



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado
de:

LICENCIADO EN CIENCIAS NAVALES

AUTOR:

NEY EDUARDO GARCÍA SOTOMAYOR

TEMA

**EL SISTEMA DE PROPULSIÓN DEL BUQUE ESCUELA
GUAYAS Y SU OPERACIÓN EN CONDICIONES CLIMÁTICAS
ADVERSAS. PROPUESTA DE EMPLEO ÓPTIMO.**

DIRECTOR:

TNNV-IM WALTER OMAR VÁSQUEZ JIMÉNEZ

SALINAS, DICIEMBRE 2013

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo realizado por el estudiante **Ney Eduardo García Sotomayor**, cumple con las normas metodológicas establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE y, se ha desarrollado bajo mi supervisión, observando el rigor académico y científico que la Institución demanda para trabajos de este bagaje intelectual, por lo cual autorizo se proceda con el trámite legal correspondiente.

Salinas, 11 de diciembre del 2013

Atentamente

.....
TNNV-IM Walter Omar Vásquez Jiménez

C.I. 1711707602

DECLARACIÓN EXPRESA

El suscrito, Ney Eduardo García Sotomayor declaro por mis propios y personales derechos, con relación a la responsabilidad de los contenidos teóricos y resultados procesados, que han sido presentados en formato impreso y digital en la presente investigación, cuyo título es: **“EL SISTEMA DE PROPULSIÓN DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS Y SU OPERACIÓN EN CONDICIONES CLIMÁTICAS ADVERSAS. PROPUESTA DE EMPLEO ÓPTIMO”**, son de mi autoría exclusiva, que la propiedad intelectual de los autores consultados, ha sido respetada en su totalidad y, que el patrimonio intelectual de este trabajo le corresponde a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

Ney Eduardo García Sotomayor

AUTORIZACIÓN

Yo, Ney Eduardo García Sotomayor

Autorizo a la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, la publicación en la biblioteca de la institución de la Tesis titulada: **“EL SISTEMA DE PROPULSIÓN DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS Y SU OPERACIÓN EN CONDICIONES CLIMÁTICAS ADVERSAS. PROPUESTA DE EMPLEO ÓPTIMO”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Salinas, a los 11 días del mes de diciembre del año 2013

AUTOR

Ney Eduardo García Sotomayor

DEDICATORIA

A Dios, principio y fin de mi existencia, por haberme guiado al cierre de una trascendental etapa de mi vida.

A mis padres, fuente de mi inspiración, quienes con su ejemplo y sacrificio me han conducido pacientemente por la sendas virtuosas del conocimiento y la verdad.

AGRADECIMIENTO

En un sueño que se alcanza, no se llega solo, hay mucha gente que juntó su hombro para ese logro. Por ello, va mi especial agradecimiento a mis padres que me alentaron y orientaron hasta el final; mi reconocimiento y gratitud para todos los profesores y oficiales que me acompañaron durante mi estancia en la Escuela Superior Naval, quienes aparte de los conocimientos me enseñaron valores para asumir con responsabilidad el alto honor que significa ser un oficial de la Armada del Ecuador.

Dejo expresa también mi justa gratitud a mi amor, a mis familiares, amigos, al Sr. TNNV-IG Carlos Ortega y a todos aquellos que de cualquier forma y circunstancia no dudaron en apoyarme, contribuyendo de manera magnánima para el logro de esta gran misión.

INDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
DECLARACIÓN EXPRESA	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	9
1.1 Sistema de propulsión en una embarcación	9
1.1.1 Máquina o Motor principal marino	9
1.1.2 Línea de ejes	10
1.1.3 Hélice	10
1.1.4 Esquema del sistema de propulsión	11
1.2 Motor de Combustión Interna	12
1.2.1 Combustión	12
1.2.2 Cilindrada del Motor	13
1.2.3 Par Motor – Torque	13

1.2.4	Potencia	13
1.2.5	Temperatura	14
1.2.6	Lubricación	14
1.3	Motor Diésel	14
1.3.1	Funcionamiento	16
1.3.2	Aplicaciones	17
1.4	Parámetros de operación de la máquina principal del BESGUA	18
1.4.1	Temperatura del refrigerante del motor	18
1.4.2	Presión de aceite del motor	18
1.4.3	Temperatura aceite de la transmisión	18
1.4.4	Presión aceite de la transmisión	19
1.4.5	Temperatura del posenfriador (tanque de expansión o radiador sinónimo de intercambiador de calor)	19
1.4.6	Presión diferencial del filtro aceite	20
1.4.7	Presión diferencial del filtro de combustible	20
1.4.8	Factor de carga	20
CAPITULO II		22
2.1	Fenómenos meteorológicos que influyen en las condiciones del clima en el mar	22
2.1.1	Temperatura Atmosférica	23
2.1.2	Precipitaciones	24
2.1.3	Presión Atmosférica	25
2.1.4	Humedad	26
2.1.5	Vientos	27
2.1.5.1	Intensidad del viento	27

2.1.5.2	Dirección del Viento	27
2.1.6	Escala de Beaufort	29
2.1.7	Olas	31
2.1.8	Altura de las Olas	32
2.1.9	Corrientes Marinas	32
2.1.10	Temperatura del mar	33
2.1.11	Estado del mar	35
2.2	Alcance de la investigación	36
2.3	Enfoque de la investigación	37
2.4	Método de la investigación	37
2.5	Diseño de la investigación	38
2.5.1	Técnicas de recolección de datos	38
2.5.2	Procesamiento y análisis de los datos	38
<i>CAPITULO III</i>		50
3.1	Introducción	50
3.2	Empleo del velamen en condiciones adversas	50
3.3	Parámetros de operación máxima y condiciones climáticas adversas que afectan la utilización del sistema de propulsión principal	51
3.4	Días de navegación con clima adverso (velocidad del viento y presión atmosférica) en la ruta Lisboa – La guaira	77
3.5	Propuesta de navegación en condiciones climáticas adversas	79
3.6	Propuesta de optimización de combustible vs USD	80

CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	84

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1-1. Hélice</i>	11
<i>Figura 1-2. Sistema de propulsión</i>	12
<i>Figura 1-3. Motor Diesel</i>	15
<i>Figura 1-4. Motor a diesel de cuatro tiempos.</i>	16
<i>Figura 1-5. Máquina principal Caterpillar 3508B.</i>	17
<i>Figura 2-1. Capas de la atmósfera y variación de la temperatura.</i>	23
<i>Figura 2-2. Tipos de Nubes.</i>	24
<i>Figura 2-3. Líneas isobáricas. Borrascas y anticiclones.</i>	26
<i>Figura 2-4. Rosa de los vientos.</i>	28
<i>Figura 2-5. Composición vectorial para encontrar el viento real.</i>	29
<i>Figura 2-6. Escala Beaufort de fuerza de vientos</i>	30
<i>Figura 2-7. Temperatura superficial del mar (°C)</i>	34
<i>Figura 2-8. Altura de las olas en función de la velocidad del viento</i>	35
<i>Figura 2-9. Propulsión del BESGUA</i>	39
<i>Figura 2-10. Decisiones tomadas en el puente de gobierno</i>	40
<i>Figura 2-11. Medias de seguridad sobre cubierta</i>	41
<i>Figura 2-12. Parámetros de funcionamiento</i>	42
<i>Figura 2-13. Condiciones de clima adverso</i>	43
<i>Figura 2-14. Protocolos de comunicación</i>	44
<i>Figura 2-15. Sistema propulsor</i>	45
<i>Figura 2-16. Régimen adverso de trabajo</i>	46
<i>Figura 2-17. Alarmas acústicas y visuales</i>	47
<i>Figura 2-18. Sistemas automáticos de control</i>	48
<i>Figura 3-1. Días con presión atmosférica alta.</i>	77
<i>Figura 3-2. Días con velocidad de viento elevada.</i>	78

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2-1. Promedios de temperaturas en el Océano Pacífico.</i>	33
<i>Tabla 2-2. Propulsión del BESGUA</i>	39
<i>Tabla 2-3. Decisiones tomadas en el puente de gobierno</i>	40
<i>Tabla 2-4. Medias de seguridad sobre cubierta</i>	41
<i>Tabla 2-5. Parámetros de funcionamiento</i>	42
<i>Tabla 2-6. Condiciones de clima adverso</i>	43
<i>Tabla 2-7. Protocolos de comunicación</i>	44
<i>Tabla 2-8. Sistema propulsor</i>	45
<i>Tabla 2-9. Régimen adverso de trabajo</i>	46
<i>Tabla 2-10. Alarmas acústicas y visuales</i>	47
<i>Tabla 2-11. Sistemas automáticos de control</i>	48
<i>Tabla 3-1. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (01/10/2012)</i>	51
<i>Tabla 3-2. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (02/10/2012)</i>	52
<i>Tabla 3-3. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (03/10/2012)</i>	53
<i>Tabla 3-4. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (04/10/2012)</i>	54
<i>Tabla 3-5. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (05/10/2012)</i>	55
<i>Tabla 3-6. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (06/10/2012)</i>	56
<i>Tabla 3-7. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (07/10/2012)</i>	57
<i>Tabla 3-8. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (08/10/2012)</i>	58
<i>Tabla 3-9. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (09/10/2012)</i>	59
<i>Tabla 3-10. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (10/10/2012)</i>	60
<i>Tabla 3-11. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (11/10/2012)</i>	61
<i>Tabla 3-12. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (12/10/2012)</i>	62
<i>Tabla 3-13. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (13/10/2012)</i>	63

<i>Tabla 3-14. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (14/10/2012)</i>	64
<i>Tabla 3-15. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (15/10/2012)</i>	65
<i>Tabla 3-16. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (16/10/2012)</i>	66
<i>Tabla 3-17. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (17/10/2012)</i>	67
<i>Tabla 3-18. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (18/10/2012)</i>	68
<i>Tabla 3-19. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (19/10/2012)</i>	69
<i>Tabla 3-20. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (20/10/2012)</i>	70
<i>Tabla 3-21. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (21/10/2012)</i>	71
<i>Tabla 3-22. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (22/10/2012)</i>	72
<i>Tabla 3-23. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (23/10/2012)</i>	73
<i>Tabla 3-24. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (24/10/2012)</i>	74
<i>Tabla 3-25. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (25/10/2012)</i>	75
<i>Tabla 3-26. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (26/10/2012)</i>	76
<i>Tabla 3-27. Días en que se registro condiciones climáticas adversas</i>	77
<i>Tabla 3-28. Propuesta de navegación en condiciones climáticas adversas</i>	79
<i>Tabla 3-29. Optimización de consumo de combustible Lisboa - La Guaira</i>	80

RESUMEN

En la presente tesis se realizó un análisis y evaluación del desempeño del sistema de propulsión del Buque Escuela Guayas en condición de climatología adversa. En la primera parte de la investigación se efectuó la descripción de los principales factores climáticos que intervienen para que se produzca una condición extrema y se trató de manera sucinta la operación mecánica de la propulsión haciendo hincapié sobre los valores de los parámetros más relevantes de la máquina principal y equipos auxiliares utilizados para la navegación; con esta información se procedió a analizar las condiciones climáticas que influyen de manera decisiva en el empleo del sistema propulsor. Finalmente con los datos obtenidos de las bitácoras que registran la información del BESGUA que es de relevancia para este trabajo, se llevó efecto el análisis del empleo óptimo del sistema de propulsión en condiciones adversas para la ruta Lisboa - La Guaira.

ABSTRACT

This thesis is an analysis and evaluation of performance of the propulsion system of the “Buque Escuela Guayas” in adverse weather conditions. In the first part of the research was carried out the description of the main climatic factors involved to produce an extreme condition and treated succinctly mechanical operation of propulsion with emphasis on the values of the most relevant parameters of the machine main and auxiliary equipment used for navigation, this information was analyzed climatic conditions have a decisive influence on the use of the propulsion system. Finally, with the data obtained from the logs that record BESGUA information that is relevant for this work was carried out on optimal job analysis propelling in adverse conditions for the path Lisboa -La Guaira.

INTRODUCCIÓN

Las travesías que realiza el Buque Escuela Guayas, sean éstas por nuestro mar territorial o por los diferentes mares del mundo, siempre obedecen a una planificación previamente preparada por el Departamento de Operaciones de la Armada, la cual constantemente está sujeta a imponderables que no pueden ser considerados en la programación de su ruta. Entre ellos se tienen las condiciones climáticas que afectan fundamentalmente al uso del sistema de propulsión, ya que éstas cuando se tornan extremas, no permiten usar las velas y consecuentemente se debe utilizar solamente la propulsión mecánica.

El presente trabajo contiene información relativa a los diferentes factores climáticos que se pueden presentar en el mar, los cuales, dependiendo de su magnitud, tienen su influencia en mayor o menor grado en el estado del mar, que es donde todos ellos convergen para precisar si se está ante una condición de climatología adversa.

Ante condiciones de climatología adversa se considera el uso exclusivo del sistema de propulsión principal o mecánica, razón por lo que aquí también se trata sobre su forma de operación, y se hace un análisis de los parámetros más importantes que deben ser controlados para que se mantengan dentro de los rangos permitidos para cualquier tipo de operación o maniobra, principalmente en condiciones de clima adverso.

En base a estos fundamentos, se trata de conseguir que el sistema de propulsión mecánica se lo emplee de manera óptima en condiciones de clima adverso, preservando su seguridad y poniendo atención en su rendimiento, con el fin de que se ahorre combustible y otros insumos utilizados en su operación.

Mediante este trabajo se podrá tener un mayor conocimiento de los equipos de la propulsión principal cuando se navega en condiciones climáticas adversas que afectan su operación. Factores tales como el viento, las olas, corrientes, estado y temperatura del mar inciden directamente en el desempeño de dicho sistema y en la operación del motor principal, por lo que se analiza la manera más adecuada de utilizar el sistema de propulsión frente a estas condiciones.

1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Durante los cruceros de instrucción nacionales e internacionales del BESGUA se imparten diferentes instrucciones a los guardiamarinas sobre el desempeño de los distintos sistemas de navegación y de la maquinaria principal y auxiliar. El presente trabajo de investigación se elaboró partiendo de la premisa que las condiciones climáticas podrían afectar al correcto desempeño del sistema de propulsión del BESGUA, siendo estos parámetros un factor adverso que limite su correcta operación. La maquinaria de abordo está sujeta a sufrir variaciones en sus parámetros cuando no se efectúa una correcta operación por parte del personal que tiene el entrenamiento y la experticia suficiente para hacerlo funcionar.

Su correcto uso permite asesorar al Comandante en la utilización del sistema de propulsión y su empleo óptimo cuando las velas no se pueden utilizar debido a condiciones climáticas que afecten el avance de la unidad al siguiente puerto durante sus travesías, teniendo en cuenta que el buque puede funcionar con su sistema de propulsión siempre y cuando no se sobrepasen parámetros de operación normales que podrían inutilizar este importante sistema debido a un inadecuado entrenamiento y mala operación del personal responsable.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El Buque Escuela Guayas al realizar sus cruceros nacionales e internacionales debe navegar bajo distintas condiciones de tiempo y clima; y, dependiendo de éstas, se tiene que tomar la decisión de utilizar la propulsión

a vela y/o mecánica. Para el caso de condiciones de climatología adversa la propulsión mecánica adquiere un papel preponderante, puesto que el buque dependerá exclusivamente de ella y consecuentemente las maniobras que se realizan tendrán su efecto directo en el modo en que se utiliza la máquina principal y sus equipos auxiliares.

De este escenario muy probable de encontrarse en el mar, surge la necesidad de emplear de manera óptima el sistema de propulsión del Buque Escuela Guayas en condiciones climáticas adversas.

Para llegar a determinar la manera en que debe responder el sistema de propulsión ante un clima extremo, se debe entender la forma en que los distintos factores climáticos convergen para configurar una condición de climatología adversa, y consecuentemente con ello, considerar que para estas condiciones el sistema de propulsión tendrá que adecuarse a exigencias mecánicas en las que se deben controlar y verificar varios parámetros de operación, con el fin de que correspondan a una operación óptima del sistema propulsor.

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta para la navegación en condiciones climáticas adversas que permita el uso eficiente del sistema de propulsión del Buque Escuela Guayas.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la información sobre los factores climáticos durante el crucero internacional 2012 segunda fase.
- Identificar los parámetros más importantes en la operación del sistema de propulsión del Buque Escuela Guayas.
- Analizar las condiciones climáticas adversas que influyeron en la navegación Lisboa - La Guaira.

4. MARCO TEÓRICO

El BESGUA en sus travesías por los distintos mares del mundo debe afrontar diferentes condiciones climáticas; y, en ciertos casos se encuentra en medio de un clima adverso que implica que la correcta operación para la navegación sea fundamental. La presencia de estas condiciones se deben principalmente a los fenómenos que ocurren en la atmósfera y a otros fenómenos que se dan en el seno del mar, los cuales inciden directamente en el estado del mar, el cual cambia continuamente debido justamente a una combinación de estos fenómenos, que hacen que se tengan desde un mar en calma hasta temporales huracanados en el que se presentan olas excepcionalmente grandes con visibilidad cero. El clima en el océano también se ve afectado a lo largo del año por el paso de las estaciones, en el que hay que considerar además que este paso es muy distinto dependiendo de la latitud.

Para su desplazamiento en el mar y operar en cualquier condición climática, el BESGUA puede utilizar la propulsión a vela, la mecánica o

mixta, según sea conveniente; esto motiva a estar familiarizado con los principios de la mecánica que gobiernan su sistema de propulsión. La propulsión mecánica, está conformada por una sola línea de ejes de tres tramos, unido a una hélice girando alrededor de éste. El motor que suministra la energía necesaria para su movimiento corresponde a un CATERPILLAR 3508B, cuyas características más importantes son:

- Ciclo 4 tiempos.
- Potencia Real 1030HP.
- 1800 RPM.
- Tipo de aceite SAE 15W40.
- Cilindros 8 en V.
- Reductor 7 a 1.

5. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

5.1. HIPÓTESIS GENERAL

Las condiciones climáticas desfavorables durante los cruceros de instrucción tanto nacionales como internacionales que se realizan, inciden en el empleo óptimo del sistema de propulsión del Buque Escuela Guayas.

5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

Factores tales como el estado del mar, vientos, corrientes, temperatura del mar que afecten el empleo del sistema de propulsión evitando el avance de la unidad hacia su puerto de destino.

6. ASPECTOS METODOLÓGICOS

6.1. PARADIGMAS DE LA INVESTIGACIÓN

El paradigma de investigación cuantitativo, en el presente trabajo ayudará a cuantificar los procesos que se desarrollan para su elaboración, con supuestos que más adelante se sustentaron en hechos.

6.2. NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es el descriptivo, junto al proceso de abstracción de aspectos o elementos básicos que ayudaron a comprender los procesos que se siguen para llegar a determinar el objeto de estudio del presente trabajo. El tipo de investigación es la documental sustentada en la revisión de manuales del sistema de propulsión de abordó, libros técnicos de motores de combustión interna y revisión de libros de meteorología básicos e información de campo durante la realización de los cruceros de instrucción del Buque Escuela Guayas.

6.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

A la población en estadística se la precisa mediante un conjunto infinito o finito de individuos u objetos, los cuales como requisito fundamental es que presenten características comunes.

Para el caso de la presente investigación, la población de estudio se estableció como una población finita, que se la ha identificado para el total

de los 53 guardiamarinas de arma que realizaron el XXVII Crucero Internacional fase 2 en el Buque Escuela Guayas.

Sin embargo, como en el presente trabajo la población es menor a 100, técnicamente lo más adecuado es realizar la investigación a toda la población involucrada; es decir a los 53 guardiamarinas de armas. Por lo tanto no se identificó ninguna muestra.

CAPITULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 SISTEMA DE PROPULSIÓN EN UNA EMBARCACIÓN

El sistema de propulsión es el conjunto de elementos que permite que el barco se desplace de un punto a otro a través de las aguas en que opera; y, por lo tanto que pueda cumplir su misión de transportar a la embarcación a su puerto de destino. Estos elementos imparten velocidad y movimiento a una columna de agua en la dirección opuesta a la dirección en la que se desea mover la embarcación. Una fuerza, llamada fuerza de reacción es desarrollada contra el elemento de velocidad que la produjo. Esta fuerza, también llamada empuje, se transfiere a la embarcación y consecuentemente ésta se mueve a través del agua.

Actualmente, la propulsión mecánica es la que se utiliza en las embarcaciones navales o de forma mixta (velas y máquinas) como es el caso del BESGUA. El tipo de propulsión mecánica está basado en tres elementos básicos: Máquina o motor principal, línea de ejes y hélice.

1.1.1 MÁQUINA O MOTOR PRINCIPAL MARINO

La función primaria de cualquier motor marino es convertir la energía química de un combustible en trabajo útil y usar ese trabajo en la propulsión del barco. Este elemento de propulsión consta de la maquinaria, equipo, y

mandos que pueden ser mecánicos, eléctricos, o hidráulicos conectados a la línea de ejes de propulsión; y, éstos se alojan en la sala de máquinas.

1.1.2 LÍNEA DE EJES

La línea de ejes es el enlace entre la hélice y el motor principal, con las siguientes características:

- a) Transmitir la potencia desde la máquina principal a la hélice.
- b) Soportar a la hélice.
- c) Estar libre de formar vibraciones perjudiciales.
- d) Transmitir el empuje desarrollado por la hélice al casco.
- e) Soportar con seguridad la carga para cambios de marcha, y maniobras a alta velocidad.
- f) Proporcionar maniobras seguras a través de todo el rango de operaciones.

1.1.3 HÉLICE

Es una pieza giratoria que se instala bajo la línea de flotación del buque; al girar produce un chorro de agua que debido a la ley de acción y reacción, genera la fuerza que mueve al buque. Como se puede ver en la FIGURA 1-1 el movimiento de la hélice se debe a la diferencia de flujo que se produce entre las caras activa e inactiva, debido a la forma de las secciones de la pala y a su ángulo de trabajo; esta diferencia de flujo provoca el empuje de

la embarcación. Existen diversos tipos de hélices según sean las condiciones en que deben trabajar.

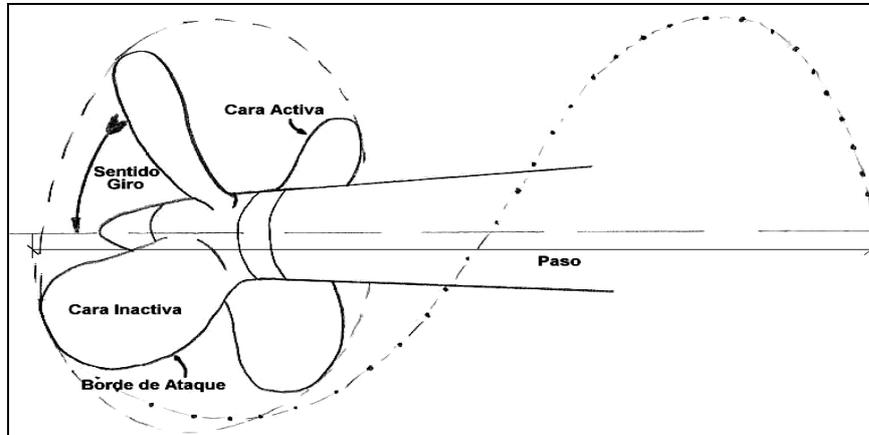


Figura 1-1. Hélice.

Fuente: El Proyecto del Buque

Elaborado por: Autor

1.1.4 ESQUEMA DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN

En la FIGURA 1-2, se muestra la forma en que se integran los 3 elementos: máquina, línea de ejes y hélice; los cuales en su conjunto conforman el sistema de propulsión de una embarcación. La máquina principal es la encargada de generar la energía necesaria para desplazar el buque, esta energía es transmitida a través de la línea de ejes a la hélice. La línea de ejes está constituida por: eje de máquina propulsora, eje intermedio formado por uno o varios trozos y eje de cola o eje porta hélice. Finalmente la hélice es el último elemento que mediante su giro proporciona el avance o retroceso de la embarcación.

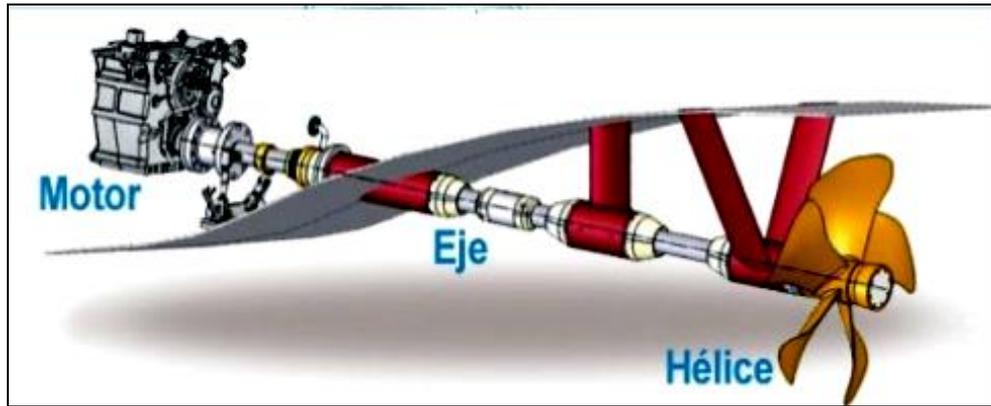


Figura 1-2. Sistema de propulsión.

Fuente: El Proyecto del Buque

Elaborado por: Autor

1.2 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Es el conjunto de dispositivos y sistemas completamente sincronizados, que obtienen energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que se quema dentro de una cámara de combustión. Se utilizan cuatro tipos: El motor de Otto, diesel, rotatorio y la turbina de combustión.

1.2.1 COMBUSTIÓN

La combustión que se desarrolla en los motores de combustión interna es un proceso físico-químico completo, sin embargo la potencia del motor, el rendimiento económico (consumo) se ven afectados por la regularidad del desprendimiento del calor y el cambio de presión y temperatura.

1.2.2 CILINDRADA DEL MOTOR

Se entiende por cilindrada de un motor al volumen de mezcla de aire-combustible que ingresa a los cilindros del motor en el tiempo de admisión.

Para calcular la cilindrada de un motor se emplea la siguiente fórmula:

$$C_t = A \times C \times N$$

C_t: cilindrada total del motor.

A: área del cilindro.

C: carrera del pistón.

N: número de cilindros.

1.2.3 PAR MOTOR – TORQUE

El torque depende de la fuerza que logran los gases en el tiempo de expansión; el torque máximo se consigue cuando el llenado de los cilindros es máximo, lo que equivale a quemar mayor cantidad de combustible para expandir mejor los gases y por ende desplazar con mayor fuerza los pistones. El torque también depende del largo del brazo del cigüeñal.

1.2.4 POTENCIA

Se define potencia como al producto del torque y la velocidad y se la representa por la fórmula siguiente:

$$P = T \times \omega$$

P: potencia del motor en HP (Horse Power).

T: torque del motor en kg–m.

ω : velocidad angular del volante (rpm).

1.2.5 TEMPERATURA

Los procesos de compresión y de expansión dentro del cilindro son procesos con intercambio de calor hacia el medio exterior; esto obliga a contar con un sistema de refrigeración que permita mantener la temperatura del motor dentro de límites. Si el motor trabaja muy frío o muy caliente la combustión por lo general será incompleta.

1.2.6 LUBRICACIÓN

La lubricación se da en superficies sujetas a movimiento, su función es la de disminuir la fricción entre ellas, y con ello se evita el desgaste, el recalentamiento y pérdida de potencia.

1.3 MOTOR DIÉSEL

En los motores diesel el ciclo de la combustión tiene lugar a presión constante y en su mayoría son de cuatro tiempos. En estos motores, la ignición del combustible se produce por la gran presión que se alcanza en el momento de la compresión, por lo que es posible utilizar combustible de más

baja calidad y menor punto de inflamación, como el gasoil o el diesel, pero mucho más poder energético que las gasolinas y de mejor rendimiento térmico. No necesitan de un sistema auxiliar de encendido, sólo requieren para su funcionamiento de un inyector que introduzca el combustible finamente pulverizado en la cámara de compresión. En la FIGURA 1-3, se aprecia de manera esquemática un corte transversal efectuado a un motor diesel.

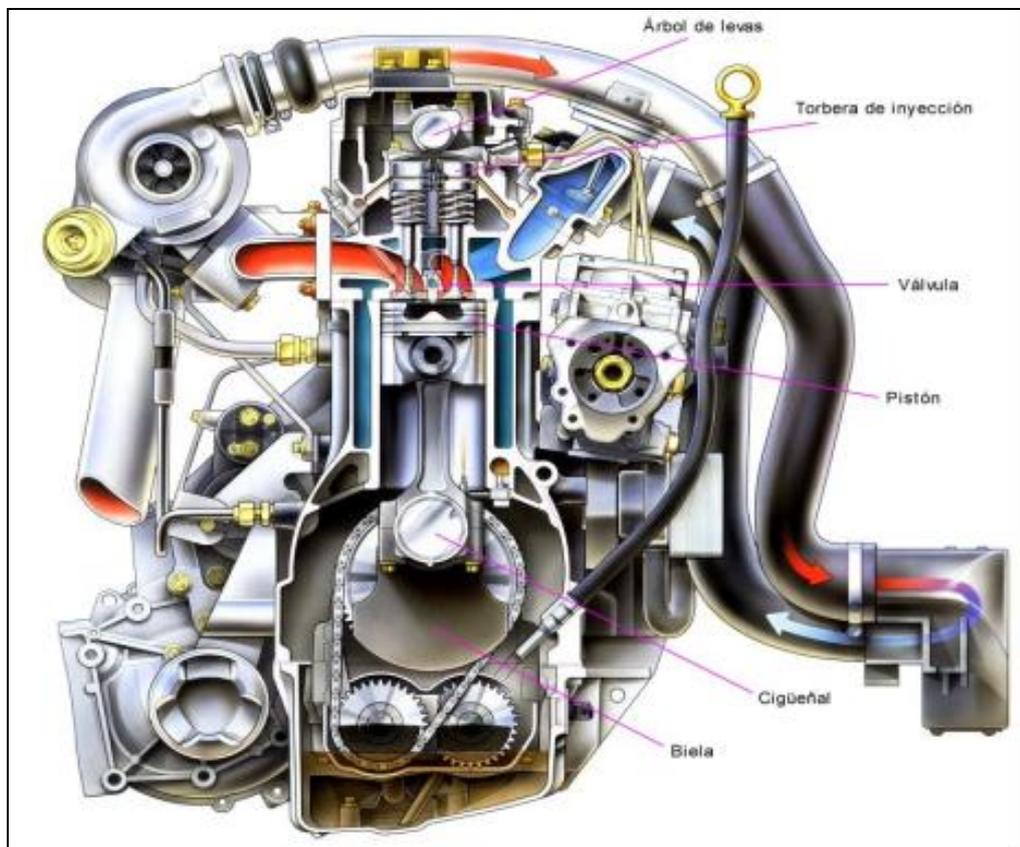


Figura 1-3. Motor Diesel.

Fuente: El Motor de Combustión Interna

Elaborado por: Autor

Según las características del motor propulsor que se requiera se deberán tomar en cuenta factores importantes como: funcionamiento y aplicación.

1.3.1 FUNCIONAMIENTO

Por ser de interés para el presente trabajo, a continuación se explica el funcionamiento de un motor diesel de cuatro tiempos. Como se puede apreciar en la FIGURA 1-4 la totalidad del ciclo de un motor de cuatro tiempos se lleva a cabo en cuatro carreras del pistón lo que conlleva dos vueltas del cigüeñal. El ciclo comienza con el pistón en su posición más elevada.

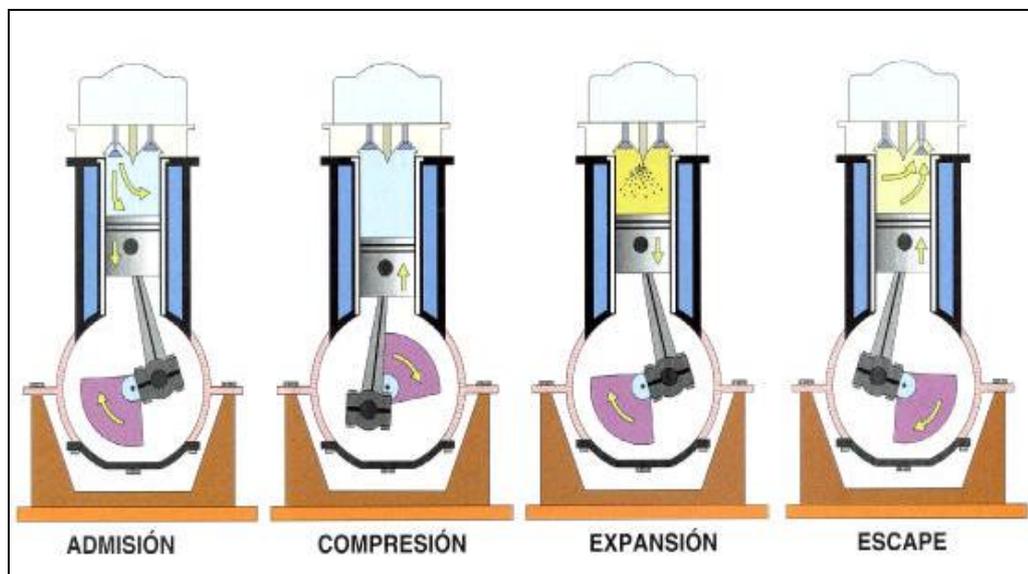


Figura 1-4. Motor a diesel de cuatro tiempos.

Fuente: Patrón Embarcaciones de Recreo

Elaborado por: Autor

- Primer Tiempo: Admisión. Se abre la válvula de admisión, baja el pistón produciendo una bajada de presión que hace que entre el aire.
- Segundo Tiempo: Compresión. La válvula de admisión se cierra y el pistón inicia su recorrido hacia arriba comprimiendo el aire, lo que origina una elevación de la temperatura. Al final del recorrido se inyecta combustible pulverizado en el interior del cilindro.

- Tercer Tiempo: Combustión y Expansión. Al entrar en contacto el combustible con el aire caliente se produce la combustión, a presión constante, que origina gases que al expandirse impulsa al pistón hacia abajo.
- Cuarto Tiempo: Escape. Se abre la válvula de escape, lo que permite que los gases de la combustión salgan impulsados por el pistón, que de nuevo comienza su carrera ascendente.

1.3.2 APLICACIONES

El motor diesel es ampliamente utilizado en propulsión marina, en donde se ha constituido en la mejor alternativa. Se han alcanzado potencias de 25000 CV., lo que da una idea de la utilidad de la tracción diesel en la movilidad marina. En la FIGURA 1-5 se aprecia el motor Caterpillar 3508B utilizado como máquina principal en el Buque Escuela Guayas.



Figura 1-5. Máquina principal Caterpillar 3508B.

Fuente: Buque Escuela Guayas

Elaborado por: Autor

1.4 PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DEL BESGUA

1.4.1 TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR

En la máquina principal del BESGUA se usa un refrigerante especial cuya temperatura de trabajo es de 80-98°C. No se debe superar esta temperatura puesto que se estaría poniendo en riesgo la integridad del motor al exponerlo a un sobrecalentamiento. Para mantener la temperatura dentro de los límites establecidos se utiliza un enfriador como intercambiador de calor.

1.4.2 PRESIÓN DE ACEITE DEL MOTOR

El motor puede trabajar a distintos números de revoluciones por minuto, desde un mínimo hasta un máximo; y, dependiendo de las rpm que está trabajando el motor, la presión del aceite del motor será mayor o menor; es decir a mayor rpm, se requiere también mayor presión del aceite, con el fin de que se lubriquen adecuadamente los elementos del motor y no sufran daños mecánicos. Para suministrar la presión correcta al aceite se emplea una bomba que es un dispositivo auxiliar del motor. El parámetro de operación normal es de 70-85 psi.

1.4.3 TEMPERATURA ACEITE DE LA TRANSMISIÓN

Uno de los componentes más importantes del sistema propulsor es la transmisión, llamado reductor del motor que está constituido por un grupo de engranajes internos ubicados en el interior de un compartimiento

denominado caja que se encuentra en la salida de fuerza del motor. Su función es disminuir el giro de salida del motor, reduciendo los siete giros del motor a uno solo; y, como este dispositivo va acoplado al eje del motor también mueve la hélice del buque que está conectada al final de dicho eje. Debido a que los engranajes están sujetos a una fricción continua, la caja está llena de aceite, la cual debe ser controlada para que la temperatura se mantenga dentro del rango de operación normal y no sobrepase los 210 grados Fahrenheit recomendados.

1.4.4 PRESIÓN ACEITE DE LA TRANSMISIÓN

Tan importante como el control de la temperatura del aceite, lo es también la verificación permanente de la presión del aceite en el elemento reductor del motor, la cual nunca debe estar por debajo de los 218 psi; y, si esto ocurriere debe detenerse el motor de inmediato. El reductor del motor y el motor son dos elementos distintos que se complementan, por lo que no debe confundirse la presión que se registra en cada uno de ellos puesto que tienen indicadores de trabajo diferentes.

1.4.5 TEMPERATURA DEL POSENFRIADOR (TANQUE DE EXPANSIÓN O RADIADOR SINÓNIMO DE INTERCAMBIADOR DE CALOR)

Se refiere al enfriamiento que se registra en el refrigerante después de cumplir su trabajo en el motor; es decir constituye un intercambiador de calor que se utiliza para reducir la temperatura de trabajo del motor, haciéndolo circular a través de él; por lo que se debe cuidar que la temperatura de trabajo del refrigerante no exceda los 122 grados Fahrenheit.

1.4.6 PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO ACEITE

Es la que se registra en los filtros de aceite; y, si su valor pasa los 15 psi se activará la alarma del motor, razón por la que debe procederse a su cambio. Para evitar esta condición se los debe cambiar cada 1000 horas de trabajo.

1.4.7 PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE

Es la que se presenta en los filtros de combustible primarios y racores ubicados antes de la entrada del motor, cuya función es la de procurar que el combustible entre al motor limpio y libre de impurezas. Adicionalmente, en el interior del motor se dispone de los filtros propios del motor, cuya función es la de evitar que entren las impurezas que no fueron detenidas por los filtros primarios; con el fin de que el combustible entre lo suficientemente limpio para que sea atomizado adecuadamente por los inyectores. La diferencia de presión que existe entre combustible que sale del filtrado primario y el que entra al motor tiene que ser controlada continuamente puesto que el motor se detendrá si se debe ser monitoreado ya que el motor se parará si se rebasa los 15 psi de presión de trabajo.

1.4.8 FACTOR DE CARGA

Si se presentan condiciones extremas, como es el caso de una climatología adversa, la máquina principal operará en términos de sobrecarga ya que debe adecuarse a las nuevas condiciones de trabajo, lo cual implica consumo de mayor cantidad de combustible. El rango de trabajo normal definido por este indicador está entre el 30 % y 80%; se deduce que

si no se trabaja dentro de estos límites se podrían tener daños mecánicos y consecuentemente se compromete la vida útil del motor; adicionalmente a ello, si el motor funciona en escenarios de sobrecarga el consumo de combustible aumentará de forma significativa y de forma directamente proporcional al porcentaje de sobrecarga; por lo que este aspecto debe tomarse en cuenta para la operación óptima del motor.

CAPITULO II

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS PARA EL EMPLEO DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN DEL BESGUA

2.1 FENÓMENOS METEOROLÓGICOS QUE INFLUYEN EN LAS CONDICIONES DEL CLIMA EN EL MAR

El conocimiento del clima marítimo sobre todo en condiciones extremas es esencial para las decisiones que deben adoptarse en el uso del sistema propulsor, por lo que es necesario estar preparados para enfrentar las distintas condiciones climáticas que pueden darse en cualquier lugar del mar, lo que implica saber utilizar la información que la meteorología y la oceanografía pone a nuestro alcance.

Meteorología: Es la ciencia que se encarga del estudio de los fenómenos atmosféricos que se presentan, las propiedades de la atmósfera, además de su relación con el tiempo atmosférico y la superficie de la tierra y mares.

Oceanografía: Ciencia que estudia los mares en los aspectos físico, químico, biológico y geológico. De éstos nos interesa la oceanografía física, que tiene por objeto el estudio de la dinámica de los mares, de su fisiografía, de las profundidades y variaciones de temperatura, presión y densidad, etc.

Para entender los diferentes factores o fenómenos que inciden en las condiciones climáticas que se presentan en el mar es importante conocer sobre los diversos elementos asociados a estas ciencias, tales como:

temperatura, precipitaciones, presión atmosférica y humedad; los cuales repercuten directamente en comportamiento del viento, las olas, corrientes marinas, temperatura del mar y estado del mar.

2.1.1 TEMPERATURA ATMOSFÉRICA

Es el grado sensible de calor y se debe principalmente a las radiaciones que emite la superficie del planeta. La atmósfera se la conoce como si fuera uniforme, pero su estructura permite considerar capas en la misma. Como se aprecia en el FIGURA 2-1, estas capas permite establecer o diferenciar en relación a diversas características, una de ellas es el comportamiento térmico. En la capa inferior de la atmósfera, llamada tropósfera, se dan los fenómenos atmosféricos; es la más importante; y, entre ella y la superficie terrestre se produce un intercambio permanente de calor a través de los movimientos constantes del aire, la evaporación y la condensación del vapor de agua.

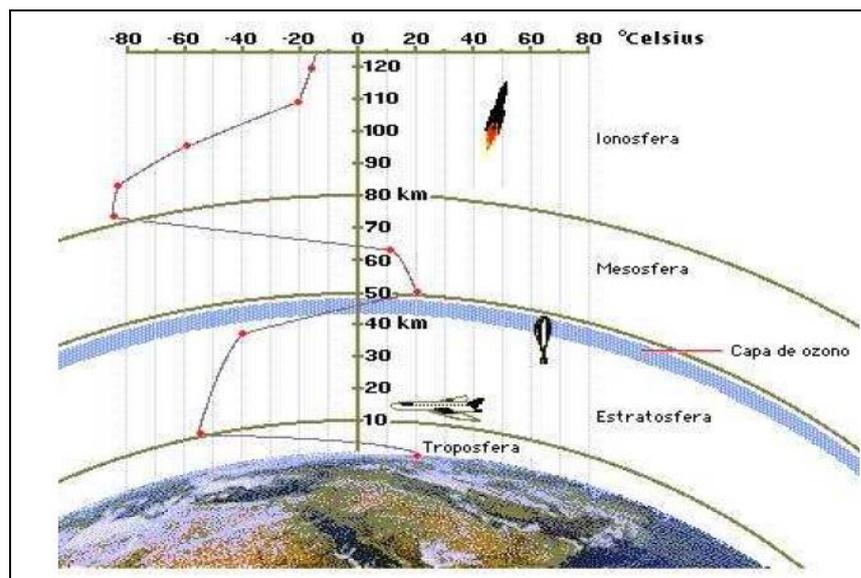


Figura 2-1. Capas de la atmósfera y variación de la temperatura.

Fuente: Meteorología Básica.

Elaborado por: Autor

2.1.2 PRECIPITACIONES

Se establecen mediante los totales obtenidos en los pluviómetros, dichas cantidades se suman y determinan el régimen pluviométrico del lugar o zona. La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico, la cual constituye el fenómeno final del ciclo evolutivo del agua, el mismo que empieza con la evaporación que da lugar a la formación de las nubes. En la FIGURA 2-2, constan los diversos tipos de nubes que se tienen en la atmósfera, dependiendo de la altura latitud y región en que se forman.

GRUPO	ALTURA DE LA BASE DE LAS NUBES	TIPOS DE NUBES
NUBES ALTAS	Trópicos: 6000-18000m	Cirrus
	Latitudes medias: 5000-13000m	Cirrostratus
	Región polar: 3000-8000m	Cirrocumulus
NUBES MEDIAS	Trópicos: 2000-8000m	Altostratus
	Latitudes medias: 2000-7000m	Altostratus
	Región polar: 2000-4000m	Altostratus
NUBES BAJAS	Trópicos: superficie-2000m	Stratus
	Latitudes medias: superficie-2000m	Stratocumulus
	Región polar: superficie-2000m	Nimbostratus
NUBES CON DESARROLLO VERTICAL	Trópicos: hasta los 12000m	Cumulus
	Latitudes medias: hasta los 12000m	Cumulonimbus
	Región polar: hasta los 12000m	Cumulonimbus

Figura 2-2. Tipos de Nubes.

Fuente: Meteorología Básica.

Elaborado por: Autor

2.1.3 PRESIÓN ATMOSFÉRICA

La presión atmosférica es el peso del aire sobre la superficie terrestre, como consecuencia de la atracción que ejerce la Tierra sobre la masa de aire que la rodea.

En navegación es importante el significado de líneas isobáricas, borrascas y anticiclones, que son afectadas directamente por la presión:

Líneas isobáricas.- En los mapas de información meteorológica como el FIGURA 2-3 se trazan líneas con la misma presión atmosférica (flechas) llamadas isóbaras. Toman la presión media a nivel del mar como base, y las altas y bajas presiones son las que superan o no llegan a este valor.

Borrascas.- Son centros de bajas presiones, se indican con la letra B. se caracterizan por la inestabilidad del tiempo y los vientos fuertes.

Anticiclón.- Son centros de altas presiones, se indican en la carta con la letra A; pueden ser fijos o móviles, los fijos favorecen la formación de nieblas y los móviles suelen estar entre dos borrascas yendo con ellas.

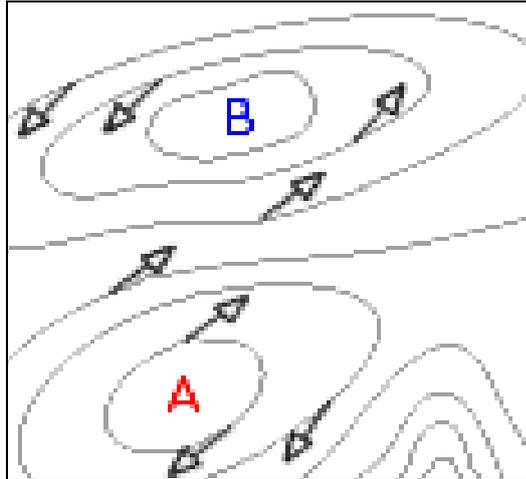


Figura 2-3. Líneas isobáricas. Borrascas y anticiclones.

Fuente: Manual Básico de Navegación.

Elaborado por: Autor

2.1.4 HUMEDAD

Es la cantidad de vapor de agua presente en el aire; depende, en parte, de la temperatura, ya que el aire caliente contiene más humedad que el frío. La humedad de las masas de aire se mide con un dispositivo llamado higrómetro, que establece el porcentaje del contenido en vapor de agua. Si marca el 100%, el aire ha llegado al máximo nivel de saturación; menos del 50% se considera el aire seco y más del 50% se considera aire húmedo.

Todo lo analizado hasta aquí son los elementos del clima que ayudan a conocer y entender la climatología en los océanos y ahora corresponde establecer como los factores tales como el viento, oleaje, corrientes marinas, temperatura del mar y estado del mar tienen una influencia determinante en el comportamiento del clima en el mar; razón por la que es importante que al momento de describir a dichos factores, se analice los aspectos relevantes de los diferentes fenómenos meteorológicos; su formación, evolución y como pueden repercutir en la navegación.

2.1.5 VIENTOS

El viento es el aire en movimiento, que se produce porque éste, al calentarse se dilata y adquiere mayor volumen, por lo que su densidad disminuye. A mayor densidad mayor presión y a menor densidad menor presión; por tal motivo el aire se desplaza de los núcleos de altas presiones a los de baja. Las dos causas principales de la circulación atmosférica a gran escala son el calentamiento diferencial de la superficie terrestre según la latitud y la inercia y fuerza centrífuga producidas por la rotación del planeta.

El viento es la variable meteorológica de mayor trascendencia para la navegación; se lo estudia como aire en movimiento horizontal y vertical. Los movimientos horizontales son los de más importancia práctica. Tiene dos parámetros importantes: Velocidad, la cual tiene efecto directo en la intensidad; y, Dirección.

2.1.5.1 INTENSIDAD DEL VIENTO

Es la fuerza que ejerce sobre los objetos y su velocidad va en función del gradiente barométrico; cuanto más cercanas estén las isobaras más fuerte será el viento. La velocidad se mide mts./s., nudos y con la escala Beaufort.

2.1.5.2 DIRECCIÓN DEL VIENTO

La dirección del viento viene definida por el punto del horizonte del observador desde el cual sopla; es decir se denominan por la dirección de donde proceden, nunca hacia donde van. En la actualidad, se usa

internacionalmente la rosa dividida en 360° en vez de la antigua rosa de los vientos de 32 rumbos que se muestra en el FIGURA 2-4. La dirección del viento se mide preferentemente en la náutica en grados geométricos.

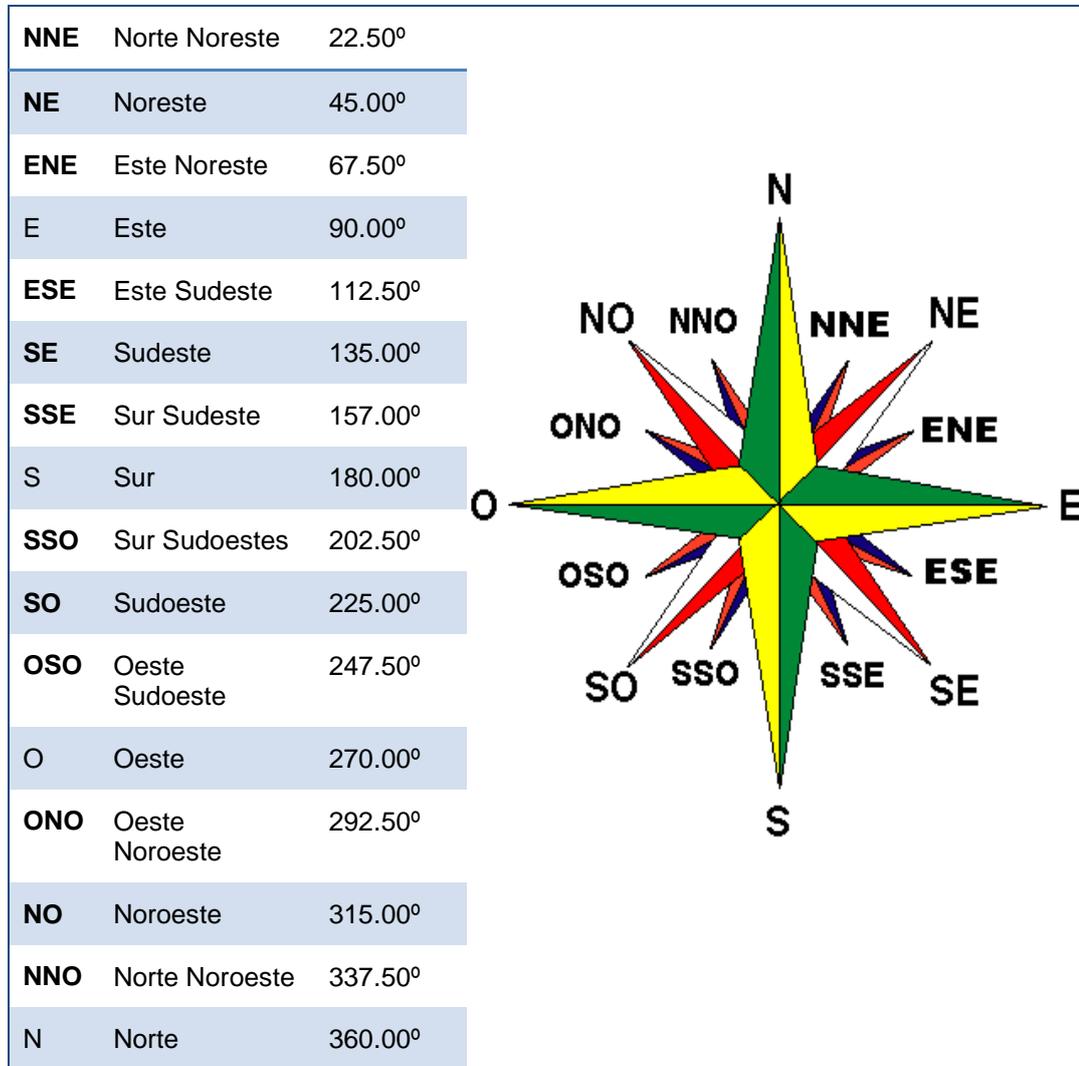


Figura 2-4. Rosa de los vientos.

Fuente: Patrón de Embarcaciones de Recreo.

Elaborado por: Autor

Las expresiones que describen las características del viento son: Viento Real o Verdadero y Aparente. Conociendo el viento aparente se puede hallar el real haciendo una descomposición de fuerzas. Una componente es el vector opuesto a la velocidad del barco. El viento aparente medido es «la

resultante» y con esto se halla la otra componente que es el viento real. La FIGURA 2-5 ilustra de manera esquemática lo descrito.

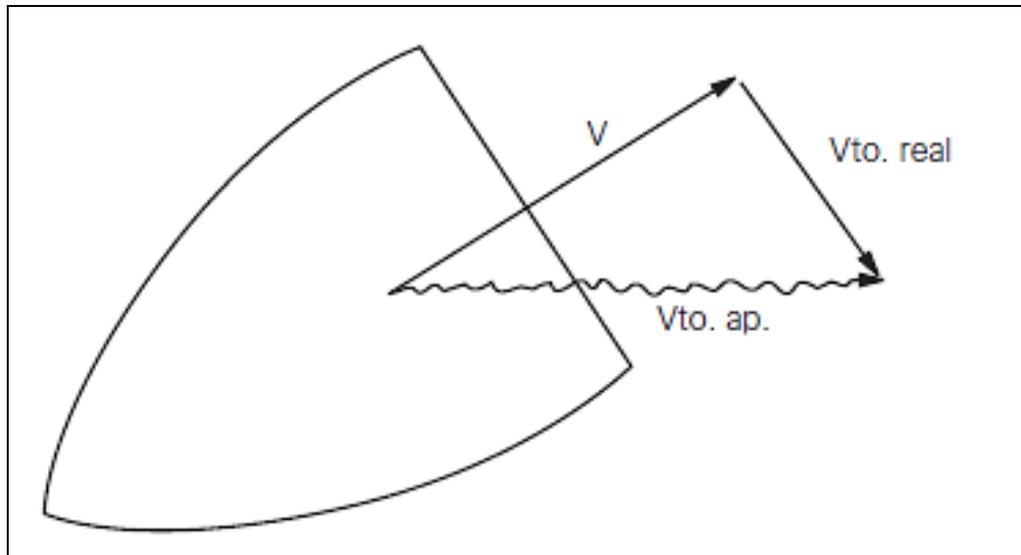


Figura 2-5. Composición Vectorial para encontrar el Viento Real.

Fuente: Patrón de Embarcaciones de Recreo.

Elaborado por: Autor

2.1.6 ESCALA DE BEAUFORT

Medida empírica para la intensidad del viento, basada en el estado del mar y de sus olas. Se la presenta en la FIGURA 2-6 y su nombre completo es Escala de Beaufort de Fuerza de Vientos.

GRADO	NUDOS	ESPAÑOL	EFFECTO EN LA MAR	SÍMBOLO
0	< de 1	Calma	La mar está como un espejo.	
1	1 - 3	Ventolina	La mar empieza a rizarse.	
2	4 - 6	Brisa muy débil	Olas pequeñas que no llegan a romper.	
3	7 - 10	Brisa débil, flojo	Olas cuyas crestas empiezan a romper. Borreguillos dispersos.	
4	11 - 16	Bonacible, brisa moderada	Olas un poco largas. Numerosos borreguillos.	
5	17 - 21	Brisa fresca, fresquito	Olas moderadas y alargadas. Gran abundancia de borreguillos y eventualmente algunos rociones.	
6	22 - 27	Fresco, Brisa fuerte, moderado	Comienza la formación de olas grandes. Las crestas de espuma blanca se ven por doquier. Aumentan los rociones y la navegación es peligrosa para embarcaciones menores.	
7	28 - 33	Frescachón, viento fuerte	La espuma es arrastrada en dirección del viento. La mar es gruesa.	
8	34 - 40	Temporal, viento duro	Olas altas con rompientes. La espuma es arrastrada en nubes blancas.	
9	41 - 47	Temporal fuerte, viento muy duro	Olas muy gruesas. La espuma es arrastrada en capas espesas. La mar empieza a rugir. Los rociones dificultan la visibilidad.	
10	48 - 55	Temporal duro	Olas muy gruesas con crestas empenachadas. La superficie de la mar parece blanca. Visibilidad reducida. La mar ruge.	
11	56 - 63	Temporal muy duro, borrasca	Olas excepcionalmente grandes (los buques de mediano tonelaje se pierden de vista). Mar completamente blanca. Visibilidad muy reducida. La navegación se hace imposible.	
12	> de 64	Temporal huracanado	El aire está lleno de espuma y de rociones. La visibilidad es casi nula. Se imposibilita toda navegación.	

Figura 2-6. Escala Beaufort de fuerza de vientos

Fuente: Náutica

Elaborado por: Autor

2.1.7 OLAS

Son ondas que se forman en la superficie del mar a causa de alguna perturbación que se genere en el agua. Generalmente es el viento el que sacude la superficie del agua, provocando la formación de ondulaciones; a este oleaje se le denomina mar de viento. La velocidad mínima del viento para que su energía dé origen a la formación de las olas, es de 6 nudos, ya que se necesitan 5 nudos para romper la viscosidad o elasticidad del agua.

Las olas de mar de fondo, son ondas que se forman en zonas alejadas y que se propagan a grandes distancias. Suelen ser regulares en el tiempo con períodos largos, o sea, son crestas muy separadas una de otra y que tardan más tiempo en llegar a la costa.

En general las olas se ven influenciadas en su formación por: El viento, el valor y la variación de la presión atmosférica, la configuración y profundidad del fondo marino, la salinidad y la temperatura del agua.

En las rutas que se han determinado para efectuar una navegación , hay que tener en cuenta lo que implican los procesos físicos de macro-escala que rigen el oleaje a nivel global, influenciados directamente por borrascas o huracanes; sin embargo, también debe considerarse un análisis a escala más regional en la que intervienen procesos físicos de menor magnitud más relacionados con el área de por la que se navega, influenciados por los distintos índices climáticos característicos de distintas zonas del globo. En navegación un aspecto importante a tomar en cuenta es la altura de las olas.

2.1.8 ALTURA DE LAS OLAS

La altura de la ola depende de tres factores: la intensidad del viento, su persistencia y su fetch; es decir, depende de los kilómetros que recorre el viento mientras forma la ola; y, esa es la razón por la que las mayores olas son las de las latitudes australes, en el Indico y Pacífico Sur, donde su recorrido es de miles de kilómetros con vientos fuertes y constantes. Son olas que tienen altura, ángulo, rompiente y por lo tanto mucho peligro.

En el momento de calcular la altura de la ola hay dos tipos de situaciones: 1) Se tiene mar de fondo, en el que el oleaje es muy regular y no tiene más complicación. 2) Hay mar de viento, es irregular y por tanto más complicado de determinar la altura de la ola. Una regla aproximada de marineros es que en un área de tormenta la altura de las olas en metros será del orden de un sexto de la velocidad del viento en nudos; así, vientos de unos 30 nudos levantarán olas de unos 5 metros de altura.

2.1.9 CORRIENTES MARINAS

Las corrientes marinas son parecidas a ríos dentro del mar, es decir, grandes volúmenes de agua que se desplazan en el océano siguiendo rutas cíclicas de manera constante, a esto se llama circulación general de las corrientes marinas. Estas corrientes, se encargan de trasladar una gran cantidad de agua y, por lo tanto de energía térmica.

2.1.10 TEMPERATURA DEL MAR

La temperatura del agua de mar varía por numerosos factores tanto en su superficie como en profundidad. El principal aporte calorífico que tiene el agua del mar está representado por las radiaciones energéticas que le llegan del Sol, lo cual repercute en los cambios de la temperatura en las capas superficiales del océano; en verano y otoño es elevada, lo que favorece la convección y las tormentas. El calor específico de la superficie del mar le confiere una extraordinaria capacidad para almacenar calor y por esta propiedad es que posee una gran influencia en las distintas condiciones climáticas que se presentan en la navegación.

La temperatura superficial, influye en la humedad y la temperatura de la atmósfera, jugando así un papel importante en meteorología; la que al estar en función de las radiaciones solares, dependerá entonces de la latitud, tal como se describe en la TABLA 2-1, en la que constan algunos valores de temperatura en el Océano Pacífico. La temperatura superficial es observada mediante satélites en la banda infrarroja. En la FIGURA 2-7 se muestra uno de estos mapas, en el que se puede apreciar además las líneas continuas que presentan la misma temperatura, a las que se las denomina isotermas.

Tabla 2-1. Promedios de temperaturas en el Océano Pacífico.

LATITUD	T°C
0° - 10°	26.0°
20° - 30°	21.5°
50° - 60°	5.0°
60° - 70°	-1.3°

Fuente: Meteorología Básica

Elaborado por: Autor

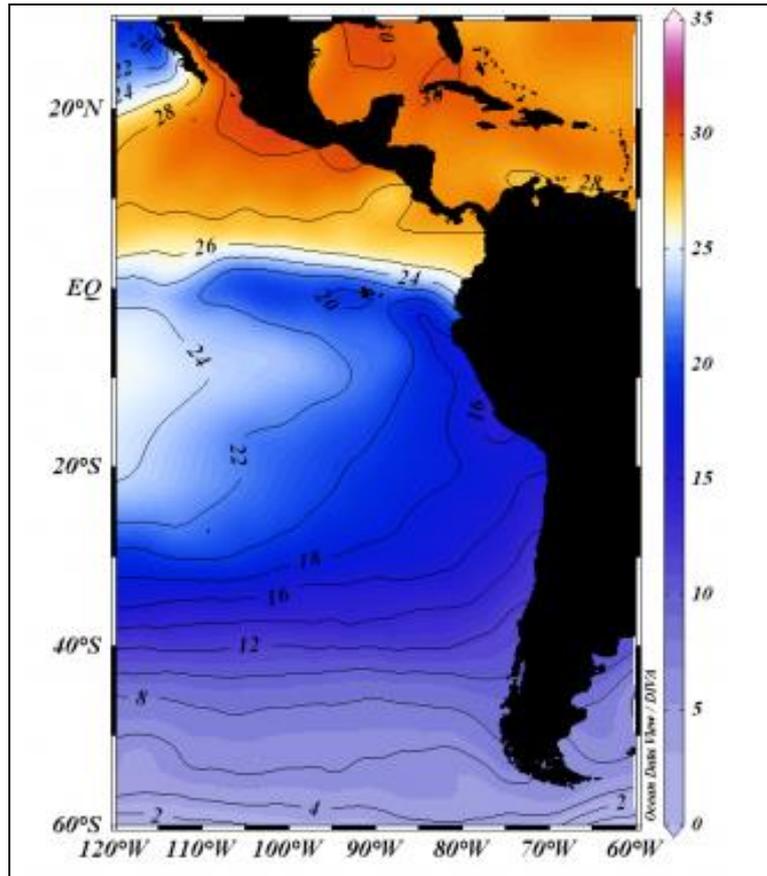


Figura 2-7. Temperatura Superficial del Mar (°C)

**Fuente: NOAA NCEP EMC CMB CLOBAL Reyn SmithOlv2
Procesamiento CIIFEN 2013**

Elaborado por: Autor

En la superficie de las aguas tropicales, la temperatura mínima es de 20°C, la máxima de 30°C y la media de 27°C; en las subtropicales, 16°C mínima, 27°C máxima y 22°C como media; en las aguas boreal y antiboreal, la mínima es de 1°C, la máxima de 17°C y la media de 11°C; en el Ártico y Antártico, la mínima va de -3 a 1°C, la máxima es de 9°C y la media de -1 a 5°C. La temperatura media es 4°C con fluctuaciones desde - 2°C hasta 32°C.

Estudios científicos determinan que aproximadamente un 80 por ciento del calor absorbido por el planeta lo absorben los océanos; y, éstos devuelven a la atmósfera el aumento del calor que absorben, a través de un

efecto conocido como retroalimentación, lo que deriva en más ciclones y tifones. Estos cambios de temperatura de las aguas influyen significativamente en la dinámica del mar y de la atmósfera, constituyéndose en uno de los factores principales que intervienen en la modificación del clima.

2.1.11 ESTADO DEL MAR

Existe la estadística para conocer lo que seguramente se puede encontrar en el mar a partir de un viento determinado; por lo que a falta de mapas o partes meteorológicos, se puede prever la altura de las olas que encontraremos a partir de curvas como las que constan en la FIGURA 2-8.



Figura 2-8. Altura de las olas en función de la velocidad del viento

Fuente: Meteo 4 - El estado de la mar

Elaborado por: Autor

En la figura se ven dos curvas, una en verde que se debe utilizar si el viento lleva soplando solamente unas pocas horas y la roja que es la que se utiliza si ya lleva muchas horas establecido y por tanto la altura de las olas ya ha alcanzado su máximo. En el eje horizontal se identifica la fuerza del

viento que se está soportando. Se sube hasta cruzar la curva adecuada, y se lee la altura de ola correspondiente en el eje vertical de la izquierda.

A manera de ejemplo, se supone que un viento ya bien establecido desde hace horas, sopla con fuerza 7 a unos 28 nudos de velocidad de viento. Entonces se deduce que nos vamos a topar con olas suficientemente preocupantes de unos 4 metros de altura y mar gruesa. O sea que se tendrán muchas olas de 4 metros, algunas esporádicas de 6 metros y con mala suerte alguna de quizás 7 metros o más.

2.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El propósito de la presente investigación es examinar el comportamiento del sistema de propulsión del Buque Escuela Guayas, cuando este enfrenta condiciones climáticas adversas , tema sobre el cual no se ha abordado antes y por lo tanto no se dispone de una información específica que sea de utilidad a los guardiamarinas que realizan los cruceros nacionales e internacionales. Para la consecución de este propósito es necesario describir los factores que afectan el clima en el mar, analizando sus propiedades y características, que hacen que en su conjunto constituyan un factor adverso para la navegación.

Con este conocimiento se identifican y correlacionan las variables de interés del presente estudio, como es la operación del sistema de propulsión con relación a factores climáticos tal como: el viento, las olas, corrientes, la temperatura y el estado del mar.

Finalmente con estos componentes se explicaron las causas que afectan la operación del sistema de propulsión principal del Buque Escuela Guayas, de manera que los resultados que se obtengan de esta investigación sirva como un documento de referencia para el correcto uso de dicho sistema en condiciones adversas, de manera que se puedan tomar decisiones adecuadas para una navegación eficiente y segura.

2.3 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se procedió a realizar un enfoque cuantitativo, ya que se busca establecer una alternativa de solución al problema planteado y además ayudó a la evaluación de los procesos que se desarrollan para su elaboración.

2.4 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El fin del presente trabajo de investigación es el de establecer un esquema para la operación adecuada del sistema de propulsión del BESGUA ante condiciones climáticas adversas. Para conseguir este fin el medio utilizado en el desarrollo de la investigación es el método Inductivo – deductivo que tiene como base el conocimiento teórico y experimental, mediante el cual se han seguido algunos procedimientos que nos permitieron encontrar la manera de construir una relación coherente entre las variables de interés utilizadas en este estudio.

Para la obtención de los resultados derivados de esta relación de variables se usó como instrumento la encuesta, que es una forma de

aplicación del método antes indicado. La encuesta es una herramienta empírica que para los propósitos del presente trabajo ayudó a realizar gráficos estadísticos de las preguntas y tener una idea del grado de conocimiento del encuestado.

2.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

2.5.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Una vez determinado el diseño de la investigación, se hace necesario establecer las técnicas o métodos de recolección necesarias para definir los instrumentos que nos permitan obtener los datos de la realidad; que para el caso de la presente investigación, como ya se definió es la encuesta.

2.5.2 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

La finalidad que tuvo la encuesta realizada fue la de tener un criterio respecto del conocimiento que tienen los guardiamarinas en relación con el funcionamiento del sistema de propulsión principal utilizado en el Buque Escuela Guayas y fundamentalmente de los parámetros de operación de dicho sistema.

Adicionalmente, la encuesta también permitió saber el grado de comprensión que la población escogida posee acerca de la afectación que causan los factores climáticos en la navegación. A continuación se muestran las siguientes interrogantes de apoyo al presente trabajo.

PREGUNTA 1: El conocimiento descriptivo y analítico de los factores climáticos que influyen en la propulsión del BESGUA ayuda en la toma de decisiones para la operación.

Tabla 2-2. Propulsión del BESGUA

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Siempre	17	32
Casi siempre	25	47
A veces	11	21
Nunca	0	0
TOTAL	53	100

Fuente: Encuesta a guardiamarinas

Elaborado por: Autor

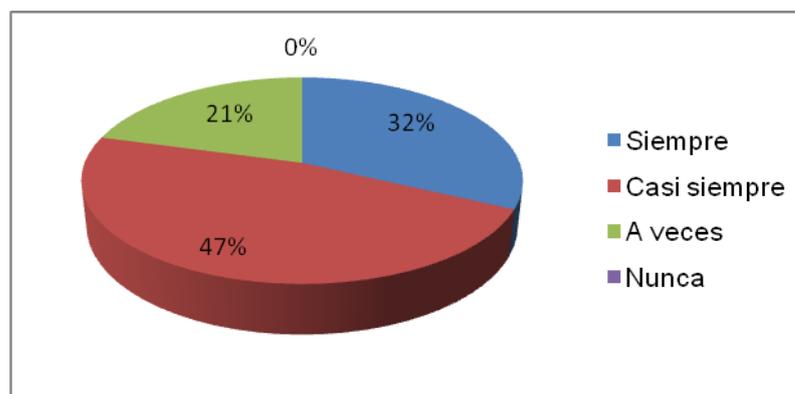


Figura 2-9. Propulsión del BESGUA

Fuente: Tabla 2-1. Elaborado por: Autor

ANÁLISIS

De acuerdo a los resultados obtenidos en la pregunta 1 y que se muestra en la FIGURA 2-9 se deduce que el 47% de los encuestados consideran que el conocimiento descriptivo y analítico de los factores climáticos, casi siempre influyen en la propulsión del BESGUA en tanto que el 32% manifiesta que siempre, el 21% que a veces. Esto implica que para una eficiente operación del sistema de propulsión la mayor parte del tiempo hay que estar atentos a los factores climáticos.

PREGUNTA 2: Se deben evaluar las decisiones tomadas en el puente de gobierno para medir la eficacia de las maniobras realizadas.

Tabla 2-3. Decisiones tomadas en el puente de gobierno

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Siempre	30	57
Casi siempre	16	30
A veces	7	13
Nunca	0	0
TOTAL	53	100

Fuente: Encuesta a guardiamarinas

Elaborado por: Autor

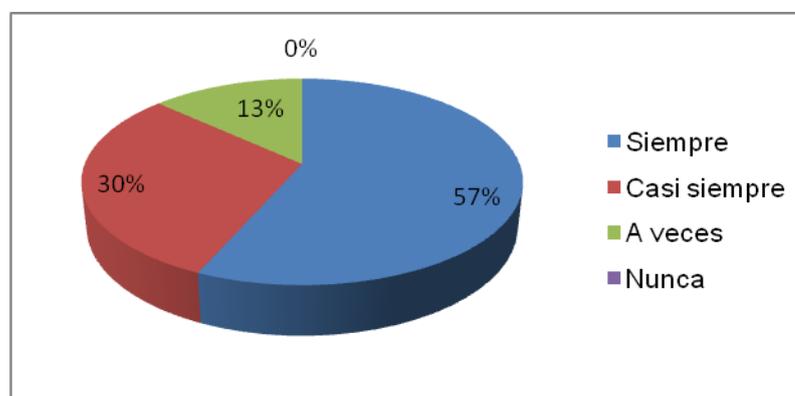


Figura 2-10. Decisiones tomadas en el puente de gobierno

Fuente: Tabla 2-2. **Elaborado por:** Autor

ANÁLISIS

Conforme se aprecia en la FIGURA 2-10, cuyo resultado tiene que ver con la pregunta 2 se establece que el 57% de los contactados consideran que siempre se debe evaluar las decisiones tomadas en el puente de gobierno con el fin de medir la eficacia de las maniobras realizadas, mientras que el 30% indica que casi siempre y el 13% que a veces. Esto indica que para las maniobras resulten eficaces se debe evaluar de manera oportuna la toma de decisiones.

PREGUNTA 3: Se deben extremar las medidas de seguridad sobre cubierta.

Tabla 2-4. Medias de seguridad sobre cubierta

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Siempre	32	61
Casi siempre	15	28
A veces	6	11
Nunca	0	0
TOTAL	53	100

Fuente: Encuesta a guardiamarinas.

Elaborado por: Autor

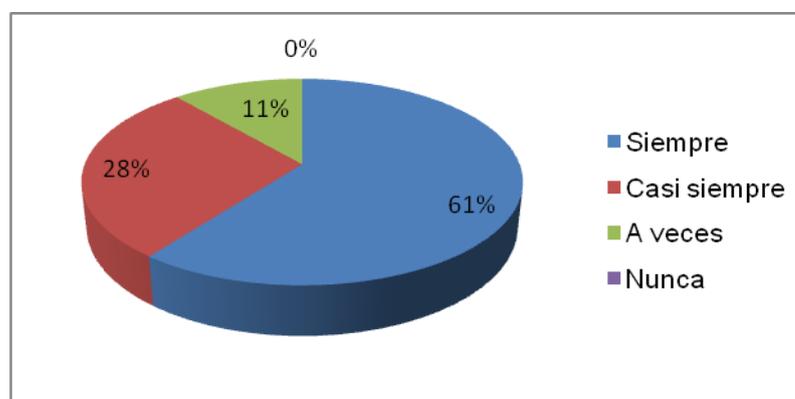


Figura 2-11. Medias de seguridad sobre cubierta.

Fuente: Tabla 2-3. Elaborado por: Autor

ANÁLISIS

Al observar los resultados que se han obtenido para la pregunta 3 los cuales se los puede apreciar en la FIGURA 2-11 se determina que el 61% de los encuestados consideran que se debe extremar las medidas de seguridad siempre sobre cubierta, mientras que el 28% casi siempre, el 11% que a veces. De estas consideraciones se concluye que hay que aplicar todas las medidas de seguridad pertinentes al personal sobre cubierta.

PREGUNTA 4: Se verifican que los parámetros de funcionamiento del motor principal y de las máquinas auxiliares son los idóneos para mantener el máximo rendimiento del sistema de propulsión.

Tabla 2-5. Parámetros de funcionamiento

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Siempre	25	47
Casi siempre	16	30
A veces	12	23
Nunca	0	0
TOTAL	53	100

Fuente: Encuesta a guardiamarinas

Elaborado por: Autor

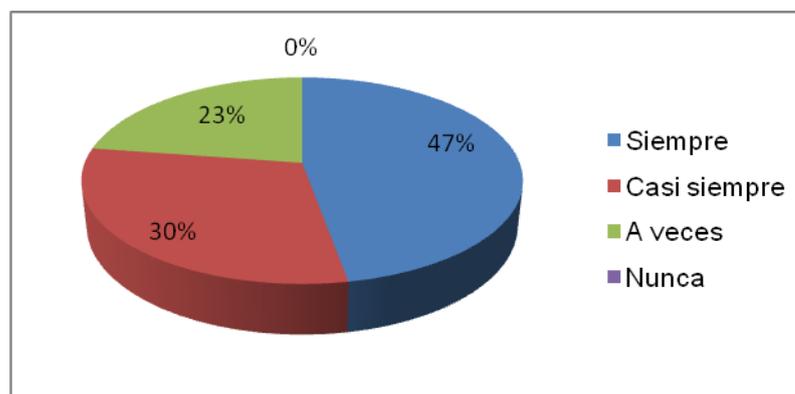


Figura 2-12. Parámetros de funcionamiento

Fuente: Tabla 2-4. **Elaborado por:** Autor

ANÁLISIS

Luego de haber procesado la información que se recabó, los mismos que constan en la FIGURA 2-12 cuya distribución porcentual nos indica que el 47% de los contactados consideran que siempre se verifican dichos parámetros para el máximo rendimiento del sistema de propulsión, en tanto que el 30% indica que casi siempre, el 23% que a veces. De esto se deduce que para una óptima operación del motor principal y máquinas auxiliares se deben verificar de manera continua los parámetros relacionados con su funcionamiento.

PREGUNTA 5: En condiciones de clima adverso, se calcula la situación del buque, interpretando la información recibida de los equipos de navegación, planificando la derrota sobre la carta náutica.

Tabla 2-6. Condiciones de clima adverso

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Siempre	16	30
Casi siempre	21	40
A veces	14	26
Nunca	2	4
TOTAL	53	100

Fuente: Encuesta a guardiamarinas

Elaborado por: Autor

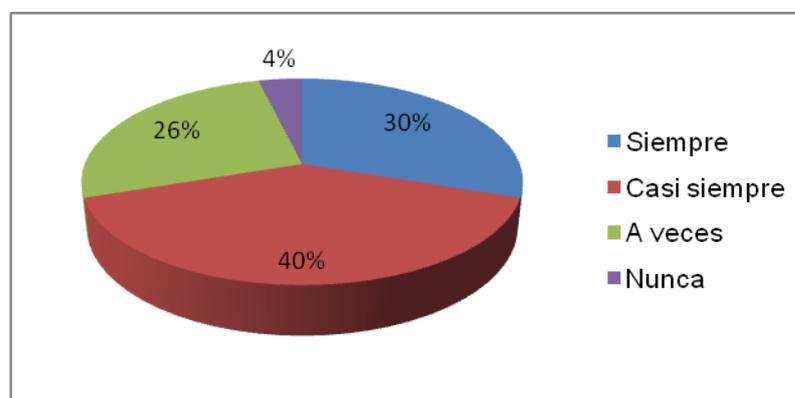


Figura 2-13. Condiciones de clima adverso

Fuente: Tabla 2-5. Elaborado por: Autor

ANÁLISIS

Luego de procesar los datos que se registraron para la pregunta 5 según se puede apreciar en la FIGURA 2-13, se concluye que el 40% de los encuestados consideran que en condiciones de clima adverso casi siempre se calcula la situación del buque interpretando la información recibida de los equipos de navegación, mientras que el 30% dice que siempre, el 26% que a veces, y un 4% que nunca. De estas consideraciones se desprende que se debe prestar mucha atención a las condiciones que puedan afectar la seguridad del buque cuando este se encuentre con mal tiempo.

PREGUNTA 6: Los protocolos de comunicación entre la sala de máquinas y puente de gobierno son utilizados adecuadamente.

Tabla 2-7. Protocolos de comunicación

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Siempre	9	17
Casi siempre	24	45
A veces	20	38
Nunca	0	0
TOTAL	53	100

Fuente: Encuesta a guardiamarinas

Elaborado por: Autor

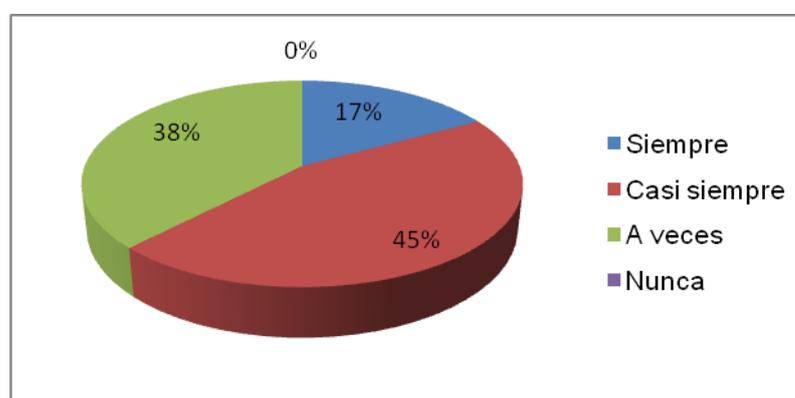


Figura 2-14. Protocolos de comunicación

Fuente: Tabla 2-6. **Elaborado por:** Autor

ANÁLISIS

De acuerdo a los resultados obtenidos en la pregunta 6 y que se muestran en la FIGURA 2-14 se deduce que el 45% de los contactados consideran que los protocolos de comunicación entre la sala de máquinas y puente de gobierno casi siempre son utilizados adecuadamente, mientras que el 38% que a veces, el 17% que siempre. Esto implica que se debe enfatizar en la correcta utilización de dichos protocolos para una mejor comunicación y entendimiento a bordo del buque.

PREGUNTA 7: ¿Ante condiciones climáticas adversas, el sistema propulsor debe operar a potencia?

Tabla 2-8. Sistema propulsor

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Mínima	7	13
Poca	7	13
Media	18	34
Máxima	21	40
TOTAL	53	100

Fuente: Encuesta a guardiamarinas

Elaborado por: Autor

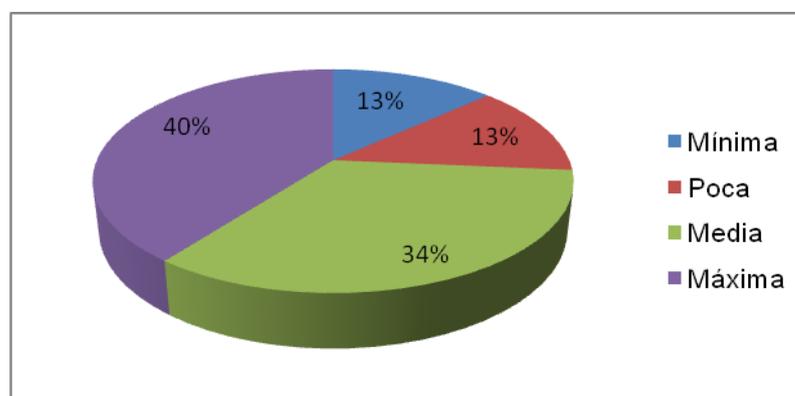


Figura 2-15. Sistema propulsor

Fuente: Tabla 2-7. Elaborado por: Autor

ANÁLISIS

Conforme se aprecia en la FIGURA 2-15, cuyo resultado tiene que ver con la pregunta 7 se establece que el 40% de los encuestados consideran que la potencia del sistema de propulsión ante condiciones climáticas adversas es máxima en tanto que el 34% indica potencia media, el 13% potencia poca y el 13% potencia mínima. Las condiciones climáticas adversas son extremas, motivo por el cual el sistema de propulsión del buque debe responder a su máxima potencia.

PREGUNTA 8: Ante un régimen adverso de trabajo, se controla continuamente la potencia y dirección del empuje.

Tabla 2-9. Régimen adverso de trabajo

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Siempre	20	38
Casi siempre	13	24
A veces	12	23
Nunca	8	15
TOTAL	53	100

Fuente: Encuesta a guardiamarinas

Elaborado por: Autor

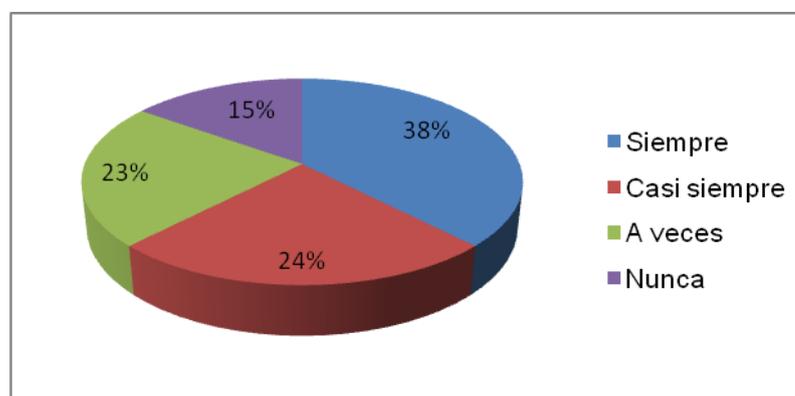


Figura 2-16. Régimen adverso de trabajo

Fuente: Tabla 2-8. **Elaborado por:** Autor

ANÁLISIS

Al observar los resultados que se han obtenido para la pregunta 8 los cuales se los puede apreciar en la FIGURA 2-16 se determina que el 38% de los contactados consideran que en condiciones adversas se debe controlar de forma continua la potencia y dirección del empuje, en tanto que el 24% indican que casi siempre, el 23% que a veces y el 15% que nunca. De estos criterios se deduce que cuando se presenta una condición de régimen adverso de trabajo hay que monitorear los parámetros de potencia y dirección del empuje y consecuentemente operar el sistema de propulsión con el fin de adaptarlo a esta condición.

PREGUNTA 9: Se verifica el correcto funcionamiento de los equipos de propulsión y servicios mediante la inspección de las alarmas acústicas y visuales.

Tabla 2-10. Alarmas acústicas y visuales

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Siempre	29	55
Casi siempre	10	19
A veces	10	19
Nunca	4	7
TOTAL	53	100

Fuente: Encuesta a guardiamarinas

Elaborado por: Autor

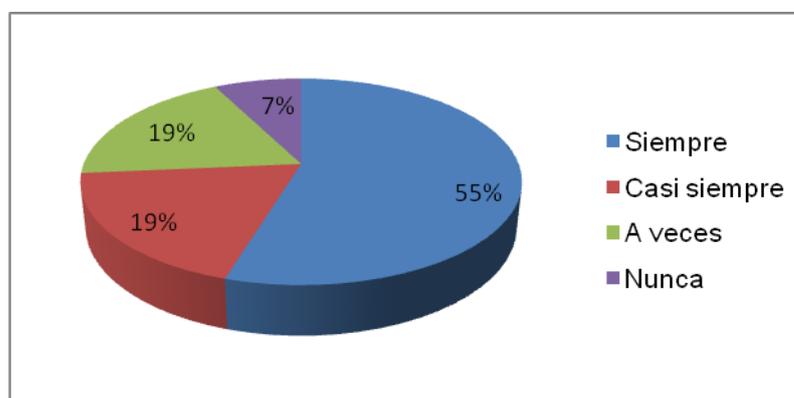


Figura 2-17. Alarmas acústicas y visuales

Fuente: Tabla 2-9. Elaborado por: Autor

ANÁLISIS

Luego de haber procesado los datos que se recabaron, los mismos que constan en la FIGURA 2-17 cuya distribución porcentual nos indica que el 55% de los encuestados consideran que siempre se verifica el correcto funcionamiento del sistema propulsor y servicios mediante la inspección de las alarmas, en tanto que para las alternativas casi siempre y a veces hay una coincidencia de 19%; mientras que el 7% piensan que nunca. De los criterios considerados se concluye que es importante estar pendientes y alertas del buen funcionamiento de la propulsión y servicios en el buque.

PREGUNTA 10: Se comprueba que en el buque funcionan los sistemas automáticos de control.

Tabla 2-11. Sistemas automáticos de control

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Siempre	17	32
Casi siempre	16	30
A veces	11	21
Nunca	9	17
TOTAL	53	100

Fuente: Encuesta a guardiamarinas

Elaborado por: Autor

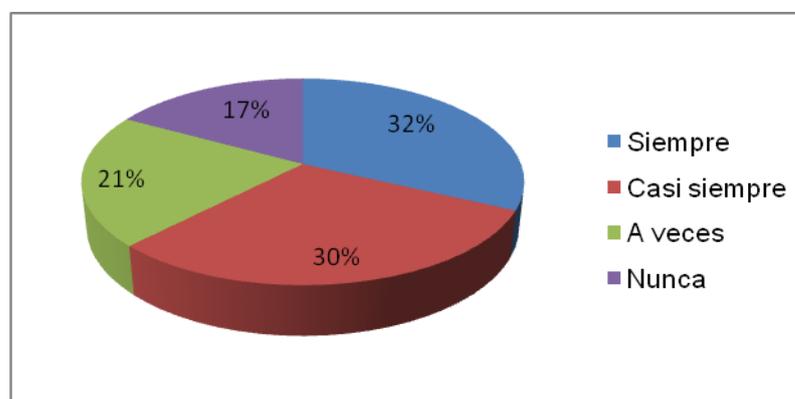


Figura 2-18. Sistemas automáticos de control

Fuente: Tabla 2-10. Elaborado por: Autor

ANÁLISIS

Luego de procesar los datos que se registraron para la pregunta 10, según se puede apreciar en la FIGURA 2-18, se establece que el 32% consideran que siempre se comprueba que en el buque funcionan los sistemas automáticos de control, mientras que el 30% manifiesta que es casi siempre, el 21% que es a veces y el 17% que es nunca. De las opiniones aquí expuestas se desprende que los sistemas automáticos de control son importantes en la propulsión, por lo que debe comprobarse que estos funcionen correctamente.

SÍNTESIS:

La elaboración de preguntas apoyaron en la recopilación de datos para conocer los diferentes parámetros con los que trabaja el motor y fueron de gran utilidad, dado que orientaron a la comprensión de ciertos factores que producto del conocimiento adquirido por el personal se indagaron para compararlos con los mencionados en los libros de operación del motor.

CAPITULO III

ANALISIS DEL EMPLEO ÓPTIMO DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN EN CONDICIONES ADVERSAS

3.1 INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se planteó el análisis del empleo óptimo del sistema de propulsión en condiciones adversas utilizando el velamen. Para ello fue necesario recolectar datos de los parámetros de operación del sistema de propulsión principal en la ruta Lisboa-La Guaira. En cada uno de los días se muestra si dichos valores se encontraban dentro o fuera de los parámetros para recomendar en el desarrollo de futuros cruceros internacionales la revisión del presente registro.

3.2 EMPLEO DEL VELAMEN EN CONDICIONES ADVERSAS

Se navega sin velas cuando el viento se encuentra en la proa, ahí normalmente se hace patas de navegación hacia una y otra banda abriéndose al menos 30 grados para así utilizar las velas cuchillas.

Cuando la fuerza del viento supera los 30 nudos es recomendable utilizar solamente el aparejo de capa para estabilizar el buque, no se utiliza el velamen porque esto produciría una gran escora.

En caso de que exista pronosticado una baja de presión, se toma la precaución de carga todo el aparejo, y si la circunstancia lo amerita; es decir

baja mucho la presión, se enverga el aparejo de capa, compuesto por velas bajas de tela y puño reforzados que ayudarían a dar estabilidad al buque.

La presión se la monitorea cada hora en el puente cuando existe una variación de presión de 3 milibares en el lapso de una hora, esto indica que se aproxima mal tiempo y por consiguiente va a aumentar el viento.

3.3 PARÁMETROS DE OPERACIÓN MÁXIMA Y CONDICIONES CLIMÁTICAS ADVERSAS QUE AFECTAN LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN PRINCIPAL

Tabla 3-1. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (01/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	62 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	84°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	310 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	108°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	16°C	
Presión atmosférica	1021 mb	
Nube	6	
Estado del mar	1	
Fuerza del viento	27 nudos	
Dirección de viento	330°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 1: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 62 psi, una presión atmosférica alta de 1021 mb y una fuerza del viento de 27 nudos lo que imposibilita el uso de velas.

Tabla 3-2. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (02/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	84°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	320 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	110°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	21°C	
Presión atmosférica	1022 mb	
Nube	3	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	17 nudos	
Dirección de viento	350°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 2: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 61 psi, una presión atmosférica alta de 1022 mb y una fuerza del viento de 17 nudos lo que posibilita el uso de velas, siendo la decisión del comandante de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-3. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (03/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	84°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	320 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	110 °F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	20°C	
Presión atmosférica	1021 mb	
Nube	5	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	15 nudos	
Dirección de viento	010°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 3: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 61 psi, una presión atmosférica alta de 1021 mb y una fuerza del viento de 15 nudos lo que posibilita el uso de velas, sin embargo el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-4. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (04/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	62 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	320 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	113°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	22°C	
Presión atmosférica	1020 mb	
Nube	4	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	10 nudos	
Dirección de viento	060°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 4: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 62 psi, una presión atmosférica alta de 1020 mb y una fuerza del viento de 10 nudos lo que posibilita el uso de velas, siendo la decisión del comandante de navegar con el sistema de propulsión mecánico y el uso del velamen.

Tabla 3-5. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (05/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	320 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	126°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	24°C	
Presión atmosférica	1014 mb	
Nube	0	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	28 nudos	
Dirección de viento	198°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 5: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 61 psi, una fuerza alta del viento de 28 nudos lo que imposibilita el uso de velas, el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-6. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (06/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	86°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	340 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	157°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	24°C	
Presión atmosférica	1015 mb	
Nube	3	
Estado del mar	3	
Fuerza del viento	38 nudos	
Dirección de viento	180°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 6: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 61 psi, una fuerza del viento alta de 38 nudos lo que imposibilita el uso de velas, por ello el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-7. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (07/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	86°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	340 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	142°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	21°C	
Presión atmosférica	1015 mb	
Nube	8	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	18 nudos	
Dirección de viento	205°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 7: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 61 psi, una fuerza del viento alta de 18 nudos que posibilita el uso de velas, por ello el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-8. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (08/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	62 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	330 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	136°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	25°C	
Presión atmosférica	1020 mb	
Nube	3	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	10 nudos	
Dirección de viento	192°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 8: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 62 psi, una fuerza del viento de 10 nudos lo que posibilita el uso de velas, por ello el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-9. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (09/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	62 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	330 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	133°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	23°C	
Presión atmosférica	1019 mb	
Nube	2	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	6 nudos	
Dirección de viento	134°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 9: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 62 psi, una fuerza del viento de 6 nudos lo que posibilita el uso de velas, por ello el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-10. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (10/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	66 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	320 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	135°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	23°C	
Presión atmosférica	1020 mb	
Nube	2	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	9 nudos	
Dirección de viento	020°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 10: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 66 psi, una fuerza del viento de 9 nudos lo que posibilita el uso de velas, por ello el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-11. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (11/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	320 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	122°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	25°C	
Presión atmosférica	1018 mb	
Nube	2	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	16 nudos	
Dirección de viento	060°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 11: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 61 psi, una fuerza del viento de 16 nudos lo que posibilita el uso de velas, por ello el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-12. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (12/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	310 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	121°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	24°C	
Presión atmosférica	1019 mb	
Nube	2	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	11 nudos	
Dirección de viento	050°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 12: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 61 psi, una fuerza del viento de 11 nudos lo que posibilita el uso de velas, por ello el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-13. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (13/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	310 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	114°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	23°C	
Presión atmosférica	1016 mb	
Nube	1	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	14 nudos	
Dirección de viento	050°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 13: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 61 psi, una fuerza del viento de 14 nudos lo que posibilita el uso de velas, por ello el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-14. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (14/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	310 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	121°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	27°C	
Presión atmosférica	1015 mb	
Nube	2	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	11 nudos	
Dirección de viento	084°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 14: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 61 psi, una fuerza del viento de 11 nudos lo que posibilita el uso de velas, por ello el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-15. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (15/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	62 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	310 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	115°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	24°C	
Presión atmosférica	1015 mb	
Nube	1	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	18 nudos	
Dirección de viento	105°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 15: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 62 psi, una fuerza del viento de 18 nudos lo que posibilita el uso de velas, por ello el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-16. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (16/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor		
Temperatura del refrigerante del motor	Navegación a vela	
Presión de aceite de la transmisión		
Temperatura de aceite de la transmisión		
Temperatura del mar	28°C	
Presión atmosférica	1014 mb	
Nube	2	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	20 nudos	
Dirección de viento	080°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 16: En cuanto a la navegación en este día fue completamente a vela sin la utilización del sistema de propulsión mecánico, con una fuerza del viento de 20 nudos hizo que el comandante toma la decisión de navegar de esta manera.

Tabla 3-17. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (17/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor		
Temperatura del refrigerante del motor	navegación a vela	
Presión de aceite de la transmisión		
Temperatura de aceite de la transmisión		
Temperatura del mar	26°C	
Presión atmosférica	1014 mb	
Nube	2	
Estado del mar	3	
Fuerza del viento	20 nudos	
Dirección de viento	088°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 17: En cuanto a la navegación en este día fue completamente a vela sin la utilización del sistema de propulsión mecánico, con una fuerza del viento de 20 nudos hizo que el comandante toma la decisión de navegar de esta manera.

Tabla 3-18. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (18/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor		
Temperatura del refrigerante del motor	navegación a	
Presión de aceite de la transmisión	vela	
Temperatura de aceite de la transmisión		
Temperatura del mar	26°C	
Presión atmosférica	1014 mb	
Nube	2	
Estado del mar	3	
Fuerza del viento	18 nudos	
Dirección de viento	080°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 18: En cuanto a la navegación en este día fue completamente a vela sin la utilización del sistema de propulsión mecánico, con una fuerza del viento de 18 nudos hizo que el comandante toma la decisión de navegar de esta manera.

Tabla 3-19. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (19/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	310 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	121°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	27°C	
Presión atmosférica	1012 mb	
Nube	2	
Estado del mar	3	
Fuerza del viento	18 nudos	
Dirección de viento	065°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 19: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 61 psi, una fuerza del viento de 18 nudos lo que posibilita el uso de velas, sin embargo el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-20. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (20/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	310 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	121°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	28°C	
Presión atmosférica	1012 mb	
Nube	0	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	8 nudos	
Dirección de viento	090°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 20: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 62 psi, una fuerza del viento de 8 nudos lo que posibilita el uso de velas, sin embargo el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-21. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (21/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	315 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	121°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	30°C	
Presión atmosférica	1011 mb	
Nube	0	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	14 nudos	
Dirección de viento	090°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 21: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 61 psi, una fuerza del viento de 14 nudos lo que posibilita el uso de velas, sin embargo el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-22. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (22/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	86°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	320 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	137°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	30°C	
Presión atmosférica	1008 mb	
Nube	1	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	16 nudos	
Dirección de viento	100°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 22: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 61 psi, una fuerza del viento de 16 nudos lo que posibilita el uso de velas, sin embargo el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-23. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (23/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor		
Temperatura del refrigerante del motor	navegación a	
Presión de aceite de la transmisión	vela	
Temperatura de aceite de la transmisión		
Temperatura del mar	29°C	
Presión atmosférica	1008 mb	
Nube	1	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	20 nudos	
Dirección de viento	095°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 23: En cuanto a la navegación en este día fue completamente a vela sin la utilización del sistema de propulsión mecánico, con una fuerza del viento de 20 nudos hizo que el comandante tomara la decisión de navegar de esta manera.

Tabla 3-24. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (24/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	62 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85,5°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	340 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	143°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	30°C	
Presión atmosférica	1009 mb	
Nube	1	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	25 nudos	
Dirección de viento	110°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 24: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 62 psi, una fuerza del viento de 25 nudos lo que imposibilita el uso de velas, por ello el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-25. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (25/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	317 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	120°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	30°C	
Presión atmosférica	1009 mb	
Nube	6	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	12 nudos	
Dirección de viento	115°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 25: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 61psi, una fuerza del viento de 12 nudos lo que posibilita el uso de velas, sin embargo el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

Tabla 3-26. Datos de bitácoras ruta Lisboa – La Guaira (26/10/2012)

PARÁMETROS Y CONDICIONES	VALOR OBTENIDO	OBSERVACIONES
Presión de aceite del motor	61 psi	fuera de los parámetros
Temperatura del refrigerante del motor	85°C	dentro de los parámetros
Presión de aceite de la transmisión	320 psi	dentro de los parámetros
Temperatura de aceite de la transmisión	121°F	dentro de los parámetros
Temperatura del mar	29°C	
Presión atmosférica	1010 mb	
Nube	2	
Estado del mar	2	
Fuerza del viento	18 nudos	
Dirección de viento	090°	

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS CONDICIONES ADVERSAS DIA 26: En cuanto a la presión de aceite se registra un valor bajo los parámetros normales (70-85 psi) que es de 61 psi, una fuerza del viento de 18 nudos lo que posibilita el uso de velas, sin embargo el comandante toma la decisión de navegar con el sistema de propulsión mecánico.

3.4 DÍAS DE NAVEGACIÓN CON CLIMA ADVERSO (VELOCIDAD DEL VIENTO Y PRESIÓN ATMOSFÉRICA) EN LA RUTA LISBOA – LA GUAIRA

Tabla 3-27. Días en que se registro condiciones climáticas adversas

FECHA	VELOCIDAD DEL VIENTO (NUDOS)	PRESIÓN ATMOSFÉRICA (MB)
01/10/2012	27	1021
02/10/2012	inferior a 25	1022
03/10/2012	inferior a 25	1021
04/10/2012	inferior a 25	1020
05/10/2012	28	inferior a 1020
06/10/2012	38	inferior a 1020
08/10/2012	inferior a 25	1020
10/10/2012	inferior a 25	1020
24/10/2012	25	inferior a 1020

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

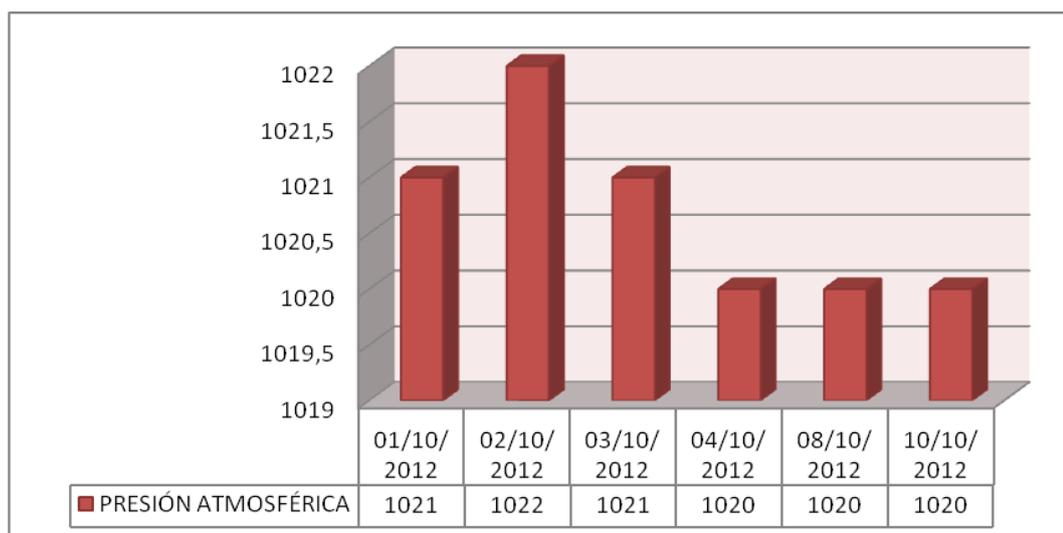


Figura 3-1. Días con presión atmosférica alta.

Fuente: tabla 3-27

Elaborado por: Autor

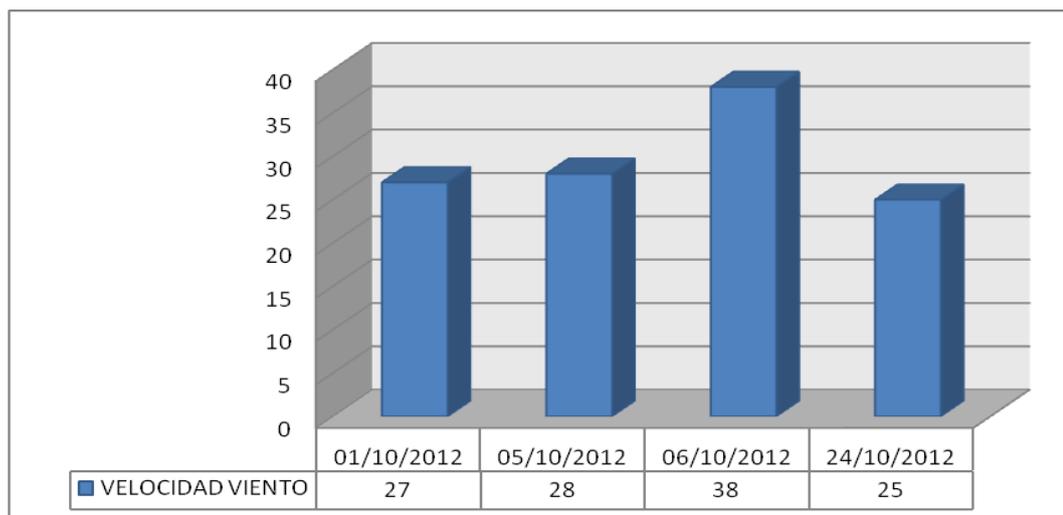


Figura 3-2. Días con velocidad de viento elevada.

Fuente: tabla 3-27

Elaborado por: Autor

ANÁLISIS:

En la TABLA 3-27 se han consignado los datos de la velocidad del viento y de la presión atmosférica, para aquellos días en que se tuvieron condiciones climáticas adversas, en tanto que en las FIGURAS 3-1 y 3-2 se ha construido diagramas de barras en los que se observa las variaciones de los datos registrados.

Para la elaboración de la tabla y las gráficas se tomó como condición adversa a aquellos días en que no se pudo utilizar el velamen del BESGUA, observándose que en 9 de éstos se produjo esta circunstancia y que dichos días corresponden a registros de velocidades cercanas a los 30 nudos y a presiones atmosféricas superiores a los 1020 mb.

De los 26 días que duró la navegación en la ruta Lisboa – La Guaira, en 4 de ellos, se anotan valores de velocidad del viento próximos a los 30 nudos y en 6 de esos días se aprecian magnitudes de presión atmosférica

superiores a los 1020 mb; así como, también se observa que en 1 de esos días coinciden los dos factores climáticos. Esta situación confirma el hecho de que en condiciones climáticas adversas no se pueden utilizar las velas del buque, asumiendo el sistema de propulsión mecánica todo el trabajo requerido para el desplazamiento del buque.

3.5 PROPUESTA DE NAVEGACIÓN EN CONDICIONES CLIMÁTICAS ADVERSAS

Para elaborar la propuesta de navegación bajo condiciones adversas empleando de forma óptima el sistema de propulsión se obtendrá de la información de campo obtenida en el presente trabajo cuyos datos son:

Tabla 3-28. Propuesta de navegación en condiciones climáticas adversas

Días navegados	26
Días condiciones climáticas adversas	9
Presión atmosférica adversa	1020 mb
Velocidad viento condiciones adversas	mayor a 25 nudos
Propuesta de operación del sistema de propulsión en condiciones adversas	Presión de aceite del motor 70 psi Temperatura del refrigerante del motor 85°C Presión de aceite de la transmisión 320 psi Temperatura de aceite de la transmisión 121°F
Meses óptimos para tener estas condiciones	octubre y noviembre

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

De esta investigación y de la información recopilada, la propuesta es que de los 26 días navegados en la pata Lisboa - La Guaira existe la

posibilidad de tener 9 días en condiciones climáticas adversas con una presión de 1020 mb y vientos superiores a los 25 nudos que impiden el uso de velas.

La propuesta de empleo óptimo del sistema de propulsión bajo condiciones adversas es poder emplear en los 9 días el motor del BESGUA, sin afectarlo y que no sufra daños mecánicos. Estos parámetros se muestran en la tabla 3-28 y deben tener 70 psi en su presión de aceite, una temperatura de refrigerante de 85°C, presión de aceite de la transmisión de 320 psi y temperatura del aceite de la transmisión de 121°F. Esto permite utilizar el motor en condiciones recomendadas de operación; situación a tomarse como referencia para futuros cruceros internacionales, siendo importante destacar que los meses para que ocurran estas condiciones similares deben ser entre octubre y noviembre.

3.6 PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE VS USD

Tabla 3-29. Optimización de consumo de combustible Lisboa - La Guaira

DÍAS NAVEGADOS	REVOLUCIONES PLANIFICADAS	CONSUMO TOTAL PLANIFICADO (GAL)	CONSUMO TOTAL REAL (GAL)	DIFERENCIA (GAL)	GASTO PLANIFICADO (\$6.00 USD/GAL)	GASTO REAL (\$6.00 USD/GAL)	AHORRO
26 días	1500 RPM	12480	10031	2449	\$74.880,00	\$60.186,00	\$14.694,00

Fuente: bitácoras BESGUA

Elaborado por: Autor

La planificación de 26 días para la ruta Lisboa - La Guaira efectuada por el Departamento de Operaciones del BESGUA determinó un consumo planificado de 12.480 galones de diesel. El consumo real efectuado fue de 10.031 galones, obteniendo una diferencia de 2449 galones que implica un ahorro en USD de \$14.694,00; esta cantidad representa la optimización del consumo de combustible en la ruta efectuada. Los valores fueron obtenidos con el precio internacional del diesel de 6 USD el galón.

CONCLUSIONES

- Los datos de información meteorología en la ruta Lisboa – La Guaira permitirán efectuar un registro para las futuras navegaciones del BESGUA.
- El análisis de los factores climáticos más significativos, cuya magnitud pueden configurar una climatología extrema son el viento, las olas, temperatura, presión y precipitaciones facilitarán el empleo del sistema de propulsión.
- El factor climático que mayor influencia tiene el comportamiento del mar es el viento, que de permanecer un tiempo bien establecido y con velocidades superiores a los 25 nudos, puede levantar olas lo suficientemente grandes que comprometan la seguridad y estabilidad del buque.
- Los parámetros más importantes a controlar en el sistema de propulsión son: Los rpm, la presión de aceite y la temperatura en el motor; esto facilitará el empleo óptimo del sistema de propulsión principal del BESGUA en condiciones adversas.

RECOMENDACIONES

- Socializar la información proporcionada en el presente trabajo en cuanto a los parámetros de operación del sistema de propulsión principal para la toma de decisiones en futuros cruceros internacionales en la ruta Lisboa – La Guaira.
- Conocer las condiciones climáticas adversas servirá para tener un registro escrito a bordo del BESGUA para el correcto empleo del sistema vélico.
- Instruir a los guardiamarinas utilicen las experiencias evaluadas en este trabajo, como referencia sobre el funcionamiento y operación de la máquina principal, para las actividades que tendrán que desempeñar a bordo del BESGUA durante el crucero de instrucción.
- Controlar que los diferentes parámetros del motor principal y equipos auxiliares estén dentro de los rangos permitidos, verificando periódicamente sus magnitudes.

BIBLIOGRAFÍA

- Caterpillar. (2004). *3508B Marine Propulsion*.
- Fondear. (s.f.). *Meteo 4 - El estado de la mar*. Obtenido de http://www.fondear.org/infonautic/mar/Meteo/Meteo_Olas/Meteo_Olas.htm
- García Espinosa, J. (s.f.). *El Proyecto del Buque*.
- Gaztelu, R., & Ibáñez, I. (2007). *Patrón de Embarcaciones de Recreo*.
- Infante, C. (s.f.). *El Motor de Combustión Interna*.
- Larousse. (2007). *Diccionario Manual de la Lengua Española*. Larousse.
- Larousse. (2009). *Diccionario Enciclopédico Vox.1*. Larousse.
- Lobato Sánchez, D. R. (2009). *Meteorología Básica*.
- Mateo García, C. (s.f.). *Manuel Básico de Navegación*.
- Náutica*. (2009). Obtenido de <http://naut.blogcindario.com/2009/10/00027-consideracion-conjunta-de-abatimiento-y-deriva-durante-la-navegacion.html>
- Palomares Anselmo, J. (2007). *Motores de combustión Interna*.
- Sosa Enriquez, P. (s.f.). *El estado del mar: El Viento y El Oleaje*. Obtenido de <http://www.limoniumcanarias.com/web/uploads/aulamar/04p.pdf>