

ANEXO 9

RESOLUCIÓN MEPC.281(70) (Adoptada el 28 de octubre de 2016)

ENMIENDAS A LAS DIRECTRICES DE 2014 SOBRE EL MÉTODO DE CÁLCULO DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE PROYECTO (EEDI) OBTENIDO PARA BUQUES NUEVOS (RESOLUCIÓN MEPC.245(66), ENMENDADA POR LA RESOLUCIÓN MEPC.263(68))

EL COMITÉ DE PROTECCIÓN DEL MEDIO MARINO,

RECORDANDO el artículo 38 a) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones del Comité de protección del medio marino (el Comité) conferidas por los convenios internacionales relativos a la prevención y contención de la contaminación del mar ocasionada por los buques,

RECORDANDO TAMBIÉN que adoptó, mediante la resolución MEPC.203(62), las Enmiendas al anexo del Protocolo de 1997 que enmienda el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978 (inclusión de reglas sobre la eficiencia energética de los buques en el Anexo VI del Convenio MARPOL),

TOMANDO NOTA de que las antedichas enmiendas al Anexo VI del Convenio MARPOL entraron en vigor el 1 de enero de 2013,

TOMANDO NOTA TAMBIÉN de que en la regla 20 (Índice de eficiencia energética de proyecto obtenido (EEDI obtenido)) del Anexo VI del Convenio MARPOL enmendado se prescribe que el EEDI se calcule teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización,

TOMANDO NOTA ASIMISMO de las Directrices de 2012 sobre el método de cálculo del índice de eficiencia energética de proyecto obtenido (EEDI obtenido) para buques nuevos, adoptadas mediante la resolución MEPC.212(63), y de las enmiendas al respecto, adoptadas mediante la resolución MEPC.224(64),

TOMANDO NOTA ADEMÁS de que adoptó, mediante la resolución MEPC.245(66), las Directrices de 2014 sobre el método de cálculo del índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI) obtenido para buques nuevos, y mediante la resolución MEPC.263(68), enmiendas a dichas Directrices,

RECONOCIENDO que las antedichas enmiendas al Anexo VI del Convenio MARPOL requieren directrices pertinentes para una implantación uniforme y sin contratiempos de las reglas,

HABIENDO EXAMINADO, en su 70º periodo de sesiones, las propuestas de enmienda a las Directrices de 2014 sobre el método de cálculo del índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI) obtenido para buques nuevos, enmendadas,

1 ADOPTA las enmiendas a las Directrices de 2014 sobre el método de cálculo del índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI) obtenido para buques nuevos, enmendadas, que figuran en el anexo de la presente resolución;

2 INVITA a las Administraciones a que tengan en cuenta las citadas enmiendas al elaborar y promulgar las leyes nacionales mediante las que se hagan entrar en vigor e implanten las disposiciones de la regla 20 del Anexo VI del Convenio MARPOL enmendado;

3 PIDE a las Partes en el Anexo VI del Convenio MARPOL y a otros Gobiernos Miembros que pongan las enmiendas en conocimiento de propietarios, armadores, constructores y proyectistas de buques y demás grupos interesados;

4 ACUERDA mantener las Directrices sometidas a examen, a la luz de la experiencia que se adquiriera con su aplicación.

ANEXO

ENMIENDAS A LAS DIRECTRICES DE 2014 SOBRE EL MÉTODO DE CÁLCULO DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE PROYECTO (EEDI) OBTENIDO PARA BUQUES NUEVOS (RESOLUCIÓN MEPC.245(66), ENMENDADA MEDIANTE LA RESOLUCIÓN MEPC.263(68))

1 En el índice se añade el texto siguiente después del apartado 2.12.3:

"2.12.4 f_C *graneleros proyectados para transportar cargas ligeras*: buques para el transporte de astillas de madera"

2 El párrafo 2.1 se sustituye por el siguiente:

"1 C_F es un factor de conversión adimensional entre el consumo de combustible (medido en g) y las emisiones de CO₂ (también medidas en g), basándose en el contenido de carbono. Los subíndices $ME(i)$ y $AE(i)$ corresponden a los motores principales y auxiliares, respectivamente. C_F corresponde al combustible consumido al determinar el SFC que figura en el informe de prueba aplicable incluido en el expediente técnico según se define éste en el párrafo 1.3.15 del Código técnico sobre los NO_x (en adelante "informe de prueba incluido en el expediente técnico sobre los NO_x"). Los valores de C_F son los siguientes:

Tipo de combustible	Referencia	Poder calorífico inferior (kJ/kg)	Contenido de carbono	C_F (ton. de CO ₂ /ton. de combustible)
1. Diésel/gasoil	ISO 8217 Grados DMX a DMB	42 700	0,8744	3,206
2. Fueloil ligero	ISO 8217 Grados RMA a RMD	41 200	0,8594	3,151
3. Fueloil pesado	ISO 8217 Grados RME a RMK	40 200	0,8493	3,114
4. Gas de petróleo licuado (GPL)	Propano	46 300	0,8182	3,000
	Butano	45 700	0,8264	3,030
5. Gas natural licuado (GNL)		48 000	0,7500	2,750
6. Metanol		19 900	0,3750	1,375
7. Etanol		26 800	0,5217	1,913

En el caso de los buques equipados con un motor principal o auxiliar de combustible mixto, se deberían aplicar el factor C_F para el combustible gaseoso y el factor C_F para el fueloil, multiplicados por el consumo específico de fueloil en el punto de carga pertinente del EEDI. En el ínterin, para determinar si el combustible gaseoso se debe considerar 'combustible principal', se empleará la fórmula que aparece a continuación:

$$f_{DFgas} = \frac{\sum_{i=1}^{ntotal} P_{total(i)}}{\sum_{i=1}^{ngasfuel} P_{gasfuel(i)}} \times \frac{V_{gas} \times \rho_{gas} \times LCV_{gas} \times K_{gas}}{\left[\sum_{i=1}^{nliquid} V_{liquid(i)} \times \rho_{liquid(i)} \times LCV_{liquid(i)} \times K_{liquid(i)} \right] + V_{gas} \times \rho_{gas} \times LCV_{gas} \times K_{gas}}$$

$$f_{DFliquid} = 1 - f_{DFgas}$$

donde:

f_{DFgas} es la tasa de disponibilidad de combustible gaseoso corregida utilizando el coeficiente de potencia entre los motores de gas y todos los motores; f_{DFgas} no debería ser superior a 1;

V_{gas} es la capacidad neta total de combustible gaseoso a bordo (en m³). Si se utilizan otros medios, como los contenedores cisterna de GNL intercambiables (especializados) y/o configuraciones que permitan utilizar la toma frecuente de combustible gaseoso, para V_{gas} deberá utilizarse la capacidad de la totalidad del sistema de combustible GNL. Si los tanques de carga de gas están conectados al sistema de alimentación de combustible gaseoso, se calculará el régimen de evaporación y se incluirá en V_{gas} ;

V_{liquid} es la capacidad neta total de combustible líquido a bordo (en m³) de los tanques de combustible líquido conectados permanentemente al sistema de combustible del buque. Si se desconecta un tanque de combustible mediante válvulas de sellado permanente, no se tendrá en cuenta el V_{liquid} de dicho tanque de combustible;

ρ_{gas} es la densidad del combustible gaseoso, en kg/m³;

ρ_{liquid} es la densidad de cada combustible líquido, en kg/m³;

LCV_{gas} es el poder calorífico bajo del combustible gaseoso, en kJ/kg;

LCV_{liquid} es el poder calorífico bajo del combustible líquido, en kJ/kg;

K_{gas} es el régimen de llenado de los tanques de combustible gaseoso;

K_{liquid} es el régimen de llenado de los tanques de combustible líquido;

P_{total} es el total de potencia instalada de los motores, P_{ME} y P_{AE} , en kW;

$P_{gasfuel}$ es la potencia instalada de motores de combustible mixto, P_{ME} y P_{AE} , en kW;

- .1 Si la capacidad total de combustible gaseoso es, como mínimo, el 50 % de la capacidad de combustible dedicado a los motores de combustible mixto, es decir, $f_{DFgas} \geq 0,5$, se considerará que el combustible gaseoso es el "combustible principal" y que $f_{DFgas} = 1$ y que $f_{DFliquid} = 0$ para cada motor de combustible mixto.
- .2 Si $f_{DFgas} < 0,5$, el combustible gaseoso no se considerará el "combustible principal". Se deberá calcular C_F y el consumo específico de combustible (SCF) del cálculo del EEDI para cada motor de combustible mixto (tanto motores principales como motores auxiliares) como el promedio ponderado de C_F y SFC para la modalidad de líquido y de gas utilizando f_{DFgas} y $f_{DFliquid}$, y el elemento original $P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)}$ del cálculo del EEDI se debe reemplazar por la fórmula que figura a continuación.

$$P_{ME(i)} \cdot [f_{DFgas(i)} \cdot (C_{FME\ pilot\ fuel(i)} \cdot SFC_{ME\ pilot\ fuel(i)} + C_{FME\ gas(i)} \cdot SFC_{ME\ gas(i)}) + f_{DFliquid(i)} \cdot C_{FME\ liquid(i)} \cdot SFC_{ME\ liquid(i)}]$$

- 3 Se añaden las siguientes frases al final del actual párrafo 2.7.1:

"En el cuadro del párrafo 2.1 de estas directrices figuran los poderes caloríficos inferiores de referencia para otros combustibles. Para el cálculo debería utilizarse el poder calorífico inferior de referencia correspondiente al factor de conversión del combustible de que se trate."

- 4 Se añade el nuevo párrafo 2.12.4 siguiente a continuación del párrafo 2.12.3 actual:

"4 Para los graneleros con un R inferior a 0,55 (por ejemplo, los buques para el transporte de astillas de madera), debería aplicarse el siguiente factor de corrección de la capacidad cúbica, f_c graneleros proyectados para transportar cargas ligeras:

$$f_c \text{ graneleros proyectados para transportar cargas ligeras} = R^{0,15}$$

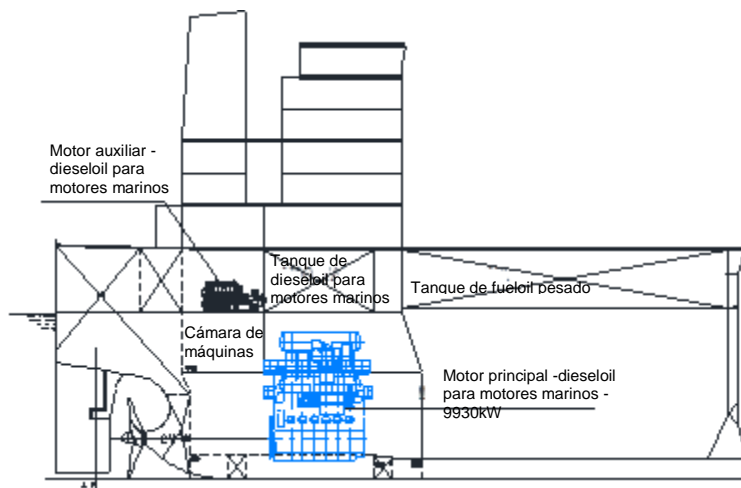
donde: R es el cociente de capacidad del peso muerto del buque (toneladas) determinado en el párrafo 2.4, dividido por la capacidad cúbica total de los tanques de carga del buque (m^3)."

- 5 El apéndice 4 se sustituye por el siguiente:

"APÉNDICE 4

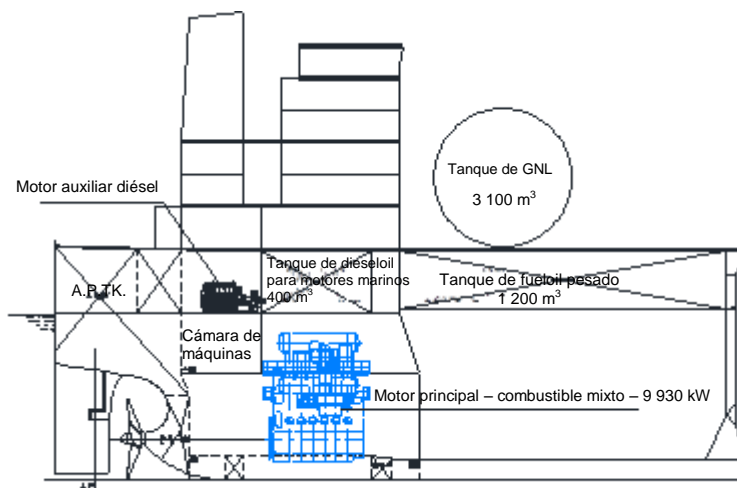
EJEMPLOS SOBRE EL CÁLCULO DEL EEDI CUANDO SE UTILICEN MOTORES DE COMBUSTIBLE MIXTO

Caso 1: buque Kamsarmax corriente, un motor principal (dieseloil para motores marinos), motores auxiliares convencionales (dieseloil para motores marinos), sin generador acoplado al eje:



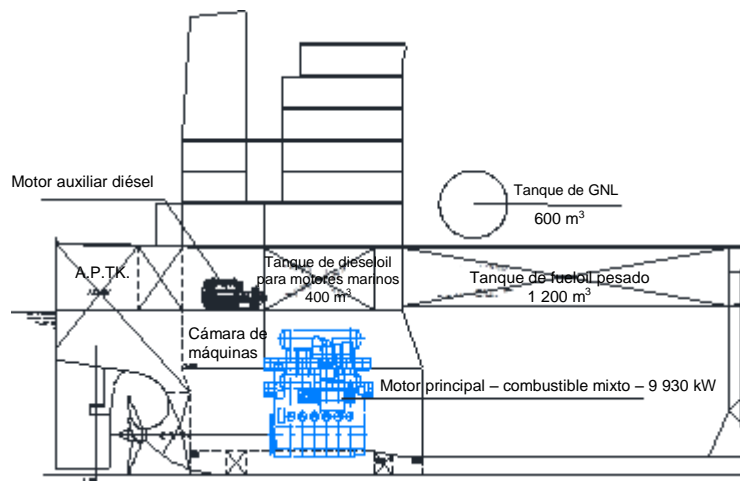
Número	Parámetro	Fórmula o fuente	Unidad	Valor
1	MCR _{ME}	Potencia del motor principal al régimen nominal máximo continuo	kW	9 930
2	Capacidad	Peso muerto del buque con el calado de verano a plena carga	TPM	81 200
3	V _{ref}	Velocidad del buque según se define en la regla relativa al EEDI	nudos	14
4	P _{ME}	0,75 x MCR _{ME}	kW	7 447,5
5	P _{AE}	0,05 x MCR _{ME}	kW	496,5
6	C _{FME}	Factor C _F de motor principal que consume diésel para motores marinos	-	3,206
7	C _{F_{AE}}	Factor C _F de motor auxiliar que consume diésel para motores marinos	-	3,206
8	SFC _{ME}	Consumo específico de combustible a P _{ME}	g/kWh	165
9	SFC _{AE}	Consumo específico de combustible a P _{AE}	g/kWh	210
10	EEDI	$((P_{ME} \times C_{F_{ME}} \times SFC_{ME}) + (P_{AE} \times C_{F_{AE}} \times SFC_{AE})) / (V_{ref} \times Capacity)$	gCO ₂ /tnm	3,76

Caso 2: El GNL se considera "combustible principal" si los motores principal y auxiliares de combustible mixto (GNL, combustible piloto diésel para motores marinos; sin generador acoplado al eje) están equipados con tanques de GNL de mayor tamaño



Número	Parámetro	Fórmula o fuente	Unidad	Valor
1	MCR _{ME}	Potencia del motor principal al régimen nominal máximo continuo	kW	9 930
2	Capacidad	Peso muerto del buque con el calado de verano a plena carga	TPM	81 200
3	V _{ref}	Velocidad del buque según se define en la regla relativa al EEDI	nudos	14
4	P _{ME}	0,75 x MCR _{ME}	kW	7 447,5
5	P _{AE}	0,05 x MCR _{ME}	kW	496,5
6	CF _{Pilotfuel}	Factor C _F del combustible piloto para motor principal de combustible mixto que consume dieseloil para motores marinos	-	3,206
7	CF _{AE Pilotfuel}	Factor C _F del combustible piloto para motor auxiliar que consume dieseloil para motores marinos	-	3,206
8	CF _{LNG}	Factor C _F de motor de combustible mixto que consume GNL	-	2,75
9	SFC _{MEPilotfuel}	Consumo específico de combustible piloto para motor principal de combustible mixto a P _{ME}	g/kWh	6
10	SFC _{AE Pilotfuel}	Consumo específico de combustible piloto para motor auxiliar de combustible mixto a P _{AE}	g/kWh	7
11	SFC _{ME LNG}	Consumo específico de combustible de motor principal que consume GNL a P _{ME}	g/kWh	136
12	SFC _{AE LNG}	Consumo específico de combustible de motor auxiliar que consume GNL a P _{AE}	g/kWh	160
13	V _{LNG}	Capacidad de tanques de GNL a bordo	m ³	3 100
14	V _{HFO}	Capacidad de tanques de fueloil pesado a bordo	m ³	1 200
15	V _{MDO}	Capacidad de tanques de dieseloil para motores marinos a bordo	m ³	400
16	ρ _{LNG}	Densidad del GNL	kg/m ³	450
17	ρ _{HFO}	Densidad del fueloil pesado	kg/m ³	991
18	ρ _{MDO}	Densidad del dieseloil para motores marinos	kg/m ³	900
19	LCV _{LNG}	Poder calorífico bajo del GNL	kJ/kg	48 000
20	LCV _{HFO}	Poder calorífico bajo del fueloil pesado	kJ/kg	40 200
21	LCV _{MDO}	Poder calorífico bajo del dieseloil para motores marinos	kJ/kg	42 700
22	K _{LNG}	Régimen de llenado de tanque de GNL	-	0,95
23	K _{HFO}	Régimen de llenado de tanque de fueloil pesado	-	0,98
24	K _{MDO}	Régimen de llenado de tanque de dieseloil para motores marinos	-	0,98
25	f _{DFgas}	$\frac{P_{ME} + P_{AE}}{P_{ME} + P_{AE}} \times \frac{V_{LNG} \times \rho_{LNG} \times LCV_{LNG} \times K_{LNG}}{V_{HFO} \times \rho_{HFO} \times LCV_{HFO} \times K_{HFO} + V_{MDO} \times \rho_{MDO} \times LCV_{MDO} \times K_{MDO} + V_{LNG} \times \rho_{LNG} \times LCV_{LNG} \times K_{LNG}}$	-	0,5068
26	EEDI	$\frac{(P_{ME} \times (C_{F \text{ Pilotfuel}} \times SFC_{ME \text{ Pilotfuel}} + C_{F \text{ LNG}} \times SFC_{ME \text{ LNG}}) + P_{AE} \times (C_{F \text{ Pilotfuel}} \times SFC_{AE \text{ Pilotfuel}} + C_{F \text{ LNG}} \times SFC_{AE \text{ LNG}}))}{(V_{ref} \times Capacity)}$	gCO ₂ /tnm	2,78

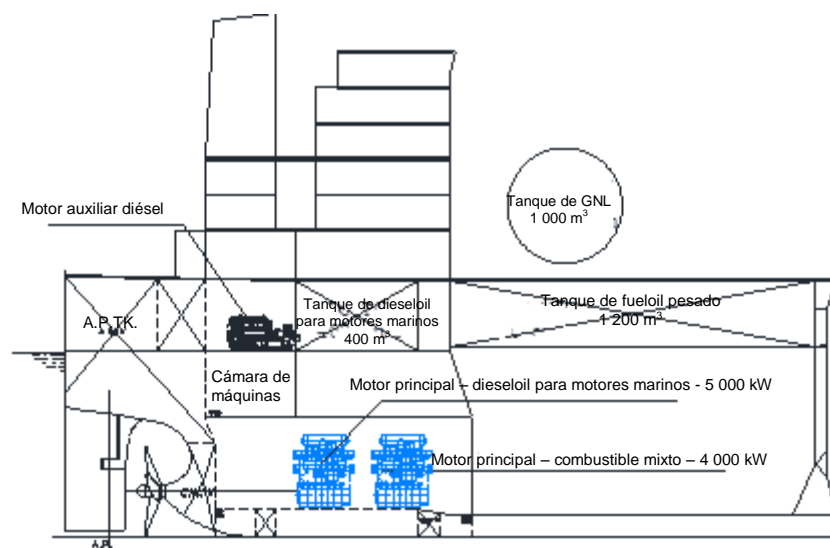
Caso 3: El GNL no se considera "combustible principal" si los motores principal y auxiliares de combustible mixto (GNL, combustible piloto dieseloil para motores marinos; sin generador acoplado al eje) están equipados con tanques de GNL de menor tamaño



Número	Parámetro	Fórmula o fuente	Unidad	Valor
1	MCR_{ME}	Potencia del motor principal al régimen nominal máximo continuo	kW	9 930
2	Capacidad	Peso muerto del buque con el calado de verano a plena carga	TPM	81 200
3	V_{ref}	Velocidad del buque según se define en la regla relativa al EEDI	nudos	14
4	P_{ME}	$0,75 \times MCR_{ME}$	kW	7 447,5
5	P_{AE}	$0,05 \times MCR_{ME}$	kW	496,5
6	$C_{FPilotfuel}$	Factor C_F del combustible piloto para motor principal de combustible mixto que consume dieseloil para motores marinos	-	3,206
7	$C_{FAE Pilotfuel}$	Factor C_F del combustible piloto para motor auxiliar de combustible mixto que consume dieseloil para motores marinos	-	3,206
8	C_{FLNG}	Factor C_F de motor de combustible mixto que consume GNL	-	2,75
9	C_{FMDO}	Factor C_F de motor principal/motores auxiliares que consumen dieseloil para motores marinos	-	3,206
10	$SFC_{MEPilotfuel}$	Consumo específico de combustible piloto para motor principal de combustible mixto a P_{ME}	g/kWh	6
11	$SFC_{AE Pilotfuel}$	Consumo específico de combustible piloto para motor auxiliar de combustible mixto a P_{AE}	g/kWh	7
12	$SFC_{ME LNG}$	Consumo específico de combustible de motor principal que consume GNL a P_{ME}	g/kWh	136
13	$SFC_{AE LNG}$	Consumo específico de combustible de motor auxiliar que consume GNL a P_{AE}	g/kWh	160
14	$SFC_{ME MDO}$	Consumo específico de combustible de motor principal de combustible mixto que consume dieseloil para motores marinos a P_{ME}	g/kWh	165
15	$SFC_{AE MDO}$	Consumo específico de combustible de motor auxiliar de combustible mixto que consume dieseloil para motores marinos a P_{AE}	g/kWh	187
16	V_{LNG}	Capacidad de tanques de GNL a bordo	m ³	600
17	V_{HFO}	Capacidad de tanques de fueloil pesado a bordo	m ³	1 800
18	V_{MDO}	Capacidad de tanques de dieseloil para motores marinos a bordo	m ³	400
19	ρ_{LNG}	Densidad del GNL	kg/m ³	450
20	ρ_{HFO}	Densidad del fueloil pesado	kg/m ³	991
21	ρ_{MDO}	Densidad del dieseloil para motores marinos	kg/m ³	900

Número	Parámetro	Fórmula o fuente	Unidad	Valor
22	LCV _{LNG}	Poder calorífico bajo del GNL	kJ/kg	48 000
24	LCV _{HFO}	Poder calorífico bajo del fueloil pesado	kJ/kg	40 200
25	LCV _{MDO}	Poder calorífico bajo del dieseloil para motores marinos	kJ/kg	42 700
26	K _{LNG}	Régimen de llenado de tanque de GNL	-	0,95
27	K _{HFO}	Régimen de llenado de tanque de combustible pesado	-	0,98
28	K _{MDO}	Régimen de llenado de tanque de dieseloil para motores marinos	-	0,98
29	f _{DFgas}	$\frac{P_{ME} + P_{AE}}{P_{ME} + P_{AE}} \times \frac{V_{LNG} \times \rho_{LNG} \times LCV_{LNG} \times K_{LNG}}{V_{HFO} \times \rho_{HFO} \times LCV_{HFO} \times K_{HFO} + V_{MDO} \times \rho_{MDO} \times LCV_{MDO} \times K_{MDO} + V_{LNG} \times \rho_{LNG} \times LCV_{LNG} \times K_{LNG}}$	-	0,1261
30	f _{DFliquid}	1 - f _{DFgas}	-	0,8739
31	EEDI	$(P_{ME} \times (f_{DFgas} \times (C_F \text{ Pilotfuel} \times SFC_{ME \text{ Pilotfuel}} + C_F \text{ LNG} \times SFC_{ME \text{ LNG}}) + f_{DFliquid} \times C_{FMDO} \times SFC_{ME \text{ MDO}}) + P_{AE} \times (f_{DFgas} \times (C_F \text{ Pilotfuel} \times SFC_{AE \text{ Pilotfuel}} + C_F \text{ LNG} \times SFC_{AE \text{ LNG}}) + f_{DFliquid} \times C_{FMDO} \times SFC_{AE \text{ MDO}})) / (V_{ref} \times Capacity)$	gCO ₂ /tnm	3,61

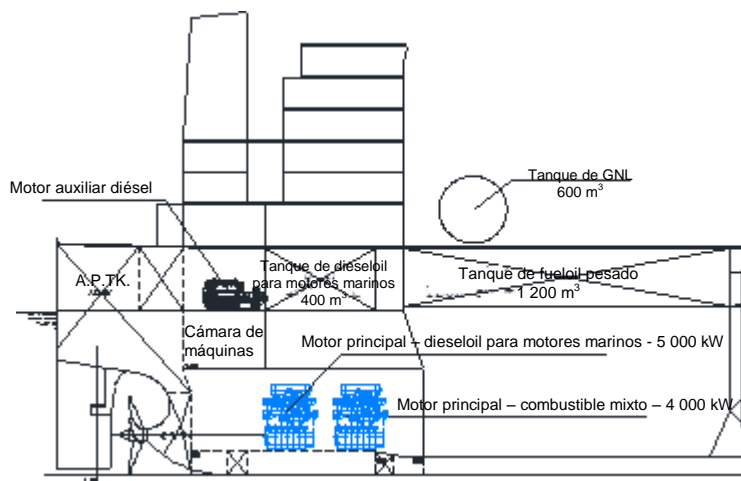
Caso 4: un motor principal de combustible mixto (GNL, combustible piloto dieseloil para motores marinos), un motor principal (dieseloil para motores marinos) y un motor auxiliar de combustible mixto (GNL; combustible piloto dieseloil para motores marinos sin generador acoplado al eje); podría considerarse que el GNL es el "combustible principal" solamente para el motor principal de combustible mixto.



Número	Parámetro	Fórmula o fuente	Unidad	Valor
1	MCR _{MEMDO}	Potencia al régimen nominal máximo continuo de motor principal que consume solamente dieseloil para motores marinos	kW	5 000
2	MCR _{MELNG}	Potencia al régimen nominal máximo continuo del motor principal que consume combustible mixto	kW	4 000
3	Capacidad	Peso muerto del buque con el calado de verano a plena carga	TPM	81 200
4	V _{ref}	Velocidad del buque	Nudos	14
5	P _{MEMDO}	0,75 x MCR _{MEMDO}	kW	3 750
6	P _{MELNG}	0,75 x MCR _{MELNG}	kW	3 000
7	P _{AE}	0,05 x (MCR _{MEMDO} + MCR _{MELNG})	kW	450
8	C _F Pilotfuel	Factor C _F de combustible piloto para motor principal de combustible mixto que consume dieseloil para motores marinos	-	3,206

Número	Parámetro	Fórmula o fuente	Unidad	Valor
9	C _{FAE Pilotfuel}	Factor C _F de combustible piloto para motor auxiliar que consume dieseloil para motores marinos	-	3,206
10	C _{FLNG}	Factor C _F de motor de combustible mixto que consume GNL	-	2,75
11	C _{FMDO}	Factor C _F de motor principal/motores auxiliares de combustible mixto que consumen dieseloil para motores marinos	-	3,206
12	SFC _{ME Pilotfuel}	Consumo específico de combustible piloto para motor principal de combustible mixto a P _{ME}	g/kWh	6
13	SFC _{AE Pilotfuel}	Consumo específico de combustible piloto para motor auxiliar de combustible mixto a P _{AE}	g/kWh	7
14	SFC _{DF LNG}	Consumo específico de combustible de motor principal de combustible mixto que consume GNL a P _{ME}	g/kWh	158
15	SFC _{AE LNG}	Consumo específico de combustible de motor auxiliar que consume GNL a P _{AE}	g/kWh	160
16	SFC _{ME MDO}	Consumo específico de combustible de motor principal de un solo combustible a P _{ME}	g/kWh	180
17	V _{LNG}	Capacidad de tanques de GNL a bordo	m ³	1 000
18	V _{HFO}	Capacidad de tanques de fueloil pesado a bordo	m ³	1 200
19	V _{MDO}	Capacidad de tanques de dieseloil para motores marinos a bordo	m ³	400
20	ρ _{LNG}	Densidad del GNL	kg/m ³	450
21	ρ _{HFO}	Densidad del fueloil pesado	kg/m ³	991
22	ρ _{MDO}	Densidad del dieseloil para motores marinos	kg/m ³	900
23	LCV _{LNG}	Poder calorífico bajo del GNL	kJ/kg	48 000
24	LCV _{HFO}	Poder calorífico bajo del fueloil pesado	kJ/kg	40 200
25	LCV _{MDO}	Poder calorífico bajo del dieseloil para motores marinos	kJ/kg	42 700
26	K _{LNG}	Régimen de llenado de tanque de GNL	-	0,95
27	K _{HFO}	Régimen de llenado de tanque de fueloil pesado	-	0,98
28	K _{MDO}	Régimen de llenado de tanque de dieseloil para motores marinos	-	0,98
29	f _{DGas}	$\frac{P_{MEMDO} + P_{MELNG} + P_{AE}}{P_{MELNG} + P_{AE}} \times \frac{V_{LNG} \times \rho_{LNG} \times LCV_{LNG} \times K_{LNG}}{V_{HFO} \times \rho_{HFO} \times LCV_{HFO} \times K_{HFO} + V_{MDO} \times \rho_{MDO} \times LCV_{MDO} \times K_{MDO} + V_{LNG} \times \rho_{LNG} \times LCV_{LNG} \times K_{LNG}}$	-	0,5195
30	EEDI	$(P_{MELNG} \times (C_{F Pilotfuel} \times SFC_{ME Pilotfuel} + C_{FLNG} \times SFC_{DF LNG}) + P_{MEMDO} \times C_{FMDO} \times SFC_{ME MDO} + P_{AE} \times (C_{F Pilotfuel} \times SFC_{AE Pilotfuel} + C_{FLNG} \times SFC_{AE LNG})) / (v_{ref} \times Capacity)$	gCO ₂ /tnm	3,28

Caso 5: un motor principal de combustible mixto (GNL, combustible piloto dieseloil para motores marinos), un motor principal (dieseloil para motores marinos) y un motor auxiliar (GNL, combustible piloto dieseloil para motores marinos, sin generador acoplado al eje); no podría considerarse que el GNL es el "combustible principal" para el motor de combustible mixto.



Número	Parámetro	Fórmula o fuente	Unidad	Valor
1	MCR_{MEMDO}	Potencia al régimen nominal máximo continuo de motor principal que consume solamente dieseloil para motores marinos	kW	5 000
2	MCR_{MELNG}	Potencia al régimen nominal máximo continuo de motor principal que consume combustible mixto	kW	4 000
3	Capacidad	Peso muerto del buque con el calado de verano a plena carga	TPM	81 200
4	V_{ref}	Velocidad del buque	nudos	14
5	P_{MEMDO}	$0,75 \times MCR_{MEMDO}$	kW	3 750
6	P_{MELNG}	$0,75 \times MCR_{MELNG}$	kW	3 000
7	P_{AE}	$0,05 \times (MCR_{MEMDO} + MCR_{MELNG})$	kW	450
8	$C_{FPilotofuel}$	Factor C_F del combustible piloto para motor principal de combustible mixto que consume dieseloil para motores marinos	-	3,206
9	$C_{FAE Pilotofuel}$	Factor C_F del combustible piloto para motor auxiliar de combustible mixto que consume dieseloil para motores marinos	-	3,206
10	C_{FLNG}	Factor C_F de motor de combustible mixto que consume GNL	-	2,75
11	C_{FMDO}	Factor C_F de motor principal/motores auxiliares de combustible mixto que consumen dieseloil para motores marinos	-	2,75
12	$SFC_{MEPilotofuel}$	Consumo específico de combustible piloto para motor principal de combustible mixto a P_{ME}	g/kWh	6
13	$SFC_{AE Pilotofuel}$	Consumo específico de combustible piloto para motor auxiliar de combustible mixto a P_{AE}	g/kWh	7
14	$SFC_{DF LNG}$	Consumo específico de combustible de motor principal de combustible mixto que consume GNL a P_{ME}	g/kWh	158
15	$SFC_{AE LNG}$	Consumo específico de combustible de motor auxiliar que consume GNL a P_{AE}	g/kWh	160
16	$SFC_{DF MDO}$	Consumo específico de combustible de motor principal de combustible mixto que consume dieseloil para motores marinos a P_{ME}	g/kWh	185
17	$SFC_{ME MDO}$	Consumo específico de combustible de motor principal de un solo combustible a P_{ME}	g/kWh	180
18	$SFC_{AE MDO}$	Consumo específico de combustible de motor auxiliar que consume dieseloil para motores marinos a P_{AE}	g/kWh	187
19	V_{LNG}	Capacidad de tanques de GNL a bordo	m^3	600
20	V_{HFO}	Capacidad de tanques de fueloil pesado a bordo	m^3	1 200
21	V_{MDO}	Capacidad de tanques de dieseloil para motores marinos a bordo	m^3	400
22	ρ_{LNG}	Densidad del GNL	kg/m^3	450
23	ρ_{HFO}	Densidad del fueloil pesado	kg/m^3	991
24	ρ_{MDO}	Densidad del dieseloil para motores marinos	kg/m^3	900

Número	Parámetro	Fórmula o fuente	Unidad	Valor
25	LCV _{LNG}	Poder calorífico bajo del GNL	kJ/kg	48 000
26	LCV _{HFO}	Poder calorífico bajo del fueloil pesado	kJ/kg	40 200
27	LCV _{MDO}	Poder calorífico bajo del dieseloil para motores marinos	kJ/kg	42 700
28	K _{LNG}	Régimen de llenado de tanque de GNL	-	0,95
29	K _{HFO}	Régimen de llenado de tanque de fueloil pesado	-	0,98
30	K _{MDO}	Régimen de llenado de tanque de dieseloil para motores marinos	-	0,98
31	f _{DFgas}	$\frac{P_{MEMDO} + P_{MELNG} + P_{AE}}{P_{MELNG} + P_{AE}} \times \frac{V_{LNG} \times \rho_{LNG} \times LCV_{LNG} \times K_{LNG}}{V_{HFO} \times \rho_{HFO} \times LCV_{HFO} \times K_{HFO} + V_{MDO} \times \rho_{MDO} \times LCV_{MDO} \times K_{MDO} + V_{LNG} \times \rho_{LNG} \times LCV_{LNG} \times K_{LNG}}$	-	0,3462
32	f _{DFliquid}	1- f _{DFgas}	-	0,6538
33	EEDI	$(P_{MELNG} \times (f_{DFgas} \times (C_F^{Pilotfuel} \times SFC_{ME\ Pilotfuel} + C_F^{LNG} \times SFC_{ME\ LNG}) + f_{DFliquid} \times C_{FMDO} \times SFC_{DF\ MDO})) + P_{MEMDO} \times C_{FMDO} \times SFC_{ME\ MDO} + P_{AE} \times (f_{DFgas} \times (C_F^{Pilotfuel} \times SFC_{AE\ Pilotfuel} + C_F^{LNG} \times SFC_{AE\ LNG}) + f_{DFliquid} \times C_{FMDO} \times SFC_{AF\ MDO})) / (V_{ref} \times Capacity)$	gCO ₂ /tnm	3,54
