

ANEXO 5

RESOLUCIÓN MEPC.254(67)

Adoptada el 17 de octubre de 2014

**DIRECTRICES DE 2014 SOBRE RECONOCIMIENTO Y CERTIFICACIÓN
DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE PROYECTO (EEDI)**

EL COMITÉ DE PROTECCIÓN DEL MEDIO MARINO,

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

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

TOMANDO NOTA de que las enmiendas al Anexo VI del Convenio MARPOL, adoptadas en su 62º periodo de sesiones, incluido el nuevo capítulo 4 acerca de las reglas sobre eficiencia energética de los buques, entraron en vigor el 1 de enero de 2013,

TOMANDO NOTA TAMBIÉN de que en la regla 5 (Reconocimientos) del Anexo VI del Convenio MARPOL, enmendado, se prescribe que los buques a los que se aplica el capítulo 4 sean también objeto de reconocimientos y certificación teniendo en cuenta las directrices adoptadas por la Organización,

TOMANDO NOTA ADEMÁS de que, en su 63º periodo de sesiones, el Comité adoptó mediante la resolución MEPC.214(63) las Directrices de 2012 sobre reconocimiento y certificación del índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI), que se enmendaron en su 65º periodo de sesiones mediante la resolución MEPC.234(65),

RECONOCIENDO que las enmiendas al Anexo VI del Convenio MARPOL requieren la adopción de las directrices pertinentes para una implantación uniforme y sin contratiempos de las reglas y a fin de facilitar el tiempo suficiente para que se prepare el sector,

HABIENDO EXAMINADO, en su 67º periodo de sesiones, las propuestas de directrices de 2014 sobre reconocimiento y certificación del índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI),

1 ADOPTA las Directrices de 2014 sobre reconocimiento y certificación del índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI), que figuran en el anexo de la presente resolución;

2 INVITA a las Administraciones a que tengan en cuenta las directrices adjuntas al elaborar y promulgar leyes nacionales que hagan entrar en vigor e implanten las disposiciones dispuestas en la regla 5 del Anexo VI del Convenio MARPOL enmendado;

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

4 ACUERDA mantener las Directrices sometidas a examen teniendo en cuenta la experiencia adquirida con su aplicación; y

5 REVOCA las Directrices de 2012 sobre reconocimiento y certificación del índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI), adoptadas mediante la resolución MEPC.214(63) y enmendadas por la resolución MEPC.234(65).

ANEXO

DIRECTRICES DE 2014 SOBRE RECONOCIMIENTO Y CERTIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE PROYECTO (EEDI)

ÍNDICE

- 1 GENERALIDADES
- 2 DEFINICIONES
- 3 ÁMBITO DE APLICACIÓN
- 4 PROCEDIMIENTOS DE RECONOCIMIENTO Y CERTIFICACIÓN
 - 4.1 Generalidades
 - 4.2 Verificación preliminar del EEDI obtenido en la etapa de proyecto
 - 4.3 Verificación definitiva del EEDI obtenido en pruebas de mar
 - 4.4 Verificación del EEDI obtenido en caso de una transformación importante
- Apéndice 1 Ejemplo de expediente técnico del EEDI
- Apéndice 2 Directrices para la validación de los cuadros de potencia eléctrica para el EEDI (EPT-EEDI)
- Apéndice 3 Formulario del cuadro de potencia eléctrica para el índice de eficiencia energética de proyecto (formulario EPT-EEDI) y declaración de validación

1 GENERALIDADES

Estas directrices tienen por objeto ayudar a los verificadores del índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI) de los buques a llevar a cabo el reconocimiento y la certificación del EEDI de conformidad con las reglas 5, 6, 7, 8 y 9 del Anexo VI del Convenio MARPOL, y ayudar a los propietarios y constructores de buques y a los fabricantes, así como a otras partes interesadas, a entender los procedimientos de reconocimiento y certificación del EEDI.

2 DEFINICIONES¹

2.1 *Verificador*: Administración u organización debidamente autorizada por ésta que lleve a cabo el reconocimiento y la certificación del EEDI de conformidad con las reglas 5, 6, 7, 8 y 9 del Anexo VI del Convenio MARPOL y las presentes directrices.

2.2 *Buque del mismo tipo*: buque cuya forma de casco (expresada en planos de formas tales como el plano longitudinal o el plano transversal), excluidas características adicionales del casco tales como las aletas, y cuyas características principales son idénticas a las del buque de referencia.

2.3 *Ensayos hidrodinámicos*: pruebas de remolque con modelo, pruebas de autopropulsión con modelo y pruebas de la hélice en aguas libres con modelo. Cabe aceptar los cálculos numéricos como equivalentes a las pruebas de la hélice en aguas libres con modelo o utilizarlos como complemento de los ensayos hidrodinámicos llevados a cabo (por ejemplo, para evaluar el efecto de características adicionales del casco tales como las aletas, etc., en el rendimiento del buque), con la aprobación del verificador.

3 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las presentes directrices deberían aplicarse a los buques nuevos para los que se haya presentado a un verificador una solicitud de reconocimiento inicial o reconocimiento adicional tal como se especifica en la regla 5 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

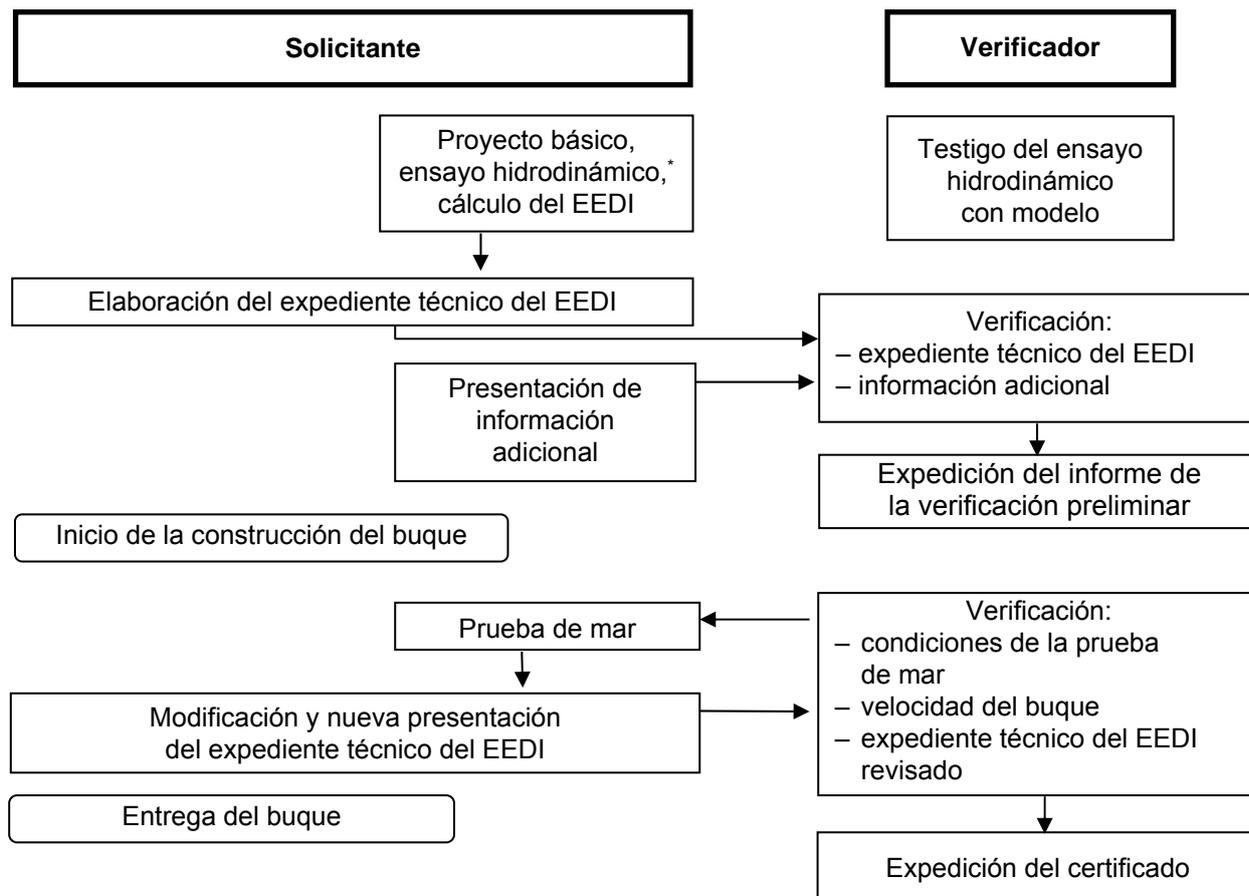
4 PROCEDIMIENTOS DE RECONOCIMIENTO Y VERIFICACIÓN

4.1 Generalidades

4.1.1 El EEDI obtenido debería calcularse con arreglo a la regla 20 del Anexo VI del Convenio MARPOL y las Directrices sobre el método de cálculo del EEDI obtenido para buques nuevos, adoptadas mediante la resolución MEPC.245(66) (en adelante "Directrices sobre el cálculo del EEDI"). El reconocimiento y la certificación del EEDI deberían realizarse en dos fases: verificación preliminar en la etapa de proyecto y verificación final en la prueba de mar. El diagrama de flujo básico del proceso de reconocimiento y certificación se indica en la figura 1.

4.1.2 La información utilizada en el proceso de verificación podrá contener datos confidenciales del solicitante que requieran protección de los derechos de la propiedad intelectual. En caso de que el solicitante desee un acuerdo de confidencialidad con el verificador, debería facilitarse información adicional al verificador de conformidad con unas condiciones mutuamente acordadas.

¹ Otras expresiones utilizadas en las presentes directrices tienen el mismo significado que las definidas en las Directrices sobre el método de cálculo del EEDI obtenido para buques nuevos.



* Que llevarán a cabo una organización que realice ensayos o el mismo solicitante.

Figura 1: Diagrama de flujo básico del proceso de reconocimiento y certificación

4.2 Verificación preliminar del EEDI obtenido en la etapa de proyecto

4.2.1 Para la verificación preliminar en la etapa de proyecto, debería presentarse al verificador una solicitud de reconocimiento inicial y un expediente técnico del EEDI que contenga la información necesaria para la verificación y otros documentos de fondo pertinentes.

4.2.2 El expediente técnico del EEDI debería estar redactado en inglés como mínimo y debería incluir al menos, aunque no exclusivamente:

- .1 el peso muerto (TPM), o el arqueado bruto (GT) en el caso de los buques de pasaje y los buques de pasaje de transbordo rodado, el régimen nominal máximo continuo (MCR) de los motores principales y auxiliares, la velocidad del buque (V_{ref}) especificada en el párrafo 2.2 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI, el tipo de combustible, el consumo específico de combustible (SFC) del motor principal al 75 % de potencia MCR, el SFC de los motores auxiliares al 50 % de potencia MCR y el cuadro de potencia eléctrica² de determinados tipos de buque, definido, según sea necesario, en las Directrices sobre el cálculo del EEDI;

² El cuadro de potencia eléctrica debería validarse por separado, teniendo en cuenta las directrices que figuran en el apéndice 2 de las presentes directrices.

- .2 curva de potencia (kW/nudo) estimada en la etapa de proyecto en las condiciones especificadas en el párrafo 2.2 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI y, si la prueba de mar se lleva a cabo en condiciones distintas de las mencionadas, también una curva de potencia estimada en las condiciones de la prueba de mar;
- .3 principales características, tipo de buque e información pertinente para su clasificación, anotaciones de la clasificación y panorámica del sistema de propulsión y del sistema de suministro eléctrico a bordo;
- .4 proceso de cálculo y metodología de las curvas de potencia en la etapa de proyecto;
- .5 descripción del equipo de ahorro de energía;
- .6 valor calculado del EEDI obtenido, incluida una reseña del cálculo en la que debería figurar, como mínimo, cada valor de los parámetros de cálculo, así como el proceso de cálculo empleado para determinar el valor del EEDI obtenido;
- .7 valores calculados del $EEDI_{weather}$ obtenido y valor de f_w (distinto de 1,0), si esos valores se han calculado, de conformidad con lo dispuesto en las Directrices sobre el cálculo del EEDI; y
- .8 en los buques para el transporte de gas natural licuado (GNL):
 - .1 tipo y perfil de los sistemas de propulsión (por ejemplo, diésel por impulso directo, diésel-eléctrica, turbina de vapor);
 - .2 capacidad del tanque de carga de GNL en m^3 y BOR, tal como se definen en el párrafo 2.5.6.3 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI;
 - .3 potencia en el eje del eje portahélice tras la caja de cambio al 100 % de la potencia nominal de salida del motor (MPP_{motor}) y $\eta_{(t)}$ para la propulsión diésel-eléctrica;
 - .4 potencia nominal máxima continua ($MCR_{turbina\ de\ vapor}$) para la turbina de vapor; y
 - .5 $SFC_{turbina\ de\ vapor}$ para la turbina de vapor, tal como se especifica en el párrafo 2.5.7 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI.

En el apéndice 1 de las presentes directrices se facilita un ejemplo de expediente técnico del EEDI.

4.2.3 En el caso de los buques equipados con un motor o motores de combustible mixto, se deberían utilizar el factor C_F del gas (GNL) y el consumo específico de combustible referente al combustible gaseoso, siguiendo como base los criterios siguientes a modo de orientaciones para la Administración:

- .1 la decisión final sobre el combustible principal le corresponde a la Administración;

- .2 el cociente de valor calorífico del combustible gaseoso (GNL) respecto de los combustibles marinos totales (fueloil pesado/gasoil para usos marinos), incluido el GNL en las condiciones de proyecto debería ser igual o superior al 50 % de conformidad con la fórmula que figura a continuación. No obstante, la Administración puede aceptar un valor inferior del porcentaje teniendo en cuenta los viajes previstos;

$$\frac{V_{gas} \times \rho_{gas} \times LCV_{gas} \times K_{gas}}{\left(\sum_{i=1}^{nLíquido} V_{líquido(i)} \times \rho_{líquido(i)} \times LCV_{líquido(i)} \times K_{líquido(i)} \right) + V_{gas} \times \rho_{gas} \times LCV_{gas} \times K_{gas}} \geq 50 \%$$

En la cual,

V_{gas} es el volumen neto total del tanque del combustible gaseoso a bordo en m³;

$V_{líquido}$ es el volumen neto total del tanque de cada combustible líquido a bordo en m³;

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

$\rho_{líquido}$ es la densidad de cada combustible líquido en kg/m³;

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

$LCV_{líquido}$ es el valor calorífico bajo del combustible líquido en kJ/kg;

K_{gas} es la tasa de llenado para los tanques de combustible gaseoso;

$K_{líquido}$ es la tasa de llenado para los tanques de combustible líquido.

La densidad normal, el valor calorífico bajo y la tasa de llenado de los tanques para los distintos tipos de combustibles se indican a continuación:

Tipo de combustible	Densidad (kg/m ³)	Valor calorífico bajo (kJ/kg)	Tasa de llenado de los tanques
Diésel/Gasoil	900	42 700	0,98
Fueloil pesado	991	40 200	0,98
Gas natural licuado (GNL)	450	48 000	0,95*

* A reserva de que se verifique el límite de llenado del tanque.

- .3 cuando los buques no estén plenamente equipados con motores de combustible mixto, se debería utilizar el factor C_F del gas (GNL) sólo para los motores instalados que sean de combustible mixto y se debería disponer del suministro suficiente de combustible gaseoso para dichos motores; y

- .4 las soluciones para el aprovisionamiento de GNL con contenedores cisterna intercambiables (especializados) se deberían incluir también en la noción de GNL como combustible principal.

4.2.4 El *SFC* de los motores principales y auxiliares debería obtenerse del expediente técnico sobre los NO_x aprobado y debería corregirse de acuerdo con el valor correspondiente a las condiciones normalizadas de referencia ISO, utilizando el valor calorífico inferior normalizado del fueloil (42 700 kJ/kg), haciendo referencia a las normas ISO 15550:2002 e ISO 3046-1:2002. Para confirmar el *SFC*, debería presentarse al verificador una copia del expediente técnico sobre los NO_x aprobado, así como un resumen documentado de los cálculos de corrección. Si el expediente técnico sobre los NO_x aún no se ha aprobado en el momento de solicitar el reconocimiento inicial, deberían utilizarse los informes de pruebas facilitados por los fabricantes. En tal caso, debería presentarse al verificador, en el momento de la verificación de la prueba de mar, una copia del expediente técnico sobre los NO_x aprobado y el resumen documentado de los cálculos de corrección. Si, de conformidad con el párrafo 4.2.3, se determina que el combustible gaseoso es el principal y si los motores instalados no cuentan con expedientes técnicos sobre los NO_x aprobados en modalidad de gas, el *SFC* de la modalidad de gas debería ser presentado por el fabricante y confirmado por el verificador.

Nota: El *SFC* del expediente técnico sobre los NO_x es el valor del motor de referencia, y la utilización de este valor de *SFC* en el cálculo del EEDI de los motores emparentados puede presentar los siguientes problemas técnicos, que han de analizarse más a fondo:

- .1 en el expediente técnico sobre los NO_x figura una definición amplia de los "motores emparentados", y las especificaciones de motores que pertenezcan al mismo grupo o familia pueden variar; y
- .2 el índice de emisiones de NO_x del motor de referencia es el más alto para el grupo o familia; es decir, las emisiones de CO_2 , que tienen una relación inversa con las emisiones de NO_x , pueden ser inferiores a las de otros motores emparentados del mismo grupo o familia.

4.2.5 En el caso de los buques a los que se aplica la regla 21 del Anexo VI del Convenio MARPOL, las curvas de potencia utilizadas para la verificación preliminar en la etapa de proyecto deberían basarse en resultados fiables de ensayos hidrodinámicos. El ensayo hidrodinámico de un buque concreto puede omitirse si existen justificaciones técnicas para ello, por ejemplo, la disponibilidad de los resultados de tales pruebas para buques del mismo tipo. Además, en el caso de buques que sean objeto de pruebas de mar en las condiciones especificadas en el párrafo 2.2 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI, la omisión de los ensayos hidrodinámicos es aceptable si el constructor y el propietario del buque están de acuerdo y el verificador da su aprobación. Para garantizar la calidad de los ensayos hidrodinámicos, debería tenerse en cuenta el sistema de calidad de la ITTC. El verificador debería presenciar el ensayo hidrodinámico con modelo.

Nota: Sería conveniente en el futuro que las organizaciones que realicen los ensayos hidrodinámicos cuenten con autorización.

4.2.6 El verificador puede solicitar al solicitante información adicional además de la que figura en el expediente técnico sobre el EEDI, si es necesario, a fin de examinar el proceso de cálculo del EEDI obtenido. La estimación de la velocidad del buque en la etapa de proyecto depende en gran medida de la experiencia del constructor del buque, y tal vez sea

inviabile que una persona u organización determinada, que no sea el constructor del buque, examine detalladamente los aspectos técnicos de parámetros basados en la experiencia, tales como el coeficiente de rugosidad y el coeficiente de la estela. Por lo tanto, la verificación preliminar debería centrarse en el proceso de cálculo del EEDI obtenido, a fin de garantizar que es razonable y consistente desde el punto de vista técnico y que cumple la regla 20 del Anexo VI del Convenio MARPOL y las Directrices sobre el cálculo del EEDI.

Nota 1: Un posible modo para avanzar hacia una verificación más sólida es establecer una metodología normalizada que permita obtener la velocidad del buque a partir de los resultados de los ensayos hidrodinámicos estableciendo valores normalizados para los factores de corrección basados en la experiencia, tales como el coeficiente de rugosidad y el coeficiente de la estela. De este modo, se podría establecer una comparación más objetiva entre el comportamiento de los distintos buques al eliminar la posibilidad de establecer arbitrariamente parámetros basados en la experiencia. Si se trata de alcanzar dicha normalización, esto influirá en la manera en que se ajusta la velocidad del buque a partir de los resultados de las pruebas de mar, de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 4.3.8 de las presentes directrices.

Nota 2: Se prevé que se elaborará una norma conjunta del sector para respaldar el método y la función del verificador.

4.2.7 La información adicional que el verificador puede pedir al solicitante que le facilite puede incluir, entre otras cosas:

- .1 una descripción de la instalación de ensayos hidrodinámicos que debería incluir el nombre de la instalación, las características de los tanques y el equipo de remolque, y el registro de la calibración de todo el equipo de seguimiento;
- .2 los planos de formas del buque modelo y de un buque real para la verificación de la idoneidad del ensayo hidrodinámico; los planos de formas (plano longitudinal, plano transversal y plano horizontal) deberían ser lo suficientemente detallados para demostrar las analogías entre el buque modelo y el buque real;
- .3 el desplazamiento en rosca del buque y el cuadro de desplazamiento, a fin de verificar el peso muerto;
- .4 un informe detallado del método y los resultados del ensayo hidrodinámico, que debería incluir al menos los resultados del ensayo hidrodinámico en las condiciones de la prueba de mar y en las condiciones especificadas en el párrafo 2.2 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI;
- .5 una descripción detallada del método de cálculo de la velocidad del buque, que debería incluir los criterios para estimar parámetros basados en la experiencia, tales como el coeficiente de rugosidad y el coeficiente de la estela;
- .6 los motivos de la exención de un ensayo hidrodinámico, si procede; esto debería incluir los planos de formas y los resultados de los ensayos hidrodinámicos de los buques del mismo tipo, y una comparación de las características principales de estos buques y del buque de que se trate.

Debería facilitarse una justificación técnica adecuada del motivo por el que el ensayo hidrodinámico resulta innecesario; y

- .7 en el caso de los buques para el transporte de GNL, el proceso de cálculo detallado de P_{AE} y $SFC_{turbina\ de\ vapor}$.

4.2.8 El verificador debería publicar un informe sobre la verificación preliminar del EEDI una vez que haya verificado el EEDI obtenido en la etapa de proyecto, de conformidad con lo dispuesto en las secciones 4.1 y 4.2 de las presentes directrices.

4.3 Verificación definitiva del EEDI obtenido en pruebas de mar

4.3.1 Las condiciones de las pruebas de mar deberían establecerse en las condiciones especificadas en el párrafo 2.2 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI, si es posible.

4.3.2 Antes de la prueba de mar, deberían presentarse los siguientes documentos al verificador: una descripción del procedimiento que se utilizará para la prueba de velocidad, el cuadro del desplazamiento final y el desplazamiento en rosca medido, o una copia del informe del reconocimiento del peso muerto, así como una copia del expediente técnico sobre los NO_x , si es necesario. El procedimiento de prueba debería incluir, como mínimo, las descripciones de todos los elementos que es necesario medir y los correspondientes métodos de medición que se utilizarán para elaborar las curvas de potencia en las condiciones de la prueba de mar.

4.3.3 El verificador debería presenciar la prueba de mar y confirmar:

- .1 el sistema de propulsión y suministro de energía, las características de los motores o turbinas de vapor y otros puntos de interés que se describen en el expediente técnico del EEDI;
- .2 el calado y el asiento;
- .3 las condiciones del mar;
- .4 la velocidad del buque; y
- .5 la potencia en el eje y las revoluciones por minuto del motor primario.

4.3.4 El calado y el asiento deberían confirmarse con las mediciones del calado realizadas antes de la prueba de mar. El calado y el asiento deberían aproximarse lo más posible a las condiciones hipotéticas utilizadas para estimar las curvas de potencia.

4.3.5 Las condiciones del mar deberían medirse con arreglo al procedimiento recomendado 7.5-04-01-01.1 de la ITTC, *Speed and Power Trials*, parte 1, 2012, revisión 1, o la norma ISO 15016:2002,³ enmendada.

4.3.6 La velocidad del buque debería medirse con arreglo al procedimiento recomendado 7.5-04-01-01 de la ITTC, *Speed and Power Trials*, parte 1, 2012, revisión 1, o la norma ISO 15016: 2002,³ enmendada, y en más de dos puntos cuyo intervalo incluya la

³ El procedimiento recomendado 7.5-04-01-01 de la ITTC se considera la norma preferible y está disponible en el sitio en la Red ITTC.SNAME.ORG. La versión revisada de la norma ISO 15016 debería estar disponible a principios de 2014.

potencia del motor principal especificada en el párrafo 2.5 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI.

4.3.7 La potencia del motor principal, la potencia al eje del eje portahélice (en el caso de los buques para el transporte de GNL que tengan un sistema de propulsión diésel-eléctrica) o la potencia de la turbina de vapor (en el caso de los buques para el transporte de GNL que tengan un sistema de propulsión mediante turbina de vapor) deberían medirse con un medidor de la potencia en el eje o con arreglo a un método recomendado por el fabricante del motor y aprobado por el verificador. Podrán aceptarse otros métodos con el consentimiento del propietario y el constructor del buque, con la aprobación del verificador.

4.3.8 El solicitante debería elaborar curvas de potencia basadas en la velocidad del buque medida y en la potencia del motor principal medida en la prueba de mar. Para elaborar las curvas de potencia, el solicitante debería calibrar la velocidad media del buque, si es necesario, teniendo en cuenta el efecto del viento, la marea, las olas, las aguas poco profundas, el desplazamiento, la temperatura del agua de mar y la densidad del agua, de conformidad con la norma ISO 15016: 2002,³ enmendada. Una vez que se haya alcanzado un acuerdo con el propietario del buque, el solicitante debería presentar al verificador un informe sobre las pruebas de velocidad que incluya detalles relativos a la elaboración de la curva de potencia para que lo verifique.

4.3.9 El solicitante debería comparar las curvas de potencia obtenidas como resultado de la prueba de mar y las curvas de potencia estimadas en la etapa de proyecto. Si se observan diferencias, el EEDI obtenido debería calcularse de nuevo, según sea necesario, con arreglo a los siguientes criterios:

- .1 en el caso de buques cuyas pruebas de mar se realicen en las condiciones especificadas en el párrafo 2.2 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI, el EEDI obtenido debería calcularse de nuevo utilizando la velocidad del buque medida en las pruebas de mar con la potencia del motor principal especificada en el párrafo 2.5 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI; y
- .2 en el caso de buques cuyas pruebas de mar no se puedan realizar en las condiciones especificadas en el párrafo 2.2 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI, si la velocidad del buque medida con la potencia del motor principal especificada en el párrafo 2.5 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI en las condiciones de las pruebas de mar difiere de la velocidad del buque prevista en la curva de potencia para estas condiciones, el constructor del buque debería volver a calcular el EEDI obtenido ajustando la velocidad del buque en las condiciones especificadas en el párrafo 2.2 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI mediante un método de corrección adecuado aceptado por el verificador.

³ El procedimiento recomendado 7.5-04-01-01 de la ITTC se considera la norma preferible y está disponible en el sitio en la Red ITTC.SNAME.ORG. La versión revisada de la norma ISO 15016 debería estar disponible a principios de 2014.

En la figura 2 se presenta un ejemplo de posibles métodos para el ajuste de la velocidad:

Nota: Sería necesario examinar más a fondo la metodología para el ajuste de la velocidad que se indica en el párrafo 4.3.9.2 de las presentes directrices. Uno de los problemas que pueden darse es que la curva de potencia en las condiciones de la prueba de mar se estime de forma excesivamente conservadora (es decir, la curva de potencia se desplaza a la izquierda), con la intención de que la velocidad del buque se revise al alza al hacer que la velocidad del buque medida en la prueba de mar supere significativamente la velocidad estimada a la baja para las condiciones de la prueba de mar en la etapa de proyecto.

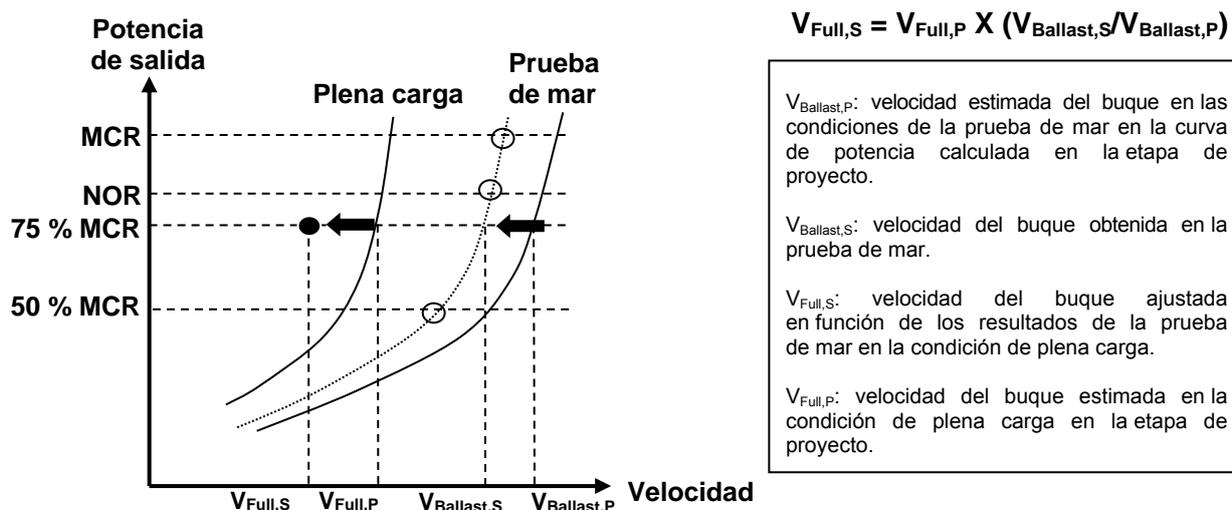


Figura 2: Ejemplo de posibles ajustes de la velocidad del buque

4.3.10 En los casos en los que el peso muerto/arqueo bruto final determinado difiera del peso muerto/arqueo bruto de proyecto utilizado en el cálculo del EEDI durante la verificación preliminar, el solicitante debería volver a calcular el EEDI obtenido utilizando el peso muerto/arqueo bruto final determinado. El peso muerto/arqueo bruto final determinado debería quedar confirmado en el Certificado de arqueo del buque.

4.3.11 Debería considerarse que la eficiencia eléctrica $\eta_{(i)}$ es del 91,3 % a efectos del cálculo del EEDI obtenido. De lo contrario, si ha de aplicarse un valor superior al 91,3 %, la $\eta_{(i)}$ se obtendrá por medición y se verificará por el método aprobado por el verificador.

4.3.12 En los casos en los que el EEDI obtenido se calcule en la verificación preliminar utilizando el SFC indicado en el informe de pruebas del fabricante, al no disponerse en ese momento de un expediente técnico sobre los NO_x aprobado, el EEDI debería volver a calcularse utilizando el SFC consignado en el expediente técnico sobre los NO_x aprobado. En el caso de las turbinas de vapor, el EEDI debería volver a calcularse en la prueba de mar utilizando el SFC confirmado por la Administración o una organización reconocida por ella.

4.3.13 El expediente técnico del EEDI debería revisarse, si es necesario, teniendo en cuenta los resultados de las pruebas de mar. Tales revisiones deberían incluir, según proceda, la curva de potencia ajustada de acuerdo con los resultados de la prueba de mar (es decir, la velocidad del buque modificada en las condiciones especificadas en el párrafo 2.2 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI), el peso muerto/arqueo bruto final determinado, η en el caso de los buques para el transporte de GNL que tengan un sistema de propulsión diésel-eléctrica y el *SFC* indicado en el expediente técnico sobre los NO_x aprobado, así como el nuevo EEDI obtenido tras estas modificaciones.

4.3.14 En el caso de que se revise, el expediente técnico del EEDI debería presentarse al verificador para que confirme que el EEDI obtenido (revisado) se ha calculado con arreglo a la regla 20 del Anexo VI del Convenio MARPOL y las Directrices sobre el cálculo del EEDI.

4.4 Verificación del EEDI obtenido en caso de una transformación importante

4.4.1 En los casos en los que se haya realizado una transformación importante en un buque, el propietario debería presentar al verificador una solicitud de reconocimiento adicional con el expediente técnico del EEDI debidamente revisado basándose en la transformación llevada a cabo y otros documentos de fondo pertinentes.

4.4.2 Entre los documentos de fondo deberían incluirse como mínimo, aunque no exclusivamente:

- .1 detalles de la transformación;
- .2 los parámetros del EEDI que hayan cambiado tras la transformación y las justificaciones técnicas de cada parámetro;
- .3 los motivos por los que se hayan realizado otros cambios en el expediente técnico del EEDI, si los hubiere; y
- .4 el valor calculado del EEDI obtenido junto con la reseña del cálculo, que debería incluir, como mínimo, cada uno de los valores de los parámetros de cálculo y el proceso de cálculo empleado para determinar el EEDI obtenido tras la transformación.

4.4.3 El verificador debería examinar el expediente técnico del EEDI revisado y el resto de los documentos presentados y debería verificar el proceso de cálculo del EEDI obtenido para garantizar que es razonable y consistente desde el punto de vista técnico y que cumple lo prescrito en la regla 20 del Anexo VI del Convenio MARPOL y las Directrices sobre el cálculo del EEDI.

4.4.4 Para verificar el EEDI obtenido tras una transformación, deben llevarse a cabo pruebas de velocidad del buque, según sea necesario.

APÉNDICE 1

EJEMPLO DE EXPEDIENTE TÉCNICO DEL EEDI

1 DATOS

1.1 Información general

Constructor del buque	JAPAN Shipbuilding Company
Número de casco	12345
Nº IMO	94111XX
Tipo de buque	Granelero

1.2 Datos principales

Eslora total	250,0 m
Eslora entre perpendiculares	240,0 m
Manga de trazado	40,0 m
Puntal de trazado	20,0 m
Calado de la línea de carga de verano, (trazado)	14,0 m
Peso muerto al calado de la línea de carga de verano	150 000 t

1.3 Motor principal

Fabricante	JAPAN Heavy Industries Ltd.
Tipo	6J70A
Régimen nominal máximo continuo (MCR)	15 000 kW a 80 rpm
Consumo específico de combustible (SFC) al 75 % del MCR	165,0 g/kWh
Número de unidades	1
Tipo de combustible	Dieseloil

1.4 Motor auxiliar

Fabricante	JAPAN Diesel Ltd.
Tipo	5J-200
Régimen nominal máximo continuo (MCR)	600 kW a 900 rpm
Consumo específico de combustible (SFC) al 50 % del MCR	220,0 g/kWh
Número de unidades	3
Tipo de combustible	Dieseloil

1.5 Velocidad del buque

Velocidad del buque en aguas profundas con calado de la línea de carga de verano al 75 % del MCR	14,25 nudos
--	-------------

2 CURVAS DE POTENCIA

En la figura 2.1 están representadas las curvas de potencia estimadas en la etapa de proyecto y modificadas tras las pruebas de mar.

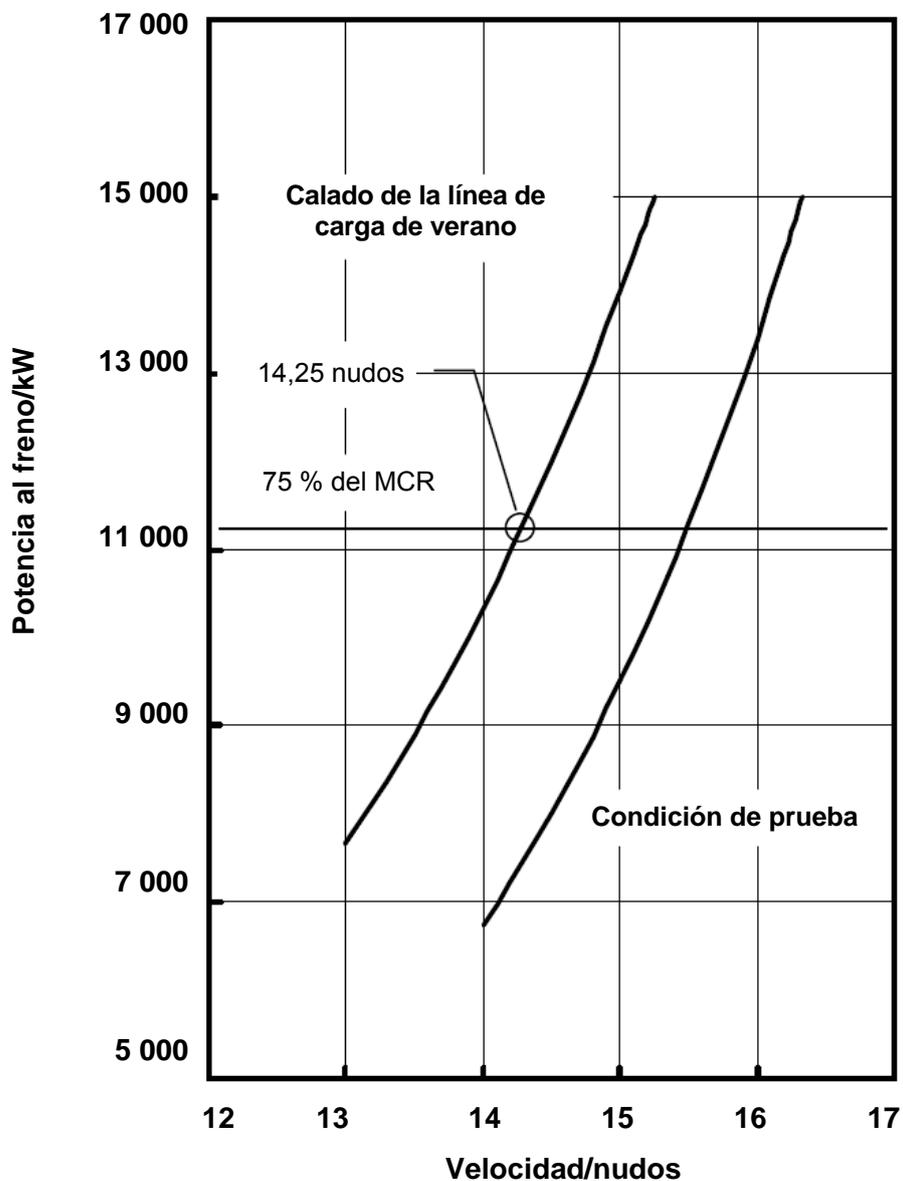


Figura 2.1: Curvas de potencia

3 RESEÑA DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN Y DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

3.1 Sistema de propulsión

3.1.1 Motor principal

Véase el párrafo 1.3 del apéndice.

3.1.2 Hélice

Tipo	Hélice de paso fijo
Diámetro	7,0 m
Número de palas	4
Número de unidades	1

3.2 Sistema de alimentación eléctrica

3.2.1 Motores auxiliares

Véase el párrafo 1.4 del apéndice.

3.2.2 Generadores principales

Fabricante	JAPAN Electric
Potencia nominal de salida	560 kW (700 kVA) a 900 rpm
Voltaje	AC 450 V
Número de unidades	3

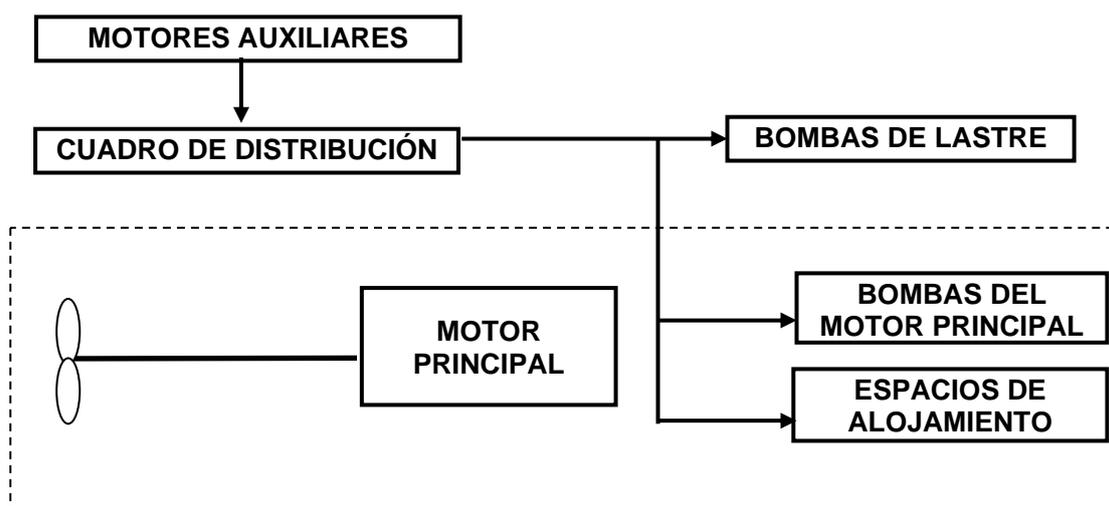


Figura 3.1: Esquema del sistema de propulsión y del sistema de alimentación eléctrica

4 PROCESO DE ESTIMACIÓN DE LAS CURVAS DE POTENCIA EN LA ETAPA DE PROYECTO

Las curvas de potencia se estiman basándose en los resultados de las pruebas con modelos. El gráfico que figura a continuación presenta el flujo del proceso de estimación.

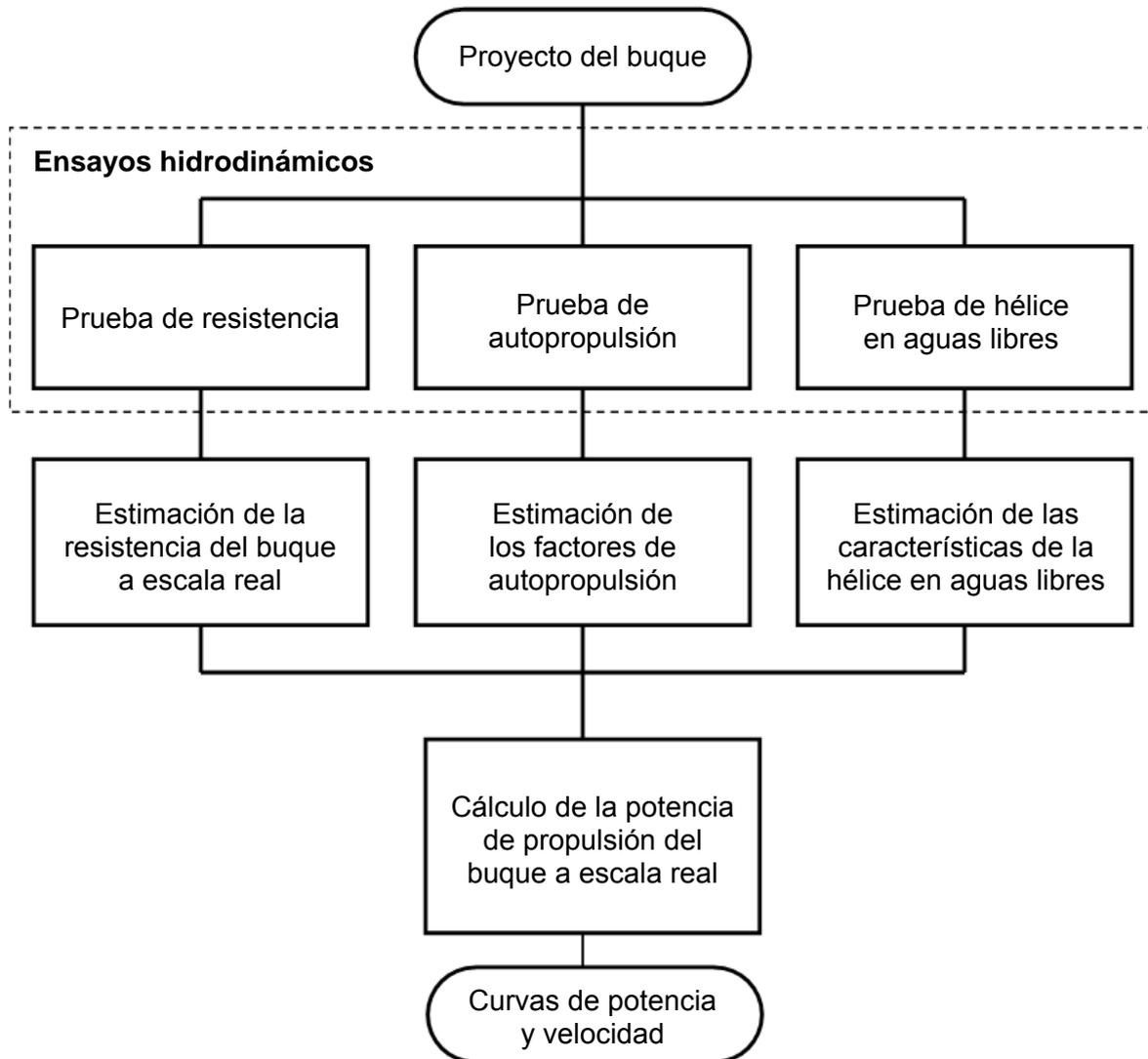


Figura 4.1: Diagrama de flujo del proceso para estimar las curvas de potencia

5 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE AHORRO DE ENERGÍA

5.1 Equipo de ahorro de energía cuyos efectos se expresan como $P_{AEff(i)}$ y/o $P_{eff(i)}$ en las fórmulas para calcular el EEDI

N/A

5.2 Otro equipo de ahorro de energía

(Ejemplo)

5.2.1 Aletas del timón

5.2.2 Aletas de los capacetes de los núcleos de las hélices

.....

(Deberían incluirse las especificaciones, esquemas y/o fotos, etc., correspondientes a cada equipo o dispositivo. También será aceptable adjuntar el catálogo comercial.)

6 VALOR CALCULADO DEL ÍNDICE DE EEDI OBTENIDO

6.1 Datos básicos

Tipo de buque	Toneladas de peso muerto	Velocidad V_{ref} (nudos)
Granelero	150 000	14,25

6.2 Motor principal

MCR_{ME} (kW)	Generador acoplado al eje	P_{ME} (kW)	Tipo de combustible	C_{FME}	SFC_{ME} (g/kWh)
15 000	N/A	11 250	Dieseloil	3,206	165,0

6.3 Motores auxiliares

P_{AE} (kW)	Tipo de combustible	C_{FAE}	SFC_{AE} (g/kWh)
625	Dieseloil	3,206	220,0

6.4 Clase de navegación en hielo

N/A

6.5 Tecnologías innovadoras de eficiencia energética eléctrica

N/A

6.6 Tecnologías innovadoras de eficiencia energética mecánica

N/A

6.7 Factor de corrección de la capacidad cúbica

N/A

6.8 Valor calculado del EEDI obtenido

$$EEDI = \frac{\left(\prod_{j=1}^M f_j \right) \left(\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \right) + (P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE})}{f_i \cdot f_c \cdot Capacidad \cdot f_w \cdot V_{ref}}$$

$$+ \frac{\left\{ \left(\prod_{j=1}^M f_j \cdot \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{AEeff(i)} \right) C_{FAE} \cdot SFC_{AE} \right\} - \left(\sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME} \right)}{f_i \cdot f_c \cdot Capacidad \cdot f_w \cdot V_{ref}}$$

$$= \frac{1 \times (11\,250 \times 3,206 \times 165,0) + (625 \times 3,206 \times 220,0) + 0 - 0}{1 \cdot 1 \cdot 150\,000 \cdot 1 \cdot 14,25}$$

$$= 2,99 \text{ (g de CO}_2\text{/ton} \cdot \text{mill)}$$

EEDI obtenido: 2,99 g de CO₂/ton · milla

7 VALOR CALCULADO DEL EEDI_{WEATHER} OBTENIDO

7.1 Condiciones de la mar representativas

	Velocidad media del viento	Dirección media del viento	Altura significativa de la ola	Periodo medio de la ola	Dirección media de la ola
BF6	12,6 (m/s)	0 (grados)*	3,0 (m)	6,7 (s)	0 (grados)*

* Dirección del viento/olas en relación con el rumbo del buque, es decir, 0 (grados) significa que el buque va en la dirección del viento.

7.2 Factor meteorológico calculado, f_w

f_w	0,900
-------	-------

7.3 Valor calculado del EEDI_{weather} obtenido

EEDI_{weather} obtenido: 3,32 g de CO₂/ton · milla

APÉNDICE 2

DIRECTRICES PARA LA VALIDACIÓN DE LOS CUADROS DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA EL EEDI (EPT-EEDI)

1 INTRODUCCIÓN

Las presentes directrices tienen por objeto prestar asistencia a las organizaciones reconocidas en la validación de los cuadros de potencia eléctrica (EPT) para el cálculo del índice de eficiencia energética de proyecto de los buques (EEDI). Como tales, las presentes directrices apoyan la implantación de las Directrices sobre el cálculo del EEDI para los buques y las Directrices sobre reconocimiento y certificación del índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI). El presente documento también ayudará a los propietarios, constructores y proyectistas de buques, así como a los fabricantes, en cuanto a los distintos aspectos de la fabricación de buques de mayor eficiencia energética y también a comprender los procedimientos para la validación del EPT-EEDI.

2 OBJETIVOS

Las presentes directrices proporcionan un marco para la aplicación uniforme del proceso de validación del EPT-EEDI de los buques con respecto a las cuales se calcula la potencia exigida del motor auxiliar, de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 2.5.6.4 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI.

3 DEFINICIONES

3.1 *Solicitante*: una organización, principalmente un constructor o un proyectista de buques, que pide la validación del EPT-EEDI de conformidad con las presentes directrices.

3.2 *Validador*: organización reconocida que lleva a cabo la validación del EPT-EEDI de conformidad con las presentes directrices.

3.3 *Validación*: a efectos de las presentes directrices, es el examen de los documentos presentados y el reconocimiento durante la construcción y las pruebas de mar.

3.4 *Formulario EPT-EEDI normalizado*: el impreso que figura en el apéndice 3 y que contiene los resultados del EPT-EEDI que serán objeto de validación. Los demás documentos complementarios que se presenten a este fin se utilizarán sólo como referencias y no serán objeto de validación.

3.5 P_{AE} : la definición aplicable es la que figura en el párrafo 2.5.6 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI.

3.6 *Cargas de servicio del buque y de la cámara de máquinas*: todos los grupos de carga que se necesitan para el casco, la cubierta, los servicios de navegación y seguridad, los servicios de los motores de propulsión y los motores auxiliares, la ventilación y los sistemas auxiliares de la cámara de máquinas y los servicios generales del buque.

3.7 *Factor de diversidad*: la relación "potencia de la carga total instalada"/"potencia de la carga real" para cargas constantes e intermitentes. Este factor es equivalente al producto de los factores de servicio de carga, trabajo y tiempo.

4 APLICACIÓN

4.1 Las presentes directrices son aplicables a los buques regidos por lo dispuesto en el párrafo 2.5.6.4 de las Directrices sobre el cálculo del EEDI.

4.2 Las presentes directrices deberían aplicarse a los buques nuevos respecto de los cuales se haya presentado a un validador una solicitud de validación EPT-EEDI.

4.3 El proceso de validación comprende las etapas siguientes:

- .1 examen de documentos durante la etapa de proyecto:
 - .1 comprobación de si el cuadro de potencia eléctrica enumera todas las cargas pertinentes;
 - .2 comprobación de si se utilizan factores de servicio razonables; y
 - .3 comprobación de si el cálculo de P_{AE} , basado en los datos que proporciona el cuadro de potencia eléctrica, es correcto;
- .2 reconocimiento de los sistemas y componentes instalados durante la etapa de construcción:
 - .1 comprobación de si en el cuadro de potencia eléctrica se enumera correctamente una serie de sistemas y componentes instalados, seleccionados al azar, junto con sus características;
- .3 reconocimiento en las pruebas de mar:
 - .1 comprobación de si se observan las unidades/cargas especificadas en el cuadro de potencia eléctrica que se hayan seleccionado.

5 DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

5.1 El solicitante debería proporcionar, como mínimo, el análisis del equilibrado de la carga eléctrica del buque.

5.2 Dicha información podrá contener información confidencial de los constructores del buque. Por consiguiente, tras la validación, el validador debería devolver toda la información o parte de ella al solicitante, previa solicitud de éste.

5.3 Durante las pruebas de mar puede ser necesaria, y puede definirse para cada buque, una condición especial del EEDI, la cual se incluiría en el programa de pruebas de mar. Para esta condición debería insertarse una columna específica en el cuadro de potencia eléctrica.

6 PROCEDIMIENTOS DE VALIDACIÓN

6.1 Generalidades

P_{AE} debería calcularse de conformidad con las Directrices EPT-EEDI. La validación EPT-EEDI debería realizarse en dos etapas: la validación preliminar en la etapa de proyecto y la validación definitiva durante las pruebas de mar. En la figura 1 se presenta el proceso de validación.

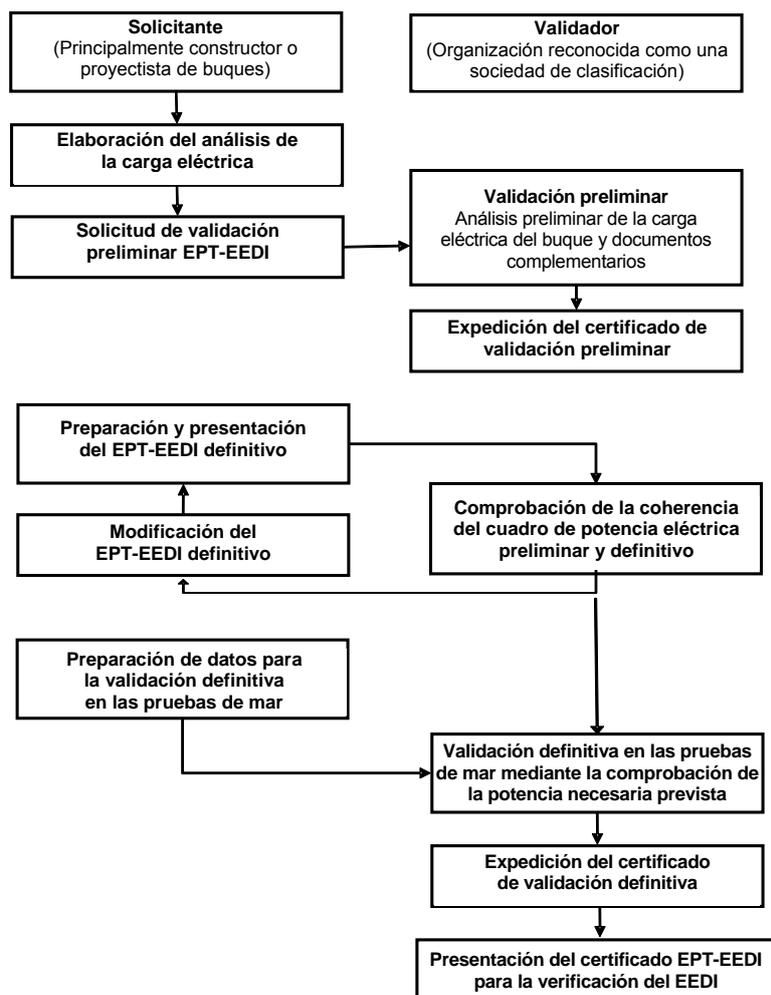


Figura 1: Flujo básico del proceso de validación del EPT-EEDI

6.2 Validación preliminar en la etapa de proyecto

6.2.1 A efectos de la validación preliminar en la etapa de proyecto, el solicitante debería presentar a un validador la correspondiente solicitud de validación del EPT-EEDI, junto con el formulario EPT-EEDI, y toda la información pertinente y necesaria para la validación, como documentos complementarios.

6.2.2 El solicitante debería proporcionar, como mínimo, la información y los datos complementarios especificados en el apéndice A (por elaborar).

6.2.3 El validador, según sea necesario, podrá pedir al solicitante que presente información adicional, además de la indicada en las presentes directrices, que le permita examinar el proceso de cálculo del EPT-EEDI. El cálculo del EPT-EEDI del buque, en la etapa de proyecto, depende de las experiencias de cada solicitante, y puede que no sea viable examinar todos los aspectos y datos técnicos de cada componente de la maquinaria. Por tanto, la validación preliminar debería centrarse en el proceso de cálculo del EPT-EEDI, en el cual deberían observarse las mejores prácticas maríneas.

Nota: A fin de que la validación sea más rigurosa, podría establecerse una metodología normalizada para la determinación del cuadro de potencia eléctrica del buque mediante la utilización de modelos normalizados, acordados y usados por el sector.

6.3 Validación definitiva

6.3.1 El proceso de validación definitiva debería incluir, como mínimo, la comprobación del análisis de la carga eléctrica del buque para garantizar que todos los consumidores eléctricos están indicados y que sus datos específicos y los cálculos en el propio cuadro de potencia son correctos y se basan en los resultados de las pruebas de mar. De ser necesario, ha de solicitarse información adicional.

6.3.2 A efectos de la validación definitiva, el solicitante debería revisar el formulario EPT-EEDI y los documentos complementarios, según sea necesario, teniendo en cuenta las características de la maquinaria y otras cargas eléctricas instaladas a bordo del buque. En el cuadro de potencia eléctrica se debería definir la condición del EEDI en las pruebas de mar, y documentar la potencia necesaria prevista en estas condiciones. El astillero debería destacar todo cambio en el cuadro de potencia eléctrica producido entre la etapa de proyecto y la etapa de construcción.

6.3.3 La preparación de la validación definitiva incluye una comprobación de pantalla que comprende:

- .1 la coherencia entre el cuadro de potencia eléctrica preliminar y definitivo;
- .2 los cambios de los factores de servicio (en comparación con la validación preliminar);
- .3 la enumeración de todos los consumidores eléctricos;
- .4 la verificación de sus datos específicos y de los cálculos en el propio cuadro de potencia; y
- .5 en caso de duda, la comprobación adicional de los datos sobre las especificaciones de los componentes.

6.3.4 Antes de las pruebas de mar se realiza un reconocimiento para garantizar que las características y datos de la maquinaria, así como otras cargas eléctricas, están en consonancia con los documentos complementarios. Este reconocimiento no abarca la instalación completa, sino que selecciona al azar un número de muestras.

6.3.5 A efectos de la validación de la prueba de mar, el inspector comprobará los datos de los sistemas y/o componentes seleccionados que se indican en la columna específica añadida al cuadro de potencia eléctrica con este fin o el valor total previsto de la carga eléctrica mediante la realización de mediciones con los dispositivos de medición instalados.

7 EXPEDICIÓN DE LA DECLARACIÓN DE VALIDACIÓN DEL EPT-EEDI

7.1 El validador debería sellar el formulario EPT-EEDI como "anotado" después de validar el EPT-EEDI en la etapa de validación preliminar de conformidad con las presentes directrices.

7.2 El validador debería sellar el formulario EPT-EEDI como "refrendado" después de validar el EPT-EEDI definitivo en la etapa de validación definitiva de conformidad con las presentes directrices.

APÉNDICE 3

FORMULARIO DEL CUADRO DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA EL ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE PROYECTO (FORMULARIO EPT-EEDI) Y DECLARACIÓN DE VALIDACIÓN

Identificación del buque:

Nº IMO: _____
Nombre del buque: _____
Astillero: _____
Nº de casco: _____

Solicitante:

Nombre: _____
Dirección: _____

Etapas de validación:

Validación preliminar
Validación definitiva

Resultados resumidos del EPT-EEDI

Grupo de carga	Condición de navegación (Directrices sobre el cálculo del EEDI)		Observaciones
	Carga constante (kW)	Carga intermitente (kW)	
Cargas de servicio del buque y de la cámara de máquinas			
Carga eléctrica de los espacios de alojamiento y de carga			
Carga total instalada			
Factor de diversidad			
Carga de navegación normal			
Eficiencia media ponderada de los generadores			
P_{AE}			

Documentos complementarios

Título	Identificación u observaciones

Datos del validador:

Organización: _____
Dirección: _____

Se certifica por el presente que las cargas eléctricas y los documentos complementarios anteriormente mencionados se han examinado de conformidad con las Directrices sobre la validación del EPT-EEDI y que el examen ha demostrado que se puede confiar de manera razonable en el uso de la P_{AE} mencionada *supra* en los cálculos del EEDI.

Fecha del examen: _____ Declaración de validación N°: _____

La presente declaración es válida mientras las características de potencia eléctrica del buque no cambien.

Firma del validador

Nombre (en letras de molde):
