



EFICIENCIA ENERGETICA A BORDO



CARTAGENA 13 DE MARZO DE 2013

Luis Guerrero Gómez



Move Forward with Confidence

**BUREAU
VERITAS**



Introducción

- Peligros medioambientales

Contexto regulatorio

- NO_x, SO_x y CO₂

Eficiencia energética y soluciones a la contaminación atmosférica

- Reducción de CO₂
- Reducción de NO_x, SO_x

Cálculo de la eficiencia energética y herramienta de análisis (SEECAT y E2)

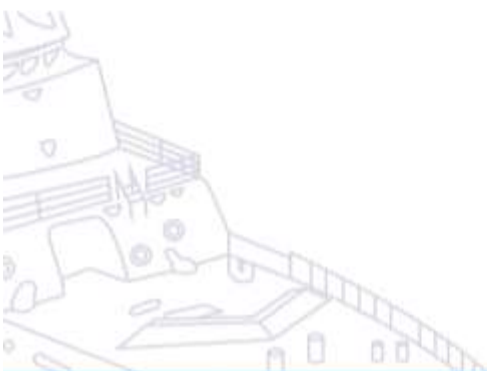
Servicios de Bureau Veritas y TECNITAS en el campo energético





Introducción

Peligros medioambientales





Emisiones totales	Cantidad	
	En millones de ton	% de las emisiones globales
CO ₂ (comercio internacional)	1,046 (870)	3.3 (2.7)
NO _x	20	20 to 30
SO _x	12	10
PM	1.5	

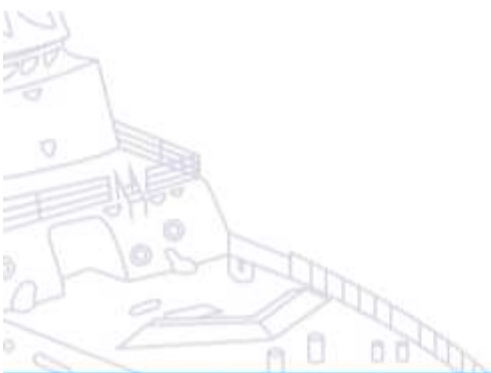
El transporte más eficiente en términos energéticos es el buque





Contexto regulatorio

Emisiones SO_x, NO_x & CO₂



Sin considerar políticas de reducción, se produciría un incremento de las emisiones de buques de 150% - 250% hasta 2050



Las medidas de IMO

Las medidas tratan de ser:

- Efectivas en cuanto al coste
- Basadas en objetivos, no en prescripciones
- Prácticas, transparentes y fáciles de administrar.



1. Prevención de Polución del aire

- Emisiones NO_x
- Emisiones SO_x
- VOC
- PM

2. Monitorización de gases de efecto invernadero – CO₂ (GHG)

- Índice de eficiencia energética - Energy Efficiency Design Index (EEDI)
- Plan de Gestión Energética del buque - Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP)



Unas zonas ECA puede ser designada para:

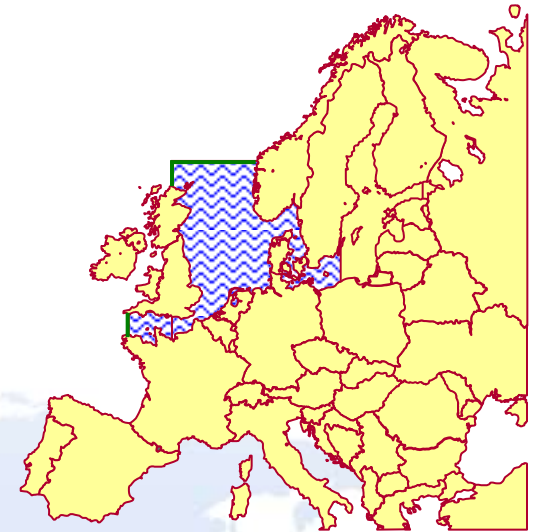
- NO_x, SO_x, PM, o
- Los 3 a la vez

Las ECA existentes para SO_x incluyen:

- Área del Báltico
- Mar del Norte

Otras ECAs:

- Aguas costeras Norteamericanas (200 millas náuticas de US y costas canadienses, para el control de SO_x)
- Se ha propuesto designar el Báltico también para control de NO_x
- La zona del caribe US (Puerto Rico) se ha incluido en el MEPC 62
- Además, están en discusión: Alaska y Grandes Lagos, Singapur, Hong Kong, Korea, Australia, Mar Negro, Mar Mediterráneo, Bahía de Tokio



Nota: Los motores sólo usados en caso de emergencia están exentos, así como los de < 130 kW

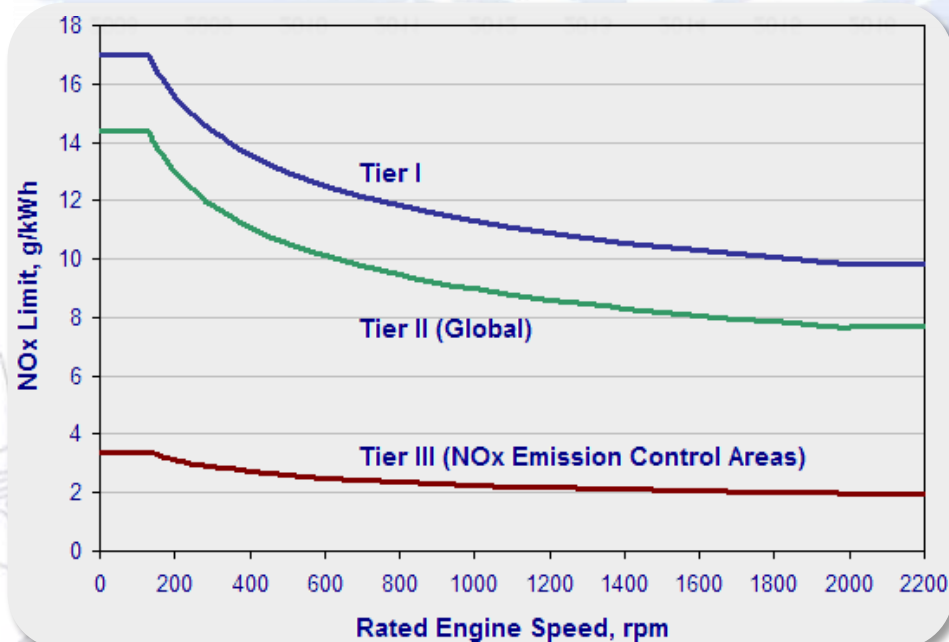
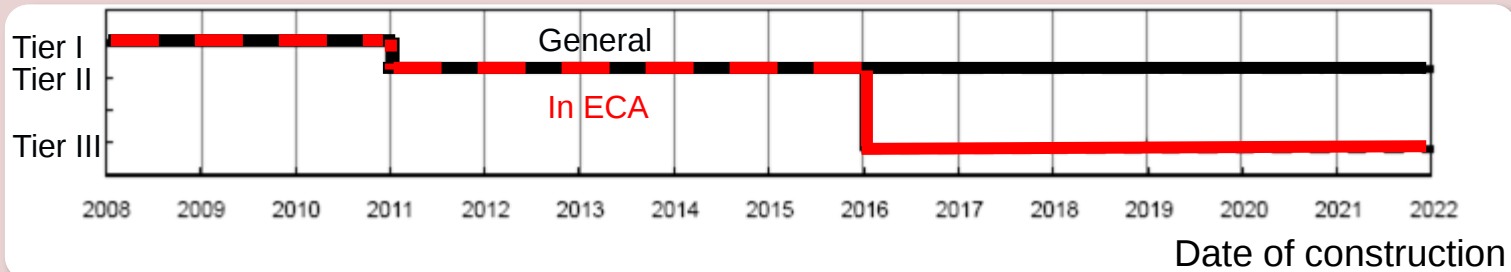
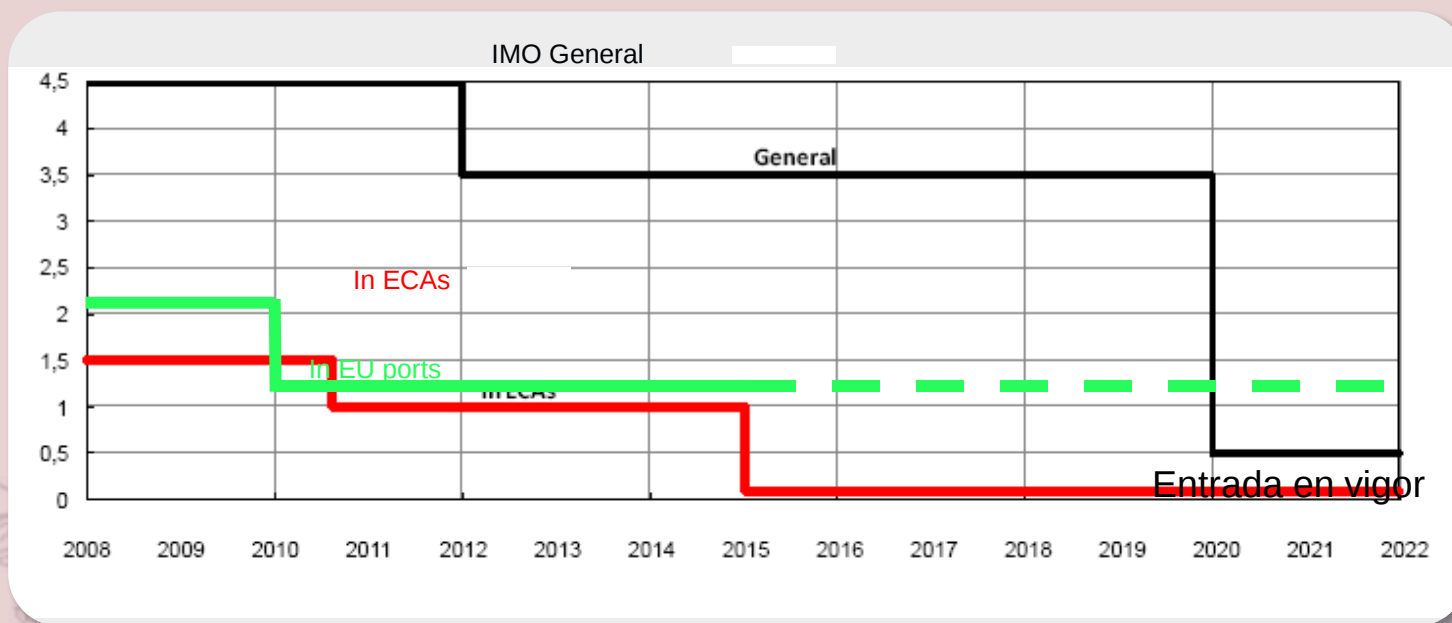




Diagrama esquemático de emisiones SO_x





Reference

MSC.203(62) – New chapter 4 to MARPOL Annex VI – Reg.19,20,21

Entry into force

1 January 2013

Applicable to

all new ships ≥ 400gt*

El objetivo del EEDI es estimular la innovación y el desarrollo tecnológico a fin de incrementar la eficiencia energética desde la etapa del diseño

La fórmula es:

$$\frac{\text{Coste Medio ambiental}}{\text{Beneficio para la Sociedad}} \Rightarrow \frac{\text{Emisiones CO}_2 \text{ al 75\% MCR} + \text{potencia de auxiliares}}{\text{capacidad de carga} \times \text{velocidad} \times [\text{factores corrección}]}, \frac{g[\text{CO}_2]}{t \cdot \text{nm}}, \frac{g[\text{CO}_2]}{gt \cdot \text{nm}}$$

Capacidad:

DWT: buques de carga seca, petroleros, gaseros

GRT: Pasaje, RORO pasaje,...

Factores de corrección:

Dependientes del estado de la mar

Para cualquier limitación técnica/reglamentaria (p.ej. Clase de hielos)

Velocidad del buque:

Asumido el 75% del MCR

- La reducción de CO₂ debido a los sistemas de recuperación energética se tiene en cuenta en el cálculo.
- La potencia auxiliar se refiere sólo a la utilizada para los sistemas de propulsión y acomodación

* Excepto los buques con propulsión diesel-eléctrica, turbina o híbrida

Reference

MSC.203(62) – New chapter 4 to MARPOL Annex VI – Reg.22

Entry into force

01/01/2013 (new ships) – by the first IAPP intermediate or renewal survey, whichever is first, on or after 01/01/2013 for existing ships

Applicable to

all new & existing ships ≥ 400gt

El SEEMP es una herramienta para la gestión medioambiental

El SEEMP se deberá desarrollar por el armador de acuerdo a las guías de IMO

Hay 4 etapas que se deben considerar en el SEEMP considered for the SEEMP

Planificación

En ella se determina el estado del uso de la energía y las mejoras esperadas en la eficiencia energética

Implementación

Que incluye el desarrollo de procedimientos para la gestión de la energía y la definición de los trabajos a realizar

Autoevaluación y mejora

Evalúa la efectividad de las medidas de mejora y su implementación. A partir de ellos, se mejora el SEEMP

Monitorización y mediciones

Que indica cuantitativamente la eficiencia energética del buque





Las posibles medidas de mejora son muy variadas y dependen del tipo de buque:

- Optimización de rutas / clima (weather routing)
- Optimización de la velocidad comercial (JIT Arrival)
- Navegación a baja y ultra-bajas velocidades
- Optimización del lastre y trimado
- Retrofitting de ESDs (Energy Saving Device)
- Limpieza periódica del casco y la hélice
- Otros



Reference

MEPC 59 – MEPC.1/Circ.684

El objetivo del EEOI es facilitar un método cuantitativo de eficiencia energética y, por tanto, servir de monitorización del SEEMP

La fórmula es similar a la del EEDI:

$$\frac{\text{Environmental Cost}}{\text{Benefit for Society}} = \frac{\text{Fuel Consumption} \times \text{CO}_2 \text{ Conversion factor}}{\text{Cargo Capacity} \times \text{Distance}}, \frac{\text{gCO}_2}{\text{t} \cdot \text{nm}}, \frac{\text{gCO}_2}{\text{teu} \cdot \text{nm}}, \frac{\text{gCO}_2}{\text{pas} \cdot \text{nm}}$$

Capacity:

DWT: Dry cargo ships, Tankers, Gas Tankers

Passengers: Passenger ships

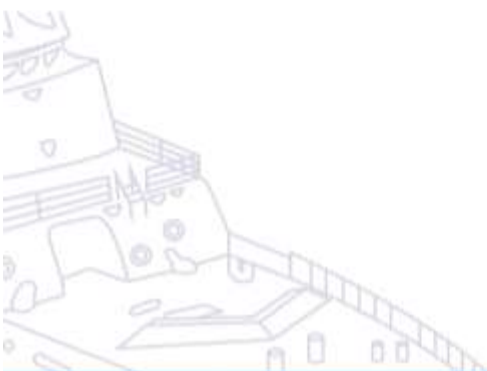
TEU: Container ships

- Es un cálculo sencillo y directo
- El EEOI puede ser calculado para un viaje o para un cierto periodo, incluyendo varios viajes (incluyendo los de lastre)



Soluciones de reducción de CO₂

Eficiencia energética





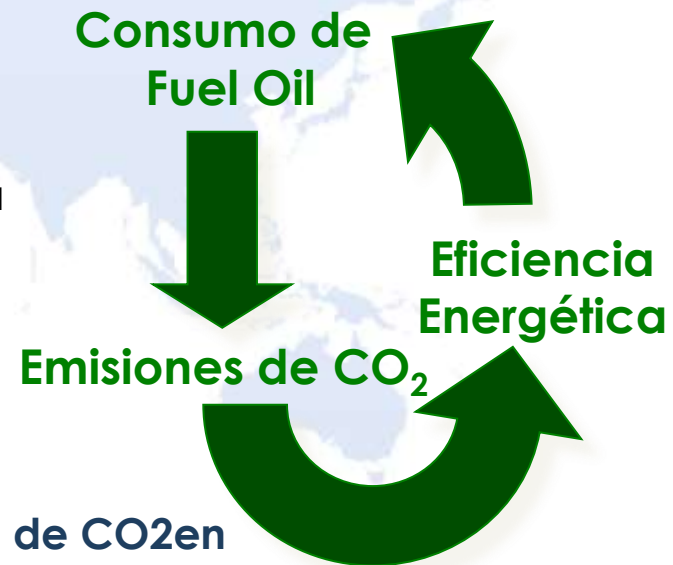
El concepto básico de reducir las emisiones de CO₂ es reduciendo el consumo de fuel oil, para un buque dado (DWT,GRT) = convertirse en UN buque con más

EFICIENCIA ENERGÉTICA

(O por el uso de combustibles alternativos (p.e LNG))

El consumo de FO puede ser reducido de alguna de las maneras siguientes:

- Sistemas de recuperación de calor residual
- Motores más eficientes
- Derateado de los motores, optimizándoles para baja/media carga
- Turbos más eficientes
- Otros



El uso de LNG como fuel puede reducir las emisiones de CO₂ en un 20-25% debido al bajo contenido de carbono



Letra	Orden de magnitud
A	Ahorro > 20%
B	10 < Ahorro < 20%
C	5 < Ahorro < 10%
D	2,5 < Ahorro < 5%
E	1 < Ahorro < 2,5%
F	Ahorro < 1%

Métodos de mejora de la Eficiencia Energética	Ahorro energético potencial
Optimización de rutas	D
Llegadas JIT	D
Optimización dde velocidades	D
Super Slow Steaming	A
Trimado óptimo	C
Condición de lastre óptima	D
Limpieza del casco	C
Limpieza y pulido de la hélice	C+
Engine auto-tuning	D
Derateado del motor	E
Turbo	E
Uso de fuel alternativos	B
Sistemas de recuperación de calor	B



Principalmente energía solar y eólica

Velas



Energía solar



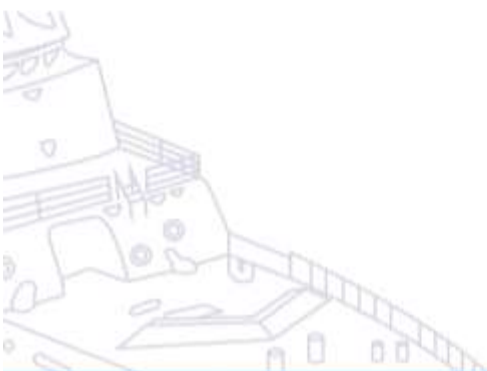
Roteros Flettner





Soluciones para la reducción de NOx & Sox

Prevención de la Contaminación Aérea

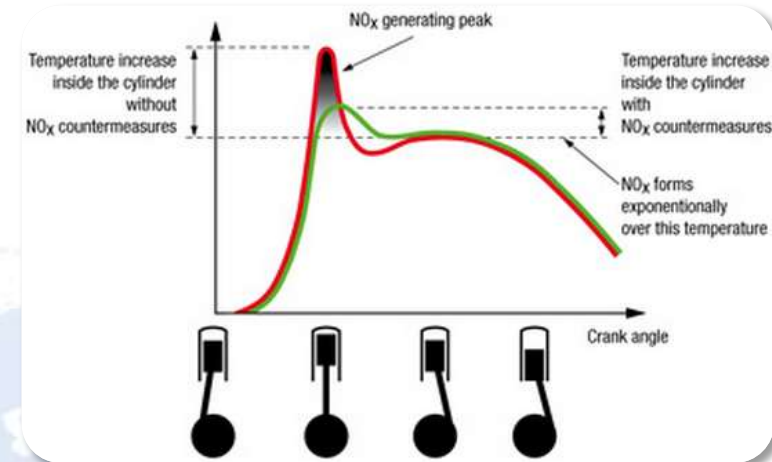




El problema de las emisiones de NOx es que son inversamente proporcionales con las emisiones de CO2 y el consumo de fuel, cuando hablamos de motores diesel!

Las emisiones de NOx pueden reducirse:

- Reducción Catalítica Selectiva (SCR) (es el método más efectivo, y sería un motor TIER III, pero usa amoníaco)
- Agua en el fuel (emulsión)
- Motor de aire húmedo
- Recirculación de gases de exhaustación (EGR)

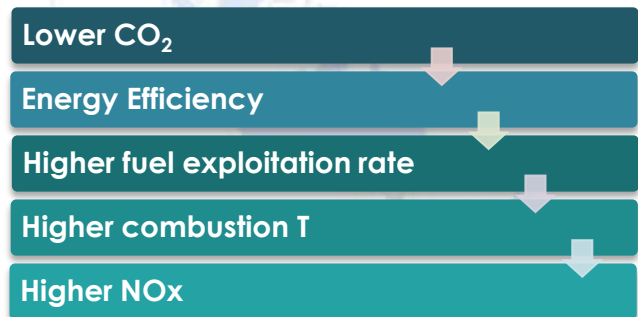


NO_x formation as a function of combustion temperature

Es decir, actuando en el motor principalmente.

Las emisiones de SOx pueden reducirse:

- Uso de scrubbers
- Uso de combustibles de bajo nivel de azufre





3rd

Uso de Gas Natural como Solución Alternativa

INTERNATIONAL SHIP
DESIGN & NAVAL
ENGINEERING CONGRESS

Cartagena de Indias, marzo de 2013

Se usa para reducir las emisiones al aire y cumplir con las exigencias más altas de IMO/EU



Las emisiones NO_x se reducen en un 80-90%

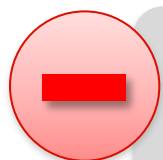
Las emisiones de SO_x son eliminadas

Las emisiones de PM son próximas a cero

Las emisiones de CO₂ se reducen en un 20-25% (11%-17% EEDI ↓)



Los motores de LNG cumplen con los requerimientos de IMO Tier III



Pero el metano se 25 veces más nocivo que el CO₂ en términos de calentamiento global



Bunkering

Capacidad de almacenamiento: es casi el doble que el necesario de HFO

Cualificación de las tripulaciones

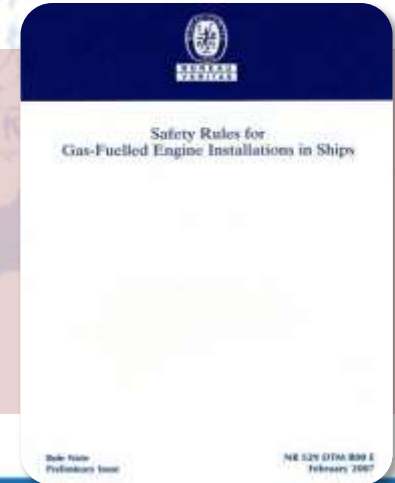
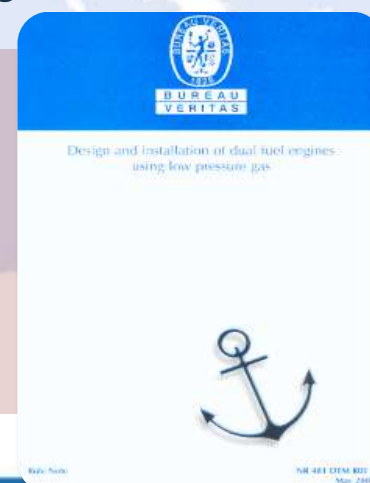
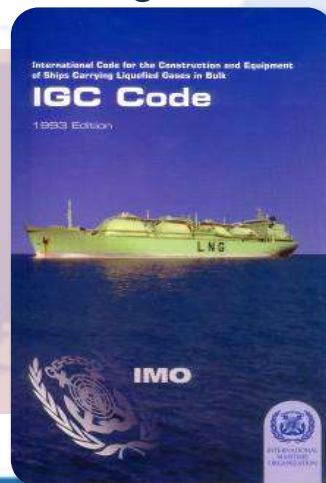


Reglas y guías de IMO

- El código IGC cubre el uso del boil-off como fuel
- IMO ha incluido el uso del LNG como fuel en sus “Interim guidelines on safety for natural gas fuelled engine installations in ships”
- Código IGF Code (borrador, que incluye el uso de gas como fuel y su transporte containerizado o en cisternas , pilas de combustible,etc))

BV ha introducido las reglas de clasificación de motores propulsados por gas

- NR481: Design and installation of dual fuel engines using low pressure gas
- NR529: Safety rules for gas-fuelled engine installation on ships





SEECAT (Ship Energy Efficiency Calculation & Analysis Tool) and E2



BV "SEECAT" y "E2" : servicios complementarios

"SEECAT" SOFTWARE

- Assistance tool for ship design
- Retro-fitting engineering tool
- Focused energy audits
- Dynamic simulation



- Optimización de los sistemas en la etapa de diseño
- Usuarios : astilleros, diseñadores, consultores, armadores, ...
- La documentación es **exhaustiva** (plano de formas, etc)

"E2" MONITORING APPLICATION

- Efficiency assessment of SEEMP actions
- SEEMP monitoring tool
- Simulation of scenarios
- Benchmark
- Key Performance Indicators
- EEOI



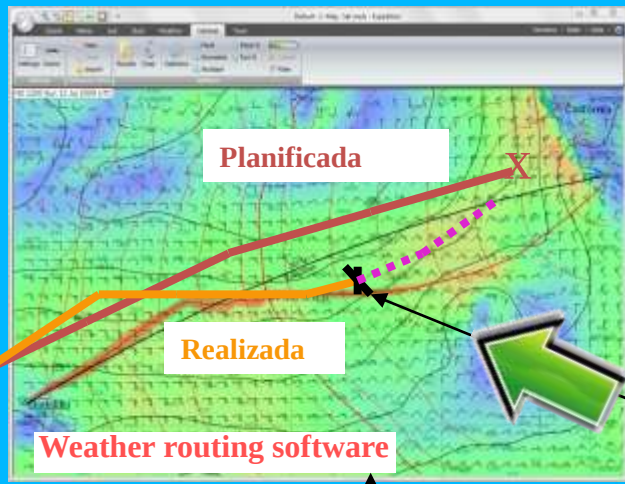
- Optimización de los procesos operacionales del buque
- Usuarios : armador, tripulación, etc ...
- **Documentación sencilla**

Aplicación avanzada del E2 : Uso de un sistema de weather routing

Otros equipos del buque

B
U
Q
U
E

E
N
T
I
E
R
A



- Real time AIS position
- Ship speed
- Sea state
- Sea Current speed
- Wind speed
- Software Speed order

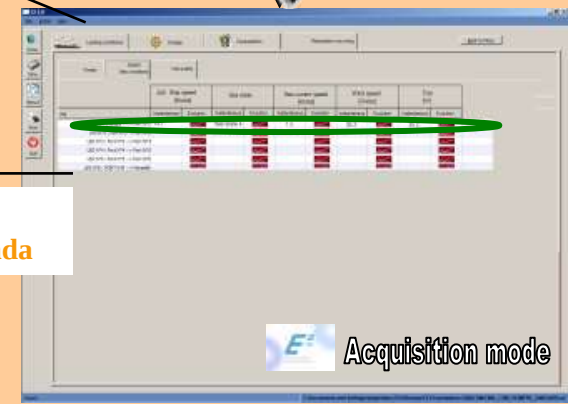
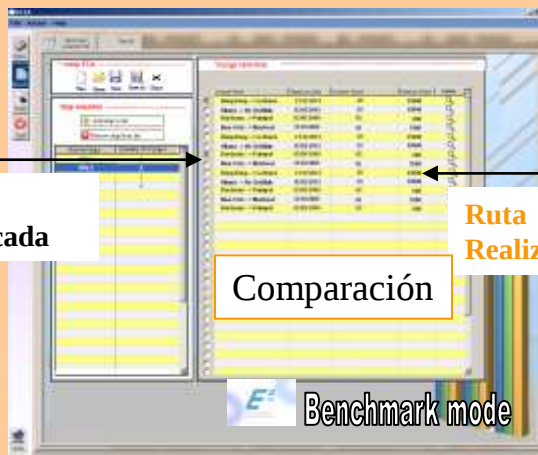


Decisions, « real time » control...



Transmisión en « tiempo real »

Descripción y planificación de la ruta

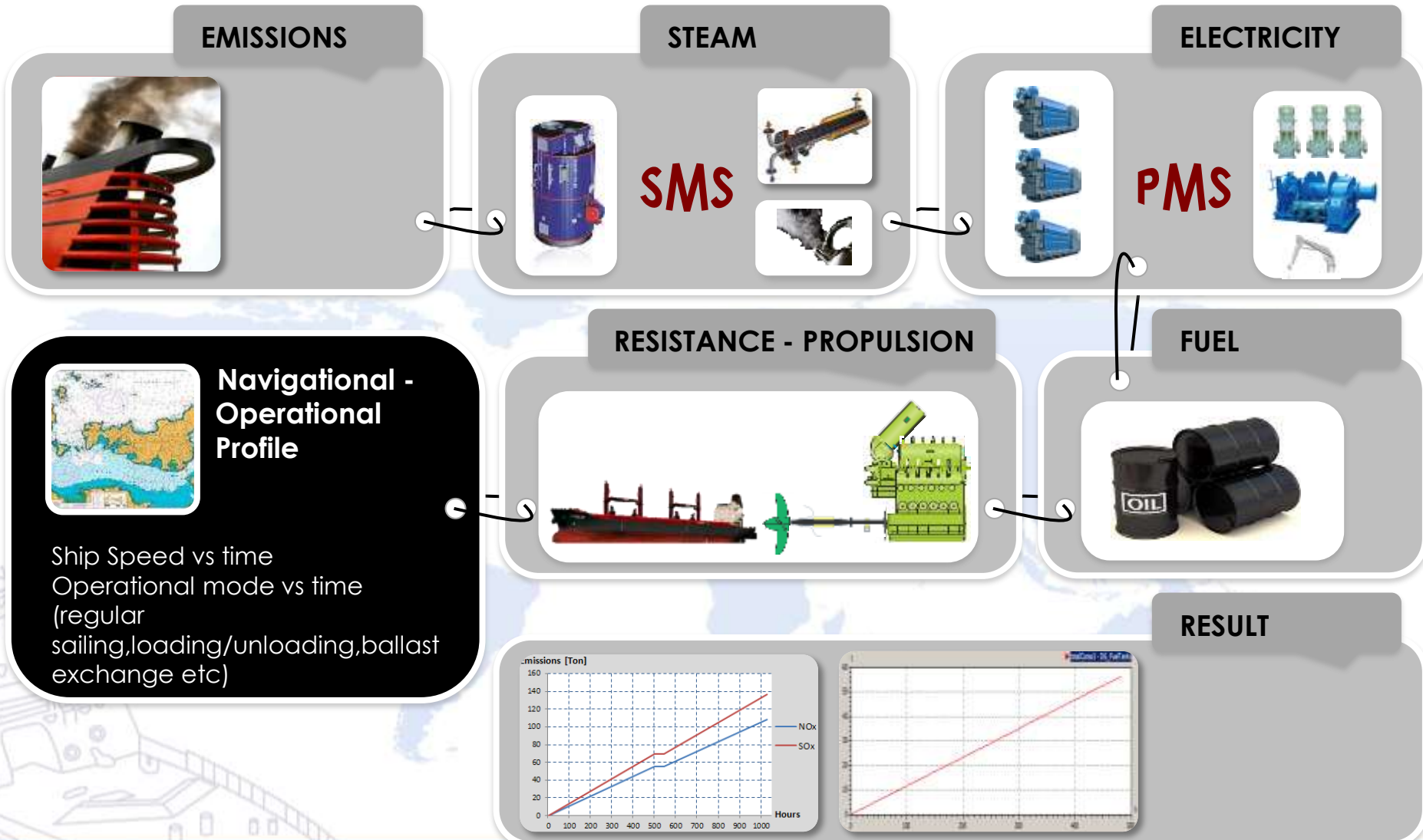


Before leg

After leg

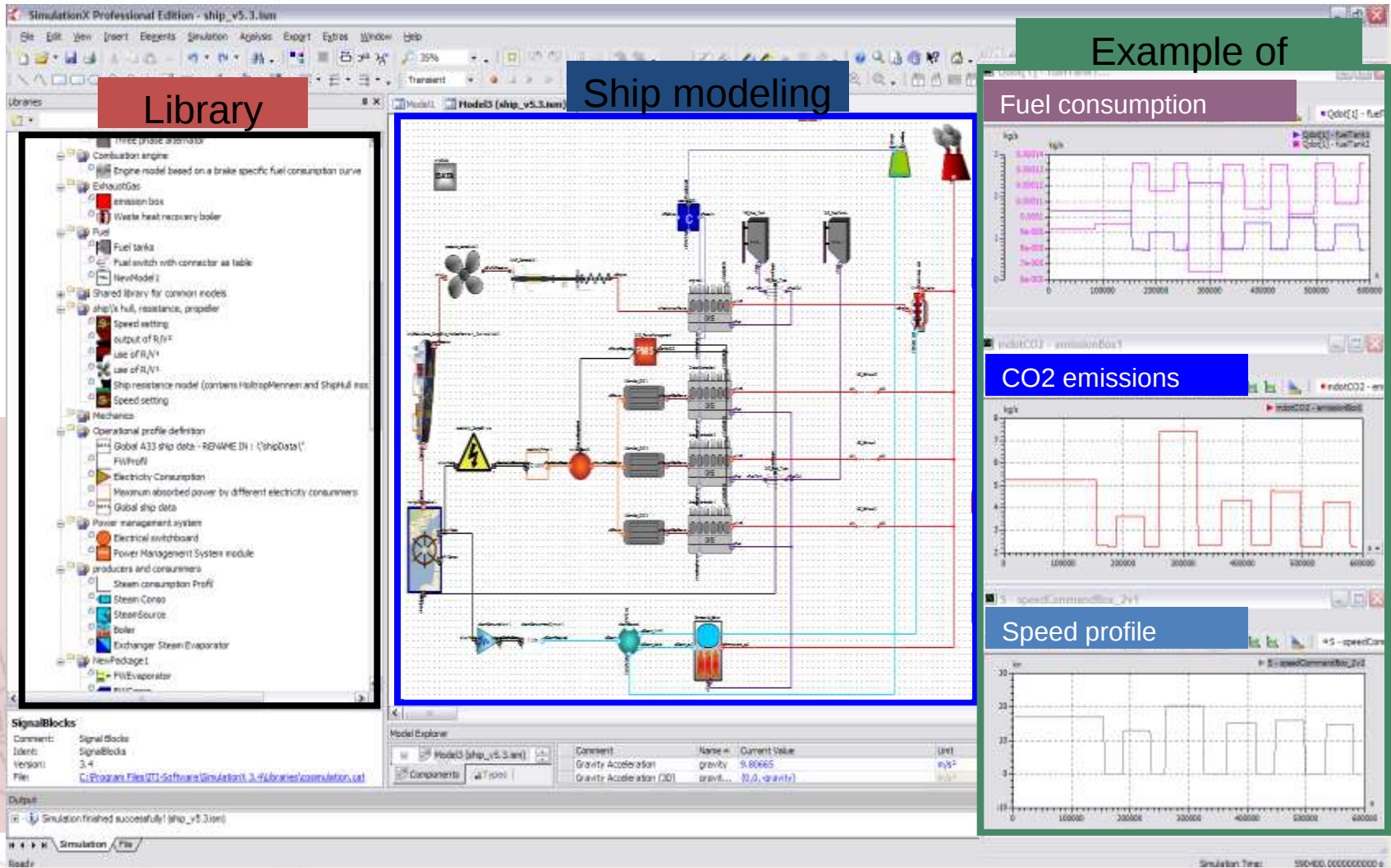
During leg

Energy Flow Modeling – Complete Ship





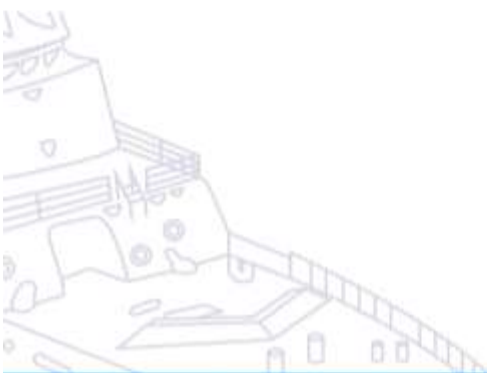
SEECAT interface in SimulationX[®]:





Servicios de BV y TECNITAS – Eficiencia Energética

Buques de nueva construcción y buques en servicio

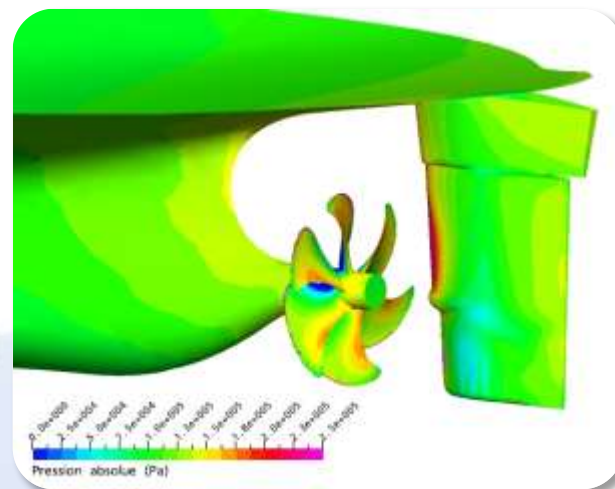




BV puede ayudar en la etapa de diseño en:

Optimización de la eficiencia energética

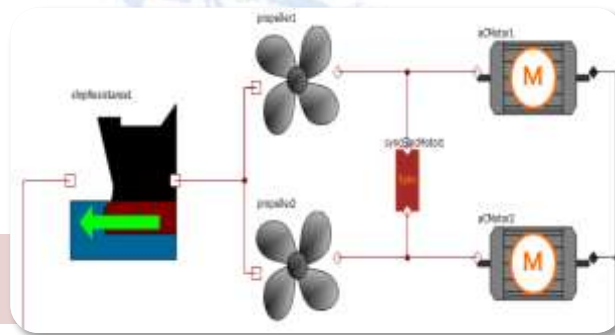
- Optimización de las formas (HydrOcean)
- Optimización de la hélice (HydrOcean)
- Elección del método de propulsión adecuado, métodos de optimización de la propulsión, del fuel, de los ESD con ayuda del software SEECAT
- Cálculo (y verificación del EEDI)



Prevención de contaminación a la atmósfera

- Predicción de las emisiones de NOx y SOx (SEECAT)
- Asistencia técnica para elegir los sistemas adecuados para cumplir con los requerimientos de IMO (SEECAT)

$$EEDI = \frac{\text{Environmental cost}}{\text{Benefit for society}}$$





BV puede ayudar a los buques en servicio:

Optimización de la eficiencia energética

- Creación de un modelo energético del buque (**SEECAT**)
- Diagnóstico del estado energético del buque (**BV Green Rating**)
- Identificación de las mejoras potenciales de energía (**SEECAT**)
- Implementación de la mejor solución (**Inspecciones BV**)
- Monitorización de los resultados (**BV Green Rating**)

SEEMP

Prevención de contaminación atmosférica

- Monitorización de las emisiones SO_x, NO_x, (BV Green Rating)
- Asistencia técnica para elegir los mejores sistemas para reducir las emisiones de SO_x, NO_x (**SEECAT**)

Thank you!



**BUREAU
VERITAS**

Move Forward with Confidence