EN CÁMARA DE MÁQUINAS. ....	6
4.1.1.	Tanques de Fuel Oil .....	6
4.1.2.	Tanques de MGO .....	8
4.1.3.	Tanques de Aceite. ....	8
4.1.4.	Tanques de Agua Dulce (TAD). ....	9
4.1.5.	Tanques de Agua Dulce Técnica (TADT). ....	10
4.1.6.	Botellas de Aire Comprimido (BTAC).....	10
4.1.7.	Tanque de Aguas Oleosas (TAO). ....	10
4.1.8.	Tanque de Derrames (TDe). ....	10
4.1.9.	Tanque de Lodos (TLds). ....	11
5.	CAPACIDAD DE TANQUES.....	11
6.	CONSUMO ESPECÍFICO DEL MOTOR. ....	12
7.	VOLUMEN DE LOS GASES DE ESCAPE.....	13
8.	EQUIPO AUXILIAR DEL MOTOR PRINCIPAL. ....	13
8.1.	SERVICIO DE COMBUSTIBLE. ....	14
8.1.1.	Sistema de Tratamiento de Combustible. ....	14
8.2.	SERVICIO DE LUBRICACIÓN. ....	19
8.2.1.	Separadoras de aceite. ....	21
8.2.2.	Cálculo de las bombas de lubricación. ....	21
8.3.	SERVICIO DE AGUA DE RERIGERACIÓN. ....	22
8.4.	SERVICIO DE AIRE DE ARRANQUE. ....	23
8.4.1.	Cálculo de los compresores y botellas principales. ....	25
8.4.2.	Botellas y compresores auxiliares. ....	25
8.5.	SERVICIO DE PRECALENTAMIENTO. ....	25
8.6.	SERVOMOTOR DEL TIMÓN.....	26
9.	GRUPOS GENERADORES.....	26

ANEXO 1: Características del Motor Principal y sus Auxiliares. CEAS Software

ANEXO 2: Características Separadora-Purificadora MOPX

ANEXO 3: Características Compresores Alta Presión

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**  
**GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE**

*CURSO 2.012-2013*

**PROYECTO NÚMERO 13-P6**

**TIPO DE BUQUE : BUQUE TANQUE DE CRUDOS**

**CLASIFICACIÓN , COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN : DNV, SOLAS, MARPOL**

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Crudos de petróleo 280000 T.P.M.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA :** 16,0 nudos en condiciones de servicio. 85 % MCR+ 15% de margen de mar. 18.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA :** Bombas de carga y descarga en cámara de bombas. Calefacción en tanques de carga.

**PROPULSIÓN :** Un motor diesel acoplado a una hélice de paso fijo

**TRIPULACIÓN Y PASAJE :** 30 Personas en camarotes individuales. Cabina personal de Suez

Ferrol, Febrero de 2.013

**ALUMNO :** D<sup>a</sup>. Mónica M<sup>a</sup> Rodríguez Lapido.



## 1. CONTENIDO DEL CUADERNO.

En este cuaderno continuaremos la definición de la maquinaria propulsora que comenzamos en el Cuaderno nº6 con la elección del motor y diseño del propulsor, y se obtendrán las capacidades de los tanques para la autonomía requerida una vez conocidas todas las características del motor principal.

También definiremos y calcularemos la potencia necesaria para los auxiliares de la propulsión así como de los grupos electrógenos tras una descripción de los mismos. Con esto pretendemos al finalizar el cuaderno poder realizar un plano de la disposición general de los equipos y maquinaria en la cámara de máquinas distribuyéndolos adecuadamente para optimizar el espacio y simétricamente para evitar la escora.

Nuestros datos de partida serán los siguientes:

Eslora entre Perpendiculares $L_{pp}$		316,49 m.
Eslora Total $L_t$		329,19 m.
Manga $B$		57,57 m.
Puntal $D$		29,70 m.
Calado Máximo $T$	Navegación Normal	21,07 m.
	Navegación Suez	17,50 m.
Francobordo $FB$ de verano		6809
Peso Muerto de Diseño $DW$		280000 t
Peso Muerto de la Alternativa $DW$		290255 t
Capacidad de Tanques (incl. Slops) de Diseño		320000 m <sup>3</sup>
Capacidad de Tanques (incl. Slops) Alternativ.		326000 m <sup>3</sup>
Desplazamiento $\Delta$		333149 t
Coeficiente de Bloque $CB$		0,89
Coeficiente de la Maestra $CM$		0,99
Coeficiente de la Flotación $CF$		0,96
Coeficiente Prismático $CP$		0,89
Potencia con 15% margen de mar		28827 kW



## 2. ELECCIÓN DE LA MAQUINARIA PROPULSORA.

De acuerdo con lo expuesto en el Cuaderno nº 6, pretendemos encontrar el motor que mejor se adapte a las condiciones de proyecto, es decir, necesitamos un motor que de una potencia de 28827 kW a 83 rpm. Debido tanto al requerimiento sobre el motor propulsor de los RPA como a las dimensiones del buque, será un motor lento de 2T. Además tendrá un mejor rendimiento y menores costes de mantenimiento que uno de 4T. Se considera la oferta de mercado que mejor se adapte a estos requerimientos que, en nuestro caso, son los siguientes motores:

Fabricante	MAN B&W	WÄRTSILA	MAN B&W	MAN B&W
Tipo	5S90ME-C10	7RTA-84D	7S80ME-C9	K80ME-C9
Nº Cilindros	5	7	7	7
BkW	30500	29400	31570	31710
BHP	40901	39973	42923	43114
g/kWh	167	173	168	172
g/BHP <sub>h</sub>	123	127	123	126
Longitud (mm)	10715	12695	11434	11434
Manga máx. (mm)	6075	5000	5280	4480
RPM (100%, L1)	84	76	78	104
RPM (28827 kW)	83	76		
Peso (t)	925	990	910	790

La hélice seleccionada para nuestro buque es de 4 palas de paso fijo. Esto hace aconsejable el uso de un motor cuyo número de cilindros no sea múltiplo de 4, aunque hoy en día no supone un gran problema y además ningún motor de los preseleccionados suministran la potencia requerida con tan solo 4 cilindros.

Para el criterio de selección del motor propulsor no sólo nos basaremos en criterios económicos globales, haremos la selección teniendo en cuenta los criterios de empacho, consumo específico y proximidad de revoluciones a las idóneas para el motor, indicados en el Cuaderno nº 6.

Siguiendo estos criterios el motor seleccionado es el

**MAN B&W 5S90ME-C10 GI TII**



### 3. COMPROBACIÓN DE LA POTENCIA REQUERIDA.

Según los datos obtenidos del fabricante el motor seleccionado suministra una potencia por cilindro de 5.810 Kw a 84 rpm.

A continuación realizaremos una simple comprobación de esta potencia. Para ello utilizaremos las expresiones desarrolladas en el libro "Máquinas para la propulsión de Buques" de D. Enrique Casanova.

$$N_B = 39,24 \cdot p_e \cdot D^2 \cdot c_m \cdot \frac{i}{z}$$

donde

$p_e$  es la presión efectiva.

$D$  es el diámetro o calibre del cilindro en metros.

$c_m$  es la velocidad media del pistón en m/s

$z$  es el número de revoluciones por ciclo. Para motores de 2T toma el valor 1.

$i$  es el número de cilindros

La potencia media efectiva será por tanto:

$$N_B = 39,24 \cdot 21 \cdot 0,9^2 \cdot 9,23 \cdot \frac{5}{1} = 30803 \text{ kW}$$

que comprobamos es próxima a la especificada por el fabricante.



#### **4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE.**

La capacidad de los tanques de almacenamiento de fuel tiene que ser la necesaria para conseguir una autonomía de 18.000 millas a una velocidad de servicio de 16 nudos. Los tanques tendrán que abastecer tanto al motor principal como a los auxiliares que estarán en funcionamiento durante la navegación.

Aunque el motor principal y los auxiliares operan con HFO, se cuenta con tanques almacén de MGO para los diesel-generadores que serán motores de 4T rápidos (1.800 rpm). Este combustible más fluido se utilizará para arranques en frío y para limpieza de tuberías antes de una parada prolongada. También. El servicio de almacenamiento de MGO se completará con un tanque de servicio diario.

En el mercado podemos encontrarnos con HFO de diferentes características según sea el origen del crudo o los procesos de refinado diferentes, por tanto, si se produjese la mezcla de fuel de distintos orígenes podría ocurrir la precipitación de importantes cantidades de lodos. La mezcla se evitará en la medida de lo posible disponiendo de tanques almacén segregados y de dos tanques de sedimentación (con capacidad suficiente para 24 horas cada uno). Se dispondrá también de dos tanques de servicio diario que tendrán una capacidad de almacenamiento de 19 horas de consumo cada uno.

La precisión en el mantenimiento de la temperatura a la entrada de la purificadora imposibilita que el trasiego de combustible se realice bruscamente en un corto período de tiempo. Por tanto, se mantendrá un nivel prácticamente constante en los tanques de sedimentación utilizando una bomba de trasiego automática controlada por medio de un contacto de nivel situado en los tanques, con lo que la temperatura de dichos tanques se mantendrá prácticamente constante. Además, para mejorar la calidad del combustible, es conveniente que pase más de una vez por la planta de tratamiento. Con este fin, el rebose del tanque de servicio diario, que se procurará mantener lleno permanentemente, descargará a los tanques de sedimentación.



## 4.1. TANQUES EN CÁMARA DE MÁQUINAS.

### 4.1.1. Tanques de Fuel Oil

Se disponen dos tanques de fuel en los costados de la cámara de máquinas con su fondo a 10,5 m SLB (6,69 m. sobre el doble fondo) y su techo bajo el nivel de la cubierta, ambos con un serpentín de vapor y un termostato para su calentamiento, necesarios para fluidificarlo y facilitar su bombeo hacia los tanques de uso diario.

Estos tanques se encontrarán separados del forro exterior por un doble casco con un espesor de 2 m. para evitar vertidos de hidrocarburo al mar y también evitar daños a los tanques en caso de un abordaje.

Para determinar la capacidad total mínima de ambos tanques en conjunto tendremos en cuenta la autonomía y el consumo específico del motor a su potencia MCR. Además consideraremos un factor de seguridad que engloba a las pérdidas de volumen por dilataciones del 3% y del 2% por refuerzos interiores del tanque.

Por otro lado, al tratarse de tanques de almacenamiento de HFO deberán disponer de calefacción que permita mantener la temperatura a 70 °C. Esta calefacción se realizará mediante serpentines internos en los tanques por donde circulará el vapor saturado generado en las calderas auxiliares definidas en el Cuaderno nº12.

Los tanques de sedimentación serán altos y en su fondo se montarán grifos de purga que descargarán a embudos que llevarán las purgas al tanque de lodos que se encuentra en el doble fondo de la cámara de máquinas.

Las bombas de trasiego serán adecuadas para HFO y será necesario instalar una bomba adicional para el trasiego de MGO. Una de las bombas de HFO servirá de respeto para los dos servicios.

Todos los tanques de HFO contarán con el sistema de calefacción descrito anteriormente.

El volumen de este tanque lo calcularemos mediante la siguiente expresión:

$$V_{HFO} = \frac{BHP_{85\%} \cdot SFOC \cdot Autonomia}{\gamma_{HFO} \cdot 0,95 \cdot 0,75} = \frac{0,85 \cdot 28827 \cdot \frac{167}{10^6} \cdot \frac{18000}{16}}{0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,75} = 6593 \text{ m}^3$$

Pero como el tanque solo se llena al 98% el volumen se calculará dividiéndolo entre 0,98.

$$V_{HFOMP} = 6727,45 \text{ m}^3$$





A esta capacidad debemos añadirle la consumida por el sistema de gas inerte descrito en el Cuaderno nº12 que tiene un consumo de 1,73 t/h con un consumo total durante cada operación de carga y descarga de 26 t. Aunque este equipo solamente funciona al 100% en las dichas operaciones previas a la carga y descarga, debe mantener una atmósfera inerte durante toda la travesía cuando el índice de inflamabilidad de la atmósfera alcanza un valor superior al L.I.I. (Límite Inferior de Inflamabilidad), por lo que consideraremos un factor multiplicador de 3.

También debemos añadir el volumen de fuel pesado consumido por las calderas auxiliares y la caldera de gases de escape cuando usa los quemadores. Esto es en operaciones de carga y descarga para calentar la carga. Por lo tanto el volumen adicional considerado por el sistema de gas inerte es de 73,95 m<sup>3</sup> mientras que el debido a la caldera es de 115,6 m<sup>3</sup> que se suman al necesario para el motor principal.

EQUIPO	CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )
Motor Principal	6727,45
Calderas Auxiliares (2)	115,6
Sistema de Gas Inerte	78

$$V_{HFO} = 6921 \text{ m}^3$$

#### 4.1.1.1 Tanques de uso diario de HFO (TUHFO)

El Reglamento de DNV en su *Parte 6 Cap.2 Sec.2 C 201* indica que deben existir al menos dos tanques de servicio con posibilidad de usar uno u otro. Estos tanques deben facilitar el calentamiento mediante serpentines del combustible a una temperatura que no exceda de 10° por debajo del punto de vaporización del combustible (Flash Point) según la *Parte 4 Cap.1 Sec.5 D 102* La capacidad ha de ser tal que alimenten en servicio el motor principal durante un mínimo de 19 h. La autonomía medida en días la podemos calcular como:

$$Aut_{(días)} = \frac{Aut_{millas}}{v} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}} = \frac{18000}{16} \cdot \frac{1}{24} = 46,87 \text{ días}$$

$$V_{UDHFO} = \frac{BHP_{85\%} \cdot SFOC \cdot 19}{\gamma_{HFO} \cdot 0,95 \cdot 0,75} = \frac{0,85 \cdot 28827 \cdot \frac{167}{10^6} \cdot 19}{0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,75} = 111,35 \text{ m}^3$$

$$V_{UDHFO} = 111,35 \text{ m}^3$$



#### 4.1.2. Tanques de MGO

Situados en el doble fondo de la cámara de máquinas a ambos costados del tanque almacén de aguas oleosas (sentina). Su misión es alimentar a los auxiliares como ya se ha indicado y utilizarlo como combustible de arranque si fuese preciso. Contarán con calentadores de vapor accionados por un termostato para mantener la temperatura entorno a los 30°C.

También constarán de sus propios tanques de uso diario y separadoras que podrán ser intercambiables en todo momento por las de HFO.

De las especificaciones técnicas de los auxiliares definidos en el Cuaderno nº11 la capacidad mínima de los tanques para atender a los tres diesel-generadores ha de ser de

$$V_{MGO} = N \frac{BHP \cdot SFOC \cdot Autonomia}{\gamma_{MGO} \cdot 0,95 \cdot 0,75} = 3 \cdot \frac{1800 \cdot 9,88 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{18000}{16}}{0,85 \cdot 0,95 \cdot 0,75} = 992,95 \text{ m}^3$$

$$V_{MGO} = 992,95 \text{ m}^3$$

##### 4.1.1.1 Tanques de uso diario de MGO

La capacidad de los tanques almacén debe ser tal que alimente, a través de los tanques de uso diario correspondientes, a los auxiliares. La capacidad de dicho tanque se calcula de igual forma que la del tanque de HFO. La autonomía ha de ser la misma que el motor principal.

$$V_{UDMGO} = N \frac{BHP \cdot SFOC \cdot 19}{\gamma_{MGO} \cdot 0,95 \cdot 0,75} = 3 \cdot \frac{1800 \cdot 9,88 \cdot 10^{-5} \cdot 19}{0,85 \cdot 0,95 \cdot 0,75} = 16,74 \text{ m}^3$$

$$V_{UDHFO} = 16,74 \text{ m}^3$$

#### 4.1.3. Tanques de Aceite.

Se encuentran situados en el doble fondo de la cámara de máquinas a proa de los tanques de MFO. Estos tanques a su vez se dividen en dos según la maquinaria a la que sirven: principal y auxiliar, ya que según el tipo de motor la viscosidad del aceite varia siendo mayor para los motores de 2T que para los de 4T.



#### 4.1.3.1. Tanque almacén de aceite del motor principal (TLOMP).

El consumo de aceite del motor seleccionado, MAN B&W 5S90ME-C10 GI TII es de 0,1 g/kWh. Luego cada cilindro consume 2,88 kg/h.

Para la autonomía dada calculamos el volumen necesario de aceite con un 15% de margen de seguridad por pérdidas mediante la siguiente expresión:

$$V_{LO} = \frac{SLOC \cdot Autonomia \cdot N_{CIL}}{\gamma} \cdot 1,15 = \frac{2,88 \cdot \frac{18000}{16} \cdot 5}{0,95} \cdot 1,15$$

Donde

$SLOC$  es el consumo específico de aceite lubricante

$N_{CIL}$  es el número de cilindros

$\gamma$  es la densidad del aceite considerada como 0,950 kg/dm<sup>3</sup>.

$$V_{LOMP} = 19,628 \text{ m}^3$$

#### 4.1.3.2. Tanque almacén de aceite de máquinas auxiliares (TLOMA).

Como no conocemos el consumo de aceite ni de combustible de los auxiliares a instalar consideraremos el consumo diario de combustible de los auxiliares del buque base: 4,8 t/día. Por lo tanto el consumo de aceite se puede estimar en un 5% el consumo de combustible. Así para toda la autonomía necesitaremos un volumen de:

$$V_{LOMA} = 11,87 \text{ m}^3$$

#### 4.1.4. Tanques de Agua Dulce (TAD).

Se encuentran a popa del local del servo sobre la cubierta del pique de popa y situados a babor y estribor del local del servo, de forma que no interfieren en las operaciones de mantenimiento del servo.

Considerando que un tripulante consume aproximadamente 80 l/día, si tenemos en cuenta la autonomía del buque, 18.000 millas, el volumen del tanque será:

$$V_{TAD} = \frac{80}{1000} \frac{18000}{24 \cdot 16} \cdot 30$$

$$V_{TAD} = 112,5 \text{ m}^3$$



#### 4.1.5. Tanques de Agua Dulce Técnica (TADT).

Se encuentran a proa de los tanques de agua dulce y de igual forma sobre la cubierta del pique de popa y situados a babor y estribor del local del servo.

#### 4.1.6. Botellas de Aire Comprimido (BTAC).

Aunque no son propiamente tanques, se incluyen aquí por prestar servicio a la propulsión y encontrarse en cámara de máquinas.

Suministran el aire comprimido necesario para el arranque tanto del motor principal como de los auxiliares. Su capacidad debe ser tan que permita 12 arranques sucesivos en el caso de motores reversibles.

#### 4.1.7. Tanque de Aguas Oleosas (TAO).

Situado en el doble fondo de la cámara de máquinas en cruzía. A este tanque descargan el agua las separadoras de aceite y combustible así como cualquier pérdida de otra índole como de los sellos de bombas etc. En cumplimiento de lo establecido por MARPOL su contenido NO podrá ser descargado a la mar. Solo podrá serlo en puerto en las instalaciones adecuadas para su tratamiento o acondicionamiento para su traslado a un centro adecuado. Su capacidad ha de ser del 2% de la capacidad de combustible. Para el motor seleccionado este tanque tendrá un volumen de:

$$V_{TAO} = 139 \text{ m}^3$$

#### 4.1.8. Tanque de Derrames (TDe).

A este tanque descargan los reboses de los tanques de combustible y aceite una vez llenos así como las puras de las bandejas. Todos los tanques comunican por medio de un mismo conducto común a este tanque que no podrá ser vaciado durante la navegación al igual que el tanque de aguas oleosas. Se encuentra en el doble fondo de máquinas junto con el de lodos. Su volumen se calcula en función del consumo del motor principal mediante la siguiente expresión:

$$V_{TDe} = \frac{BHP_{85\%} \cdot SFOC \cdot 5}{\gamma \cdot 0,95 \cdot 0,75} \cdot 1,15 = \frac{0,85 \cdot 28827 \cdot \frac{167}{10^6} \cdot 5}{0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,75} = 29,30 \text{ m}^3$$

$$V_{TDe} = 29,30 \text{ m}^3$$



#### 4.1.9. Tanque de Lodos (TLds).

A este tanque descargan los lodos procedentes de las separadoras y de los tanques de sedimentación.

Los lodos pueden ser almacenados hasta ser descargados en puerto o bien ser incinerados a bordo.

Su capacidad será del 1,5% del consumo del motor principal.

$$V_{\text{TLDSe}} = 101 \text{ m}^3$$

## 5. CAPACIDAD DE TANQUES.

El resultado de capacidades se muestra a continuación.

TANQUE	VOLUMEN MÍNIMO (m <sup>3</sup> )
Agua Dulce	112,50
Agua Técnica	30,00
Agua Oleosa	139,00
Almacén HFO	6921,00
Almacén MGO	992,95
Uso diario HFO	131,00
Uso diario MGO	16,74
Derrames	29,30
Almacén Aceite MP	19,63
Almacén Aceite MA	11,87
Lodos	101,00



## 6. CONSUMO ESPECÍFICO DEL MOTOR.

El consumo específico de este motor se estima por medio del software CEAS disponible en la página [www.marine.man.eu](http://www.marine.man.eu). Como **ANEXO 1 – Características del Motor Principal y sus Auxiliares**. CEAS Software se incluye la salida de dicho software.

De dicha salida obtenemos un SFOC para el punto de funcionamiento de 164,6 g/kWh. Con este dato podemos justificar la autonomía del buque, pues tenemos unos tanques de combustible capaces de albergar 8108,24 toneladas de HFO. El volumen de HFO necesario para cubrir la autonomía necesaria con el consumo indicado la calculamos por la fórmula ya empleada:

$$V_{UDHFO} = \frac{BHP_{85\%} \cdot SFOC \cdot Autonomía}{\gamma_{HFO} \cdot 0,95 \cdot 0,75} = \frac{25925 \cdot \frac{164,6}{10^6} \cdot \frac{18000}{16}}{0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,75} = 6875,28 \text{ m}^3$$

$$V_{UDHFO} = \frac{BHP_{85\%} \cdot SFOC \cdot 19}{\gamma_{HFO} \cdot 0,95 \cdot 0,75} = \frac{25925 \cdot \frac{164,6}{10^6} \cdot 19}{0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,75} = 116,12 \text{ m}^3$$

Como podemos ver, la capacidad de los tanques definida en el punto 5 de este documento, es mayor que la requerida por el motor, luego podemos asegurar que el buque alcanzará la autonomía requerida en el RPA de 18000 millas a la velocidad de servicio.

TANQUE	VOLUMEN MÍNIMO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN REQUERIDO (m <sup>3</sup> )
Almacén HFO	6921,00	6875,28
Uso diario HFO	131,00	116,12

El “exceso” de almacén de combustible HFO no se debe reducir, ya que como se ha indicado en el Cuaderno n<sup>o</sup>4, los tanques almacén no solo se dimensionan según el consumo del motor principal, sino que también hemos tenido en cuenta el consumo de las auxiliares necesarias para calefactar los tanques y servicios de fonda y alimentar el generador de gas inerte. Todos estos auxiliares serán definidos en el Cuaderno n<sup>o</sup>12.



## 7. VOLUMEN DE LOS GASES DE ESCAPE.

Los gases de escape de un motor de combustión interna contienen una entalpía relativamente elevada que se pierde a la atmósfera en forma de calor. Esta energía supone del 28 al 32% de las pérdidas del motor.

Sin embargo podemos aprovechar estos gases como foco caliente en una caldera para generar vapor que utilizaremos para calefactar los tanques de combustible y de carga. Para esta última tarea y debido al gran volumen de carga a calentar esta caldera contará con quemadores auxiliares de HFO y será apoyada por dos calderas auxiliares de combustible en momentos de alta demanda de vapor, como durante la descarga para calentar los tanques y accionar las turbo-bombas de carga. Dicho equipo se detallará en el Cuaderno nº12.

No obstante para su dimensionamiento y selección de entre las disponibles en el mercado necesitamos conocer la temperatura y caudal de gases de escape que hallaremos por medio del software CEAS disponible en la página [www.marine.man.eu](http://www.marine.man.eu). Como **ANEXO 1 – Características del Motor Principal y sus Auxiliares. CEAS Software** se incluye la salida de dicho software.

De dicha salida obtenemos que la temperatura de gases de escape es de 256 °C. A esta temperatura le corresponde una entalpía de 551,60 kJ/kg para un exceso de aire  $\lambda = 1,4$  que pese a su bajo valor, podemos utilizarlo para elevar la temperatura en una caldera de gases de escape asistida por quemadores de HFO. Debido a que el punto de rocío para los gases de la combustión se encuentra en el entorno de 50°C, dispondremos de un salto entálpico máximo de 213 kJ/kg en la caldera.

## 8. EQUIPO AUXILIAR DEL MOTOR PRINCIPAL.

De los servicios auxiliares del motor principal que se incluyen a continuación algunos no son de su uso exclusivo, como el de aire a presión o el de lodos. Pero a pesar de ello se han incluido en este apartado por ser este su usuario más importante.

En el cálculo de los enfriadores se toma un 10% de margen por ensuciamiento y desviación de las condiciones de proyecto.

Partimos de los datos presentados en EL Project Guide del motor así como de los resultados incluidos en el **ANEXO 1 – Características del Motor Principal y sus Auxiliares. CEAS Software**.



## 8.1. SERVICIO DE COMBUSTIBLE.

### 8.1.1. Sistema de Tratamiento de Combustible.

El servicio de combustible contará con los siguientes equipos:

**001** Tanque de sedimentación mantenido a 70 °C por medio de un serpentín de vapor. Debe estar aislado.

**002** Tanque de uso diario calentado a 70 °C y aislado capaz de alimentar al motor principal durante 19 horas de forma ininterrumpida. De este tanque aspiran las bombas de alimentación que a su vez suministran el fuel a las bombas booster del motor principal que son las encargadas de elevar la presión del combustible hasta el valor necesario para su inyección. A este tanque se dirigen también los retornos de combustible procedentes de las inyectoras de cada uno de los cilindros. Este combustible es el exceso resultante de cada inyección, una vez se ha cerrado la válvula de la inyectora. Cada una de ellas tiene un conducto de alimentación de HFO y otro de retorno. Todos los tubos de retorno se encuentran comunicados entre sí formando un colector común.

El circuito entre el tanque de uso diario y las inyectoras debe estar siempre bajo presión y libre de cualquier burbuja de aire, que en caso de penetrar en los conductos, impediría la inyección debido a la compresibilidad del aire y por lo tanto el buen funcionamiento del motor. Las válvulas presentes en dicho circuito deben permitir realizar la purga del mismo cuando sea necesario.

**003** Tanque de MDO de uso diario. Se utilizará para arranque en frío si fuese necesario  
**004** Filtro de succión. Elimina las impurezas del HFO . Será un filtro doble con anómetro diferencial de presión entre la entrada y salida que indique cuando el filtro está sucio.

**005 y 006** Dos bombas de trasiego de fuel. Se instalarán en paralelo cada una con su filtro de succión. Deben formar dos ramas fácilmente intercambiables por medio de un by-pass y cada grupo (bomba y filtro) deben poder ser aisladas para su mantenimiento sin necesidad de detener la planta. Serán dos bombas para fuel y una para gasoil (se pueden intercambiar en caso de avería) de tornillo con recirculación que a través del parque de válvulas, aspiran de los tanques de sedimentación y descargan a través de las separadoras a los tanques de uso diario. Estos tanque tendrán a su vez una descarga al tanque de reboses y estarán calefactados.

**007** Precalentadores de HFO, en línea con cada bomba 005 y 006 y también fácilmente intercambiables.

**008 y 009** Dos separadoras centrífugas autolimpiables de descarga parcial con bombas incorporadas de aspiración y descarga, filtro mirillas de observación termómetro, manómetro y contador que alimentadas por las bombas de tornillo antes expuestas descargan el agua separada al tanque de aguas oleosas, los lodos al tanques de lodos y el HFO al tanque de uso diario. Se instalarán dos separadoras en paralelo y cada una contará con un calentador eléctrico de 238 kW de potencia para elevar la temperatura





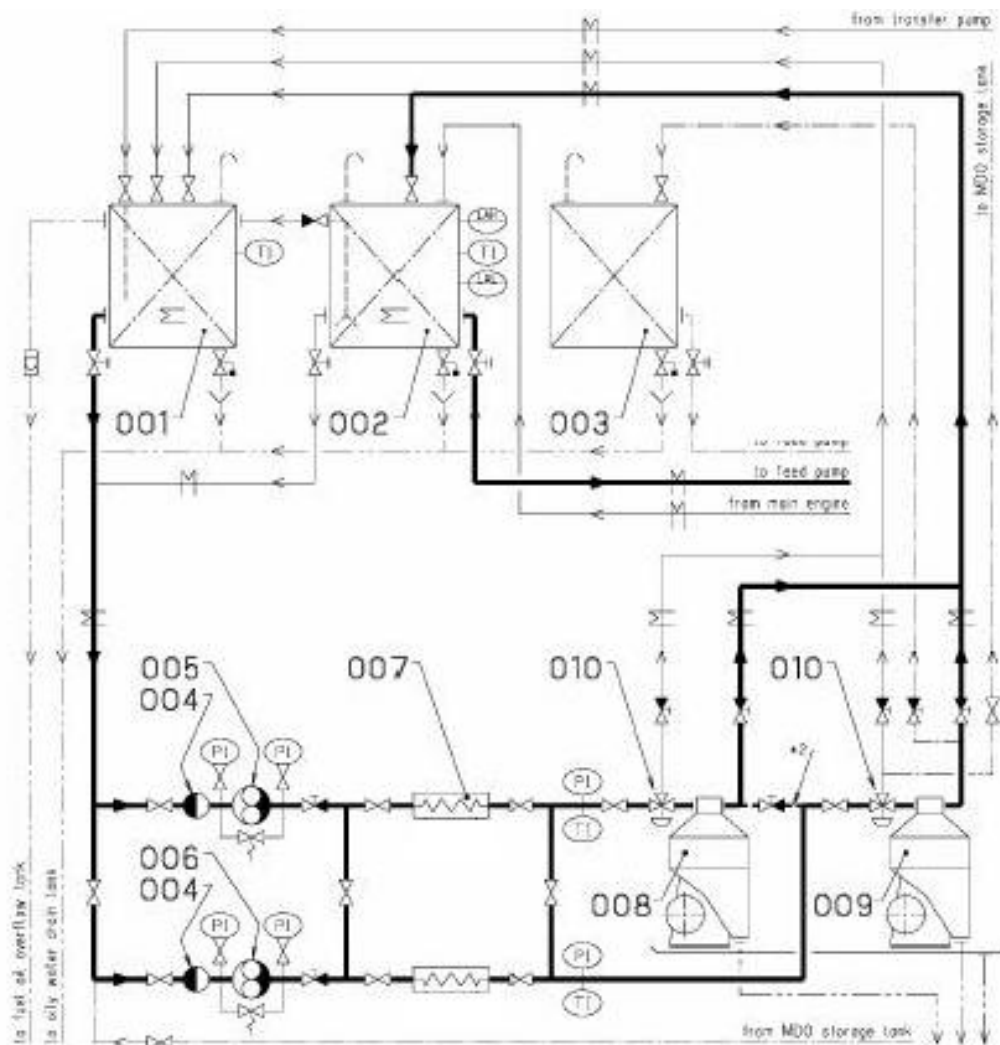
del combustible hasta los 98 °C y así facilitar su depuración.

#### **8.1.1.1. Separadora de Combustible Pesado.**

Se disponen dos separadoras preparadas para trabajar tanto en paralelo como en serie, una clarificando y otra purificando, y que aunque esta sea una opción más cara, al obligar a tener un bolo auxiliar para preparar la clarificadora como purificadora al hacer el mantenimiento o en emergencias, además de tener que parar la planta durante el cambio del bolo. Pero esta disposición es más segura teniendo en cuenta la mala calidad del fuel que va cargar el buque y que pueden ser incompatibles.

Según MAN B&W (ver **ANEXO 1 – Características del Motor Principal y sus Auxiliares. CEAS Software**), el caudal a purificar será de 7020 l/h por lo que, suponiendo que se va a quemar cualquier fuel marino (viscosidad específica no superior a 700 cSt a 50°C), se instalan depuradoras Alfa-Laval tipo MOPX 207 (ver **ANEXO 2 – Características Separadora-Purificadora MOPX**) con un caudal máximo de 7400 l/h consumiendo 17 kW –sin contar el calentador- a una temperatura de separación mínima de 98°.

Este sistema contará a la salida de cada válvula de sensores de presión y temperatura tanto de lectura directa como remota desde la cámara de control de máquinas.



- 001 HFO settling tank, heated and insulated
- 002 HFO daily tank, heated and insulated
- 003 MDO daily tank
- 004 Suction filter
- 005 HFO separator supply pump, with safety valve \*1
- 006 HFO/MDO separator supply pump, with safety valve \*1
- 007 HFO pre-heater
- 008 Self-cleaning HFO separator
- 009 Self-cleaning HFO/MDO separator
- 010 Three-way valve, diaphragm operated

**Remarks:**

- \*1 Pump may be omitted if integrated in separator
- \*2 Connection pipe optional
- Air vent and drain pipes must be fully functional at all inclination angles of the ship at which the engine must be operational.





### 8.1.1.2. Cálculo de las Bombas de Combustible.

i) Bomba de Alimentación de Combustible: 8,2 m<sup>3</sup>/h y 4,0 bar

(a) *Potencia hidráulica:*  $P_H = Q \cdot H \cdot \rho / (3600 \cdot 75)$  donde

Q es el caudal del fluido en m<sup>3</sup>/h

H es la altura manométrica de descarga en metros de columna de agua (m.c.a)

$\rho$  es la densidad el fluido en kg/m<sup>3</sup>

luego  $P_H = 8,2 \cdot 40 \cdot 980 / (3600 \cdot 75) \rightarrow P_H = 1,19 \text{ HP}$

(b) *Potencia mecánica:*  $P_M = P_H / 0,47 \rightarrow P_M = 2,53 \text{ HP}$

(c) *Potencia eléctrica:*  $P_E = P_M \cdot 0,735 / 0,88 \rightarrow P_E = 2,11 \text{ W}$

ii) Bomba de circulación (booster): 14,0 m<sup>3</sup>/h y 6,0 bar

(a) *Potencia hidráulica:*  $P_H = Q \cdot H \cdot \rho / (3600 \cdot 75) \rightarrow P_H = 3,05 \text{ HP}$

(b) *Potencia mecánica:*  $P_M = P_H / 0,47 \rightarrow P_M = 6,50 \text{ HP}$

(c) *Potencia eléctrica:*  $P_E = P_M \cdot 0,735 / 0,88 \rightarrow P_E = 5,42 \text{ kW}$

iii) Bombas de trasiego: 14,0 m<sup>3</sup>/h y 6,0 bar:

Deberán llenar el tanque de uso diario en 1 h. y transvasar el fuel desde los tanques almacén al de sedimentación que siempre se mantendrá lleno.

(a) Capacidad de las bombas de trasiego entre el tanque de sedimentación y el de uso diario.

I) *Potencia hidráulica:*  $P_H = Q \cdot H \cdot \rho / (3600 \cdot 75) \rightarrow P_H = 3,05 \text{ HP}$

II) *Potencia mecánica:*  $P_M = P_H / 0,47 \rightarrow P_M = 6,50 \text{ HP}$

III) *Potencia eléctrica:*  $P_E = P_M \cdot 0,735 / 0,88 \rightarrow P_E = 5,42 \text{ kW}$

(b) Capacidad de las bombas de trasiego entre el tanque de sedimentación y el de sedimentación.

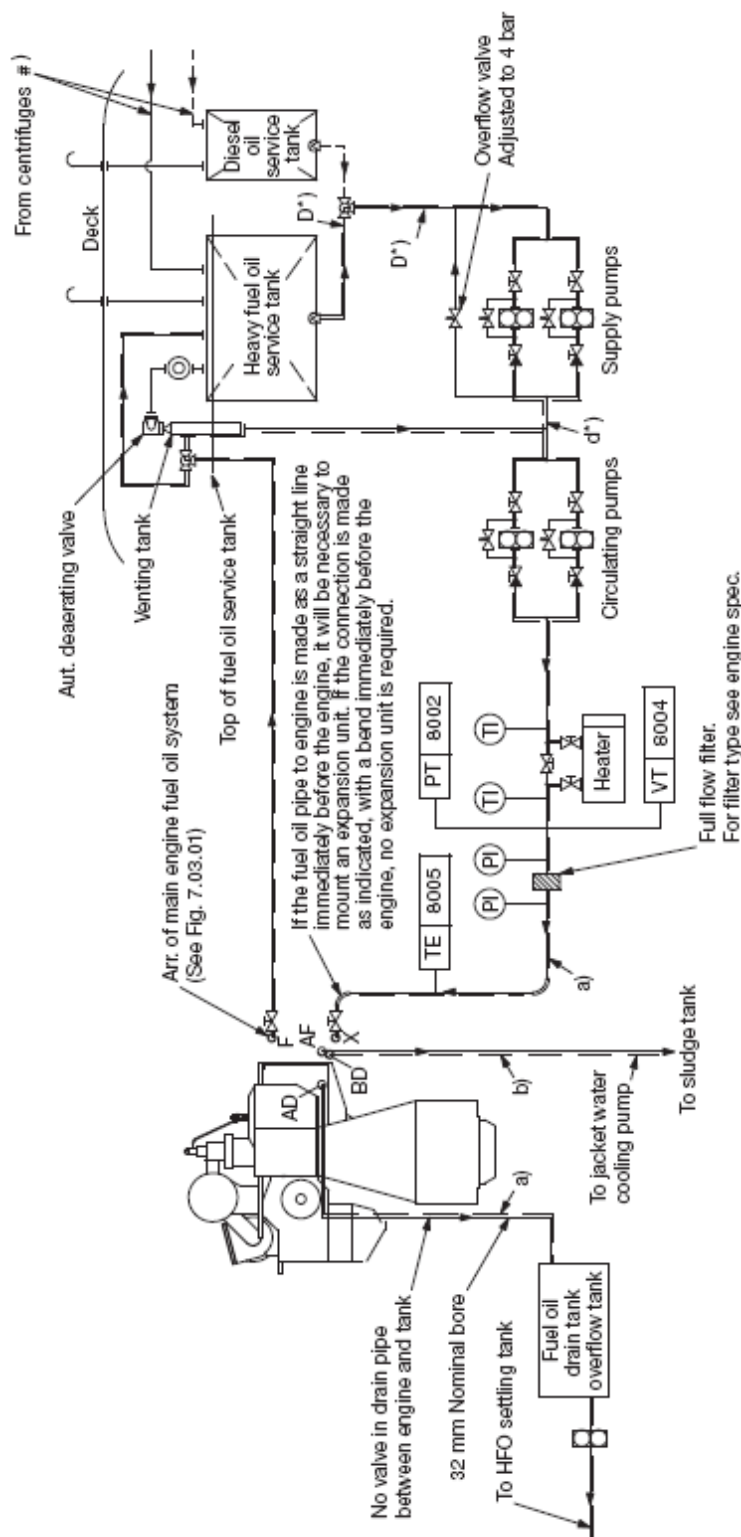
I) *Potencia hidráulica:*  $P_H = Q \cdot H \cdot \rho / (3600 \cdot 75) \rightarrow P_H = 23,15 \text{ HP}$

II) *Potencia mecánica:*  $P_M = P_H / 0,47 \rightarrow P_M = 49,25 \text{ HP}$

III) *Potencia eléctrica:*  $P_E = P_M \cdot 0,735 / 0,88 \rightarrow P_E = 41,14 \text{ kW}$



### 8.1.1.3. Sistema presurizado de combustible



#) Approximately the following quantity of fuel oil should be treated in the centrifuges: 0.23 l/kwh as explained in Section 7.05. The capacity of the centrifuges to be according to manufacturer's recommendation.

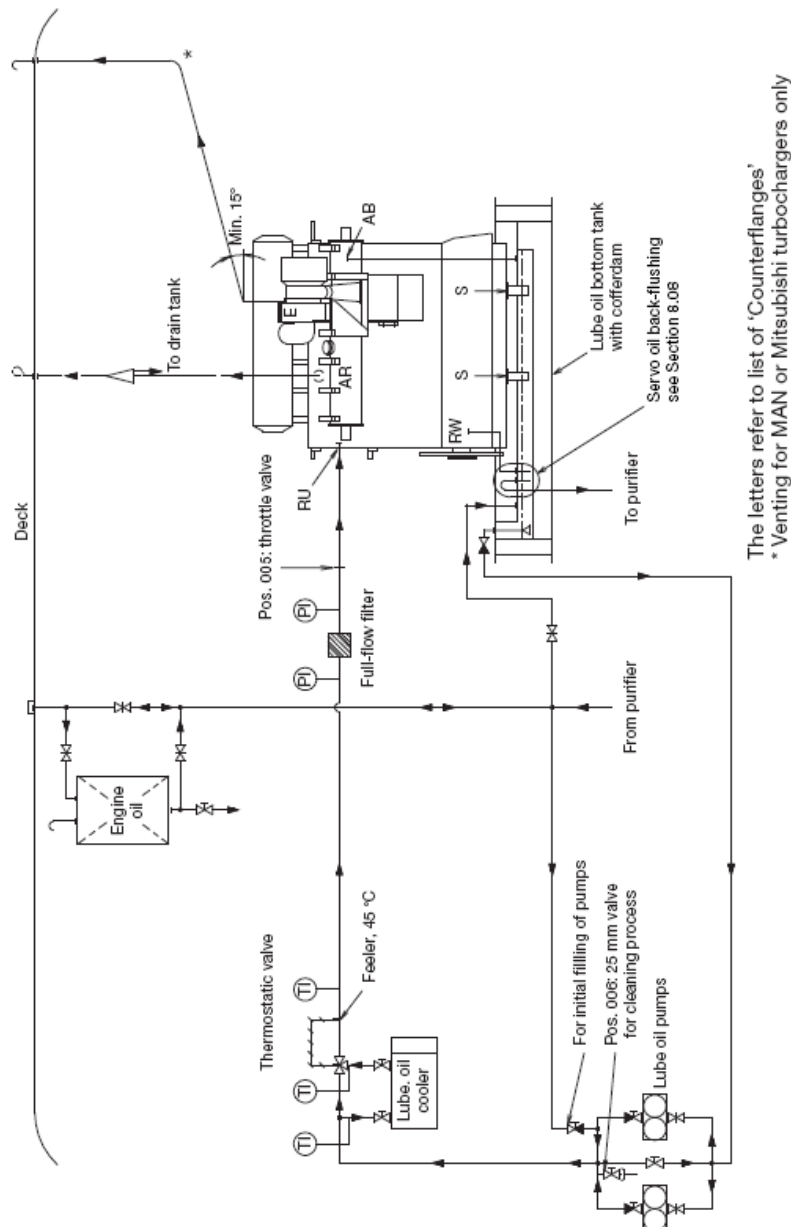
\*) D to have min. 50% larger passage area than d.

El combustible es aspirado por las bombas de alimentación de baja presión (dispuestas en paralelo donde una actúa de reserva), del tanque de uso diario, bien sea HFO o MGO,



y pasa a través de la válvula de cambio de combustible (MFO-HFO), las bombas de circulación, el precalentador y el filtro doble hasta la entrada al motor. El exceso de combustible es derivado al tanques de reboses y posteriormente al tanque de sedimentación de HFO. Una vez en el motor, la bomba de alta presión transfiere el combustible a través del calentador, el viscosímetro y el filtro en el conducto de alimentación de inyectoras. Este conducto siempre se encuentra bajo alta presión. La válvula reguladora de presión controla la descarga de la bomba de baja presión, asegurando que la misma se realiza a 1 bar sobre de la presión de evaporación para evitar la formación de vapor en el circuito.

## 8.2. SERVICIO DE LUBRICACIÓN.





El circuito de lubricación tendrá dos entradas en el motor. El aceite de una de las entradas lubricará los cojinetes de los apoyos del cigüeñal ascenderá a continuación por el conducto interior de las bielas hacia el pie de las mismas donde lubricará el juego ente este y el bulón del pistón correspondiente cayendo a continuación hacia el cárter. La otra lubricará exclusivamente la cruceta y sus patines. Este último circuito debe ser capaz de funcionar de forma independiente al resto del sistema el cual consta de los siguientes equipos.

**Tanque almacén de aceite** el cual descarga al cárter y de donde aspiran las bombas de alimentación propias del motor. Este tanque tendrá dos alarmas por bajo y alto nivel y de él aspiran y a él descargan las separadoras de aceite. Estas no funcionan continuamente sino cuando las especificaciones del fabricante del motor así lo requieran o cuando se observen anomalías en el aceite como:

- i. Agua: El aceite se emulsiona y pierde sus propiedades de lubricación.
- ii. Partículas de carbonilla y gomas provocadas por el sobrecalentamiento del aceite.
- iii. Partículas metálicas originadas por rozamientos anormalmente elevados o daños en los cojinetes.

A continuación del cárter se encuentran los **filtros de succión y las bombas de lubricación** instaladas como es habitual en paralelo con sus válvulas correspondientes para facilitar el mantenimiento sin detener la planta. Normalmente funciona uno solo de estos grupos.

Las bombas descargan al **enfriador de aceite** que puede ser puenteado mediante un by-pass en caso de que la temperatura del aceite sea baja y no precise ser enfriado. Si el aceite fuese subenfriado aumentaría su viscosidad dificultando su bombeo y reparto uniforme sobre las superficies en contacto. Este enfriador es un intercambiador de calor en el cual el fluido frío, agua de mar, circula por la carcasa, y el fluido caliente, aceite, circula por los tubos. El número de pasos de tubo y carcasa del intercambiador dependerán de las temperatura media de funcionamiento del aceite, de la temperatura media del agua de mar (según la zona de navegación) y del espacio disponible.

A la salida del enfriador y de su by-pass se encuentran el **filtro de aceite con doble cestilla en paralelo**, de acero inoxidable la cesta y cuerpo de fundición que permiten la limpieza, mantenimiento y/o sustitución de uno de ellos mientras se utiliza el otro. Normalmente solo funciona uno y el otro se encuentra de respeto. El conjunto cuenta con un by-pass accionado de forma automática por válvula diferencial de presión entre la entrada y salida de los filtros, para garantizar que no le falte lubricación al motor en caso de una caída brusca de presión, por ejemplo por estar los filtros obturados.

Las ventilaciones del cárter tendrán una inclinación no inferior a 15° o una trampa de hidrocarburos para retener os vapores de aceite y enviarlos al tanque de drenajes.



### 8.2.1. Separadoras de aceite.

Según los datos de MAN el volumen mínimo de aceite a 95º, será de 4.150 l/h.

Para ello instalaremos 2 separadoras, alimentadas por un calentador de vapor que llevará el aceite a la temperatura de separación de 90º. Las purificadoras serán **Alfa-Laval LPOX07**, autolimpiable y de descarga parcial, que puede tratar un aceite de mala calidad con un caudal de 2700 l/h. con un consumo de 6,5kW.

Una de ellas actúa de separadora y la otra lo hará de clarificadora.

### 8.2.2. Cálculo de las bombas de lubricación.

i) Bomba de Lubricación: 460 m<sup>3</sup>/h y 4,8 bar

(a) *Potencia hidráulica:*  $P_H = Q \cdot H \cdot \rho / (3600 \cdot 75)$  donde

Q es el caudal del fluido en m<sup>3</sup>/h

H es la altura manométrica de descarga en metros de columna de agua (m.c.a)

$\rho$  es la densidad el fluido en kg/m<sup>3</sup>

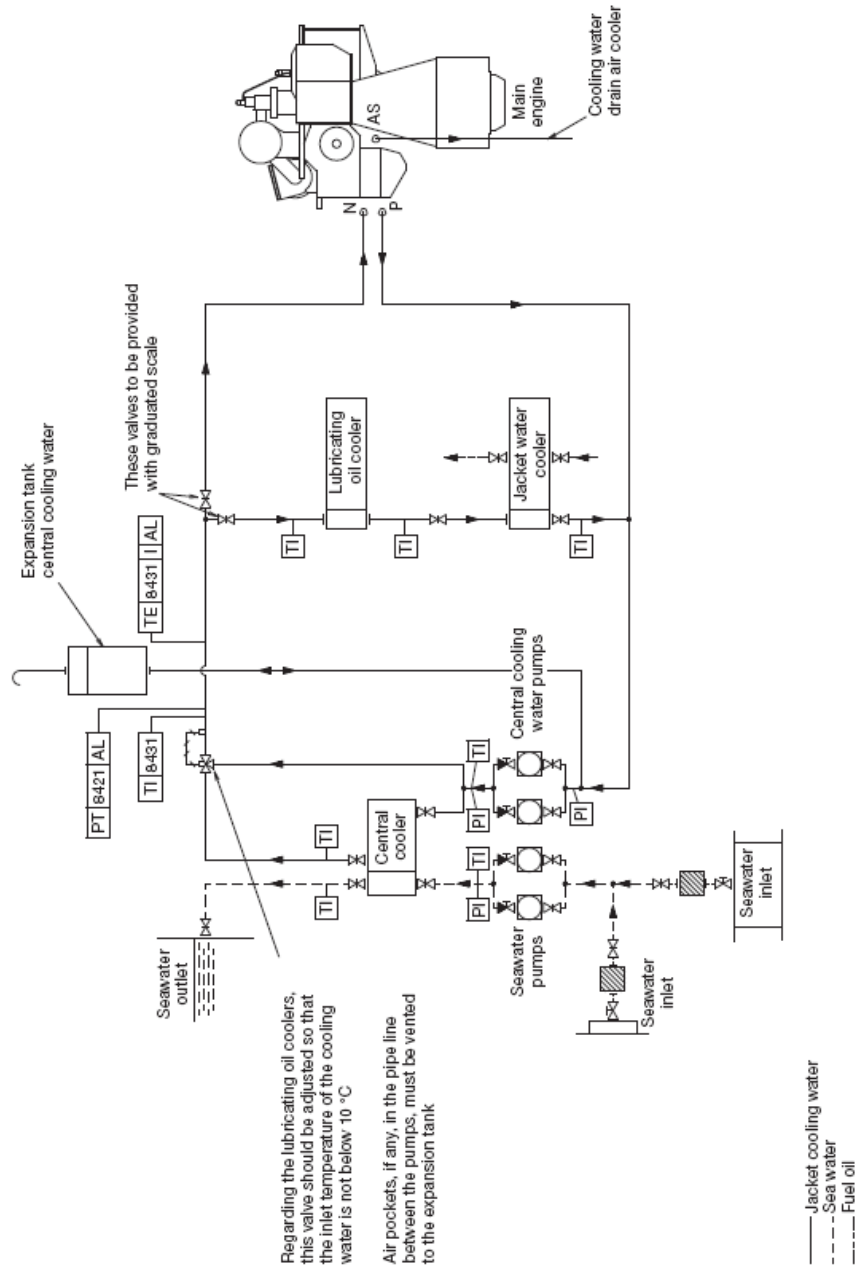
luego  $P_H = 460 \cdot 56 \cdot 950 / (3600 \cdot 75) \rightarrow P_H = 90,63 \text{ HP}$

(b) *Potencia mecánica:*  $P_M = P_H / 0,47 \rightarrow P_M = 192,63 \text{ HP}$

(c) *Potencia eléctrica:*  $P_E = P_M \cdot 0,735 / 0,88 \rightarrow P_E = 161,06 \text{ kW}$



### 8.3. SERVICIO DE AGUA DE REFRIGERACIÓN.



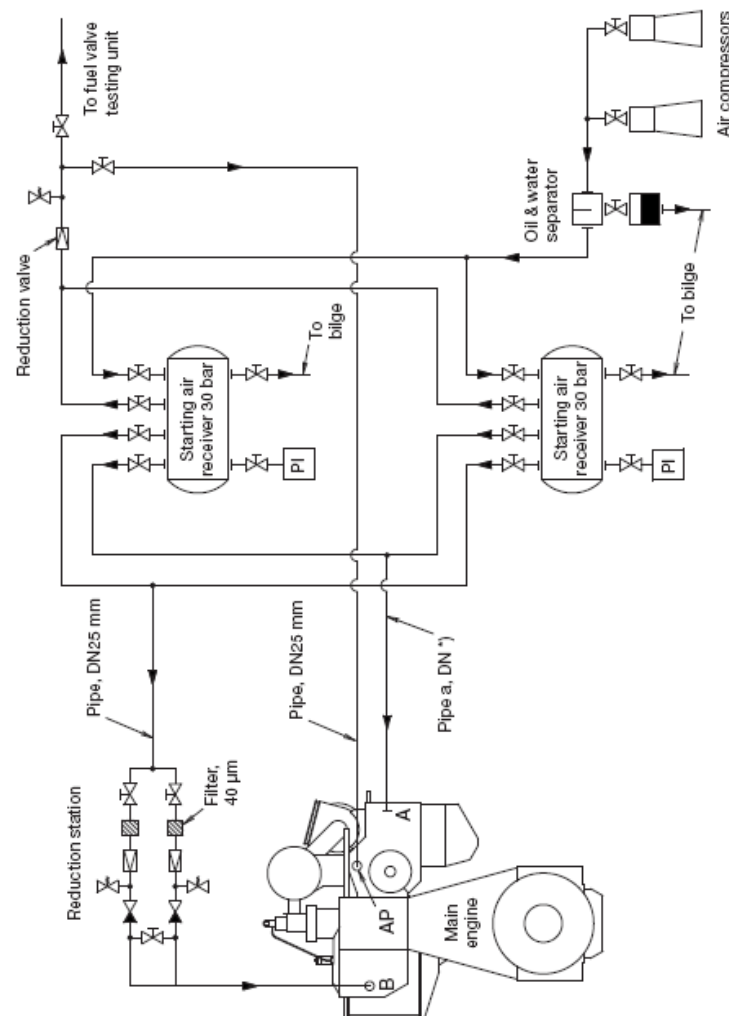
El circuito de refrigeración central se divide en dos circuitos, primario y secundario. El circuito primario refrigera el motor mediante agua técnica tratada químicamente que es circulada por medio de dos bombas instaladas en paralelo hacia un enfriador central alimentado por agua de mar suministrada asimismo por sendas bombas centrífugas instaladas en paralelo. Una de las bombas de cada sistema actúa siempre como bomba de reserva Dependiendo de la temperatura a la que se encuentre el agua técnica una válvula termostática desvía una parte de ella o su totalidad hacia el motor si está a baja temperatura, o hacia el intercambiador se está a altas temperaturas. Antes de retornar al motor, y también gracias a una válvula termostática de tres vías, el agua es circulada hacia los enfriadores de aceite y de agua de refrigeración de camisas.





#### 8.4. SERVICIO DE AIRE DE ARRANQUE.

Para cumplir el SOLAS el motor principal debe contar con las botellas de aire comprimido suficientes como para permitir el arranque al menos 12 veces consecutivas sin necesidad de recargarlas. El tiempo necesario para su recarga no debe exceder una hora de tiempo. Los motores de combustión interna a partir de una determinada potencia no pueden ser arrancados mediante un motor eléctrico convencional, sino que utilizan aire comprimido. Este aire proviene de unas botellas presurizadas y se inyecta solo en los cilindros adecuados. Estos cilindros son aquellos que han rebasado el punto muerto superior y se encuentran en la carrera descendente (admisión). De esta forma el aire a través del movimiento de los cilindros acciona el cigüeñal que a su vez, y mediante la distribución, acciona el árbol de levas de las inyectoras (una por cilindro) dando comienzo al ciclo diesel de 2T. El aire de arranque no se introduce en el cilindro por las lumbreras de admisión como ocurre con el aire procedente del turbocompresor de barrido, sino que lo hace por medio de una válvula especial en la culata llamada válvula de arranque y que recibe el aire en función de la posición del cilindro por medio del sistema de distribución de aire de arranque accionado por el propio sistema de distribución del motor como ya se ha indicado.





Dos compresores mantienen siempre llenas y bajo presión las botellas de aire comprimido. Los compresores entran en funcionamiento cuando un presostato detecta una caída de presión en las botellas. El aire procedente de los compresores pasa a través de un separador de agua y aceite automático para eliminar cualquier rastro de humedad antes de entrar a las botellas.

Cada botella debe contar en su casquete superior con una válvula tarada a una presión ligeramente superior que la de trabajo con el fin de evitar una explosión por un mal funcionamiento de los compresores. La descarga de las válvulas de seguridad se llevará a cubierta para evitar que en caso de incendio, la temperatura generada pueda hacer saltar las seguridades y reiniciarse o propagarse el incendio.

En su parte inferior contarán con sendos drenajes para eliminar la humedad cuando se realice el mantenimiento del servicio. También deben incorporar un manómetro con alarma por presión elevada cada una.

De las botellas salen dos circuitos uno a 30 bar. utilizado para el arranque del motor principal y otro que mediante una reductora de presión de 30 bar. a 8 bar., alimenta los controles neumáticos del servicio de aire de arranque, la válvula de exhaustación y a los motores auxiliares u otros propósitos. Para este aire se instalará una tercera botella de idénticas características que las de arranque pero diseñada para la presión de 9 bar.

La capacidad total de las botellas y compresores se indica en el **ANEXO 1 – Características del Motor Principal y sus Auxiliares. CEAS Software**. El volumen de cada botella será de 14 m<sup>3</sup> y la capacidad total de los compresores de 840 m<sup>3</sup>/h.de depende de la inercia total de las partes móviles del motor.

La presión requerida por los motores auxiliares es de 8 bar para lo cual se dispondrá una estación reductora en la rama que va de las botellas principales a los M.M.A.A. Para el relleno de la botella de auxiliares se dispone un compresor que suministra aire a 8 bar.

En caso de emergencia este compresor podrá ser accionado por el grupo de emergencia, permitiendo así arrancar los motores auxiliares. La botella de auxiliares también tendrá comunicación con las botellas principales a través de una estación reductora.

Se instalará también un sistema de baja presión compuesto por una botella de 8 bar alimentada por un compresor y, alternativamente, desde las botellas principales a través de una estación reductora. Este sistema suministrará aire comprimido para el accionamiento neumático de válvulas de exhaustación y de los mecanismos de parada de seguridad del motor y para todos los restantes servicios del buque no relacionados con el M.P. y los M.M.A.A.



#### 8.4.1. Cálculo de los compresores y botellas principales.

Del ANEXO 1 – Características del Motor Principal y sus Auxiliares. CEAS Software,

Starting air system, 30 bar	
Receiver volume (12 starts)	2 x 14.0 m <sup>3</sup>
Compressors (total)	840 m <sup>3</sup> /h

Con esta capacidad buscamos en los catálogos de los fabricantes y seleccionamos los compresores en función de su fiabilidad, mantenibilidad y empacho.

Para una mejor fiabilidad y mantenibilidad los compresores han de carecer de circuitos secundarios complejos como refrigeración líquida, lubricación o enfriador intermedio. Los compresores seleccionados son los siguientes:

**SAUER TYPHOON WP240. 2 ETAPAS/2 PISTONES, 133,6 m<sup>3</sup>/h, 66 kW**

Debido a que son compresores alternativos requieren un anclaje correcto que soporte las vibraciones producidas con un polín que absorba las mismas en la medida de lo posible y no las transmita a la plataforma donde estarán situados. Ver ANEXO 3 – Características Compresores Alta Presión

#### 8.4.2. Botellas y compresores auxiliares.

Como no conocemos la capacidad mínima de las botellas, su capacidad la estimaremos extrapolando la capacidad de las botellas principales en función de la potencia del motor. Si realizamos este cálculo, la capacidad de las botellas de los auxiliares será de 0,87 m<sup>3</sup> y los compresores de 8,34 m<sup>3</sup>/h. Esta botella es alimentada por el compresor de emergencia y, alternativamente, desde las botellas principales a través de una estación reductora.

**Aire de servicio.** Será proporcionado a través de las botellas auxiliares.

### 8.5. SERVICIO DE PRECALENTAMIENTO.

Este sistema se utiliza en los primeros momentos de funcionamiento y cuando el motor está parado en puerto. Previamente al arranque precalentamos el motor para que alcance la temperatura normal de funcionamiento lo más rápidamente posible y para evitar la formación de tensiones térmicas en el material ya que debido al espesor de las diferentes partes existirán gradientes de temperatura elevados entre la cámara de combustión y las partes más frías.

Existen diversas posibilidades de precalentamiento:

1. Circulando el agua de refrigeración de los auxiliares a través del circuito de refrigeración del motor principal. En este caso debemos poder garantizar que el flujo de calor es suficiente.
2. Con una caldera auxiliar para calentar el agua de refrigeración del motor principal.
3. Mediante un calentador dedicado como el indicado en el diagrama de refrigeración.



## 8.6. SERVOMOTOR DEL TIMÓN.

En este apartado describiremos el servicio del servomotor de gobierno. Como se ha indicado en el Cuaderno nº6 y cuyas características se encuentran descritas en el anexo correspondiente de dicho Cuaderno.

**HATLAPA Mod. 10000 (Par máximo 8893 kN·m)**

Se suministra en un módulo compacto en el que las bombas hidráulicas y sus motores de accionamiento vienen montadas sobre el mismo polín que soporta el esfuerzo realizado sobre el timón.

Las bombas hidráulicas son rotativas de desplazamiento variable.

En caso de emergencia una de las bombas y un brazo actuador serán capaces de mantener el gobierno del buque.

También incorpora un sistema de alarma por caída de presión hidráulica, indicador de ángulo del timón e interface para conexión con el piloto automático.

## 9. GRUPOS GENERADORES.

La instalación contará con tres grupos generadores que se suministran en módulos compactos listos para su instalación a bordo. Por lo tanto el criterio de selección de los mismos se reducirá a la potencia necesaria que deben suministrar generadores, la tensión y frecuencia y el consumo del motor diesel.

1. Potencia eléctrica. Debe alimentar a todos los consumidores de la cámara de máquinas y habilitación. Uno de estos grupos es el denominado de puerto que alimentará los sistemas de carga y descarga y los consumidores habituales en puerto.
2. La tensión y frecuencia será de 440v / 60Hz ya que son los valores más comúnmente utilizados en la ruta que seguirá este buque. No obstante dispondremos de una batería de transformadores a tensión europea de 220v. para alimentar los aparatos domésticos de a bordo.
3. Los grupos seleccionados en el Cuaderno nº11, se instalarán 3 diesel generadores CATERPILLAR 1250KVA 60Hz 1800rpm de 440v. el motor diesel será un Caterpillar 3512 TA. y refrigerado por aire mediante un intercambiador agua/aire instalado sobre su propio polín

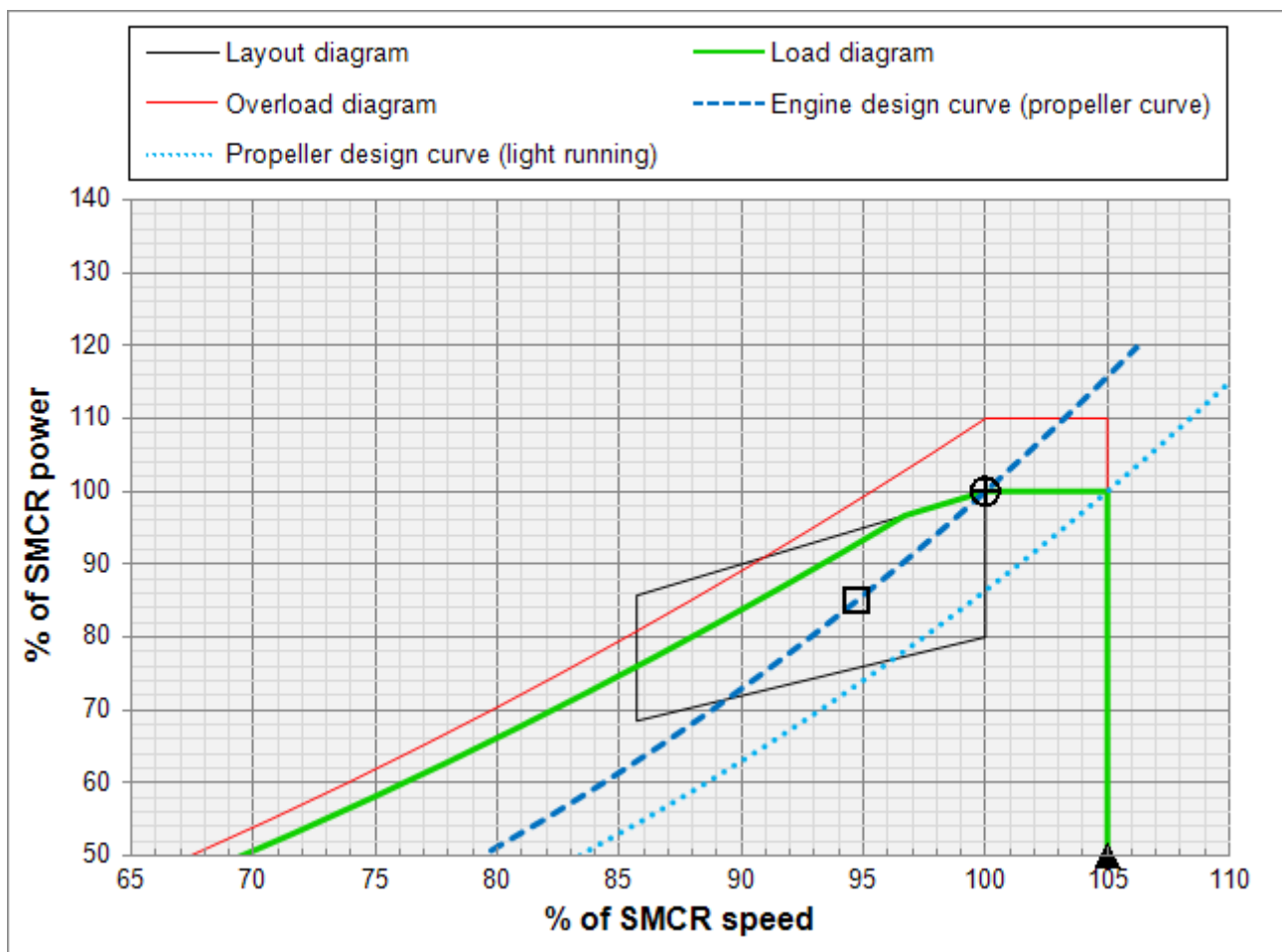
Se instalarán en la segunda plataforma de cámara de máquinas a popa del motor principal y centrados con respecto a crujía.



## **ANEXO 1: Características del Motor Principal y sus Auxiliares. CEAS Software**



Engine room and performance data for 5S90ME-C10.5-TII  
 with 2 x MAN TCA77-24 and part load engine control tuning (ECT) tuning.  
 Project name: VLCC280 Report made by: Monica



Light running margin is 5%. Recommended value is 3-7%.

Point		Power kW	Speed r/min	MEP Bar
+	SMCR: Specified Maximum Continuous Rating (100.0% of NMCR)	30,500	84.0	21.0
□	NCR: Normal Continuous Rating (85.0% of SMCR)	25,925	79.6	18.8
	Maximum over load (110% of SMCR)	33,550	-	-
▲	Maximum speed limit (105% of SMCR)	-	88.2	-
○	L1, NMCR: Nominal Maximum Continuous Rating	30,500	84.0	21.0

Further reading: [http://www.mandieselturbo.com/Papers/Basic\\_Principles\\_Of\\_Ship\\_Propulsion](http://www.mandieselturbo.com/Papers/Basic_Principles_Of_Ship_Propulsion) p.20-29

## Specified main engine and other parameters

Specified parameters	
Turbocharger type	High efficiency T/C
Turbocharger lubrication	Common (system oil)
Type of propeller	Fixed pitch propeller
Cooling system	Central water cooling system
Hydraulic control oil system	Common (system oil)
Cylinder oil lubricator type	Alpha lubricator
Sulphur in fuel	3.0% sulphur
NOx emission compliance	Tier II

## Fuel consumption and gas figures

SFOC	SMCR g/kWh	NCR g/kWh	NMCR g/kWh
ISO	169.0	163.3	169.0
Tropical	170.8	165.0	170.8
Specified	170.8	165.0	170.8

SFOC: Specific Fuel Oil Consumption (LCV: 42,700 kJ/kg)

Exhaust gas amount	SMCR kg/h	NCR kg/h	NMCR kg/h
ISO	250,300	217,300	250,300
Tropical	230,800	200,400	230,800
Specified	230,800	200,400	230,800

Exhaust gas temperature	SMCR °C	NCR °C	NMCR °C
ISO	240	224	240
Tropical	274	256	274
Specified	274	256	274

Air amount	SMCR kg/h	NCR kg/h	NMCR kg/h
ISO	245,100	213,100	245,100
Tropical	225,600	196,100	225,600
Specified	225,600	196,100	225,600

ISO, tropical and specified conditions are listed in the References and tolerances section.

## Expected lubrication oil consumption

Load	Cylinder oil consumption g/kWh	Lube oil consumption kg/24h
SMCR	0.60	43

## Capacities of pumps and coolers

Pump	Flow capacity m <sup>3</sup> /h	Pump head Bar
Fuel oil circulation	14.0	6.0
Fuel oil supply	8.2	4.0
Jacket water	220	3.0
Central cooling water	720	2.5
Sea water for central cooling	910	2.5
Lubrication oil	460	4.8

Cooler	Flow m <sup>3</sup> /h	Central water flow m <sup>3</sup> /h	Heat dissipation kW
Scavenge air	-	440	12,220
Lubrication oil	460	280	2,300
Jacket water	220	280	4,140
Central water	910 <sup>*)</sup>	720	18,660
Fuel oil circulation (MGO/MDO)	-	-	89

\*) Sea water flow through the central cooler

The pump heads stated are for guidance only, and depend on the actual pressure drop across coolers, filters, etc. in the systems. The capacities do not account for other components than the engine itself.

Pertaining cooling water flow diagram, temperatures, viscosities and pressures for pumps and coolers, see "Engine Project Guide".

## Capacities of auxiliary systems

Air cooler cleaning unit	
Air cooler cleaning tank	0.60 m <sup>3</sup>
Capacity of pump	2.0 m <sup>3</sup> /h

Cylinder oil system	
Storage tanks	2 x 53 m <sup>3</sup>
Service tanks	4.1 m <sup>3</sup>

Fuel oil system	
MGO/MDO service tank, 12 h	72.2 m <sup>3</sup>
HFO settling tanks, 2 x 12 h	2 x 67.7 m <sup>3</sup>
HFO service tank, 12 h/95 °C	68 m <sup>3</sup>
HFO centrifuge, 98 °C	7,020 l/h
Fuel oil pre-heater	238 kW

Lubrication oil system	
Storage tanks (2 x 3 months)	2 x 5.1 m <sup>3</sup>
Centrifuge, 95 °C	4,150 l/h
Recommended lube oil bottom tank	28 m <sup>3</sup>

Miscellaneous	
Jacket water expansion tank <sup>*)</sup>	10 %
Motor rating, auxiliary blowers	2 x 95 kW

Starting air system, 30 bar	
Receiver volume (12 starts)	2 x 14.0 m <sup>3</sup>
Compressors (total)	840 m <sup>3</sup> /h

Various drain tanks	
Stuffing box drain tank	0.30 m <sup>3</sup>
Scavenge air drain tank	0.80 m <sup>3</sup>

\*) Jacket water expansion tank volume given in percent of the total jacket water volume.



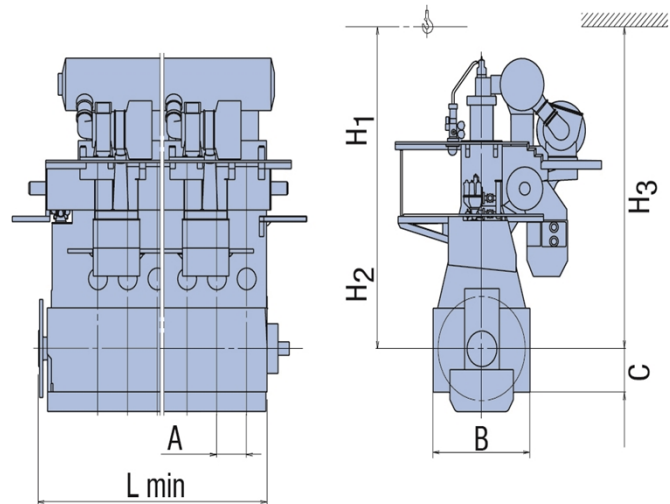
## Engine dimensions, masses and overhaul heights

Dimensions	
A: Cylinder distance	1,590 mm
B: Width of bedplate	5,160 mm
C: Distance from foot to crankshaft	1,900 mm
L min: Minimum length of engine	11,232 mm

Overhaul heights	
H1: Normal lifting procedure	15,000 mm
H2: Reduced height lifting procedure	14,025 mm
H3: With electrical double jib crane	14,500 mm

Crane capacities	
Normal lifting procedure	12.5 t
With electrical double jib crane	2 x 6.3 t

Masses	
Mass of main engine, dry	953 t
Mass of water and oil in engine	0.0 t



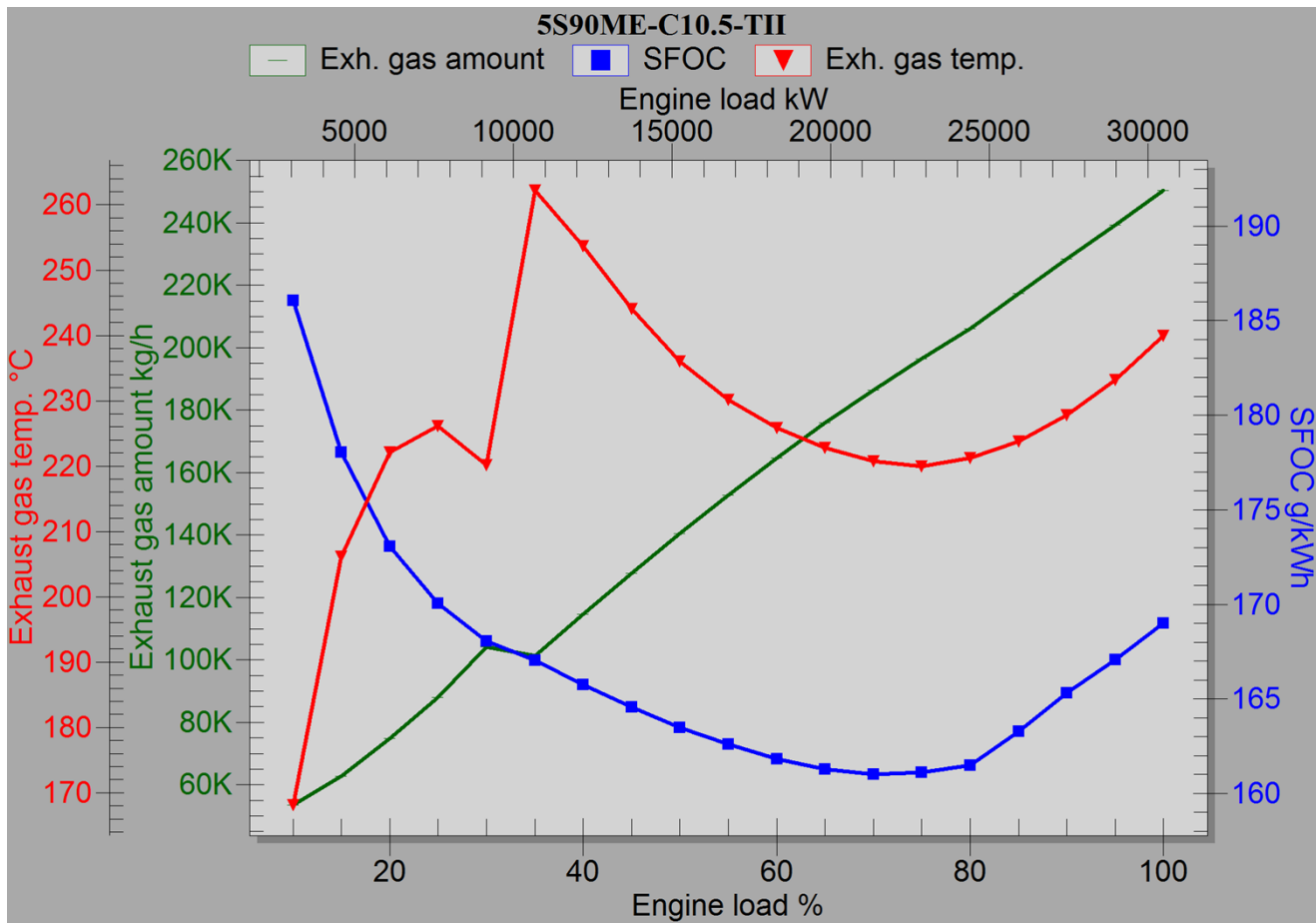
The real engine length at crankshaft centreline level may be larger than the minimum length of the engine, as it depends on the vibration conditions of the main engine and shaft system, i.e. on whether a vibration damper and/or moment compensator needs to be installed. The mass can vary up to 10% depending on the design and options chosen.

## Fuel consumption and exhaust gas data (ISO)

Load % SMCR	Power kW	Speed r/min	SFOC g/kWh	Exh. gas amount kg/h	Exh. gas temp. *) °C	Steam **) kg/h
100	30,500	84.0	169.0	250,300	240	5,790
95	28,975	82.6	167.1	239,300	233	4,830
90	27,450	81.1	165.3	228,400	228	4,070
85	25,925	79.6	163.3	217,300	224	3,490
80	24,400	78.0	161.5	206,000	221	3,080
75	22,875	76.3	161.1	196,500	220	2,830
70	21,350	74.6	161.0	186,500	221	2,740
65	19,825	72.8	161.3	176,000	223	2,750
60	18,300	70.8	161.8	164,600	226	2,790
55	16,775	68.8	162.6	152,800	230	2,880
50	15,250	66.7	163.5	140,500	236	3,000
45	13,725	64.4	164.6	127,800	244	3,190
40	12,200	61.9	165.7	114,700	254	3,340
35	10,675	59.2	167.1	101,200	262	3,320
30	9,150	56.2	168.1	104,200	220	1,510
25	7,625	52.9	170.1	88,000	226	1,500
20	6,100	49.1	173.1	74,900	222	1,150
15	4,575	44.6	178.1	62,700	206	520
10	3,050	39.0	186.1	53,600	168	0

SFOC: Specific Fuel Oil Consumption (LCV: 42,700 kJ/kg)  
 Ambient air temperature: 25 °C  
 Scavenge air coolant temperature: 25 °C

\*) Mixed exhaust gas temperature after turbocharger.  
 \*\*) Guiding steam production capacity at 7.0 bar.  
 Loads below 35% are associated with larger tolerances.

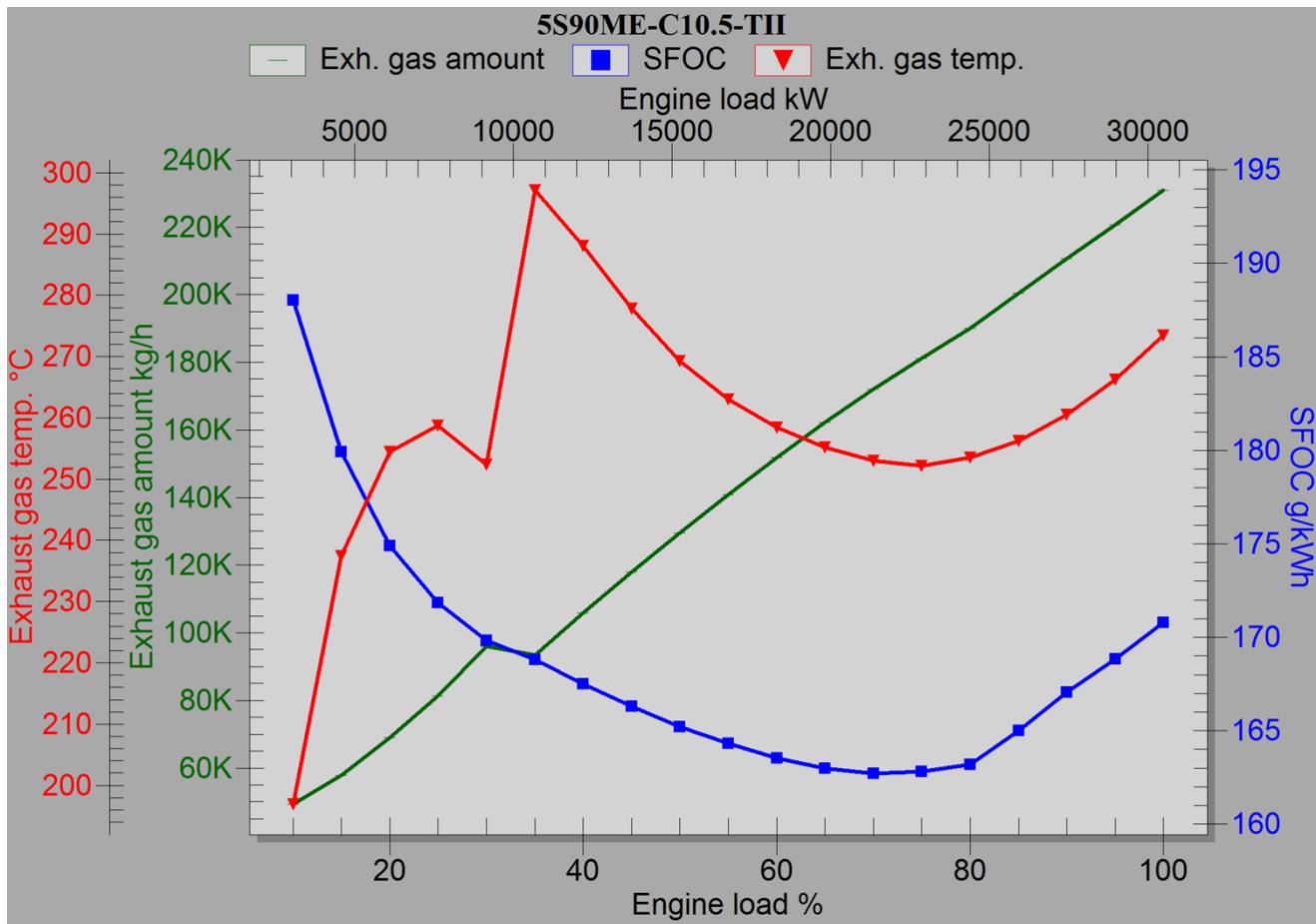


## Fuel consumption and exhaust gas data (Tropical)

Load % SMCR	Power kW	Speed r/min	SFOC g/kWh	Exh. gas amount kg/h	Exh. gas temp. *) °C	Steam **) kg/h
100	30,500	84.0	170.8	230,800	274	8,720
95	28,975	82.6	168.8	220,700	266	7,640
90	27,450	81.1	167.1	210,600	261	6,760
85	25,925	79.6	165.0	200,400	256	6,060
80	24,400	78.0	163.2	190,000	253	5,510
75	22,875	76.3	162.8	181,200	252	5,160
70	21,350	74.6	162.7	172,000	253	4,950
65	19,825	72.8	163.0	162,300	255	4,830
60	18,300	70.8	163.5	151,800	258	4,730
55	16,775	68.8	164.3	140,900	263	4,680
50	15,250	66.7	165.2	129,500	269	4,650
45	13,725	64.4	166.3	117,900	278	4,680
40	12,200	61.9	167.5	105,800	288	4,670
35	10,675	59.2	168.8	93,300	297	4,480
30	9,150	56.2	169.8	96,100	252	2,740
25	7,625	52.9	171.9	81,200	259	2,540
20	6,100	49.1	174.9	69,000	255	2,030
15	4,575	44.6	179.9	57,800	237	1,270
10	3,050	39.0	188.0	49,400	197	220

SFOC: Specific Fuel Oil Consumption (LCV: 42,700 kJ/kg)  
 Ambient air temperature: 45°C  
 Scavenge air coolant temperature: 36 °C

\*) Mixed exhaust gas temperature after turbocharger.  
 \*\*) Guiding steam production capacity at 7.0 bar.  
 Loads below 35% are associated with larger tolerances.

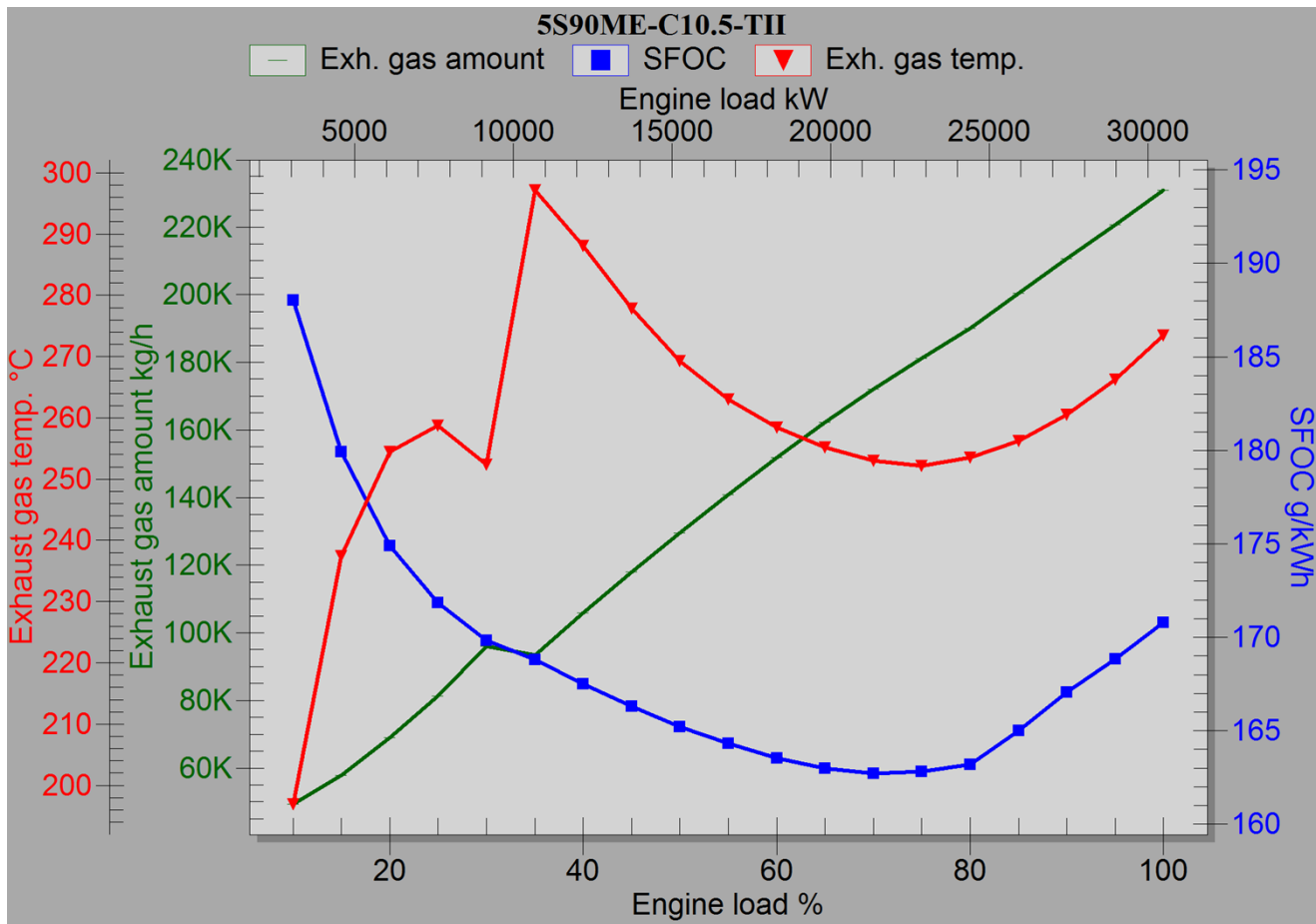


## Fuel consumption and exhaust gas data (Specified)

Load % SMCR	Power kW	Speed r/min	SFOC g/kWh	Exh. gas amount kg/h	Exh. gas temp. *) °C	Steam **) kg/h
100	30,500	84.0	170.8	230,800	274	8,720
95	28,975	82.6	168.8	220,700	266	7,640
90	27,450	81.1	167.1	210,600	261	6,760
85	25,925	79.6	165.0	200,400	256	6,060
80	24,400	78.0	163.2	190,000	253	5,510
75	22,875	76.3	162.8	181,200	252	5,160
70	21,350	74.6	162.7	172,000	253	4,950
65	19,825	72.8	163.0	162,300	255	4,830
60	18,300	70.8	163.5	151,800	258	4,730
55	16,775	68.8	164.3	140,900	263	4,680
50	15,250	66.7	165.2	129,500	269	4,650
45	13,725	64.4	166.3	117,900	278	4,680
40	12,200	61.9	167.5	105,800	288	4,670
35	10,675	59.2	168.8	93,300	297	4,480
30	9,150	56.2	169.8	96,100	252	2,740
25	7,625	52.9	171.9	81,200	259	2,540
20	6,100	49.1	174.9	69,000	255	2,030
15	4,575	44.6	179.9	57,800	237	1,270
10	3,050	39.0	188.0	49,400	197	220

SFOC: Specific Fuel Oil Consumption (LCV: 42,700 kJ/kg)  
 Ambient air temperature: 45 °C  
 Scavenge air coolant temperature: 36 °C

\*) Mixed exhaust gas temperature after turbocharger.  
 \*\*) Guiding steam production capacity at 7.0 bar.  
 Loads below 35% are associated with larger tolerances.



## Tables of cooler capacities

1	Engine load (% of SMCR)	4	Scavenge air amount (kg/h)+/- 5%	9	Jacket water cooler heat (kW)
2	Engine power (kW)	5	Scavenge air pressure (bar abs)	10	Main lubrication oil heat (kW)
3	Engine speed (rpm)	6	Scavenge air temperature before cooler (°C)	11	Condensed water (t/24h)
		7	Scavenge air temperature after cooler (°C)		
		8	Scavenge air cooler heat (kW)		

Loads below 35% are associated with larger tolerances.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>ISO condition</b>	Ambient air: 25.0 °C						Scavenge air coolant: 25.0 °C				
100	30,500	84.0	245,100	4.32	215	37	12,350	3,720	2,070	0.0	
95	28,975	82.6	234,500	4.10	207	36	11,340	3,590	2,040	0.0	
90	27,450	81.1	223,800	3.87	198	34	10,340	3,450	2,010	0.0	
85	25,925	79.6	213,100	3.65	189	33	9,360	3,310	1,980	0.0	
80	24,400	78.0	202,100	3.42	179	32	8,390	3,170	1,940	0.0	
75	22,875	76.3	192,800	3.24	171	31	7,610	3,030	1,890	0.0	
70	21,350	74.6	183,100	3.06	163	30	6,840	2,890	1,850	0.0	
65	19,825	72.8	172,800	2.88	154	30	6,070	2,760	1,790	0.0	
60	18,300	70.8	161,700	2.69	145	29	5,300	2,620	1,740	0.0	
55	16,775	68.8	150,100	2.51	136	28	4,540	2,480	1,680	0.0	
50	15,250	66.7	138,000	2.33	125	27	3,800	2,340	1,610	0.0	
45	13,725	64.4	125,600	2.15	115	27	3,100	2,200	1,530	0.0	
40	12,200	61.9	112,700	1.97	104	27	2,440	2,070	1,450	0.0	
35	10,675	59.2	99,400	1.79	92	26	1,840	1,930	1,370	0.0	
30	9,150	56.2	102,700	1.63	80	26	1,570	1,790	1,270	0.0	
25	7,625	52.9	86,700	1.48	69	33	1,060	1,650	1,160	0.0	
20	6,100	49.1	73,800	1.35	58	32	680	1,320	1,040	0.0	
15	4,575	44.6	61,900	1.24	48	32	400	990	900	0.0	
10	3,050	39.0	53,100	1.14	40	32	220	660	730	0.0	

	Ambient air: 45.0 °C						Scavenge air coolant: 36.0 °C				
100	30,500	84.0	225,600	4.11	239	48	12,220	3,760	2,090	108.5	
95	28,975	82.6	215,800	3.90	231	47	11,220	3,620	2,060	105.5	
90	27,450	81.1	206,000	3.68	221	45	10,240	3,480	2,030	101.7	
85	25,925	79.6	196,100	3.47	212	44	9,280	3,340	1,990	97.1	
80	24,400	78.0	186,000	3.25	202	43	8,330	3,200	1,960	91.8	
75	22,875	76.3	177,500	3.08	193	42	7,560	3,060	1,910	87.5	
70	21,350	74.6	168,500	2.91	185	41	6,800	2,930	1,860	82.6	
65	19,825	72.8	159,100	2.74	176	41	6,050	2,790	1,810	76.9	
60	18,300	70.8	148,800	2.56	166	40	5,290	2,650	1,750	70.5	
55	16,775	68.8	138,200	2.39	156	39	4,540	2,510	1,690	63.4	
50	15,250	66.7	127,000	2.22	145	38	3,810	2,370	1,620	55.9	
45	13,725	64.4	115,600	2.04	134	38	3,120	2,230	1,550	48.0	
40	12,200	61.9	103,800	1.87	122	38	2,470	2,090	1,470	39.7	
35	10,675	59.2	91,500	1.71	110	37	1,870	1,950	1,380	31.4	
30	9,150	56.2	94,500	1.55	98	44	1,620	1,810	1,280	28.0	
25	7,625	52.9	79,900	1.41	86	44	1,110	1,670	1,170	19.5	
20	6,100	49.1	68,000	1.28	75	43	730	1,340	1,050	12.6	
15	4,575	44.6	57,000	1.18	64	43	450	1,000	910	7.0	
10	3,050	39.0	48,900	1.09	55	43	260	670	740	3.0	

	Ambient air: 45.0 °C						Scavenge air coolant: 36.0 °C				
100	30,500	84.0	225,600	4.11	239	48	12,220	3,760	2,090	108.5	
95	28,975	82.6	215,800	3.90	231	47	11,220	3,620	2,060	105.5	
90	27,450	81.1	206,000	3.68	221	45	10,240	3,480	2,030	101.7	
85	25,925	79.6	196,100	3.47	212	44	9,280	3,340	1,990	97.1	
80	24,400	78.0	186,000	3.25	202	43	8,330	3,200	1,960	91.8	
75	22,875	76.3	177,500	3.08	193	42	7,560	3,060	1,910	87.5	
70	21,350	74.6	168,500	2.91	185	41	6,800	2,930	1,860	82.6	
65	19,825	72.8	159,100	2.74	176	41	6,050	2,790	1,810	76.9	
60	18,300	70.8	148,800	2.56	166	40	5,290	2,650	1,750	70.5	
55	16,775	68.8	138,200	2.39	156	39	4,540	2,510	1,690	63.4	
50	15,250	66.7	127,000	2.22	145	38	3,810	2,370	1,620	55.9	
45	13,725	64.4	115,600	2.04	134	38	3,120	2,230	1,550	48.0	
40	12,200	61.9	103,800	1.87	122	38	2,470	2,090	1,470	39.7	
35	10,675	59.2	91,500	1.71	110	37	1,870	1,950	1,380	31.4	
30	9,150	56.2	94,500	1.55	98	44	1,620	1,810	1,280	28.0	
25	7,625	52.9	79,900	1.41	86	44	1,110	1,670	1,170	19.5	
20	6,100	49.1	68,000	1.28	75	43	730	1,340	1,050	12.6	
15	4,575	44.6	57,000	1.18	64	43	450	1,000	910	7.0	
10	3,050	39.0	48,900	1.09	55	43	260	670	740	3.0	

## Typical noise and vibration levels

### SMCR

Octave band centre freq. in Hz	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(lin)	dB(A)	Max
A) Exhaust gas noise	130.5	124.8	117.2	113.3	111.3	106.3	95.5	85.6	77.5	131.8	112.1	-
B) Spatial noise, standard NR	103.8	103.3	103.7	103.3	103.8	105.1	104.6	99.3	91.5	112.7	109.9	115.1
C) Spatial noise, additional NR	101.8	100.1	99.6	99.7	100.0	101.3	100.4	92.9	86.0	109.1	105.7	110.0
D) Structure borne vibrations	78.7	76.5	73.6	72.1	69.1	63.4	56.9	48.9	42.5	-	-	-

### NCR (85.0% of SMCR)

Octave band centre freq. in Hz	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(lin)	dB(A)	Max
A) Exhaust gas noise	128.7	122.8	115.4	111.8	109.6	104.2	93.4	83.6	75.7	130.0	110.4	-
B) Spatial noise, standard NR	102.5	102.2	102.5	102.0	102.4	103.2	101.8	96.2	89.6	111.0	107.6	112.0
C) Spatial noise, additional NR	102.3	100.7	100.3	100.3	100.5	101.2	99.4	91.6	85.9	109.3	105.3	108.8
D) Structure borne vibrations	77.4	75.1	72.2	70.9	67.5	61.8	55.1	47.1	41.0	-	-	-

#### A) Sound pressure levels from exhaust gas system ( $2 \times 10^{-5}$ Pa).

The expected sound pressure level at 1 metre from the edge of the exhaust gas pipe opening at an angle of 30 degrees to the direction of the gas flow and valid for a normal exhaust gas system - but without a boiler and silencer.

#### B) Airborne sound pressure levels - with standard noise reduction (NR) countermeasures ( $2 \times 10^{-5}$ Pa).

Expected mean sound pressure octave spectrum levels, i.e. the average spatial noise values at a distance of 1 metre from the engine. Prescribed measuring surface area is 740.7 m<sup>2</sup>.

#### C) Air-borne sound pressure levels - with additional noise reduction (NR) countermeasures ( $2 \times 10^{-5}$ Pa).

Expected mean sound pressure octave spectrum levels, i.e. the average spatial noise values at a distance of 1 metre from the engine. Prescribed measuring surface area is 740.7 m<sup>2</sup>.

Additional noise reduction countermeasures, e.g.:

- Extra good turbocharger air intake silencer(s)
- External sound insulation of scavenge air receiver
- External sound insulation of scavenge air cooler(s).

Supplementary reduction of 1.9 dB is needed.

Other additional noise reduction countermeasures are also available. The noise figures given are in accordance with the CIMAC recommendations for measurements of the overall noise for reciprocating engines. The average levels will, depending on the actual engine room configuration, be 1-5 dB higher when the engine is installed in the engine room.

#### D) Structure borne vibration levels ( $5 \times 10^{-8}$ Pa).

Expected mean velocity octave spectrum levels at the engine base plate as installed on board the ship. Based on an average engine foundation of a ship, and may only be used as a rough estimate as the velocity levels will depend on the actual foundation used. If the vibration velocity levels are referred to 10<sup>-9</sup> m/s instead of 5x10<sup>-8</sup> m/s, the calculated dB figures will be 34.0 dB higher than above stated.

## Reference data

Ambient condition	Scavenge air coolant temperature <sup>*)</sup> °C	Ambient air temperature °C	Barometric pressure mbar	Exhaust gas back pressure mmWC
ISO <sup>**)</sup>	25	25	1,000	300
Tropical	36	45	1,000	300
Specified	36	45	1,000	300

Further reading: [www.mandieselturbo.com/Papers/Influence\\_Of\\_Ambient\\_Temperature\\_Conditions p. 7-11](http://www.mandieselturbo.com/Papers/Influence_Of_Ambient_Temperature_Conditions_p.7-11)

\*) With a central cooling system, the sea water will be 4 °C lower than these temperatures.

\*\*\*) Refers to ISO 3046-1 2002(E) and ISO 15550:2002(E).

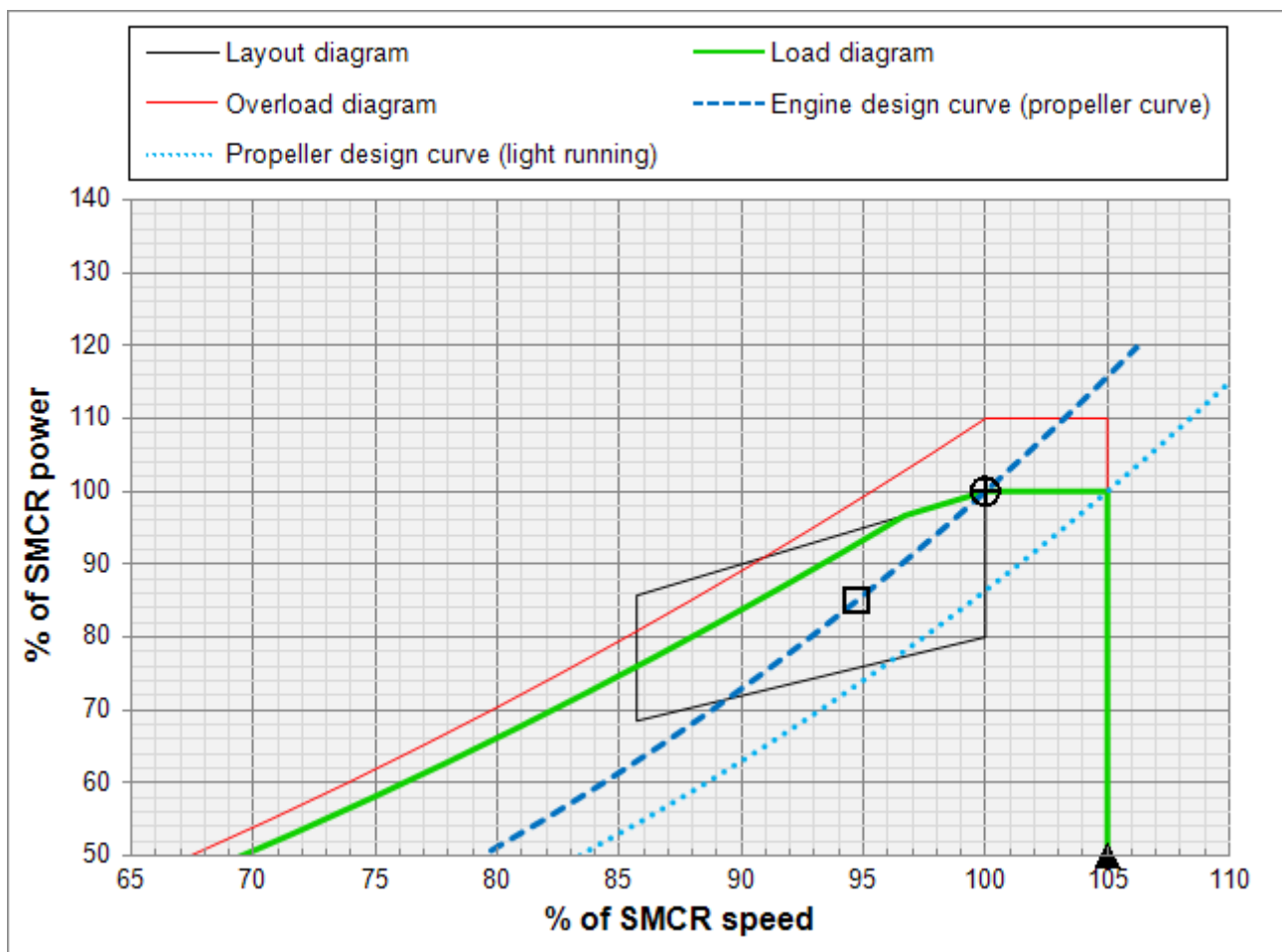
Tolerances	
Specific fuel consumption tolerance (SMCR)	+/- 5 %
Exhaust gas amount tolerance	+/- 5 %
Exhaust gas temperature tolerance	+/- 15 °C

Values for EEDI calculation	
Engine type	5S90ME-C10.5-TII
SMCR power	30,500 kW
SMCR RPM	84.0 r/min
Ambient condition	ISO
Reference LCV of fuel oil	42,700 kJ/kg
SFOC (SMCR)	169.0 g/kWh
SFOC (75% of SMCR)	161.1 g/kWh
<b>SFOC incl. 6% tolerance</b>	<b>170.8 g/kWh</b>

EEDI calculator can be downloaded at <https://www.bimco.org/Products/EEDI.aspx>



Engine room and performance data for 5S90ME-C10.5-TII  
 with 2 x MAN TCA77-24 and part load engine control tuning (ECT) tuning.  
 Project name: VLCC280 Report made by: Monica



Light running margin is 5%. Recommended value is 3-7%.

Point		Power kW	Speed r/min	MEP Bar
+	SMCR: Specified Maximum Continuous Rating (100.0% of NMCR)	30,500	84.0	21.0
□	NCR: Normal Continuous Rating (85.0% of SMCR)	25,925	79.6	18.8
	Maximum over load (110% of SMCR)	33,550	-	-
▲	Maximum speed limit (105% of SMCR)	-	88.2	-
○	L1, NMCR: Nominal Maximum Continuous Rating	30,500	84.0	21.0

Further reading: [http://www.mandieselturbo.com/Papers/Basic\\_Principles\\_Of\\_Ship\\_Propulsion](http://www.mandieselturbo.com/Papers/Basic_Principles_Of_Ship_Propulsion) p.20-29



## Specified main engine and other parameters

Specified parameters	
Turbocharger type	High efficiency T/C
Turbocharger lubrication	Common (system oil)
Type of propeller	Fixed pitch propeller
Cooling system	Central water cooling system
Hydraulic control oil system	Common (system oil)
Cylinder oil lubricator type	Alpha lubricator
Sulphur in fuel	3.0% sulphur
NOx emission compliance	Tier II

## Fuel consumption and gas figures

SFOC	SMCR g/kWh	NCR g/kWh	NMCR g/kWh
ISO	169.0	163.3	169.0
Tropical	170.8	165.0	170.8
Specified	170.8	165.0	170.8

SFOC: Specific Fuel Oil Consumption (LCV: 42,700 kJ/kg)

Exhaust gas amount	SMCR kg/h	NCR kg/h	NMCR kg/h
ISO	250,300	217,300	250,300
Tropical	230,800	200,400	230,800
Specified	230,800	200,400	230,800

Exhaust gas temperature	SMCR °C	NCR °C	NMCR °C
ISO	240	224	240
Tropical	274	256	274
Specified	274	256	274

Air amount	SMCR kg/h	NCR kg/h	NMCR kg/h
ISO	245,100	213,100	245,100
Tropical	225,600	196,100	225,600
Specified	225,600	196,100	225,600

ISO, tropical and specified conditions are listed in the References and tolerances section.

## Expected lubrication oil consumption

Load	Cylinder oil consumption g/kWh	Lube oil consumption kg/24h
SMCR	0.60	43

## Capacities of pumps and coolers

Pump	Flow capacity m <sup>3</sup> /h	Pump head Bar
Fuel oil circulation	14.0	6.0
Fuel oil supply	8.2	4.0
Jacket water	220	3.0
Central cooling water	720	2.5
Sea water for central cooling	910	2.5
Lubrication oil	460	4.8

Cooler	Flow m <sup>3</sup> /h	Central water flow m <sup>3</sup> /h	Heat dissipation kW
Scavenge air	-	440	12,220
Lubrication oil	460	280	2,300
Jacket water	220	280	4,140
Central water	910 <sup>*)</sup>	720	18,660
Fuel oil circulation (MGO/MDO)	-	-	89

\*) Sea water flow through the central cooler

The pump heads stated are for guidance only, and depend on the actual pressure drop across coolers, filters, etc. in the systems. The capacities do not account for other components than the engine itself.

Pertaining cooling water flow diagram, temperatures, viscosities and pressures for pumps and coolers, see "Engine Project Guide".

## Capacities of auxiliary systems

Air cooler cleaning unit	
Air cooler cleaning tank	0.60 m <sup>3</sup>
Capacity of pump	2.0 m <sup>3</sup> /h

Cylinder oil system	
Storage tanks	2 x 53 m <sup>3</sup>
Service tanks	4.1 m <sup>3</sup>

Fuel oil system	
MGO/MDO service tank, 12 h	72.2 m <sup>3</sup>
HFO settling tanks, 2 x 12 h	2 x 67.7 m <sup>3</sup>
HFO service tank, 12 h/95 °C	68 m <sup>3</sup>
HFO centrifuge, 98 °C	7,020 l/h
Fuel oil pre-heater	238 kW

Lubrication oil system	
Storage tanks (2 x 3 months)	2 x 5.1 m <sup>3</sup>
Centrifuge, 95 °C	4,150 l/h
Recommended lube oil bottom tank	28 m <sup>3</sup>

Miscellaneous	
Jacket water expansion tank <sup>*)</sup>	10 %
Motor rating, auxiliary blowers	2 x 95 kW

Starting air system, 30 bar	
Receiver volume (12 starts)	2 x 14.0 m <sup>3</sup>
Compressors (total)	840 m <sup>3</sup> /h

Various drain tanks	
Stuffing box drain tank	0.30 m <sup>3</sup>
Scavenge air drain tank	0.80 m <sup>3</sup>

\*) Jacket water expansion tank volume given in percent of the total jacket water volume.

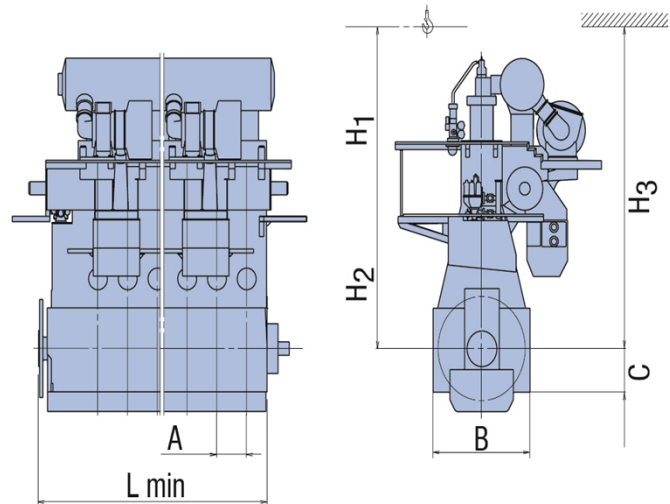
## Engine dimensions, masses and overhaul heights

Dimensions	
A: Cylinder distance	1,590 mm
B: Width of bedplate	5,160 mm
C: Distance from foot to crankshaft	1,900 mm
L min: Minimum length of engine	11,232 mm

Overhaul heights	
H1: Normal lifting procedure	15,000 mm
H2: Reduced height lifting procedure	14,025 mm
H3: With electrical double jib crane	14,500 mm

Crane capacities	
Normal lifting procedure	12.5 t
With electrical double jib crane	2 x 6.3 t

Masses	
Mass of main engine, dry	953 t
Mass of water and oil in engine	0.0 t



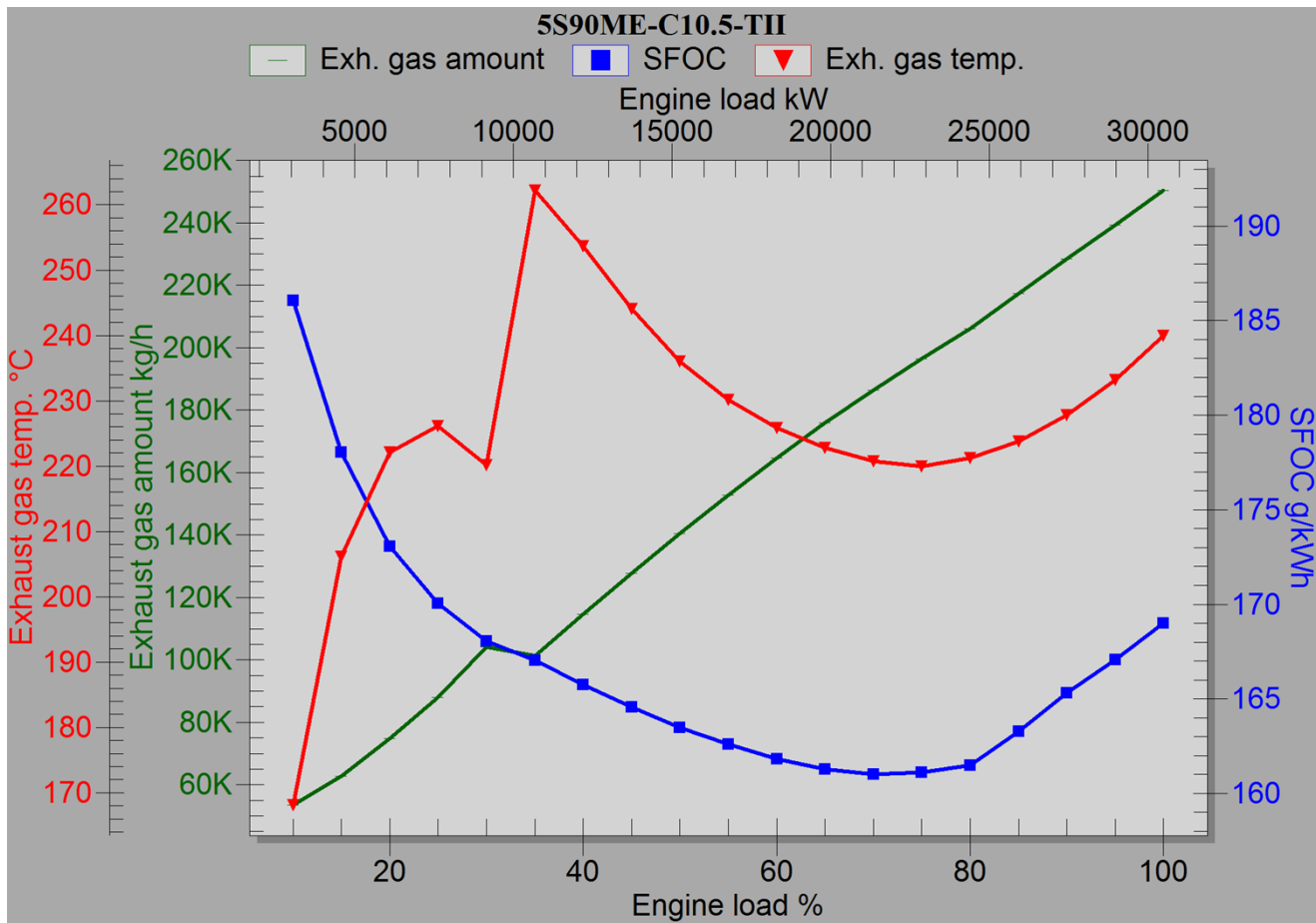
The real engine length at crankshaft centreline level may be larger than the minimum length of the engine, as it depends on the vibration conditions of the main engine and shaft system, i.e. on whether a vibration damper and/or moment compensator needs to be installed. The mass can vary up to 10% depending on the design and options chosen.

## Fuel consumption and exhaust gas data (ISO)

Load % SMCR	Power kW	Speed r/min	SFOC g/kWh	Exh. gas amount kg/h	Exh. gas temp. *) °C	Steam **) kg/h
100	30,500	84.0	169.0	250,300	240	5,790
95	28,975	82.6	167.1	239,300	233	4,830
90	27,450	81.1	165.3	228,400	228	4,070
85	25,925	79.6	163.3	217,300	224	3,490
80	24,400	78.0	161.5	206,000	221	3,080
75	22,875	76.3	161.1	196,500	220	2,830
70	21,350	74.6	161.0	186,500	221	2,740
65	19,825	72.8	161.3	176,000	223	2,750
60	18,300	70.8	161.8	164,600	226	2,790
55	16,775	68.8	162.6	152,800	230	2,880
50	15,250	66.7	163.5	140,500	236	3,000
45	13,725	64.4	164.6	127,800	244	3,190
40	12,200	61.9	165.7	114,700	254	3,340
35	10,675	59.2	167.1	101,200	262	3,320
30	9,150	56.2	168.1	104,200	220	1,510
25	7,625	52.9	170.1	88,000	226	1,500
20	6,100	49.1	173.1	74,900	222	1,150
15	4,575	44.6	178.1	62,700	206	520
10	3,050	39.0	186.1	53,600	168	0

SFOC: Specific Fuel Oil Consumption (LCV: 42,700 kJ/kg)  
 Ambient air temperature: 25 °C  
 Scavenge air coolant temperature: 25 °C

\*) Mixed exhaust gas temperature after turbocharger.  
 \*\*) Guiding steam production capacity at 7.0 bar.  
 Loads below 35% are associated with larger tolerances.

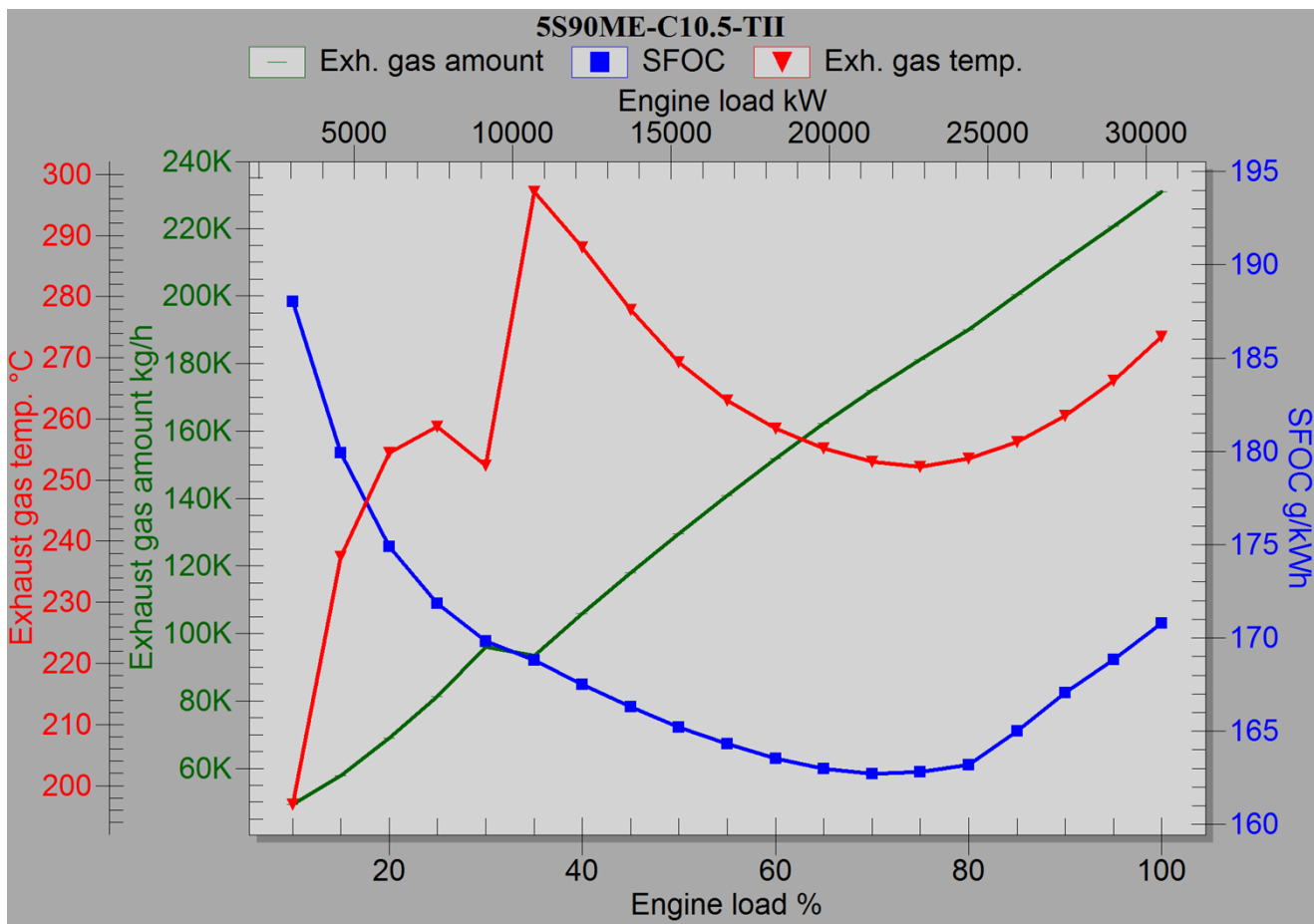


## Fuel consumption and exhaust gas data (Tropical)

Load % SMCR	Power kW	Speed r/min	SFOC g/kWh	Exh. gas amount kg/h	Exh. gas temp. *) °C	Steam **) kg/h
100	30,500	84.0	170.8	230,800	274	8,720
95	28,975	82.6	168.8	220,700	266	7,640
90	27,450	81.1	167.1	210,600	261	6,760
85	25,925	79.6	165.0	200,400	256	6,060
80	24,400	78.0	163.2	190,000	253	5,510
75	22,875	76.3	162.8	181,200	252	5,160
70	21,350	74.6	162.7	172,000	253	4,950
65	19,825	72.8	163.0	162,300	255	4,830
60	18,300	70.8	163.5	151,800	258	4,730
55	16,775	68.8	164.3	140,900	263	4,680
50	15,250	66.7	165.2	129,500	269	4,650
45	13,725	64.4	166.3	117,900	278	4,680
40	12,200	61.9	167.5	105,800	288	4,670
35	10,675	59.2	168.8	93,300	297	4,480
30	9,150	56.2	169.8	96,100	252	2,740
25	7,625	52.9	171.9	81,200	259	2,540
20	6,100	49.1	174.9	69,000	255	2,030
15	4,575	44.6	179.9	57,800	237	1,270
10	3,050	39.0	188.0	49,400	197	220

SFOC: Specific Fuel Oil Consumption (LCV: 42,700 kJ/kg)  
 Ambient air temperature: 45°C  
 Scavenge air coolant temperature: 36 °C

\*) Mixed exhaust gas temperature after turbocharger.  
 \*\*) Guiding steam production capacity at 7.0 bar.  
 Loads below 35% are associated with larger tolerances.

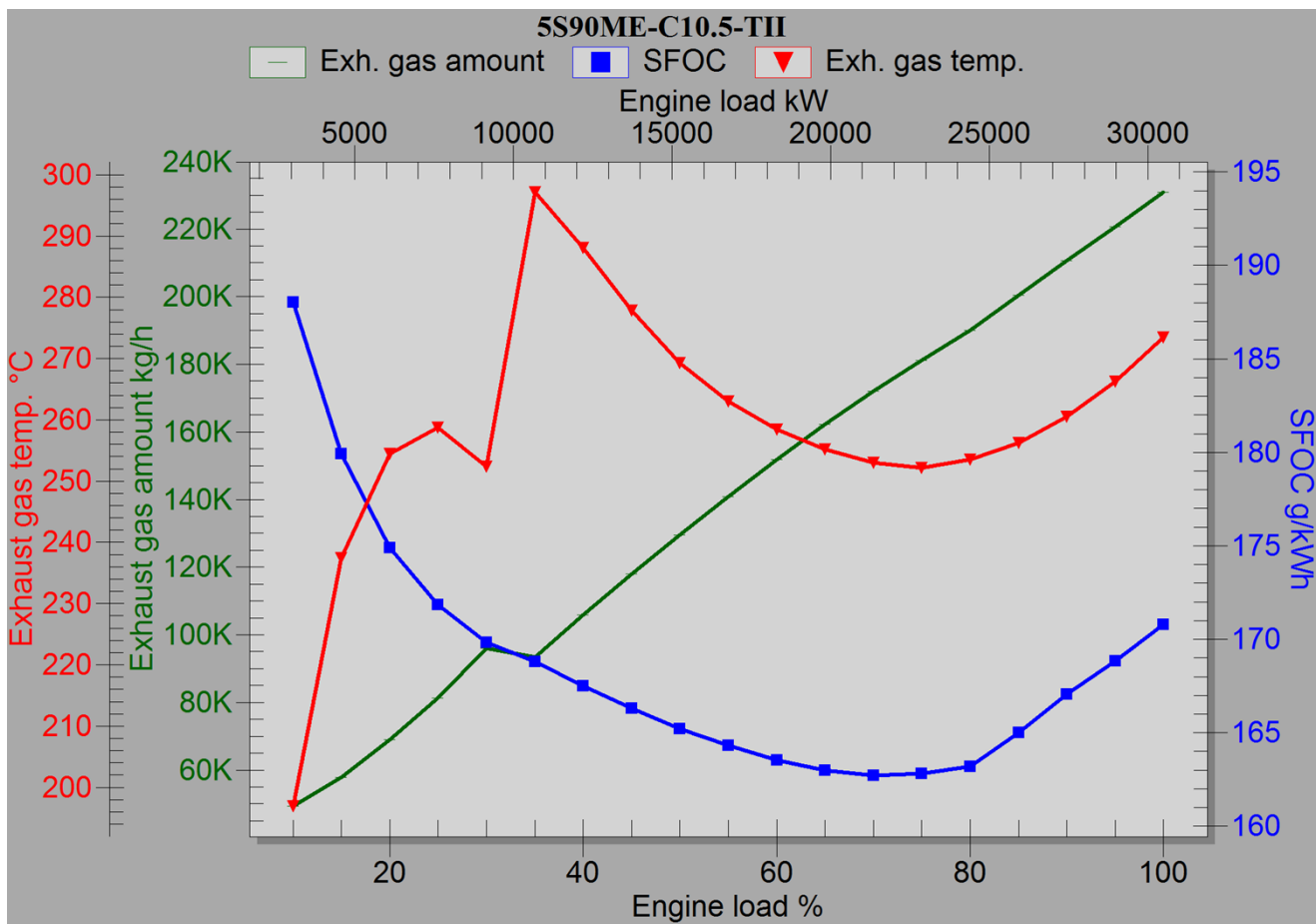


## Fuel consumption and exhaust gas data (Specified)

Load % SMCR	Power kW	Speed r/min	SFOC g/kWh	Exh. gas amount kg/h	Exh. gas temp. *) °C	Steam **) kg/h
100	30,500	84.0	170.8	230,800	274	8,720
95	28,975	82.6	168.8	220,700	266	7,640
90	27,450	81.1	167.1	210,600	261	6,760
85	25,925	79.6	165.0	200,400	256	6,060
80	24,400	78.0	163.2	190,000	253	5,510
75	22,875	76.3	162.8	181,200	252	5,160
70	21,350	74.6	162.7	172,000	253	4,950
65	19,825	72.8	163.0	162,300	255	4,830
60	18,300	70.8	163.5	151,800	258	4,730
55	16,775	68.8	164.3	140,900	263	4,680
50	15,250	66.7	165.2	129,500	269	4,650
45	13,725	64.4	166.3	117,900	278	4,680
40	12,200	61.9	167.5	105,800	288	4,670
35	10,675	59.2	168.8	93,300	297	4,480
30	9,150	56.2	169.8	96,100	252	2,740
25	7,625	52.9	171.9	81,200	259	2,540
20	6,100	49.1	174.9	69,000	255	2,030
15	4,575	44.6	179.9	57,800	237	1,270
10	3,050	39.0	188.0	49,400	197	220

SFOC: Specific Fuel Oil Consumption (LCV: 42,700 kJ/kg)  
 Ambient air temperature: 45 °C  
 Scavenge air coolant temperature: 36 °C

\*) Mixed exhaust gas temperature after turbocharger.  
 \*\*) Guiding steam production capacity at 7.0 bar.  
 Loads below 35% are associated with larger tolerances.



## Tables of cooler capacities

1	Engine load (% of SMCR)	4	Scavenge air amount (kg/h)+/- 5%	9	Jacket water cooler heat (kW)
2	Engine power (kW)	5	Scavenge air pressure (bar abs)	10	Main lubrication oil heat (kW)
3	Engine speed (rpm)	6	Scavenge air temperature before cooler (°C)	11	Condensed water (t/24h)
		7	Scavenge air temperature after cooler (°C)		
		8	Scavenge air cooler heat (kW)		

Loads below 35% are associated with larger tolerances.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

ISO condition		Ambient air: 25.0 °C					Scavenge air coolant: 25.0 °C				
100	30,500	84.0	245,100	4.32	215	37	12,350	3,720	2,070	0.0	
95	28,975	82.6	234,500	4.10	207	36	11,340	3,590	2,040	0.0	
90	27,450	81.1	223,800	3.87	198	34	10,340	3,450	2,010	0.0	
85	25,925	79.6	213,100	3.65	189	33	9,360	3,310	1,980	0.0	
80	24,400	78.0	202,100	3.42	179	32	8,390	3,170	1,940	0.0	
75	22,875	76.3	192,800	3.24	171	31	7,610	3,030	1,890	0.0	
70	21,350	74.6	183,100	3.06	163	30	6,840	2,890	1,850	0.0	
65	19,825	72.8	172,800	2.88	154	30	6,070	2,760	1,790	0.0	
60	18,300	70.8	161,700	2.69	145	29	5,300	2,620	1,740	0.0	
55	16,775	68.8	150,100	2.51	136	28	4,540	2,480	1,680	0.0	
50	15,250	66.7	138,000	2.33	125	27	3,800	2,340	1,610	0.0	
45	13,725	64.4	125,600	2.15	115	27	3,100	2,200	1,530	0.0	
40	12,200	61.9	112,700	1.97	104	27	2,440	2,070	1,450	0.0	
35	10,675	59.2	99,400	1.79	92	26	1,840	1,930	1,370	0.0	
30	9,150	56.2	102,700	1.63	80	26	1,570	1,790	1,270	0.0	
25	7,625	52.9	86,700	1.48	69	33	1,060	1,650	1,160	0.0	
20	6,100	49.1	73,800	1.35	58	32	680	1,320	1,040	0.0	
15	4,575	44.6	61,900	1.24	48	32	400	990	900	0.0	
10	3,050	39.0	53,100	1.14	40	32	220	660	730	0.0	

Tropical condition		Ambient air: 45.0 °C					Scavenge air coolant: 36.0 °C				
100	30,500	84.0	225,600	4.11	239	48	12,220	3,760	2,090	108.5	
95	28,975	82.6	215,800	3.90	231	47	11,220	3,620	2,060	105.5	
90	27,450	81.1	206,000	3.68	221	45	10,240	3,480	2,030	101.7	
85	25,925	79.6	196,100	3.47	212	44	9,280	3,340	1,990	97.1	
80	24,400	78.0	186,000	3.25	202	43	8,330	3,200	1,960	91.8	
75	22,875	76.3	177,500	3.08	193	42	7,560	3,060	1,910	87.5	
70	21,350	74.6	168,500	2.91	185	41	6,800	2,930	1,860	82.6	
65	19,825	72.8	159,100	2.74	176	41	6,050	2,790	1,810	76.9	
60	18,300	70.8	148,800	2.56	166	40	5,290	2,650	1,750	70.5	
55	16,775	68.8	138,200	2.39	156	39	4,540	2,510	1,690	63.4	
50	15,250	66.7	127,000	2.22	145	38	3,810	2,370	1,620	55.9	
45	13,725	64.4	115,600	2.04	134	38	3,120	2,230	1,550	48.0	
40	12,200	61.9	103,800	1.87	122	38	2,470	2,090	1,470	39.7	
35	10,675	59.2	91,500	1.71	110	37	1,870	1,950	1,380	31.4	
30	9,150	56.2	94,500	1.55	98	44	1,620	1,810	1,280	28.0	
25	7,625	52.9	79,900	1.41	86	44	1,110	1,670	1,170	19.5	
20	6,100	49.1	68,000	1.28	75	43	730	1,340	1,050	12.6	
15	4,575	44.6	57,000	1.18	64	43	450	1,000	910	7.0	
10	3,050	39.0	48,900	1.09	55	43	260	670	740	3.0	

Specified condition		Ambient air: 45.0 °C					Scavenge air coolant: 36.0 °C				
100	30,500	84.0	225,600	4.11	239	48	12,220	3,760	2,090	108.5	
95	28,975	82.6	215,800	3.90	231	47	11,220	3,620	2,060	105.5	
90	27,450	81.1	206,000	3.68	221	45	10,240	3,480	2,030	101.7	
85	25,925	79.6	196,100	3.47	212	44	9,280	3,340	1,990	97.1	
80	24,400	78.0	186,000	3.25	202	43	8,330	3,200	1,960	91.8	
75	22,875	76.3	177,500	3.08	193	42	7,560	3,060	1,910	87.5	
70	21,350	74.6	168,500	2.91	185	41	6,800	2,930	1,860	82.6	
65	19,825	72.8	159,100	2.74	176	41	6,050	2,790	1,810	76.9	
60	18,300	70.8	148,800	2.56	166	40	5,290	2,650	1,750	70.5	
55	16,775	68.8	138,200	2.39	156	39	4,540	2,510	1,690	63.4	
50	15,250	66.7	127,000	2.22	145	38	3,810	2,370	1,620	55.9	
45	13,725	64.4	115,600	2.04	134	38	3,120	2,230	1,550	48.0	
40	12,200	61.9	103,800	1.87	122	38	2,470	2,090	1,470	39.7	
35	10,675	59.2	91,500	1.71	110	37	1,870	1,950	1,380	31.4	
30	9,150	56.2	94,500	1.55	98	44	1,620	1,810	1,280	28.0	
25	7,625	52.9	79,900	1.41	86	44	1,110	1,670	1,170	19.5	
20	6,100	49.1	68,000	1.28	75	43	730	1,340	1,050	12.6	
15	4,575	44.6	57,000	1.18	64	43	450	1,000	910	7.0	
10	3,050	39.0	48,900	1.09	55	43	260	670	740	3.0	

## Typical noise and vibration levels

### SMCR

Octave band centre freq. in Hz	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(lin)	dB(A)	Max
A) Exhaust gas noise	130.5	124.8	117.2	113.3	111.3	106.3	95.5	85.6	77.5	131.8	112.1	-
B) Spatial noise, standard NR	103.8	103.3	103.7	103.3	103.8	105.1	104.6	99.3	91.5	112.7	109.9	115.1
C) Spatial noise, additional NR	101.8	100.1	99.6	99.7	100.0	101.3	100.4	92.9	86.0	109.1	105.7	110.0
D) Structure borne vibrations	78.7	76.5	73.6	72.1	69.1	63.4	56.9	48.9	42.5	-	-	-

### NCR (85.0% of SMCR)

Octave band centre freq. in Hz	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(lin)	dB(A)	Max
A) Exhaust gas noise	128.7	122.8	115.4	111.8	109.6	104.2	93.4	83.6	75.7	130.0	110.4	-
B) Spatial noise, standard NR	102.5	102.2	102.5	102.0	102.4	103.2	101.8	96.2	89.6	111.0	107.6	112.0
C) Spatial noise, additional NR	102.3	100.7	100.3	100.3	100.5	101.2	99.4	91.6	85.9	109.3	105.3	108.8
D) Structure borne vibrations	77.4	75.1	72.2	70.9	67.5	61.8	55.1	47.1	41.0	-	-	-

#### A) Sound pressure levels from exhaust gas system ( $2 \times 10^{-5}$ Pa).

The expected sound pressure level at 1 metre from the edge of the exhaust gas pipe opening at an angle of 30 degrees to the direction of the gas flow and valid for a normal exhaust gas system - but without a boiler and silencer.

#### B) Airborne sound pressure levels - with standard noise reduction (NR) countermeasures ( $2 \times 10^{-5}$ Pa).

Expected mean sound pressure octave spectrum levels, i.e. the average spatial noise values at a distance of 1 metre from the engine. Prescribed measuring surface area is 740.7 m<sup>2</sup>.

#### C) Air-borne sound pressure levels - with additional noise reduction (NR) countermeasures ( $2 \times 10^{-5}$ Pa).

Expected mean sound pressure octave spectrum levels, i.e. the average spatial noise values at a distance of 1 metre from the engine. Prescribed measuring surface area is 740.7 m<sup>2</sup>.

Additional noise reduction countermeasures, e.g.:

- Extra good turbocharger air intake silencer(s)
- External sound insulation of scavenge air receiver
- External sound insulation of scavenge air cooler(s).

Supplementary reduction of 1.9 dB is needed.

Other additional noise reduction countermeasures are also available. The noise figures given are in accordance with the CIMAC recommendations for measurements of the overall noise for reciprocating engines. The average levels will, depending on the actual engine room configuration, be 1-5 dB higher when the engine is installed in the engine room.

#### D) Structure borne vibration levels ( $5 \times 10^{-8}$ Pa).

Expected mean velocity octave spectrum levels at the engine base plate as installed on board the ship. Based on an average engine foundation of a ship, and may only be used as a rough estimate as the velocity levels will depend on the actual foundation used. If the vibration velocity levels are referred to  $10^{-9}$  m/s instead of  $5 \times 10^{-8}$  m/s, the calculated dB figures will be 34.0 dB higher than above stated.



## Reference data

Ambient condition	Scavenge air coolant temperature <sup>*)</sup> °C	Ambient air temperature °C	Barometric pressure mbar	Exhaust gas back pressure mmWC
ISO <sup>**)</sup>	25	25	1,000	300
Tropical	36	45	1,000	300
Specified	36	45	1,000	300

Further reading: [www.mandieselturbo.com/Papers/Influence\\_Of\\_Ambient\\_Temperature\\_Conditions p. 7-11](http://www.mandieselturbo.com/Papers/Influence_Of_Ambient_Temperature_Conditions_p.7-11)

\*) With a central cooling system, the sea water will be 4 °C lower than these temperatures.

\*\*\*) Refers to ISO 3046-1 2002(E) and ISO 15550:2002(E).

Tolerances	
Specific fuel consumption tolerance (SMCR)	+/- 5 %
Exhaust gas amount tolerance	+/- 5 %
Exhaust gas temperature tolerance	+/- 15 °C

Values for EEDI calculation	
Engine type	5S90ME-C10.5-TII
SMCR power	30,500 kW
SMCR RPM	84.0 r/min
Ambient condition	ISO
Reference LCV of fuel oil	42,700 kJ/kg
SFOC (SMCR)	169.0 g/kWh
SFOC (75% of SMCR)	161.1 g/kWh
<b>SFOC incl. 6% tolerance</b>	<b>170.8 g/kWh</b>

EEDI calculator can be downloaded at <https://www.bimco.org/Products/EEDI.aspx>



## **ANEXO 2: Características Separadora-Purificadora MOPX**



# MOPX

## Separation Systems

### Application

Purification or clarification of distillates, marine diesel oils, intermediate and heavy fuel oils, and lubricating oils used in marine installations and power stations.

The MOPX separation system (Fig. 1) is designed for automatic intermittent discharge of separated sludge.

### Concept

Each MOPX Separation System (Fig. 2) comprises:

- an MOPX separator
- ancillary equipment including EPC-41 control unit.

The separator can be delivered with or without built-on feed pump. An installation with a separate feed pump is recommended.

### Features and benefits

The main features of the system are:

- Simple and robust design.
- EPC-41 electronic control unit with built-in PI temperature controller for any type of steam heater or Heatpac electric oil preheater.



Fig. 1. MOPX separator system.

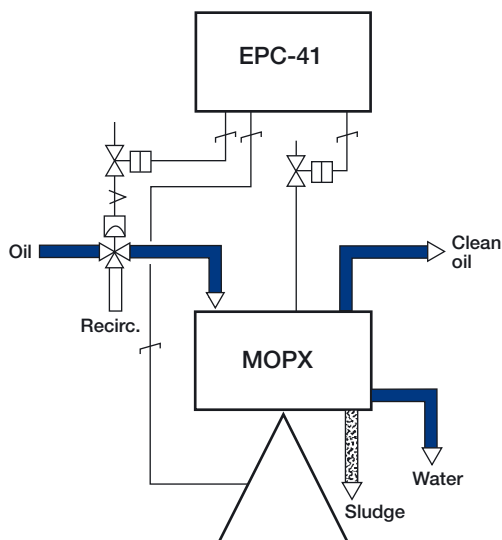


Fig. 2. Basic system concept.

The major benefits are:

- **Flexibility.** The self-cleaning bowl may be used either as a purifier or a clarifier.
- **Simple installation, operation and maintenance** as a result of few and simple components.
- **Preventive maintenance program** for improved operational safety and cost control with standardized service kits.

MOPX purifier

MOPX clarifier

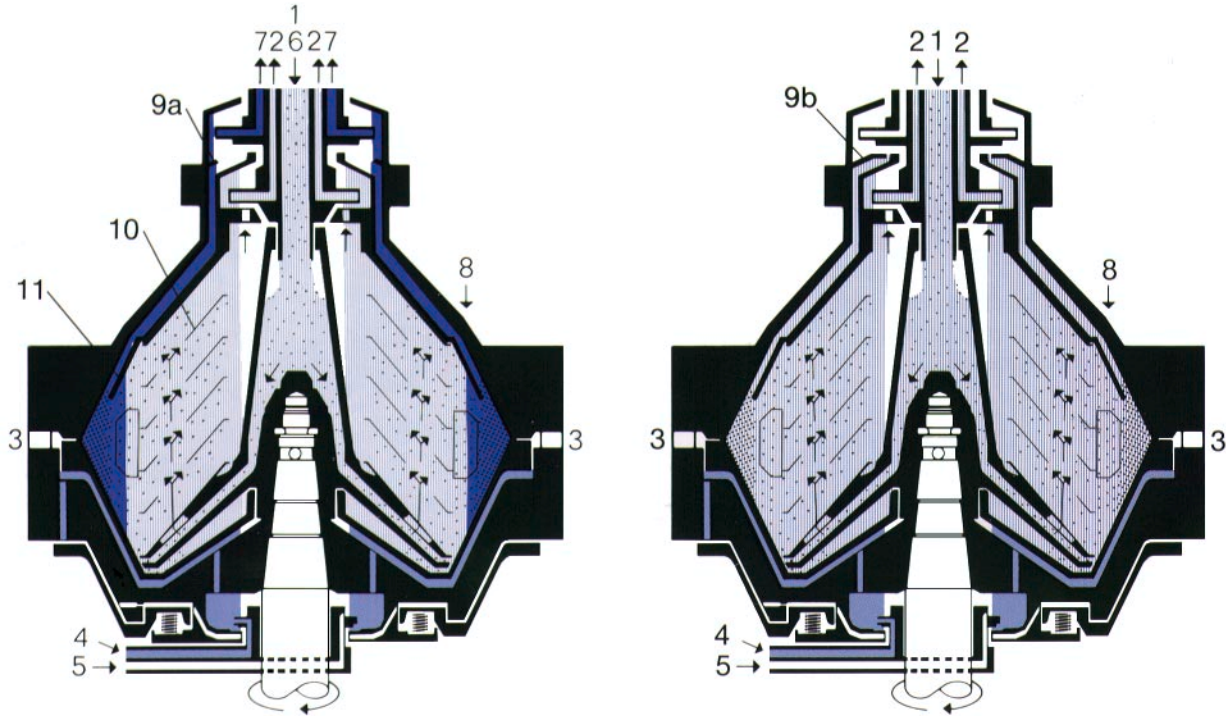


Fig. 3. Purifier-Clarifier.

- 1 Oil inlet
- 2 Oil outlet
- 3 Sludge outlet
- 4 Make-up and closing water inlet
- 5 Opening water inlet
- 6 Inlet for water seal and displacement water
- 7 Water outlet
- 8 Water/oil interface
- 9a Gravity disc
- 9b Clarifier disc
- 10 Disc stack
- 11 Top disc

**System working principle**

The MOPX Separation System is operated automatically by the EPC-41 control unit, except for starting the separator.

The MOPX separator bowl can be arranged as a **purifier** or as a **clarifier**. A purifier separates sludge and water from the oil. Water is continuously discharged from the bowl. The sludge accumulated in the sludge space in both a purifier and a clarifier is intermittently discharged. In a clarifier, the water outlet is blocked i.e. the water handling capability is limited.

In the purifier mode, the EPC-41 unit automatically controls the water admitted to the separator for the water seal and displacement of oil prior to sludge discharge. During normal operation vital process parameters are monitored. The EPC-41 unit provides alarm functions for broken water seal, low oil pressure, high back pressure and power failure. Alarm functions are also provided for errors involving the EPC-41 unit.

In addition, functions are available for high/low oil temperature alarm when the optional Pt 100 temperature sensor is fitted, and for vibration alarm when the optional vibration switch is fitted.

When operating in the purifier mode, a suitable gravity disc must be fitted to obtain the correct interface position in the separator bowl, i.e. the boundary between the oil and the water seal. The size of gravity disc must be selected to match the oil density, viscosity/temperature and oil feed rate to the separator. In the clarifier mode, a clarifier disc is fitted instead of gravity disc.

## Installation

The MOPX Separation System is designed for automatic operation in periodically unmanned engine rooms at sea and automated power stations ashore.

Each MOPX separator is equipped with its own EPC-41 unit and ancillary equipment, forming an independent system. MOPX Separation Systems may be operated in single, in parallel or in series.

For cleaning of distillate, marine diesel oil, and lubricating oil, MOPX Separation Systems should be operated in single or parallel configuration, depending on prevailing operational conditions. The separators must then always be operated as purifiers.

If more than one MOPX Separation System is installed in a plant for the cleaning of intermediate or heavy fuel

oil, the systems should be operated in series. In such a case, the first separator should be operated as a purifier, followed by the second separator operated as a clarifier.

Up to three separation systems in the same cleaning plant can be interconnected between their EPC-41 control units; e.g. a purifier, a clarifier and a standby separation system.

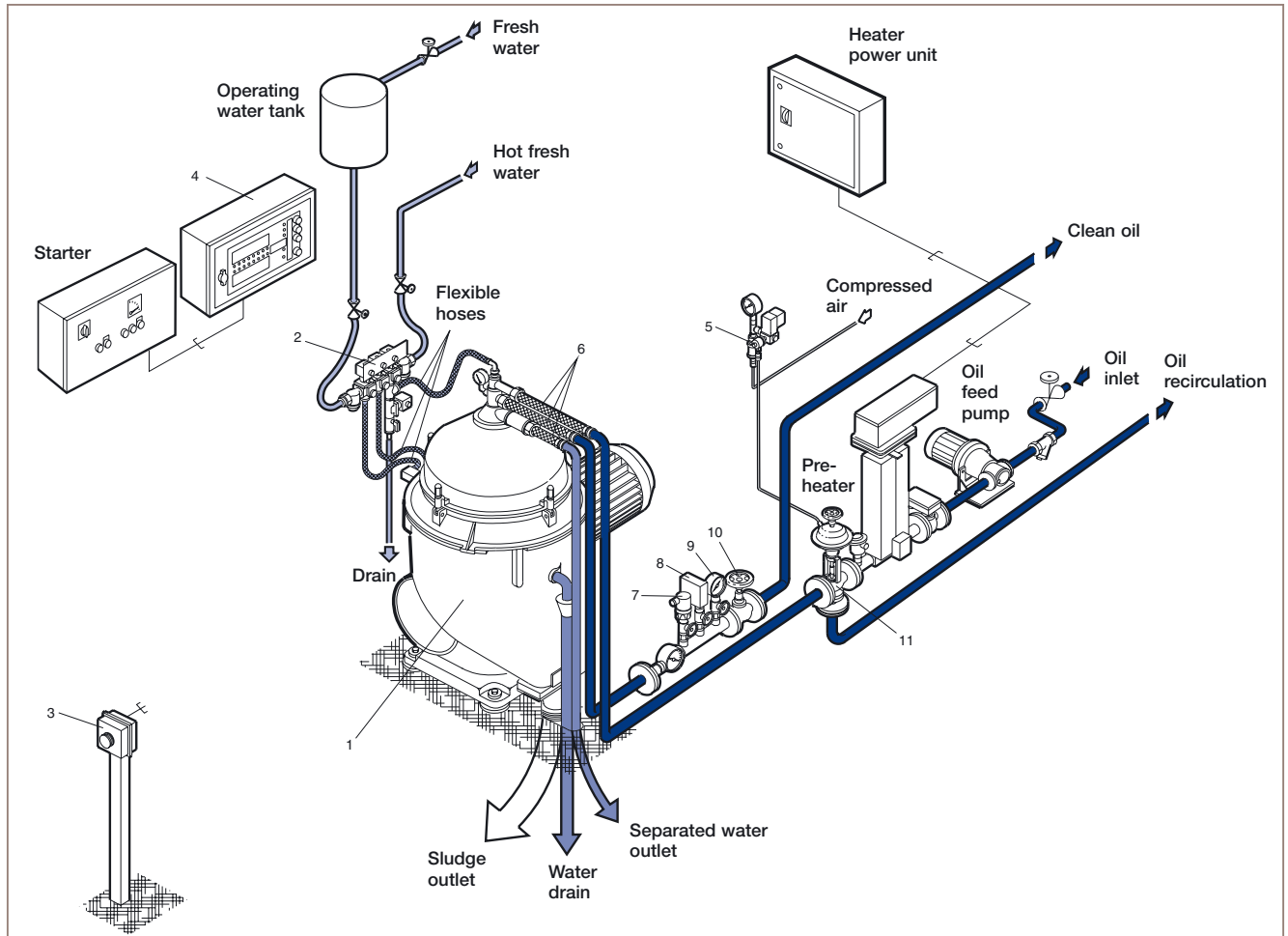


Fig. 4. Schematic installation layout of an MOPX separation system.

### Basic system equipment (See Fig. 4)

- 1 MOPX separator with or without built-on feed pump
- 2 Solenoid valve block, water
- 3 Emergency stop pushbutton
- 4 EPC-41 control unit
- 5 Solenoid valve block, air
- 6 Flexible hoses
- 7 High pressure switch
- 8 Low pressure switch
- 9 Pressure gauge
- 10 Regulating valve
- 11 Pneumatic 3-way valve

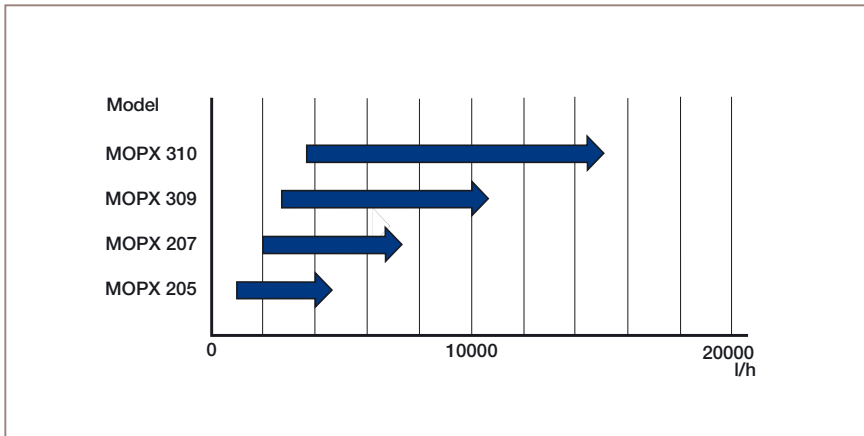
Selected spare parts for separator and system equipment.

### Additional equipment necessary for operation

- Electric motor and starter
- Set of tools
- Operating water tank
- Separate oil feed pump with strainer and starter (for separators without built-on pump)
- Oil heating system

### Optional equipment

- Vibration switch
- Temperature sensor PT-100
- MCFR flow regulation system
- Air pressure reducing valve



### Throughput Capacities

Blue bars indicate range from maximum recommended capacity on 600 cSt/50°C heavy fuel oil to maximum recommended capacity on distillate (1.5 to 6 cSt/40°C). For detailed information on throughput capacities see separate capacity table for individual model.

### Modules

The separation system with supplementary equipment can be delivered as a standardized plug-in unit, suitable for both marine and power installations.

### Technical documentation

Complete information and documentation accompany each separation system. Complete System Manual covering separator and ancillary equipment.

### After Sales support

A Preventive Maintenance Program has been developed, with two different spare parts kits available corresponding to two levels of service: every three months, and every year of operation. The kits can be ordered and stocked as single units.

For further details of the Preventive Maintenance Program contact your nearest Alfa Laval representative. Our service engineers are available to assist you for any level of maintenance and to train your maintenance engineers.

### Shipping data

MOPX 205	Weight:	net	400 kg	gross	530 kg	Volume	1.55 m <sup>3</sup>
MOPX 207	"	"	785 kg	"	950 kg	"	2.25 m <sup>3</sup>
MOPX 309/310	"	"	1060 kg	"	1330 kg	"	3.88 m <sup>3</sup>

### How to contact Alfa Laval

Contact details for all countries are continually updated on our web site. Please visit [www.alfalaval.com](http://www.alfalaval.com) to access the information direct.



### **ANEXO 3: Características Compresores Alta Presión**



# Sauer Compressors USA

Dependable Compressors!

## Quick Reference Guide for Air (60 Hz)

COOLING	SERIES	MODEL	STAGES/CYLINDERS	MIN-MAX PRESSURE (PSI)	1800 RPM Motor		1200 RPM Motor	
					CAPACITY F.A.D. (SCFM)	REQUIRED POWER (HP)	CAPACITY F.A.D. (SCFM)	REQUIRED POWER (HP)
Air Cooled	Mistral	WP15L	2/2	150 - 600	7.9 - 9.2	5 - 5.8	5.8 - 6.8	3.2 - 3.8
		WP22L	2/2	150 - 600	12.1 - 12.9	6.6 - 7.6	8.1 - 8.8	4.3 - 5
		WP33L	2/2	150 - 500	17.1 - 18.4	9.4 - 11	11.2 - 12.1	6.2 - 7.2
		WP45L	2/2	150 - 600	30.6 - 35.7	13.3 - 16.1	20 - 23.2	8.7 - 10.7
		WP65L	2/2	150 - 600	40.6 - 47	17.7 - 21.4	26.5 - 30.4	11.7 - 14.2
		WP146L	2/2	100 - 150	88.3 - 92.3	32 - 34.9	62.4 - 64.9	22 - 23.5
		WP226L	2/2	100 - 150	153.1 - 154.3	51.5 - 55.7	112.5 - 113.7	30.4 - 33
	Passat	WP81L	3/3	150 - 600	52.3 - 57.3	23.5 - 27.3	35 - 38.4	15.7 - 18.4
		WP101L	3/3	150 - 600	65.3 - 71.2	29.4 - 34.3	43.6 - 47.2	19.3 - 22.5
		WP121L	3/3	150 - 600	78.5 - 90.1	37.5 - 43.3	52.4 - 60.2	22.9 - 26.8
		WP151L	3/3	150 - 600	94.2 - 102.4	45.8 - 53.5	62.7 - 69	27.7 - 32.4
		WP271L	3/4	150 - 600	144.2 - 158.1	62.7 - 71	98.9 - 105.8	41.6 - 46.9
		WP311L	3/4	150 - 600	184.2 - 207.8	85.2 - 102.4	126 - 136.3	49.8 - 58.1
		WP66L	3/3	700 - 1150	51.2 - 53	26.1 - 32.2	33.5 - 35.3	16.1 - 20.1
		WP126L	3/3	700 - 1150	75.9 - 77.1	43.6 - 46.9	53.3 - 53.6	33.8 - 35.5
	Hurricane	WP206L	3/3	700 - 1150	163.5 - 164.6	92.7 - 102.4	105.1 - 105.8	59.6 - 65.8
		WP4331	4/4	1750 - 6000	22.7 - 24.1	21.0 - 23.6	15.3 - 15.9	13.9 - 16.5
		WP4341	4/4	1750 - 6000	38.5 - 42.4	29.9 - 34.8	26.1 - 29	18.8 - 22.7
	Tornado	WP4351	4/4	1750 - 5000	70.6 - 76.0	55.6 - 67	46.9 - 50.4	36.3 - 42.6
		WP3215	3/3	2000 - 4000	9.8 - 10.9	7.9 - 8.7	6.3 - 7.2	4 - 5.5
Water Cooled	Typhoon	WP4325	4/4	2000 - 6000	13.5 - 15.2	14.7 - 16.4	9.5 - 10.4	9.9 - 11.1
		WP100	2/2	150 - 450	60.8 - 65.1	28.5 - 31.7	41.2 - 44.1	19.1 - 21.3
		WP200	2/2	150 - 450	103.1 - 110.3	47.8 - 53.1	70.9 - 75.8	31.4 - 34.9
		WP240	2/2	150 - 450	124.8 - 133.6	58.8 - 65.4	86 - 92.1	38.8 - 43.1
		WP400	2/3	150 - 450	216.6 - 231.8	98.4 - 109.3	153.3 - 164.1	63 - 70
	5000	WP3100	3/3	700 - 1500	116.8 - 125	73.7 - 82.6	98 - 104.9	60.3 - 68.6
		WP5500	4/4	1500 - 5000	41 - 42	30.8 - 37.5	27 - 28	20.4 - 24.8
	6000	WP5000	4/4	1500 - 5000	81 - 89	61.7 - 75.1	54 - 59	40.2 - 49.6
		WP6202	2/6	125 - 225	470 - 480	140 - 190	380 - 390	110 - 160
		WP6305	2/6	300 - 725	370 - 390	180 - 240	300 - 310	140 - 190
		WP6442	2/6	1750 - 6000	280 - 290	190 - 230	220 - 230	160 - 190





# Sauer Compressors USA

Dependable Compressors!

## Booster Quick Reference Guide

COOLING	SERIES	MODEL	STAGES/CYLINDERS	MIN-MAX PRESSURE (PSI)	1800 RPM Motor		1200 RPM Motor	
					CAPACITY F.A.D. (SCFM)	REQUIRED POWER (HP)	CAPACITY F.A.D. (SCFM)	REQUIRED POWER (HP)
Air Cooled	Mistral	WP15L	2/2	150 - 600	9.8 - 12.4	5.6 - 6.9	6.9 - 8.1	3.7 - 4.5
		WP22L	2/2	150 - 600	12.4 - 13.5	5.6 - 9.2	9.7 - 10.5	3.7 - 6.0
		WP33L	2/2	150 - 500	20.5 - 22.1	10.8 - 13.2	13.4 - 14.5	7.1 - 8.7
		WP45L	2/2	150 - 600	36.7 - 42.9	15.9 - 19.3	24.0 - 27.8	10.5 - 12.9
		WP65L	2/2	150 - 600	48.7 - 56.4	21.2 - 25.7	31.8 - 36.5	14.0 - 17.1
		WP33LB	2/2	300 - 500	32.0 - 70.0	8.7 - 14.8	16.2 - 38.3	6.4 - 11.3
		WP65LB	2/2	300 - 600	67.1 - 140.7	14.6 - 32.3	44.4 - 93.0	9.1 - 20.2
	Passat	WP81L	3/3	150 - 600	57.6 - 63.1	25.8 - 30.1	38.5 - 42.3	17.2 - 20.2
		WP101L	3/3	150 - 600	68.0 - 74.5	31.0 - 36.0	45.0 - 49.5	20.2 - 24.0
		WP121L	3/3	150 - 600	86.5 - 99.1	41.2 - 47.6	57.7 - 66.3	25.2 - 29.5
		WP151L	3/3	150 - 600	103.0 - 112.4	20.4 - 26	69.0 - 76.0	30.5 - 36.0
		WP271L	3/4	150 - 600	151.0 - 166.0	66.0 - 75.0	103.0 - 111.0	44.0 - 49.3
		WP311L	3/4	150 - 600	200.0 - 228.8	94.0 - 113.0	138.6 - 150	55.0 - 64.0
		WP66L	3/3	700 - 1150	56.0 - 58.3	29.0 - 35.4	37.0 - 39.0	18.0 - 22.0
		WP126L	3/3	700 - 1150	83.0 - 85.0	48.0 - 52.0	52.0 - 53.8	34.0 - 36.0
	Hurricane	WP206L	3/3	700 - 1150	174.0 - 180.0	99.0 - 108.0	95.9 - 105.2	59.8 - 70.4
		WP4331	4/4	1750 - 6000	27.0 - 28.7	26.0 - 28.3	18.0 - 19.0	16.2 - 20.0
		WP4341	4/4	1750 - 6000	46.0 - 50.5	37.0 - 42.0	31.0 - 34.0	24.0 - 27.2
	Tornado	WP4351	4/4	1750 - 5000	84.5 - 89.7	70.6 - 81	56.0 - 59.3	46.2 - 51.9
		WP3215	3/3	2000 - 4000	11.0 - 13.1	12.0 - 14.0	7.0 - 8.6	6.0 - 8.8
		WP4325	4/4	2000 - 6000	17.0 - 18.3	17.0 - 19.6	10.0 - 10.9	10.0 - 11.7

## Helium Bas Booster Quick Reference Guide

COOLING	SERIES	MODEL	STAGES/CYLINDERS	MIN-MAX PRESSURE (PSI)	1800 RPM Motor		1200 RPM Motor	
					CAPACITY F.A.D. (SCFM)	REQUIRED POWER (HP)	CAPACITY F.A.D. (SCFM)	REQUIRED POWER (HP)
Air Cooled	Passat	WP156L	3/3	300 - 600	72.4 - 73.6	37.5 - 40.2	47.7 - 48.9	24.1 - 26.8
		WP276L	3/4	300 - 600	132.4 - 138.3	71.0 - 75.7	87.7 - 91.2	46.9 - 52.3
		WP316L	3/4	300 - 600	170.7 - 177.2	87.1 - 97.8	110.1 - 117.1	57.6 - 63.0
	Hurricane	WP4331	4/4	1500 - 3250	18.5 - 20.6	19.7 - 22.5	12.1 - 13.5	13.0 - 14.7
		WP4341	4/4	1500 - 3250	28.8 - 33.5	24.1 - 30.8	19.4 - 21.8	16.1 - 21.4
		WP4351	4/4	1500 - 3000	61.2 - 67.1	48.3 - 67.0	40.6 - 44.7	32.2 - 38.9
	Tornado	WP4325	4/4	1500 - 3250	14.4 - 15.2	14.7 - 15.7	9.9 - 10.4	9.9 - 10.7

(1psi=.069bar) (1cfm=1.7m<sup>3</sup>/h)

(1bar=14.5psi) (1m<sup>3</sup>/h=.589cfm)