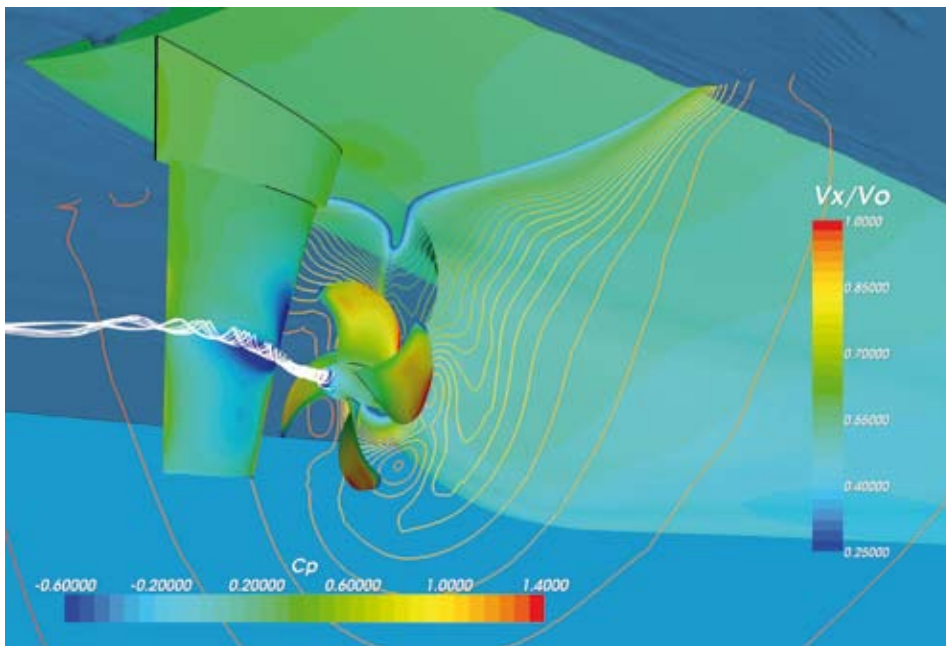


# Ingeniería avanzada para reducir el consumo de combustible en pesqueros

VOLKER BERTRAM

Ingeniero. Germanischer Lloyd



Simulación  
CFD de hélice  
y tobera.  
Fuente: ECN.

**El aumento en los costes de combustible es particularmente crítico en los pesqueros**

**El factor humano es muy importante en el ahorro de combustible a bordo**

Ninguna de estas opciones triviales se discutirá en este trabajo. Reducir la velocidad máxima en las especificaciones de diseño es una forma muy efectiva de reducir el consumo de combustible. Debido a que esto es bien sabido se abordarán aspectos menos conocidos del problema energético.

Los aspectos más relevantes en el diseño de un barco son una selección apropiada de las dimensiones principales y formas de carena. Es aconsejable que un experto sea consultado para evaluar el impacto de las dimensiones principales en función de su experiencia y bases de datos de canales de pruebas disponibles. El proceso de optimización debe considerar restricciones originadas por la estabilidad y el

comportamiento del barco en el mar. En un análisis detallado, dada una velocidad y desplazamiento de diseño, todas las componentes de la resistencia al avance pueden ofrecer algún grado de ahorro en el consumo de combustible.

**Resistencia de fricción del casco desnudo:** La Resistencia de fricción (para una velocidad dada) depende principalmente de la superficie mojada, la que a su vez depende de las dimensiones principales y el trimado, y la rugosidad del casco. La rugosidad media del casco depende en tanto de la pintura y rugosidad adicional debido a incrustaciones (fouling). Una superficie lisa, además de prevenir efectivamente el fouling, puede resultar en un ahorro significa-

tivo de combustible, hasta un 6% de ahorro según lo informado por algunas compañías navieras.

**Resistencia de olas del casco desnudo:** Dadas las dimensiones principales de un barco, la resistencia de generación de olas ofrece amplias posibilidades de mejoras. Cambios moderados en las formas de la carena pueden resultar en cambios considerables en la resistencia de olas.

**Resistencia residual del casco desnudo:** Esta parte de la resistencia debe principalmente a la separación del flujo. Simulaciones de CFD pueden ayudar a reducir la resistencia residual, principalmente mediante un adecuado compromiso entre la hidrodinámica y otros aspectos de diseño. Sin embargo, el potencial de beneficio es mucho mayor en la resistencia por generación de olas.

**Resistencia del timón:** Los timones a menudo ofrecen un potencial subestimado de ahorro de combustible. Timones más eficientes permiten reducir el tamaño del timón y consecuentemente su peso y resistencia al avance.

**Resistencia adicional debido al estado del mar:** Es importante verificar que las formas de la carena no induzcan movimientos excesivos de pitch que aumentan la resistencia al avance. En el aspecto operativo de las naves, la programación inteligente de la ruta, esto es, la optimización de curso y velocidad del barco, puede reducir la resistencia adicional debido al estado del mar (olas). Por ejemplo, el Sistema de Asistencia de Ruta de Barcos (Ship Routing Assistance System), fue originalmente diseñado para evitar o disminuir el slamming y el movimiento de balance paramétrico, pero también puede ser usado para programar una ruta con el objetivo de optimizar el uso de combustible. Sin embargo, expertos del GL estiman que el potencial de ahorro es menos del 1% para escenarios realistas de navegación.

**Resistencia adicional debido al viento:** El po-

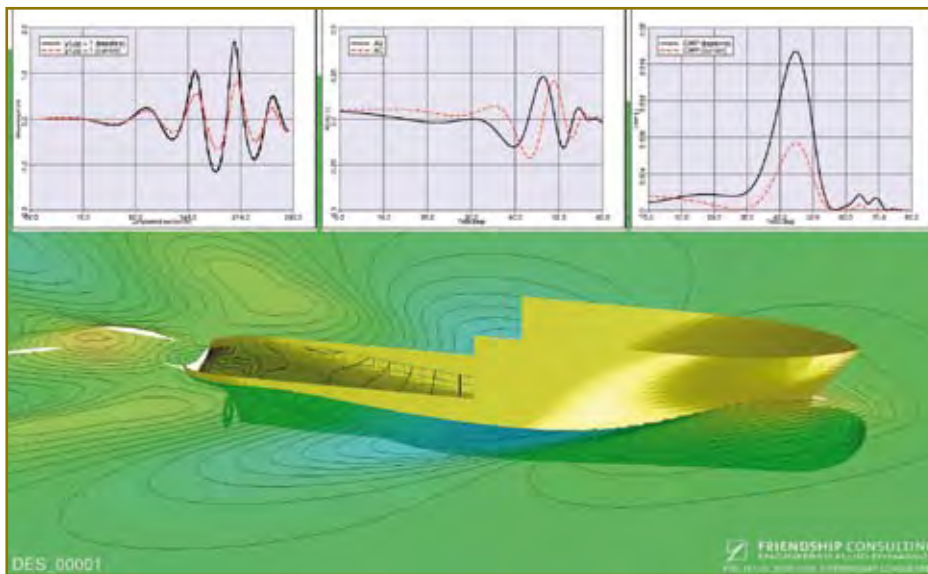
sible ahorro de combustible debido al viento es despreciable para embarcaciones pesqueras.

**2.2. Optimización de la Propulsión**

La hélice transforma en empuje la potencia entregada por el motor a través del eje propulsor. Típicamente solo 2/3 de la potencia entregada es transformada en empuje. La mayoría de los pesqueros tiene una única hélice de paso controlable con una tobera para potencia de tiro elevada, Pinkster (2004). Los ensayos con modelos de apéndices tales como toberas y otros apéndices usados para mejorar la propulsión son afectados por errores de escala, lo que hace dudosa la estimación de los beneficios esperados a escala real. Por tal razón, con creciente frecuencia, se están realizando estudios de CFD para evaluar la interacción del casco con la hélice, timón y otros apéndices. Las

opciones de economía de combustible en el aspecto de la propulsión incluyen:

- Operar la hélice en el punto óptimo de eficiencia.
- Reducción de pérdidas en energía rotacional.
- Reducción de pérdidas de fricción.
- Reducción de vórtices en el extremo de las palas.
- Reducción de vórtices del cono de la hélice.



**3. Economía de combustible en Máquinas**

Hay varias opciones que permiten ahorrar combustible en la operación de máquinas a bordo. El potencial de ahorro depende del tipo de buque. En buques pesqueros un área potencial de ahorro es el uso de bombas más eficientes controladas electrónicamente. Los motores de uso naval convierten aproximadamente solo hasta el 45% de la energía del combustible en potencia propulsora; el resto de la energía se pierde en los gases de escape y el agua de enfriamiento. Hay varias opciones para recuperar parte de estas pérdidas. Por ejemplo, los gases de escape pueden utilizarse para producir vapor. La energía contenida en los líquidos de enfriamiento, usualmente agua calentada a su paso por el motor, pueden emplearse para desalinizar agua de mar.

**Evitar sobredimensionar el motor principal:** Los márgenes de propulsión de un buque de-

ben considerar el tamaño del buque y el tipo de operación planificado. El margen por olas puede elegirse de acuerdo a la experiencia o un análisis de comportamiento en olas. El margen adicional del motor puede omitirse completamente, los márgenes para situaciones ocasionales de alta demanda de potencia son muy caros y raramente imprescindibles.

**Evitar sobredimensionar los motores auxiliares:** Un manejo apropiado de las necesidades energéticas a bordo puede ayudar a balancear de mejor forma la demanda peak de energía, lo que puede redundar en un equipo generador reducido y esto a su vez resulta en un peso total menor de maquinaria. Las simulaciones globales de un sistema de maquinarias pueden predecir el nivel de consumo de combustible para un perfil de operación previsto, Fig4, estas simulaciones permiten evaluar diversas alterna-

**Optimización de formas del casco.**

tivas y permiten un mejor balance energético. El software ITI SimulationX desarrollado por el Germanischer Lloyd es fácilmente adaptable a diferentes tipos de buques para lo cual usa una biblioteca de componentes predefinidos de maquinaria. Las simulaciones fueron validadas para dos buques.

El consumo de combustible fue calculado con una desviación de 2% respecto de los datos informados al mediodía de un periodo de medición de 4 a 8 semanas. Cuando el simulador está instalado a bordo, el consumo real de energía mecánica y eléctrica puede mostrarse al mismo tiempo que el consumo de combustible de la maquinaria y su generación de potencia. Observando el consumo en el tiempo, la tripulación puede evaluar sus acciones en relación al consumo de energía, por ejemplo, para evitar cargas durante periodos peak, que de otro modo significaría poner en funcionamiento un generador

adicional. Hay muchas posibilidades futuras de ahorro de combustible en el campo de los nuevos convertidores de energía y los sistemas de celdas de combustible. Por ejemplo, el Gobierno de Islandia planea desarrollar una economía basada en el hidrógeno. Además de la industria automotriz y del transporte público, la industria pesquera también podría ser operada con celdas de combustible. Un proyecto experimental de empleo de celdas de combustible es la embarcación de avistamiento de ballenas desarrollada en Reykjavik en 2008.

Un sistema híbrido que combine una celda de combustible y una batería para los peaks de consumo de energía puede tener ventajas para aplicaciones con alta fluctuación en la demanda de potencia. Un sistema de este tipo fue experimentado a bordo de un ferry en el puerto de Hamburgo. Las simulaciones revelaron que existe un gran margen para el aumento de la eficiencia energética.

**4. Conclusiones**

Hay muchas opciones técnicas para ahorrar combustible a bordo de embarcaciones pesqueras. Desafortunadamente, las opciones son muy dispersas y existe una incredulidad generalizada y muchas veces justificada sobre el

potencial real de ahorro de cada alternativa. Si bien el potencial de ahorro de cada opción debe ser tomado con precaución, existe un amplio consenso de que existe un gran potencial para la economía de combustible en buques pesqueros, y para hacer realidad este potencial se debe aprovechar la información disponible de fabricantes, diseñadores competentes, armadores y operadores.

Si bien las opciones se concentran en el aspecto técnico, también el factor humano es muy importante. Por ejemplo, una velocidad de operación uniforme economiza combustible. Este es un aspecto que depende del estado de alerta y la motivación de la tripulación. Los sistemas de monitoreo a bordo pueden ayudar en este sentido y se ha probado que se puede obtener una operación mejor balanceada de la potencia resultando un ahorro de combustible de hasta un 2%. ⚓