

Ahorro y Eficiencia Energética

en Buques de Pesca. Experiencias y Prácticas

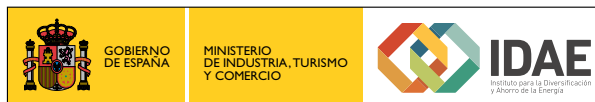


Agricultura

Ahorro y Eficiencia Energética

en Buques de Pesca. Experiencias y Prácticas

Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura **47**



TÍTULO

Ahorro y Eficiencia Energética en Buques de Pesca. Experiencias y Prácticas

CONTENIDO

Esta publicación ha sido redactada por un equipo perteneciente al Área de Energía del Centro Tecnológico de la Pesca (CETPEC) formado por Manuel Bermúdez Díez, David Gómez Portilla, Samuel Ríos Duro y Tatiana Diego Prada, para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

.....
Esta publicación está incluida en el fondo editorial del IDAE, en la serie “Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura”.

Cualquier reproducción, total o parcial, de la presente publicación debe contar con la aprobación del IDAE.

ISBN: 978-84-96680-58-6
.....

IDAE

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

c/ Madera, 8

E - 28004 - Madrid

comunicacion@idae.es

www.idae.es

Madrid, junio 2011

Índice

Página

Prólogo	5
1 Barcos, pesca y consumo energético	7
2 Impacto del arte de pesca sobre el consumo energético . . .	11
2.1 Descripción operacional de las diferentes artes.	11
2.1.1 Artes pasivos	11
2.1.2 Cerco.	12
2.1.3 Arrastre	13
2.1.4 Pesca de bonito.	14
2.1.5 Pesca artesanal.	14
2.2 Conclusión	15
3 Consecuencias del consumo de la energía	17
4 Toma de datos de consumo energético por pesquería.	21
5 Gestión de la navegación y logística para el ahorro energético	25
6 Generación de energía	29
7 Eficiencia energética.	33
7.1 Iluminación	33
7.2 ACS y climatización.	34
7.3 Cocinas	35
7.4 Refrigeración con calor residual	36
7.5 Uso de cámaras termográficas	36

8 Combustibles alternativos. Energías de apoyo	39
8.1 Gas licuado de petróleo (GLP). . . . .	.39
8.2 Biodiésel . . . . .	.40
8.3 Gas natural licuado (GNL) . . . . .	.40
8.4 Energía eólica. . . . .	.41
8.5 Hidrógeno. . . . .	.42
8.6 Corrientes marinas. . . . .	.43
9 Medidas de ahorro energético	45
9.1 Medidas de ahorro energético que no implican inversión económica. . .	.45
1. Optimización de la velocidad de navegación . . . . .	.45
2. Optimización logística . . . . .	.46
3. Control del sistema de hélice de paso variable en embarcaciones arrastreras . . . . .	.47
9.2 Medidas de ahorro energético que implican inversión económica . . . .	.48
1. Mejoras en la iluminación . . . . .	.48
2. Cocina de inducción . . . . .	.48
3. Recuperación de calor de refrigeración del motor para producción de agua caliente sanitaria. . . . .	.48
4. Hélices de paso fijo, modificación o sustitución . . . . .	.48
5. Generador de cola . . . . .	.50
6. Cables y redes de arrastre de material orgánico . . . . .	.50
7. Puertas de arrastre verticales. . . . .	.50
8. Sensor de velocidad de filtrado. . . . .	.51
9. Empleo de gas licuado de petróleo (GLP) como combustible en motores fueraborda . . . . .	.51
10. Empleo de gas natural licuado (GNL) como combustible en grandes barcos . . . . .	.51
Reglas Clave	53
Glosario de términos	55
Bibliografía	59

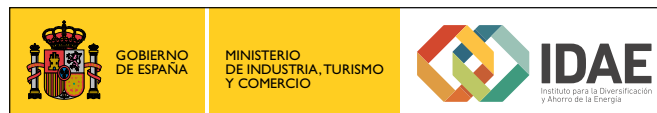
Prólogo

IDAE, en marzo de 2009, editó la publicación “Ahorro y Eficiencia Energética en Buques de Pesca”. En esta publicación se analizaban, desde un punto de vista de consumo de energía, las diferentes partes de un buque pesquero, incidiendo en los puntos críticos de consumo energético, dándose las pautas y técnicas para reducirlos, tanto en la fase de diseño y construcción en astillero como en la fase de faena diaria.

Como anexo a esta publicación se desarrolla un modelo de protocolo para realizar auditorías energéticas en buque de pesca, modelo que pretende ser una herramienta de ayuda a empresas especializadas en este campo para el diagnóstico de los puntos de menor eficiencia del buque, y poder proponer así soluciones de mejora, tanto estructurales como de hábitos de uso, todo ello encaminado a la reducción del consumo de energía.

En base a este protocolo de auditoría y financiadas por el Plan de Acción 2008-2012 se han realizado ya más de 200 auditorías en barcos de pesca y se han propuesto medidas para la reducción de combustible en todas estas embarcaciones. Algunas de estas medidas ya se han ejecutado en los barcos de pesca constatando el ahorro previsto.

Con la experiencia adquirida en el desarrollo de las auditorías energéticas y la ejecución de las medidas propuestas, así como por el análisis de otros proyectos sobre ahorro de energía en barcos de pesca, se ha gestado y desarrollado esta publicación. Publicación que pretende además abordar y resumir todo el desarrollo tecnológico e innovador de los últimos años en este sector.



El IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), creyendo que todo esto es posible, además con un aumento de la eficiencia energética, ha desarrollado y agrupado diversas medidas y actuaciones en la Estrategia de Eficiencia Energética en España desarrollada mediante sus Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012.

En estos Planes de Acción, como una de las primeras medidas en favor del ahorro y la eficiencia energética, se prevé la realización de medidas de formación e información de técnicas de uso eficiente de la energía en la agricultura y pesca, con el fin de introducir y concienciar a los agentes del sector sobre la importancia del concepto de eficiencia energética.

El IDAE, siempre contando con la colaboración del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, está realizando una serie de acciones en materia de formación, información y difusión de técnicas y tecnologías de eficiencia energética en el sector. Una de estas acciones es el desarrollo de una línea editorial en materia de eficiencia energética en el sector agrario y pesquero mediante la realización de diversos documentos técnicos, como el que se presenta, donde se explican los métodos de reducción del consumo de energía en estos sectores.

En este sentido, ya se han publicado y están disponibles en nuestra página web (www.idae.es), los dieciocho primeros documentos de esta línea editorial:

- Tríptico promocional: “Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura”.
- Documento especial (coeditado con el MAPA): “Consumos Energéticos en las Operaciones Agrícolas en España”.
- Documento nº 1: “Ahorro de Combustible en el Tractor Agrícola”.
- Documento nº 2: “Ahorro y Eficiencia Energética en Agricultura de Regadío”.
- Documento nº 3: “Ahorro y Eficiencia Energética en Instalaciones Ganaderas”.
- Documento nº 4: “Ahorro, Eficiencia Energética y Sistemas de Laboreo Agrícola”.
- Documento nº 5: “Ahorro, Eficiencia Energética y Estructura de la Explotación Agraria”.
- Documento nº 6: “Ahorro, Eficiencia Energética y Fertilización Nitrogenada”.

- Documento nº 7: “Ahorro y Eficiencia Energética en Invernaderos”.
- Documento nº 8: “Protocolo de Auditoría Energética en Invernaderos. Auditoría energética de un invernadero para cultivo de flor cortada en Mendigorriá”.
- Documento nº 9: “Ahorro y Eficiencia Energética en las Comunidades de Regantes”.
- Documento nº 10: “Protocolo de Auditoría Energética en Comunidades de Regantes”.
- Documento nº 11: “Ahorro y Eficiencia Energética en los Cultivos Energéticos y Agricultura”.
- Documento nº 12: “Ahorro y Eficiencia Energética con Agricultura de Conservación”.
- Documento nº 13: “Ahorro y Eficiencia Energética en Buques de Pesca”.
- Documento nº 14: “Auditorías energéticas en instalaciones ganaderas. Parte 1: Manual para la realización de las auditorías.”
- Documento nº 15: “Auditorías energéticas en instalaciones ganaderas. Parte 2: Protocolo para la realización de auditorías energéticas en instalaciones ganaderas y ejemplos de auditorías en cuatro instalaciones”.
- Documento nº 16: “Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura de Precisión”.

Desde IDAE trabajamos activamente para la mejora de la eficiencia energética y pensamos que el agricultor, ganadero y pescador deben incorporar en su desarrollo y gestión la eficiencia energética como un criterio básico para la viabilidad. Pensamos con optimismo que el uso racional de la energía deberá formar parte de todas las decisiones que afecten al sector, convencidos de que los profesionales que actúen en este sector sabrán valorar las iniciativas que se proponen.

Es de vital importancia que los programas públicos de apoyo incorporen la eficiencia energética como un elemento prioritario, partiendo de la formación de formadores y agentes, y primando aquellos equipos más eficientes.

1 Barcos, pesca y consumo energético

Según la FAO la pesca es el método de producción de alimentos que requiere más intensidad de energía en el mundo, la cual procede casi totalmente de los combustibles fósiles, lo que deriva en una dependencia directa de las variaciones de su precio.

La Unión Europea tiene en sus regiones costeras una enorme riqueza por lo que la explotación sostenible de los recursos marinos vivos es uno de los principales objetivos de su política pesquera, abarcando los tres enfoques básicos de la misma: biológico, medioambiental y económico.

Las políticas en materia de pesca y de medio ambiente se han considerado durante mucho tiempo realidades inmiscibles. Sin embargo, la UE está tratando de integrar el compromiso de crecimiento y empleo tratando de garantizar que el desarrollo económico no conlleve un detrimento de la sostenibilidad ambiental.

La importancia económica de la pesca en Europa es muy elevada, los más de ochenta mil barcos operativos (que emplean de manera directa a más de medio millón de personas) generan un valor de producción cercano a los 7.000 millones de euros.

Solo en España había 66.309 personas empleadas en 2008 sumando personal a bordo y en tierra (MARM-SGE-Encuesta Económica de Pesca Marítima), trabajando para 11.116 buques pesqueros (Censo de la Flota Pesquera Operativa a 31/12/2009).

Las últimas publicaciones del Servicio de Estadística del Ministerio de Medioambiente y Medio Rural y Marino señalan un consumo por la flota española en 2009 de 746 millones de litros de combustible, un 9,5% más que en 2008.

Sirvan estos datos para poner de manifiesto la doble importancia de la cantidad de combustible utilizado por la flota: económica y ambiental.

La necesidad de abordar un cambio drástico en las empresas del sector para acometer la incorporación de medios tecnológicos que permitan reducir el coste y el impacto del combustible empleado en su actividad (siguiendo el camino que otros sectores iniciaron hace décadas) es incuestionable.

En esta publicación se tratarán de reflejar las posibilidades de mejora energética que están disponibles y que son aplicables a barcos que operan en la actualidad, y que sean factibles técnicamente y abordables económicamente, para que el tiempo de amortización sea relativamente rápido y pueda resultar atractiva para el armador.

Se han obviado aquellos estudios o posibles soluciones que, aún prometiendo importantes ahorros, no sean aplicables a los barcos existentes. Por ejemplo, puede ser muy evidente desde el punto de vista de la reducción del consumo una modificación de la configuración del casco del buque, pero en barcos que ya están operativos no es una solución que resulte atractiva económicamente debido a la gran inversión que requiere. Por otro lado, las ayudas provenientes de la Unión Europea para la construcción de barcos nuevos han desaparecido, por lo que resulta más realista plantear soluciones a barcos que están operando a día de hoy, y que están muy afectados por el coste energético de su actividad productiva.

Tabla 1.1. Número de buques pesqueros por intervalos de edad en 2006 y 2009, operativos a 31 de diciembre de cada año. (Fuente: Estadísticas Pesqueras. Octubre 2010. Ministerio de Medioambiente y Medio Rural y Marino. Elaboración propia)

Edad (Intervalo)	Año 2006	Año 2009
0-10	3.299	2.409
11-20	2.249	2.188
21-30	2.275	2.345
31-40	2.228	1.424
>40	3.280	2.750
Total	13.331	11.116

En los últimos años el sector de la pesca se ha subido al tren de la investigación y el desarrollo con el objetivo de buscar soluciones al aumento del coste del combustible. Aun así va a cola de otros medios de transporte que ya llevan años trabajando en la reducción de sus costes y en el uso de energías alternativas como puede ser el ferroviario, aéreo o automovilístico.

En general los barcos de pesca han sido construidos con la premisa de optimizar la producción entendida

como “cantidad de pesca extraída”, sin priorizar la repercusión del diseño del buque en el consumo energético. Esto se ha debido en parte al bajo precio de antaño del gasóleo.

No obstante, la evolución de los precios del petróleo, unido al estancamiento de los precios del pescado en primera venta, ha hecho reconsiderar el modelo productivo de la pesca extractiva y el coste energético ha pasado a convertirse en uno de los principales en la actividad del barco. Su repercusión está siendo tan importante que de una semana para otra se decide, en función del precio del gasóleo, la viabilidad de la siguiente marea del barco, es decir, si sale a pescar el barco o se queda en puerto.

En 2006 surge una iniciativa pionera desde el propio sector con el proyecto “Peixe Verde (pez verde, en gallego)”, liderado por un puerto pesquero (Celeiro, provincia de Lugo) en consorcio con una veintena de entidades privadas y públicas del territorio nacional. Impulsado por el que era Ministerio de Educación y Ciencia (MEC), actual Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN), este proyecto logró algo absolutamente nuevo: integrar en un mismo equipo de trabajo a expertos del más alto nivel en pesca, energía y barcos.

Destaca el hecho de que a raíz de los trabajos realizados en este proyecto el IDAE incluyó en el marco del Eje 4 (Medidas en el marco de la estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012), una línea de apoyo a la energía en barcos de pesca, hasta el momento inexistente.

Otros proyectos y actuaciones impulsados desde el mundo de la investigación energética en beneficio de la pesca fueron realizados con el apoyo de diferentes administraciones por universidades, empresas y centros tecnológicos, de manera que en los últimos años es posible encontrar iniciativas de diferente índole. A modo de ejemplo se muestran los siguientes:

- Efioil: desarrollo e implantación de auditorías energéticas y actuaciones técnicas (AZTI-TECNALIA).
- Auditorías energéticas en la flota pesquera de Galicia (CETPEC-INEGA).

- Proyecto Iniciativa Ahorro Energía: evaluación técnica de combustibles de sustitución en motores marinos (FEOPE-Universidad de Vigo).
- Marine fuel: ensayos experimentales de combustibles alternativos provenientes de aceites lubricantes reciclados para uso por la flota de pesca vasca (AZTI-TECNALIA).
- Alteroil: viabilidad técnica del uso de las energías renovables a bordo de buques pesqueros energía solar y eólica (AZTI-TECNALIA).
- Auditorías energéticas y propuestas de mejora para la flota de arrastreros del mediterráneo (CEPESCA).
- Auditorías energéticas y propuestas de mejora para la flota de palangre de superficie (CEPESCA).
- Superprop – superior life time operation of ship propellers (Pescanova, S.A-Sistemas, S.A.-CNPP Freire, S.A.-Grupo de Investigación del Canal Hidrodinámico (CEHINAV)-Escuela Ingenieros Navales (ETSIN)-Universidad Politécnica de Madrid).
- ESB: mejora de la eficiencia, la sostenibilidad y el beneficio de la flota pesquera de arrastre catalana: Generalitat de Catalunya-Universidad Politécnica de Cataluña-Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos de Cataluña-Tragsatec.
- Apendoil: viabilidad técnica de actuaciones en obra viva para optimizar el desplazamiento y avance del barco (AZTI-TECNALIA).
- Arrastroil: desarrollo de sistemas de pesca de menor resistencia (AZTI-TECNALIA).
- Apache: aplicación de pilas de combustible e hidrógeno en pequeños vehículos eléctricos. (Ariema Enerxía-CETPEC).
- Nordés: aplicación de la energía eólica al sector pesquero (CETPEC).
- Filtrar, para barcos que trabajan al arrastre (CETPEC).

Como resultado de los estudios realizados se puede llegar a unas conclusiones muy interesantes para aplicar de manera práctica. No obstante queda un largo

camino por recorrer puesto que, aunque se avance en el campo de la investigación en tierra, las condiciones en el mar para la realización de toma de datos son muy diferentes. Los equipos (y su funcionamiento) se ven perjudicadas por el ambiente hostil que supone la salinidad, el balanceo y la humedad, así como el “aislamiento en el mar” del barco durante la marea.

Cabe destacar asimismo la dificultad de establecer un protocolo de medidas comparativas antes y después de una modificación para cuantificar con relativa precisión los resultados de las mejoras propuestas. Las condiciones en las que se realizan, si éstas se producen en un entorno real de trabajo, van a ser siempre diferentes ya que las decisiones sobre la pesca se toman “sobre la marcha”.

Es aquí donde radica la principal diferencia entre un proceso industrial tradicional y un barco pesquero, que además de ser medio de transporte es lugar de trabajo y de vivienda. Y todo ello bajo condiciones de aislamiento espacial y total autonomía.

2 Impacto del arte de pesca sobre el consumo energético

En el consumo de combustible influyen factores diferentes en función de la pesquería a la que se dedique la embarcación y de las artes de pesca que emplee.

La distancia a los caladeros, la productividad de cada arte (en términos de capturas), la rentabilidad de las diferentes especies y el consumo energético por arte, son variables a tener en cuenta para calcular la viabilidad de cada una de las pesquerías.

Este apartado se centra exclusivamente en el impacto energético derivado del tipo de actividad pesquera desarrollada y del arte empleado, pues son los factores que van a determinar, de manera principal, el consumo de combustible.

Las artes de pesca pueden ser activas o pasivas. Las primeras (arrastre, cerco, curricán...) requieren de la participación del pescador y del buque durante toda la actividad de pesca. Por el contrario, en los sistemas de pesca pasivos (palangre, redes de enmalle, nasas, marisquero...), la participación del pescador y del buque sólo es necesaria a la hora de calar o izar las artes de pesca.

Los buques que emplean sistemas de pesca activos son, generalmente, los de mayor consumo energético.

2.1 Descripción operacional de las diferentes artes

2.1.1 Artes pasivos

Aparejos de pesca como el palangre de fondo y superficie, y redes de enmalle como la volanta, son artes de pesca pasivos, por lo que la participación del buque y los pescadores sólo tiene lugar en determinadas acciones de la actividad.

Las artes pasivas, independientemente del caladero donde pescan, presentan un modo operacional similar en tres fases: el largado o calado del arte de pesca al mar, un tiempo de espera y el izado del arte de pesca a bordo del buque. Dado que los estados de operación son similares, la distribución del consumo energético también lo es.

Cuando el barco alcanza el caladero el patrón elige el lugar idóneo donde se dejarán fijadas las redes o los aparejos. Tras fijar la posición el arte se deja caer al mar por su propio peso con el buque en movimiento (maniobra de largado). Según se trate de una red o aparejo de superficie o de fondo, se utilizan pesos y boyas para señalarlo y fijarlo al lecho marino; se emplean asimismo contrapesos para alzarlo y que pueda pescar correctamente.

En esta operación el principal consumo energético del buque se centra en la demanda de propulsión, factor muy importante ya que se necesita una velocidad óptima para que los aparejos y redes se sitúen en la posición correcta. Aún siendo un estado de cierto consumo energético su duración es mínima, pues ocupa únicamente el 15% del tiempo productivo (entendiendo por productivo el tiempo que dedica a pescar, no a navegar entre el puerto y el caladero).



Fig. 2.1. Buque de palangre calando el aparejo. (Fuente: Puerto Celeiro, S.A.)

Una vez calado el arte permanece un tiempo en esta situación para atrapar las capturas. En este estado la demanda energética en el barco es mínima pues sólo se encuentran operativos los equipos que son indispensables.

Posteriormente se iza el arte de pesca al buque (maniobra de virado). Durante este estado el buque permanece prácticamente parado y sólo se desplaza a medida que el arte lo requiere por lo que la demanda de propulsión es baja.

En términos energéticos el virado ocupa el 70% del tiempo productivo y son los equipos de generación eléctrica los que tienen aquí su máximo de demanda

energética (excluyendo la propulsión). Esto se debe a que, al intervenir equipos de recogida del arte de pesca, se encienden equipos de iluminación, bombas hidráulicas, bombas de achique, baldeo, etc.

A modo de resumen, la maniobra de largado requiere mayor demanda energética para la propulsión (donde más consumo se produce), si bien el tiempo empleado en la misma es reducido. Por el contrario, el virado implica poca demanda propulsiva pero el tiempo dedicado es mucho mayor. En conjunto, se puede concluir que la demanda energética asociada a la propulsión durante la actividad pesquera per se en los buques que utilizan artes de pesca pasivos, es por norma general baja.



Fig. 2.2. Aparejo de palangre calado en el lecho marino. (Fuente: Puerto de Celeiro, S.A.)

2.1.2 Cerco

En el cerco el consumo energético durante las faenas de pesca es más elevado si lo comparamos con las artes pasivas. Este sistema de pesca requiere de la intervención del pescador, del buque y de los equipos durante toda la actividad, por lo que se trata de un sistema de pesca activo.

La realización de las maniobras de pesca en un barco de cerco se centran en tres estados: búsqueda del banco de pesca, largado del arte de pesca y virado o recogida del mismo.

Así, una vez el barco llega al caladero navega en busca de los bancos de pesca. Cuando detecta un banco, el buque se posiciona y comienza a lanzar la red y navega describiendo un círculo. La parte de la red con

flotadores permanece en la superficie, mientras que el resto, con contrapesos, tiende a hundirse.

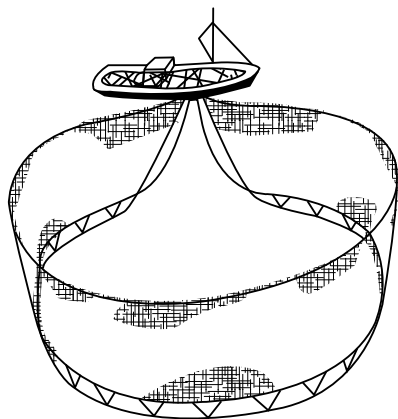
Durante esta maniobra la demanda de propulsión es elevada pues es necesario efectuar la acción lo más rápido posible para evitar que la pesca se escape.

Cuando toda la red está en el mar y una vez completado el círculo, el buque se detiene y se cierra la red por su parte inferior, dando lugar a un saco o embudo en el que quedan atrapadas las capturas. Cerrada la red, empiezan a actuar los equipos de recogida y los pescadores. Se iza la red a bordo con los equipos mecánicos y cuando llega hasta casi el final de la misma la pesca está acumulada. Utilizando grúas hidráulicas y molinetes se introduce en el buque.

La demanda energética durante las operaciones de recogida de la red se centra exclusivamente en los equipos de generación eléctrica para iluminación, bombas y equipos de recogida de red. Esta actividad requiere que la maquinaria empleada tenga motores con potencia suficiente para poder afrontar las maniobras de largado e izado del arte de pesca.

Los cerqueros realizan grandes desplazamientos en el caladero para localizar los bancos, lo que llega a suponer hasta el 70% del tiempo productivo con un consumo energético elevado en la propulsión.

Fig. 2.3. Barco de cerco. (Fuente: www.fao.org)



2.1.3 Arrastre

El arrastre de fondo se caracteriza por un consumo energético muy elevado. Se trata de un sistema de pesca

activo donde el pescador, los equipos de pesca y el propio buque participan en todo momento en la obtención de las capturas durante las maniobras de pesca.

Los estados operativos más importantes son tres: largado de la red al mar, arrastre de la red por el lecho marino y recogida de la red con las capturas.

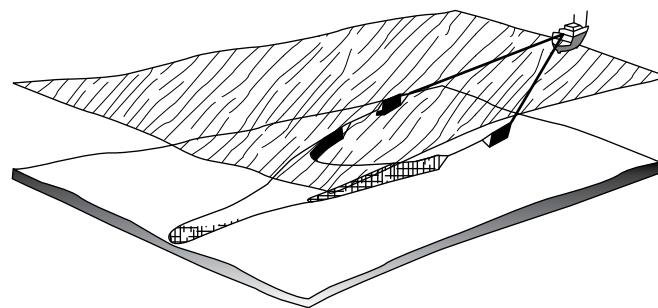
Cuando el buque llega al caladero el patrón elige el lugar y momento para lanzar la red. Una vez en el mar, el barco empieza a desplazarse a velocidad media para evitar que la red caiga al fondo sin forma, lo que le permite definir una geometría de saco horizontal. El avance del buque facilita además la suelta de los elementos de unión o cables entre la red y el buque.

Cuando la red alcanza el fondo marino el buque la comienza a remolcar, y es en esta acción de arrastre donde la demanda energética de la propulsión es muy grande (si bien sigue siendo menor que durante la navegación). Durante este estado la potencia entregada por los motores de propulsión ha de ser suficiente para vencer la resistencia al avance que supone el desplazamiento del buque y la red al mismo tiempo a una velocidad determinada.

El balance global de consumo energético se agrava puesto que el arrastre es el estado de más larga duración de la actividad, ocupando el 85% del tiempo productivo.

Fig. 2.4 Buque de arrastre remolcando la red.

(Fuente: <http://www.fao.org>)



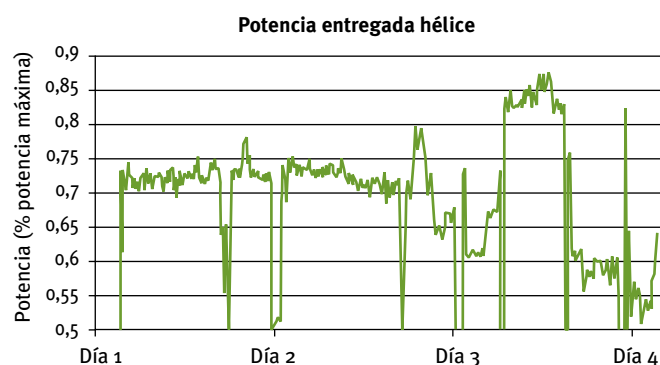
Finalizado el arrastre se comienzan a izar las redes a bordo. El buque se encuentra parado y se recoge la red. Los equipos empleados en esta maniobra necesitan de la instalación de motores generadores auxiliares capaces de satisfacer las necesidades energéticas demandadas (es un peso muy elevado).

Por lo expuesto hay que señalar que el arrastre de fondo es el arte de pesca que mayor consumo energético requiere para trabajar. Además se trata de una pesquería intensiva, pues se produce continuamente la acción de arrastre durante el tiempo productivo.

Como se muestra en la siguiente figura, la potencia de propulsión demandada en un buque de arrastre es siempre elevada durante largos periodos de actividad.

Fig. 2.5 Demanda de propulsión en un buque de arrastre.

(Fuente: Conclusiones de auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)



2.1.4 Pesca de bonito

En la pesca del bonito del norte se pueden emplear dos artes de pesca diferentes: una de ellas es pasiva, con cebo vivo; la otra es activa, llamada “curricán” o cacea.

Pesca con cebo vivo

En esta modalidad se diferencian dos estados de operación: búsqueda de los bancos de bonito, y la “parada” o captura de la pesca.

El proceso es el siguiente: cuando el buque se encuentra en el caladero comienza a navegar en busca de los bancos de pesca. Durante este estado el consumo de energía en la propulsión es significativo ya que se llegan a recorrer grandes áreas en busca de la especie objetivo y la velocidad requerida es elevada.

Al detectar el banco el barco se detiene y se capturan los túnidos uno a uno manualmente, utilizando cañas con un sedal y un anzuelo donde se inserta el cebo vivo. En este momento el consumo es mínimo ya que

únicamente es necesaria la utilización de los equipos auxiliares de generación eléctrica.

Pesca con curricán

En esta modalidad el buque porta unos sedales en los que se coloca un cebo artificial en su extremo. Los sedales se dejan caer al mar a medida que se desplaza el buque. Una vez el barco pasa junto a los bancos de pesca, los túnidos son capturados y subidos a bordo mediante los equipos mecánicos específicos para la recogida de las capturas.

Se necesita de la intervención del buque en todo momento para realizar la actividad pesquera y los dos estados de operación, búsqueda de los bancos y captura de la pesca, se solapan entre sí. En ambos momentos el buque está navegando a una velocidad determinada y la demanda de energía en la propulsión es constante a lo largo del periodo de pesca.

2.1.5 Pesca artesanal

Las artes de pesca empleadas por los buques artesanales son pasivas. Son muchas y diversas, destacando (por su importancia numérica) la pesca con nasa, artes de enmalle y marisqueo, principalmente.

La pesca con nasas y artes de enmalle emplea la misma forma de operar que las artes de pesca pasivas explicadas anteriormente, lo que supone tres estados de operación: calado, espera e izado.

Las nasas son unas trampas que contienen un cebo para atraer a las especies objetivo, que quedan atrapadas en su interior. Al igual que los artes anteriores para calar estas artes de pesca se necesita una cierta velocidad del buque, por lo que la mayor demanda energética es la propulsión en este estado.

En los estados de espera e izado del arte, la embarcación permanece prácticamente parada, y la demanda energética proviene únicamente de los sistemas auxiliares de recogida del arte, iluminación, bombas, etc.

Por otro lado, en los buques dedicados al marisqueo el consumo energético que supone la actividad

pesquera (sin contar el desplazamiento al caladero) es mínimo, puesto que la demanda energética para la propulsión del buque se produce únicamente durante la realización de desplazamientos dentro del banco marisquero si fuera necesario. Esta actividad se desarrolla con el buque parado y el pescador extrae el marisco del lecho marino utilizando para ello las herramientas especiales.

2.2 Conclusión

En este apartado se han descrito de forma somera diferentes operaciones de pesca para explicar la demanda energética que supone cada una de ellas en función del arte que emplean.

Como se comentó en la introducción no se han tenido en cuenta otros factores que influyen en el consumo total de combustible o en la rentabilidad de la pesquería (consumo en navegación a caladero, valor comercial de las capturas...). Sobre este tema hay publicaciones (como puede ser la noruega *Energy consumption in the Norwegian fisheries*) que muestran resultados de estudios en las flotas de sus buques de pesca. En ella se indica que el ratio kilogramo de combustible por kilogramo de capturas es siempre más elevado en los buques que utilizan artes como el arrastre. Este coeficiente varía en función de la especie objetivo y del tipo de arte de arrastre empleado.

Las siguientes gráficas muestran la distribución de consumo energético en función de la tipología del barco:

- Palangreros de altura: por estados, la navegación y el largado presentan mayor consumo instantáneo, mientras que en virado y deriva el consumo es menor. Estos dos últimos estados son a los que más tiempo dedica el barco, lo que se traduce en un consumo global de la marea hasta tres veces menor que los arrastreros.

Fig. 2.6. Ejemplo de consumo instantáneo de gasóleo (promedio) en los motores de un palangrero durante los distintos estados de operación. (Fuente: auditorías energéticas realizadas por CETPEC. Elaboración propia)

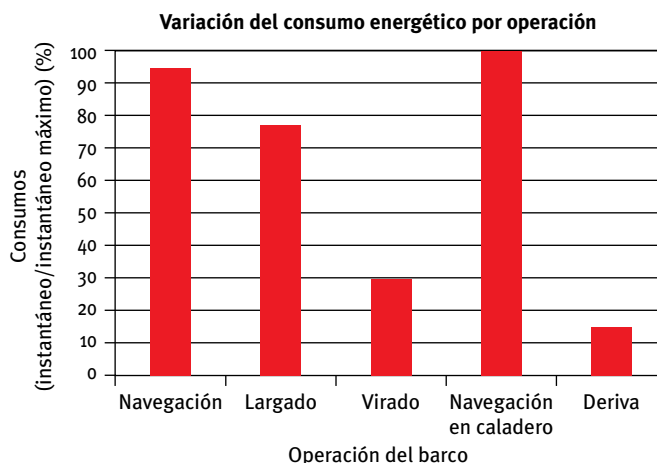
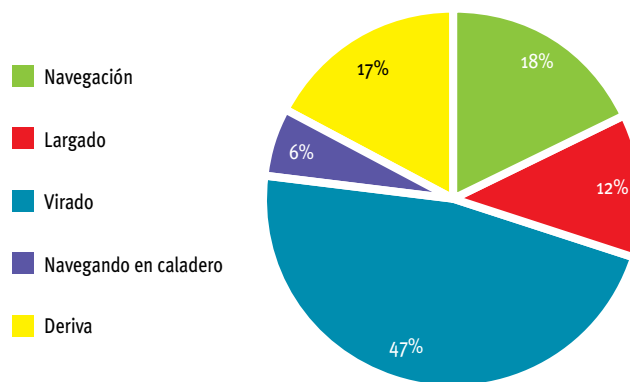


Fig. 2.7. Palangrero de altura: dedicación temporal a cada estado del barco. (Fuente: auditorías energéticas realizadas por CETPEC. Elaboración propia)



- Arrastreros: tanto de altura como de litoral muestran los mayores consumos promedio. El consumo durante el arrastre es elevado, y además es la maniobra de pesca a la que más tiempo se dedica.

Los arrastreros de Gran Sol muestran mayor consumo que los de litoral debido al mayor porte y peso de la embarcación, ya que debe transportar víveres y combustible para mareas más largas, así como aparejos de mayor tamaño y volumen de capturas.

Fig. 2.8. Ejemplo de consumo instantáneo de gasóleo (promedio) en los motores de un arrastrero de Gran Sol durante los distintos estados de operación. (Fuente: auditorías energéticas realizadas por CETPEC. Elaboración propia)

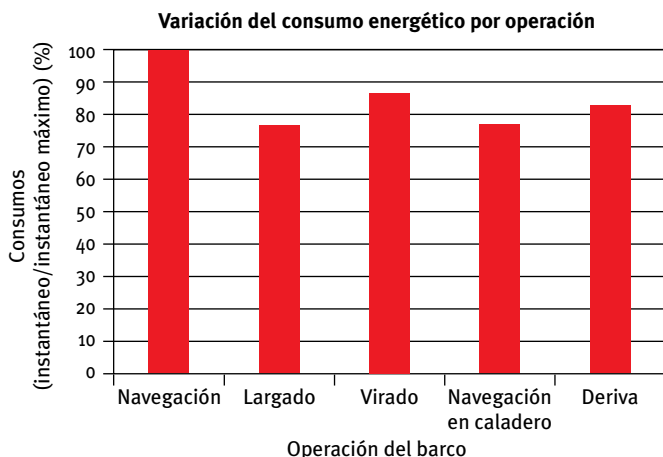


Fig. 2.9. Arrastrero de altura: dedicación temporal a cada estado del barco. (Fuente: auditorías energéticas realizadas por CETPEC. Elaboración propia)

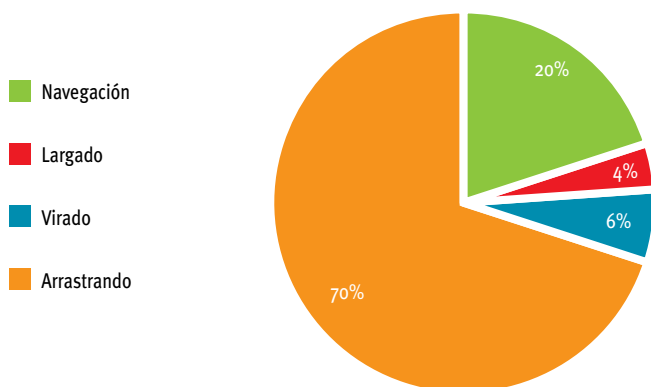


Fig. 2.10. Ejemplo de consumo instantáneo de gasóleo (promedio) en los motores de un arrastrero de litoral durante los distintos estados de operación. (Fuente: auditorías energéticas realizadas por CETPEC. Elaboración propia)

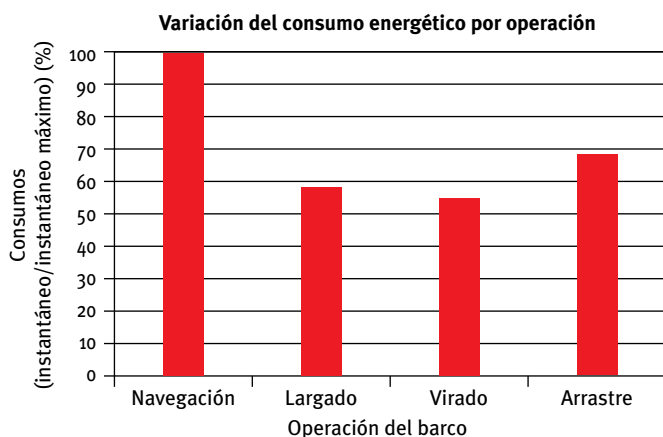
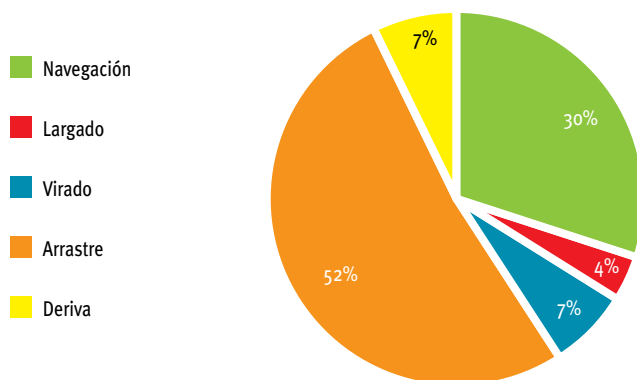


Fig. 2.11. Arrastrero de litoral: dedicación temporal a cada estado del barco. (Fuente: auditorías energéticas realizadas por CETPEC. Elaboración propia)



Se puede concluir que según el arte empleado por los buques de pesca, así será su consumo energético. De manera general, las artes de pesca activas tienen un mayor impacto en el consumo energético del buque, lo que dará lugar a una mayor vulnerabilidad en un escenario de escalada del precio del petróleo. El mayor o menor consumo de energía derivado de cada tipología de arte de pesca origina una importante repercusión ambiental. Así, las emisiones de gases derivados de la combustión o el impacto de un eventual derrame de combustible es mucho menor en artes como el palanque respecto a artes como el arrastre.

3 Consecuencias del consumo de la energía

La evolución del precio del petróleo en los últimos años ha estado marcada por grandes fluctuaciones, con una tendencia general de aumento progresivo.

Este hecho tiene una repercusión directa en la viabilidad de las empresas pesqueras, que se enfrentan a grandes dificultades para garantizar su rentabilidad. En los últimos años una parte de las empresas productoras han optado por la paralización temporal e incluso definitiva, mediante el desguace, de los buques de pesca.

Tabla 3.1. Número de buques pesqueros por tipo de pesca en 2006 y 2009, operativos a 31 de diciembre de cada año. (Fuente: Estadísticas Pesqueras. Octubre 2010. Ministerio de Medioambiente y Medio Rural y Marino. Elaboración propia)

Tipo de pesca	Año 2006	Año 2009
Cerqueros	803	722
Arrastreros	1.594	1.331
Rascos, volantas y otros enmalles	168	155
Palangreros	534	484
Artes menores	10.232	8.419
Sin caladero asociado		5
Total	13.331	11.116

La paralización definitiva de las empresas pesqueras está teniendo repercusiones de elevada importancia en la economía a nivel global pero principalmente a escala local de manera directa o indirecta, a través del resto de empresas ligadas al sector y de las que dependen muchos empleos: marineros, empresas auxiliares como talleres mecánicos, empresas de efectos navales, de alimentación, etc. Este hecho es especialmente significativo en las pequeñas localidades costeras cuya economía depende principalmente de la pesca, donde el riesgo de despoblación por la disminución de esta actividad es muy elevado.

Todo un tejido social bordado en torno a la pesca se desmorona con la subida del coste de adquisición del combustible, que sigue siendo muy elevado en comparación con los precios en primera venta de los productos pesqueros.

De hecho, la incertidumbre del coste de producción es uno de los mayores problemas a los que se enfrentan

las empresas pesqueras, ya que no permite hacer previsiones económicas a corto-medio plazo. A esto hay que añadir el sistema de venta del producto: la mayoría de las empresas lo hacen en la lonja, por lo que no es posible marcar un precio de venta.

Es decir, la fluctuación del precio de combustible (que es uno de los gastos de producción más elevados) junto con el desconocimiento del precio de la venta del producto no permite conocer si los costes de producción son superiores o inferiores a los ingresos hasta que se realiza la subasta.

Las empresas pesqueras están sometidas por lo tanto a una constante incertidumbre difícil de sobrellevar en términos de gestión y de viabilidad. El sistema actual de pesca extractiva supone que antes de que el buque salga a faenar el armador tiene que hacer frente a una serie de costes, de los cuales el combustible es el más elevado. Por otro lado, y aún pudiendo existir un cierto control sobre la productividad pesquera, la cuenta de resultados no estará clara hasta que el producto se venda en la lonja. El precio en lonja varía de un día para otro e incluso durante la misma jornada de venta entre distintos buques.

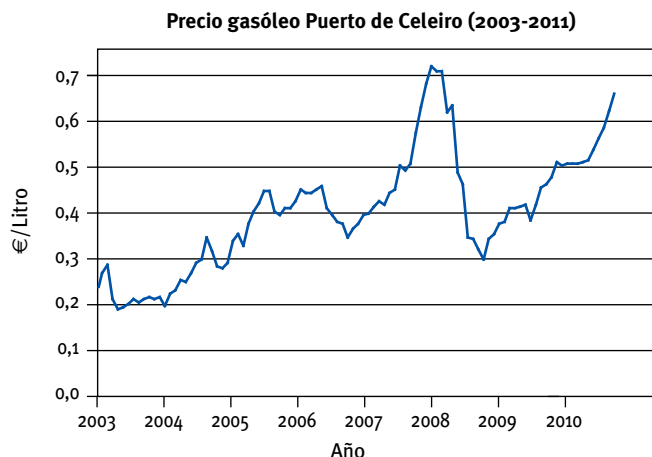
El bajo precio en primera venta del pescado implica en una gran mayoría de las ocasiones que los márgenes de beneficio sean muy reducidos. No es infrecuente llegar a arrastrar pérdidas que tendrán que ser compensadas en futuras mareas, esperando un mejor precio de la pesca y un descenso del precio de combustible.

Estas empresas tienen muy poco margen de elección a la hora de elaborar una estrategia empresarial adecuada pues, como se ha explicado, su rentabilidad depende del precio del petróleo el día en que se haga provisión de combustible, y del precio que alcance el producto en la lonja.

Para ilustrar esta situación se puede observar la siguiente gráfica, que muestra la evolución del precio del gasóleo por un puerto pesquero de Galicia desde 2003 hasta 2011:

Fig. 3.1. Precio del gasóleo en Puerto de Celeiro 2003-2011

(Fuente: Puerto de Celeiro. Elaboración propia)



El consumo de energía procedente de fuentes fósiles no sólo tiene consecuencias económicas. El coste ambiental y social es muy elevado en términos de perjuicios a la salud humana y al entorno. El incremento del nivel del mar, de los incendios forestales y sequías, la pérdida de hábitats y de recursos, entre otros, son consecuencias de magnitud mundial que transgrede incluso la realidad temporal: dejaremos en herencia una hipoteca a varias generaciones cuya carga será difícilmente soportable por unos recursos esquilados.

El consumo de energía es necesario para disfrutar del estilo de vida actual pero es imprescindible incrementar la eficiencia energética en todos los sectores (también el pesquero) a fin de ahorrar energía, una necesidad incuestionable a día de hoy.

La dependencia del petróleo en la viabilidad económica del sector pesquero provoca una situación de riesgo muy elevada; el ritmo de consumo actual de una energía que tarda millones de años en producirse provocará que deje de ser económicamente rentable.

Es necesario que el sector pesquero se posicione en el uso de otras energías para no tener que paralizar su actividad. La cuestión es en qué momento el precio del petróleo hará inviable salir a pescar. No hablamos de futuro sino de pasado y presente: en el año 2008 el precio del crudo mantuvo amarrados a puerto muchos pesqueros, incapaces de cubrir los gastos de producción.

El consumo de las energías de origen fósil plantea grandes problemas: agotamiento de reservas, dependencia energética, dificultad de abastecimiento y contaminación.

El principal problema medioambiental del consumo energético actual a escala mundial es el efecto invernadero, calificado como la mayor crisis ambiental de ámbito mundial a la que se ha enfrentado el ser humano tanto por su extensión (en el espacio y en el tiempo) como por sus consecuencias a escala económica, ecológica y sanitaria.

Según la FAO el cambio climático también conllevará cambios del área de distribución de los recursos marinos. Las consecuencias del cambio climático sobre la pesca pueden ser importantes, pues afectarán a un sector muy importante de la mayoría de las economías. El cambio climático provoca calentamiento marino, acidificación de las aguas de superficie, subida del nivel del mar, aumento de manifestaciones meteorológicas extremas, desplazamientos de especies... no cabe duda de que la influencia sobre el sector será directa.

El propio sector pesquero es parte de la causa del problema ya que el consumo de combustible por parte de los barcos es muy elevado. No puede ser, en consecuencia, ajeno a la materialización de la solución.

Las emisiones causadas por el consumo de energía a bordo tienen más efectos negativos:

- Monóxido de carbono (CO): altamente tóxico.
- Óxidos de nitrógeno (NOx): irrita las vías respiratorias, provoca lluvia ácida.
- Partículas y humo: suciedad ambiental, afectan a las vías respiratorias.
- Dióxido de azufre: irritación de ojos y vías respiratorias; lluvia ácida.
- Compuestos orgánicos volátiles (VOC): efectos cancerígenos, alergias, irritación de vías respiratorias.

4 Toma de datos de consumo energético por pesquería

La flota pesquera española presenta una dependencia de los combustibles derivados del petróleo, empleados para la propulsión (mecánica), operación de la maquinaria que mueve los aparejos de pesca (hidráulica) y para cubrir la demanda eléctrica del resto de equipos de la embarcación. La demanda eléctrica proviene de las habilitaciones (iluminación de camarotes y zonas comunes, agua caliente, cocina...) y del proceso productivo (instalaciones de frío, sistemas de bombeo, iluminación exterior y del parque de pesca...).

El consumo energético en el sector pesquero es una realidad compleja debido a la distribución del consumo, que varía según los equipos, las diferentes demandas en función de las tipologías de la embarcación, etc.

A través de la realización de auditorías energéticas se pueden obtener datos para reflejar consumo y generación de energía en los barcos operativos. Para ello se instalan equipos de medición y registro con los que se obtiene la siguiente información:

- Consumo de combustible (principalmente gasóleo): tiene lugar en motores de combustión interna que pueden transmitir energía: a la hélice mediante el acoplamiento al eje de propulsión, a bombas hidráulicas, o bien a alternadores para producción de energía eléctrica.



Fig. 4.1. Sensor de caudal (display) (Fuente y elaboración propias)



Fig. 4.2. Sensores (detalle del detector de caudal) (Fuente y elaboración propias)

- Consumos eléctricos: gran parte de los equipos instalados a bordo (salvo las hélices de propulsión y algunas maquinillas hidráulicas para los aparejos) utilizan energía eléctrica para su funcionamiento. La medición de estos consumos permite individualizarlos, analizar por separado posibles ineficiencias energéticas y plantear así mejoras específicas.



Fig. 4.3. Sensor eléctrico trifásico en alterna (Fuente y elaboración propias)



Fig. 4.4. Sensor eléctrico monofásico (Fuente y elaboración propias)



Fig. 4.5. Sensor eléctrico para alterna y continua (Fuente y elaboración propias)



Fig. 4.6. Sensor eléctrico trifásico (detalle de los anillos amperimétricos) (Fuente y elaboración propias)

- Velocidad y posición de la embarcación: permite conocer si la embarcación está navegando hacia el caladero, de regreso a puerto o realizando labores de pesca; asimismo permite conocer, si está pescando, qué maniobra realiza la embarcación (largar, virar o recoger el aparejo, arrastrar...). Esto permite relacionar la secuencia de consumos energéticos con los distintos estados de operación de la embarcación.



Fig. 4.7. GPS con datalogger (Fuente y elaboración propias)

- Potencia entregada a la hélice y régimen de giro del motor: conociendo estas medidas junto con los datos de consumo de combustible es posible evaluar el rendimiento de la propulsión, así como conocer los puntos de trabajo del motor y de la hélice. Esto permite evaluar si el conjunto motor-hélice se adapta a las condiciones óptimas de diseño en conjunto (y no de manera individual, como ocurre normalmente). De no ser así, con los datos obtenidos en la monitorización, se podría optimizar el conjunto para las condiciones de operación reales.



Fig. 4.8. Galgas y emisor de torsiómetro instalados en el eje (Fuente y elaboración propias)



Fig. 4.9. Tacómetro (Fuente y elaboración propias)



Fig. 4.10. Cuadro de torsión (Fuente y elaboración propias)

Una auditoría energética realizada a una embarcación difiere ampliamente de la realizada en una instalación industrial en tierra, pues se trata de un espacio móvil, sometido a bruscos cabeceos y balanceos, de dimensiones muy reducidas, con presencia de humedad y salinidad, y sobre todo, la necesidad de autonomía provocada por el aislamiento espacial.

Es necesaria una selección cuidadosa de los equipos de medida para poder encontrar una solución de compromiso entre la precisión de los aparatos necesaria para realizar la toma de datos y las duras condiciones de trabajo en el mar.

La instalación integrada de los equipos de medida permite establecer una relación coordinada entre las distintas variables energéticas para poder evaluar la influencia de los procedimientos de trabajo en el consumo energético.

Las auditorías energéticas realizadas a barcos en operación de diferentes segmentos de la flota aportan los siguientes datos de consumo promedio:

Tabla 4.1. Consumos de gasóleo por pesquería (Fuente: Conclusiones de auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)

Pesquería	Consumo promedio anual (litros de combustible)
Palangre de fondo (Gran Sol)	358.000
Arrastre Gran Sol	814.000
Arrastre litoral	444.000
Artes menores	28.000
Cerco	54.000
Lanchas de marisqueo	6.000

La tabla anterior muestra la diferencia de consumo de combustible en función de la pesquería y del tamaño del barco:

- Las lanchas de marisqueo tienen un consumo de combustible notablemente inferior que las de cerco, volanta y otras artes menores, que tienen más eslora y arque.
- Arrastreros y palangreros de altura (con un porte mayor) presentan un consumo mucho mayor respecto al resto de tipologías, debido al tamaño de la embarcación, a la manera de faenar y a los aparejos utilizados.

Utilizando datos extraídos de auditorías energéticas realizadas en barcos de altura (palangreros y arrastreros) y en arrastreros de litoral se obtienen los siguientes gráficos que muestran la distribución típica de consumo de combustible en cada uno de los estados de operación del (navegando, largando, virando...):

Fig. 4.11. Distribución de consumos por estados – Palangre (Fuente: Conclusiones de auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)

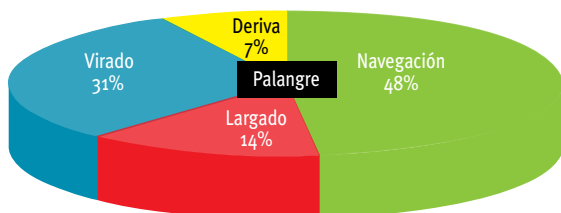


Fig. 4.12. Distribución de consumos por estados – Arrastre de Gran Sol (Fuente: Conclusiones de auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)

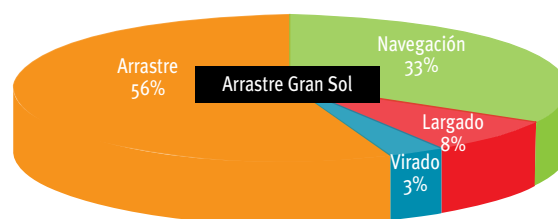
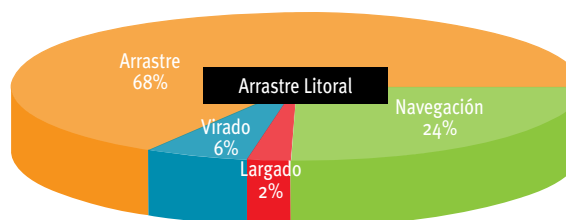


Fig. 4.13. Distribución de consumos por estados – Arrastre de litoral (Fuente: Conclusiones de auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)



Estos gráficos muestran que existen marcadas diferencias en cuanto a la distribución de los consumos por estados entre barcos arrastreros y palangreros.

En el palangre la navegación supone la parte más importante respecto al consumo total, hecho que no ocurre en el resto de las tipologías. En arrastreros destaca el momento de arrastre por el alto porcentaje de consumo energético que supone, debido a que el motor recibe una demanda muy elevada de potencia para tirar del aparejo, operación a la que además se dedica una proporción de tiempo elevada.

Entre arrastreros de litoral y de Gran Sol existen pequeñas diferencias en la distribución debidas fundamentalmente a la diferente distancia del caladero y la duración de las mareas.

En artes menores, cerco y volanta, el reparto de consumo energético durante la operación varía ampliamente de unas embarcaciones a otras incluso dentro de la misma tipología.

5 Gestión de la navegación y logística para el ahorro energético

Como es lógico todas las embarcaciones tienen que emplear una parte del tiempo de la actividad pesquera a la navegación, periodo improductivo durante el cual además la demanda de energía es elevada. La distancia entre el puerto base del buque de pesca y el caladero donde tiene lugar la actividad extractiva, así como el porcentaje de carga del motor, son los principales factores a la hora de considerar el consumo de combustible en la navegación.

Durante la trayectoria puerto-caladero-puerto el estado de la navegación no influye en la productividad del buque (entendida ésta como periodo dedicado exclusivamente a pescar), por lo que se pueden adoptar acciones encaminadas a una reducción en el consumo de combustible que no afecten a la actividad pesquera.

Es posible aplicar medidas de ahorro energético que no implican inversiones económicas, gestionando la velocidad del buque durante la navegación. Esta gestión se basa principalmente en la organización del transporte de las capturas a puerto.

En definitiva se trata de modificar ciertos hábitos, de aplicación general a todo tipo de buques sea cual sea la actividad desarrollada.

La navegación es un factor determinante en el consumo energético de los pesqueros. En muchos casos los buques tienen que realizar grandes desplazamientos, ocasionando que su coste energético provocado por la navegación llegue a alcanzar el 50% del total.

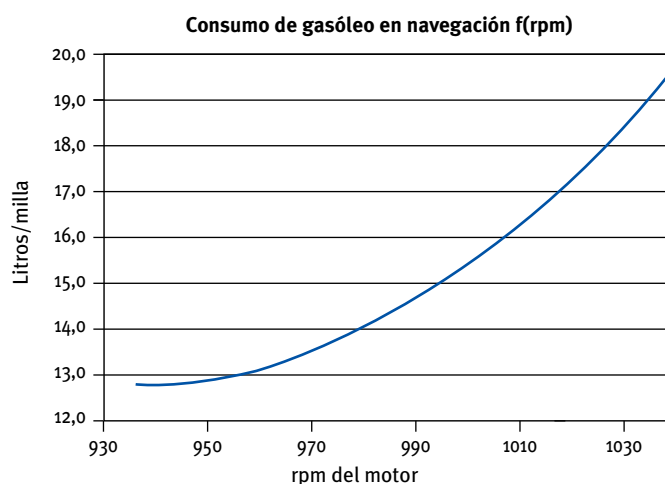
La práctica habitual de los patronos es emplear una velocidad alta del buque para desplazarse entre el caladero y puerto. Son varias las razones para ello: preservar la frescura de las capturas, llegar a tiempo a la hora de subastar el producto, etc. Durante los desplazamientos caladero-puerto-caladero, los patronos no tienen información suficiente del coste derivado del consumo energético que supone el tiempo empleado.

La potencia de trabajo de los motores de propulsión en el barco se eligen pensando en lograr velocidades de propulsión idóneas. Para aumentar la velocidad del

barco se incrementan las revoluciones por minuto y la carga del motor, por lo que en consecuencia se incrementa el consumo instantáneo de combustible.

Una velocidad próxima a la máxima alcanzable por el buque implica un incremento exponencial del consumo respecto al aumento de la velocidad (como consecuencia del aumento de la resistencia al avance).

Fig.5.1. Evolución del consumo de combustible (litros/milla) en función de las revoluciones del motor propulsor en un buque pesquero (Fuente: Datos de auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)



La siguiente tabla representa los datos de vueltas del motor, velocidad del buque y consumo que se pueden extraer para cada barco realizando una toma de datos en condiciones operativas. Se puede utilizar la distancia habitual al caladero para calcular el tiempo que le llevaría al barco recorrer dicha distancia en función de la velocidad de navegación. De este modo el patrón puede planificar la navegación, haciéndose una idea aproximada (influyen otras variables como viento, corrientes...) de cuánto va a tardar el barco en hacer la ruta y su traducción a litros de combustible gastados.

En este ejemplo, 35 millas representa la distancia existente entre el puerto y el caladero en el que trabaja un arrastrero de litoral, pero se puede utilizar para cada barco individualmente, por ejemplo, barcos de altura.

Tabla 5.1. Tabla representativa de las variables para la gestión de la navegación en un buque pesquero (Fuente: Datos de auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)

35 Millas			
rpm	Velocidad (nudos)	Tiempo (horas)	Consumo (litros)
935	8,00	4,38	442,54
945	8,25	4,24	444,78
955	8,50	4,12	451,82
966	8,75	4,00	463,66
976	9,00	3,89	480,31
986	9,25	3,78	501,76
997	9,50	3,68	528,01
1.007	9,75	3,59	559,07
1.017	10,00	3,50	594,93
1.028	10,25	3,41	635,60
1.038	10,50	3,33	681,07

El patrón, con la gráfica de la figura 5.1 y con la tabla 5.1, dispondrá de la información adecuada para gestionar la velocidad de su embarcación y así adecuarla a un consumo óptimo en función de las necesidades de ese momento (habría que valorar la necesidad de llegar antes o no a puerto o al caladero por cuestiones comerciales, climatológicas...).

Se trata, en definitiva, de aportar herramientas al patrón (gráfica y tabla) que le permitan tener el conocimiento necesario para la optimización en la gestión del barco.

Factores que pueden influir de manera sustancial en la gestión de la navegación son los datos de condiciones climatológicas y de las corrientes. Partiendo de una previsión anticipada de estos datos se podrían variar las rutas de navegación a fin de evitar condiciones adversas o bien aprovechar las condiciones favorables para conseguir una reducción del consumo energético durante estos periodos.

Otro factor determinante a la hora de optimizar el consumo energético durante la navegación es la mejora de los métodos organizativos en los desplazamientos para realizar las descargas de las capturas en puerto, por lo que también cabría replantearse la duración de los periodos de pesca.

En este sentido habría que evaluar la conveniencia de aumentar la duración de las mareas para disminuir días de navegación (donde no se produce y se consume combustible). Además un mayor número de días a bordo repercute en la frescura del pescado, que al ser menor perdería valor en lonja.

Los barcos tienen que realizar grandes desplazamientos hasta el caladero, principalmente los que faenan en aguas comunitarias o internacionales. En lugar de volver con las capturas a puerto español se está optando por realizar la descarga en puertos cercanos a la zona donde se pesca y enviar el producto mediante transporte rodado o aéreo.

Esta modificación de la logística de transporte del producto permite minimizar el coste energético que supone los grandes desplazamientos en la navegación, y además se incrementa el tiempo dedicado a la pesca (tiempo productivo).

La siguiente gráfica muestra la ruta realizada por un pesquero en aguas comunitarias. Se aprecia claramente que la zona donde trabaja el barco está muy cerca de Irlanda, lo que hace atractivo descargar las capturas allí y continuar pescando. De esta manera se reduce el tiempo dedicado a la navegación (con el consiguiente ahorro de combustible) a la vez que se aumenta el tiempo productivo.

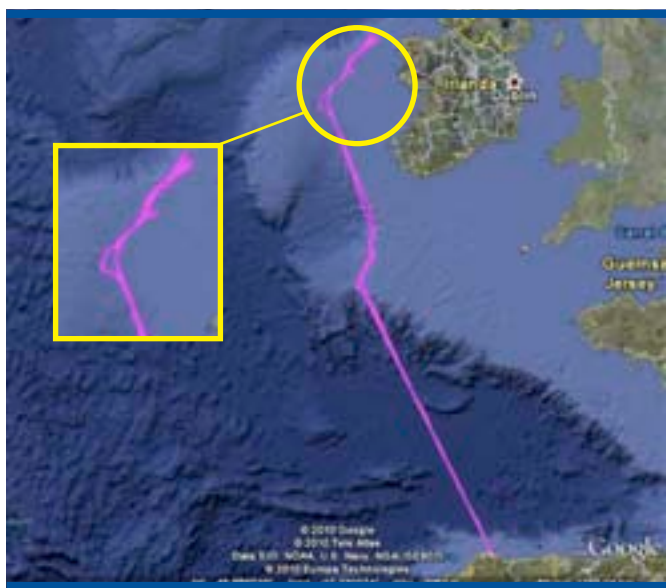


Fig.5.3. Ruta de navegación y trabajo de un pesquero en aguas comunitarias (Fuente: Datos de auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)

Otro caso es el de los pesqueros que faenan cerca de la costa y realizan navegaciones diarias a puerto para descargar las capturas en fresco. En la actualidad, una práctica es optar por disminuir los días de descarga y, en lugar de hacerlo diariamente, hacerlo en días alternos. Al disminuir las navegaciones se produce un descenso en el consumo energético.

En el caso de barcos de arrastre que trabajan en pareja (ambos barcos tiran a la vez de una sola red, se reparten las capturas y vuelven juntos a puerto), pueden optar por establecer turnos de navegación y pesca: uno de los buques de la pareja recogería las capturas y volvería a puerto, mientras el otro espera a su regreso parado en el caladero. Esta operación se realizaría alternativamente por los barcos.

6 Generación de energía

La energía mecánica, producida en motores de combustión interna, se utiliza generalmente para la propulsión y en algunos casos para el movimiento de las máquinas encargadas de manipular los aparejos de pesca mediante sistemas hidráulicos.

De forma mayoritaria en España los barcos de pesca emplean gasóleo como combustible, tanto por su facilidad de almacenamiento y suministro, como por la alta densidad de energía que proporciona. Por el contrario algunas embarcaciones pesqueras de gran altura emplean fuel como combustible principal, mientras que las pequeñas lanchas de marisqueo utilizan gasolina para trabajar.

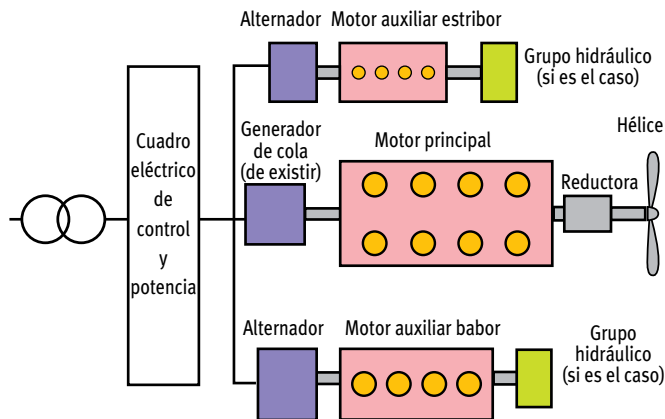
La selección del motor de propulsión debería realizarse en base a un estudio hidrodinámico empleando las formas de la carena de la embarcación y teniendo en cuenta las prestaciones finales deseadas, tanto en velocidad de crucero como en capacidad de tiro. La realidad, sin embargo, es distinta, como reflejan los resultados obtenidos con las tomas de datos de consumo energético realizadas. Asimismo, la elección de la hélice se realiza (o debería realizarse) atendiendo tanto a las características del motor elegido como a las necesidades de la faena (arrastre, navegación...).

Por otro lado la energía eléctrica es producida utilizando grupos electrógenos situados en la sala de máquinas, dimensionados en función de la potencia de los equipos instalados a bordo. Aunque se debería tener en cuenta un coeficiente que considerara la simultaneidad de equipos, la falta de conocimiento al respecto provoca que se tienda a un excesivo sobredimensionado de los generadores.

En la siguiente figura se representa un ejemplo de disposición de motores habitual en una sala de máquinas:

Fig. 6.1. Disposición habitual de la sala de máquinas

(Fuente y elaboración propias)



El reparto de consumo energético entre el motor principal y los auxiliares varía según la tipología del barco.

En las embarcaciones de pequeño porte (menores de 10 metros de eslora) no suele haber motores auxiliares para generar energía eléctrica, por lo que el propulsor se utiliza también para mover un pequeño generador eléctrico que abastece a los equipos existentes a bordo.

Existen alternativas a los sistemas tradicionales de generación de energía mecánica y eléctrica:

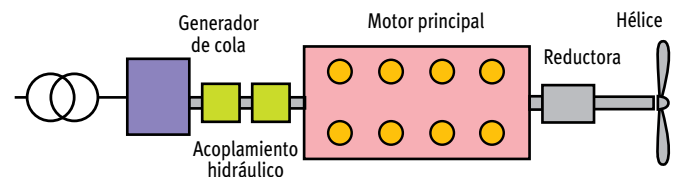
- **Generador de cola:** se trata de un sistema mixto de generación de energía mecánica y eléctrica. En este sistema la generación mecánica se produce en el motor principal, unido a la reductora y a la hélice a través del eje de propulsión y de cola.

Para la generación de la energía eléctrica se recurre a un sistema generador acoplado en la zona del volante motor. La complejidad del sistema radica en que es necesario mantener el alternador girando a 1.500 revoluciones por minuto para poder generar corriente alterna a la frecuencia de 50 hercios, necesaria para hacer funcionar los equipos eléctricos del barco, mientras que el régimen de giro del motor es variable en función de las necesidades de propulsión.

El régimen de giro a velocidad constante en el alternador se puede conseguir mediante dos sistemas diferentes de unión con el motor:

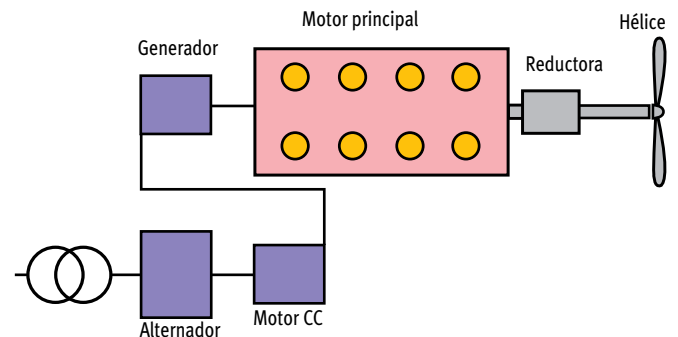
– **Acoplamiento hidráulico:** la transmisión del giro entre el motor principal y el alternador se realiza mediante un sistema hidráulico bomba-motor que se autorregula para mantener la velocidad de salida constante.

Fig. 6.2. Configuración tipo generador de cola – Acoplamiento hidráulico (Fuente y elaboración propias)



– **Acoplamiento eléctrico:** el motor de propulsión se acopla directamente a un motor de corriente continua que alimenta a un motor también de corriente continua. Éste, directamente acoplado al alternador, gira continuamente a velocidad constante mediante una excitación regulada.

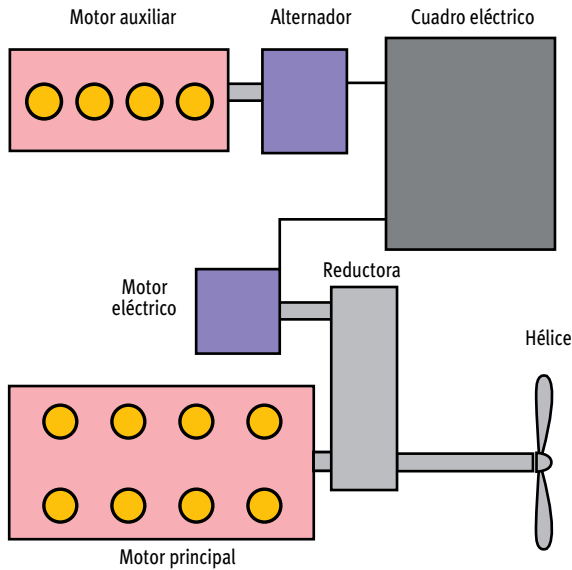
Fig. 6.3. Configuración tipo generador de cola – Acoplamiento eléctrico (Fuente y elaboración propias)



- **Propulsión híbrida diésel-eléctrica:** es utilizada principalmente en barcos palangreros, ya que durante el virado es necesario mantener una velocidad muy baja de navegación, lo que da lugar a que el motor térmico se encuentre prácticamente en ralentí; debido a la gran potencia de este motor, y aún estando a la mínima carga, es necesario realizar maniobras de avante-atrás para lograr la velocidad deseada.

Fig. 6.4. Configuración típica de propulsión eléctrica

(Fuente y elaboración propias)

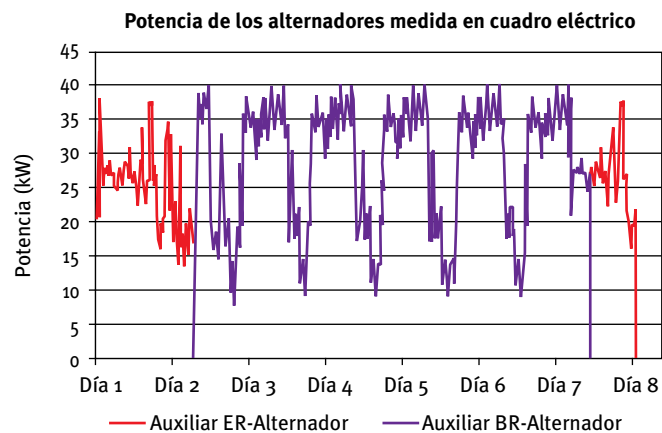


El principio fundamental de este tipo de propulsión es el uso de un motor auxiliar que alimenta a uno eléctrico y hace girar a la hélice en los momentos en los que se realiza trabajo a muy baja carga. Así se evita el funcionamiento del motor principal a un régimen muy bajo de vueltas, por lo que se logra controlar la velocidad del barco y optimizar la generación de energía.

Como ya se ha indicado, existe un sobredimensionamiento de los equipos generadores auxiliares respecto a las necesidades a las que deben responder, lo que complica la optimización energética a bordo. Es habitual el uso de alternadores de potencia nominal 200 kVA que presentan una curva de consumo como la siguiente:

Fig. 6.5. Potencia eléctrica generada por los alternadores en una marea típica

(Fuente: Conclusiones de auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)



Esta situación provoca que los equipos de generación de energía trabajen continuamente por debajo de sus puntos de diseño por lo que disminuye la eficiencia energética del conjunto (especialmente en motores térmicos, que a bajas cargas disminuyen su rendimiento).

Elegir motores auxiliares con potencias ajustadas a la demanda conlleva ventajas económicas:

- Disminución de inversión, puesto que los equipos de mayor potencia son más costosos.
- Disminución de costes de operación, ya que los equipos trabajan en la zona de mayor eficiencia.

Una situación semejante se produce en el motor principal, donde los datos obtenidos mediante la colocación de torsiómetros durante la marea indican un sobredimensionamiento: la potencia instalada es mucho mayor que la que demanda el barco en la marea.

Fig. 6.6. Potencia mecánica entregada a la hélice de propulsión en una marea típica de un arrastrero de litoral

(Fuente: Conclusiones de auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)

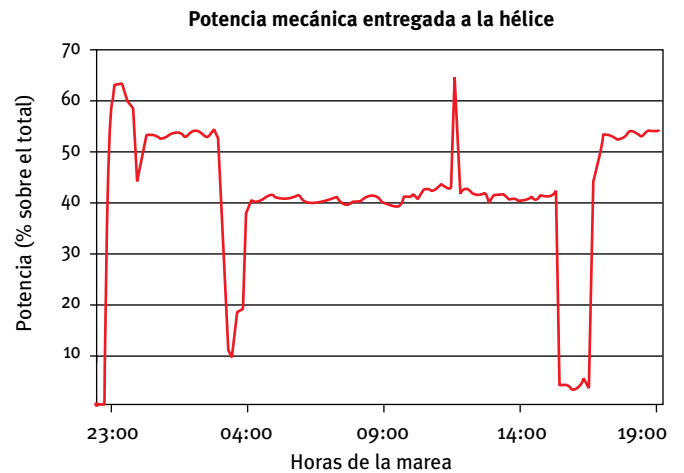
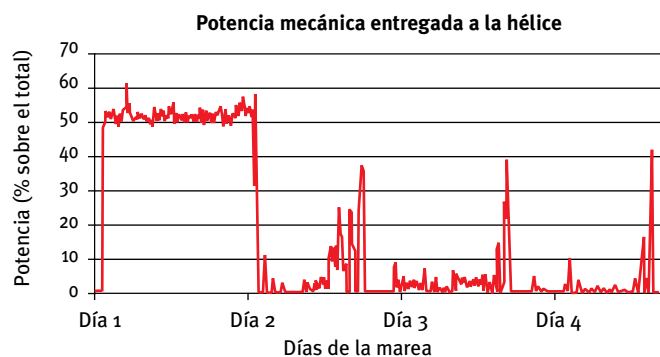


Fig. 6.7. Potencia mecánica entregada a la hélice de propulsión en una marea típica de un palangrero (Fuente: Conclusiones de auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)



La primera gráfica muestra un ejemplo representativo de la demanda de potencia que requiere un arrastrero de litoral faenando. Este arrastrero en los momentos de mayor demanda utiliza alrededor de un 65% de la potencia; en el caso del palangrero (figura 6.7), se observa que el motor apenas supera el 60% de la potencia máxima que puede generar incluso en los momentos de mayor carga.

7 Eficiencia energética

En los barcos de pesca el ahorro y la eficiencia energética se focalizan hacia la reducción del consumo mediante la utilización de equipos más eficientes y la aplicación de nuevas tecnologías que aprovechen la energía disipada en forma de calor residual.

En este apartado se tratarán las líneas que se abren en esta dirección y que permiten obtener ahorros interesantes de energía sin tener que acometer una inversión elevada.

7.1 Iluminación

El uso de sistemas de iluminación adecuados para barcos de pesca y la aplicación de la última tecnología disponible en el mercado (en términos tanto de calidad y bajo consumo como en vida útil de los equipos) permiten una importante reducción en el consumo energético (en torno al 25%) así como en el coste de mantenimiento y reposición.

En barcos nuevos se están integrando ya en el astillero luminarias modernas principalmente en el espacio exterior del barco. No obstante lo habitual es encontrarse buques que siguen utilizando potentes focos de hasta 2.000 W. Por otro lado, la iluminación interior suele obviarse en términos de ahorro energético, pero no hay que olvidar que se trata de una elevada cantidad de luminarias en funcionamiento prácticamente las 24 horas del día.

De modo general, para iluminación interior se utilizan fluorescentes de 18 W dispuestos en luminarias mejor o peor conservadas en función del habitáculo en el que se hallen. Así por ejemplo los camarotes, cocina y comedor suelen tener en buen estado las luminarias, si bien parques de pesca y bodega suelen tener las carcasas sucias y deterioradas como consecuencia de la actividad que se realiza en estos espacios.

Este hecho repercute no sólo en la eficacia de la transmisión de la luz sino que además, y puesto que se trata de lugares de trabajo, una correcta iluminación es fundamental para garantizar la visibilidad, y más cuando existen riesgos de corte con cuchillos (eviscerado) o atrapamiento con partes móviles, o bien para

realizar una correcta clasificación y manipulación del pescado.

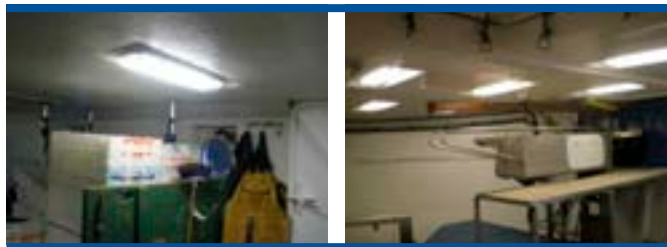


Fig. 7.1 y 7.2. Nuevos equipos de iluminación interior en pañol y parque de pesca según criterios de mejora de la eficiencia energética (Fuente y elaboración propias)



Fig. 7.3 y 7.4. Nuevos equipos de iluminación exterior según criterios de mejora de la eficiencia energética (Fuente y elaboración propias)

La adopción de las siguientes medidas pueden suponer un ahorro en el consumo energético:

- En tubos fluorescentes, la sustitución de las reactancias magnéticas por electrónicas supone pasar de un consumo de 8 W por cada tubo fluorescente a 1 W por cada punto de luz (que puede tener dos tubos). Además se elimina el efecto estroboscópico, lo que mejora el confort visual e incrementa la duración de la vida útil de la lámpara.
- Sustitución de los tubos de 18 W tradicionales (54-765) por otros de 840 (puede haber en torno a 100 unidades en un palangrero o arrastrero de altura), que supone además un incremento en el flujo luminoso.
- La sustitución de las luminarias en mal estado, o bien limpieza de las que puedan recuperarse, para incrementar la transmisión de la luz a través de la carcasa.
- En el caso de existir bombillas incandescentes (de 60 a 100 W, en pañoles, baños...) por otras de bajo consumo (20 W) cuya vida útil es mucho mayor (12.000 horas frente a 1.000).

- Sustitución de los proyectores convencionales (halógenos lineales de 500, 1.000 y 2.000 W) por otros de halogenuros metálicos tubulares (de 250 ó 400 W), con flujo luminoso equiparable y una duración cinco veces mayor.

Se está estudiando la aplicabilidad del uso de tecnologías LED para iluminación exterior pero aún no se puede concluir sobre su utilidad salvo quizá en luces de posición. No obstante esta tecnología es, también en barcos pesqueros, muy prometedora.

7.2 ACS y climatización

Existe la posibilidad de recuperar el calor residual del motor a través del uso de intercambiadores para calentar agua sanitaria y aclimatar las estancias del barco, mejorando el confort a bordo sin necesidad de incrementar el consumo.

Muchos barcos pesqueros de altura disponen de calentadores eléctricos de potencia relativamente baja (en torno a 2.000 W) para el agua de servicios sanitarios; respecto a la calefacción lo más habitual es utilizar radiadores eléctricos en los camarotes y comedor.

Instalar intercambiadores de calor que permitan calentar tanto el agua como las zonas de acomodo de la tripulación mediante la instalación de radiadores de agua convencionales es una opción muy rentable de ahorro energético si se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- En barcos ya existentes, sólo se recomendaría la instalación de una calefacción tradicional (y siempre con intercambiadores) en caso de que sea evidente el uso generalizado de calefactores eléctricos en los camarotes.
- En barcos de nueva construcción, sería recomendable instalar una calefacción tradicional con intercambiadores, ya que de lo contrario con el paso del tiempo se acaban instalando radiadores eléctricos.
- En el caso del ACS se estima su amortización en un plazo aproximado de tres años, y un posterior

ahorro que podría llegar (para un palangrero tipo con una tripulación de 15 personas) a los 1.800 litros anuales.

7.3 Cocinas

Los barcos de pesca de altura utilizan en su mayoría cocinas eléctricas, generalmente de placas de aproximadamente 2.000 W cada una (lo habitual es que utilicen dos placas). Esta situación genera varios problemas debido al particular uso que se hace de las cocinas en los barcos, donde se establecen varios turnos de desayuno, comida y cena. A esto hay que sumarle la extendida costumbre de dejar una placa encendida sobre la que se coloca una cafetera, a fin de disponer de café caliente en cualquier momento. Este hecho es habitual incluso estando el barco amarrado a puerto. El consumo energético derivado del uso de la cocina es, por lo tanto, elevado.

Desde el punto de vista de la seguridad a bordo el hecho de tener una plancha a alta temperatura en un espacio donde el balanceo constante y en ocasiones muy fuerte y repentino genera un alto riesgo de quemaduras, principalmente en manos. Tampoco puede olvidarse el riesgo de incendio asociado a esta causa.

Una de las opciones de mercado más ventajosas para sustituir la cocina de placas eléctricas son las modernas cocinas de inducción por su rapidez de calentamiento, relativo bajo precio y el incremento de la seguridad, ya que sólo calienta la superficie de la batería en contacto con ella con lo que se evitan accidentes por contacto.

Con esta medida podrían alcanzarse ahorros de hasta un 50% en el consumo energético derivado del uso de la cocina.



Fig. 7.5 y 7.6. Cocina de placas tradicional en un barco. La figura de abajo muestra la nueva cocina de inducción instalada en el mismo barco (Fuente y elaboración propias)

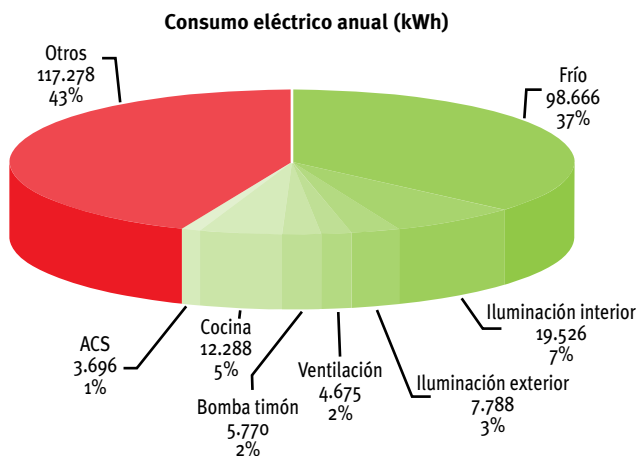
7.4 Refrigeración con calor residual

Existen líneas de estudio enfocadas a la determinación de la viabilidad del uso del calor residual del barco para su uso en refrigeración mediante la instalación de máquinas de absorción.

Los barcos de altura requieren frío para conservar el cebo congelado (caso del palangre), o la pesca extraída en fresco (temperatura en bodega de 0 °C).

En estas líneas se analizan los datos de producción de energía térmica del motor principal del barco, así como de la demanda de energía térmica que requeriría una máquina de refrigeración por absorción con potencia suficiente para cubrir la demanda de frío. No se pueden arrojar aún datos concluyentes de ahorro y de amortización; desde el punto de vista de la viabilidad técnica de este tipo de máquinas en un barco, en la actualidad se están realizando diferentes pruebas para poder determinar su aplicabilidad e interés. En este sentido hay que tener en cuenta que el frío es el consumidor más importante tras la propulsión.

Fig. 7.7. Distribución de los consumos eléctricos anuales que presenta un arrastrero de Gran Sol, clasificados según los principales consumidores (Fuente y elaboración propias)



Esta gráfica muestra la distribución del consumo en los principales equipos de energía eléctrica de un arrastrero de Gran Sol.

Más de un tercio de la energía consumida en forma de electricidad se emplea para generar frío en las bodegas de fresco y congelado y en el túnel de congelación. En una embarcación de este tipo puede interesar por lo

tanto el uso de un sistema de aprovechamiento de calor residual que genere frío. El ahorro de consumo de gasóleo de los motores auxiliares sería considerable.

7.5 Uso de cámaras termográficas

El uso de termografías permite medir temperaturas exactas a distancia y sin necesidad de contacto físico, lo que permite visualizar puntos fríos o calientes que puedan derivarse de anomalías presentes, por ejemplo, en aislamientos bodegas.

Conociendo el estado del aislamiento térmico de la instalación se pueden determinar los puntos donde existen pérdidas para poder actuar sobre ellas, y así focalizar la mejora de la eficiencia energética de la instalación y por tanto obtener un ahorro económico. Este trabajo tiene mayor utilidad en barcos de mayor antigüedad pues es previsible que sus bodegas estén en peor estado.

Lo más común es encontrar cierto deterioro en el forro del aislamiento que cubre los mamparos de la bodega, debido posiblemente a golpes causados por la carga almacenada.

Las siguientes medidas preventivas pueden suponer un ahorro en el consumo energético derivado del enfriamiento de las bodegas:

- Mantenimiento y reparación de las paredes de la bodega, en caso de rotura.
- Disponer de un sistema de cerramiento adecuado en la tapa de la bodega.
- Organizar el trabajo de estibaje en la bodega de manera que solamente se abra la tapa en caso de necesidad.
- Mantener en buen estado todos los elementos de la instalación de refrigeración de frío.

El espectro de aplicaciones de las termografías en el sector es muy grande. Resultan muy interesantes las mediciones termográficas en el campo del mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas mecánicos y eléctricos. La realización de termografías permite

corregir defectos que se estén produciendo durante el funcionamiento de algunos elementos y actuar mediante acciones preventivas antes de que se manifieste el fallo (con su consecuente ahorro económico).

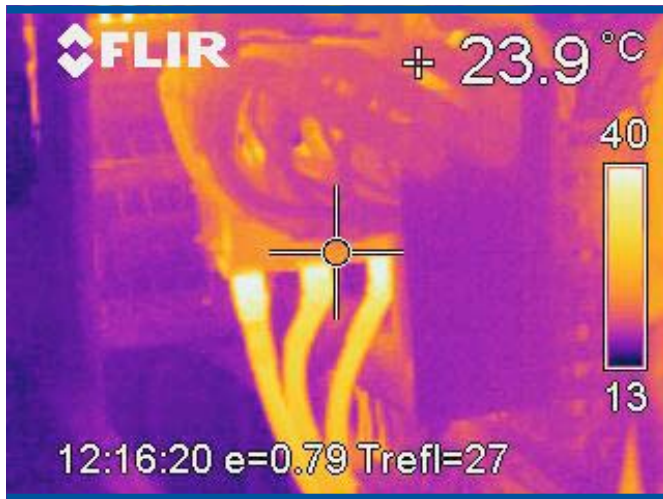
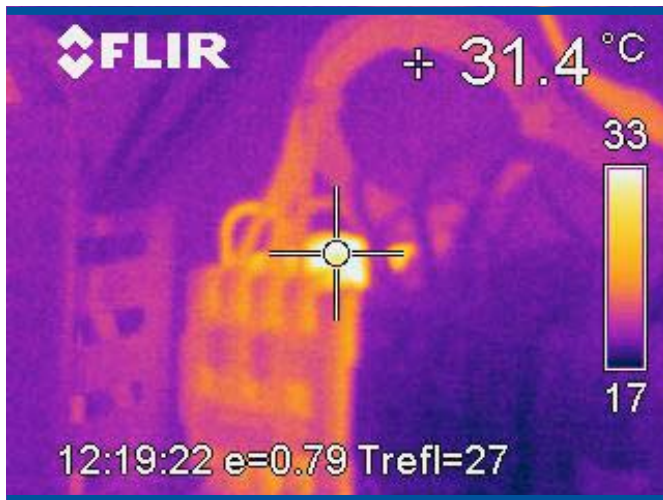


Fig. 7.8 y 7.9. Termografía realizada en cuadro eléctrico de un buque (Fuente y elaboración propia)

8 Combustibles alternativos. Energías de apoyo

Aunque son varias las alternativas energéticas que de manera teórica se podrían aplicar a la actividad de la pesca y muchas las referencias bibliográficas, cuando se trata de ponerlas en marcha la realidad es diferente. Existe una profunda diferencia en cualquier actividad "cotidiana" en tierra cuando se traslada al mar, mucho más acentuada en barcos que se dedican a la pesca.

Las condiciones de la actividad pesquera son muy duras desde un punto de vista humano y laboral, y el ambiente en el mar muy hostil. El trabajo se realiza en espacios muy reducidos y aprovechados al máximo.

La insuficiencia de adaptación normativa para la aplicación en mar (y particularmente a la pesca) de sistemas que ya funcionan en tierra, así como la "desconfianza" del propio sector pesquero (reacios a ser pioneros en cambios), son elementos que ralentizan enormemente la evolución y aplicación de nuevos combustibles y sistemas en el sector.

Es necesario contar con un fuerte apoyo de la administración para facilitar el avance y para minimizar los riesgos económicos del cambio, pero es también imprescindible la colaboración del propio sector para encontrar armadores dispuestos a ser los primeros en dejar sus barcos para realizar pruebas piloto.

No es tarea sencilla; no obstante en los últimos años hay movimiento en esta línea en algunos puertos españoles. Se trabaja en conjunto entre puertos pesqueros, empresas de sector pesquero y energético, centros tecnológicos, con el apoyo de las administraciones autonómicas y estatal (Galicia, Cataluña y País Vasco destacan por sus iniciativas en I+D+i energética aplicada a la pesca). Destacan asimismo los resultados de carácter práctico obtenidos.

8.1 Gas licuado de petróleo (GLP)

Se trata de una mezcla gaseosa de butano y propano que se almacena a presión (15 atm) en estado líquido. Es más denso que el aire, lo que implica que su aplicación a buques para propulsión sea más delicada por razones de seguridad; asimismo el almacenaje debe realizarse en tanques independientes y requiere la

implantación de sistemas de control, seguridad, detección de gases y otros elementos más exigentes y complejos que en el caso del gasóleo o de la gasolina.

No hay constancia de la aplicación del GLP en propulsión de barcos de pesca de altura o de litoral, pero sí de pesca artesanal. El Centro Tecnológico de la Pesca (CETPEC) lideró esta iniciativa en Galicia para que 25 embarcaciones de pesca artesanal modificaran sus motores a gasolina para que pudieran utilizar GLP como combustible.

La adaptación técnica del motor, rápida y sencilla, consiste en la instalación de un kit y en la colocación de los amarres de las bombonas.



Fig. 8.1. Kit y bombonas embarcación con motor fueraborda (Fuente y elaboración propias)



Fig. 8.2. Lancha a GLP (Fuente y elaboración propias)

El coste de este gas es inferior al de la gasolina y la experiencia en estas embarcaciones (algunas de ellas con el kit instalado desde 2006) demuestran ahorros económicos medios de un 34% debido al combustible.

El impacto ambiental derivado de esta medida es muy importante y muy positivo, pues se elimina totalmente el riesgo de vertido de hidrocarburos a las rías (ecosistemas muy frágiles y sometidos a una fuerte presión antrópica), a la vez que se disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero y el ruido.

8.2 Biodiésel

Su uso es factible técnicamente y se podrían utilizar los mismos motores que hay en el barco, aunque su empleo hace disminuir el rendimiento del motor. Su almacenaje no requiere medidas de seguridad especiales.

Las emisiones de CO₂ son menores pero no así las de NOx. No obstante, los derrames en el agua resultan menos contaminantes. Considerando solamente el precio de ambos combustibles, el uso del biodiésel no resulta rentable para los barcos de pesca.

8.3 Gas natural licuado (GNL)

La aplicación del gas natural licuado ha sido estudiada en diferentes proyectos ya que es un combustible que efectivamente se puede considerar una alternativa factible para barcos de pesca. Menos denso que el aire, está compuesto principalmente por metano. Se trata de un combustible alternativo técnicamente adecuado para barcos de pesca. Sin embargo, el rendimiento de un motor de gas natural es menor que el de un motor diésel.

A modo de referencia, el precio del gas natural licuado en diciembre de 2010 era de 27,1 €/MWh, y el del gasóleo en esa misma fecha era de 68,0 €/MWh.

No obstante, el sistema de almacenamiento a bordo encarece el cómputo global. La estrategia de transporte más adecuada para barcos de pesca es por almacenamiento refrigerado en tanques criogénicos (15 atm a -160 °C).

Debido a la necesidad de más espacio para almacenar la misma cantidad de combustible equivalente al gasóleo, se convierte en un factor limitante a la hora de aplicar GNL a los barcos de pesca, donde el espacio es muy limitado y donde se necesita una autonomía de semanas para barcos de altura.

Sobre la aplicación a la flota pesquera, se ha constatado a través de un estudio realizado sobre la flota de Celeiro (que cuenta con una importante representación pesquera en bajura, litoral y altura), que la aplicación a barcos de arrastre de litoral sería más factible dado que tienen las bodegas sobredimensionadas, de modo que se podría utilizar el espacio sobrante para colocar los tanques. Además, estos barcos vuelven a puerto a diario por lo que la autonomía estaría asegurada para cada marea.

Comparado con otros combustibles, el gas natural presenta ventajas desde el punto de vista medioambiental ya que reduce los óxidos de nitrógeno en más de un 85%, prácticamente no emite partículas, no contiene plomo ni trazas de metales pesados, contribuye a la reducción de emisiones de CO₂ y reduce la contaminación acústica.

La propulsión mediante GNL está en pleno desarrollo, existiendo en la actualidad solamente en buques noruegos en operación.

8.4 Energía eólica

La aplicación de sistema de propulsión eólica en barcos se ha utilizado desde los inicios de la navegación en diferentes modalidades: velas, cometas, spinakers... No obstante, la incorporación de motores térmicos a las flotas relegó el uso del viento a barcos de recreo y competición. En los últimos años el incremento del coste del combustible fósil unido a la necesidad de reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera está volviendo a plantear el uso del viento para obtener energía de apoyo en la propulsión de los barcos.

Varias empresas trabajan en la aplicación del uso de cometas para propulsión de embarcaciones de mayor porte que los pesqueros (básicamente mercantes).

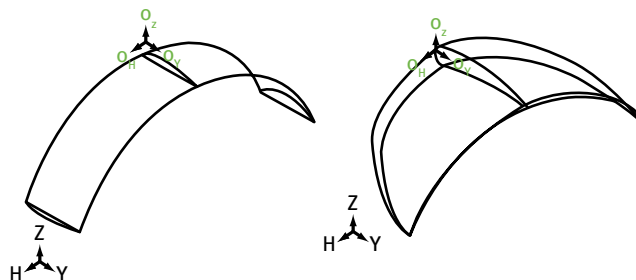
Uno de los principales inconvenientes para su aplicación en barcos menores, como son los pesqueros, es que compromete la estabilidad. Existen además barcos de pasajeros, como cruceros, y de pesqueros japoneses que utilizan velas tradicionales en propulsión. En España es pionero el pesquero “Mar Brava Dos” del puerto de L’Escala (Girona) que utiliza vela tradicional (vela mayor y foque) como sistema auxiliar de propulsión.

En Dinamarca y Japón hay barcos que han sido dotados con velas rígidas como elemento de propulsión auxiliar, que producen menos escora y más empuje que las velas convencionales. No obstante, la resistencia de las velas perjudica el rendimiento global cuando la intensidad del viento no es suficiente o empuja en sentido contrario.

La aplicabilidad de velas para pesqueros de tamaño medio y pequeño (como son altura y litoral, en general con esloras inferiores a 40 m) es baja, principalmente por las siguientes razones:

- Se necesita un espacio en la cubierta para la colocación de las velas, no disponible en este tipo de barcos. Dificultaría además las maniobras de carga y descarga de la mercancía.
- Los momentos escorantes que producen las velas representan una dificultad importante en la estabilidad de los buques, lo que compromete la seguridad a bordo.
- Su implantación es complicada en barcos ya construidos.

Fig. 8.3. Imágenes de simulación de diferentes dispositivos de aprovechamiento eólico (Fuente: proyecto Nordés)



Otra opción son las cometas. Una compañía alemana (SkySail) ha desarrollado un sistema basado en el mismo principio que el kiteboarding, adaptable a buques nuevos y a casi todos los buques o embarcaciones en activo. Consiste en un ala que se infla con aire a presión y que se eleva hasta 300 m sobre la superficie del mar, para buscar los vientos más favorables. Dependiendo de las condiciones de viento predominantes la compañía asegura alcanzar una reducción del coste anual de consumo de combustible entre un 10 y un 35%, con picos máximos de 50% de ahorro.

Las primeras pruebas piloto están en operación en barcos cargueros, y se están proyectando en la aplicación de arrastreros y yates. Esta empresa fue una de las ganadoras del Concurso de Ideas realizado por Peixe Verde en 2007, no obstante no mostraron interés en continuar la aplicación de este sistema para barcos de pesca. Otras empresas, como Kiteship y Kiteforsail, están desarrollando otros sistemas experimentales.

Las ventajas de la cometa frente a las velas es que:

- Necesita poco espacio para su instalación e interrumpe menos en el trabajo en cubierta.
- El montaje es sencillo y poco costoso.
- Tiene un sistema de control automático desde el puente de mando.
- Los pares escorantes producidos en el buque son menores.
- La cometa trabaja a una altura de 200-300 m, lo que supone vientos más fuertes y homogéneos.

Hay que tener en cuenta que este sistema aplicado en barcos de pesca sería algo muy diferente, debido a que los tamaños y tiempos de operación y navegación no tienen nada que ver con un mercante de navegación constante.

El trabajo realizado por el Centro Tecnológico de la Pesca (CETPEC) y la Universidad de Santiago de Compostela (USC) en base a los datos sobre barcos de la flota de Celeiro en el marco del proyecto Nordés, consistió en la realización de un análisis de cometas

y spinnakers como elementos de propulsión para pesqueros, a través de simulación numérica.

Los resultados finales para cada dispositivo eólico analizado (cometas y spinnakers), para los barcos pesqueros analizados (arrastreros de litoral, arrastreros y palangreros) tomando como referencia los vientos predominantes en las rutas entre Gran Sol y Galicia, muestran resultados poco prometedores ya que el ahorro es tan bajo y la inversión a realizar tan importante, que los tiempos de amortización superan los veinte años.

8.5 Hidrógeno

La aplicación de hidrógeno a barcos está en fase de desarrollo y se puede decir que los sistemas de pila de combustible y de hidrógeno, para ser competitivos, deben reducir drásticamente el precio. Su implantación sólo será posible si se produjera una importante subida del precio del petróleo.

Es interesante el papel de las energías renovables en la fabricación de hidrógeno, pues éste sería un combustible muy adecuado para trasladar al barco la energía producida en tierra.

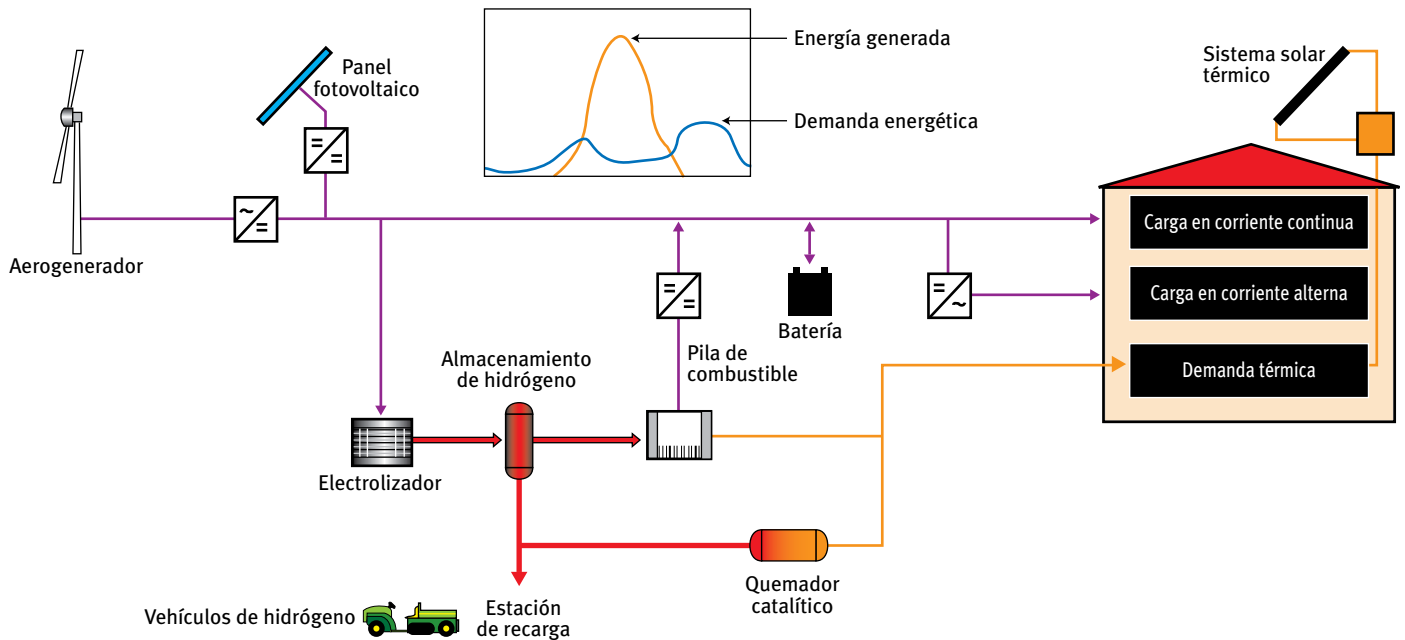
Destaca el proyecto CENIT SPHERA en el campo de la investigación de la aplicabilidad del hidrógeno en el sector naval.

La vida útil de las baterías es otro factor limitante por su baja autonomía. Además la fiabilidad de las pilas de combustible es limitada, pues el stack o conjunto de monoceldas que generan corriente a partir del hidrógeno es un elemento muy sensible y con una vida útil muy pequeña. Comparativamente con cualquier motor de combustión interna este sistema no es competitivo.

Orientado a su posible uso en la pesca el sistema de suministro podría diseñarse mediante el almacenamiento a presión del hidrógeno generado, por ejemplo, en los campos eólicos. Por otro lado el almacenamiento de hidrógeno en aplicaciones navales es un punto crítico que requiere una especial atención desde el punto de vista de la seguridad.

En cuanto a sistemas de presión habría que adaptar los modelos existentes en aplicaciones terrestres al uso marino; respecto a los hidruros metálicos, y dada la mayor seguridad de almacenamiento que ofrecen, sería necesario un avance tecnológico para reducir el peso de este tipo de almacenamiento, aspecto muy importante en el sector naval.

Fig. 8.4. Esquema de producción de hidrógeno mediante energías renovables o su almacenamiento para diferentes consumos (Fuente: Ariema Energía y Medioambiente, S.L.)



8.6 Corrientes marinas

Existe la posibilidad de disminuir el consumo de combustible en los barcos que trabajan al arrastre conociendo la dirección y velocidad de las corrientes marinas.

Durante la maniobra de arrastre el patrón mantiene la velocidad de avance del barco a una velocidad de consigna. A esta velocidad se mantiene la forma de la red a la vez que se realiza el arrastre.

Es posible conocer la intensidad y dirección de la corriente instalando sensores de filtrado, para poder así adecuar la velocidad de arrastre y la dirección de la red a las corrientes marinas.

A modo de ejemplo, para conseguir una velocidad de filtrado de tres nudos en una red que está sometida a una corriente de agua de un nudo (información suministrada por el sensor), es suficiente que el barco mantenga una velocidad de avance de dos nudos, y no de tres. Reduciendo la velocidad del barco se está ahorrando combustible.

Fig. 8.5. Esquema de arrastreo sin información de sensor de filtrado (Fuente: Recomendación auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)

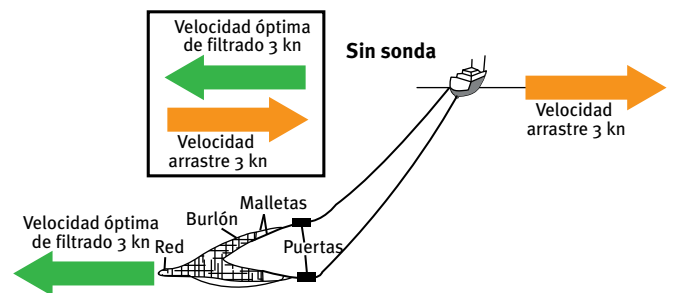
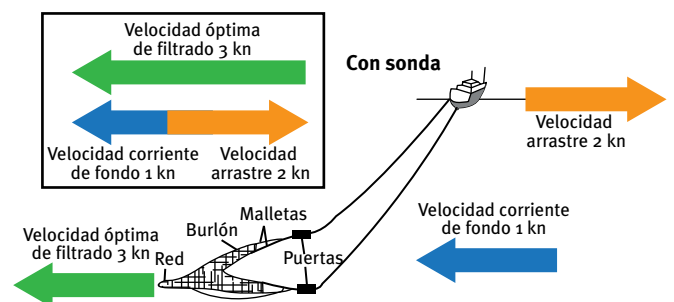


Fig. 8.6. Esquema de arrastreo con información de sensor de filtrado (Fuente: Recomendación auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)



9 Medidas de ahorro energético

Las actuaciones que se pueden realizar sobre embarcaciones pesqueras con el objetivo de disminuir los costes energéticos de la actividad podrían clasificarse en dos grupos.

Por un lado están las medidas que no requieren inversión para su puesta en práctica por lo que se pueden aplicar de manera inmediata. Por otro, las medidas que requieren de inversión inicial, lo que implica la realización previa de un estudio de viabilidad económica para cada caso, a fin de determinar su atractivo en función, principalmente, de su periodo de amortización.

9.1 Medidas de ahorro energético que no implican inversión económica

Entre las **medidas de ahorro energético que no implican inversión económica** destacan las siguientes:

1. Optimización de la velocidad de navegación

Existe un punto en el que la relación consumo velocidad es óptima en función, básicamente, de las características del motor, la hélice y las formas de la embarcación.

Navegando a dicha velocidad la relación consumo/milla recorrida es mínima. No obstante la velocidad de cruceo habitual de las embarcaciones es aproximadamente un 10% mayor, lo que implica un mayor consumo.

Tabla 9.1. Tabla representativa de las variables para la gestión de la navegación en un buque pesquero que trabaja en altura (Fuente: Datos de auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)

350 Millas			
Velocidad (nudos)	Tiempo (horas)	Consumo (litros)	Consumo (litros/milla)
7,00	44,29	4.217	13,60
7,50	41,33	4.277	13,80
8,00	38,75	4.414	14,24
8,50	36,47	4.630	14,94
9,00	34,44	4.925	15,89
9,50	32,63	5.298	17,09
10,00	31,00	5.749	18,54
10,50	29,52	6.278	20,25
11,00	28,18	6.886	22,21
11,50	26,96	7.572	24,43

A modo de ejemplo, la tabla anterior muestra el tiempo y el consumo a diferentes velocidades de un barco pesquero que trabaja en altura (tomando la distancia al caladero como 350 millas). Para realizar el trayecto de ida o de vuelta (puerto base-caladero o a la inversa) el patrón puede elegir navegar a por ejemplo 9,5 nudos (velocidad habitual), siendo el tiempo de navegación 32,63 horas y empleando 5.298 litros de combustible en el trayecto. Si reduce la velocidad un nudo (8,5) tardará cuatro horas más en realizar el trayecto pero gastará 668 litros de combustible menos. Es decir, estará ahorrando más de un 12% de combustible.

2. Optimización logística

a) De los arrastreros que faenan a la pareja: en este tipo de arrastre ambos barcos tiran de un sólo aparejo. Lo habitual es repartir la carga y que ambos vuelvan a puerto para la venta. Si se operara de forma que solamente una embarcación regresara a puerto mientras la pareja espera en el caladero, se eliminarían dos tramos de navegación por jornada de pesca. Esto se traduce en una reducción del consumo anual de cada embarcación.



Fig.9.1 y 9.2. Ruta de navegación y trabajo de arrastreros de litoral que van a la pareja (Fuente: Datos de auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)

Las imágenes anteriores muestran la ruta de navegación y trabajo de dos parejas de arrastreros de litoral. La primera pareja tiene puerto base (punto A) en A Coruña y la segunda en Ribeira. Cada marea la pareja navega hacia el caladero y comienza el arrastre (punto B) hasta que concluyen la faena (punto C). Se reparten la carga y ambos barcos vuelven a puerto. Pero si uno de los barcos de la pareja optara por permanecer en el punto C sólo un barco volvería a puerto, con lo que se estaría ahorrando el combustible que gasta un barco durante el trayecto C-A. El barco que ha ido a puerto, realizada la venta, regresa a C para iniciar una nueva faena con su pareja.

b) Descarga en el punto más cercano: en el caso de barcos de altura que trabajan cerca de tierra puede resultar atractivo para ahorrar combustible trasladar la carga por camión y seguir faenando, en lugar de realizar el viaje de vuelta.

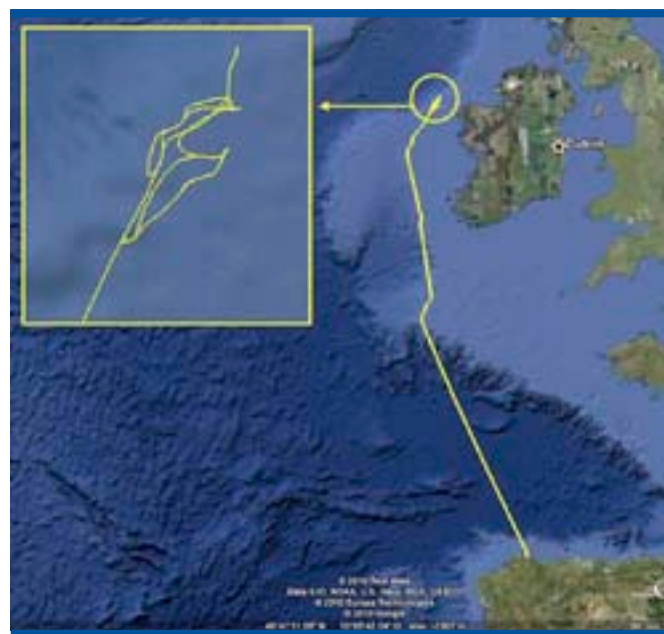


Fig.9.3. Ruta de navegación y trabajo de un pesquero en aguas comunitarias (Fuente: Datos de auditorías energéticas realizadas por CETPEC en 2009 y 2010. Elaboración propia)

La imagen anterior muestra la ruta de navegación y trabajo de un pesquero en aguas comunitarias. Trabaja muy cerca de Irlanda por lo que le resultaría atractiva la posibilidad de descargar allí la pesca y seguir faenando y ahorraría el combustible de la ruta de vuelta navegando. La carga se transportaría por carretera hasta el puerto base para la subasta.

c) Alargar las mareas: el barco podría optar por alargar el tiempo de la marea, de modo que incrementa el tiempo dedicado a pescar y disminuye el dedicado a viajar a y desde el caladero, con el consiguiente ahorro energético. Puede resultar interesante si se emplean técnicas de conservación de la frescura del pescado a bordo o incluso optar por la congelación de las capturas de los primeros días.

Con una adecuada optimización logística puede llegar a reducirse un 50% el tiempo dedicado a la navegación del buque, con el consiguiente ahorro de combustible.

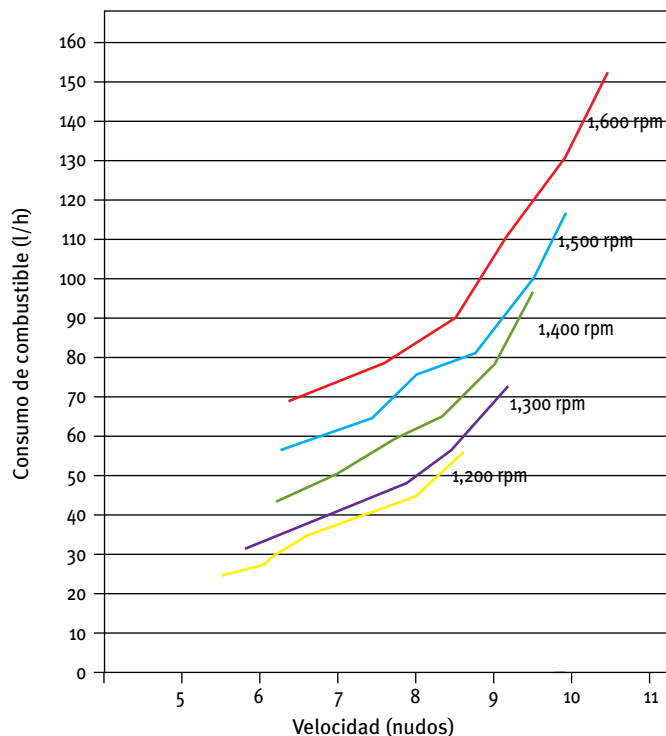
3. Control del sistema de hélice de paso variable en embarcaciones arrastreras

Estudios realizados por el *Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies* (IMARES) de Wageningen (sobre un arrastrero irlandés de 22,65 metros de eslora y 700 CV de potencia) señalan un consumo menor de combustible empleando el mayor paso posible de la hélice para unas necesidades de propulsión dadas, que dará lugar al menor régimen de giro del motor de propulsión.

En las gráficas se observa que se produce un ahorro de combustible considerable tanto durante la navegación del buque (figura 9.4) como en el arrastre (figura 9.5).

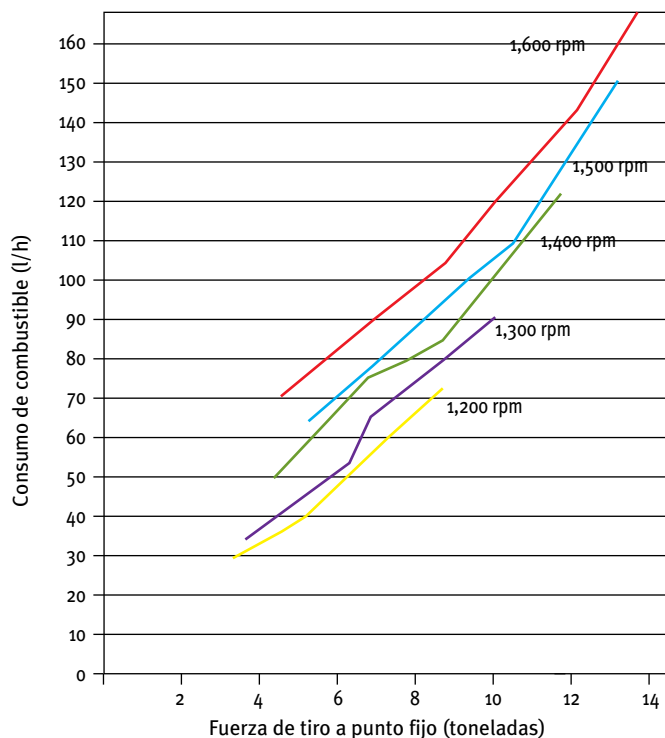
Para mantener la velocidad de navegación deseada, la combinación que requiere menos revoluciones del motor y, por tanto, la que implica un paso de pala mayor, supone un menor consumo de combustible. Por ejemplo, según se observa en la gráfica 9.4, a una velocidad de siete nudos el combustible utilizado puede reducirse en 30 l/h si se trabaja a 1.200 rpm en lugar de hacerlo a 1.600 rpm.

Fig. 9.4. Navegación: consumo de combustible en función de la velocidad para distintos regímenes de giro del motor (distintos pasos de pala) (Fuente: IMARES)



Lo mismo sucede con la capacidad de tiro en arrastre. Para desarrollar la tracción en arrastre de unas toneladas determinadas se consume menos combustible cuanto menores sean las revoluciones del motor y por tanto, cuanto mayor es el porcentaje de pala empleado. Por ejemplo, la gráfica 9.5 muestra que, para un tiro de seis toneladas, el combustible utilizado es de 50 l/h a 1.200 rpm; el consumo para ese mismo tiro es de 90 l/h para 1.600 rpm.

Fig. 9.5. Arrastre: consumo de combustible en función de la capacidad de tiro a punto fijo para distintos regímenes de giro del motor (distintos pasos de pala) (Fuente: IMARES)



9.2 Medidas de ahorro energético que implican inversión económica

En cuanto a las **medidas de ahorro energético que implican inversión económica** destacan las siguientes:

1. Mejoras en la iluminación

Como ya se comentó en el apartado relativo a medidas para la eficiencia energética es posible conseguir un ahorro en las embarcaciones sustituyendo equipos de iluminación.

La sustitución de luminarias halógenas en exterior por otras de halogenuros metálicos, colocar reactancias electromagnéticas en lugar de balastos electrónicos, utilizar tubos fluorescentes de alta luminosidad y eficiencia, o bombillas de bajo consumo donde antes había incandescentes, pueden suponer ahorros superiores a 2.000 litros de combustible al año en un palangrero de Gran Sol.

2. Cocina de inducción

Lo más habitual es el empleo de cocinas con placas de resistencia, caracterizadas por una alta potencia instalada y una baja eficiencia energética. Sustituirla por una cocina de inducción podría alcanzar un ahorro energético directo durante el funcionamiento de un 45%.

Además se incrementa la seguridad a bordo al evitar el riesgo de incendios, dado que sólo calienta la superficie bajo la batería de cocina. Los riesgos laborales derivados de quemaduras por contacto con la placa caliente (frecuentes por el balanceo a veces brusco de la embarcación) también desaparecen por la misma razón.

3. Recuperación de calor de refrigeración del motor para producción de agua caliente sanitaria

Instalando un intercambiador de calor convencional es posible aprovechar el calor residual de refrigeración del motor para producir agua caliente para consumo y calefacción. Con esta actuación el ahorro anual en un palangrero de Gran Sol podría alcanzar los 1.800 litros de combustible.

4. Hélices de paso fijo, modificación o sustitución

Las hélices de paso fijo presentan unas condiciones de diseño en función del cual se logra el máximo rendimiento de la hélice en el momento de máximo rendimiento del motor.



Fig. 9.6. Hélice de barco en varadero (Fuente y elaboración propia)

Las auditorías energéticas realizadas en barcos durante la marea (es decir, en condiciones reales de operación) pusieron de manifiesto que la potencia de trabajo del motor es mucho menor que la máxima. En consecuencia el rendimiento de la hélice es bajo, a lo que se suma que la zona de trabajo habitual del motor supone mucho consumo de combustible.

Modificando el paso de la hélice o bien sustituyéndola para adaptarla a la situación real de operación del motor, se obtendría un doble beneficio: el motor trabajaría de manera más eficiente y la hélice tendría un mayor rendimiento.

En el caso del palangre puede alcanzarse una reducción de un 11% en el consumo instantáneo durante la navegación.

Fig. 9.7. Curva de una hélice no optimizada para las condiciones de operación (Fuente: CETPEC. Auditorías energéticas en barcos de pesca 2009)

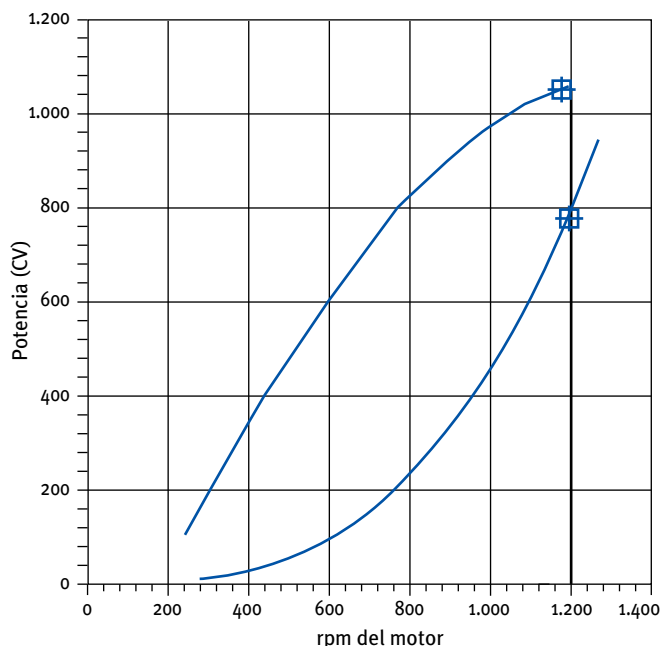
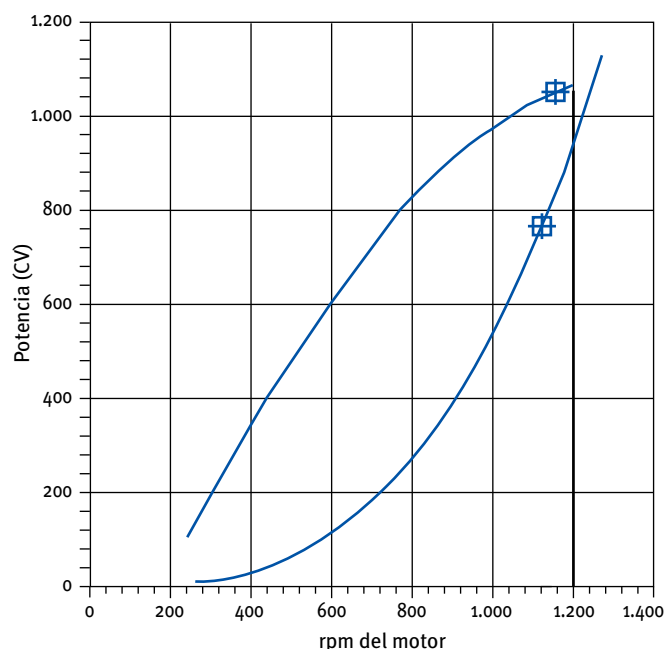


Fig. 9.8. Curva de una hélice optimizada para las condiciones de operación (Fuente: CETPEC. Auditorías energéticas en barcos de pesca 2009)



Las imágenes anteriores muestran dos situaciones diferentes de la curva de aprovechamiento de la hélice (curva inferior) frente a la curva de potencia máxima del motor (curva superior). Desde un punto de vista energético la mejor situación se da cuando la distancia entre ambas curvas es la mínima posible, lo que indicaría que el motor se encuentra en la zona más eficiente.

La gráfica 9.7 muestra la curva de una hélice que no está optimizada con respecto a las condiciones de operación del barco. En este ejemplo, cuando el motor trabaja a 1.200 rpm la hélice alcanza 760 hp de potencia. En la gráfica 9.8 se muestra la curva de una hélice diseñada en función de las condiciones de operación del barco (eligiendo el paso de pala adecuado). Se observa que el motor puede trabajar a menos vueltas (lo que se traduce en un menor consumo) para realizar el mismo trabajo.

En el caso de las embarcaciones de pesca artesanal que trabajan con motores fueraborda, dichos motores se venden acompañados de una hélice genérica. Este conjunto se utiliza para embarcaciones con diferentes esloras, capacidades de carga y regímenes de funcionamiento.

Las auditorías energéticas realizadas en este tipo de lanchas muestran que en muchas ocasiones el motor instalado no consigue alcanzar el régimen de trabajo en el cual el funcionamiento es más eficiente por llevar una hélice con un paso excesivo para las condiciones de operación. En otros casos el paso es inferior al adecuado para las condiciones operativas, por lo que el motor funciona con un régimen de giro superior al de máxima eficiencia, por lo que consume un exceso de combustible.

La adaptación del paso de la hélice a las condiciones propias de cada embarcación fueraborda puede suponer un ahorro importante del combustible consumido por la embarcación.



Fig. 9.9. Embarcaciones artesanales con motor fueraborda y hélice (Elaboración propia)

5. Generador de cola

En los barcos palangreros durante el virado del aparejo (la mayor parte de la operación del barco) el motor de propulsión permanece encendido pero con una demanda de potencia muy baja, por lo que la eficiencia es muy baja. Por otro lado durante esta maniobra la demanda eléctrica es elevada ya que todos los equipos de pesca, de gobierno y auxiliares permanecen encendidos.

La instalación de un generador de cola hace que el peso de la generación de electricidad pase a depender también del motor de propulsión, elevando la carga del mismo y mejorando su eficiencia. Al mismo tiempo, no es necesario encender un motor auxiliar para generar electricidad.

La instalación de este sistema en un palangrero de Gran Sol puede suponer un ahorro en el consumo de combustible de hasta un 15% del total anual.

6. Cables y redes de arrastre de material orgánico

Tradicionalmente las embarcaciones de arrastre utilizan cable trenzado de acero para unir el aparejo de pesca a la embarcación y tirar de él. El cable de acero debe tener secciones considerables para garantizar una resistencia a la tracción y al desgaste adecuadas. En flotas del norte de Europa se están comenzando a utilizar cables de arrastre conformados a partir de fibras orgánicas. Este material ofrece características de resistencia semejantes al acero, pero con un tercio de su peso y mayor duración (por su resistencia a la abrasión y la corrosión).

Se disminuye el peso a transportar por el barco (por el menor peso de la red), pudiendo dar lugar a una reducción en el consumo de combustible de hasta un 5% anualmente.

7. Puertas de arrastre verticales

Este tipo de puertas son fruto de un rediseño integral del concepto de puerta de arrastre tradicional, con la finalidad de optimizar su eficiencia hidrodinámica (que no arrastre por el suelo) a la vez que mantienen su eficacia productiva. Suponen un menor peso y esfuerzo para la embarcación durante la maniobra de arrastre.



Fig. 9.10. Puertas de arrastre tradicionales (Fuente y elaboración propia)



Fig. 9.11. Puertas verticales Morgere (Fuente: Eurored Vigo, S.L.)

8. Sensor de velocidad de filtrado

Tendiendo en cuenta la existencia de las corrientes marinas (que influyen en el empuje o freno de la red), durante la maniobra de arrastre el barco debe mantener una velocidad que no sea tan alta como para provocar un esfuerzo de tiro superior al que puede aguantar la red (pues la rompería), pero que no sea tan lenta que la red termine alcanzando al barco (pues se saldrían las capturas por la boca).

La instalación de un sensor de velocidad de filtrado en la red permite adaptar la velocidad de arrastre con exactitud a las necesidades del aparejo. Se evita mantener velocidades excesivamente altas que además originan un consumo excesivo de combustible (ver figura 9.12).

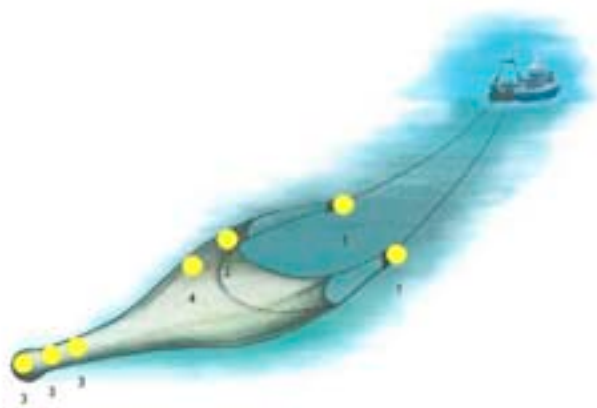


Fig. 9.12. Sensores de velocidad de filtrado (Fuente: Marport)

9. Empleo de gas licuado de petróleo (GLP) como combustible en motores fueraborda

Las embarcaciones de artes menores emplean generalmente motores fueraborda que funcionan a gasolina. Existe la posibilidad de adaptar el motor para que pueda utilizar GLP en lugar de gasolina mediante una adaptación sencilla del sistema de admisión. Además no se modifican sustancialmente el rendimiento ni el consumo del motor.

El GLP es una mezcla de gases (generalmente butano y propano) más barato que la gasolina. El empleo de GLP como combustible en estas lanchas supone un ahorro económico cercano al 34% anual.

A la ventaja económica hay que añadir la ambiental, destacando la eliminación del riesgo de vertido de hidrocarburos en las rías donde suelen faenar.



Fig. 9.13. Detalle de motor y bombonas de GLP en lancha fueraborda (Fuente y elaboración propias)

10. Empleo de gas natural licuado (GNL) como combustible en grandes barcos

Aunque existen barcos noruegos que utilizan este combustible para la propulsión, su aplicación todavía está en desarrollo. Aunque es necesario más espacio para el almacenamiento del combustible e incrementar las medidas de seguridad, en grandes barcos es técnicamente adecuado para el motor, y la gran diferencia de precio respecto al gasóleo es importante.

La siguiente tabla muestra, para algunas tipologías de embarcaciones representativas, el ahorro total que podría alcanzarse aplicando las medidas descritas a lo largo de todo este apartado:

Tabla 9.2. Ahorro energético alcanzable por tipología de buque (Fuente y elaboración propias)

Pesquería	Ahorro alcanzable (%)
Palangre	33
Arrastre Gran Sol	13
Arrastre litoral	22
Lanchas de marisqueo	47

Nota de la tabla: En la tabla anterior no se ha incluido el porcentaje de ahorro en el consumo energético que pueden suponer para las diferentes pesquerías la implantación de las medidas con impacto no cuantificado, por ejemplo: la instalación de caudalímetros, válido para las diferentes tipologías de barcos; la utilización de los sensores de filtrado, de las nuevas puertas y materiales en el caso de la pesquería de arrastre.

Todas las medidas sobre ahorro de energía expuestas en este apartado, cuantificadas o no, son soluciones actualmente existentes en el mercado. Por lo tanto se pueden ejecutar en los barcos de pesca después de haber realizado la correspondiente auditoría energética y como fruto de la recomendación y valoración de la viabilidad técnico-económica de ésta.

REGLAS CLAVE

Para el Ahorro y la Eficiencia Energética en buques de pesca

- ✓ En las embarcaciones pesqueras se pueden aplicar medidas de ahorro energético que no implican inversión económica y otras que sí implican inversión inicial.
- ✓ Existe una velocidad de navegación en la que la relación consumo/velocidad es óptima en función, principalmente, de las características del motor, la hélice y las formas de la embarcación. Navegando a dicha velocidad la relación consumo energético/milla recorrida es mínima.
- ✓ La optimización de la logística en las diferentes modalidades de navegación se pueden traducir en una reducción importante en el consumo anual de cada embarcación.
- ✓ En el caso de barcos de altura que trabajan cerca de tierra pero lejos de su puerto base puede resultar atractivo para ahorrar combustible trasladar la carga por camión y seguir faenando, en lugar de realizar el viaje de vuelta.
- ✓ Alargar el tiempo de la marea (reduciendo el número de desplazamientos hasta y desde el caladero) puede ser ventajoso si se emplean técnicas de conservación de la frescura del pescado a bordo, o incluso optar por la congelación de las capturas de los primeros días.
- ✓ El control del sistema de hélice de paso variable, empleando el mayor paso posible de la hélice en cada estado operativo, dará lugar al menor régimen de giro del motor de propulsión y menor consumo energético.
- ✓ Es posible conseguir un ahorro energético en las embarcaciones sustituyendo determinados equipos de iluminación tanto interior como exterior.
- ✓ Sustituir la tradicional cocina de placas por una de inducción puede alcanzar un ahorro energético directo durante el funcionamiento de un 45% e incrementa la seguridad a bordo.
- ✓ Instalando un intercambiador de calor convencional es posible aprovechar el calor residual de refrigeración del motor para producir agua caliente para consumo y calefacción.
- ✓ En embarcaciones de altura, modificando el paso de la hélice o bien sustituyéndola para adaptarla a la situación real de operación del motor, se obtendría un doble beneficio: el motor trabajaría de manera más eficiente y la hélice tendría un mayor rendimiento.
- ✓ En embarcaciones fueraborda la adaptación del paso de la hélice a las condiciones propias de cada embarcación puede suponer un ahorro importante del combustible consumido.
- ✓ La instalación de un sistema de generación de cola en palangreros de Gran Sol supone un importante ahorro en el consumo energético de los sistemas auxiliares.

- ✓ El uso de cables y redes de arrastre de material orgánico provoca una disminución del peso a transportar por el barco (el peso de la red disminuye de forma considerable), que puede dar lugar a una importante reducción del consumo en arrastre.
- ✓ Las puertas de arrastre verticales optimizan su eficiencia hidrodinámica (no arrastra por el suelo) a la vez que mantienen su eficacia productiva. Suponen un menor peso y esfuerzo para la embarcación durante la maniobra de arrastre.
- ✓ La instalación de un sensor de velocidad de filtrado en la red permite adaptar la velocidad de arrastre en función de la dirección e intensidad de la corriente de fondo. Se evita mantener velocidades excesivamente altas que además originan un consumo excesivo de combustible.
- ✓ Para las embarcaciones de artes menores con motor fueraborda a gasolina existe la posibilidad de adaptar el motor para que pueda utilizar gas licuado de petróleo (GLP) con un ahorro económico cercano al 34% anual.



Glosario de términos

ACS: agua caliente sanitaria.

Arqueo: capacidad o volumen de un buque. Existen dos tipos de arqueo:

- **Neto:** es la capacidad de los espacios destinados a la carga y al pasaje.
- **Bruto:** es la capacidad total del buque. El volumen de todos los espacios que existen bajo la cubierta superior y de los que, situándose por encima de ésta, son cerrados y cubiertos.

Arrastre: arte de pesca consistente en una red en forma de saco que es arrastrada por una o dos embarcaciones (pareja), procurando atravesar los bancos de peces para que penetren en su interior, para quedar atrapado en el copo.

Asiento: diferencia entre el calado de proa y el calado de popa.

Babor (Br): Mirando hacia proa, parte izquierda del buque.

Bodegas: son espacios destinados a transportar carga, reciben diferentes denominaciones según el tipo de buque.

Bulbo: accesorio del casco en forma alargada y abombada en la parte de proa que dota al mismo de mejores características hidrodinámicas. Debe estar siempre sumergido en el agua.

Caladero: zona principal de pesca.

Calado: es la distancia vertical desde la parte baja de la quilla hasta la línea de flotación. Los calados de proa y de popa pueden ser distintos.

Carena u obra viva: Es la parte del barco por debajo de la línea de flotación.

Casco: conjunto de elementos que forman el envoltorio impermeable de un buque, ajustándose a unas formas acertadas para mantener las calidades marineras.

Cerco: red de forma rectangular, sustentada por flotadores, que se mantiene vertical por pesos. Envuelve mediante rodeo al cardumen y se cierra en forma de bolsa por la parte inferior al tirar de un cabo llamado jareta.

CFD: Computational Fluid Dynamics (Simulación Fluidodinámica). Se puede emplear para dos objetivos fundamentales. Por un lado, para calcular la hélice óptima en función de las características del barco; y por otro, para diseñar y dimensionar los apéndices precisos (por ejemplo, bulbo o tobera) para optimizar el comportamiento hidrodinámico del barco.

Cubierta: superficies horizontales que dividen el barco en sentido vertical. Es el piso del barco.

Desplazamiento: es el peso del buque expresado en toneladas.

Dínamo de cola: sistema de generación de corriente continua mediante el acople al motor principal o a la reductora.

Empopado: es el ángulo entre la horizontal del barco y la superficie del mar. Este ángulo se puede variar ajustando de forma adecuada la distribución de carga de los barcos.

Eslora: longitud del buque, medido de proa hacia popa.

Estribor (Er): Mirando hacia proa, parte derecha del buque.

Folio: Número de identificación del barco.

Generador eléctrico: máquina capaz de producir electricidad. Pueden ser:

- Alternadores: en el circuito exterior de utilización producen corriente alterna.
- Dínamos: en el circuito exterior de utilización producen corriente continua.

Grupo hidróforo: sistema de alimentación de agua dulce para cocina, aseos y duchas.

Hélice de pala fija: tanto el núcleo como las palas forman un solo cuerpo.

Hélice de pala variable: las palas van unidas al núcleo por medio de ensamblajes. Disponen de un mecanismo interior que permite cambiar la orientación de las palas.

Largar: acto de lanzar el aparejo al mar.

Línea de flotación: es la línea que señala la superficie del agua en el caso de un buque. Divide el buque en dos partes: la obra viva y la obra muerta.

Manga: ancho del buque.

Marea: duración en días de cada salida del barco a faenar, que incluye navegación y pesca.

Motor auxiliar: el utilizado para generación eléctrica y adaptación de bombas hidráulicas.

Motor principal: el utilizado para la propulsión del buque. En algunos casos disponen de sistemas de generación y de bombas hidráulicas, con función de reserva.

Nudo (KNOT): unidad de medida de velocidad en millas náuticas/hora.

Obra muerta: es la parte del casco que está sobre la línea de flotación. Parte del casco comprendida entre la línea de flotación y la borda.

Obra viva: es la parte sumergida del casco o la parte del barco por debajo de la línea de flotación.

Palangre de fondo: aparejo formado por un cabo de fibra llamado madre, de longitud variable, del que cuelgan otros más finos llamados brazoladas, a los que se empatan los anzuelos. En los extremos y a lo largo del cabo madre se disponen elementos de fondeo y flotación necesarios para mantener los anzuelos a profundidad deseada.

Pastesca: dispositivo o polea compuesto de una rueda móvil alrededor de un eje, con un canal por donde pasa el cabo, cable o cadena, para transformar una energía eléctrica o hidráulica en energía mecánica de tiro. Se puede abrir por una de sus caras laterales para poder meter por el seno un cabo sin necesidad de pasarlo por el chicote.

Pesquería: es el conjunto de actividades relacionadas con el arte u oficio de la pesca o captura de recursos animales marinos. Las pesquerías se dividen en unidades de pesquería, que están conformadas por un conjunto de embarcaciones del mismo tipo, las artes y habilidades de pesca, los instrumentos especializados, las plantas procesadoras, los embalajes y los sistemas de distribución y mercadeo.

Popa: Parte posterior del buque.

Potencia: al hablar de un motor, es una medida de la capacidad de generar trabajo del motor. Se expresa en CV.

Proa: Parte anterior del buque.

Propulsión: cualidad que posibilita al buque trasladarse de un lugar a otro.

Puntal: Altura del buque.

Reductor: se denomina caja reductora a un mecanismo que consiste, generalmente, en un grupo de engranajes con el que se consigue mantener la velocidad de salida en un régimen próximo al ideal para el funcionamiento. Por ejemplo, en el caso del motor principal, el reductor va colocado entre éste y la hélice para permitir que el régimen de giro del motor y el de la hélice puedan ser distintos y que se encuentren los dos en una zona de funcionamiento de máximo rendimiento.

rpm: revoluciones por minuto.

tep: tonelada equivalente de petróleo. Unidad comparativa para consumos de combustibles que representa la energía que se puede extraer de media de la combustión de una tonelada de petróleo.

Tobera: estructura tubular que rodea a la hélice. En determinadas circunstancias puede mejorar mucho la eficiencia de un sistema de propulsión.

Velocidad de filtrado de la red: la velocidad relativa entre la malla del arte de pesca y el agua que la atraviesa. Es el resultado de añadir a la velocidad de arrastre del aparejo (la del barco) la velocidad de corriente presente a la profundidad de trabajo del arte, que puede ser distinta de la superficial.

Virar: acto de izar el aparejo a bordo.

Bibliografía

- “Draft final report of the study for the Committee on fisheries of the European Parliament”, *The Impact of the Increase of the Oil price in European Fisheries*. Project nº IP/B/PECH/ST/2005-142. by LEI, Netherlands, April 2006.
- Erwin M. Schau, Harald Ellingsen, Anders Endal, Svein Aa. Aanonsen. “Energy consumption in the Norwegian fisheries”. *Journal of Cleaner Production* 17. 325-334. 2009.
- Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies Wageningen IMARES. “Energy Saving in Fisheries” (ESIF) Fish/2006/17 LOT 3.
- Ministerio de Medioambiente y Medio Rural y Marino. Secretaría General Técnica. Subdirección General de Estadística. “Estadísticas Pesqueras, Octubre 2010”.
- Dpto. Agricultura, Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. “Medidas de ahorro de combustible y de costes para armadores de pequeñas embarcaciones pesqueras”. 2005.
- Subdirección General de Política Estructural. Secretaría General del Mar. “Proyectos de ahorro y eficiencia energética. Situación de la investigación”. Marzo 2011.
- http://europa.eu/legislation_summaries/maritime_affairs_and_fisheries/index_es.htm
- http://europa.eu/legislation_summaries/maritime_affairs_and_fisheries/maritime_affairs/l66029_es.htm
- <http://www.uned.es/biblioteca/energiarenovable3/impacto.htm>
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, IDAE. “Plan de Acción 2008-2012: Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4)”.
- “Reglamento para el reconocimiento de los alojamientos a bordo de buques pesqueros y convenio 92 de la OIT para este tipo de buques”.

- Centro Tecnológico de la Pesca (CETPEC) para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Resumen sobre el desarrollo de la medida del Plan de Acción 2008-2012 “*Mejora del Ahorro y la Eficiencia Energética en el Sector Pesquero*”. Marzo 2010.

Esta publicación ha contado con las ayudas del Ministerio de Ciencia e Innovación dentro del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011 y los fondos FEDER, a través de la convocatoria de Proyectos Singulares y Estratégicos del año 2009



(PSE-370000-2009-006)

Títulos publicados de la serie
*Ahorro y Eficiencia Energética
en la Agricultura:*

Nº Especial: *Consumos Energéticos en las Operaciones Agrícolas en España.* 2005

Tríptico promocional: *Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura.* 2005

Nº 1: *Ahorro de Combustible en el Tractor Agrícola.* 2005

Nº 2: *Ahorro y Eficiencia Energética en Agricultura de Regadío.* 2005

Nº 3: *Ahorro y Eficiencia Energética en Instalaciones Ganaderas.* 2005

Nº 4: *Ahorro, Eficiencia Energética y Sistemas de Laboreo Agrícola.* 2006

Nº 5: *Ahorro, Eficiencia Energética y Estructura de la Explotación Agrícola.* 2006

Nº 6: *Ahorro, Eficiencia Energética y Fertilización Nitrogenada.* 2007

Nº 7: *Ahorro y Eficiencia Energética en Invernaderos.* 2008

Nº 8: *Protocolo de Auditoría Energética en Invernaderos. Auditoría energética de un invernadero para cultivo de flor cortada en Mendigorria.* 2008

Nº 9: *Ahorro y Eficiencia Energética en las Comunidades de Regantes.* 2008

Nº 10: *Protocolo de Auditoría Energética en Comunidades de Regantes.* 2008

Nº 11: *Ahorro y Eficiencia Energética en los Cultivos Energéticos y Agricultura.* 2009

Nº 12: *Ahorro y Eficiencia Energética con Agricultura de Conservación.* 2009

Nº 13: *Ahorro y Eficiencia Energética en Buques de Pesca.* 2009

- Nº 14: *Auditorías Energéticas en Instalaciones Ganaderas. Parte 1: Manual para la realización de auditorías energéticas en instalaciones ganaderas.* 2010
- Nº 15: *Auditorías Energéticas en Instalaciones Ganaderas. Parte 2: Protocolo para la realización de auditorías energéticas en instalaciones ganaderas y ejemplos de auditorías en cuatro instalaciones.* 2010
- Nº 16: *Ahorro y Eficiencia Energética en Agricultura de Precisión.* 2010
- Nº 17: *Ahorro y Eficiencia Energética en Buques de Pesca. Experiencias y Prácticas.* 2011



IDAE

Instituto para la Diversificación
y Ahorro de la Energía

c/ Madera, 8 - 28004 Madrid
Tel.: 91 456 49 00. Fax: 91 523 04 14
comunicacion@idae.es
www.idae.es



P.V.P.: 8 € (IVA incluido)