



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

DAVID IVÁN GUALLE ÁLVAREZ

TEMA

**EL SISTEMA DE PROPULSIÓN DEL BUQUE ESCUELA
GUAYAS Y SU EMPLEO EN LA RUTA CÁDIZ- LA CORUÑA.
PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS EN LA
NAVEGACIÓN MIXTA.**

DIRECTOR

TNNV-SU JORGE TORRES OLMEDO.

SALINAS, DICIEMBRE 2013

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Certifico que el presente trabajo realizado por el egresado GM4/A David Iván Gualle Álvarez, cumple con las normas metodológicas establecidas por la UNINAV 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, jueves 14 de noviembre de 2013

Atentamente

.....

TNNV-SU JORGE EDUARDO TORRES OLMEDO

CI: 1711445518

DECLARACIÓN EXPRESA.

El suscrito, David Iván Gualle Álvarez, 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 EMPLEO EN LA RUTA CÁDIZ- LA CORUÑA. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS EN LA NAVEGACIÓN MIXTA”, 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 Naval “Comandante Rafael Morán Valverde”.

GM4/A David Iván Gualle Álvarez

DEDICATORIA

El trabajo realizado en la elaboración de esta tesis se lo dedico a Dios, a mi madre por su ternura, por ofrendar su vida entera a nosotros sus hijos, a mi padre por su sacrificio, por su trabajo duro, a mis hermanos por su confianza y su comprensión.

Dedico esta tesis a Dios por darme su luz por haberme bendecido y guiado mis pasos, pues él me ha dado todo a pesar de no merecerme nada.

Dedico a todos quienes fueron apoyo en la batalla, a quienes fueron fuente de inspiración.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre por guiarme en mi camino espiritual, por mostrarme a Dios. A la Escuela Superior Naval por haberme adoptado en su lecho, a todos los instructores y maestros que me enseñaron a no rendirme nunca, a todos quienes me dieron la mano y a quienes me dieron su espalda. Un agradecimiento especial al señor Ing. Eder Torres por guiarme en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Agradezco a todos quienes estuvieron ahí luchando a mi lado, a quienes fueron muro contra los embistes. Gracias por enseñarme que la fé es lo único que tenemos.

RESUMEN

En el desarrollo de la investigación de este trabajo, se analizó paso a paso todos los factores considerados procesos de la navegación mixta, llámese factores meteorológicos donde se llevaría a cabo la navegación, también la correcta operatividad de todo el sistema de propulsión. Así como también, las capacidades de la máquina de propulsión principal a fin de determinar el empleo más apropiado para llevar a cabo la navegación. La navegación a vela también juega un factor decisivo en la navegación y es necesario analizar si fue correcto su empleo o no, y en caso de ser negativa la respuesta proponer un mejor empleo del velamen, además requiere de comparar los datos obtenidos de la navegación a fin de encontrar qué factor o factores puedan ser optimizados.

ABSTRACT

In the development of the investigate of this document, was analyzed step by step all considerate factors of process from mix navigation, like meteorological factor where it would followed an appropriate navigation, and the correct operatively of all the propulsion system, and so then all the capacity of the propulsion system's machine in order to determine the option of employ according of our necessity, also required compare all information obtained about the navigation in order to find which factors can be optimization.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR | II |
| DECLARACIÓN EXPRESA. | III |
| DEDICATORIA | IV |
| AGRADECIMIENTO | III |
| RESUMEN | IV |
| ABSTRACT | V |
| ÍNDICE GENERAL | VI |
| ÍNDICE DE TABLAS | IX |
| ÍNDICE DE FIGURAS | XI |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA | 1 |
| 2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 1 |
| 3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 2 |
| OBJETIVO GENERAL | 2 |
| OBJETIVO ESPECÍFICO | 2 |
| 4 MARCO TEÓRICO | 3 |
| 5 IDEAS A DEFENDER | 3 |
| 6 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN | 4 |
| CAPÍTULO I | 6 |
| 1.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS | 6 |
| 1.1.1 SISTEMA DE PROPULSIÓN | 6 |
| 1.1.2 SISTEMA DE PROPULSIÓN A VELA | 6 |
| 1.1.3 SISTEMA DE PROPULSIÓN MECÁNICO | 7 |
| 1.2 NAVEGACIÓN | 7 |

| | | |
|-------|--|----|
| 1.2.1 | NAVEGACIÓN MECÁNICA | 7 |
| 1.2.2 | MÁQUINA PRINCIPAL | 8 |
| 1.3 | PARÁMETROS DE TRABAJO MOTOR CATERPILLAR 3508B. | 8 |
| 1.4 | REDUCTOR REVERSIBLE | 11 |
| 1.4.1 | PARÁMETROS DE CONTROL DEL REDUCTOR REVERSIBLE | 12 |
| 1.5 | EJES DE DESCANSO | 12 |
| 1.5.1 | PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS EJES DE DESCANSO | 12 |
| 1.6 | HÉLICES | 13 |
| 1.7 | NAVEGACIÓN A VELA | 14 |
| 1.7.1 | SUPERFICIE VÉLICA | 15 |
| 1.7.2 | PARÁMETROS IMPORTANTES EN LA NAVEGACION A VELA | 17 |
| 1.7.3 | CÓMO FUNCIONA UNA VELA | 18 |
| 1.7.4 | CÓMO FUNCIONA UN VELERO | 19 |
| 1.8 | METEOROLOGÍA | 21 |
| 1.9 | PILOT CHART | 21 |
| 2 | CAPÍTULO II | 23 |
| 2.1 | DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA | 23 |
| 2.1.1 | ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN | 23 |
| 2.2 | ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN | 24 |
| 2.3 | PARADIGMA DE LA INVESTIGACIÓN | 24 |
| 2.4 | MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN | 25 |
| 2.5 | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN | 27 |
| 2.6 | POBLACION Y MUESTRA | 27 |
| 2.7 | TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 27 |
| 2.8 | PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS | 28 |
| 2.9 | DESARROLLO DE LA NAVEGACIÓN | 28 |
| 2.10 | ANÁLISIS DEL CUADRO METEREOLÓGICO EN LA NAVEGACIÓN | 30 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.11 | ANÁLISIS DE LA NAVEGACIÓN A VELA REALIZADA DURANTE LA NAVEGACIÓN EN LA RUTA CÁDIZ – LA CORUÑA | 32 |
| 2.12 | ANÁLISIS DEL DESPLAZAMIENTO DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS DURANTE LA NAVEGACIÓN CÁDIZ – LA CORUÑA | 35 |
| 2.13 | ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS DE TEMPERATURA Y PRESION QUE AFECTAN EL SISTEMA DE PROPULSIÓN EN LA NAVEGACIÓN | 35 |
| 2.14 | ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN QUE DESARROLLÓ LA MÁQUINA PRINCIPAL DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS A LO LARGO DE LA TRAVESÍA | 37 |
| 2.15 | ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA DE LOS EJES DE DEESCANSO DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS A LO LARGO DE LA TRAVESÍA | 39 |
| 2.16 | ANÁLISIS DEL CUADRO DE DESEMPEÑO DEL CUADRO DE DESEMPEÑO DEL MOTOR 3508B | 41 |
| 2.17 | ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD QUE DESARROLLA LA MÁQUINA PRINCIPAL DE ACUERDO A LA CANTIDAD DE RPM QUE GENERA | 45 |
| 2.18 | DESARROLL DE LA NAVEGACIÓN | 46 |
| 2.19 | ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA NAVEGACIÓN | 48 |
| 3 | CAPÍTULO 3 | 50 |
| 3.1 | RESULTADOS | 50 |
| 3.2 | PROPUESTA | 51 |
| 3.2.1 | DESARROLLO | 51 |
| 3.2.2 | OBJETIVO | 58 |
| 3.2.3 | ALCANCE | 58 |
| | CONCLUSIONES | 59 |
| | RECOMENDACIONES | 60 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 61 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Nivel de temperatura del refrigerante | 9 |
| Tabla 2 Presión de aceite del motor | 9 |
| Tabla 3 Cuadro de velocidad de la máquina | 10 |
| Tabla 4 Temperatura del refrigerante | 11 |
| Tabla 5 Parámetros del reductor de reversible | 12 |
| Tabla 6 Parámetros de temperatura en los ejes de descanso según los rpm | 13 |
| Tabla 7 Horas de navegación vs sistema de propulsión empleado | 29 |
| Tabla 8 Cuadro metereológico | 32 |
| Tabla 9 Desarrollo del viento en la navegación | 34 |
| Tabla 10 Comparación de la presión del aceite según las rpm del motor principal | 36 |
| Tabla 11 Cuadro de temperatura de refrigeración de la máquina principal | 37 |
| Tabla 12 Temperatura de los ejes de descanso presentadas en la navegación | 39 |
| Tabla 13 Desempeño de la máquina de propulsión principal versus consumo | 42 |
| Tabla 14 Desempeño del motor principal versus caballos de potencia | 44 |
| Tabla 15 Cuadro de velocidades de la máquina principal | 46 |
| Tabla 16 Consumo real de combustible en la navegación | 47 |
| Tabla 17 Comparación de la navegación real y la recomendada | 49 |

| | |
|--|----|
| Tabla 18 Empleo del sistema de propulsión a full carga | 53 |
| Tabla 19 Empleo del sistema de propulsión a media carga | 54 |
| Tabla 20 Empleo del sistema de propulsión con poca carga | 54 |
| Tabla 21 Incidence del desplazamiento | 55 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Hélice del Buque Escuela Guayas | 14 |
| Figura 2 Rumbo a seguir con viento de proa | 18 |
| Figura 3 Como se navega..... | 19 |
| Figura 4 Ejemplo Pilot Chart | 22 |
| Figura 5 Índice de empleo de los sistemas de propulsión..... | 29 |
| Figura 6 Atlántico Norte mes de julio | 30 |
| Figura 7 Atlántico Norte mes de agosto..... | 31 |
| Figura 8 Comparación del viento real con el teórico | 34 |
| Figura 9 Análisis comparativo de la presión de aceite del motor principal..... | 36 |
| Figura 10 Desarrollo de la temperatura de refrigeración de la máquina principal..... | 38 |
| Figura 11 Variación de temperatura en ejes de descanso..... | 40 |
| Figura 12 Curva de desempeño versus consumo de la máquina de propulsión principal | 43 |
| Figura 13 Curva de desempeño versus caballos de fuerza | 44 |
| Figura 14 Consumo real de combustible en la navegación..... | 48 |

INTRODUCCIÓN

1 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La travesía que se desarrolló en el Buque Escuela Guayas en la ruta Cádiz - la Coruña presentó un elevado nivel de consumo de combustible por efecto del sistema de propulsión. Lo cual, resulta un problema al no ajustarse con los parámetros predeterminados en la planificación logística del reabastecimiento del combustible.

En tal virtud se pretende investigar las causas de dicho inconveniente en el desarrollo de los procesos de la navegación mixta, a fin de presentar una propuesta que logre regular el consumo excesivo de combustible por parte del sistema de propulsión del Buque Escuela Guayas.

Estos inconvenientes se dan conforme se vayan presentando diversas situaciones en la navegación, debido a condiciones atmosféricas, mismas que no pueden ser manipuladas por el hombre. Sin embargo, se puede mantener el control sobre dichos cambios, mediante la preparación y alistamiento tanto del personal como del material.

2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para efecto de dicho estudio se pretende analizar cuál fue el desarrollo de los diferentes procesos en la navegación mecánica del Buque Escuela Guayas, realizando cuadros comparativos entre los estándares y los datos reales presentados durante la navegación en la ruta Cádiz – La Coruña,

tomando en consideración la presión del aceite según las rpm del motor principal. Así como también la temperatura del refrigerante de la máquina principal, y la temperatura presentada por los ejes de descanso.

Se estudiará el cuadro climático presentado en los gráficos de Pilot Charts del mes de julio y agosto del Atlántico Norte, con el fin de conocer panorámicamente la situación en la cual se desarrollara la navegación, para luego ser comparada con las condiciones reales, a fin de plantear de mejor manera el empleo del velamen del Buque Escuela Guayas.

3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Propuesta para la optimizar la navegación mixta del Buque Escuela Guayas en la ruta Cádiz – la Coruña.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los parámetros de operación del sistema de propulsión principal del Buque Escuela Guayas en la ruta Cádiz – La Coruña en comparación con los parámetros establecidos en los manuales de mantenimiento.
- Determinar las variaciones de los factores meteorológicos que inciden en la ruta Cádiz – La Coruña
- Elaborar una propuesta que permita optimizar el empleo de la navegación mixta.

4 MARCO TEÓRICO

La navegación marítima es el arte, ciencia de conducir una embarcación desde una situación de salida hasta otra de llegada, eficientemente y con plena responsabilidad. Es arte por la destreza que debe tener el navegante para sortear los peligros de la navegación, y es ciencia porque se basa en conocimientos matemáticos, físicos, oceanográficos, astronómicos, cartográficos

En tal virtud, es imperante tener conocimiento previos de todas las características de nuestro buque, si es capaz de soportar una navegación sin importar los innumerables factores externos que afectan la travesía, tener claramente definidos los conceptos y elementos que envuelven la navegación y la embarcación con el fin de evitar desastres que después se podría lamentar.

El sistema de propulsión es el conjunto de elementos que permiten que el buque se desplace de un punto a otro, para cumplir con sus funciones. El Buque Escuela Guayas debido a su naturaleza cuenta con un sistema de propulsión mixta. Quiere decir que sus sistemas de propulsión son a vela mediante sus superficie velica y su sistema de propulsión mecánico mediante un motor a diésel.

5 IDEAS A DEFENDER

Mediante el desarrollo de este proyecto se espera lograr que el Buque Escuela Guayas tenga un mejor desempeño en el ámbito de su sistema de

propulsión tanto a vela como a motor, a fin de generar la optimización de los procesos en la navegación mixta.

6 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para efecto de este estudio se utilizará el método deductivo, así como también el método deductivo inductivo, ya que, son los métodos que más se apegan a la consecución y logro del proyecto.

Según (Cevallos, 2012) Método empírico.- Estos métodos posibilitan revelar las relaciones esenciales y las características fundamentales del objeto de estudio, accesibles a la detección de la percepción, a través de procedimientos prácticos con el objeto y diversos medios de estudio.

Este método fue empleado para realizar observaciones de los diversos campos de acción que conlleva la navegación mixta, tales como, empleo de la máquina de propulsión principal, empleo del velamen cuadro meteorológico. Una vez recopilada la información pertinente se procede a ser analizada y comparada a fin de obtener resultados que muestren si se cumple o no con los parámetros correctos, de no ser así, encontrar y proponer otro tipo de empleo.

Método deductivo analítico según (Garzia T, 2012) es un método de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de

comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares. El método deductivo consta de las siguientes etapas:

- Determinar los hechos más importantes en el fenómeno por analizar.
- Deducir las relaciones constantes de naturaleza uniforme que dan lugar al fenómeno.
- Con base a las deducciones anteriores se formula la hipótesis.
- Se observa la realidad para comprobar la hipótesis.
- Del proceso anterior se deducen leyes.

Este método se aplica con a la teoría en cuanto a la navegación a vela, ya que esta debe ser entendida, para luego ser relacionada con la influencia e incidencia del viento. Así también el conocimiento de los factores meteorológicos, llámese fuerza y dirección del viento, marea, temperatura, presión. Todos estos afectan de forma directa al desenvolvimiento de la navegación mixta.

CAPÍTULO I

1.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1.1 SISTEMA DE PROPULSIÓN

Según (Universidad de Valladolid, 2013) el sistema de propulsión consiste en el cambiar o modificar de estado de reposo o movimiento de un cuerpo en relación con su estado de referencia. Dicho proceso se puede dar bajo diversos medios, empleando diferentes fuentes de energía, tales como por ejemplo, la energía molecular de los enlaces químicos, energía almacenada en baterías o paneles, etc. La fuerza motriz es empleada con el fin de mover vehículos, aeronaves, automóviles, buques, etc.

El Buque Escuela Guayas posee un sistema de propulsión que consta con dos tipos de propulsión que son: a vela y mecánico.

1.1.2 SISTEMA DE PROPULSIÓN A VELA

Todo buque a vela, o también llamado velero avanza mediante el impulso del viento, el cual es generado gracias a la fuerza que ejerce el viento sobre una superficie plana, llamada vela que a su vez presenta tres tipos de velas distintas y muy bien identificadas en el Buque Escuela Guayas que son: cuadras, cuchillas e híbridas.

1.1.3 SISTEMA DE PROPULSIÓN MECÁNICO

El sistema de propulsión mecánico consta de un motor o máquina que es el elemento encargado de generar energía capaz de desplazar el buque, la energía es transmitida mediante un eje hacia las hélices que son las encargadas de transformar dicha energía en fuerza de empuje.

1.2 NAVEGACIÓN

Según (Lapenta J) la navegación marítima ha tenido a través de los tiempos un rol sumamente importante para el desarrollo de las civilizaciones, tanto en su expansión geográfica alrededor del mundo, como en el transporte y el comercio internacional.

La navegación marítima, considerada como la ciencia y el arte de conducir una embarcación en forma segura de un lugar a otro, ha ido evolucionando, mejorando los métodos y los equipos de navegación. Así en poco tiempo el hombre cambió y se aventuró de la navegación costera a la navegación astronómica con el empleo de instrumentos óptico-mecánicos, posteriormente realizó la navegación mediante ondas radiales y actualmente el empleo de satélites permite el monitoreo continuo de la posición de la embarcación en tiempo real y con precisiones nunca antes imaginadas.

1.2.1 NAVEGACIÓN MECÁNICA

La navegación mecánica de un buque está ligada a un sistema que consta básicamente de un motor principal, reductor reversible, ejes de

descanso y hélices, las cuales trabajan conjuntamente para lograr el desplazamiento requerido.

1.2.2 MÁQUINA PRINCIPAL

Todo buque con propulsión mecánica posee un motor, el cual se lo denomina máquina principal, en este caso es un motor Caterpillar 3508B de cuatro tiempos se encuentra de dotación en el Buque Escuela Guayas, es el motor principal del mismo. Es un motor de combustión interna, en el cual la energía química del combustible es convertida en energía térmica dentro del cilindro del motor, para luego transformarla en energía mecánica mediante el eje.

1.3 PARÁMETROS DE TRABAJO MOTOR CATERPILLAR 3508B.

Los siguientes parámetros de control permitirán determinar si se está realizando un correcto uso de su sistema en tal virtud de no desaprovechar sus capacidades. Las siguientes tablas fueron tomadas de (Marine Engine Performance Data, 2013)

La máquina principal utiliza refrigerante, el cual presenta parámetros estándar de trabajo mostrados en la Tabla 1, los cuales deben mantenerse en la línea de lo normal para su excelente desempeño y propender a la vida útil de la misma.

Tabla 1 Nivel de temperatura del refrigerante

| Escala de valores | Temperatura en °F |
|-------------------|-------------------|
| Mínimo: | 176°F |
| Normal: | 185°F - 207°F |
| Máximo: | 216°F |

Fuente: Manual de ingeniería del Buque Escuela Guayas

Elaborado por: Autor

Del mismo modo el motor utiliza aceite para su funcionamiento, el cual fluctúa de acuerdo a los niveles de rpm que desarrolle la maquina principal mismos que se encuentran detallados en la Tabla 2.

Tabla 2 Presión de aceite del motor

| RPM | min(PSI) | Normal(PSI) |
|------|----------|-------------|
| 650 | 9 | 30-45 |
| 800 | 19 | 40-55 |
| 1200 | 30 | 55-70 |
| 1500 | 32 | 55-70 |
| 1800 | 32 | 55-70 |

Fuente: (Marine Engine Performance Data, 2013)

Elaborado por: Autor

La máquina principal presenta un cuadro de velocidades estándar, acorde con las rpm que desee emplear en el desarrollo de la navegación, ver Tabla 3.

Tabla 3 **Cuadro de velocidad de la máquina**

| Marcha | RPM | Velocidad (nudos) |
|-----------------|------------|--------------------------|
| Toda | 1800 | 10-11 |
| Media | 1500 | 8-9 |
| Poca | 1200 | 6-7 |
| despacio | 800 | 3-4 |

Fuente: Manual de ingeniería del Buque Escuela Guayas

Elaborado por: Autor

Del mismo modo la temperatura del refrigerante tiene un estándar y parámetros que cumplir, ver la Tabla 4, los cuales deben ser cumplidos a fin de evitar contratiempos en la navegación.

Tabla 4 **Temperatura del refrigerante**

| Parámetros | Valor implícito |
|---|------------------------|
| Punto de control de Advertencia | 102° C (216° f) |
| Demora de la advertencia | 5 segundos |
| Punto de control de reducción De potencia | 107° C (225° f) |
| Demora de reducción de Potencia | 30 segundos |
| Tiempo máximo de reducción de potencia | 480 segundos |
| Reducción de potencia Máxima | 25 % |
| Punto de control de parada | 107° C (225° F) |
| Demora de parada | 5 segundos |

Fuente: Manual de ingeniería del Buque Escuela Guayas

Elaborado por: Autor

1.4 REDUCTOR REVERSIBLE

Reductor reversible, no es más que un sistema de engranajes que se encuentra acoplado a la Máquina Principal. Reductor es aquel que como su nombre lo indica reduce el número de revoluciones de la Máquina Principal en una relación de 7 a 1, en tal virtud por cada 7 revoluciones de la Máquina Principal se obtendrá 1 revolución para entregar al eje sus parámetros se encuentran especificados en la Tabla 5.

Reversible es aquel que cambiar el sentido de rotación del eje, función que permite que el buque vaya "avante" o "atrás" según se los requerimientos del comandante.

1.4.1 PARÁMETROS DE CONTROL DEL REDUCTOR REVERSIBLE

Tabla 5 Parámetros del reductor de reversible

| Parámetros | Poca | Media | Avante | Toda |
|------------------|---------|---------|----------|------|
| RPM | 800 | 1200 | 1500 | 1800 |
| TEMPERATURA (°F) | 80 - 89 | 90 - 99 | 100 -109 | 140 |
| PRESIÓN (PSI) | 150 | 300 | 320 | 320 |

Fuente: (Marine Engine Performance Data, 2013)

Elaborado por: Autor

1.5 EJES DE DESCANSO

El Buque Escuela Guayas posee tres descansos con rodamiento interno, a fin de lograr el enfriamiento de los descansos posee un sistema de enfriamiento de agua salada. Posee mergollar (empaquete que impide el ingreso del agua al interior del buque).

1.5.1 PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS EJES DE DESCANSO

Sus parámetros de funcionamiento en cuanto a la temperatura de sus descansos son: (90 - 110) °F. En la sección que el eje atraviesa el casco, los

distintos datos sobre descansos y prensa están en la siguiente tabla (ver Tabla 6).

Tabla 6 **Parámetros de temperatura en los ejes de descanso según los rpm**

| Velocidad | Descanso | Descanso | Descanso | Prensa | Prensa |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| (RPM) | 1 (°C) | 2 (°C) | 3 (°C) | Proa(°C) | Popa(°C) |
| 800 | 37.6 | 41.6 | 33.6 | 25.0 | 30.0 |
| 1200 | 35.0 | 42.7 | 33.6 | 25.1 | 31.5 |
| 1500 | 34.7 | 43.5 | 33.5 | 25.2 | 30.2 |

Fuente: Manual de ingeniería del Buque Escuela Guayas

Elaborado por: Autor

1.6 HÉLICES

El Buque Escuela Guayas posee una hélice a bordo, en la popa del mismo, tal cual, se puede observar en la Figura 1, está constituida por cobre y manganeso, además está provista de dos palas. Adicional lleva a bordo una hélice de respeto trincada en el alcázar.

Sus parámetros de funcionamiento son casi estables; mas, es necesario que cada ingreso a dique se le brinde su respectivo mantenimiento, limpiando la broma incrustada en las aspas.¹

¹ Tomado de (Armada del Ecuador, 2009)



Figura 1 Hélice del Buque Escuela Guayas

Fuente: (Armada del Ecuador, 2009)

- Nombre: Hélice de Respeto
- Material de construcción: Bronce y Manganeso
- N° de palas: 2
- Diámetro: 2,45 m
- Paso: 0,61
- Relación: A/D 0,38.
- GD2: 812 Kg/m²

1.7 NAVEGACIÓN A VELA

El Buque Escuela Guayas es un Bric Barca está provisto de tres palos, Trinquete, Mayor y Mesana. Los dos primeros palos son cruzados y están

formados por Palo Macho y Mastelero, mientras que el Mesana está formado solo por Palo Macho y Botavara.²

Según (info@fondear.com, 2007) la navegación a vela aprovecha la energía del viento para producir movimiento en el barco y por tanto navegar. Su motor son las velas que están sujetas a la embarcación mediante jarcias. La fuerza del viento sobre las velas se transmite al casco a través de estas jarcias, y con ello la embarcación se mueve hacia delante.

Si la vela está colocada de forma atravesada a la embarcación, y el viento sopla de popa, es evidente que la embarcación es "empujada" directamente por el viento.

Si el viento incide en la vela en cualquier otra dirección que no sea desde popa, la reacción de la vela es diferente. Si trata de navegar con un viento que forme ángulo con el rumbo, y en este caso, podemos comparar la vela y el mástil, al ala de avión movida a través del aire.

1.7.1 SUPERFICIE VÉLICA

³Su aparejo está formado por 23 velas: cuadras, cuchillas e híbridas las cuales forman parte de su superficie velica, en su totalidad es de 1611,29

² Tomado de (Armada del Ecuador, 2009)

³ Tomado de (Armada del Ecuador, 2009)

m². La superficie del velamen de capa es 130,35 m². La repartición de las velas se ha dispuesto de la siguiente manera:

- BAUPRÉS:

Trinquetilla, Contrafoque, Foque, Petifoque y Foque Volante.

- TRINQUETE:

Trinquete, Velacho Bajo, Velacho Alto, Juanete y Sobrejuanete.

- MAYOR:

Mayor, Gavia Baja, Gavia Alta, Juanete, Sobrejuanete, Estay de Gavia, Estay de Juanete y Estay de Sobrejuanete.

- MESANA:

Cangreja, Escandalosa, Estay de Mesana, Estay de Perico y Estay de Sobreperico.

El correcto empleo del velamen con el que está dotado el Buque Escuela Guayas será fundamental en el desarrollo de este proyecto, ya que, de esto depende si se aprovecha y optimiza la navegación mixta del velero. En tal virtud es imperante conocer sus cualidades y capacidades al momento de ser empleadas.

1.7.2 PARÁMETROS IMPORTANTES EN LA NAVEGACIÓN A VELA

Según (Mauricio Palacio P, s.f.), generalmente tenemos la idea de que el viento empuja al bote, pero esto significaría que el bote solo podría ir en una dirección, la del viento. Ésta dirección se conoce como viento en popa. Realmente el bote utiliza el viento para moverse balanceando las fuerzas de presión de aire sobre la vela. Y a decir verdad un velero puede desplazarse en casi todas las direcciones sin importar de donde venga el viento.

El velero, al ubicar apropiadamente sus velas respecto al viento, tiene la capacidad de moverse en gran cantidad de rumbos, sin embargo hay un rango (desde -45° hasta 45° con la dirección del viento; en rojo en el gráfico) en el cual el bote no puede navegar. Ir entre los 45° y 55° con la dirección del viento se llama ceñir, ir perpendicular a la dirección del viento se llama al través e ir en la dirección del viento se llama viento en popa.

Cuanto el destino deseado se encuentra en la dirección del viento el navegante debe adoptar una ruta en zig-zag en la que se avanza en el menor ángulo posible respecto al viento y luego se vira para seguir subiendo con el mismo ángulo pero con el viento al otro lado de la embarcación y así hasta llegar al destino. Ver Figura 2.



Figura 2 Rumbo a seguir con viento de proa
 Fuente: (Mauricio Palacio P, s.f.)

1.7.3 CÓMO FUNCIONA UNA VELA

Según (fisicanet, 2013), el principio de Bernoulli relaciona un aumento en la velocidad de flujo con una disminución de la presión y viceversa. El teorema de Bernoulli explica, por ejemplo, la fuerza de sustentación que actúa sobre el ala de un avión en vuelo. Un ala, una vela —o plano aerodinámico— está diseñada de forma que el aire fluya más rápidamente sobre la superficie superior que sobre la inferior, lo que provoca una disminución de presión en la superficie de arriba con respecto a la de abajo. Esta diferencia de presiones proporciona la fuerza de sustentación que mantiene el avión en vuelo o al bote en movimiento. Por ello el bote es succionado por el viento a excepción de la condición viento en popa cuando el velero es empujado por el viento.

1.7.4 CÓMO NAVEGA UN VELERO

Según (Mauricio Palacio P, s.f.), la fuerza generada sobre la vela se descompone en sus dos componentes en la dirección del movimiento del velero y la dirección perpendicular a ésta véase en la Figura 3.

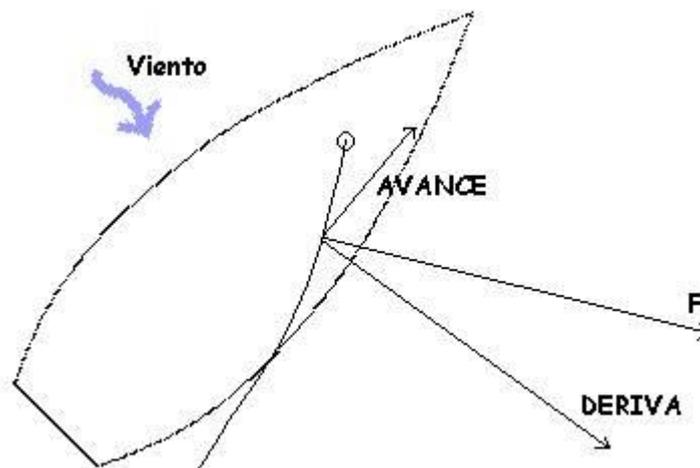


Figura 3 Como se navega
Fuente: (Mauricio Palacio P, s.f.)

De ésta manera parte de la fuerza empuja el bote hacia su destino mientras parte de la fuerza desvía o arrastra el velero en la dirección del viento (derivar). El efecto causado ésta fuerza se le conoce como deriva.

Dependiendo del rumbo que se lleve la descomposición de éstas dos fuerzas cambia y por ende la velocidad desarrollada y la desviación del velero. La componente máxima de deriva se da cuando se va ciñendo y a la vez se da el mínimo avance. El arrastre sufrido por una superficie inmersa en un flujo puede ser calculado así:

De ésta manera parte de la fuerza empuja el bote hacia su destino mientras parte de la fuerza desvía o arrastra el velero en la dirección del viento (derivar). El efecto causado ésta fuerza se le conoce como deriva.

Dependiendo del rumbo que se lleve la descomposición de éstas dos fuerzas cambia y por ende la velocidad desarrollada y la desviación del velero. La componente máxima de deriva se da cuando se va ciñendo y a la vez se da el mínimo avance. El arrastre sufrido por una superficie inmersa en un flujo puede ser calculado así:

$$A = c_a \times \frac{\rho V^2}{2} \times S = c_a \times q \times S$$

Por ello el arrastre es proporcional a la presión dinámica del flujo q y a la superficie del objeto S . Pero también es proporcional a un coeficiente de arrastre C_a que depende de la forma del objeto y del patrón del flujo. Y a su vez el patrón de flujo es función del número de Reynolds.

Por ello el arrastre es proporcional a la presión dinámica del flujo q y a la superficie del objeto S . Pero también es proporcional a un coeficiente de arrastre C_a que depende de la forma del objeto y del patrón del flujo. Y a su vez el patrón de flujo es función del número de Reynolds.

1.8 METEOROLOGÍA

Según (astromia.com, s.f.), la meteorología es la ciencia que se ocupa de los fenómenos que ocurren a corto plazo en las capas bajas de la atmósfera, o sea, donde se desarrolla la vida de plantas y animales.

La meteorología estudia los cambios atmosféricos que se producen a cada momento, utilizando parámetros como la temperatura del aire, su humedad, la presión atmosférica, el viento o las precipitaciones. El objetivo de la meteorología es predecir el tiempo que va a hacer en 24 o 48 horas y, en menor medida, elaborar un pronóstico del tiempo a medio plazo.

1.9 PILOT CHART

Según (www.eagleray.gr, 2013) El gráfico piloto puede ser uno de los activos más valiosos para el viajero de larga distancia. Como una ayuda para el navegador, proporciona una herramienta adicional para la planificación del viaje, al permitir una ruta que se seleccionará es favorable en cuanto a las condiciones meteorológicas y del mar.

Gráficos piloto muestran con detalle los patrones climáticos imperantes, incluidas: la dirección del viento y velocidad, altura del oleaje, las corrientes oceánicas, la visibilidad, la presión barométrica, la temperatura superficial del mar, y los límites de hielo que se encuentran en las áreas cubiertas por cada mes del año como se puede ver en la Figura 4.

Gráficos piloto se emiten en 5 volúmenes: Océano Atlántico Norte, Atlántico Sur, Océano Pacífico Norte, Océano Pacífico Sur y el Océano Índico. Toda la información se presenta gráficamente para cada sección 5° de la carta y se describen los promedios de las observaciones meteorológicas y oceanográficas realizadas durante cientos de años para cada mes del año.

Existen Pilot Chart para todos los mares y océanos del mundo. Para efecto de este proyecto se emplea las cartas Pilot Chart del Atlántico norte de julio y agosto de 2012.

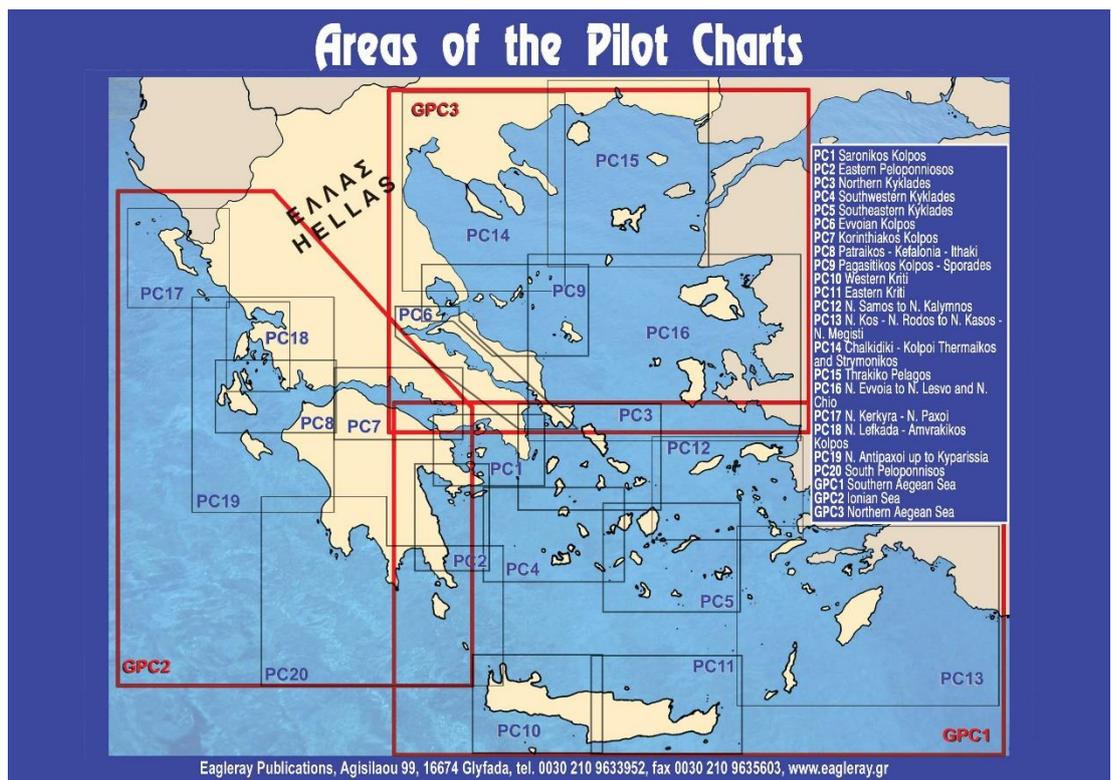


Figura 4 Ejemplo Pilot Chart

Fuente: (www.eagleray.gr, 2013)

CAPÍTULO II

2.1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

2.1.1 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La realización de este proyecto busca encontrar como optimizar los procesos de la navegación mixta, basado en el sistema de propulsión del Buque Escuela Guayas en la ruta Cádiz- La Coruña, en tal virtud se indagará y recolectará datos requeridos sobre el desarrollo y funcionamiento del motor principal, así como también la incidencia del viento en cada uno de los días en que se desarrolló la travesía.

Toda esta exploración de datos, más la correcta comparación de datos obtenidos en la navegación versus datos estándar del Buque Escuela Guayas permitirán describir este fenómeno con mucha más precisión. A continuación correlaciona el grado de incidencia del empleo del velamen más la incidencia de los efectos meteorológicos con respecto a la velocidad con que se desplazó el Buque Escuela Guayas.

Finalmente explica cuál es el grado de afección a la navegación de cada uno de estos fenómenos antes mencionados, para de este modo emitir un criterio, o en su defecto una propuesta que logre la optimización de los procesos de la navegación mixta.

2.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Existen tres tipos de enfoques claramente definidos que son el cualitativo, el cuantitativo y el mixto. (Bernal C. 2010). El enfoque mixto es el adecuado al desarrollo de esta investigación.

Se aplica el enfoque cuantitativo al momento del proceso riguroso, secuencial y sistematizado de obtener y análisis de datos, para generar conocimientos o soluciones alternas, mediante el empleo de pruebas estadísticas. A su vez se emplea el enfoque cualitativo para la recolección de datos sin ser medidos numéricamente, se orienta al sentido y a la interpretación de los hechos con la única intención de mejorar y optimizar resultados, en apego estricto a la realidad.

Este tipo de investigación se emplea para determinar las características de la situación del empleo del sistema de propulsión del Buque Escuela Guayas en la ruta Cádiz - La Coruña en el crucero 2012. En primera instancia analizando datos recopilados de las bitácoras de navegación y funcionamiento de los equipos, para después tomar esos resultados y proceder a encuestar al personal a fin de generar un resultado mucho más específico y acertado.

2.3 PARADIGMA DE LA INVESTIGACIÓN

A fin de lograr los objetivos planteados, es necesario aclarar que se evaluará la situación actual del empleo del sistema de propulsión,

caracterizando sus componentes e identificando las debilidades y fortalezas para adoptar medidas correctivas.

El presente trabajo de investigación será desarrollado con el aporte del paradigma con enfoque cuantitativo, o también llamado empírico- analítico, este paradigma de investigación positivista ayudará a describir la situación actual, en base a la cuantificación de procesos que se producen en la problemática investigativa.

A fin de interpretar los resultados obtenidos, se vale de la estadística, con lo cual consigue cuantificar, medir y verificar todo. Su propósito establecer explicaciones generales a las que se rige el sistema de propulsión del Buque Escuela Guayas, a fin de encontrar el método más conveniente de optimizar los procesos de la navegación mixta.

2.4 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

Según (Roberto, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006) En virtud del paradigma empírico – analítico, el método investigativo a seguir es el cualitativo y cuantitativo, pues ambos emplean procesos cuidadosos, sistemáticos y empíricos en su esfuerzo por generar conocimiento y utilizan, en general, cinco fases similares y relacionadas entre sí.

- Realizar observación y evaluación de fenómenos meteorológicos.
- Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación antes realizadas.

- Demuestran el nivel de fundamentación y valides de las suposiciones o ideas.
- Revisan tales suposiciones o ideas basando sobre las pruebas o del análisis.
- Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y fundamentar las suposiciones e ideas; o incluso para generar nuevas ideas.

Pese a que ambos enfoques comparten esas estrategias generales, cada uno tiene sus propios enfoques.

La investigación cuantitativa debe ser lo más "objetiva" posible. Los fenómenos que se observan y/o miden no deben ser afectados de ninguna forma por el investigador. Este debe evitar que sus temores, creencias, deseos y tendencias influyan en los resultados del estudio o interfieran en los procesos y que tampoco sean alterados por tendencias de otros (UNRAU, GRINNELL Y WILLIAMS; 2005). Es decir este método busca dejar de lado las tendencias personales, excluyendo cualquier tipo de preferencia, apegando estrictamente a la investigación tal y cual es.

Su preocupación no es prioritariamente medir, sino cualificar y describir el fenómeno social a partir de rasgos determinantes, según sean percibidos por los elementos mismos que están dentro de la situación estudiada. (Bernal C 2010). Este método es empleado para conceptuar la realidad basada en la información obtenida de la población o situación estudiada.

2.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Es un plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en la investigación (Sampieri, 2010).

2.6 POBLACION Y MUESTRA

La población es la fuente donde se pretende extraer conocimientos referentes a la investigación, más en el desarrollo de esta investigación se requiere de datos técnicos precisos. No se busca obtener referencias de personas, con respecto a sus diferentes criterios y formas de ver el desarrollo de la navegación. En tal virtud para efecto de esta investigación no se empleara ningún tipo de población o muestra.

2.7 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Antes de explicar este punto es necesario explicar que las fuentes de recopilación de datos viene de fuentes secundarias, se obtiene material referente a bitácoras de navegación y de bitácoras de desarrollo de las diferentes maquinas, registros diarios del mantenimiento y correcto funcionamiento de la maquina principal así como también material digital del cual se obtiene el ámbito meteorológico.

Una vez aclarado estos parámetros, presento las siguientes técnicas de recolección de datos:

- Análisis de documentos.- se toma esta técnica para realizar la respectiva diseminación y análisis de los funcionamientos de las maquinas del sistema de propulsión principal.
- Tabulación de datos.- se toma este método experimental para comparar los datos obtenidos en la navegación versus los parámetros que exigen las normas de control.

2.8 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

A continuación se presenta el respectivo proceso de los datos obtenidos con respecto al sistema de propulsión del Buque Escuela Guayas en la ruta Cádiz- La Coruña desde el 29 de julio hasta el 10 de agosto de 2012. Cabe recalcar que los días 2, 3,4 y5 de agosto el buque realizó recalada en Aveiro Portugal, es decir el buque no navegó en el lapso de esos días.

2.9 DESARROLLO DE LA NAVEGACIÓN

En el crucero realizado por el Buque Escuela Guayas en la ruta Cádiz - La Coruña se utilizó navegación mixta, navegación a vela y navegación a máquina. Para un mejor entendimiento se presenta un cuadro especificando las horas que se empleó dicho sistema de propulsión, ver Tabla 7.

Tabla 7 **Horas de navegación vs sistema de propulsión empleado**

| Sistema de propulsión | Horas |
|-----------------------|------------|
| navegación a máquina | 118 |
| navegación a vela | 21 |
| navegación mixta | 77 |
| Total de horas | 216 |

Fuente: Bitácora de navegación del Buque Escuela Guayas

Elaborado por: Autor

En la siguiente Figura 5 se muestra gráficamente cual es el índice de porcentaje de empleo de los diferentes sistemas de propulsión que cuenta el Buque Escuela Guayas.

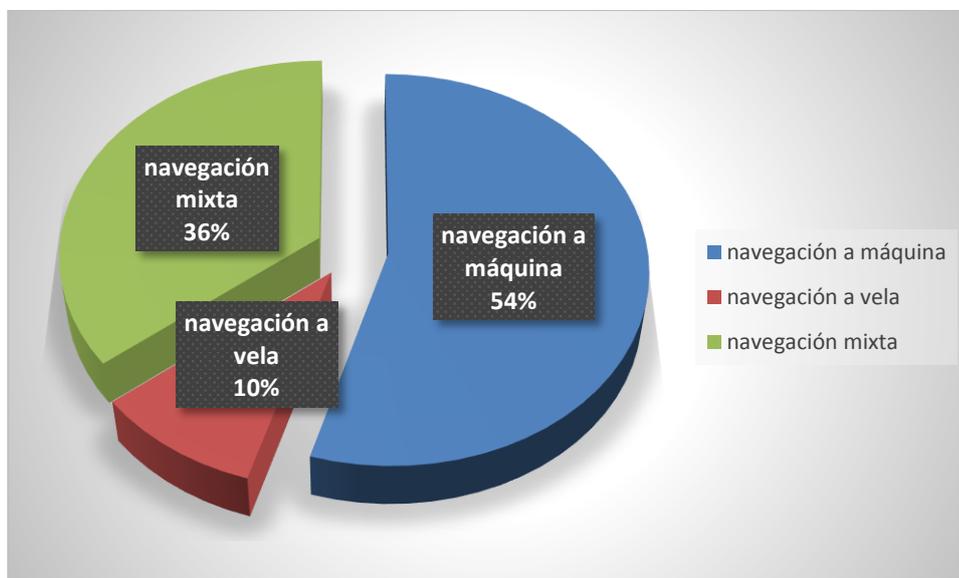


Figura 5 Índice de empleo de los sistemas de propulsión

Fuente: Horas de navegación vs sistema de propulsión empleado

Esta figura esclarece cual es la incidencia del empleo de los diferentes sistemas de propulsión del Buque Escuela Guayas. Lo cual muestra que para la navegación realizada en la pata Cádiz –La Coruña, se empleó en mayor cantidad la navegación a máquina debido a que las condiciones de viento no fueron favorables para el empleo del velamen.

2.10 ANÁLISIS DEL CUADRO METEOROLÓGICO PRESENTADO EN EL ATLÁNTICO NORTE DURANTE JULIO Y AGOSTO DEL 2012

En vista que la navegación realizada por el Buque Escuela Guayas en la ruta Cádiz – La Coruña se efectuó en los meses de julio y agosto del 2012, a continuación se procederá a analizar las láminas de Pilot charts correspondientes del Atlántico Norte.

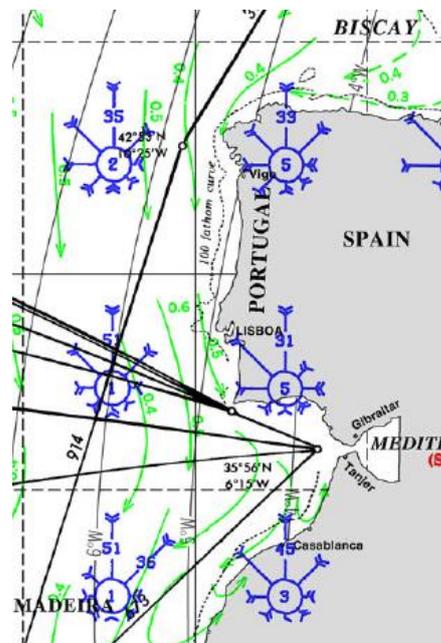


Figura 6 Atlántico Norte mes de julio
Fuente: Pilot Chart

Según la Figura 6, el viento viene presentado para este mes proviene del norte, es de grado cuatro según la escala de Beaufort, es decir de once a dieciséis nudos de velocidad. La corriente superficial del mar viaja de norte a sur. El porcentaje de que se presente un temporal es de uno según la escala de Beaufort, en tal virtud existirá buen tiempo para navegar.

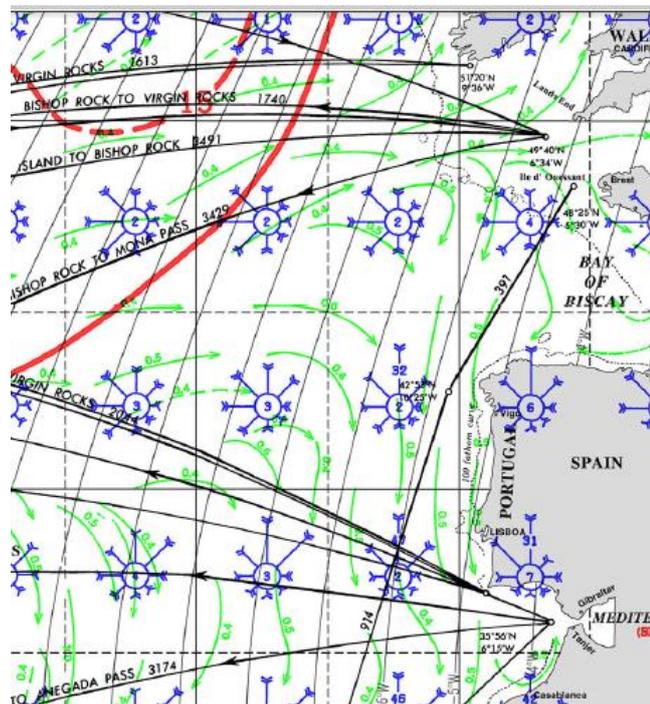


Figura 7 Atlántico Norte mes de agosto
Fuente: Pilot Chart

Según la Figura 7, el viento proviene del norte hacia el sur con una fuerza aproximada de once a dieciséis nudos, la corriente superficial viene de norte a sur. La línea roja es un indicador porcentual de frecuencia del oleaje igual o mayor que 12 pies (3.6576m), es decir en la zona implicada no hay esa condición. El porcentaje de que se presente un temporal es de uno según la escala de Beaufort, en tal virtud existió buen tiempo para navegar.

Tabla 8 Cuadro metereológico

| factores metereológicos | julio | agosto |
|----------------------------------|--------------|---------------|
| velocidad del viento | 11 - 16 | 11 - 16 |
| dirección del viento | norte - sur | norte - sur |
| tipo de mar | 2 - 3 | 2 - 3 |
| dirección de la corriente | norte - sur | norte - sur |
| mal tiempo | 1/8 | 1/8 |

Fuente: Pilot Chart, julio y agosto 2012
Elaborado por: Autor

En la Tabla 8 se explica claramente las condiciones meteorológicas que se esperaba tener en el Atlántico Norte para los meses de julio y agosto, para estos dos meses por ser parte de la misma época del año sus características son similares.

2.11 ANÁLISIS DE LA NAVEGACIÓN A VELA REALIZADA DURANTE LA NAVEGACIÓN EN LA RUTA CÁDIZ – LA CORUÑA

La navegación a vela que realizó el Buque Escuela Guayas durante la travesía Cádiz – La Coruña en el año 2012 se vio directamente afectada por los factores climáticos presentados en la zona del Atlántico Norte.

Principalmente por la dirección de la cual provenía el viento, en dicha época del año los vientos vienen del norte hacia el sur, totalmente opuesto a la navegación requerida, en vista que se deseaba navegar de sur a norte.

Con vientos a fil de roda a pesar de tener una fuerza no mayor a dieciséis nudos teóricamente, en esa condición se navegó empleando las velas cuadras mayores, en tal virtud se necesitó que el personal de maniobras del Buque Escuela Guayas realice descubierta constantemente para no alejarse del rumbo recomendado.

En la Tabla 9 se presentan todos los valores recopilados del viento que se presentó durante los nueve días en que se desarrolló de la navegación, se coloca en primera instancia los valores mínimos y máximos de viento real versus los valores de viento mínimo y máximo esperados.

Tabla 9 Desarrollo del viento en la navegación

| Días de navegación | Viento mínimo presentado | Viento máximo presentado | Viento mínimo teórico | Viento máximo teórico |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| día 1 | 2 | 5 | 11 | 16 |
| día 2 | 7 | 9 | 11 | 16 |
| día 3 | 8 | 10 | 11 | 16 |
| día 4 | 5 | 10 | 11 | 16 |
| día 5 | 5 | 10 | 11 | 16 |
| día 6 | 7 | 11 | 11 | 16 |
| día 7 | 9 | 13 | 11 | 16 |
| día 8 | 8 | 12 | 11 | 16 |
| día 9 | 5 | 9 | 11 | 16 |

Fuente: Bitácora de navegación del Buque Escuela Guayas
 Elaborado por: Autor

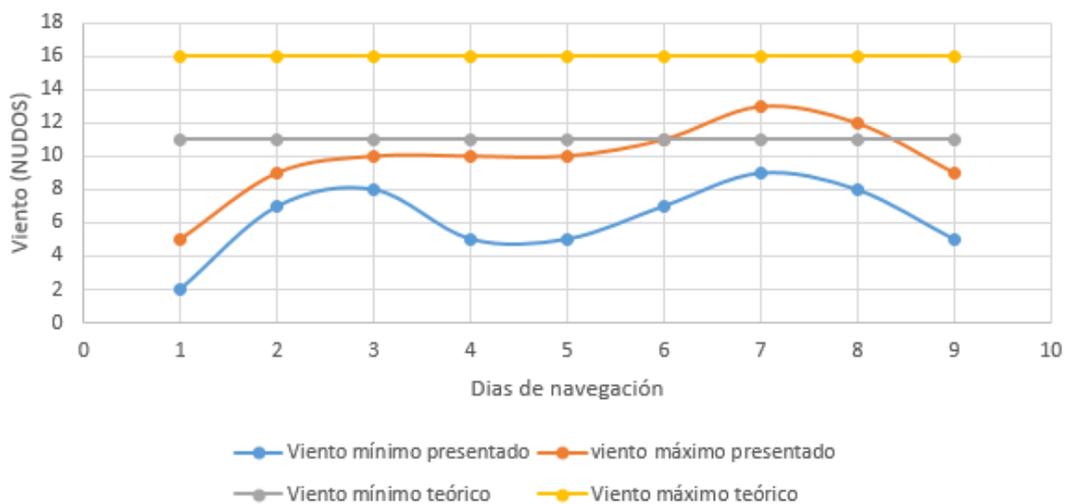


Figura 8 Comparación del viento real con el teórico

Fuente: Desarrollo del viento en la navegación
 Elaborado por: Autor

En la Figura 8 se analizó cual fue la relación entre el viento esperado teóricamente y el viento que se presentó durante los días de navegación en

la ruta Cádiz – La Coruña. Se detectó que los vientos obtenidos quedaron muy por debajo de los esperados, ofreciendo muy poca fuerza eólica para ser aprovechada en la navegación a vela. Este fenómeno impidió que la navegación óptima se logre mediante el empleo las velas cuadras mayores ya que la fuerza del viento fue demasiado baja.

2.12 ANÁLISIS DEL DESPLAZAMIENTO DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS DURANTE LA NAVEGACIÓN CÁDIZ – LA CORUÑA

Desplazamiento es la cantidad que avanza el buque por cada vez que la hélice gira un total de 360 grados, es decir una vuelta completa. Este desplazamiento se ve directamente afectado con el tipo de mar en el que se desarrolle la navegación. En este caso se tiene un mar tipo 2 y 3, lo cual, indica que es un mar aceptable y que no afectará al desplazamiento del Buque Escuela Guayas.

2.13 ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS DE TEMPERATURAS Y PRESIONES QUE AFECTAN AL SISTEMA DE PROPULSIÓN EN LA NAVEGACIÓN

Análisis de la presión del aceite en (psi) según las rpm del motor principal a lo largo de la travesía del Buque Escuela Guayas desde el 29 de julio hasta el 10 de agosto de 2012 en la ruta Cádiz- La Coruña.

En la siguiente Tabla 10, se pone a colación, los datos obtenidos de presión de aceite según las rpm de la máquina principal en la navegación

durante los días de travesía versus la presión estándar, la cual no debe ser superada.

Tabla 10 Comparación de la presión del aceite según las rpm del motor principal

| Día de navegación | rpm | presión del aceite psi | presión estándar del aceite en psi |
|-------------------|----------|------------------------|------------------------------------|
| día 1 | 1500 rpm | 60 | 60 |
| día 2 | 1500 rpm | 58 | 60 |
| día 3 | 1500 rpm | 59 | 60 |
| día 4 | 650 rpm | 40 | 45 |
| día 5 | 650 rpm | 39 | 45 |
| día 6 | 1500 rpm | 53 | 60 |
| día 7 | 1500 rpm | 55 | 60 |
| día 8 | 1500 rpm | 58 | 60 |
| día 9 | 1500 rpm | 60 | 60 |

Fuente: Bitácora de navegación del Buque Escuela Guayas
Elaborado por: Autor

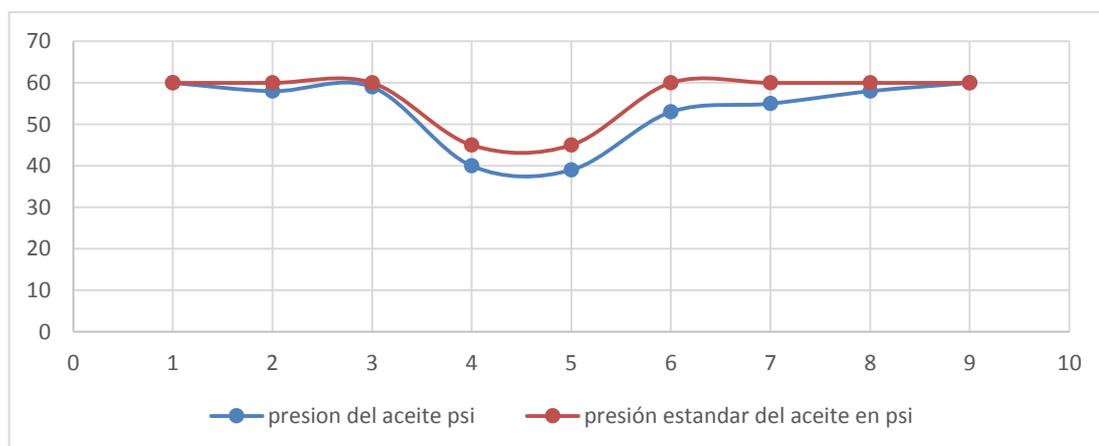


Figura 9 Análisis comparativo de la presión de aceite del motor principal

Fuente: Comparación de la presión del aceite según las rpm del motor principal
Elaborado por: Autor

La siguiente Figura 9 muestra con línea roja el nivel estándar, o máximo de presión que puede llegar el aceite de la maquina principal según las rpm que se desee emplear. Con línea azul se encuentra definida la presión que desarrolló el aceite de la maquina principal, demostrando que no excedió la norma, es decir se mantuvo bajo los lineamientos esperados.

Este gráfico logra demostrar, mediante las mediciones de la presión del aceite de la máquina principal del Buque Escuela Guayas, cual es el grado de funcionamiento y operatividad de la misma. Se procesa los datos técnicos de la navegación en la travesía en la ruta Cádiz – La Coruña.

2.14 ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN (°F) QUE DESARROLLÓ LA MÁQUINA PRINCIPAL DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS A LO LARGO DE LA TRAVESÍA DESDE EL 29 DE JULIO HASTA EL 10 DE AGOSTO DE 2012 VER TABLA 11.

Tabla 11 Cuadro de temperatura de refrigeración de la máquina principal

| Temp. Presentada | 180 | 190 | 185 | 185 | 190 | 187 | 189 | 190 | 185 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| MAX °F | 216 | 216 | 216 | 216 | 216 | 216 | 216 | 216 | 216 |
| MIN °F | 176 | 176 | 176 | 176 | 176 | 176 | 176 | 176 | 176 |
| día de navegación | día 1 | día 2 | día 3 | día 4 | día 5 | día 6 | día 7 | día 8 | día 9 |

Fuente: Bitácora de navegación del Buque Escuela Guayas
Elaborado por: Autor

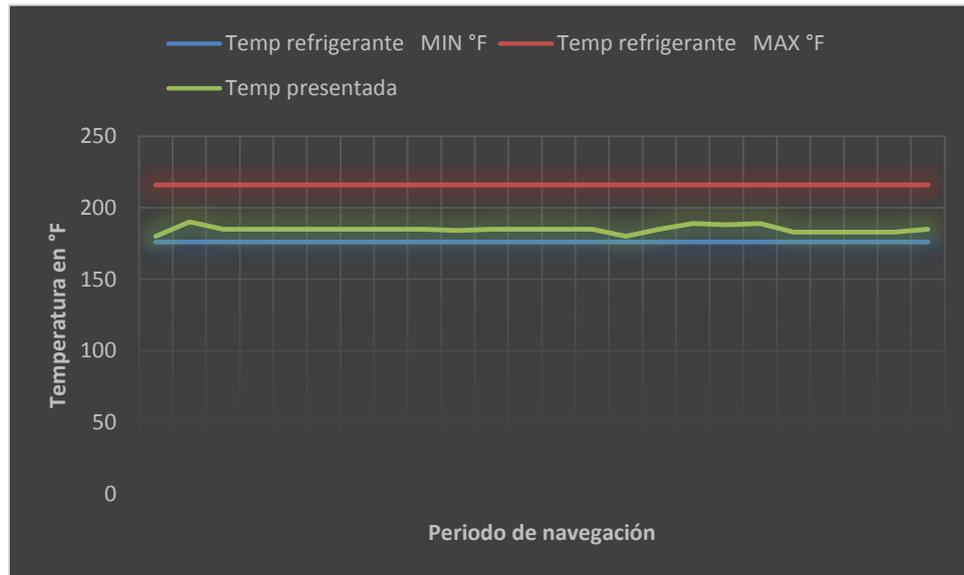


Figura 10 Desarrollo de la temperatura de refrigeración de la máquina principal
 Fuente: Cuadro de temperatura de refrigeración de la máquina principal
 Elaborado por: Autor

La Figura 10 representa el desarrollo de la temperatura en (°F) del refrigerante de la máquina principal del Buque Escuela Guayas plasmado en la línea verde. Se encuentra graficado en una línea de tiempo que significa las horas de navegación del mismo, posee dos parámetros fundamentales que son la temperatura máxima línea roja y la temperatura mínima línea azul.

De este modo se observa que a lo largo de la travesía, la temperatura que presentó el refrigerante de la máquina principal del Buque Escuela Guayas fue estable, al no sobrepasar ninguna barrera que indique lo contrario. Sus datos se reflejan en la tabla 2-3.

2.15 ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA EN (°F) DE LOS EJES DE DESCANSO DEL EJE DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS A LO LARGO DE LA TRAVESÍA

Tabla 12 Temperatura de los ejes de descanso presentadas en la navegación

| Temp. Presentada | 98 | 95 | 99 | 92 | 95 | 94 | 93 | 94 | 96 |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| MAX °F | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| MIN °F | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| día de navegación | día 1 | día 2 | día 3 | día 4 | día 5 | día 6 | día 7 | día 8 | día 9 |

Fuente: Manual de ingeniería del Buque Escuela Guayas
Elaborado por: Autor

Los datos recopilados en la Tabla 12 son los presentados en la navegación sobre temperatura de los ejes de descanso versus la temperatura estándar.

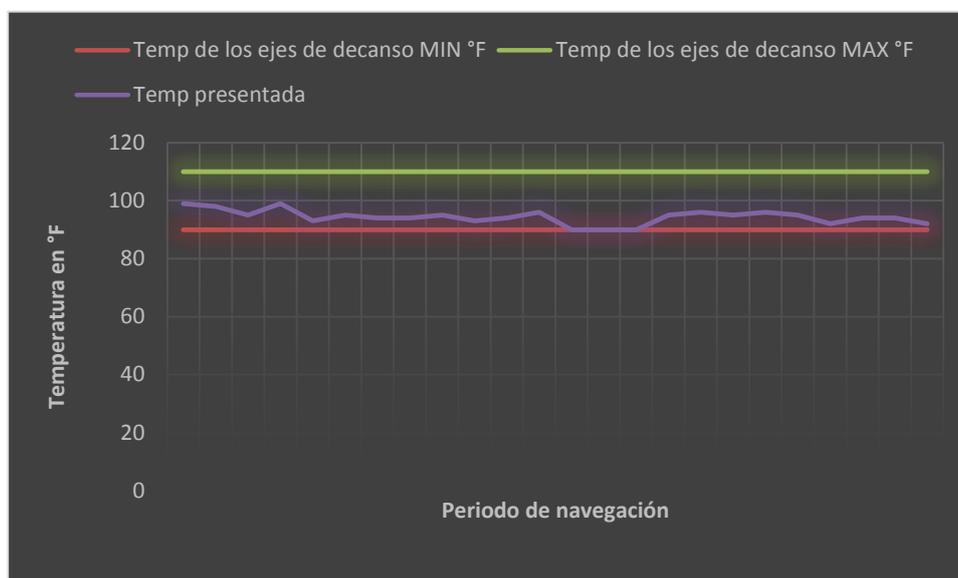


Figura 11 Variación de temperatura en ejes de descanso
Fuente: Temperatura de los ejes de descanso presentadas en la navegación
Elaborado por: Autor

Este Figura 11 representa la temperatura presentada en los ejes de descanso del eje del Buque Escuela Guayas, plasmada en la línea de color verde, cabe mencionar que es la recopilación de los datos obtenidos a lo largo de la travesía Cádiz – La Coruña. Para su efecto consta de dos líneas que determinan las temperaturas límite: línea roja es la máxima y línea azul es la mínima. (90 - 110) °F.

En tal virtud se puede apreciar que a lo largo de la travesía la temperatura que presentan los ejes de descanso, es relativamente aceptable pues no existen datos que demuestren lo contrario. Mantuvo los índices que delimitan su correcto funcionamiento, demostrando que fue eficiente su empleo.

Se analizó las temperaturas y presiones del aceite de máquina, mismos que se encontraban dentro de los rangos normales de trabajo, ya que al tener una excesiva temperatura en el enfriador de aceite el motor va a trabajar con cierto grado de recalentamiento lo que implica mayor dilatación de los materiales, en consecuencia incremento de holguras que representa déficit de compresión.

2.16 ANÁLISIS DEL CUADRO DE DESEMPEÑO DEL MOTOR 3508B

Análisis del cuadro de rendimiento versus consumo de la máquina principal.

El motor Caterpillar 3508B presenta un cuadro comparativo de su desempeño, en este caso se trae a colación la curva de desempeño versus consumo. Ver Tabla 13.

Tabla 13 **Desempeño de la máquina de propulsión principal versus consumo**

| RPM | Consumo (GPH) |
|-------------|--------------------------|
| 1800 | 49,9 |
| 1600 | 48 |
| 1500 | 47,5 |
| 1400 | 46,57 |
| 1300 | 46,18 |
| 1200 | 46,26 |
| 1100 | 27,5 |
| 1000 | 21,48 |
| 900 | 17,94 |
| 700 | 11,62 |
| 650 | 10,8 |

Fuente: (Marine Engine Performance Data, 2013)

Elaborado por: Autor

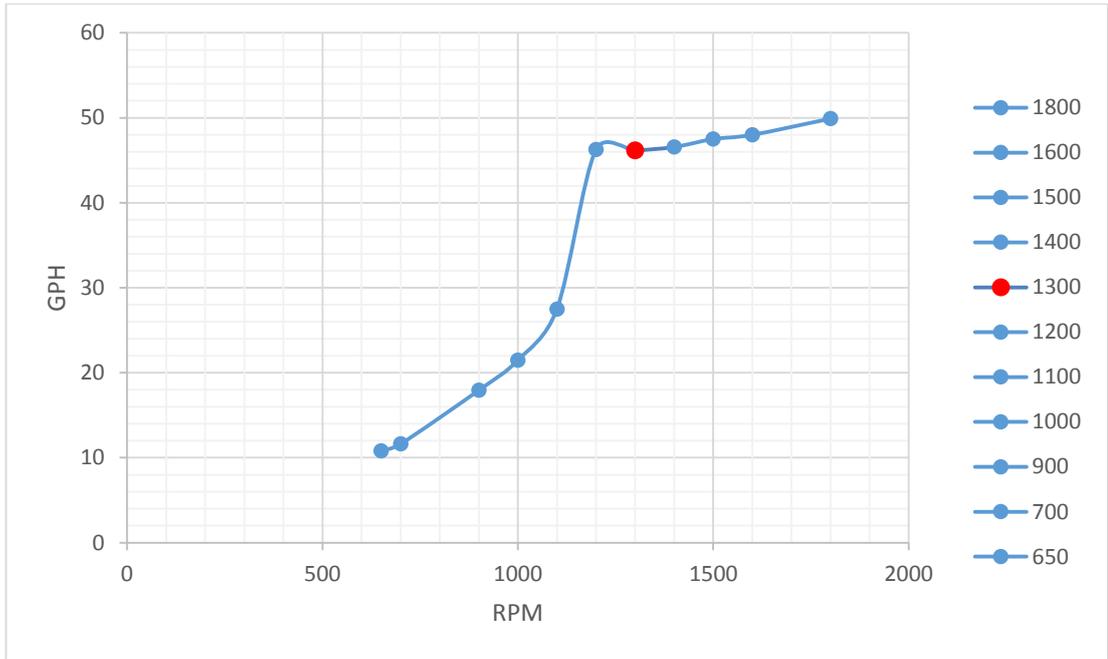


Figura 12 Curva de desempeño versus consumo de la máquina de propulsión principal

Fuente: Desempeño de la máquina de propulsión principal versus consumo

Elaborado por: Autor

Este cuadro representa las curvas de consumo de galones de combustible por hora de acuerdo a las revoluciones por minuto que genera la máquina principal.

El punto demarcado con rojo en la figura representa la curva más acorde para emplear en la navegación, pues con 1300 rpm empleados apenas se consume 46,18 galones de combustible por hora, siendo este el punto recomendado. Ver figura 12.

Análisis del cuadro de rendimiento versus potencia de la máquina principal.

Tabla 14 Desempeño del motor principal versus caballos de potencia

| RPM | HP |
|------|------|
| 1800 | 1000 |
| 1600 | 1000 |
| 1500 | 1000 |
| 1400 | 1000 |
| 1300 | 1000 |
| 1200 | 1000 |
| 1100 | 575 |
| 1000 | 430 |
| 900 | 345 |
| 700 | 208 |
| 650 | 190 |

Fuente: (Marine Engine Performance Data, 2013)

Elaborado por: Autor

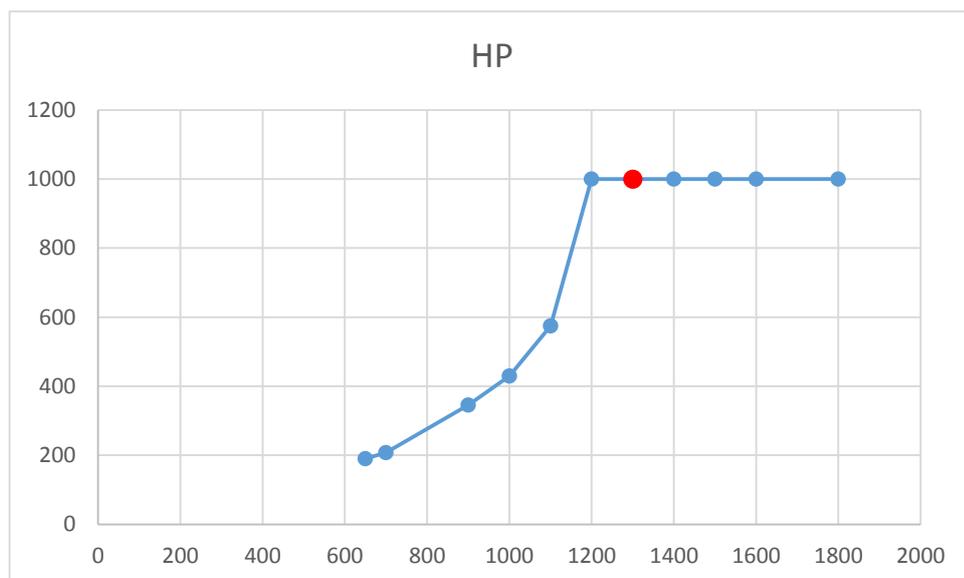


Figura 13 Curva de desempeño versus caballos de fuerza

Fuente: Desempeño del motor principal versus caballos de potencia

Elaborado por: Autor

Esta Figura 13 explica la variación que representa el empleo de los diferentes niveles de desempeño que ofrece la máquina de propulsión en comparación con los caballos de potencia que ofrece. En tal virtud se fortalece y ratifica el empleo de las 1300 rpm, debido a que no existe variación en la energía que va a producir la máquina de propulsión respecto a las demás. El punto pintado de rojo representa los caballos de fuerza que se producen al emplear 1300 rpm en la maquina principal del Buque Escuela Guayas.

2.17 ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD QUE DESARROLLA LA MÁQUINA PRINCIPAL DE ACUERDO A LA CANTIDAD DE RPM QUE GENERA.

Tabla 15 Cuadro de velocidades de la máquina principal

| RPM | VELOCIDAD (ND) |
|-------------|---------------------------|
| 1800 | 11 |
| 1700 | 10,5 |
| 1600 | 9,5 |
| 1500 | 9 |
| 1400 | 8 |
| 1300 | 7,5 |
| 1200 | 7 |
| 1100 | 6,5 |
| 1000 | 6 |
| 900 | 5,5 |
| 800 | 4 |
| 650 | 3 |

Fuente: Marine Engine Performance Data
Elaborado por: Autor

La Tabla 15 indica cual es la velocidad en nudos promedio, que se logra al emplear los distintos niveles de revoluciones por minuto de la máquina principal. Empleando las 1300 rpm recomendadas se logra una velocidad de 7,5 nudos.

2.18 DESARROLLO DE LA NAVEGACIÓN.

La Tabla 16 muestra cual fue las RPM (revoluciones por minuto) empleadas, de acuerdo a eso la cantidad de GPH (galones por hora) de combustible en sus respectivas horas de navegación.

Tabla 16 Consumo real de combustible en la navegación

| horas navegadas | galones consumidos | RPM |
|-----------------|--------------------|------|
| 4 | 216 | 1500 |
| 16 | 804 | 1500 |
| 11 | 512 | 1500 |
| 22 | 246 | 650 |
| 22 | 242 | 650 |
| 11 | 552 | 1500 |
| 10 | 505 | 1500 |
| 14 | 525 | 1500 |
| 8 | 340 | 1500 |
| Total | Total | |
| 118 | 3942 | |

Fuente: Bitácoras del Buque Escuela Guayas
 Elaborado por: Autor

Esta Tabla 16 muestra el resultado de la navegación en la ruta Cádiz – La Coruña, la cual se desarrolló durante nueve días de navegación. Para dicho efecto se empleó en su mayoría los 1500 RPM y muy poco los 650 RPM, de tal modo que la navegación a base de propulsión mecánica duro ciento dieciocho horas, consumiendo un total de tres mil novecientos cuarenta y dos galones de combustible.

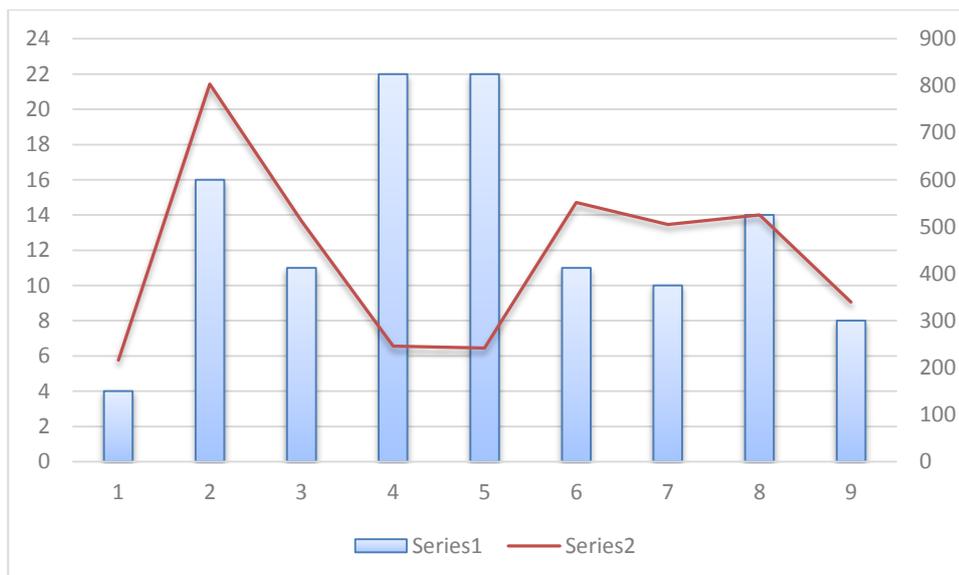


Figura 14 Consumo real de combustible en la navegación

Fuente: Consumo real de combustible en la navegación

Elaborado por: Autor

Esta Figura 14 muestra en los números del uno al nueve los días de navegación respectivamente, la línea de color rojo representa la variación de consumo de galones de combustible por día y finalmente los pilares azules representan el número de horas que fue empleada la máquina de propulsión principal de acuerdo al día de navegación.

2.19 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA NAVEGACIÓN.

En la siguiente fase se realiza un cuadro comparativo, una vez teniendo todos los datos requeridos de la navegación del Buque Escuela Guayas en la ruta Cádiz – La Coruña, a fin de demostrar e identificar si la optimización en los procesos de la navegación mixta es factible.

Tabla 17 Comparación de la navegación real y la recomendada

| Velocidad | Tiempo | Distancia | Distancia Total |
|--------------------|--------|------------|-----------------|
| RECOMENDADO | | | |
| 7,5 ND | 118 H | 885 MILLAS | 885 MILLAS |
| REAL | | | |
| 9ND | 74 H | 666 MILLAS | 798 MILLAS |
| 3ND | 44 H | 132 MILLAS | |

Fuente: Bitácoras del Buque Escuela Guayas
 Elaborado por: Autor

Al revisar los cálculos referentes al desarrollo de la navegación, es coherente la demostración de que si se puede lograr la optimización de los procesos de la navegación mixta. Como se puede apreciar en la Tabla 17 los datos que corresponden a la navegación real arrojan un resultado de apenas setecientos noventa y ocho millas de navegación, muy por el contrario los datos recomendados para la navegación arrojan como resultado esperado ochocientos ochenta y cinco millas de navegación.

En tal virtud se deja muy claro que al emplear en el desarrollo de la navegación a mil trecientas RPM (revoluciones por minuto), se logra optimizar los procesos en la navegación mixta del Buque Escuela Guayas, dando como resultado una significativa reducción de tiempo al realizar la navegación, tomando en cuenta que la máquina principal se desgasta en un menor rango que al maniobrar a mil quinientos RPM (revoluciones por minuto) logra una optimización de ochenta y siete horas, generando de este modo reducir el tiempo en un diez por ciento.

CAPÍTULO 3

3.1 RESULTADOS

Después de haber realizado este trabajo de investigación, los resultados obtenidos fueron los esperados. Pues una vez realizado el análisis que determina si los procedimientos de control y mantenimiento con los que se lleva a cabo la navegación, en relación a la presión y temperatura que afectan directamente al sistema de propulsión, demostraron que el personal del buque cumple satisfactoriamente con los parámetros.

Así también se analizó los cuadros de desempeño de la máquina principal versus el consumo del mismo y la potencia, los cuales muestran de forma muy puntual cual es la curva más conveniente en cuanto a su consumo y que esta a su vez no signifique una pérdida de potencia. Dadas estas aclaraciones e seleccionado el empleo de mil trecientas revoluciones por minuto, vista que es la curva que consume menos combustible y sin embargo mantiene la potencia del motor con mil caballos de fuerza.

Haciendo uso de los datos obtenidos en la navegación del Buque Escuela Guayas durante la ruta Cádiz – La Coruña, se logró realizar análisis sobre el empleo de su máquina principal, el cual mostró que en su gran mayoría empleó mil quinientas revoluciones por minuto, y seiscientas cincuenta revoluciones por minuto respectivamente. Comparando el desempeño real obtenido versus el desempeño que se lograría al emplear las mil trescientas revoluciones por minuto recomendadas, el resultado fue claro. Utilizando las mil trecientas revoluciones por minuto se logra optimizar

horas de navegación sin tener que forzar la máquina principal, también se logra optimizar el consumo de combustible empleado en la navegación.

En tal virtud queda muy claro que la optimización de los procesos de la navegación mixta es posible de lograr, mediante la utilización de la guía que resultó de este trabajo de investigación, la cual la presento como propuesta para que en futuras navegaciones se tome en cuenta a fin de optimizar los procesos de la navegación mixta, tomando en cuenta factores que puedan afectar el desempeño del buque.

3.2 PROPUESTA

PROPUESTA PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS DE NAVEGACIÓN MIXTA DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS EN LA RUTA CÁDIZ – LA CORUÑA

3.2.1 DESARROLLO

En el desarrollo de la navegación del Buque Escuela Guayas en la ruta Cádiz – La Coruña el viento se presentó a fil de roda, en tal virtud se propone el empleo de las velas cuchillas en lugar de las velas cuadras mayores, pues, el viento esperado no fue el que se presentó verdaderamente, fue un viento mucho más bajo entre seis y diez nudos, esto impide el empleo de las velas cuadras mayores, ya que, con ese viento se dificulta la utilización de dichas velas, dejando estas sin aportar al desplazamiento del buque.

El empleo de las velas cuchillas logra un mejor aprovechamiento de la fuerza eólica, pues su aerodinámica está hecha para aprovechar vientos no

tan fuertes, además su utilización también contribuiría a no tener que desgastar al personal de cubierta llamándolo a descubierta en repetidas ocasiones.

En cuanto a la máquina principal se recomienda el empleo absoluto de del mismo a mil trecientas rpm, en lugar de las mil quinientas y seiscientas cincuenta rpm, que se empleó en la navegación. Ya que de este modo el motor sufre menos desgaste, consume menor cantidad de combustible y además, cumple el mismo trabajo en menor cantidad de horas.

Es esencial que, antes de emitir un criterio sobre el empleo de la máquina principal se realice un estudio previo sobre las condiciones de marea que se tendrá en la navegación, puesto que si se tiene una marea muy fuerte, quiere decir que el arrufo y quebranto serán más amplios. Esto a su vez genera que la hélice del buque quede en el aire mucho más tiempo, por ende, se vería obligada a trabajar de forma acelerada al no estar sumergida y trabajando bajo la densidad del agua. Bajo estas condiciones el trabajo realizado por la hélice debe ser puesto al mínimo, para evitar que la maquina principal desperdicie su trabajo y a su vez galones de combustible.

En virtud al desarrollo de la investigación se pretende plantear las siguientes condiciones que se deberá analizar y tomar en cuenta para futuras navegaciones: carga, desplazamiento, viento a fil de roda,

Navegación de acuerdo al nivel de carga

En el desarrollo de una navegación mixta, si lo que se busca es optimizar el consumo de combustible, hay parámetros que se debe prestar atención. Para lo cual presento el siguiente cuadro.

Navegación a full carga.- con el buque en esta condición optimiza totalmente el consumo de combustible, ya que el motor trabaja con toda su capacidad, consumiendo en su totalidad el combustible requerido. El empleo del velamen es apropiado y su utilización se la da de acuerdo al cuadro meteorológico que se presente. La recomendación es que, con el buque a full carga puede desarrollar una navegación mixta sin ningún inconveniente, tal cual se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18 Empleo del sistema de propulsión a full carga

| navegación mixta | navegación a maquina | navegación a vela |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 60% | 30% | 10% |

Fuente: Bitácora de navegación del Buque Escuela Guayas
Elaborado por: Autor

Navegación a media carga.- con el buque en estas condiciones la optimización de combustible es limitada, y se recomienda no utilizar en su totalidad la capacidad de la máquina principal, es más recomendable el empleo del velamen del buque siempre que las condiciones meteorológicas sean favorables, tal cual se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19 Empleo del sistema de propulsión a media carga

| navegación mixta | navegación a maquina | navegación a vela |
|------------------|----------------------|-------------------|
| 85% | 05% | 10% |

Fuente: Bitácora de navegación del Buque Escuela Guayas

Elaborado por: Autor

Navegación con poca carga.- para el desarrollo de esta navegación es recomendable navegar empleando el velamen, si se va a utilizar la maquina principal se recomienda solo en caso de ser necesario o en condiciones que lo ameriten, tales como, navegación en aguas restringidas, navegación en canal, etc. Ver Tabla 20.

Tabla 20 Empleo del sistema de propulsión con poca carga

| navegación mixta | navegación a maquina | navegación a vela |
|------------------|----------------------|-------------------|
| 25% | 10% | 65% |

Fuente: Bitácora de navegación del Buque Escuela Guayas

Elaborado por: Autor

Navegación de acuerdo al desplazamiento del buque

El desplazamiento es importante en cuanto al desarrollo de la navegación del Buque Escuela Guayas, en tal virtud, se recomienda las siguientes opciones de empleo de acuerdo al tipo de mar.

Tabla 21 **Incidence del desplazamiento**

| tipo de mar según Beaufort | rpm de la máquina principal recomendado | utilización del velamen recomendada | navegación mixta recomendada |
|-----------------------------------|--|--|-------------------------------------|
| 1 | 1300 - 1800 | 100% | 100% |
| 2 | 1300 - 1800 | 100% | 100% |
| 3 | 1300 - 1800 | 100% | 100% |
| 4 | 1300 - 1800 | 100% | 90% |
| 5 | 1000 - 1300 | 100% | 75% |
| 6 | 650 – 1000 | 30% | 60% |
| 7 | 650 - 800 | 15% | 30% |
| 8 | 650 | 10% | 25% |
| 9 | 650 | 1% | 5% |

Fuente: Bitácora de navegación del Buque Escuela Guayas
 Elaborado por: Autor

Según la Tabla 21, la diferencia radica en que a partir del mar 6 las holas tienden a incrementar su tamaño, crecen desde 4m hasta más de 40m. lo que implica que se deben realizar cambios en el empleo del sistema de propulsión del Buque Escuela Guayas.

Mar 1.- este tipo de mar es conocido como calma, sin holas, en estas condiciones de mar, se recomienda el empleo de la navegación mixta en su totalidad, puesto que, se puede aprovechar el buen tiempo a fin de realizar maniobras y descubiertas a todo momento. El empleo de la maquina principal se lo reduce, aprovechar la fuerza eólica.

Mar 2.- conocido como marejadilla con holas de 0,5 metros. En este tipo de mar la recomendación es desarrollar una navegación mixta, fomentando el empleo del velamen y la maquina como apoyo al desarrollo de la navegación si se busca incrementar la velocidad del buque.

Mar 3.- conocido también como marejada, logra holas de hasta 1,25 metros. En un mar de este tipo es recomendable el empleo del sistema de propulsión mixto, tomando en cuenta que el buque tiende a escorarse, al emplear el velamen se debe comenzar a cargar velas dependiendo la fuerza y dirección del viento. En cuanto a la máquina de propulsión principal se recomienda utilizarla empleando toda su capacidad.

Mar 4.- conocido como fuerte marejada con holas de hasta 2,5 metros. En estas condiciones de mar, la navegación mixta se ve afectada y es recomendable utilizar en menor cantidad el velamen, por otra parte el empleo de la máquina principal se puede utilizar con el máximo de su capacidad sin inconvenientes.

Mar 5.- también conocido como mar gruesa y sus holas llegan a medir hasta 4 metros, se recomienda realizar una navegación mixta con el empleo de las velas mayores y con el empleo de la máquina principal manteniendo su potencia hasta 1300 rpm.

Mar 6.- esta mar se la denomina como muy gruesa, con holas de 6 metros. Es recomendable que la navegación mixta sea limitada en vista que el uso del velamen es afectado, ya que, la capacidad de maniobrar en

cubierta es de mucho peligro para el personal de maniobras, se puede navegar empleando las velas de capa. En cuanto al empleo de la máquina principal se recomienda disminuir la capacidad de la misma a 1000 rpm, en tal virtud de no desperdiciar el consumo de combustible, ya que, la hélice debe trabajar fuera del agua por mayor tiempo.

Mar 7.- este mar es conocido como mar arbolada con holas de hasta 9m. La recomendación para este tipo de navegación es evitar la navegación mixta, pues, el empleo del velamen se ve limitado, ya que, el personal de cubierta tiene restringido el paso en la misma. El empleo de la máquina principal se lo debe hacer reduciendo su capacidad hasta 800 rpm, esto se debe a que al incrementar la amplitud de las holas también incrementa el arrufo y quebranto, logrando que el período de tiempo de trabajo de la hélice fuera del agua sea prolongado, y al hacer trabajar en exceso la hélice en estas solo se obtendría pérdida de combustible.

Mar 8.- es conocido como mar montañosa y logra holas de hasta 14 metros. En este mar el empleo de la navegación mixta es nulo, ya que, la utilización del velamen se ve totalmente abolida. Se recomienda únicamente el empleo de la maquina principal con su capacidad mínima que son 650 rpm.

Mar 9.- es conocido como mar enorme, sus holas van de 14 metros en adelante. Navegar en esta condición es peligroso y se recomienda únicamente el empleo de la máquina principal con su capacidad al mínimo, a fin, no consumir excesivamente el combustible, pues el período de tiempo

que la hélice se mantendrá dentro del agua es mínimo aportando en poco porcentaje a la navegación.

3.2.2 OBJETIVOS

Con los cambios presentados en la navegación tanto a vela como mecánica del Buque Escuela Guayas, se pretende una gran optimización en la navegación mixta de recursos tales como:

- Aprovechamiento de la fuerza eólica
- Menor desgaste del personal
- Menor tiempo de navegación
- Menor consumo excesivo de galones de combustible
- Menor desgaste de la máquina principal

3.2.3 ALCANCE

El desarrollo de esta investigación pretende generar conciencia en el personal encargado de la planificación de las rutas en los próximos cruceros, ya que, demuestra que una navegación puede ser preparada de mejor manera, si se toma todos los parámetros adecuados al momento de investigar y planificar una ruta, a fin de optimizar recursos que son desperdiciados sin fundamentos, los cuales pueden ser empleados en otro sector donde verdaderamente sean necesarios.

CONCLUSIONES

El buen desempeño del sistema de propulsión de un buque depende directamente del estricto cumplimiento de parámetros de control establecidos por el fabricante.

La optimización de los procesos de navegación mixta del Buque Escuela Guayas se puede lograr, utilizando mil trecientas rpm en la maquina principal, y empleando las velas cuchillas durante la navegación con viento a fil de roda.

Las condiciones meteorológicas en las que se va a desarrollar la navegación tienen mucha incidencia al momento de optimizar los procesos en la navegación mixta, ya que, la ruta Cádiz – La Coruña presenta distintos tipos de fenómenos climáticos.

RECOMENDACIONES

El oficial jefe del departamento de operaciones debe tener en cuenta los fenómenos meteorológicos, a fin de, planificar una navegación segura.

El Buque Escuela Guayas debido a su condición de velero y tomando en cuenta sus años de servicio, debe evitar navegar en mares superiores al mar tipo 7, con la finalidad de evitar posibles contratiempos.

Al momento de encontrarse navegando en un mar superior al mar tipo 5, se recomienda disminuir la capacidad del motor, ya que el arrufo y quebranto provocan que la hélice trabaje fuera del agua, haciendo que esta gire de forma innecesaria.

BIBLIOGRAFÍA

(s.f.). Recuperado el 7 de 11 de 2013

Armada del Ecuador. (2009). Manual de maniobras . Guayas, Ecuador:
Armada del Ecuador.

astromia.com. (s.f.). Obtenido de
<http://www.astromia.com/tierraluna/meteorologia.htm>

Cevallos, F. (2012). *ecotec.edu.ec*. Obtenido de
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6lZJKn9RqrAJ:www.ecotec.edu.ec/documentacion%255Cinvestigaciones%255Cd ocentes_y_directivos%255Carticulos/4990_Fcevallos_00012.doc+&cd =1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec

fisicanet. (2013). Obtenido de *dinamica de los fluidos*:
http://www.fisicanet.com.ar/fisica/dinamica_fluidos/ap02_aerodinamica.php

Garzia T. (2012). *Métodos De Investigación: Inductivo, Deductivo , Sintético Y Analítico*. Obtenido de
<http://www.buenastareas.com/ensayos/M%C3%A9todos-De-Investigaci%C3%B3n-Inductivo-Deductivo/4469700.html>

info@fondear.com. (2007). Obtenido de
http://www.fondear.org/infonautic/barco/Velas_Aparejos/Principios_Vela/Principios_Vela.htm

Lapenta J, C. d. (s.f.). *DEL CARTAPACIO A LA PANTALLA*.

Marine Engine Performance Data. (2013). *Caterpillar 3508B*.

Mauricio Palacio P, M. H. (s.f.). *La navegación a vela*. Obtenido de
<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/vela/vela.html>

Roberto, H. S., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006).
Metodología de la investigación. Mexico DF: Interamericana; McGraw-Hill.

Universidad de Valladolid. (2013). *Maester automocion UVA-CIDAUT* .
Obtenido de
https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2011/389/51452/1/Documento1.pdf

www.eagleray.gr. (2013). Obtenido de <http://eagleray.gr/images/pilotchart-areas-large-en.jpg>