



Alternativas energéticas en los barcos *LNG – El combustible del futuro*

Josu Goigana
General Sales Manager Ship Power
Wärtsilä Ibérica



Palma de Mallorca
10 de noviembre de 2011

Wärtsilä Corporation

SHIP
POWER

POWER
PLANTS

SERVICES



No solo propulsión marina – Energía en tierra

POWER PLANTS



Flexible base-load power generation



Grid stability and peaking



Industrial self-generation



Solutions for the oil and gas industry



Oil, dual-fuel and gas fired power plants



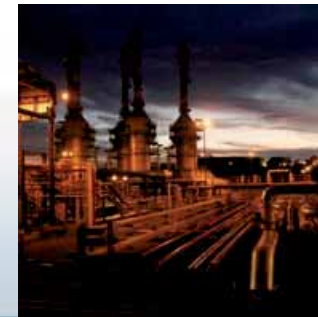
Liquid biofuel power plants



Flexible grid stability power plants



Combined heat & power plants (CHP)



Pumping and compression applications





► 70 países ► 160 localizaciones ► 11'000 personas ► 7'500 personal de campo

Somos el único grupo en el mercado con capacidad de ofrecer un soporte 24/7 a nuestros clientes, de forma global, tanto en asistencia técnica como de repuestos

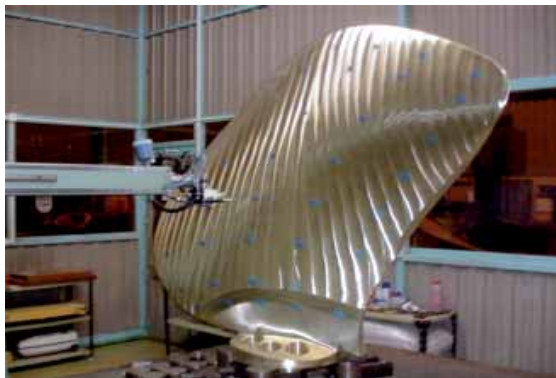


Wärtsilä Industrial Operations - R&D



Wärtsilä Ibérica SA

- Fábrica y laboratorio de motores de gas en Bermeo (Bizkaia)



- Fábrica de hélices en Maliaño (Cantabria)



Wärtsilä Ibérica SA – Bermeo Validation Center - Gas

- **W18V32** desde 1998 a 2004 36000 horas
- **W18V220** desde 2000 a 2001 3000 horas
- **W20V34SG** desde 2001 a 2008 19178 horas
- **W6L50DF** desde 2004 16850 horas
- **W16V34SG** desde 2008 6900 horas
- **W6L20DF** desde 2011 800 horas





Motores de gas en la propulsión marina



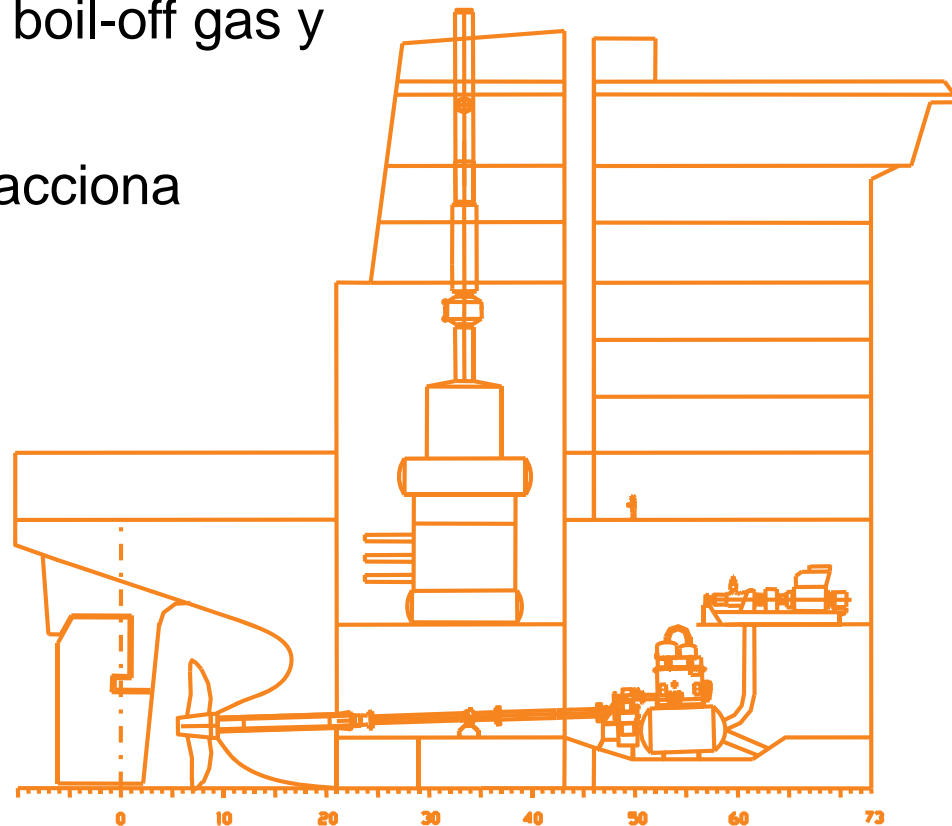
Motores duales en Metaneros – antecedente histórico



Motores duales en Metaneros – antecedente histórico

Maquinaria típica en metaneros hasta finales del S. XX:

- Dos calderas que queman boil-off gas y fuel pesado (HFO)
- Una turbina de vapor que acciona una hélice de paso fijo a través de una reductora
- Dos turbo-generadores
- Uno o dos generadores diesel



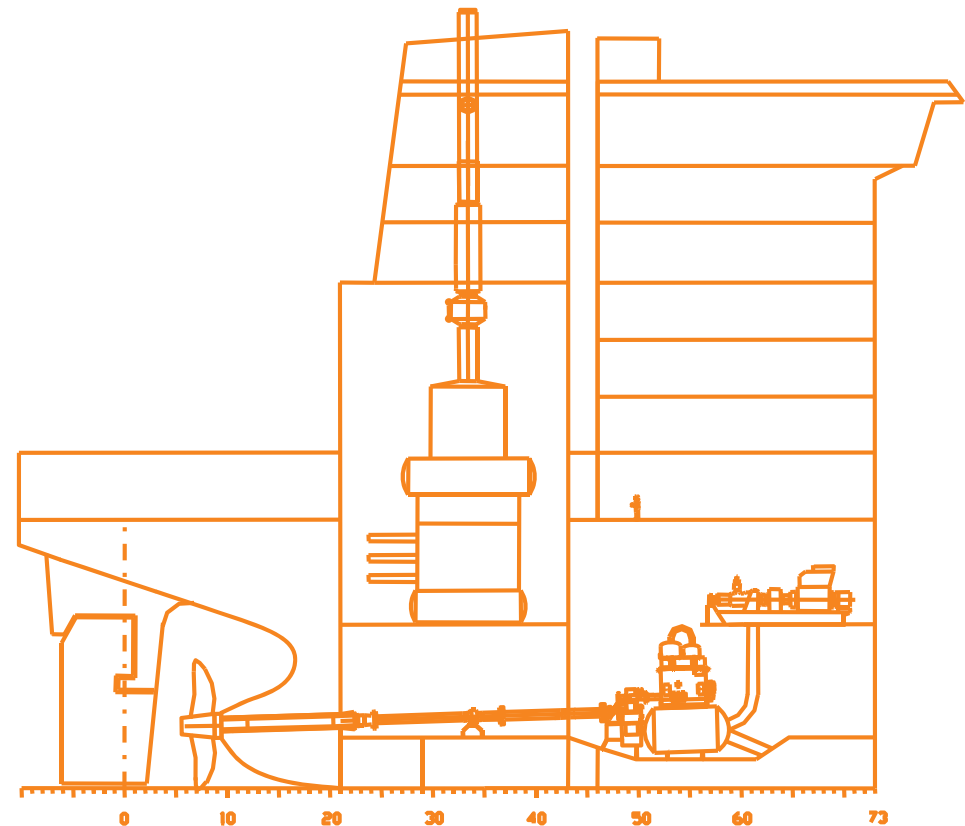
Ventajas / Desventajas de las turbinas de vapor

Ventajas:

- **Uso del boil-off gas**
- Seguridad y fiabilidad
- Bajo coste de mantenimiento

Desventajas:

- **Eficiencia**
- Emisiones
- Redundancia
- Tripulación

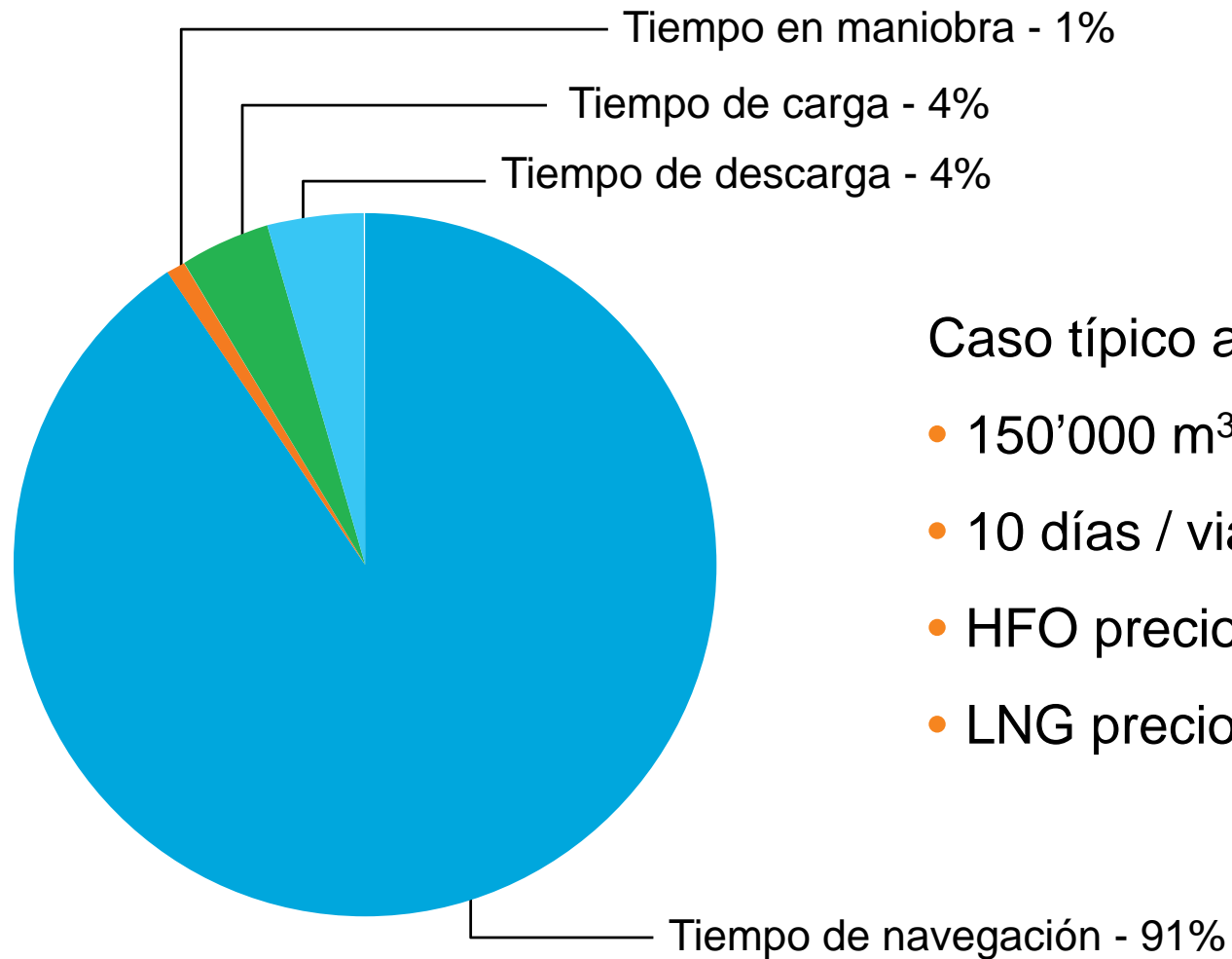


Retos a superar

La alternativa a las turbinas de vapor debía:

- Superarlas en cuanto a:
 - **Eficiencia**
 - Emisiones
 - Redundancia
 - Tripulación
- Al menos igualar sus niveles en cuanto a:
 - **Uso de boil-off gas**
 - Seguridad y fiabilidad
 - Mantenimiento
 - Coste inicial

Datos iniciales para el estudio de mercado



Caso típico analizado:

- 150'000 m³ LNG
- 10 días / viaje
- HFO precio 160 US\$ / ton
- LNG precio 2.2 US\$ / mmBTU

Tecnología de los motores Wärtsilä de Gas

Motores Gas-diesel (GD) :

- Funciona con distintas mezclas gas / diesel or solo en diesel.
- El proceso de combustion de la mezcla gas, diesel y aire es en ciclo Diesel.

- **Gas a alta presión (350 bar)**

Motores de gas con bujía (SG) :

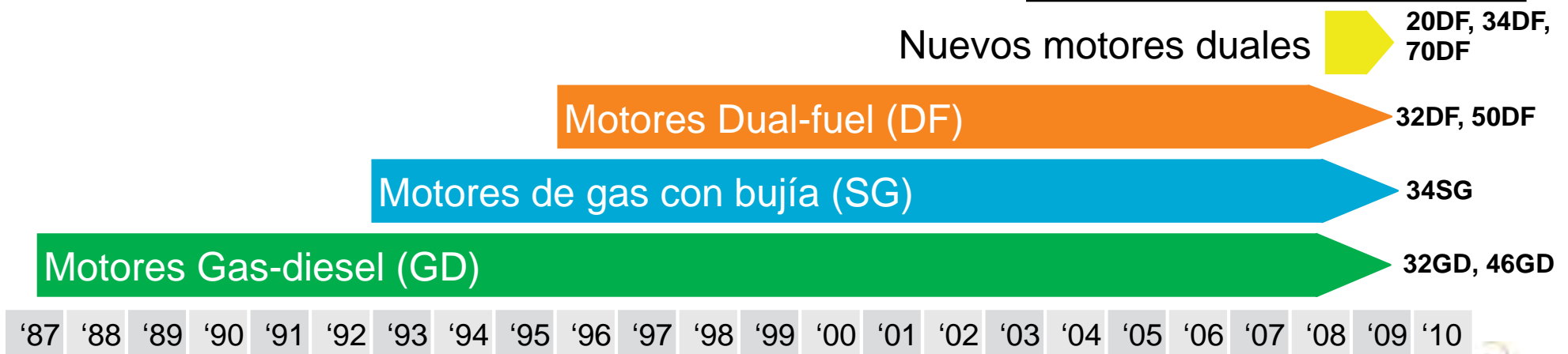
- Funciona solo con gas
- El proceso de combustion de la mezcla gas y aire es en ciclo Otto, inciado mediante una bujía.

- **Gas a baja presión (5 bar)**

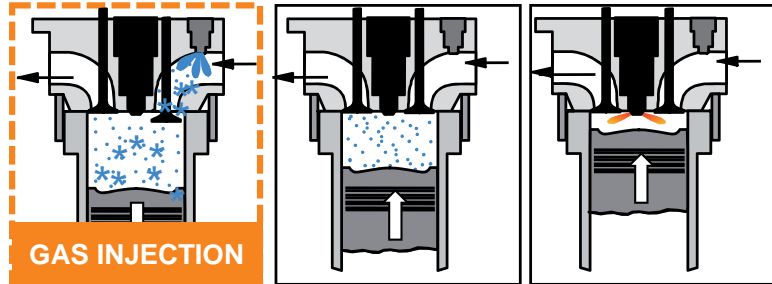
Motores Dual-fuel (DF) :

- Funciona en modo gas inyectando un 1% de diesel o solo en modo diesel.
- El proceso de combustion de la mezcla gas y aire es en ciclo Otto, o alternativamente el proceso de combustion de la mezcla diesel y aire es en ciclo Diesel

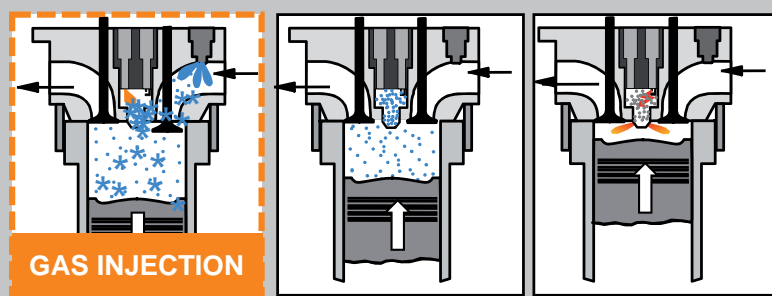
- **Gas a baja presión (5 bar)**



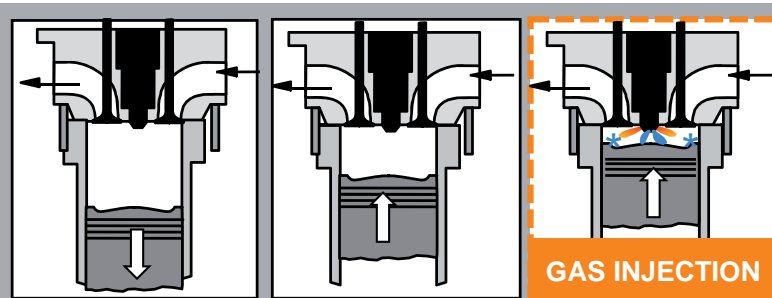
Seleccionar la tecnología más adecuada



DUAL-FUEL (DF)
Cumple IMO Tier III



SPARK-IGNITION GAS (SG)
Cumple IMO Tier III
No hay redundancia
No puede usar HFO



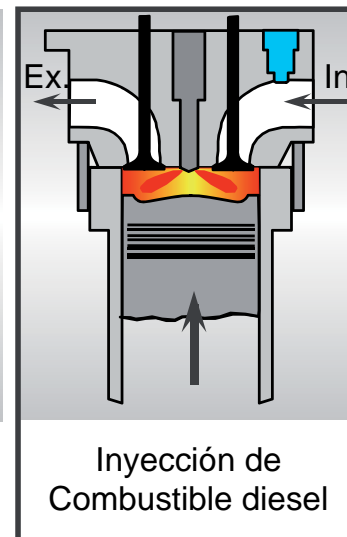
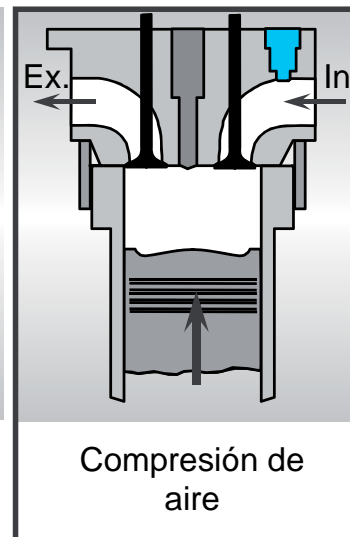
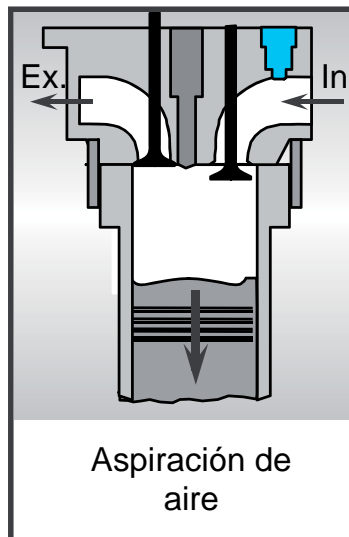
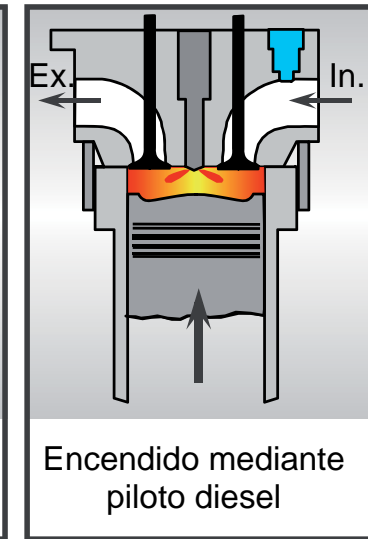
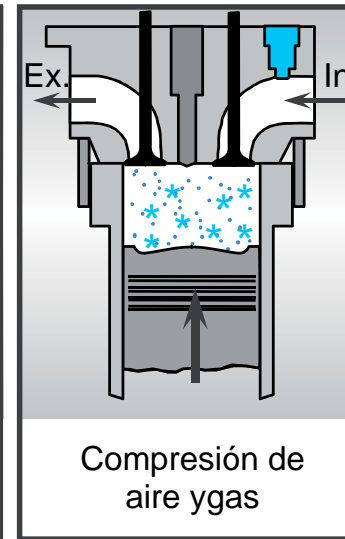
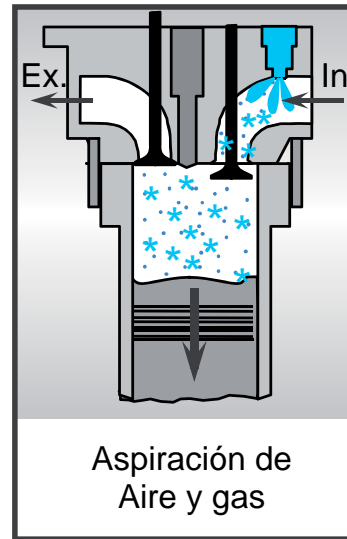
GAS-DIESEL (GD)
NO cumple IMO Tier III
Gas a alta presión



Motores Wärtsilä DF – Modo de operación

Modo Gas :

- Ciclo Otto
- Admisión de gas a baja presión
- Inyección piloto de GO

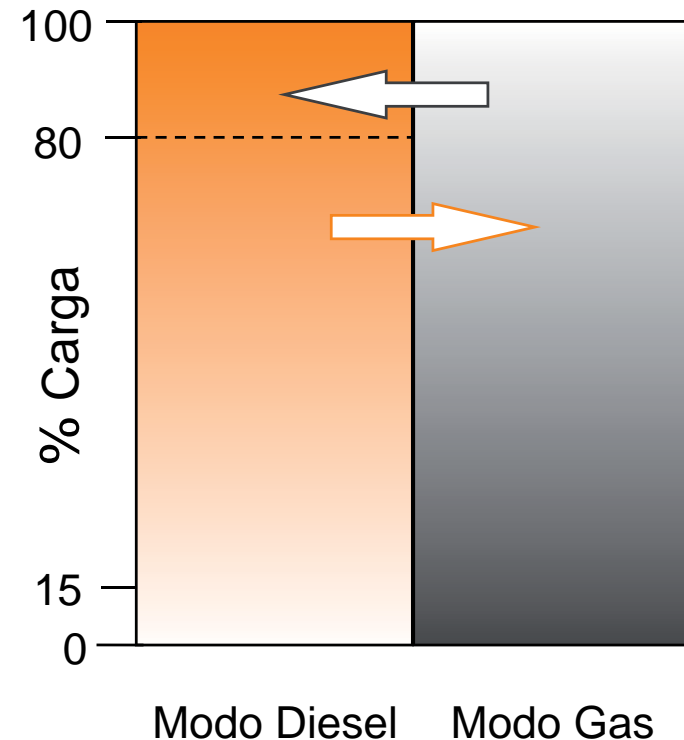


Modo Diesel :

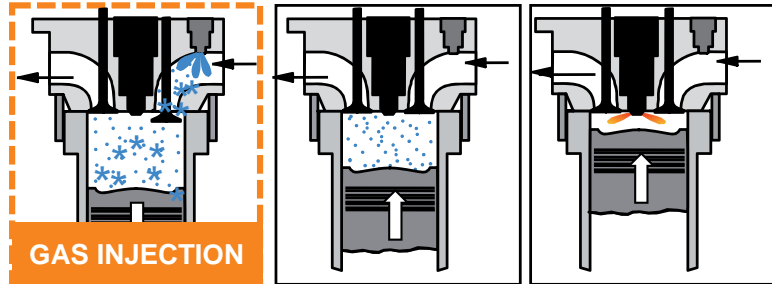
- Ciclo Diesel
- Inyección de Diesel

Ventajas del motor Dual (DF) frente a solo Gas en buques

- Mayor fiabilidad y redundancia.
- En modo diesel puede entregar el 100 % de potencia
- Se puede pasar a modo diesel de forma instantánea sin interrumpir la operación



La elección de Wartsila

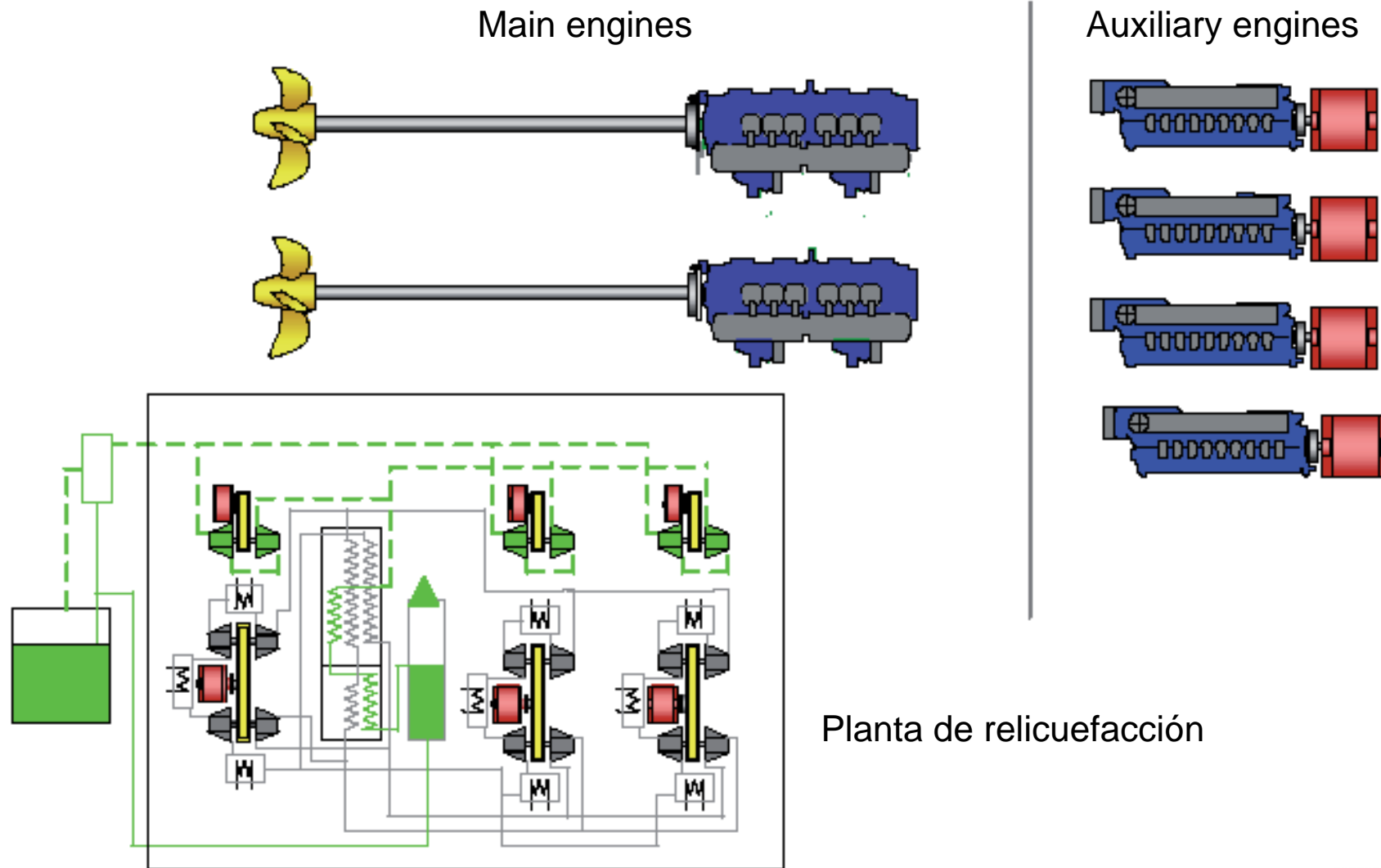


DUAL-FUEL (DF)
Cumple IMO Tier III

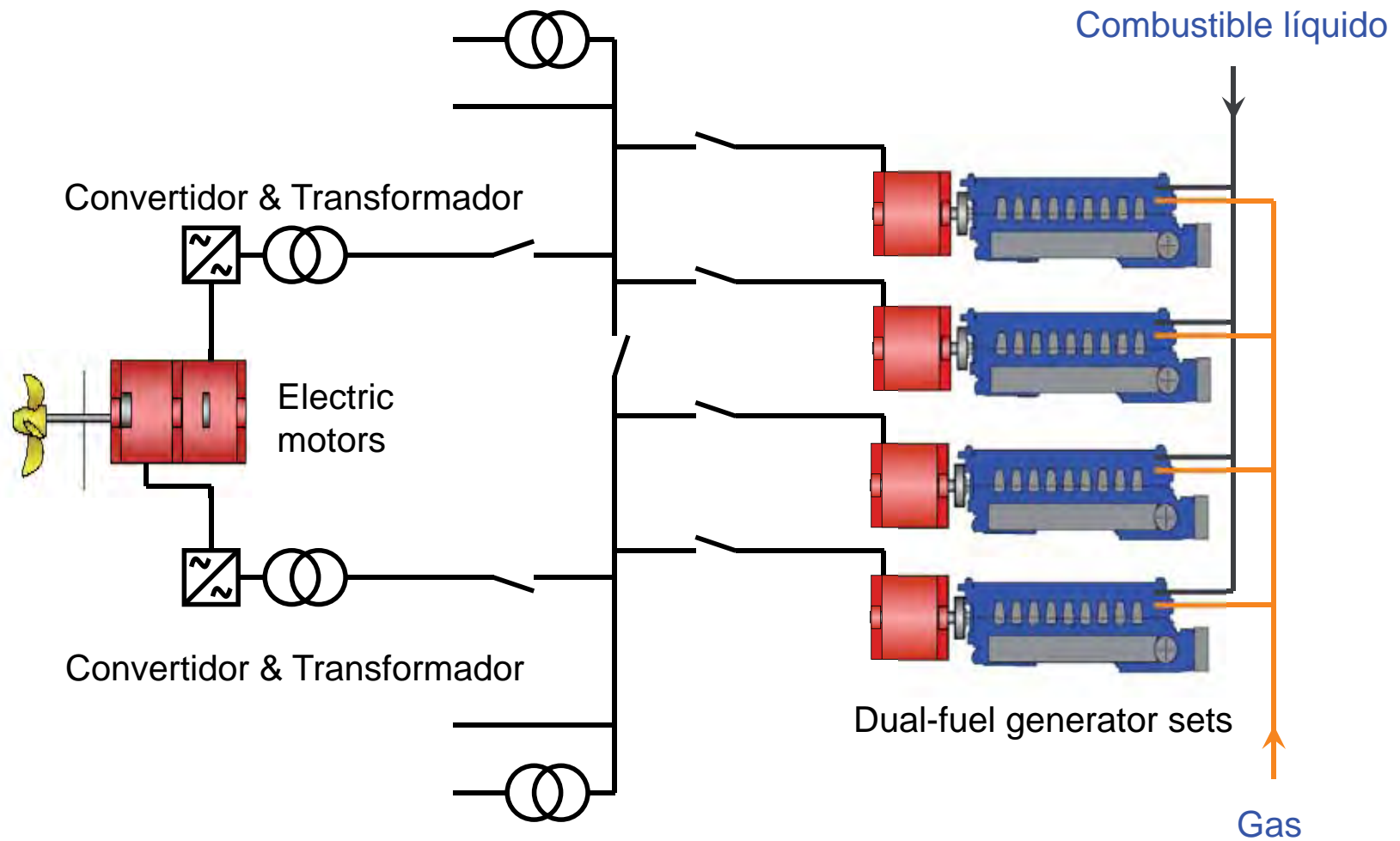


- 1 **Cumple IMO Tier III**
- 2 **Gas a baja presión**
- 3 **Flexibilidad con los combustibles: GAS, MDO y HFO**

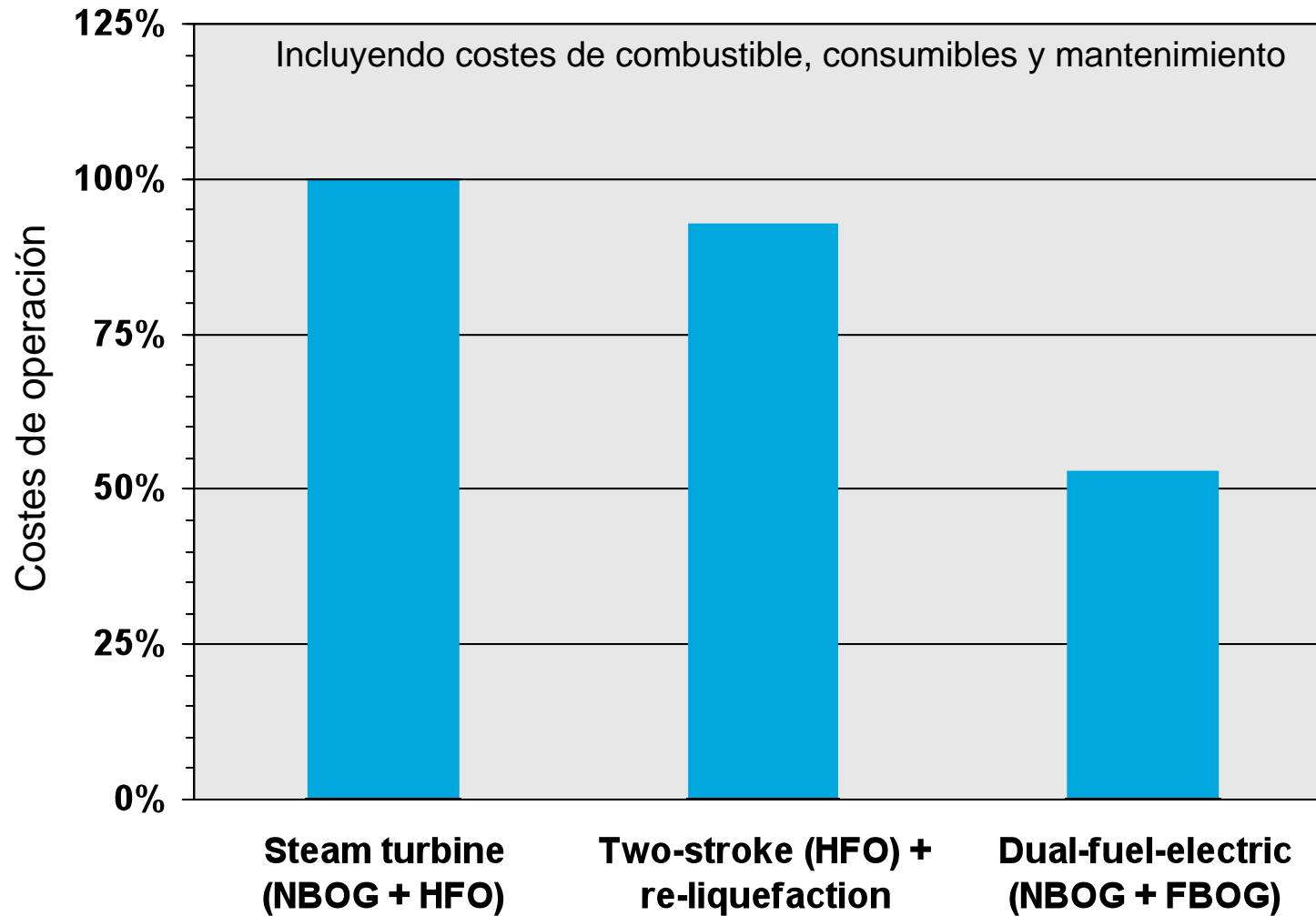
Alternativa 1: motor 2-tiempos + planta de relicuefacción



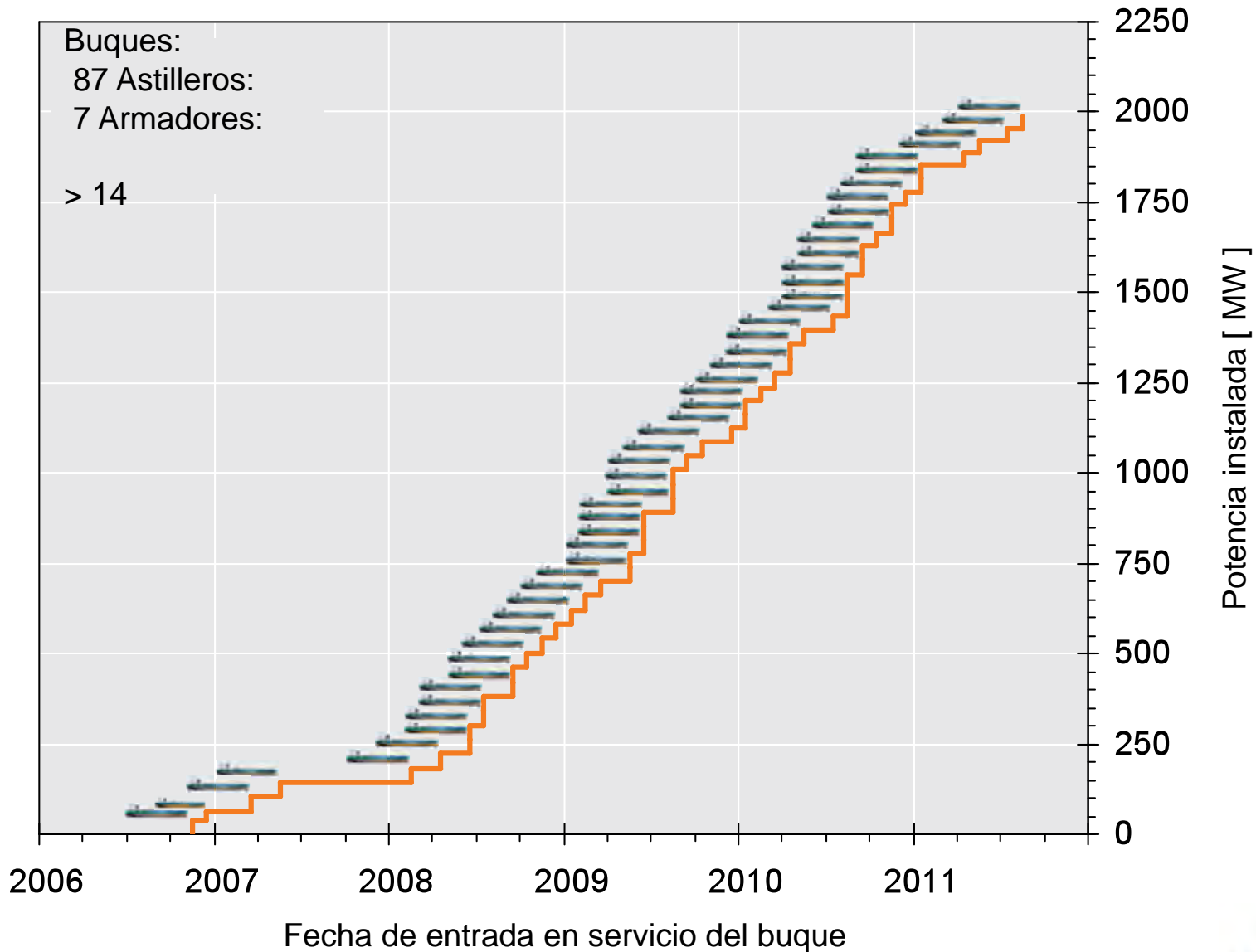
Alternativa 2: Maquinaria Dual-fuel Diesel-Eléctrica



Costes de operación – ventaja de la solución Dual-Fuel



Buques Metaneros con maquinaria Dual-fuel-electric



Motores Wärtsilä DF

WÄRTSILÄ 20DF



6L20DF 1.0 MW
 8L20DF 1.4 MW
 9L20DF 1.6 MW

WÄRTSILÄ 34DF



6L34DF
 9L34DF 4.0 MW
 12V34DF 5.4 MW
 16V34DF 7.2 MW
 20V34DF 9.0 MW

WÄRTSILÄ 50DF

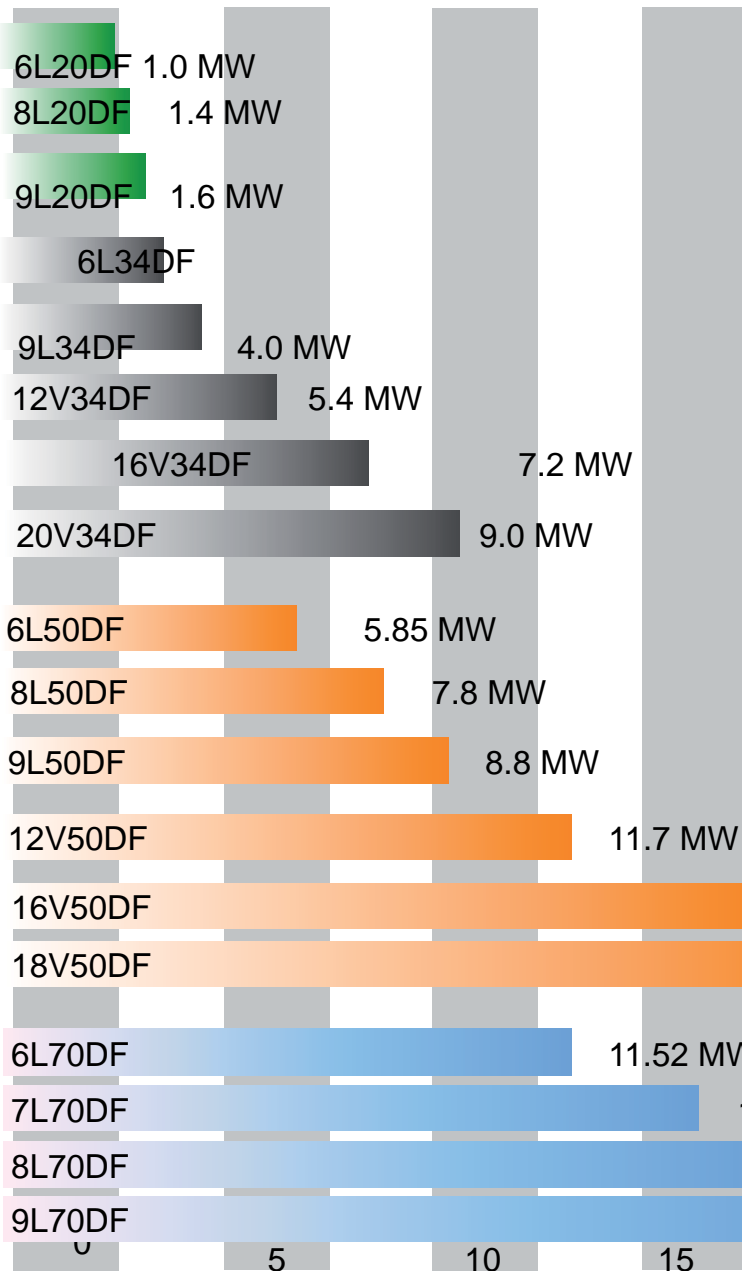


6L50DF 5.85 MW
 8L50DF 7.8 MW
 9L50DF 8.8 MW
 12V50DF 11.7 MW
 16V50DF 15.6 MW
 18V50DF 17.55 MW

WÄRTSILÄ 70DF



6L70DF 11.52 MW
 7L70DF 13.44 MW
 8L70DF 15.36 MW
 9L70DF 17.28 MW





Tecnología DF más allá de los buques metaneros

Estudio de mercado – caso Offshore ‘Viking Energy’



Coste anual de combustible

- Consumo medio diario (365 días)*
 - LNG: 7.7 T / día
 - Diesel: 9.5 T / día
- Precio del combustible:
 - LNG: EUR 550 / T
 - Diesel: EUR 590 / T
- Ahorro anual en combustible EUR 630,000 (EUR 1,727 / día)



*Basado en datos reales del buque Viking Energy en 2007

Harvey Gulf anuncia tres nuevos buques con LNG

Sunday, August 28, 2011

Harvey Gulf International Marine announced on Saturday that it will sign a deal for three LNG vessels to be built by Signal Shipbuilding (USA)

<http://www.marinelink.com/news/lngpowered-announces340161.aspx>



Scope of supply

- *Engines, 3 x 6L34DF*
- *3 x GVU enclosure*
- *LNGPac 290*
- *Thrusters 2 x FS300 + 2 x TT*
- *Automation system*
- *LLC + Drives*

Estudio de mercado – caso Ro-Pax



Buque de referencia

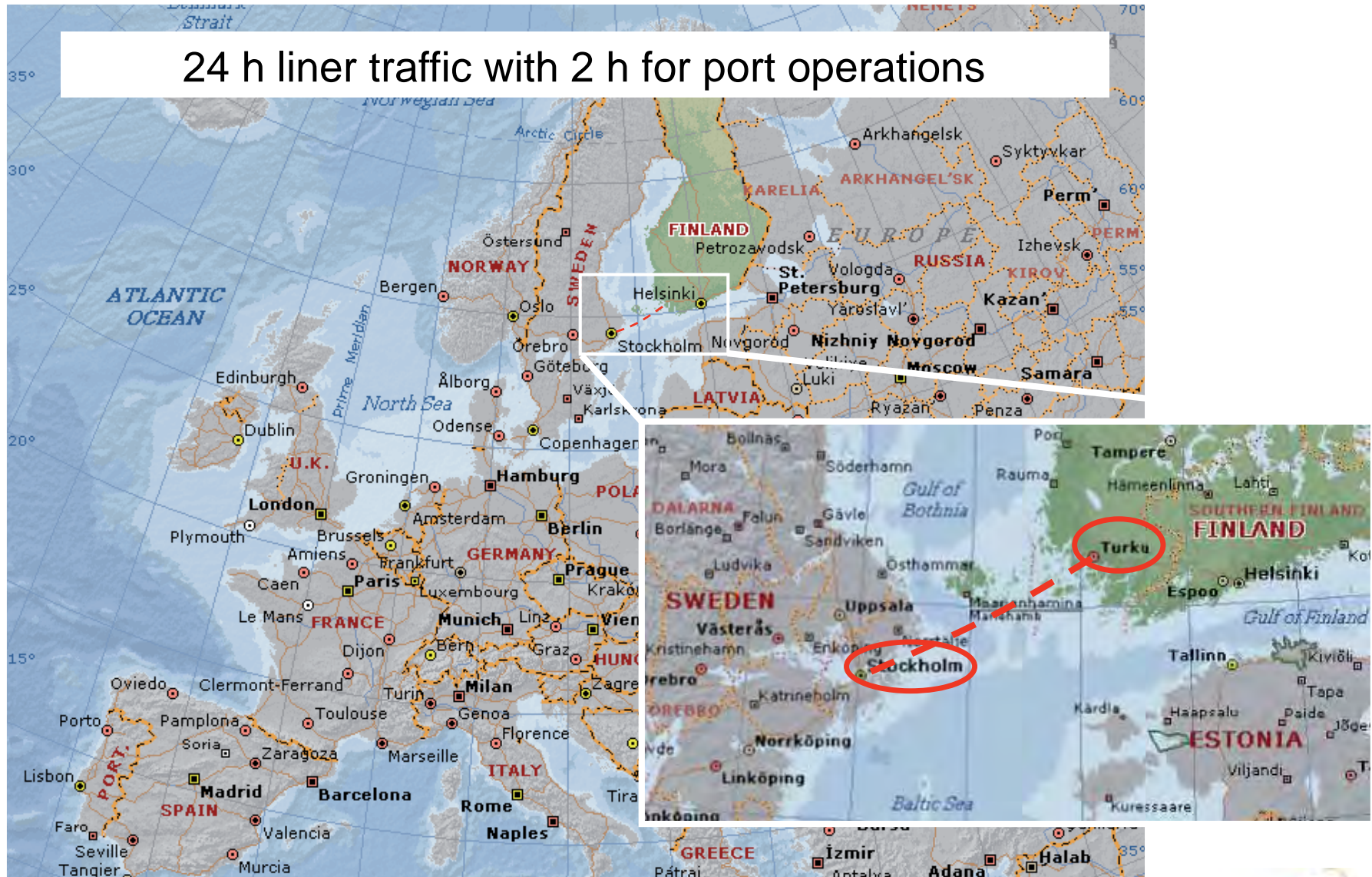
30 000 gt buque Ro-Pax

| | |
|----------------------|------------|
| – Length, overall | 188.0 m |
| – Length, between pp | 170.0 m |
| – Breadth | 28.7 m |
| – Draught, design | 6.0 m |
| – Draught, scantling | 6.3 m |
| – Depth (D3) | 9.0 m |
| – DWT | 7000 ton |
| – Speed | 21.5 knots |

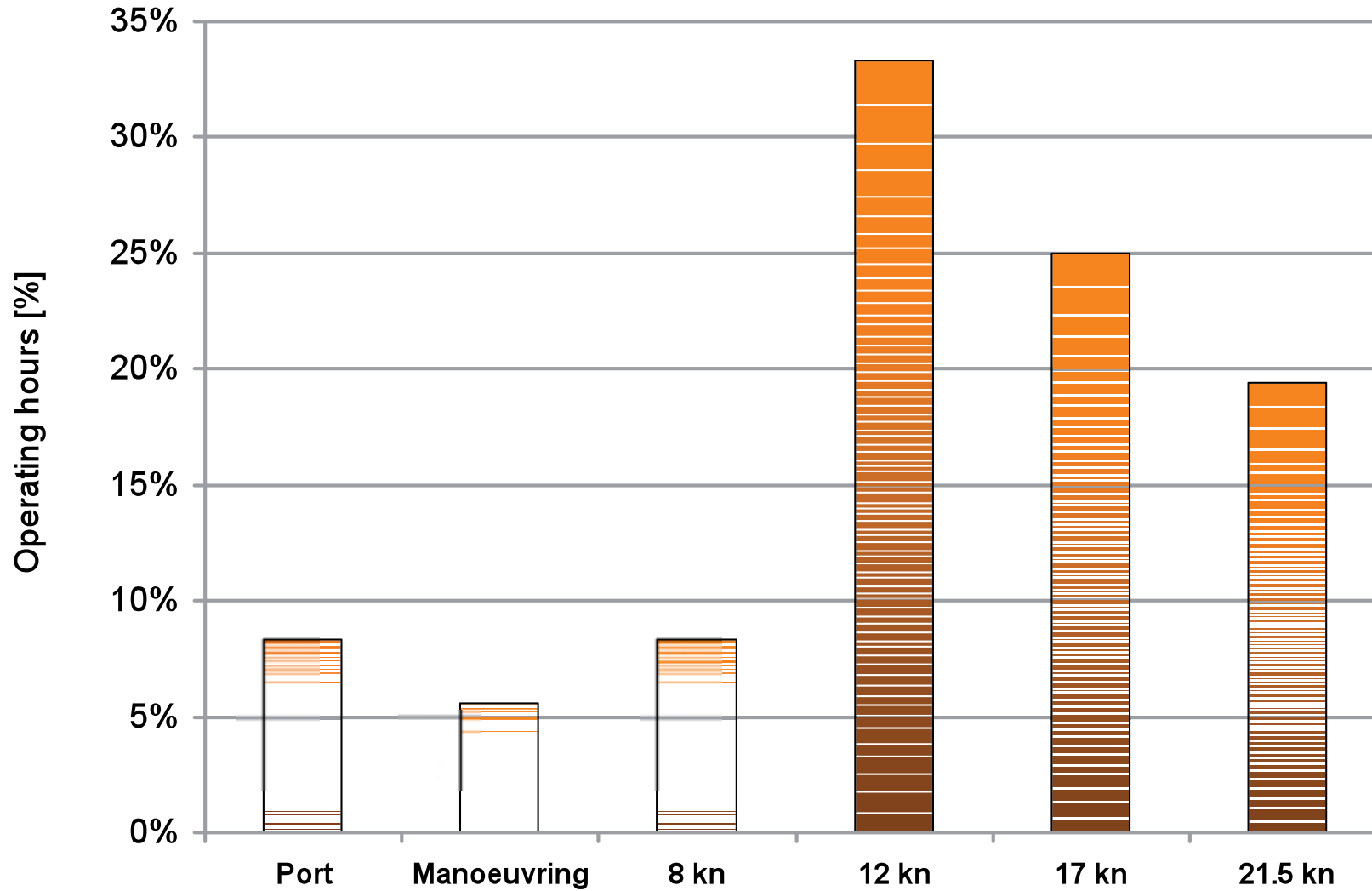


Ruta Turku - Estocolmo

24 h liner traffic with 2 h for port operations



Ruta Turku - Estocolmo



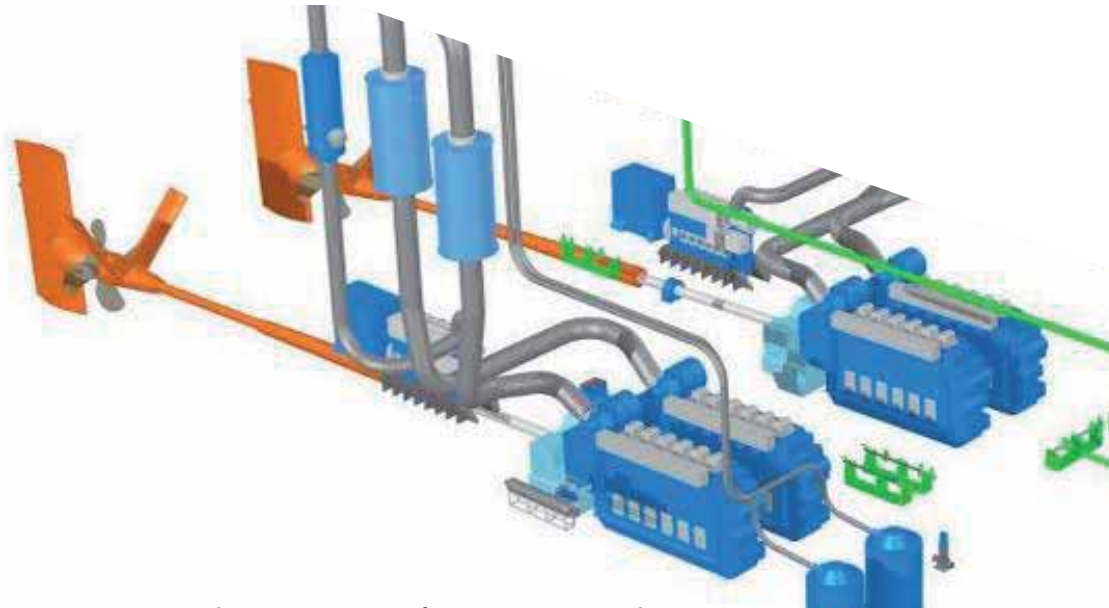
Configuraciones de maquinaria a analizar

– HFO (referencia)

| | | |
|----------------------------|--------------------|-----------------|
| • MMPP: | 4 x Wärtsilä 8L38B | 4 x 5 800 kW |
| • MMAA: | 3 x Wärtsilä 8L20C | 3 x 1 360 kW |
| • Potencia total instalada | | <hr/> 27 280 kW |

– DF

| | | |
|----------------------------|---------------------|-----------------|
| • MMPP: | 4 x Wärtsilä 6L50DF | 4 x 5 700 kW |
| • MMAA: | 2 x Wärtsilä 6R32DF | 2 x 2 100 kW |
| • Potencia total instalada | | <hr/> 27 000 kW |



Precios de combustible considerados (2008)

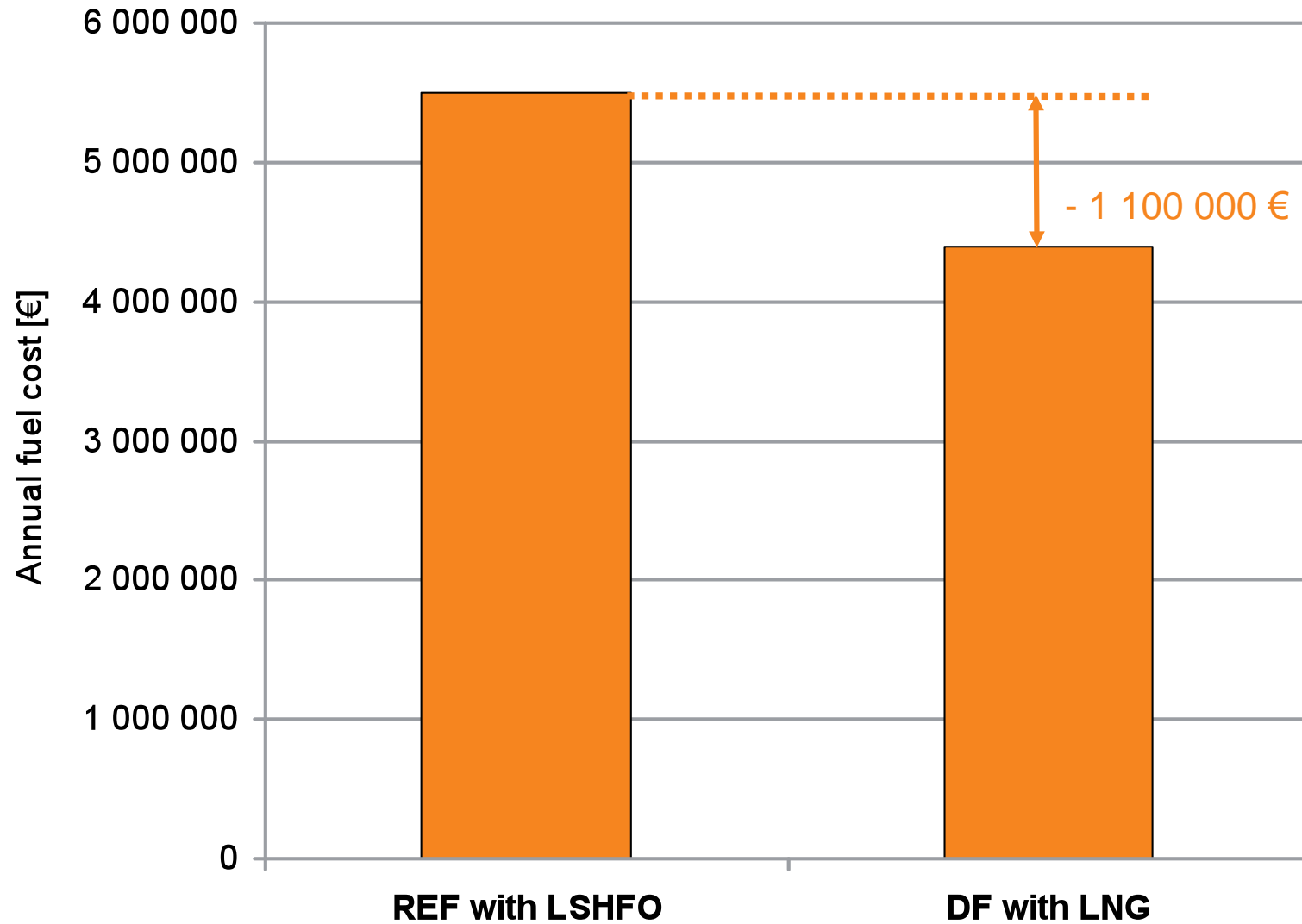
- Low sulphur (LS) HFO (380cSt)
 - 500 \$/ton 13.1 \$/mmbtu
- MDO
 - 860 \$/ton 23.0 \$/mmbtu
- LNG
 - 470 \$/ton 10.0 \$/mmbtu

Valores caloríficos asumidos:

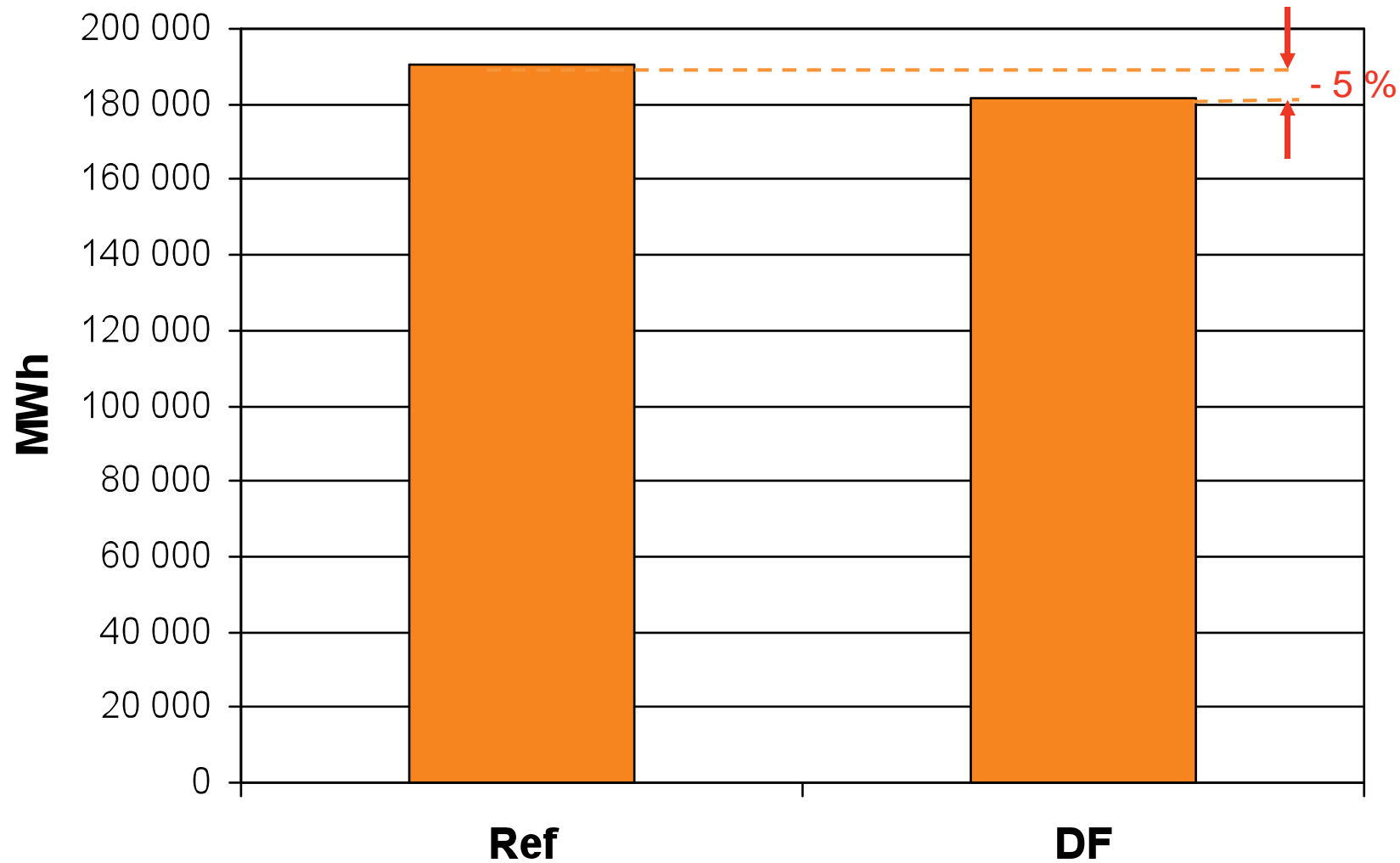
| | |
|----------|------------------------------|
| Ø HFO | = 40 600 kJ/kg |
| Ø MDO | = 42 700 kJ/kg |
| Ø LNG | = 49 200 kJ/kg |
| Ø1 mmbtu | = 1,0551 * 10 ⁹ J |

- Diesel fuel prices March 2008, Rotterdam
- LNG price estimated,
- Note that LNG is not available at selected ports

Coste anual de combustible



Eficiencia total del buque – Energía anual consumida



Nueva generación de buques Ferry - RoPax

Nuevas construcciones

- 1+1 “environmentally friendly, new generation” ferry
- Propulsión basada en LNG
- Cortos períodos en puerto: carga/descarga

VIKING LINE



**Cuatro motores Wärtsilä 8L50DF (DE)
Potencia instalada: $4 \times 7600 \text{kW} = 30,400 \text{kW}$**

Eficiencia energética – comparación HFO vs LNG

| Engine (Tier II) | SFOC (with pumps, 5% tol.) |
|------------------|----------------------------|
| 46C | 7515 kJ/kWh |
| 46F | 7387 kJ/kWh |
| 50DF, diesel | 8070 kJ/kWh |
| 50DF, gas | 7295 kJ/kWh |



Eficiencia energética – comparación HFO vs LNG

| Engine (Tier II) | Efficiency (with pumps, 5% tol.) |
|------------------|----------------------------------|
| 46C | 47,9% |
| 46F | 48,7 % |
| 50DF, diesel | 44,6% |
| 50DF, gas | 49,3 % |



Proyectos de buques de pasaje con LNG

– 10 000 gt Ferry



– 30 000 gt RoPax



– BIG LNG



– 65 000 gt PaxCar Ferry



– 125 000 gt Cruise



Proyectos de buques mercantes con LNG

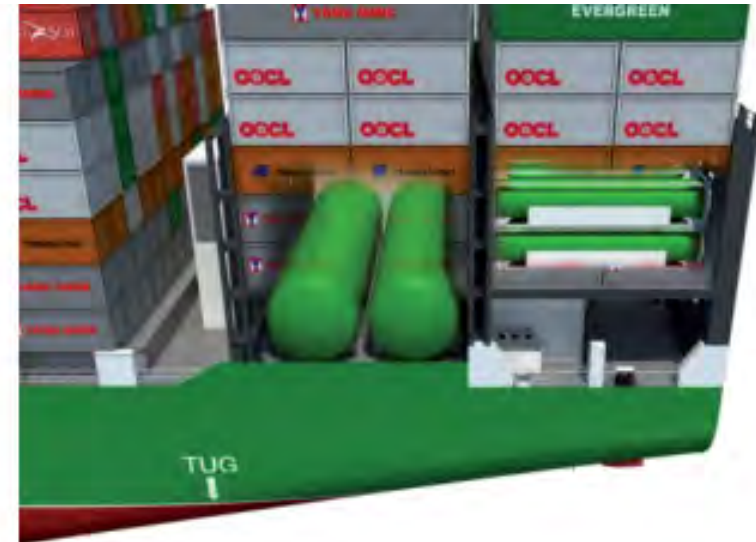
- Product Tanker
- LNG Feeder/Bunker Vessel
- Container Feeder Vessel



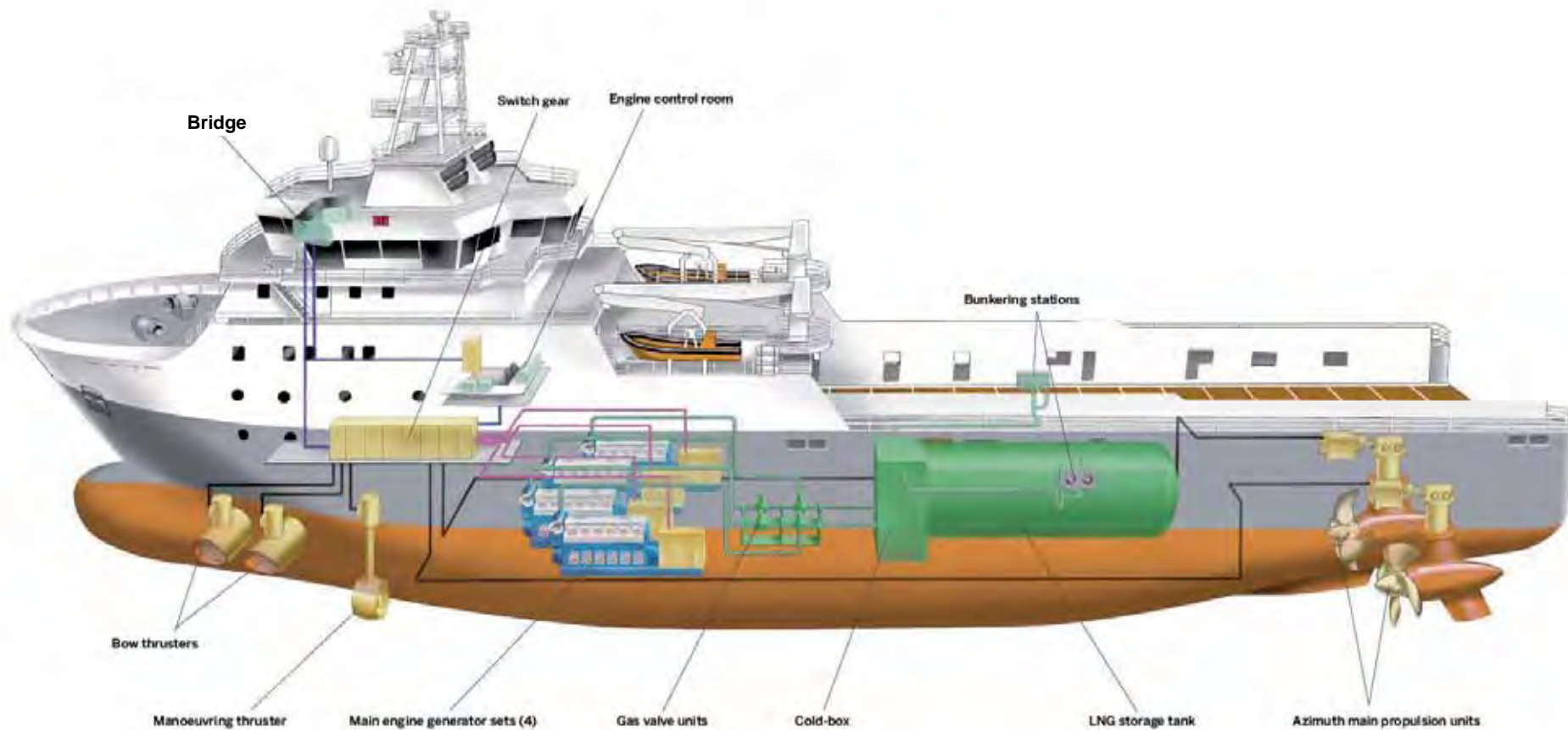
Proyectos de buques portacontenedores con LNG

2500 TEU Container Vessel

- ~16,000 kW dual-fuel engine
- **Sailing on LNG in emission control area (ECA) and on HFO outside ECA**
- Gas volume of about 1000 m³
- Endurance 4000 nm (10 days)



Proyectos de buques offshore con LNG



Proyectos de remolcadores con LNG



Solución integral - Wärtsilä LNGPac

LNGPac: a *complete* and *modularised* solution for LNG fuelled ships

A. Storage tanks

B. Evaporators

C. Dual-Fuel Main engine

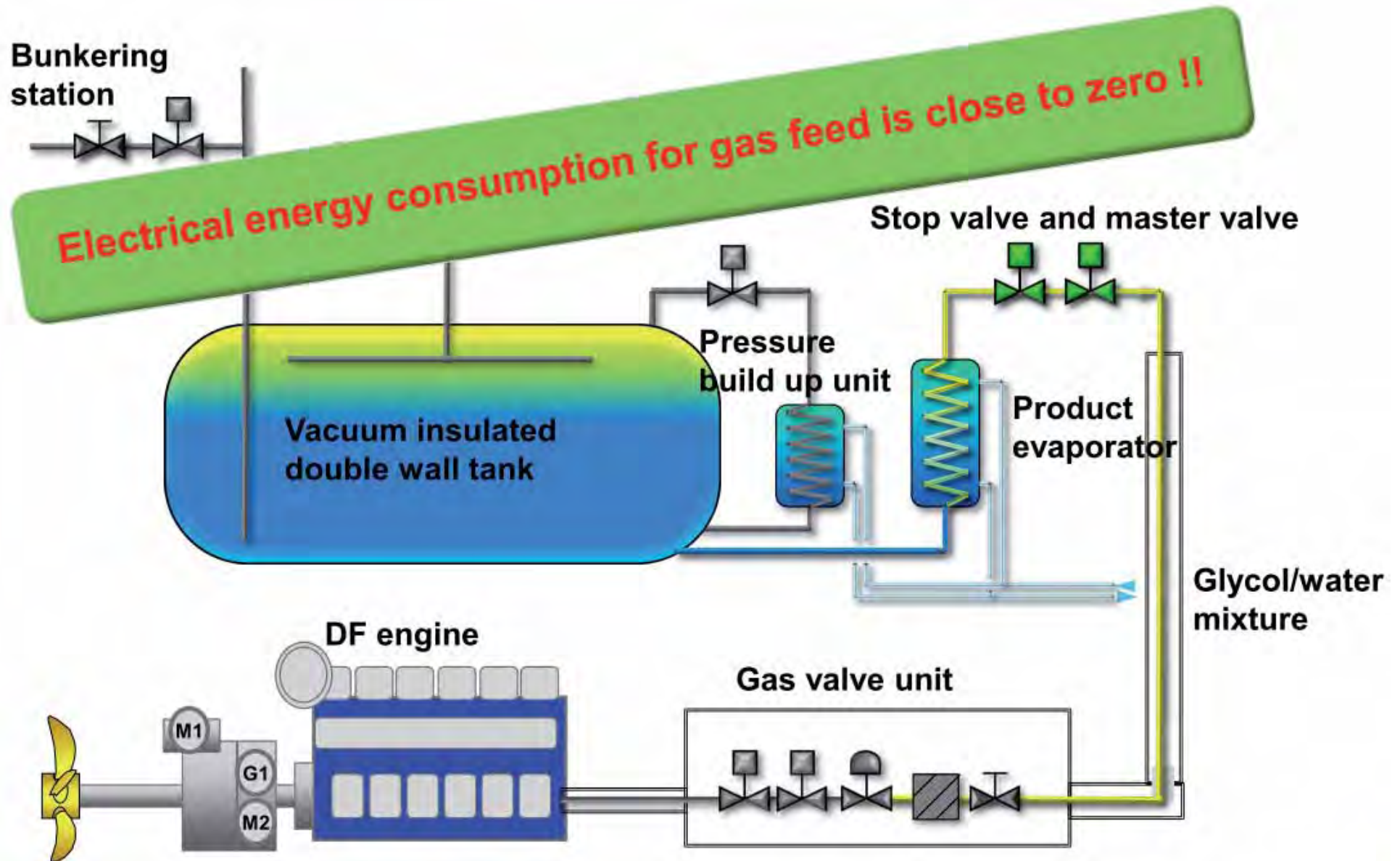
D. Dual-Fuel Aux engines

E. Bunkering station(s)

F. Integrated control system

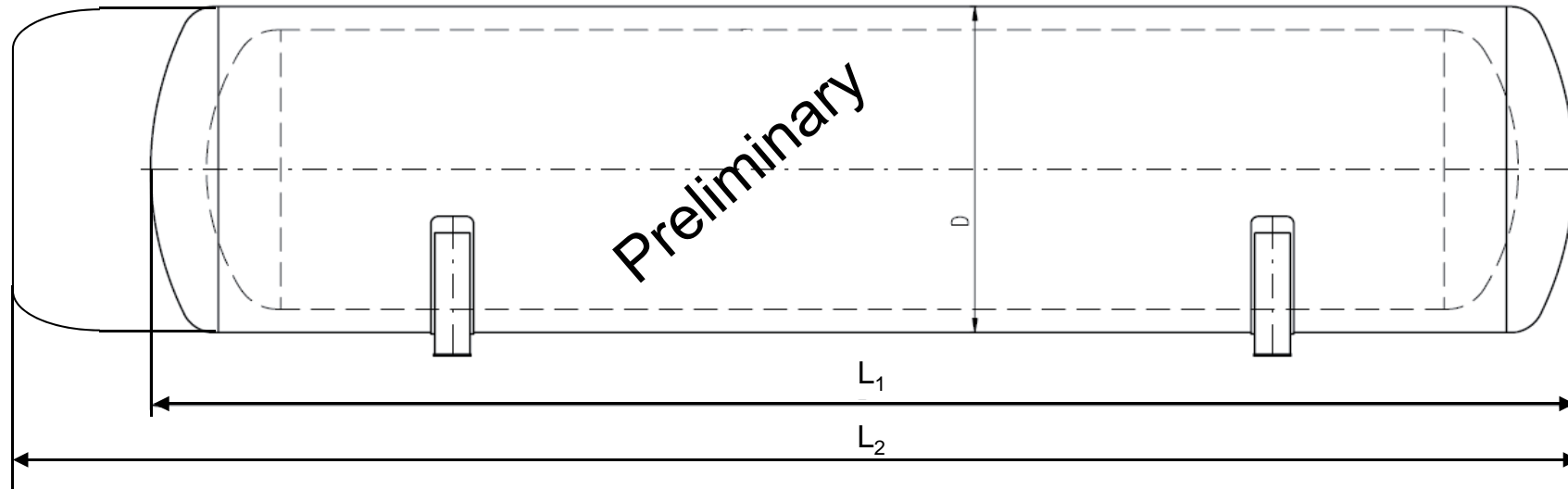


Solución integral - Wärtsilä LNGPac



LNGPac dimensiones típicas

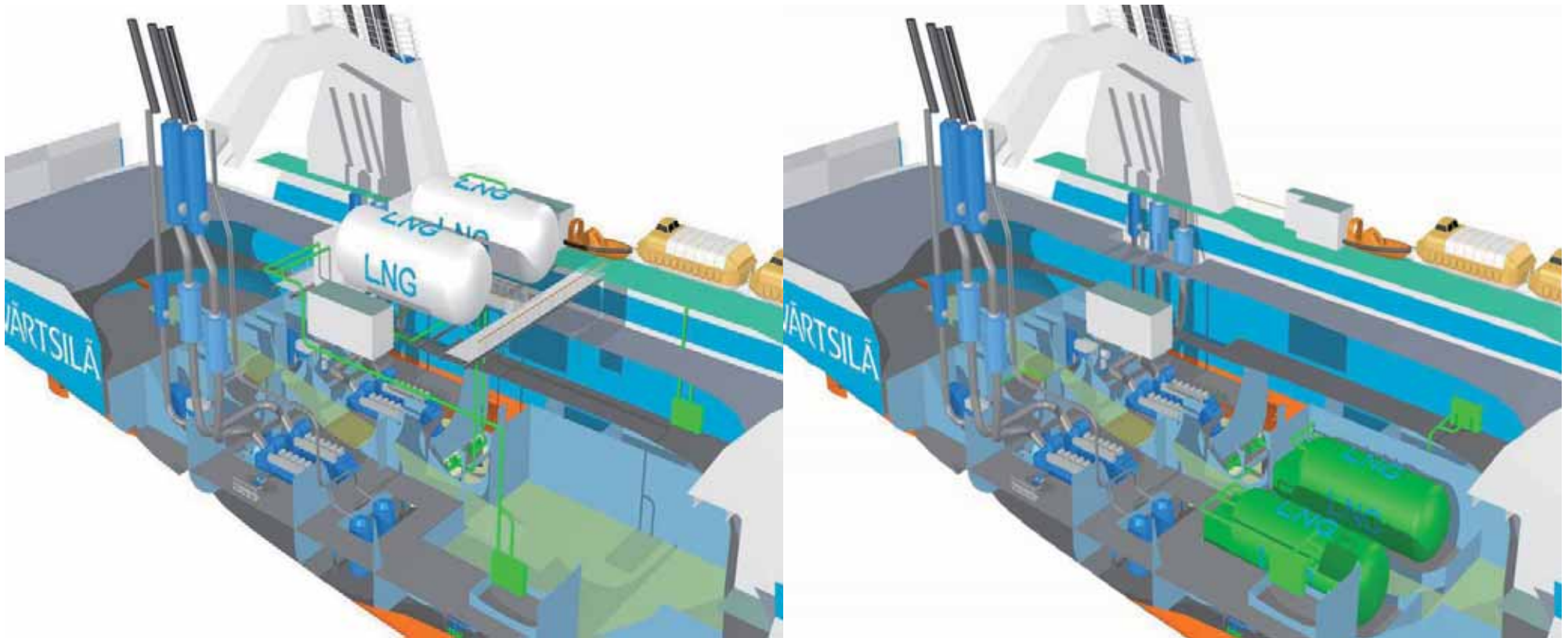
Preliminary: information in this drawing is subject to change without notice



| Type | | LNGPac 105 | LNGPac 145 | LNGPac 194 | LNGPac 239 | LNGPac 284 | LNGPac 280 | LNGPac 308 | LNGPac 339 | LNGPac 402 | LNGPac 440 | LNGPac 465 | LNGPac 520 | LNGPac 527 |
|------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Geometric volume | [m ³] | 105 | 145 | 194 | 239 | 284 | 280 | 308 | 339 | 402 | 440 | 465 | 520 | 527 |
| Net volume (90%) | [m ³] | 100 | 130 | 175 | 215 | 256 | 252 | 277 | 305 | 362 | 396 | 418,5 | 468 | 474,3 |
| Diameter | [m] | 3,5 | 4,0 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,8 | 4,8 | 5,0 | 5,0 | 5,6 | 5,0 | 5,6 | 5,0 |
| Tank length | [m] | 16,7 | 16,9 | 19,1 | 23,1 | 27,1 | 21,3 | 23,4 | 23,5 | 27,5 | 23,8 | 31,5 | 27,8 | 35,5 |
| Cold box | [m] | 2,5 | 2,5 | 2,7 | 2,7 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Total length | [m] | 19,2 | 19,4 | 21,8 | 25,8 | 30,1 | 24,3 | 26,4 | 26,5 | 30,5 | 26,8 | 35,0 | 31,3 | 39,0 |
| LNGPac empty weight* | [ton] | 47 | 62 | 77 | 90 | 104 | 105 | 113 | 119 | 135 | 142 | 152 | 162 | 168 |
| LNGPac max operating weight* | [ton] | 94 | 127 | 164 | 198 | 231 | 233 | 252 | 271 | 316 | 340 | 362 | 397 | 406 |
| Theoretical Max. Autonomy | [MWh] | 244 | 318 | 427 | 525 | 625 | 616 | 677 | 745 | 884 | 967 | 1022 | 1143 | 1159 |

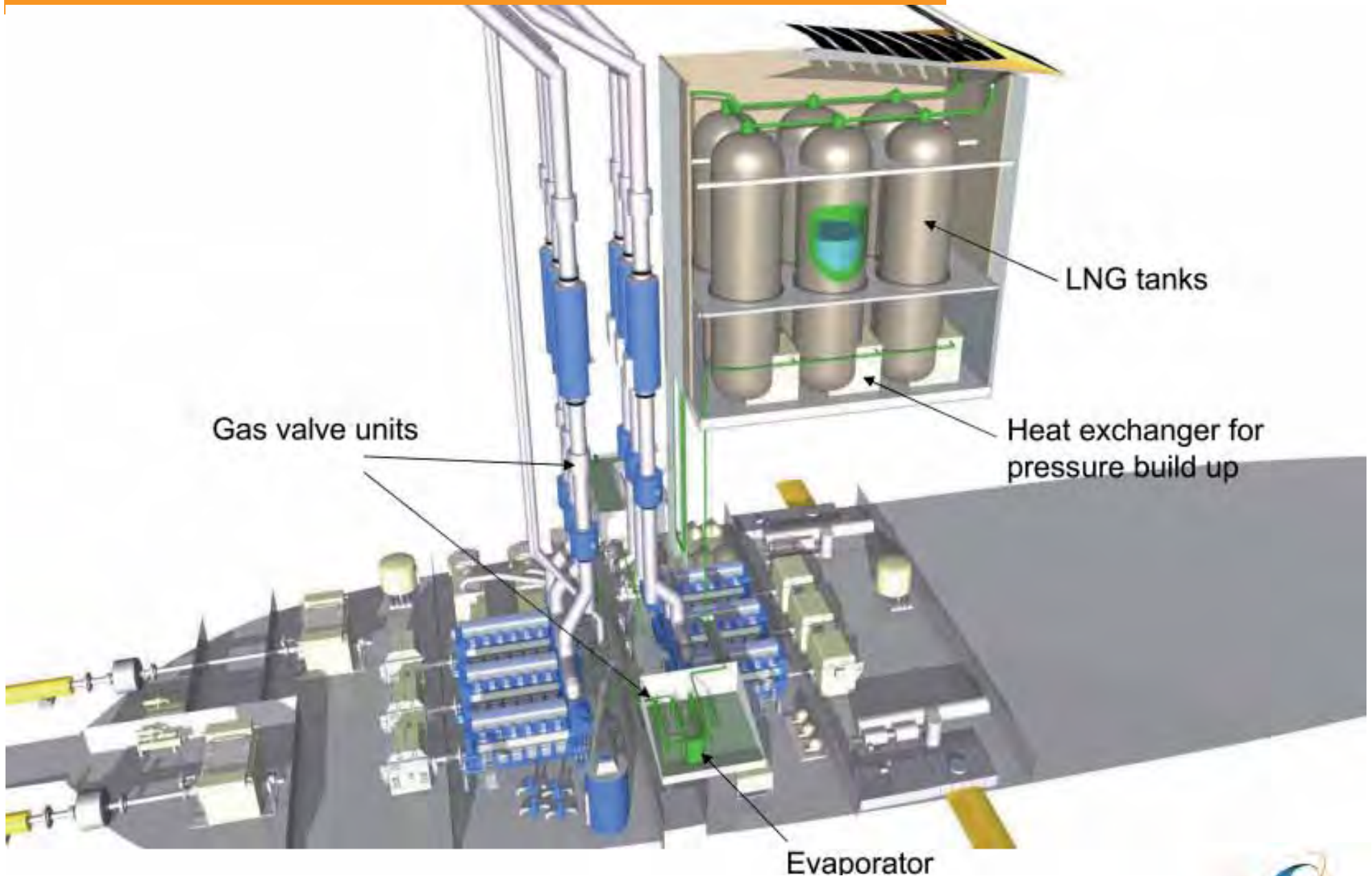
* Includes an estimate of the process skid

Wärtsilä LNGPac - colocación a bordo

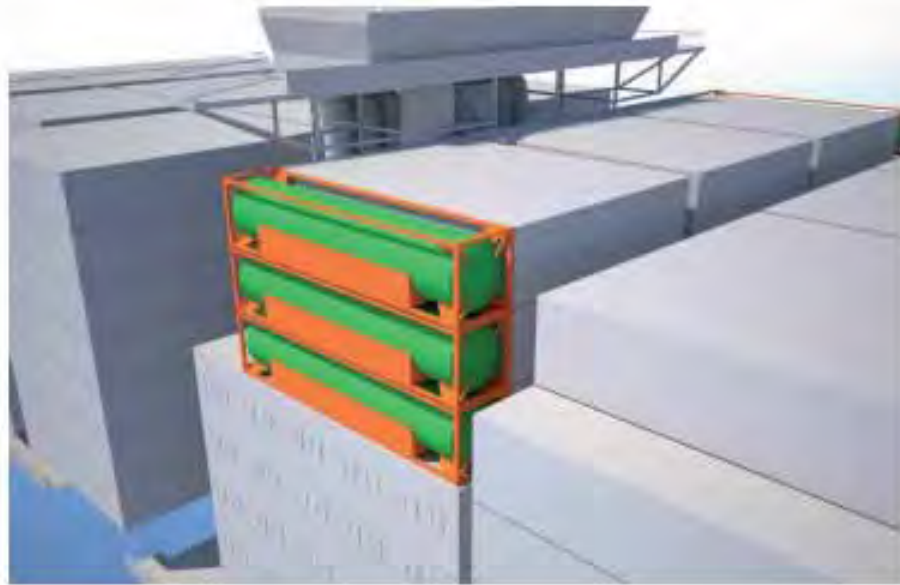


Wärtsilä Ship Design analiza el mejor encaje del LNGPac

Wärtsilä LNGPac - colocación a bordo



Wärtsilä LNGPac - colocación a bordo



EL PROYECTO Tarbit

...YA ESTA NAVEGANDO...



Conversión del buque Bit Viking

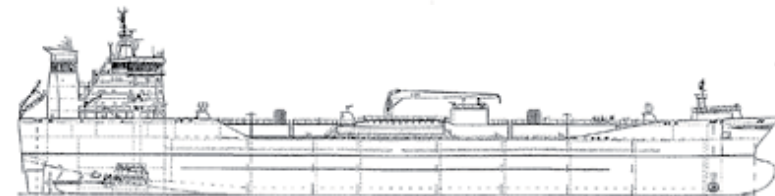
| | |
|----------------------|-------------------------------------|
| Vessel delivery date | 17.09.2007 |
| Vessel typology | 25'000 dwt Chemical tanker |
| Owner | Tarbit Shipping AB |
| Ship Builder | Shanghai Edward Shipbuilding Co Ltd |
| Flag | Sweden |
| Class | Germanischer Lloyd |



| | |
|---------------------|-----------|
| DWT | 24783 ton |
| GT | 17757 ton |
| Displacement | 33788 ton |
| Length p.p. | 166.99 m |
| Length o.a. | 177.02 m |
| Keel To Mast Height | 44.85 m |
| Draught | 9.7 m |
| Breadth Extreme | 26.3 m |
| Breadth Moulded | 26 m |
| Speed | 16 kn |

M/T Bit Viking - antecedentes

- Quimiquero de 25,000 dwt
- Armador: Tarbit Shipping, Suecia
- Operado por Statoil a lo largo de la costa de Noruega
- **Primera conversión con LNGPac**
- Tras la conversión se convertirá en uno de los buques quimiqueros más seguros y respetuosos con el medio ambiente del mundo

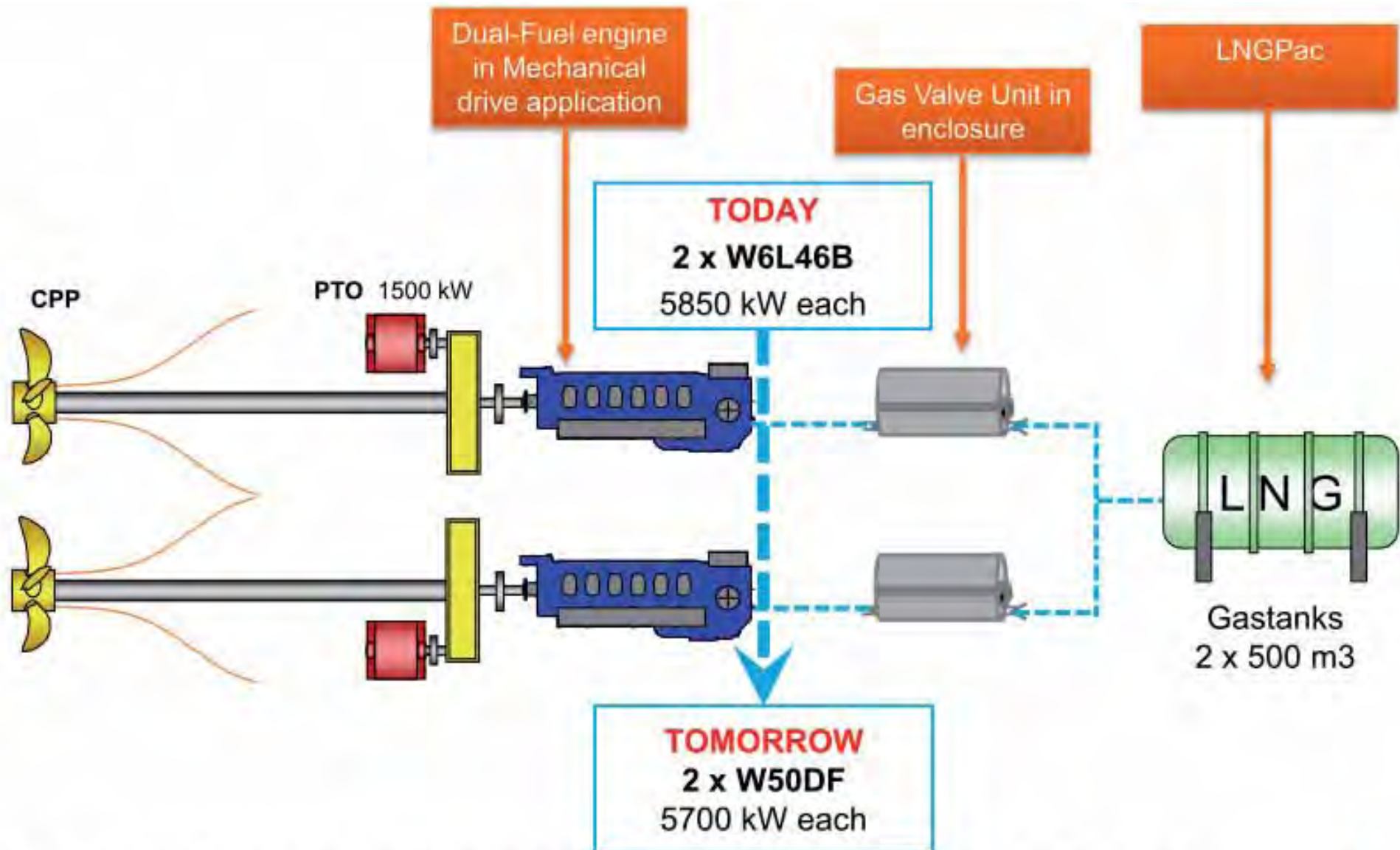


| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|
| 176 | | | | | | | | | |
| 1976 | 1836 | 1279 | 2255 | 1859 | 1748 | 1501 | 1001 | | |
| 1976 | 1836 | 1270 | 2255 | 1859 | 1748 | 1501 | 1009 | | |
| 176 | | | | | | | | | |

Total: 27,310 m³

Cargo volume in m³ 98%, as above.

Conversión del buque Bit Viking



Conversion engineering, integration and delivery of equipment by Wärtsilä



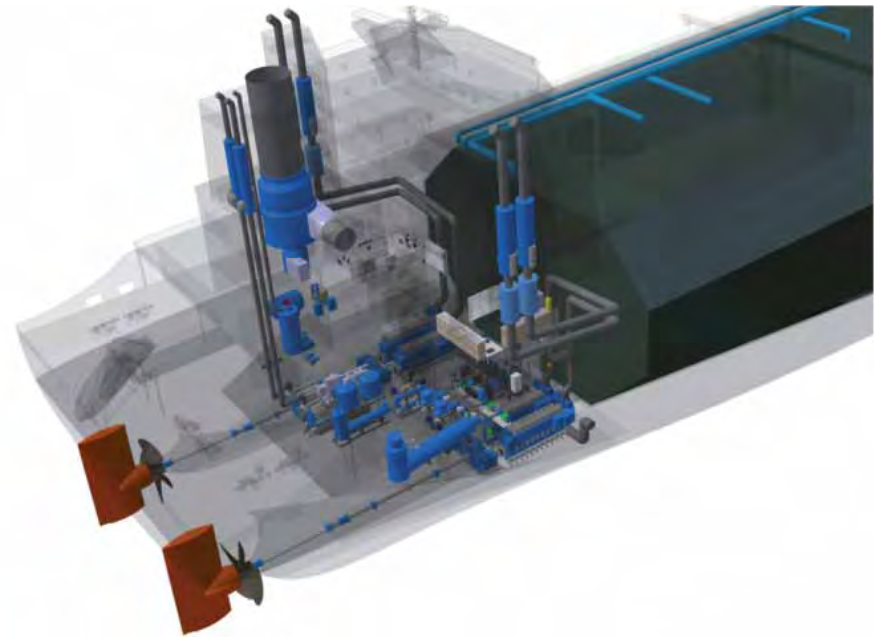
Alcance de la conversión

ALCANCE DE SUMINISTRO

- Diseño
- Conversión de los motores
- LNGPac system (2 x 500m³)
- Unidades de suministro de Gas
- Torsiómetro para medir potencia
- Sistema de almacenaje
- Circuito de Gas (pared simple y doble)
- Sistema de exhaustación
- Actualización del sistema Fi-Fi
- Sistema de detección de Gas
- Sistema eléctrico

AdiCional

- Medición de emisiones de No_x en pruebas de mar y
- Formación de LNGPac para la tripulación



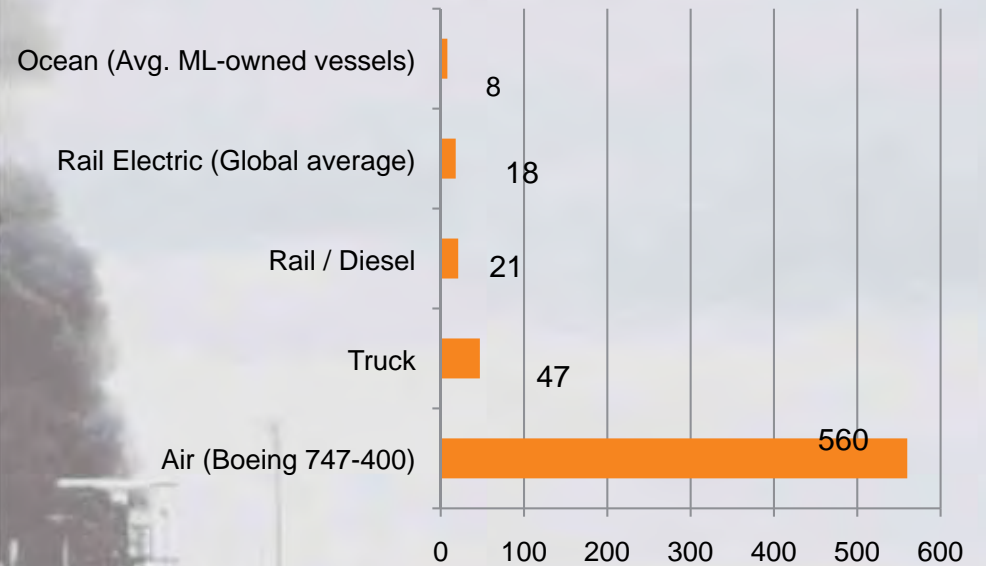
Conversión del buque Bit Viking



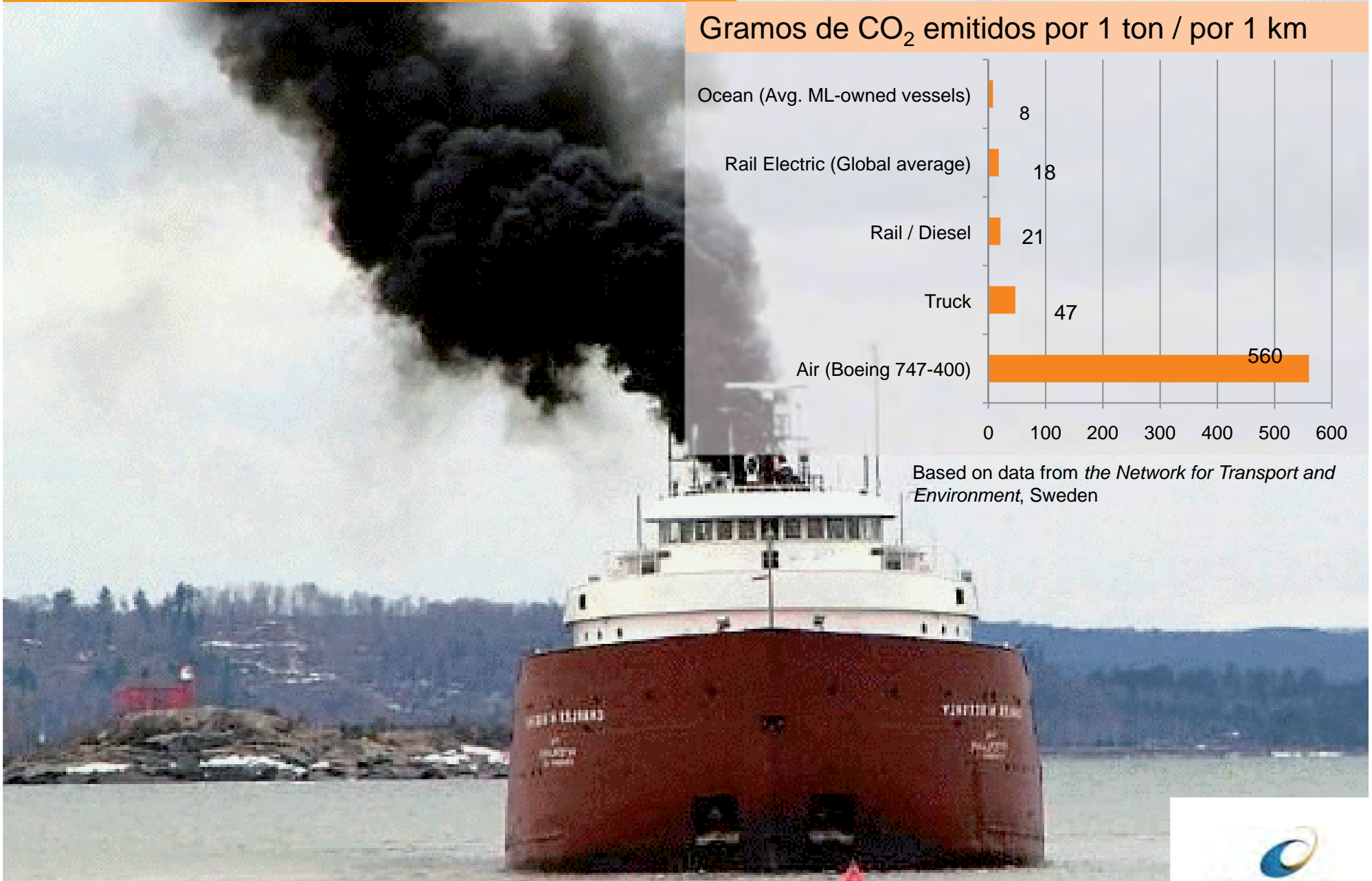
¿Tenemos una industria limpia?

Algunos datos significativos

Gramos de CO₂ emitidos por 1 ton / por 1 km



Based on data from *the Network for Transport and Environment*, Sweden



Algunos datos significativos

- Los 16 buques más grandes lanzan tantas emisiones como 800 millones de coches
- Un único buque puede llegar a emitir 500 toneladas de azufre al año

(source: The Guardian)

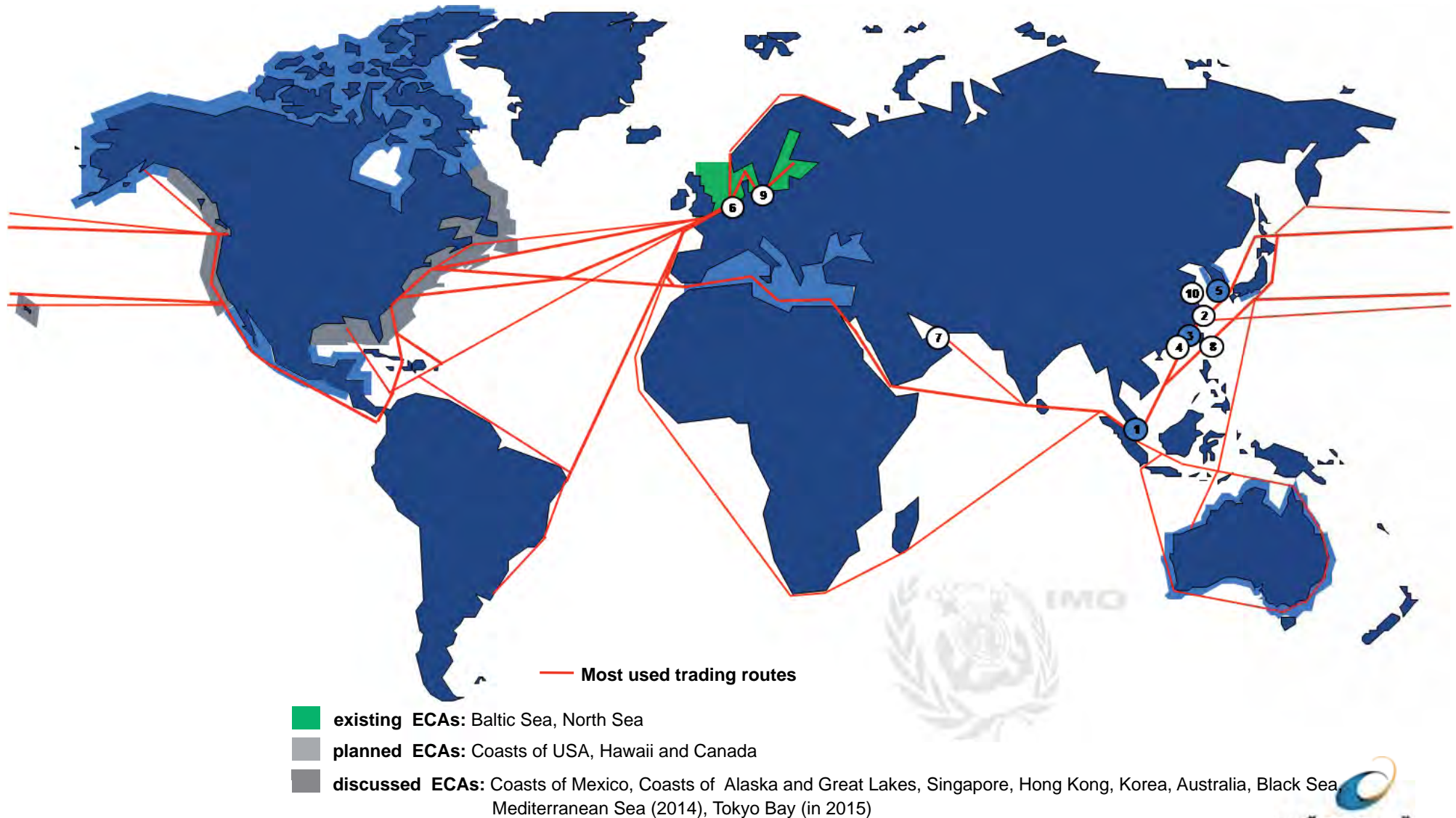


Emisiones – retos del futuro



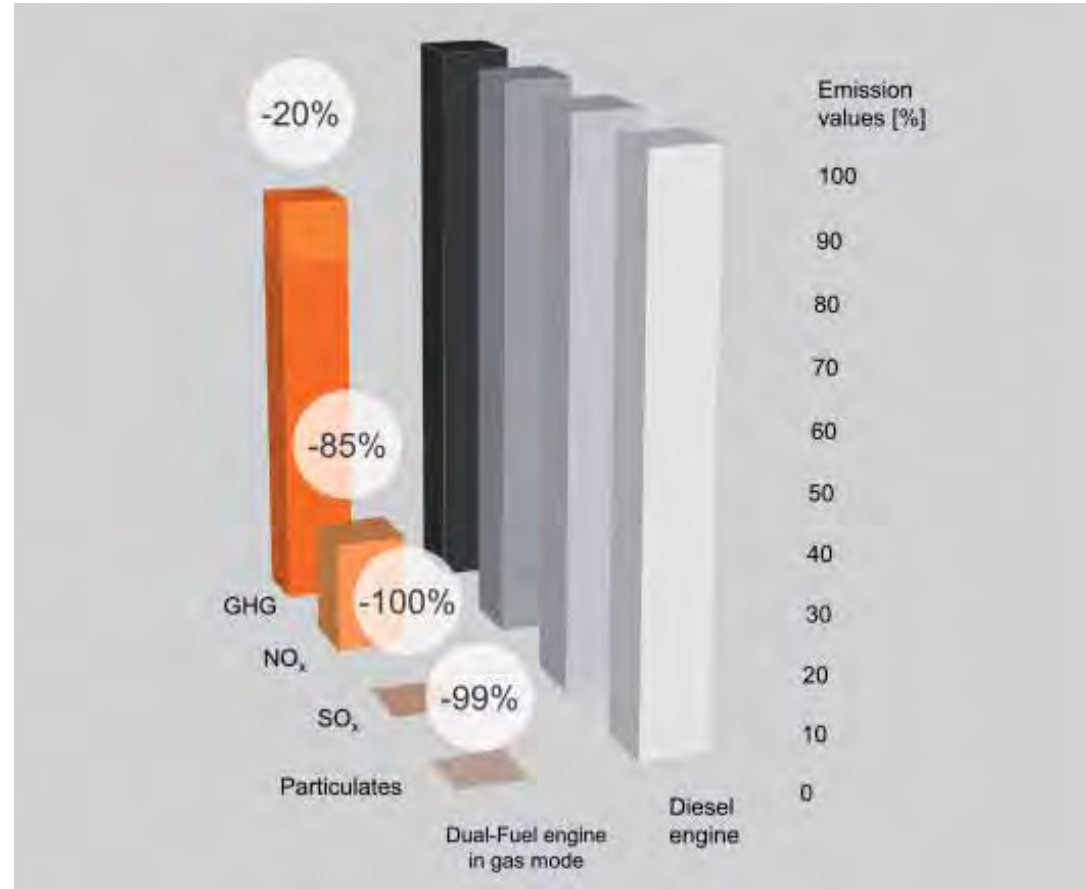
Emission Control Areas (ECA)

Se prevé la proliferación de areas ECA en el futuro próximo



Emisiones más limpias consumiendo LNG

- 25-30% menos CO₂
 - Baja relación carbón / hidrógeno
- 85% menos NO_x
 - Concepto Lean Burn de Wärtsilä (alta relación aire-LNG)
- No hay emisiones de SO_x
 - Se elimina el azufre durante la licuefacción del gas natural
- Muy baja emisión de partículas
- No hay humos visibles
- No hay depósitos de lodos



Ahorro de impuestos sobre NOx en Noruega

- Impuesto sobre NOx aplicable desde 1 Enero de 2010: NOK 16.14 por kg NOx
- Costes anuales para un buque PSV (datos reales del "Viking Energy")

- Modo diesel :

- Emisiones anuales : 168.5 T
- Coste impuesto anual NOx : MNOK 0.67*



- Modo diesel con SCR:

- Emisiones anuales : 46.8 T
- Coste impuesto anual NOx : MNOK 0.19*

*Costes del impuesto de Nox compensados por los costes añadidos por operar con SCR (mayor consumo de combustible, urea, filtros)

- Ahorro anual en impuesto de NOx usando LNG:

- Vs. modo diesel : MNOK 0.60 (NOK 1,643 / día)
- Vs. modo diesel con SCR: MNOK 0.11 (NOK 309 / día)



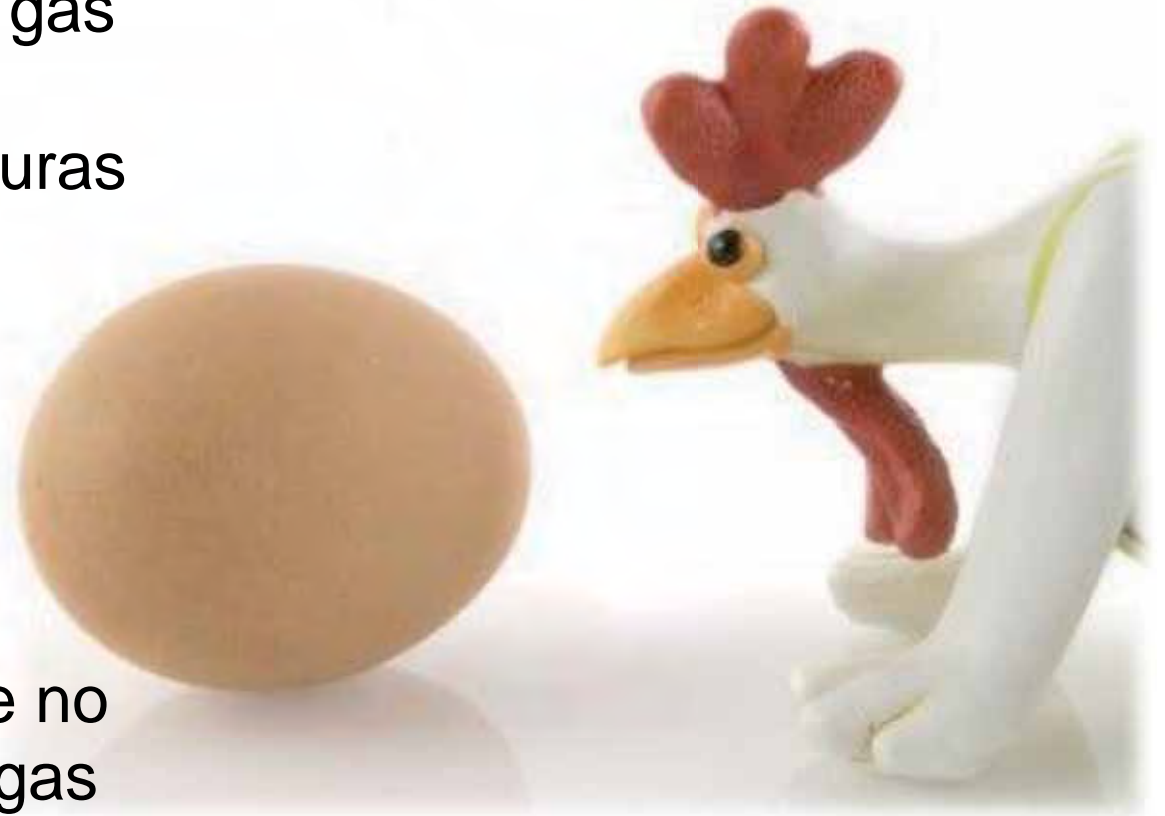
Infraestructuras de Suministro de LNG



El huevo y la gallina...

“No puedo construir buques que funcionen empleando gas natural como combustible porque no hay infraestructuras de suministro de LNG”

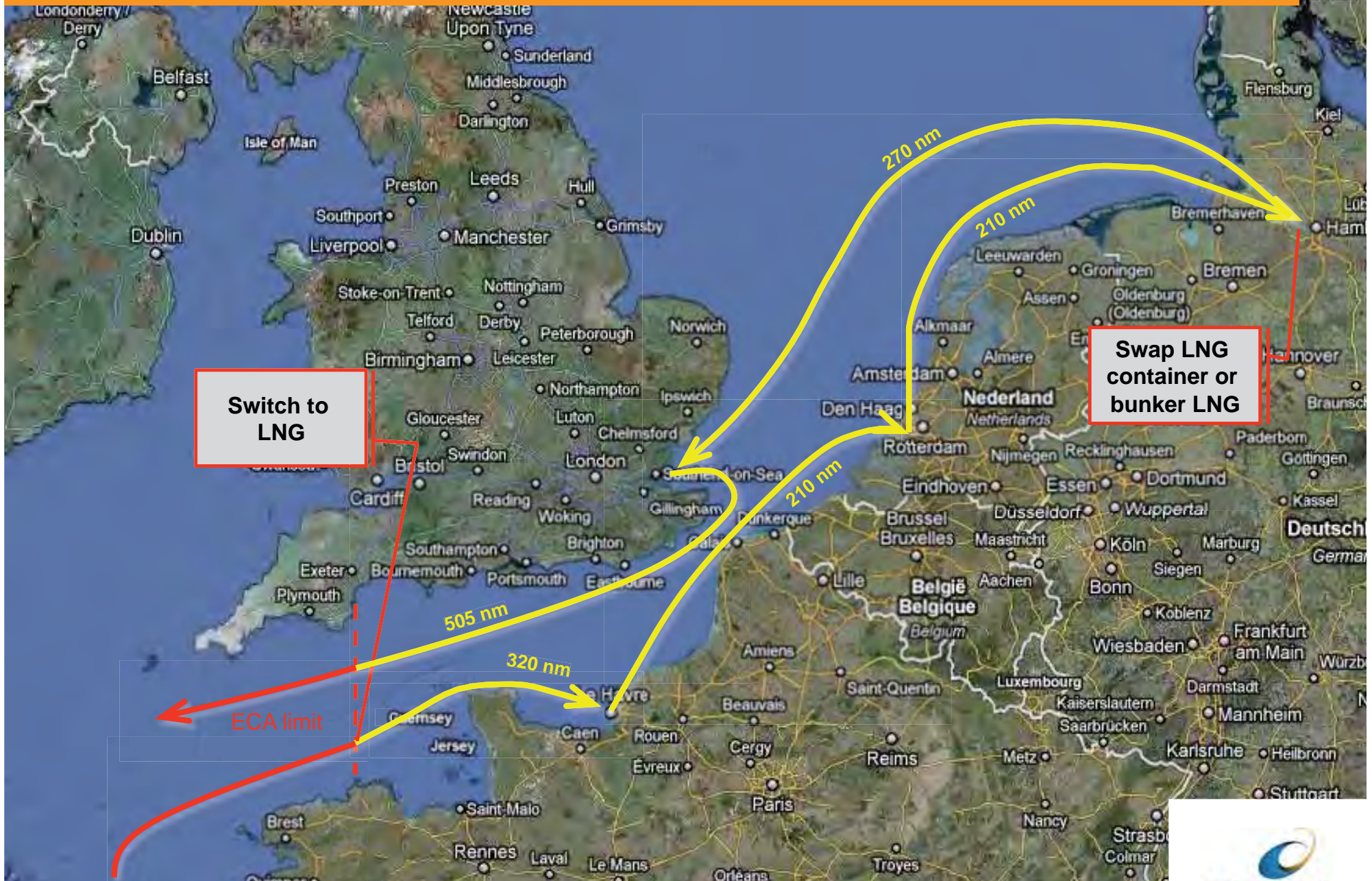
“No quiero construir infraestructuras para suministro de LNG porque no hay buques que quemen gas natural”



Retos que se encuentran los operadores



Necesidades de cambio de combustible en zonas ECA

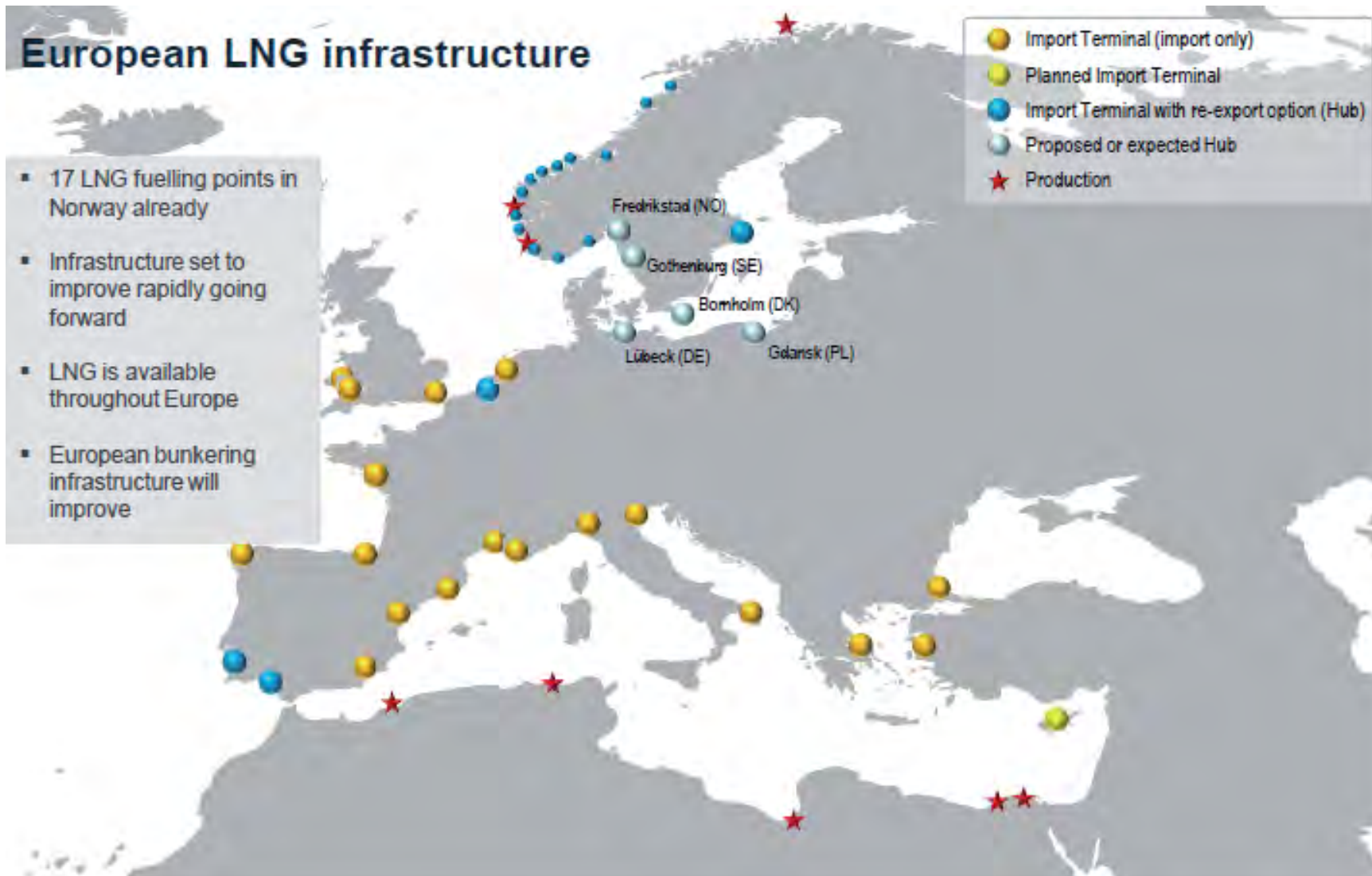


Infraestructura de LNG en Europa

European LNG infrastructure

- 17 LNG fuelling points in Norway already
- Infrastructure set to improve rapidly going forward
- LNG is available throughout Europe
- European bunkering infrastructure will improve

- Import Terminal (import only)
- Planned Import Terminal
- Import Terminal with re-export option (Hub)
- Proposed or expected Hub
- ★ Production



Infraestructura de LNG en Europa

The situation is slowly changing.

Proximas areas de bunkering

- Rotterdam Gateway 2011
- Stockholm 2012
- Oxelösund 2012
- Gothenburg 2013
- Lithuania 2013
- Wilhelmshaven 2014
- Swinoujscie 2014
- Estonia 2014



Sumistradores de Gas en Noruega /Suecia

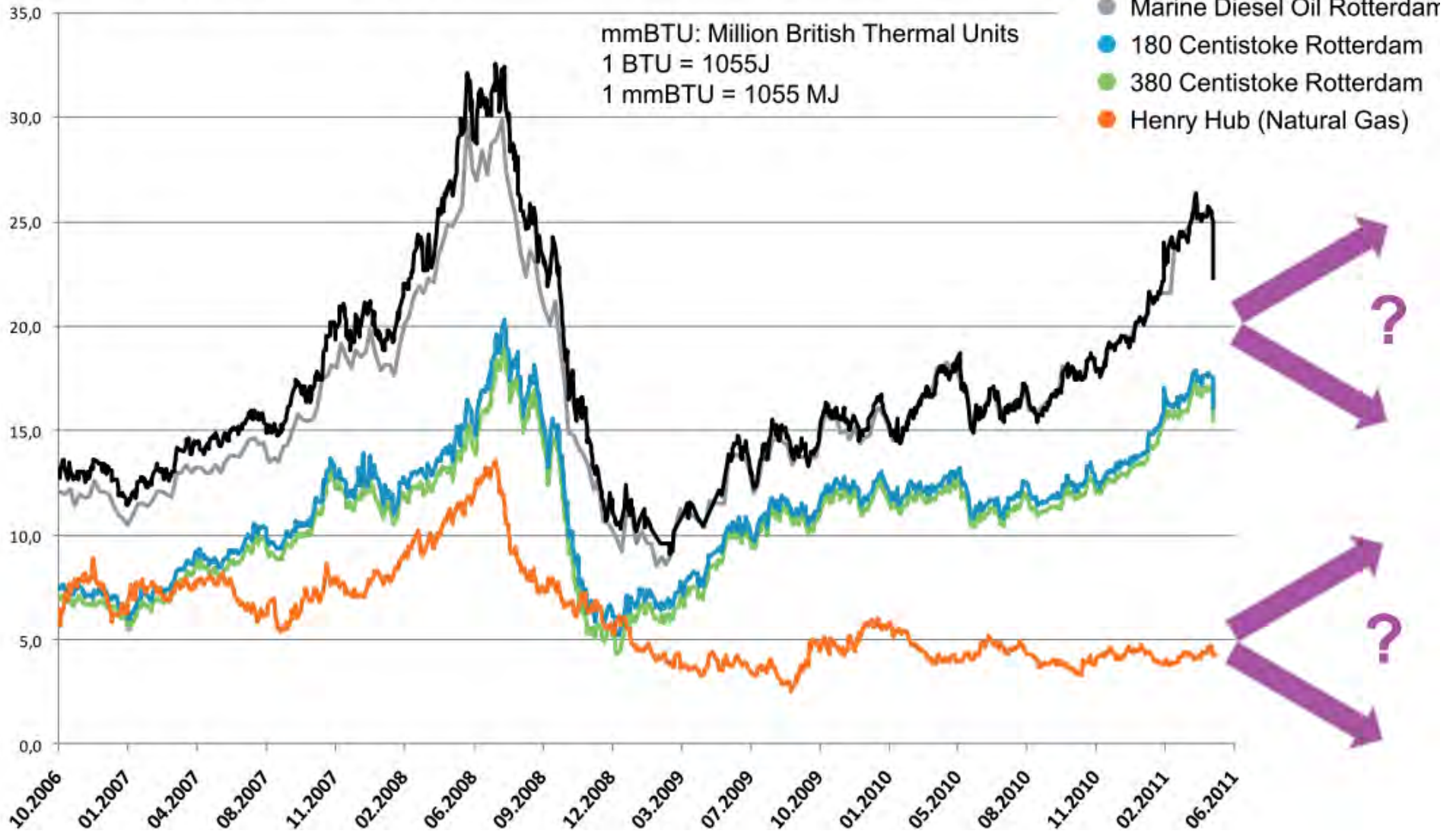
Gasnor, Norgas / IM Skaugen, Nordic LNG

Megalog (Marine Gas Fuel Logistic)

Megalog es un proyecto de la UE con el propósito de desarrollar el LNG como combustible para las zonas del Mar del Norte y Mar Báltico

Infraestructura de LNG en Europa

Fuel price [USD/mmBTU]



Suministro de LNG al *Viking Energy*



Viking Energy

- Maquinaria Dual-fuel electrica: 4 x 6L32DF

- Los motores trabajan en gas el 95% del tiempo.
- **Una vez a la semana** el buque se acerca para recibir el suministro de LNG desde cisternas.



Almacenamiento de LNG en puertos



Pequeñas terminales portuarias de LNG en Noruega



Cadena de distribución de LNG

La logística del LNG es la clave para la introducción del LNG como combustible marino



LNG Container feeder



LNG Ferry



LNG Ro-Lo



LNG Remolcador

Barcaza bunker para suministro de LNG



Barcaza bunker para suministro de LNG



Transporte de barcazas de LNG

Un buque nodriza de transporte de barcazas con LNG
Múltiples barcazas para suministro de LNG para uso marino

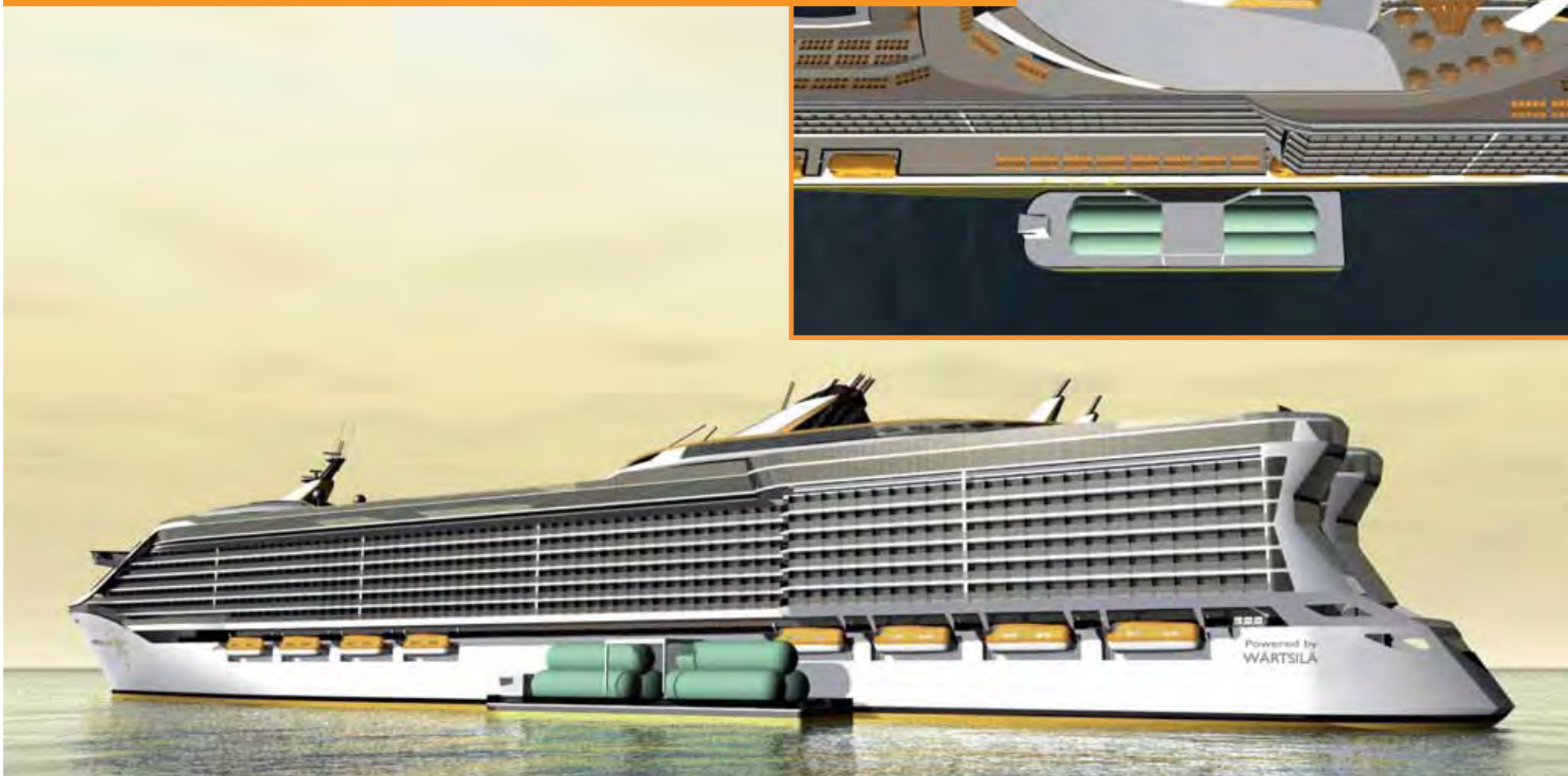


Transporte de barcasas de LNG

Un buque nodriza de transporte de barcasas con tanques de LNG
Multiples barcasas para suministro de LNG para uso marino



Suministro de LNG desde barcazas



Wärtsilä desarrolla soluciones para el suministro, almacenamiento, transporte y utilización a bordo de LNG.

Motores Dual-Fuel - Referencias



LNG carriers
>87 buques
322 motores
> 1,000,000 horas de marcha

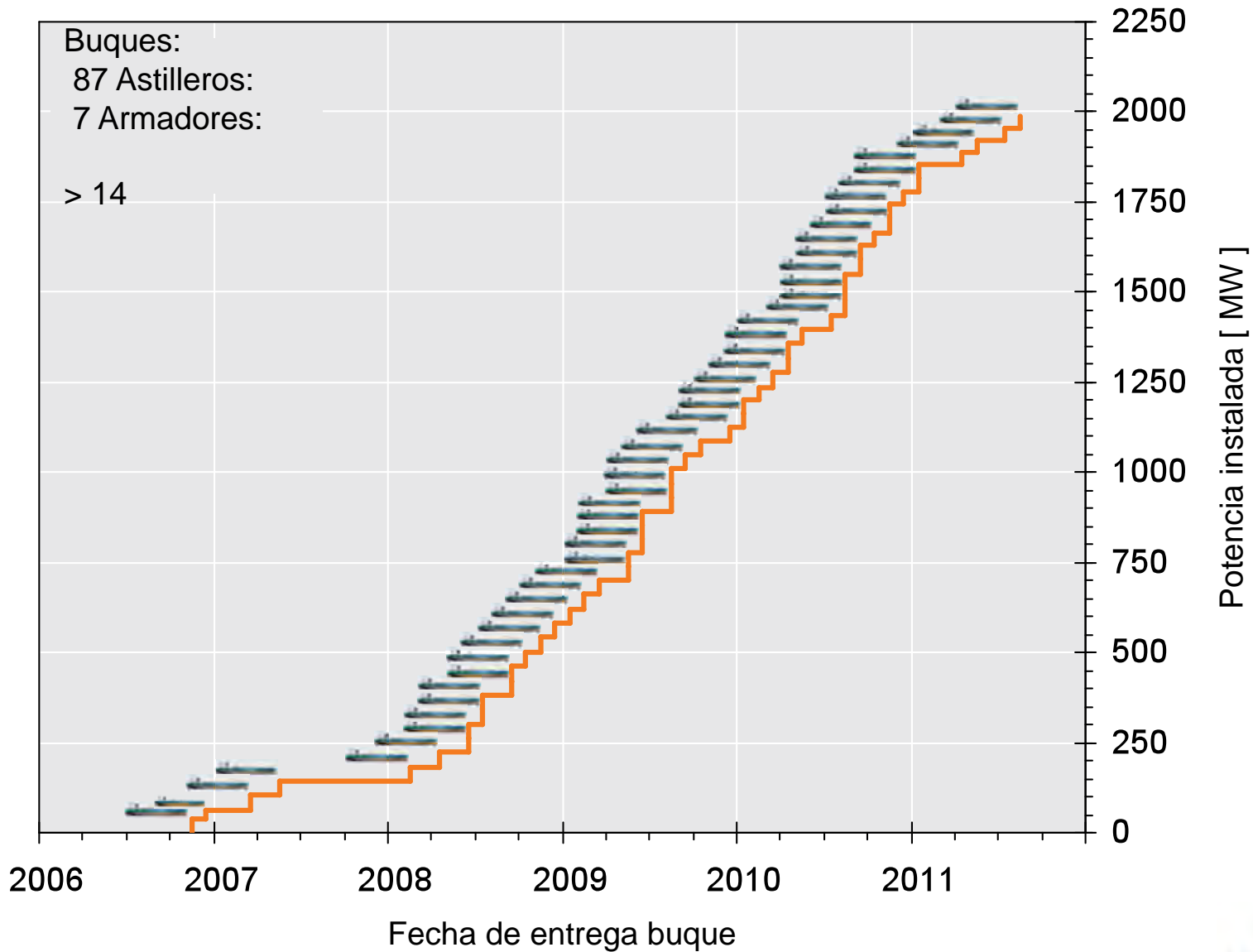


Plantas de Cogeneración
752 motores desde 1989
>640 000 horas de marcha



OSV - FPSO
22 instalaciones
78 motores desde 1994
>226,000 horas de marcha

Buques LNG con maquinaria Dual-fuel-electric



Buques LNG con maquinaria Dual-fuel-electric (1/3)



| Installation | Name | Owner | Yard | Year | |
|------------------------|----------------------|---------------|---------------|------|-----------|
| 4x 6L50DF | Hrs de France Energy | Gaz de France | Atlantique | 2006 | 62'000 |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Provalys | Gaz de France | Atlantique | 2006 | 54'000 |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Gaselys | Gaz de France | Atlantique | 2007 | 51'000 |
| 2x 12V50DF + 2x 9L50DF | British Emerald | BP Shipping | Hyundai | 2007 | 68'000 |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Maersk Methane | AP Møller | Samsung | 2008 | 47'000 |
| 2x 12V50DF + 2x 9L50DF | British Ruby | BP Shipping | Hyundai | 2008 | 49'000 |
| 1x 12V32DF | Explorer | Exmar | Daewoo | 2008 | 1'500 |
| 2x 12V50DF + 2x 9L50DF | British Sapphire | BP Shipping | Hyundai | 2008 | 38'000 |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Maersk Marib | AP Møller | Samsung | 2008 | 23'000 |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Maersk Arwa | AP Møller | Samsung | 2008 | 20'000 |
| 2x 12V50DF + 2x 9L50DF | Tangguh Hiri | Teekay | Hyundai | 2008 | 19'000 |
| 2x 12V50DF + 2x 9L50DF | British Diamond | BP Shipping | Hyundai Samho | 2008 | 40'000 |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Maersk Magellan | AP Møller | Samsung | 2009 | 20'200 |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Tangguh Foja | "K" Line | Samsung | 2008 | 18'000 |
| 2x 12V50DF + 2x 9L50DF | Abdel Kader | MOL | Hyundai | 2009 | 9'000 |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Tangguh Jaya | "K" Line | Samsung | 2008 | 15'000 |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Tangguh Palung | "K" Line | Samsung | 2009 | 14'000 |
| 2x 12V50DF + 2x 9L50DF | Tangguh Sago | Teekay | Hyundai Samho | 2009 | 17'000 |
| 2x 12V50DF + 2x 6L50DF | BW GdF Suez Brussels | Bergesen | Daewoo | 2009 | 13'000 |
| 1x 12V32DF | Express | Exmar | Daewoo | 2009 | Delivered |
| 2x 12V50DF + 2x 6L50DF | BW GdF Suez Paris | Bergesen | Daewoo | 2009 | 14'000 |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Seri Balhaf | MISC | Mitsubishi | 2009 | 18'000 |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Seri Balqis | MISC | Mitsubishi | 2009 | 17'000 |

Buques LNG con maquinaria Dual-fuel-electric (2/3)



| Installation | Name | Owner | Yard | Year | Hrs |
|-----------------------------------|----------------------|---------------|----------------|-----------------|-----------|
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | GdF Suez Neptune | Høegh | Samsung | 2009 | Delivered |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Gaslog Savannah | Chevron | Samsung | 2010 | Delivered |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Woodside Donaldson | AP Møller | Samsung | 2009 | 12'000 |
| 2x 12V50DF + 2x 9L50DF | Ben Badis | MOL | Hyundai Samho | 2009 | Delivered |
| 1x 12V32DF | Exquisite | Exmar | Daewoo | 2009 | Delivered |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | STX Frontier | STX Pan Ocean | Hanjin | 2010 | Delivered |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Maersk Meridian | AP Møller | Samsung | 2009 | 4'000 |
| 1x 12V32DF | Expedient | Exmar | Daewoo | 2009 | 11'000 |
| 2x 12V50DF + 2x 6L50DF | ASEEM | MOL | Samsung | 2009 | Delivered |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Hull 1689 | Høegh | Samsung | 2010 | 3'000 |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Methane Julia Louise | BG | SHI | 2010 | Delivered |
| 3x 12V50DF + 1x 9L50DF | Hull 2269 | Knutsen | DSME | 2010 | Delivered |
| 2x 12V50DF + 2x 6L50DF | Hull 2273 | Brunei Gas | DSME | 2010 | Delivered |
| 3x 12V50DF + 1x 9L46D | Hull 2268 | TMT | DSME | 2010 | |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Hull 1642 | Chevron | Samsung | 2010 | |
| 3x 12V50DF + 1x 9L50DF | Hull 2267 | Knutsen | DSME | 2010 | |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Hull 1810 | Angola | SHI | 2011 | |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Hull 1746 | BG | SHI | 2010 | |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Hull 1811 | Angola | SHI | 2011 | |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Hull 1812 | Angola | SHI | 2011 | |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Hull 1813 | Angola | SHI | 2011 | |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Hull 1858 | BG | SHI | 2010 | |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | Hull 1859 | BG | SHI | 2010 | |

Buques LNG con maquinaria Dual-fuel-electric (3/3)



| Installation | Name | Owner | Yard | Year |
|------------------------|-----------|-------------|--------|------|
| 3x 12V50DF + 1x 9L46D | Hull 2278 | TMT | DSME | 2010 |
| 3x 12V50DF + 1x 9L50DF | Hull 2274 | Knutsen | DSME | 2010 |
| 3x 12V50DF + 1x 9L50DF | Hull 2275 | Knutsen | DSME | 2011 |
| 3x 12V50DF + 1x 6L50DF | "LH#3" | Undisclosed | SHI | 2012 |
| 2x 12V50DF + 2x 6L50DF | UL2L | Undisclosed | DSME | 2012 |
| 2x 12V50DF + 2x 6L50DF | UL2K | Undisclosed | DSME | 2012 |
| 2x 12V50DF + 2x 6L50DF | Hull 2277 | Brunei Gas | DSME | 2010 |
| 2x 12V50DF + 2x 6L50DF | UL2P | Undisclosed | DSME | 2012 |
| 2x 12V50DF + 2x 6L50DF | UL1R | Undisclosed | DSME | 2012 |
| 2x 12V50DF + 2x 6L50DF | ULCS | Undisclosed | DSME | 2012 |
| 4x 12V50DF | Hull 1761 | Flex LNG | SHI | 2012 |
| 4x 12V50DF | Hull 1762 | Flex LNG | SHI | 2012 |
| 4x 12V50DF | Hull 1839 | Flex LNG | SHI | 2013 |
| 4x 12V50DF | Hull 1850 | Flex LNG | SHI | 2013 |
| 1x 12V32DF | Hull 2272 | Exmar | Daewoo | 2010 |
| 1x 12V32DF | Hull 2287 | Exmar | Daewoo | 2011 |

87 instalaciones / 322 motores / > 1,000,000 horas de marcha

80% de la flota de PSVs con LNG diseñada por Wärtsilä



| Installation | Name | Type | Owner | Yard | Year |
|--------------|------------------------------|------|---------------|--------------|------|
| 2x 18V32DF | Hrs Petrojarl 1 2x 32'000 | FPSO | Petrojarl | | 2002 |
| 1x 18V32DF | Sendje Ceiba 18'000 | FPSO | Bergesen | | 2002 |
| 4x 6R32DF | Viking Energy 4x 19'500 | OSV | Eidesvik | Kleven Verft | 2003 |
| 4x 6R32DF | Stril Pioner 4x 16'500 | OSV | Simon Mokster | Kleven Verft | 2003 |



| | | | | | |
|---|--------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|-----------------|
| 4x 6R32DF | Hull 29 | OSV | Eidesvik | West Contractors | 2007 |
| - 22 instalaciones / 78 engines / 226,000 horas de marcha | | | | | |
| 3x 6R32DF | Siri | FPSO | Petrojarl | | 2008 |
| 4x 6R32DF | Hull 30 | OSV | Eidesvik | West Contractors | 2008 |

| Installation | Name | Type | Owner | Yard | Year |
|--------------|----------------|------|---------|------------|------|
| 3 x 6L34DF | Hrs PSV 06 LNG | OSV | DOF-ASA | STX Europe | 2010 |



Motores Dual-fuel en plantas de cogeneración



| Installation | Name | Place, Country | Year |
|--------------|--------------------------------------|------------------------------|------|
| 2x 18V32DF | Hrs Camis 2x 63'000 | Topkapi, Turkey | 1997 |
| 2x 18V32DF | Camis 2x 64'000 | Cayirova, Turkey | 1997 |
| 1x 18V32DF | Southampton Geothermal 34'000 | Southampton, UK | 1998 |
| 1x 18V32DF | Grindsted Wärmewerk 39'000 | Grindsted, Denmark | 1998 |
| 1x 18V32DF | Salekhard Energo 25'000 | Salekhard, Russia | 1998 |
| 1x 18V32DF | Gulle Tekstil 32'000 | Gulle, Turkey | 2000 |
| 1x 18V32DF | Videocon Narmada Glass 38'000 | Bharuch, India | 2000 |
| 4x 18V32DF | City of Chambersburg 4x 7'500 | Chambersburg PA, USA | 2002 |
| 1x 18V32DF | Sempra Energy Solutions 9'000 | Silver Springs MD, USA | 2003 |
| 6x 18V32DF | Sampol 6x 9'000 | Madrid Barajas, Spain | 2004 |
| 3x 18V50DF | MOSB 3x 10'000 | Manisa, Turkey | 2005 |
| 3x 12V32DF* | Century Power 3x 6'000 | Lahore, Pakistan | 2005 |
| 1x 12V32DF* | Antonio de Almeida & Filhos 9'000 | Almeida, Portugal | 2005 |
| 1x 18V32DF | Nestle Milkpak 6'000 | Lahore, Pakistan | 2005 |
| 5x 18V32DF* | P.T. Pertamina-Cakrajaya - | Batam, Indonesia | 2006 |
| 3x 12V32DF | AMC Energiecentrale - | Amsterdam, Netherlands | 2006 |
| 1x 12V32DF* | Tearfil | Moreira de Conegos, Portugal | 2006 |

Motores Dual-fuel en plantas de cogeneración



| Installation | Name | Place, Country | Year |
|--------------|---|-----------------------|------|
| 1x 18V32DF | Nishat Mills Ltd | Faisalabad, Pakistan | 2006 |
| 3x 18V50DF | United Cement Co Nigeria | Calabar, Nigeria | 2006 |
| 1x 18V50DF | Seeg | Owendo, Gabon | 2006 |
| 1x 16V50DF | DG Khan Cement Co | Khaipur, Pakistan | 2006 |
| 8x 18V32DF | IAFE | Charavelle, Venezuela | 2006 |
| 1x 18V50DF | El Estero de las Tablas C&A 29 installations of 84 engines for 640,000 running hours | Charavelle, Venezuela | 2006 |
| 3x 18V32DF | Gharibwal Cement Ltd | Gharibwal, Pakistan | 2006 |
| 1x 18V50DF | Seeg | Owendo, Gabon | 2006 |

Conclusiones

- Hay ya suficientes factores que apoyan la adopción del LNG como combustible marino
- La tecnología Wärtsilä DF en modo gas ya cumple con los futuros requerimientos de emisiones IMO Tier III
- Wärtsilä esta ya en disposición de entregar soluciones **seguras, integradas, optimizadas y probadas** que combinan las ventajas de los combustibles líquidos y gaseosos.



Conclusiones

Sistemas de Propulsión Wärtsilä Dual-Fuel

- Tecnología probada
 - Cuidosa con el medioambiente
 - Los más bajos costes de operación
- ¡El camino a seguir!

¡¡GRACIAS!!

WÄRTSILÄ

Líder en aplicaciones del gas en el mercado marino

