



**ESPE**  
**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**Análisis y estudio de los parámetros del parque automotor marítimo de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza” para el desarrollo de un plan de mantenimiento programado**

**Ayala Nastur, Luis Andrés y Recalde Tugumbango, Galo Fernando**

**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Ingeniería Automotriz**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Automotriz**

**Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio Msc.**

**19 de octubre del 2020**

**Latacunga**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**  
**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, **“Análisis y estudio de los parámetros del parque automotor marítimo de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza” para el desarrollo de un plan de mantenimiento programado”** fue realizado por los señores: **Ayala Nastur, Luis Andrés y Recalde Tugumbango, Galo Fernando**, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que los sustenten públicamente.

**Latacunga, 19 de octubre del 2020**



-----  
**Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio MSc.**

**C.C.: 0502509995**

## REPORTE DE URKUND



### Document Information

Analyzed document	TESIS AYALA RECALDE.docx (D82477392)
Submitted	10/23/2020 7:41:00 AM
Submitted by	
Submitter email	gfrecalde@espe.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	laquiroz.espe@analysis.orkund.com

### Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="https://docplayer.es/85986653-Departamento-de-energia-y-mecanica.html">https://docplayer.es/85986653-Departamento-de-energia-y-mecanica.html</a> Fetched: 7/19/2020 8:03:38 PM	2
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.coursehero.com/file/68202691/FormatosDocumentosPregrado2020docx/">https://www.coursehero.com/file/68202691/FormatosDocumentosPregrado2020docx/</a> Fetched: 10/23/2020 7:42:00 AM	2
<b>SA</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Informe_Final_Proyecto_Aman_Pastrano_Salguero_Socasi.doc</b> Document Informe_Final_Proyecto_Aman_Pastrano_Salguero_Socasi.doc (D54325377) Submitted by: edsalguero1@espe.edu.ec Receiver: laquiroz.espe@analysis.orkund.com	2
<b>SA</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS PEREZ JUAN.docx</b> Document TESIS PEREZ JUAN.docx (D59840929) Submitted by: eetorres7@espe.edu.ec Receiver: eetorres7.espe@analysis.orkund.com	2
<b>SA</b>	<b>INFORME COMPLETO IMPRIMIR.pdf</b> Document INFORME COMPLETO IMPRIMIR.pdf (D63751447)	1
<b>SA</b>	<b>TESIS - RAUL DARIO SANCHEZ LEON 1757.docx</b> Document TESIS - RAUL DARIO SANCHEZ LEON 1757.docx (D57834189)	1

-----  
Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio MSc.

C.C.: 0502509995



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**  
**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Nosotros, **Ayala Nastur, Luis Andrés y Recalde Tugumbango, Galo Fernando**, con cédulas de ciudadanía n° 1724557200 y 1003776158, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Análisis y estudio de los parámetros del parque automotor marítimo de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza” para el desarrollo de un plan de mantenimiento programado”**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo los requisitos teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Latacunga, 19 de octubre del 2020**

---

**Ayala Nastur, Luis Andrés**

**C.C.: 1724557200**

---

**Recalde Tugumbango, Galo Fernando**

**C.C.: 1003776158**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Nosotros, **Ayala Nastur, Luis Andrés y Recalde Tugumbango, Galo Fernando**, con cédulas de ciudadanía n° 1724557200 y 1003776158, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación **“Análisis y estudio de los parámetros del parque automotor marítimo de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza” para el desarrollo de un plan de mantenimiento programado”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

**Latacunga, 19 de octubre del 2020**

---

**Ayala Nastur, Luis Andrés**

**C.C.: 1724557200**

---

**Recalde Tugumbango, Galo Fernando**

**C.C.: 1003776158**

**DEDICATORIA**

*El presente trabajo está dedicado a mis padres Armando Ayala Cevallos y Alba Nastur Vallejo ya que mediante su amor, apoyo incondicional, consejos y paciencia, son mi inspiración y motivación para seguir creciendo y poder alcanzar mis objetivos.*

*A mi hermana Sonia Gabriela Ayala quien siempre estuvo presente cuando requería ayuda y apoyo.*

*A mis abuelos quienes con su sabiduría, fe en Dios y mi talento me enseñaron a no claudicar ante cualquier adversidad.*

*A mi familia y todas las personas que siempre confiaron y creyeron en mí, he hicieron posible este logro.*

*Luis Andrés Ayala Nastur*

**DEDICATORIA**

*Este trabajo de titulación está dedicado a mi superheroína mi mami  
Patricia Tugumbango que con su apoyo incondicional, amor, confianza y  
paciencia durante toda mi vida me ha permitido cumplir cada una de mis metas.*

*A mis tíos Blanca y German por brindarme siempre su apoyo y  
preocuparse por mí.*

*A mis abuelitos Jorge y Rosa que en vida y ahora desde el cielo siempre  
me cuidan y guían.*

*A todas las personas que han aportado para que este trabajo se realice  
con éxito.*

*Galo Fernando Recalde Tugumbango*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco especialmente a Dios, a mi padre Armando Ayala Cevallos por ser mi mentor y guía a lo largo de toda mi vida académica, a mi madre Alba Nastur Vallejo quien siempre ha confiado y apoyado incondicionalmente además de motivarme a no rendirme y a siempre lograr lo que me proponga.*

*A mi hermana Sonia Gabriela y a toda mi familia por ser mi apoyo y orgullo, este logro también es de ustedes.*

*A mi amada Alejandra Proaño por su ánimo y motivación para continuar avanzando y lograr hacer realidad mis metas.*

*Luis Andrés Ayala Nastur*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a mi mamá Patricia, mis tíos Blanca y German que siempre han creído en mí y en esta etapa de mi vida han estado constantemente al pendiente de mi progreso universitario e incondicionalmente me han brindado su apoyo.*

*A mi tutor Ing. Leonidas Quiroz y a todos los docentes que durante mi carrera me han compartido su conocimiento para así salir al mundo y desarrollarme con éxito en la vida profesional.*

*A mi compañero y amigo Lucho con quien luchamos hasta el final sin importar las adversidades para lograr nuestro objetivo.*

*A mis amigos y amigas con quienes he compartido valiosos momentos tanto tristes como felices que nos han ayudado a aprender en este camino de la vida.*

*Por último a los miembros de la ASC.TRC.” La Garza “quienes hicieron posible la realización de este trabajo de titulación*

***Galo Fernando Recalde Tugumbango***

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>PORTADA .....</b>	<b>1</b>
<b>CERTIFICACIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>REPORTE DE URKUND.....</b>	<b>3</b>
<b>RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA.....</b>	<b>4</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>6</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>7</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>8</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>10</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>16</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>17</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>23</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>24</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>25</b>
<b>CÁPITULO I</b>	
<b>PLANTENIAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>26</b>
1.1 Antecedentes investigativos.....	26
1.2 Planteamiento del problema.....	30

	11
1.3 Descripción resumida del proyecto .....	33
1.4 Justificación e importancia .....	35
1.5 Objetivos.....	36
1.5.1 Objetivo general.....	36
1.5.2 Objetivos específicos .....	36
1.6 Metas.....	37
1.7 Hipótesis.....	37
1.8 Variables de investigación.....	38
1.8.1 Variable Independiente: .....	38
1.8.2 Variable Dependiente.....	39

## **CAPÍTULO II**

<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>41</b>
2.1 Motores fuera de borda.....	41
2.2 Funcionamiento de un motor fuera de borda.....	42
2.3 Partes de un motor marino.....	43
2.3.1 Cabeza de fuerza.....	44
2.3.2 Soporte .....	45
2.3.3 Unidad inferior.....	45
2.4 Generalidades de los motores Yamaha .....	45
2.4.1 Funciones básicas de los motores marinos.....	46
2.4.2 Nomenclatura del modelo.....	46

	12
2.4.3 Material de servicio .....	49
2.4.4 Dimensiones y peso .....	50
2.5 Motores Yamaha.....	51
2.5.1 Motor Yamaha 2HP .....	52
2.5.2 Motor Yamaha E40 HP .....	54
2.5.3 Motor Yamaha E48 HP .....	57
2.5.4 Motor Yamaha E75 HP .....	60
2.6 Definición de mantenimiento .....	63
2.6.1 Objetivos del Mantenimiento .....	64
2.7 Tipos de Mantenimiento.....	65
2.7.1 Mantenimiento Correctivo.....	65
2.7.2 Mantenimiento Preventivo .....	66
2.8 Diseño estructural .....	71
2.8.1 Factor de seguridad .....	71

### **CAPÍTULO III**

#### **DISEÑO DE LA PROPUESTA.....75**

3.1 Estudio de la optimización de los parámetros de funcionamiento de los motores marinos.....	75
3.1.1 Mantenimiento preventivo .....	75
3.1.2 Mantenimiento correctivo .....	79
3.2 Propuesta de plan de mantenimiento preventivo programado.....	89

3.2.1 Implementación del programa de mantenimiento preventivo programado .....	89
3.2.2 Código de programación del plan de mantenimiento preventivo.....	90
3.2.3 Interfaz del programa de mantenimiento preventivo .....	95
3.2.4 Manual de uso del plan de mantenimiento preventivo .....	106
3.2.5 Ejecución del programa de mantenimiento programado.....	120

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ..... 128**

4.1 Análisis del estudio los parámetros característicos de los motores marinos.....	128
4.2 Estudio estructural y motriz del Crucero Impakucha.....	128
4.2.1 Simulación estructural del Crucero Impakucha.....	129
4.3 Análisis estructural del Crucero Impakucha .....	130
4.3.1 Construcción del Crucero Impakucha en base a parámetros empíricos ..	130
4.3.2 Estructura del Crucero Impakucha bajo condiciones máxima de resistencia.....	132
4.3.3 Escenario de riesgo del Crucero Impakucha con distribución de la carga concentrada en la proa.....	134
4.3.4 Escenario de riesgo del Crucero Impakucha con distribución de la carga concentrada en la popa.....	135
4.4 Interpretación de resultados del análisis estructural del Crucero Impakucha ....	136
4.4.1 Construcción del Crucero Impakucha en base a parámetros empíricos ..	136

	14
4.4.2 Estructura del Crucero Impakucha bajo condiciones máxima de resistencia.....	139
4.4.3 Escenario de riesgo del Crucero Impakucha con distribución de la carga concentrada en la proa.....	142
4.4.4 Escenario de riesgo del Crucero Impakucha con distribución de la carga concentrada en la popa.....	144
4.5 Propuesta del estudio del tren motriz.....	145
4.6 Adecuación y seguridad del crucero .....	148
4.7 Capacitación a los miembros de Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza”.....	153
4.7.1 Demostración de tareas de mantenimiento preventivo de motores fuera de borda.....	154
4.7.2 Guía de uso del programa de mantenimiento preventivo, resultados del análisis estructural y medidas de prevención del Crucero Impakucha .....	155
4.7.3 Evaluación a los asistentes .....	157
4.7.4 Entrega de certificados de participación y cartas de agradecimiento.....	158

## **CAPÍTULO V**

<b>MARCO ADMINISTRATIVO .....</b>	<b>160</b>
5.1 Recursos.....	160
5.1.1 Recursos humanos .....	160
5.1.2 Recursos tecnológicos .....	160

	15
5.1.3 Recursos materiales.....	161
5.1.3 Presupuesto.....	161
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>163</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>166</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>168</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>170</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Numero de motores existentes en la ASC.TRC. “La Garza”</i> .....	28
<b>Tabla 2</b> <i>Operacionalización de la variable independiente</i> .....	38
<b>Tabla 3</b> <i>Operacionalización de la variable dependiente</i> .....	39
<b>Tabla 4</b> <i>Partes fundamentales de un motor fuera de borda</i> .....	43
<b>Tabla 5</b> <i>Ficha técnica motor Yamaha 2CMH</i> .....	52
<b>Tabla 6</b> <i>Ficha técnica motor Yamaha E40XMH</i> .....	55
<b>Tabla 7</b> <i>Ficha técnica motor Yamaha E40CMH</i> .....	58
<b>Tabla 8</b> <i>Ficha técnica motor Yamaha E75B</i> .....	61
<b>Tabla 9</b> <i>Valores de NX</i> .....	73
<b>Tabla 10</b> <i>Valores de Ny</i> .....	74
<b>Tabla 11</b> <i>Recurso humanos</i> .....	160
<b>Tabla 12</b> <i>Presupuesto</i> .....	161

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Crucero Impakucha ASC. TRC. “La Garza”</i> .....	27
<b>Figura 2</b> <i>Árbol de problemas</i> .....	31
<b>Figura 3</b> <i>Partes fundamentales de un motor fuera de borda</i> .....	43
<b>Figura 4</b> <i>Dimensiones de un motor fuera de borda</i> .....	50
<b>Figura 5</b> <i>Diagrama de componentes motor Yamaha 2CMH</i> .....	53
<b>Figura 6</b> <i>Diagrama de componentes motor Yamaha E40XMH</i> .....	56
<b>Figura 7</b> <i>Diagrama de componentes motor Yamaha E48CMH</i> .....	59
<b>Figura 8</b> <i>Diagrama de componentes motor Yamaha E75B</i> .....	62
<b>Figura 9</b> <i>Motores fuera de borda en la ESPE-Sede Latacunga</i> .....	76
<b>Figura 10</b> <i>Inspección de líneas y filtros de combustible</i> .....	77
<b>Figura 11</b> <i>Reemplazo de bujías</i> .....	77
<b>Figura 12</b> <i>Inspección de hélice y cambio de aceite de engranes</i> .....	78
<b>Figura 13</b> <i>Verificación y reemplazo de distintas partes en mal estado de los motores</i> .....	79
<b>Figura 14</b> <i>Circuito electrónico de aprovechamiento de energía</i> .....	80
<b>Figura 15</b> <i>Bobina de luz con su respectivo rectificador</i> .....	81
<b>Figura 16</b> <i>Limpieza de carburadores</i> .....	82
<b>Figura 17</b> <i>Circuito CDI</i> .....	84
<b>Figura 18</b> <i>Impresión del circuito CDI en baquelita</i> .....	84

	18
<b>Figura 19</b> <i>Sistema de refrigeración</i> .....	85
<b>Figura 20</b> <i>Aceite de engranes en mal estado</i> .....	87
<b>Figura 21</b> <i>Eje motriz con presencia de desgaste</i> .....	88
<b>Figura 22</b> <i>Eje motriz armado y engrasado</i> .....	88
<b>Figura 23</b> <i>Carpeta que contiene el programa de mantenimiento preventivo</i> .....	90
<b>Figura 24</b> <i>Diagrama de flujo del programa de mantenimiento preventivo</i> .....	94
<b>Figura 25</b> <i>Menús de opciones de las secciones del programa de mantenimiento preventivo</i> .....	95
<b>Figura 26</b> <i>Iconos de lupa, paisaje y fecha a la izquierda del programa de mantenimiento preventivo</i> .....	96
<b>Figura 27</b> <i>Pantalla inicial del programa de mantenimiento preventivo</i> .....	96
<b>Figura 28</b> <i>Registro diario del programa de mantenimiento preventivo</i> .....	97
<b>Figura 29</b> <i>Registro de horas de trabajo del programa de mantenimiento preventivo</i> .....	98
<b>Figura 30</b> <i>Mantenimiento del programa de mantenimiento preventivo</i> .....	99
<b>Figura 31</b> <i>Tareas de mantenimiento del programa de mantenimiento preventivo</i> .....	99
<b>Figura 32</b> <i>Procedimiento de mantenimiento del programa de mantenimiento preventivo</i> .....	100
<b>Figura 33</b> <i>Catálogo de repuestos del programa de mantenimiento preventivo</i> .....	101
<b>Figura 34</b> <i>Proforma del programa de mantenimiento preventivo</i> .....	101
<b>Figura 35</b> <i>Tabla de ordenes de trabajo realizadas del programa de mantenimiento preventivo</i> .....	102

<b>Figura 36</b> Orden de trabajo del programa de mantenimiento preventivo.....	103
<b>Figura 37</b> Motores del programa de mantenimiento preventivo.....	104
<b>Figura 38</b> Ficha técnica del programa de mantenimiento preventivo .....	104
<b>Figura 39</b> Diagrama de componentes del programa de mantenimiento preventivo.....	105
<b>Figura 40</b> Proveedores y servicios del programa de mantenimiento preventivo.....	106
<b>Figura 41</b> Menú principal del programa de mantenimiento preventivo .....	107
<b>Figura 42</b> Selección de una embarcación .....	108
<b>Figura 43</b> Registro del trabajo de una embarcación.....	108
<b>Figura 44</b> Eliminar ultimo registro realizado .....	109
<b>Figura 45</b> Visualización de la tabla del registro diario y horas de trabajo .....	109
<b>Figura 46</b> Selección de embarcación para conocer sus horas de trabajo .....	110
<b>Figura 47</b> Cuadros de dialogo antes de eliminar una fila o todo el registro .....	110
<b>Figura 48</b> Guardar orden de trabajo.....	111
<b>Figura 49</b> Carpetas de las diferentes embarcaciones existentes .....	112
<b>Figura 50</b> Tablas de las ordenes de trabajo de los mantenimientos realizados.....	112
<b>Figura 51</b> Cuadro de dialogo después de eliminar una OT .....	113
<b>Figura 52</b> Selección del tipo de mantenimiento a realizarse .....	113
<b>Figura 53</b> Proceso para realizar una tarea de mantenimiento.....	114
<b>Figura 54</b> Selección del tipo de motor del cual se desea ver el catálogo de repuestos.....	115
<b>Figura 55</b> Ventana de búsqueda y selección de repuestos.....	115

	20
<b>Figura 56</b> <i>Cuadro de dialogo después de eliminar el último repuesto agregado</i> .....	116
<b>Figura 57</b> <i>Proforma de repuestos</i> .....	116
<b>Figura 58</b> <i>Cuadro de dialogo luego de haber guardado correctamente la proforma</i> ....	117
<b>Figura 59</b> <i>Carpetas de los tipos de motores existentes</i> .....	117
<b>Figura 60</b> <i>Selección de ficha técnica o diagrama de componentes</i> .....	118
<b>Figura 61</b> <i>Datos de contactos de los proveedores de repuestos y servicios</i> .....	119
<b>Figura 62</b> <i>Cuadro de dialogo antes de salir del programa</i> .....	119
<b>Figura 63</b> <i>Sección ThisWorkbook de Visual Basic</i> .....	120
<b>Figura 64</b> <i>Base de datos de embarcaciones y motores</i> .....	121
<b>Figura 65</b> <i>Nueva embarcación agregada a la base de datos</i> .....	122
<b>Figura 66</b> <i>Selección del repuesto a ser modificado</i> .....	123
<b>Figura 67</b> <i>Datos de un repuesto antes y después de ser modificados</i> .....	123
<b>Figura 68</b> <i>Código del formato de guardado de proformas y ordenes de trabajo</i> .....	125
<b>Figura 69</b> <i>Código después de cambiar el formato de guardado de proformas y ordenes de trabajo</i> .....	125
<b>Figura 70</b> <i>Desproteger hoja del programa de mantenimiento preventivo</i> .....	126
<b>Figura 71</b> <i>Cambio del diseño de la pantalla inicial</i> .....	127
<b>Figura 72</b> <i>Diseño en computador del crucero Impakucha</i> .....	129
<b>Figura 73</b> <i>Tensión estructural en la primera simulación</i> .....	131
<b>Figura 74</b> <i>Factor de seguridad en la primera simulación</i> .....	132
<b>Figura 75</b> <i>Tensión estructural en la segunda simulación</i> .....	133

	21
<b>Figura 76</b> <i>Factor de seguridad en la segunda simulación</i> .....	134
<b>Figura 77</b> <i>Carga ubicada en la proa de la embarcación</i> .....	135
<b>Figura 78</b> <i>Carga ubicada en la popa de la embarcación</i> .....	136
<b>Figura 79</b> <i>Variación de tensión y Factor de seguridad</i> .....	137
<b>Figura 80</b> <i>Variación del Factor de seguridad</i> .....	138
<b>Figura 81</b> <i>Variación de tensión y Factor de seguridad</i> .....	139
<b>Figura 82</b> <i>Variación de Tensión</i> .....	140
<b>Figura 83</b> <i>Factor de Seguridad</i> .....	141
<b>Figura 84</b> <i>Variación de tensión de la carga en la proa</i> .....	142
<b>Figura 85</b> <i>Puntos de concentración de esfuerzos en la proa</i> .....	143
<b>Figura 86</b> <i>Variación de tensión de la carga en la popa</i> .....	144
<b>Figura 87</b> <i>Puntos de concentración de esfuerzos en la popa</i> .....	145
<b>Figura 88</b> <i>Vista diagonal frontal de la ubicación del sistema de transmisión de movimiento</i> .....	146
<b>Figura 89</b> <i>Vista posterior de la ubicación del sistema de transmisión de movimiento</i> ..	147
<b>Figura 90</b> <i>Panes solares y reflectores utilizados en la Iluminación del crucero Impakucha</i> .....	148
<b>Figura 91</b> <i>Iluminación frontal para la movilidad del crucero Impakucha</i> .....	149
<b>Figura 92</b> <i>Iluminación en la planta inferior del crucero Impakucha</i> .....	150
<b>Figura 93</b> <i>Iluminación en la planta superior del crucero Impakucha</i> .....	150
<b>Figura 94</b> <i>Distribución de pasajeros</i> .....	151

	22
<b>Figura 95</b> <i>Ubicación de extintores</i> .....	152
<b>Figura 96</b> <i>Cable de hombre al agua</i> .....	153
<b>Figura 97</b> <i>Motores usados en la capacitación</i> .....	154
<b>Figura 98</b> <i>Demostración de procesos de mantenimiento preventivo</i> .....	155
<b>Figura 99</b> <i>Guía de uso correcto del programa de mantenimiento preventivo</i> .....	156
<b>Figura 100</b> <i>Asistente de la capacitación usando el programa de mantenimiento preventivo</i> .....	156
<b>Figura 101</b> <i>Explicación del análisis estructural del crucero Impakucha</i> .....	157
<b>Figura 102</b> <i>Toma de evaluación a los asistentes de la capacitación</i> .....	158
<b>Figura 103</b> <i>Entrega de certificados de participación a los asistentes de la capacitación</i> .....	158
<b>Figura 104</b> <i>Entrega de cartas de agradecimiento por parte de la ASC.TRC. "La Garza"</i> .....	159

**ÍNDICE DE ECUACIONES**

<b>Ecuación 1</b> <i>Factor de seguridad en términos de esfuerzo y resistencia</i> .....	71
<b>Ecuación 2</b> <i>Factor de seguridad de acuerdo con el criterio de Pugsley</i> .....	72
<b>Ecuación 3</b> <i>Capacitancia total</i> .....	83

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación, analizó los parámetros característicos del parque automotor marítimo de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza”, a partir de lo cual se optimizó la eficiencia y desempeño de los motores fuera de borda, mediante datos técnicos de fabricante de tal manera de desarrollar un programa de mantenimiento amigable, versátil, fácil manejo que contiene aspectos preventivos y correctivos de los periodos de mantenimiento, así como, los procesos operativos técnicos desarrollado mediante el lenguaje de programación C, se repotencio los sistemas mecánicos y eléctricos de las embarcaciones de tal forma que garanticen su correcto funcionamiento en las actividades de turismo comunitario por ASC.TRC.LG para los que son utilizados. La asociación cuenta con un crucero construido empíricamente denominado Impakucha al que se le efectuó el análisis estructural a través de software asistido por computador considerando diferentes cargas y distribución de las mismas para un estudio de los esfuerzos y factores de seguridad bajo diferentes condiciones de uso, de lo que se determina las condiciones de carga y distribución de estas, ideales para la embarcación. Además en el estudio del crucero se incluyen parámetros de seguridad los cuales son necesarios para garantizar que la navegación sea confiable y segura.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **MOTORES FUERA DE BORDA**
- **OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS**
- **MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE MOTORES MARINOS**

## **ABSTRACT**

The present work of titling, analyzed the characteristic parameters of the marine vehicle park of the Association of Rural and Community Tourism "La Garza", from which the efficiency and performance of the outboard motors was optimized, by means of technical data of manufacturer in such a way to develop a program of friendly maintenance, versatile, Easy to use that contains preventive and corrective aspects of the maintenance periods, as well as, the technical operational processes developed by means of the programming language C, the mechanical and electrical systems of the boats were repowered in such a way that they guarantee their correct operation in the activities of community tourism by ASC. TRC.LG for which they are used. The association has an empirically built cruise ship called Impakucha, which was subjected to structural analysis through computer-assisted software considering different loads and their distribution, for a study of the efforts and safety factors under different conditions of use, which determines the load conditions and distribution of these, ideal for the boat. In addition, the study of the cruise includes safety parameters which are necessary to ensure that navigation is reliable and safe.

### **KEYWORDS:**

- **OUTBOARD ENGINES**
- **OPTIMIZATION OF CHARACTERISTIC PARAMETERS**
- **PROGRAMMED MAINTENANCE OF MARINE ENGINES**

## CÁPITULO I

### PLANTENIAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Antecedentes investigativos

En 2006 la municipalidad de Otavalo realizó capacitaciones a los moradores de la Comuna Araque en la parroquia San Pablo de Lago sobre el aprovechamiento de los diferentes atractivos turísticos de la comuna. A partir de lo cual se formó la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza” con cien socios oriundos de la misma comunidad.

En esta época ya que no eran una asociación legal, los mismos socios hicieron un esfuerzo y aportaron económicamente para la creación del parque acuático ubicándolo en la parte de la cuenca del Lago San Pablo perteneciente a la comunidad de Araque. En sus primeros años la asociación formó una red de servicios para, siendo uno de ellos una flota de diecinueve botes de transporte propulsados por motores náuticos cada uno para veinte pasajeros que fueron incorporados para brindar recorridos por el lago San Pablo a los visitantes nacionales y extranjeros del parque. (Morales, 2019)

En el año 2014 pasó a ser una asociación legal al cumplir con lo establecido en el artículo 6 del acuerdo ministerial No 004 – 23-06-2014, en el que se establecen los requisitos para actividades turísticas que tienen que cumplir los centros de turismo comunitario. Esto fue de gran beneficio ya que fueron reconocidos por el Ministerio de

Turismo lo cual les abrió la posibilidad de recibir ayuda económica anual por parte de la junta parroquial de San Pablo del Lago y realizar proyectos en conjunto con la Prefectura de Imbabura. (Ministerios del Ecuador, 2014)

La asociación cuenta con una directiva reconocida por la Dirección de Turismo del GADM de Otavalo, Prefectura de Imbabura y Ministerio de Turismo. Anualmente la asociación paga dos rubros, uno al GADM de Otavalo por el permiso de funcionamiento y otro a la Comuna por el uso del terreno. Esto es solventado con las ganancias que genera el parque acuático, los cuales se destinan a los gastos tanto del parque como para diversas obras en la comuna.

### Figura 1

*Crucero Impakucha ASC. TRC. "La Garza"*



*Nota.* En el gráfico se puede observar al Crucero Impakucha navegando por el Lago San Pablo.

Este año con el objetivo atraer a nuevos visitantes la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza” vio la necesidad de innovar en su servicio de recorridos por el lago, por lo cual implementaron nuevas opciones para los turistas. Un recorrido fluvial con el Crucero Impakucha, que es una embarcación construida artesanalmente de dos pisos con capacidad para setenta personas propulsada por un motor náutico Yamaha enduro 70 y boyas choconas Yamaha 2C adquiridas con apoyo de la Prefectura de Imbabura los que requieren métodos de optimización de los parámetros característicos y mantenimiento a fin de garantizar su eficiencia durante dichas actividades. Con la incorporación de la nueva embarcación y las boyas choconas en conjunto con los botes ya existentes en la actualidad la asociación cuenta con catorce motores en su mayoría Yamaha: (La Hora, 2019)

**Tabla 1**

*Número de motores existentes en la ASC.TRC. “La Garza”*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
YAMAHA 2 HP	4
YAMAHA Enduro 40 HP	8
YAMAHA Enduro 48 HP	1
YAMAHA Enduro 75 HP	1

*Nota.* Esta tabla muestra la cantidad que existen de motores de acuerdo con el tipo de estos. (ASC.TRC.LG, 2020).

En el parque acuático de la Asociación de Turismo Rural y comunitario La Garza existen varios motores y embarcaciones que presentan fallas de funcionamiento, debido

a la falta de mantenimiento de los mismos, de acuerdo al oficio No ASC.TRC.LG.033-2019 de 18 de octubre de 2019 solicita se inspeccione el estado de sus embarcaciones y motores a fin de proceder con el estudio como parte de proyecto de titulación a ser realizado por estudiantes de la ESPE sede Latacunga como aporte de la universidad a sectores vulnerables de la sociedad.

El parque acuático trabaja de 08:30 a 19:00 horas, en donde sus embarcaciones realizan recorridos con una duración de treinta minutos en dos modalidades, una vez cada nueve días laborables y un fin de semana al mes. El mantenimiento de los botes se realiza cada vez que se observe que sea necesaria sin un debido plan para ello.

El costo por el mantenimiento preventivo de un motor fuera de borda es variable ya que depende estado de las diferentes partes y las horas que lleva trabajando el motor, así como de los recursos con los que cuenta la asociación al momento del mantenimiento.

Según YAMAHA Motor Company, fabricante de la mayor parte de los motores existentes en el parque acuático, el mantenimiento de estos debe ser periódico de acuerdo con las horas de trabajo, con lo cual establecen un primer mantenimiento a las veinte horas. Por lo que es necesario que la asociación adopte un plan de mantenimiento preventivo programado que sirva como una herramienta técnica de trabajo indispensable dentro de su servicio acuático. (IMENSA, 2019)

El mantenimiento preventivo programado permitirá realizar tareas planificadas para garantizar el correcto funcionamiento de los motores fuera de borda durante su

ciclo de vida útil y así mismo evitará que los servicios acuáticos tengan que cancelarse por fallas en los motores fuera de borda.

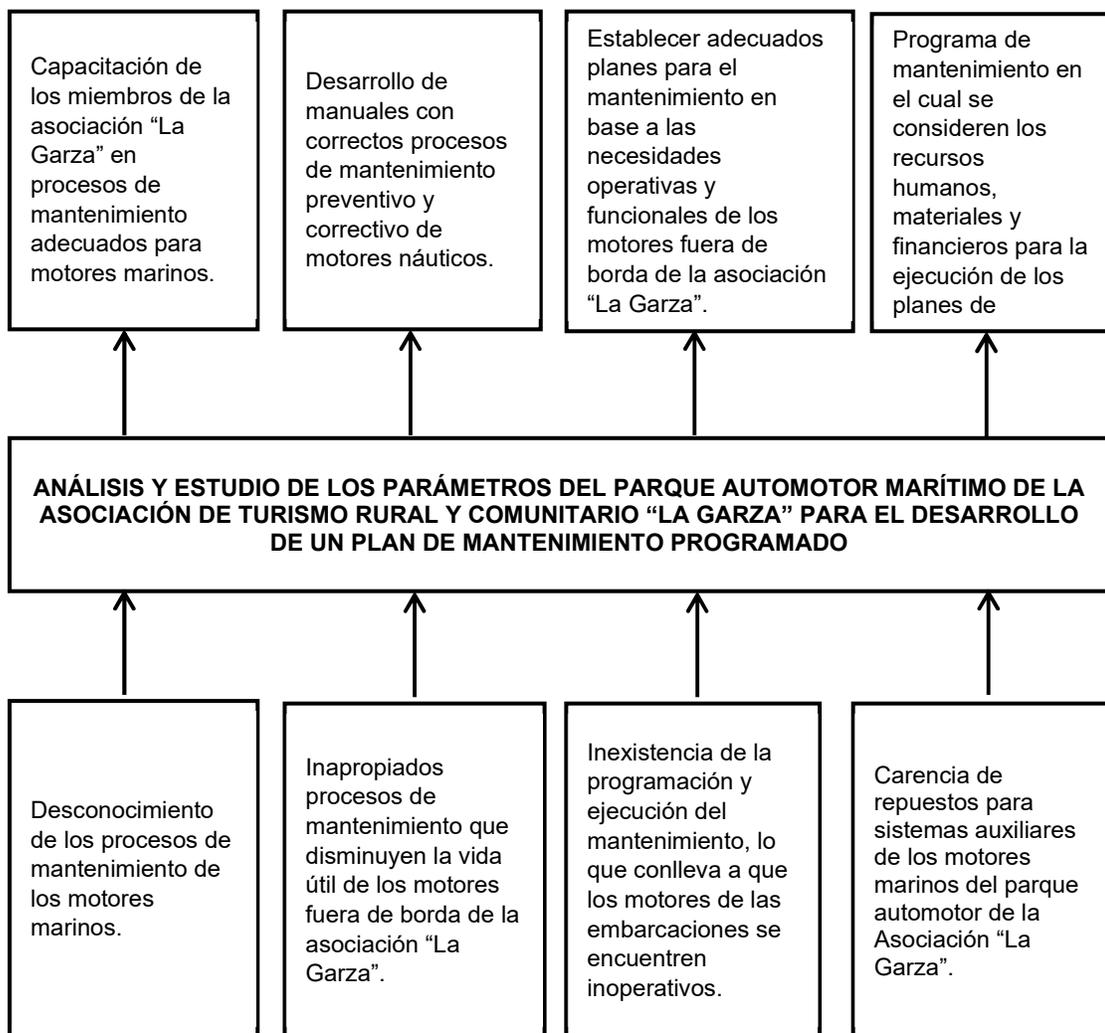
## **1.2 Planteamiento del problema**

La Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza” es una asociación sin fines de lucro motivo por el cual se ha considerado apoyar a este sector vulnerable de la sociedad ecuatoriana para obtener una forma de sustentar sus actividades de autogestión.

Tomado en cuenta este factor la presente investigación pretende realizar la optimización de los parámetros característicos del parque automotor marítimo y propuesta del plan de mantenimiento de los motores fuera de borda.

Figura 2

## Árbol de problemas



*Nota.* En el gráfico se puede observar el árbol de problemas que se encontraron en la ASC.TRC. "La Garza".

En la asociación "La Garza" existe un desconocimiento por parte de sus miembros acerca del adecuado mantenimiento que se debe realizar a motores marinos, debido a este motivo es necesaria la intervención de la academia mediante el presente proyecto de investigación considera un estudio de las embarcaciones y su sistema de

propulsión por combustión interna de tal manera de optimizar los parámetros característicos del parque automotor náutico y desarrollar los procesos y procedimientos del mantenimiento programado.

Al no contar con los procesos adecuados de mantenimiento para este tipo de motores trae como consecuencia una disminución de la vida útil y operativa de los mismos lo que hace necesario el desarrollo de manuales técnicos en los cuales se detalle los correctos procedimientos para el mantenimiento de los motores marinos ya que así se garantiza su operatividad.

Debido a que la Asociación “La Garza” no cuenta con una planificación y ejecución de un plan de mantenimiento el cual sea periódico, da como resultado que los motores de sus embarcaciones se encuentren inoperativos es por eso la necesaria inclusión de un plan de mantenimiento programado apropiado el cual este orientado a satisfacer los requerimientos de funcionalidad de los motores fuera de borda y a su vez afianzar la operatividad de estos.

Ya que se hace notable la inexistencia de varios repuestos para sistemas auxiliares de los motores marinos, así como también el desconocimiento de estos y de sus costos es necesario adjuntar un programa de mantenimiento, el mismo que tome en cuenta los recursos tanto humanos, materiales y financieros para la ejecución del plan de mantenimiento planteado.

Se llevará a cabo una capacitación a los miembros de la asociación en el lugar en el que operan actualmente, en la que se abarcaran todas las temáticas tanto teóricas

como prácticas inherentes al correcto mantenimiento de los motores náuticos y así también al uso del programa, el cuál es la herramienta que gestiona los procesos y periodos adecuados de mantenimiento.

### **1.3 Descripción resumida del proyecto**

En la presente investigación se recopiló información técnica inherente a los motores náuticos tomando en cuenta aspectos referentes a los sistemas que los conforman, sus partes principales, el funcionamiento y averías más comunes que se puedan suscitar en este tipo de motores, los mismos que son utilizados en las embarcaciones las cuales promueven el turismo comunitario y están bajo la supervisión de la asociación “La Garza” de la cuenca del Lago San Pablo.

Se realizó una inspección in situ en el lugar de funcionamiento de las embarcaciones con el objetivo de constatar el estado actual de los motores náuticos y embarcaciones mediante previa coordinación entre la asociación y la universidad.

El método más idóneo que se consideró para la optimización de los parámetros característicos de los motores marinos en el presente proyecto de investigación es el mejoramiento de sistemas de encendido, transmisión y refrigeración logrando así un incremento en la potencia, respetando los parámetros técnicos y matemáticos aplicables en este proceso, tomando en cuenta lo antes mencionado se lo aplicará a los motores marinos con los que cuenta la asociación “La Garza”, es decir motores marinos tales como, Yamaha Enduro 70HP, Yamaha Enduro 40HP, Yamaha Enduro 48HP, Yamaha 2HP.

Se efectuó el estudio del crucero Impakucha construido de manera artesanal, a partir de un análisis estructural, motrices y accesorios eléctricos – electrónicos, mediante software de ingeniería asistido por computador de tal forma de validar el proceso de manufactura efectuado, de ser necesario proponer un plan de optimización de aquellos sistemas que presenten falencias.

Se estableció un sistema de control para el mantenimiento del parque automotor náutico de la asociación “La Garza” el cual consiste en un software programado que controle los procesos de mantenimiento y el periodo de ejecución de estos, utilizando un sistema de registro y base de datos de trabajo realizados en cada motor y embarcación, en sus actividades marinas con el fin de realizar una proyección anual de recursos y costos para la gestión y administración del mantenimiento.

Se efectuó una capacitación a los miembros de la asociación en el lugar en el que actualmente se encuentran operando, en la que se abarcaran todas las temáticas tanto teóricas como prácticas inherentes al correcto mantenimiento de los motores náuticos y así también al uso del programa, el cuál es la herramienta que gestiona los procesos y periodos adecuados de mantenimiento.

Se cuenta además con un análisis económico para cada proceso de trabajo, el mismo que brindará un listado detallado de todos los insumos y materiales, con sus respectivos costos estimados, los cuales sean requeridos para cada mantenimiento dependiendo del motor al cual se esté realizando los procesos correspondientes.

Por medio de la optimización de los parámetros característicos y el sistema de control de mantenimiento la asociación se cuenta con una herramienta técnica de trabajo la cual agilizará los procesos y la cual será indispensable para futuros mantenimientos que se realicen en sus motores.

#### **1.4 Justificación e importancia**

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE realiza actividades académicas de vinculación con la sociedad a través de un sistema de gestión de responsabilidad social fomentando la formulación y ejecución de programas – proyectos con la comunidad.

Actualmente la asociación “La Garza” no cuenta con un plan de mantenimiento que garantice el correcto funcionamiento de los motores náuticos, además del desconocimiento acerca de optimización de los parámetros característicos de los mismos, lo cual representa pérdidas considerables. De acuerdo con el perfil profesional del Ingeniero Automotriz y sus competencias, brindarán apoyo técnico el cual satisfaga las necesidades de la asociación así mismo vincula los procesos de enseñanza y aprendizaje con las empresas.

Para la asociación, la disminución de los costos por mantenimiento gracias a la ejecución del plan propuesto permitirá obtener beneficios que vienen acompañados de un mejoramiento continuo y una mayor rentabilidad operacional mejorando así la competitividad con otras asociaciones de igual índole.

La asociación podría beneficiarse con un sistema de control de mantenimiento preventivo que marcará un antes y un después en el manejo apropiado de los motores marinos cuando requieran mantenimiento. Esto garantizará una mayor operatividad del parque automotor náutico y los beneficios que esto conlleva tanto logísticos como económicos, dando a los usuarios un servicio de calidad y seguro.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

- Determinar la operatividad de los motores marinos, optimizar los parámetros característicos de ellos y elaborar paralelamente un plan de mantenimiento preventivo programado aplicado a estos motores para su mejor desempeño operacional, seguridad y garantizar los servicios que prestan.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Recopilar información técnica de los motores náuticos de la asociación “La Garza” que operan en la cuenca del lago San Pablo.
- Levantar la información in situ y el estado actual de las embarcaciones.
- Efectuar un estudio de la estructura y sistemas motrices del crucero Impakucha para delimitar falencias.
- Realizar la optimización de los parámetros característicos del parque automotor náutico perteneciente a la asociación “La Garza”.
- Establecer un sistema programado de control para el mantenimiento del parque

automotor náutico de la asociación “La Garza”.

- Capacitar a los miembros que conforman la ASC.TRC. “La Garza” acerca de los procesos y tiempos de mantenimiento adecuados para cuidado de los motores náuticos existentes.

### **1.6 Metas**

- Optimización de los parámetros característicos y puesta a punto de los motores náuticos marca Yamaha.
- Implementación de un sistema de control de mantenimiento mediante software programado que gestione los procesos de mantenimiento y el periodo de ejecución de estos.
- Determinación de los requerimientos económicos necesarios para la planificación y programación del mantenimiento de las embarcaciones de la asociación “La Garza”.

### **1.7 Hipótesis**

Mediante el análisis y estudio de los parámetros característicos del parque automotor marítimo se incrementará la eficiencia de los procesos de mantenimiento en un 50% gracias a la implementación de un software asistido por computador.

## 1.8 Variables de investigación

Para el proyecto de investigación se aplicará las variables como son: variables dependientes y variables independientes.

- **Variables Independientes:**

Embarcaciones de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza”.

- **Variables Dependientes:**

Optimización de los parámetros característicos de los motores náuticos.

### 1.8.1 Variable Independiente:

- Embarcaciones de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza”.

**Tabla 2**

*Operacionalización de la variable independiente*

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumentos
Son los indicadores del desempeño que realizan las embarcacion	Parámetros característicos del servicio acuático de los botes	Estado de equipos de herramientas	Actas	Visita técnica	Revisión de parámetros característicos
		Mantenimiento	h	Preventivas Especificaciones	Manual del fabricante

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumentos
es propulsadas por motores marinos.		Funcionamiento	h	Cálculos Medición	Ecuaciones
		Tiempos de parada	h	Cálculos Medición	Ecuaciones
		Temperatura del Lago	°C	Medición	Prueba de laboratorio Termómetro
		Catálogos	Manuales	Manejo de información técnica	Bases digitales Yamaha
		Rutinas de mantenimiento	Diagramas de procesos	Observación	Rubricas de evaluación

*Nota.* En esta tabla se muestra las variables independientes que se determinaron para este proyecto de titulación.

### 1.8.2 Variable Dependiente

- Optimización de los parámetros característicos de los motores náuticos.

**Tabla 3**

*Operacionalización de la variable dependiente*

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumentos
Son las mejoras de los parámetros característicos de los motores náuticos.	Parámetros característicos del motor náutico.	Velocidad	RPM	Cálculos Medición	Ecuaciones
		Compresión	PSI	Cálculos Medición	Prueba de laboratorio
		Consumo de	g/kWh	Cálculos Medición	Prueba de laboratorio Ecuaciones

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumentos
		combustible específico			
		Potencia neta	Hp	Cálculos Medición	Prueba de laboratorio Termómetro
	Parámetros de funcionamiento de la gestión electrónica del sistema de encendido y arranque.	Voltaje	V	Medición	Prueba de laboratorio Multímetro automotriz
		Reglajes de funcionamiento	%	Cálculos Medición	Prueba de laboratorio Multímetro Osciloscopio
		Ajuste de combustible	%	Cálculos Medición	Prueba de laboratorio
		Sistema de protección catódica	Estado	Inspección	Manual del fabricante
	Parámetros de funcionamiento de del sistema de enfriamiento.	Refrigerante	Lt	Inspección	Manual del fabricante

*Nota.* En esta tabla se muestra las variables dependientes que se determinaron para este proyecto de titulación.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Motores fuera de borda

De acuerdo con lo mencionado por (Blacio, 2009), los motores fuera de borda son máquinas que, provistas de hélices y dirección, dan movimientos a embarcaciones ligeras, de trabajo o deportivas. Su nombre se deriva de su instalación ya que estas máquinas se colocan en la parte exterior de la borda de popa de las embarcaciones.

El motor fuera de borda es el sistema más frecuente de propulsión para embarcaciones de pequeño tamaño. Las potencias disponibles abarcan un amplio rango y su rendimiento óptimo se obtiene en embarcaciones de desplazamientos ligeras y rápidas ya que su uso en embarcaciones de desplazamiento lentas y pesadas implicaría un funcionamiento ineficiente, alejado de su punto óptimo y, por lo tanto, una gran ineficiencia y consumo de combustible. (Tecnología Marítima, 2012)

Según (Torralvo, 2011) las embarcaciones con motores fuera de borda proporcionan una alternativa eficiente, rápida y segura para suplir las necesidades de transporte a un universo de beneficiados compuesto por las industrias portuarias, de hidrocarburos, de vigilancia y patrullaje, hotelera y de turismo, transporte de pasajeros, actividades de pesca y recreación.

## 2.2 Funcionamiento de un motor fuera de borda

Se entiende como un motor de dos tiempos es aquel que realiza los ciclos de entrada, compresión, expulsión y expulsión de una sola carrera del cilindro. (Blacio, 2009)

En el primer tiempo, se abre la rendija de admisión o entrada y se comprime la mezcla de aire y combustible que hay en el cilindro (fases de entrada y compresión). En el momento que el pistón se encuentra en el punto máximo de carrera hacia arriba (máxima compresión de la mezcla), la bujía produce la chispa que enciende la mezcla y le hace explotar debido a la alta compresión del cilindro (fase de explosión); y, por último, la explosión mueve el pistón hacia abajo, cerrando la rendija de entrada y abriendo la de salida o expulsión de gases (fase de expulsión). En este caso el embolo cumple las funciones de válvulas de entrada de aire y salida de gases de escape. (Blacio, 2009)

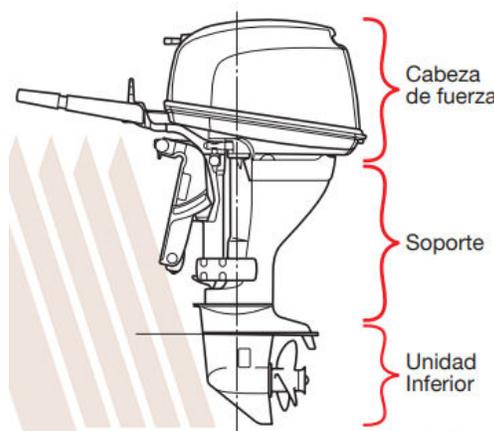
El movimiento del pistón se transmite al cigüeñal por medio de brazos y poleas; el movimiento del cigüeñal se comunica al eje principal, el cual es vertical, y se une en la parte inferior de la pata (en la caja de transmisión) con el eje horizontal que es el que imparte movimiento a la hélice. (Blacio, 2009)

## 2.3 Partes de un motor marino

Un motor fuera de borda se compone de una cabeza de fuerza que contiene un motor de combustión interna, un soporte para sujetarlo a la embarcación y una transmisión vertical que se encarga de entregar la potencia de giro a la hélice para que esta produzca propulsión. (Torralvo, 2011)

### Figura 3

*Partes fundamentales de un motor fuera de borda*



*Nota.* El gráfico representa las principales partes de un motor fuera de borda Yamaha. (Yamaha Technical Academy, 2009).

### Tabla 4

*Partes fundamentales de un motor fuera de borda*

Parte	Función
Cabeza de Fuerza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de la potencia.</li> </ul>

Parte	Función
Soporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijación del bote.</li> <li>• Dirección.</li> <li>• Ajuste del Angulo de inclinación.</li> <li>• Amortiguación de la vibración: La vibración generada por la transmisión de potencia desde la cabeza de fuerza es disminuida por los amortiguadores.</li> <li>• Reducción de ruido: Se reduce el ruido generado en la salida de los gases de escape y permite salir el agua caliente procedente del motor.</li> </ul>
Unidad inferior	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de empuje.</li> <li>• Timón: Actúa como timón variando la dirección de empuje de la hélice.</li> <li>• Refrigeración: Lleva el agua recogida desde la rejilla a refrigerar el motor.</li> <li>• Salida de gases quemados: Los gases quemados salen por debajo de la superficie del agua.</li> </ul>

*Nota.* En esta tabla se muestran las principales partes de un motor fuera de borda

Yamaha. (Yamaha Technical Academy, 2009)

### 2.3.1 Cabeza de fuerza

La cabeza de fuerza está ubicada en la parte superior del motor, y es allí donde se genera la potencia, es decir:

Es el motor del fuera de borda. La estructura fundamental de la cabeza de fuerza, básicamente, es la misma de un motor de combustión interna común y normal con disposición del eje del cigüeñal vertical. La cabeza de fuerza se compone en su mayoría de un motor que puede ser de dos o cuatro tiempos, charol que la soporta y una tapa protectora que tiene los oficios de entrada de aire necesarios para producir la combustión. Además, en ella se encuentran

muchos de los sistemas críticos para el buen funcionamiento del motor.

(Torralvo, 2011)

### **2.3.2 Soporte**

También conocido como unidad intermedia, “contiene los elementos necesarios para sujetar el motor al bote, también el sistema de inclinación o trim, el exhosto del motor y además acopla el sistema de dirección del bote. La longitud de este se conoce como altura del transom”. (Torralvo, 2011)

### **2.3.3 Unidad inferior**

Es la caja de transmisión del motor fuera de borda; “esta contiene el embrague, juegos de piñones y rodamientos que entregan la potencia producida en la cabeza de fuerza a la hélice para convertirla en fuerza de propulsión”. (Torralvo, 2011)

## **2.4 Generalidades de los motores Yamaha**

La Historia de Yamaha inicia a finales del siglo XIX como una industria fabricante de instrumentos musicales, que luego de 50 años, durante la segunda guerra mundial, se fortalece con la producción de motocicletas. Sin embargo, es hasta 1960 que Yamaha decide incursionar en el mercado de los motores fuera de borda y desde entonces se ha posicionado como una de las marcas más fuertes y con mayor índice de ventas en el mercado global de motores fuera de borda de dos y cuatro tiempos. (Torralvo, 2011)

### 2.4.1 Funciones básicas de los motores marinos

Existe una diversidad de trabajos que un motor náutico puede efectuar cuando se instala en un bote u otro tipo de quipo acuático. Debe propulsar la embarcación en línea recta de manera eficiente, también girar, parar y reversar el bote eficientemente. Para esto el motor debe instalarse correctamente, tener todos sus mecanismos funcionando y contar con un piloto experimentado. (Yamaha Technical Academy, 2009)

### 2.4.2 Nomenclatura del modelo

Dependiendo el mercado al cual se está dirigiendo el producto, Yamaha ha creado las siguientes dos nomenclaturas para identificar cada uno de sus modelos y sus variaciones: (Yamaha Technical Academy, 2009)

- **Para el mercado generales (excepto Estados Unidos y Canadá)**

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>L</b>	<b>200</b>	<b>F</b>	<b>E</b>	<b>T</b>	<b>O</b>	<b>X</b>

#### 1: Descripción del modelo

L: Contra rotación

F: Cuatro tiempos

E: Enduro

P: Pro

Z: HPDI

**2: Potencia en el eje de la hélice en caballos de fuerza (hp)**

**3: Generación del motor**

**4: Arranque y sistema de mandos**

M/ sin letra: Arranque manual/ Inclinación manual

E: Arranque eléctrico/ mandos remotos

EM: Arranque manual/ mandos remotos (excepto el 2 y 5 HP)

C/ sin letra: Arranque manual/ inclinación manual/ tanque de combustible en motor

S: Arranque manual/ inclinación manual/ tanque de combustible separado

EMH: Arranque manual y eléctrico/ inclinación manual (E115A solamente)

**5: Sistema de basculación**

Sin marca: Inclinación manual

P: Sistema de tilt

T: Power trim and tilt.

K: Motores a kerosene

**6: Sistema de lubricación**

Sin letra: Sistema de premezcla

O: Inyección de aceite

**7: Altura del transom**

S: corto 15"

L: Largo 20"

X: Ultralargo 25"

U: Superultralargo 30"

- **Para el mercado generales (excepto Estados Unidos y Canadá)**

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>L</i>	<i>200</i>	<i>T</i>	<i>X</i>	<i>R</i>	<i>W</i>

#### **1: Descripción del modelo**

L: Contra rotación

F: Cuatro tiempos

E: Enduro

P: Pro

T: Transmisión de alto empuje

C: Modelo comercial

Z: HPDI

#### **2: Potencia en el eje de la hélice en caballos de fuerza (hp)**

#### **3: Sistema de inclinación y arranque**

M: Inclinación manual/ Arranque manual

P: Sistema de tilt/ arranque eléctrico

T: Power trim and tilt/ arranque eléctrico

E: Inclinación manual/ arranque eléctrico

#### **4: Altura del transom**

S: corto 15"

L: Largo 20"

X: Ultralargo 25"

U: Superultralargo 30"

## **5. Sistema de mandos**

R: mando remoto

H: mando manual

## **6: Años de fabricación**

W: 1998

X: 1999

### **2.4.3 Material de servicio**

De acuerdo con (Yamaha Technical Academy, 2009) como forma de facilitar al usuario un conocimiento detallado de sus motores, así como de las últimas novedades, cambios en los modelos y datos importantes, Yamaha brinda una amplia gama de material de servicio, entre los cuales están:

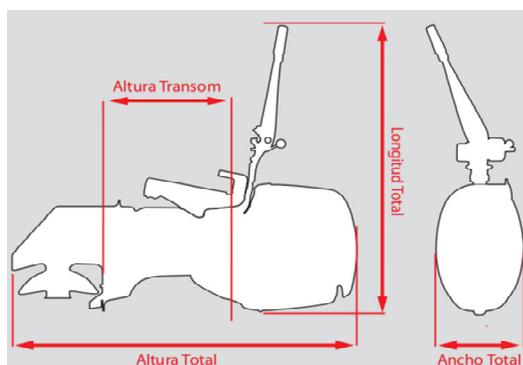
- Guía de servicio
- Manual de servicio
- Manuales de servicio suplementarios
- Guía de modelos
- Información de servicio técnico
- Datos de servicio
- Información de mercado
- Catálogo de partes

#### 2.4.4 Dimensiones y peso

Las dimensiones en conjunto con el peso son detalles muy importantes que se deben conocer antes de trabajar con este tipo de motores.

#### Figura 4

*Dimensiones de un motor fuera de borda*



*Nota.* El gráfico representa la forma de visualizar las dimensiones de un motor fuera de borda Yamaha. (Yamaha Technical Academy, 2009).

- **Longitud total**

Generalmente es la distancia desde el final del brazo de dirección a la tapa superior. (Yamaha Technical Academy, 2009)

- **Ancho total**

Normalmente es la medida entre los bordes laterales de la tapa superior. (Yamaha Technical Academy, 2009)

- **Altura total**

Es la distancia desde el topo de la tapa superior a la quilla de transmisión.

(Yamaha Technical Academy, 2009)

- **Altura de transom**

Distancia desde el apoyo de las abrazaderas en el espigón del bote, a la superficie de la aleta anti-cavitación. (Yamaha Technical Academy, 2009)

- **Peso**

De acuerdo con (Yamaha Technical Academy, 2009) está indicado en Kg en Japón. Existen varias medidas de peso:

- Peso Neto: peso del producto solo (sin gasolina, aceite, baterías ni herramientas).
- Peso Bruto: es el peso del producto con sus accesorios y fluidos.

## **2.5 Motores Yamaha**

Los motores de la marca Yamaha cuentan con diferentes características técnicas que en las siguientes tablas se irán especificando.

### 2.5.1 Motor Yamaha 2HP

Los principales detalles del motor Yamaha 2HP se los encuentra en la ficha técnica en donde se encuentran todos los detalles del aspecto de este junto a sus características técnicas.

**Tabla 5**

*Ficha técnica motor Yamaha 2CMH*

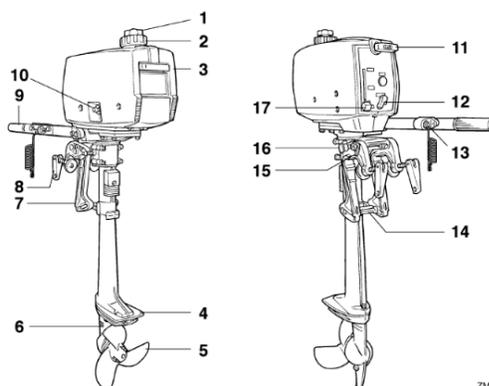
ASPECTO	CARACTERÍSTICA TÉCNICA
DIMENSIÓN	
Longitud total	603 mm
Anchura total	240 mm
Altura total S	916 mm
Altura del peto de popa S	417 mm
Peso S	9.8 kg
RENDIMIENTO	
RPM	4000 - 5000 r/min
Potencia máxima	2 HP - 5000 r/min
Velocidad de ralentí	1150 ± 50 r/min
MOTOR	
Tipo	2 tiempos
Cilindrada	50 cm <sup>3</sup>
Cilindros	1 cilindro
Diámetro de carrera	42 x 36 mm
Sistema de encendido	CDI
Bujía	NGK B7HS -BR7HS
Huelgo de bujía	0,6 - 0.7 mm
Sistema de control	Mando popero
Sistema de arranque	Manual
Sistema de carburación para el arranque	Válvula de estrangulación
UNIDAD DE TRANSMISIÓN	
Posiciones de marcha	Marcha adelante
Relación de engranajes	2.08 (27/13)

ASPECTO	CARACTERÍSTICA TÉCNICA
Sistema de elevación y trimado	Elevación manual
Marca de la hélice	A
<b>COMBUSTIBLE Y ACEITE</b>	
Sistema de combustible	1 carburador
Combustible recomendado	Gasolina normal sin plomo
Capacidad depósito de combustible (integrado)	1.2 L
Consumo de combustible	1.4 L/h
Aceite de motor recomendado	Aceite 2 tiempos YAMALUBE
Relación combustible/aceite	(50:1)
Lubricación	Combustible y aceites premezclados
Aceite de engranaje hipoidales	SAE #90
Cantidad de aceite para engranajes	0.045 L
<b>PAR DE APRIETE</b>	
Bujía	25.0 Nm
<b>NIVEL DE RUIDO Y VIBRACIONES</b>	
Nivel de presión del sonido para el operador	81.2 dB
Vibración en el mango popero	5.2 m/s <sup>2</sup>

*Nota.* En esta tabla se pueden observar todas las características técnicas de un motor Yamaha 2HP. (Yamaha Motor Co., Ltd., 2009)

### Figura 5

*Diagrama de componentes motor Yamaha 2CMH*



*Nota.* El gráfico representa los componentes de un motor Yamaha 2HP. (Yamaha Motor Co., Ltd., 2009).

- 1: Suspiro del tanque
- 2: Tapón del tanque de combustible
- 3: Capota superior
- 4: Placa anti-cavitación
- 5: Hélice
- 6: Entrada del agua de refrigeración
- 7: Soporte de fijación
- 8: Palomilla de fijación
- 9: Mando popero
- 10: Llave del combustible
- 11: Tirador de arranque manual
- 12: Tirador del estrangulador
- 13: Botón de parada de motor/ Interruptor de hombre al agua
- 14: Varilla de trimado
- 15: Gancho del cable de seguridad
- 16: Varilla de soporte del motor elevado
- 17: Palanca del acelerador

### **2.5.2 Motor Yamaha E40 HP**

Los principales detalles del motor Yamaha Enduro 40HP se los encuentra en la ficha técnica en donde se encuentran todos los detalles del aspecto de este junto a sus características técnicas.

**Tabla 6***Ficha técnica motor Yamaha E40XMH*

<b>ASPECTO</b>	<b>CARACTERÍSTICA TÉCNICA</b>
<b>DIMENSIÓN</b>	
Longitud total	1073 mm
Anchura total	402 mm
Altura total S	1237 mm
Altura total L	1364 mm
Altura del peto de popa S	424 mm
Altura del peto de popa L	550 mm
Peso S	72 kg
Peso L	74 kg
<b>RENDIMIENTO</b>	
RPM	4500 - 5500 r/min
Potencia máxima	40 HP - 5000 r/min
Velocidad de ralentí	950 - 1050 r/min
<b>MOTOR</b>	
Tipo	2 tiempos
Cilindrada	703 cm <sup>3</sup>
Cilindros	2 cilindros
Diámetro de carrera	80 x 70 mm
Sistema de encendido	CDI
Bujía	NGK B7HS
Huelgo de bujía	0,6 - 0.7 mm
Sistema de control	Mando popero
Sistema de arranque	Manual
Sistema de carburación para el arranque	Válvula de estrangulación
Rendimiento máximo del generador	6 <sup>a</sup>
<b>UNIDAD DE TRANSMISIÓN</b>	
Posiciones de marcha	Marcha adelante - punto muerto. marcha atrás
Relación de engranajes	2.00 (26/13)
Sistema de elevación y trimado	Elevación manual
Marca de la hélice	G
<b>COMBUSTIBLE Y ACEITE</b>	
Sistema de combustible	Carburador doble
Combustible recomendado	Gasolina normal sin plomo
Capacidad depósito de combustible	24 L

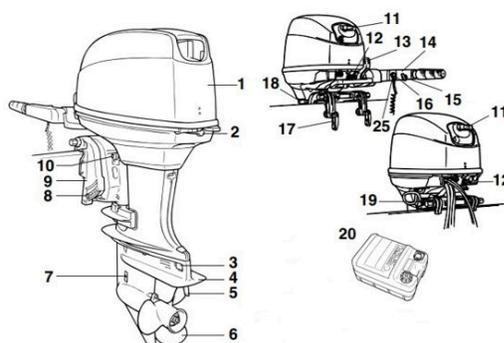
ASPECTO	CARACTERÍSTICA TÉCNICA
Consumo de combustible	20 L/h
Aceite de motor recomendado	Aceite 2 tiempos YAMALUBE TC-W3
Relación combustible/aceite	(50:1)
Lubricación	Combustible y aceites premezclados
Aceite de engranaje hipoidales	SAE #90
Cantidad de aceite para engranajes	0.430 L
PAR DE APRIETE	
Bujía	25.0 Nm
Tuerca de la hélice	39.0 Nm

*Nota.* En esta tabla se pueden observar todas las características técnicas de un motor

Yamaha Enduro 40HP. (Yamaha Motor Co., Ltd., 2016)

### Figura 6

*Diagrama de componentes motor Yamaha E40XMH*



*Nota.* El gráfico representa los componentes de un motor Yamaha Enduro 40HP.

(Yamaha Motor Co., Ltd., 2016).

- 1: Capota superior
- 2: Cierre de la capota
- 3: Ánodo
- 4: Placa anti-cavitación

- 5: Aleta de compensación (ánodo)
- 6: Hélice
- 7: Entrada del agua de refrigeración
- 8: Varilla de trimado
- 9: Soporte de fijación
- 10: Regulador de fricción de la dirección
- 11: Tirador de arranque manual
- 12: Tirador del estrangulador
- 13: Palanca de cambio de marcha
- 14: Mando popero
- 15: Regulador de fricción del acelerador
- 16: Botón de parada del motor/ Interruptor de hombre al agua
- 17: Palomilla de fijación
- 18: Palanca de bloqueo de la elevación
- 19: Varilla de soporte del motor elevado
- 20: Tanque de combustible
- 25: Seguro

### **2.5.3 Motor Yamaha E48 HP**

Los principales detalles del motor Yamaha Enduro 48HP se los encuentra en la ficha técnica en donde se encuentran todos los detalles del aspecto de este junto a sus características técnicas.

**Tabla 7***Ficha técnica motor Yamaha E40CMH*

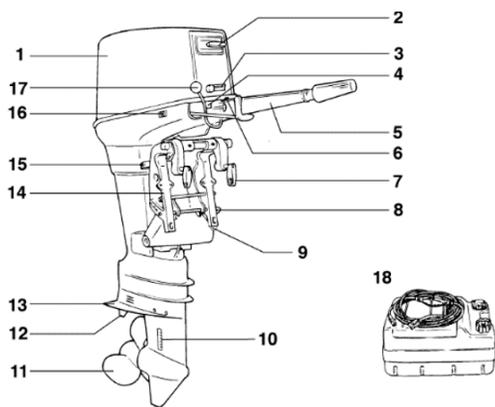
<b>ASPECTO</b>	<b>CARACTERÍSTICA TÉCNICA</b>
<b>DIMENSIÓN</b>	
Longitud total	1167 mm
Anchura total	332 mm
Altura total L	1380 mm
Altura del peto de popa L	572 mm
Peso L	85 kg
<b>RENDIMIENTO</b>	
RPM	4500 - 5500 r/min
Potencia máxima	48 HP - 5000 r/min
Velocidad de ralentí	1250 ± 50 r/min
<b>MOTOR</b>	
Tipo	2 tiempos
Cilindrada	760 cm <sup>3</sup>
Cilindros	2 cilindros
Diámetro de carrera	82 x 72 mm
Sistema de encendido	CDI
Bujía	NGK B7HS
Huelgo de bujía	0,6 - 0.7 mm
Sistema de control	Mando popero
Sistema de arranque	Manual
Sistema de carburación para el arranque	Válvula de estrangulación
Rendimiento máximo del generador	6A
<b>UNIDAD DE TRANSMISIÓN</b>	
Posiciones de marcha	Marcha adelante - punto muerto. marcha atrás
Relación de engranajes	1.85 (24/13)
Sistema de elevación y trimado	Elevación manual
Marca de la hélice	G
<b>COMBUSTIBLE Y ACEITE</b>	
Sistema de combustible	Carburador doble
Combustible recomendado	Gasolina normal sin plomo

ASPECTO	CARACTERÍSTICA TÉCNICA
Capacidad depósito de combustible	24 L
Consumo de combustible	20 L/h
Aceite de motor recomendado	Aceite 2 tiempos YAMALUBE TC-W3
Relación combustible/aceite	(50:1)
Lubricación	Combustible y aceites premezclados
Aceite de engranaje hipoidales	SAE #90
Cantidad de aceite para engranajes	0.500 L
PAR DE APRIETE	
Bujía	25.0 Nm
Tuerca de la hélice	35.0 Nm

*Nota.* En esta tabla se pueden observar todas las características técnicas de un motor Yamaha Enduro 48HP. (Yamaha Motor Co., Ltd., 2010)

### Figura 7

*Diagrama de componentes motor Yamaha E48CMH*



*Nota.* El gráfico representa los componentes de un motor Yamaha Enduro 48HP. (Yamaha Motor Co., Ltd., 2010)

1: Capota superior

2: Tirador del arranque manual

- 3: Cierre de capota
- 4: Tirador del estrangulador
- 5: Mando popero
- 6: Botón de parada del motor / Interruptor de hombre al agua
- 7: Palomilla de fijación
- 8: Varilla de trimado
- 9: Ánodo
- 10: Entrada del agua de refrigeración
- 11: Hélice
- 12: Aleta de compensación (ánodo)
- 13: Palanca anti-cavitación
- 14: Soporte de fijación
- 15: Soporte del motor elevado
- 16: Indicador de alarma de sobre temperatura
- 17: Palanca de cambio de marcha
- 18: Tanque de combustible

#### **2.5.4 Motor Yamaha E75 HP**

Los principales detalles del motor Yamaha Enduro 75HP se los encuentra en la ficha técnica en donde se encuentran todos los detalles del aspecto de este junto a sus características técnicas.

**Tabla 8***Ficha técnica motor Yamaha E75B*

ASPECTO	CARACTERÍSTICA TÉCNICA
<b>DIMENSIÓN</b>	
Longitud total	1337 mm
Anchura total	398 mm
Altura total L	1492 mm
Altura total Y	1543 mm
Altura total X	1619 mm
Altura del peto de popa L	521 mm
Altura del peto de popa Y	572 mm
Altura del peto de popa X	648 mm
Peso	115 kg
<b>RENDIMIENTO</b>	
RPM	4500 - 5500 r/min
Potencia máxima	75 HP - 5000 r/min
Velocidad de ralentí	800 ± 50 r/min
<b>MOTOR</b>	
Tipo	2 tiempos
Cilindrada	1140 cm <sup>3</sup>
Cilindros	3 cilindros
Diámetro de carrera	82 x 72 mm
Sistema de encendido	CDI
Bujía	NGK B8HS-10
Huelgo de bujía	0,9 - 1.0 mm
Sistema de control	Mando popero
Sistema de arranque	Manual
Sistema de carburación para el arranque	Válvula de estrangulación
Rendimiento máximo del generador	10A
<b>UNIDAD DE TRANSMISIÓN</b>	
Posiciones de marcha	Marcha adelante - punto muerto. marcha atrás
Relación de engranajes	2.00 (26/13)
Sistema de elevación y trimado	Elevación hidráulica
Marca de la hélice	K

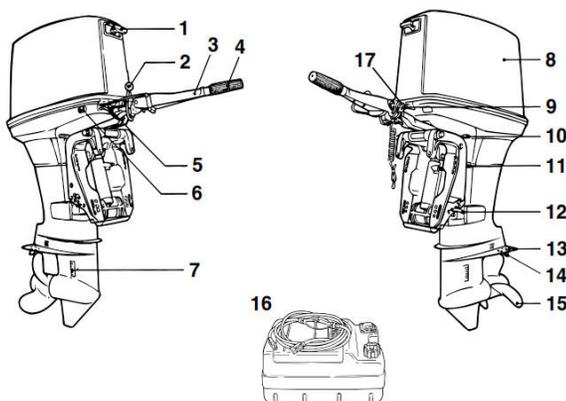
ASPECTO	CARACTERÍSTICA TÉCNICA
COMBUSTIBLE Y ACEITE	
Sistema de combustible	3 carburadores
Combustible recomendado	Gasolina normal sin plomo
Capacidad depósito de combustible	24 L
Consumo de combustible	34 L/h
Aceite de motor recomendado	Aceite 2 tiempos YAMALUBE TC-W3
Relación combustible/aceite	(50:1)
Lubricación	Combustible y aceites premezclados
Aceite de engranaje hipoidales	SAE #90
Cantidad de aceite para engranajes	0.610 L
PAR DE APRIETE	
Bujía	25.0 Nm
Tuerca de la hélice	35.0 Nm

*Nota.* En esta tabla se pueden observar todas las características técnicas de un motor

Yamaha Enduro 75HP. (Yamaha Motor Co., Ltd., 2010)

### Figura 8

*Diagrama de componentes motor Yamaha E75B*



*Nota.* El gráfico representa los componentes de un motor Yamaha Enduro 75HP.

(Yamaha Motor Co., Ltd., 2010)

- 1: Tirador del arranque manual
- 2: Palanca de cambio de marcha
- 3: Mando popero
- 4: Puño de acelerador
- 5: Tirador del estrangulador
- 6: Indicador de aviso
- 7: Entrada de agua de refrigeración
- 8: Capota superior
- 9: Botón de parada del motor/ Interruptor de hombre al agua
- 10: Soporte de motor elevado
- 11: Palanca de bloqueo de la elevación
- 12: Varilla de trimado
- 13: Placa anti-cavitación
- 14: Aleta de compensación (ánodo)
- 15: Hélice
- 16: Tanque de combustible
- 17: Seguro

## **2.6 Definición de mantenimiento**

El mantenimiento es un conjunto de procesos los cuales garantizan y prolongan el correcto funcionamiento de una determinada maquinaria o sistema operativo el cual este propenso a presentar anomalías en el transcurso de un periodo de tiempo.

Según (Blacio, 2009) “El mantenimiento regular permite el uso satisfactorio del motor durante un periodo extendido de tiempo, y, sobre todo, permite prevenir daños verdaderamente costosos que pueden darse por descuido en los requerimientos de cuidado del motor”. (p.4).

Por su parte la Norma (COVENIN, 2001), el mantenimiento es “el conjunto de acciones que permiten conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado” (p.1).

### **2.6.1 Objetivos del Mantenimiento**

Los principales objetivos en los cuales se enfoca el mantenimiento, (Muñoz, 2015) menciona los siguientes:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, los fallos sobre los bienes
- Disminuir la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Reducir costes.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes. (p.4).

## 2.7 Tipos de Mantenimiento

Muchos de los sistemas los cuales están orientados al mantenimiento no solo se centran en la corrección y solución de fallos sino que además se enfocan en la prevención, ya que actúan antes de la aparición de estos (Muñoz, 2015).

Los principales tipos de mantenimiento son:

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.

### 2.7.1 Mantenimiento Correctivo

Abarca todas las actividades reparación y sustitución de componentes deteriorados por repuestos cuando se haga presente un fallo. Este tipo de mantenimiento es aplicable en particular en sistemas complejos, como en sistemas en los cuales se integren componentes electrónicos en los cuales se hace casi imposible predecir una avería. También para equipos que ya tengan un prolongado periodo de trabajo o antigüedad, en este caso en particular el inconveniente es que el fallo se puede dar en cualquier momento, casi siempre el más inoportuno, en el que por lo general es cuando se somete a una mayor exigencia (Muñoz, 2015).

(Reyes, 2000) considera que “este tipo de mantenimiento se divide en dos ramas” (p.10), correctivo contingente y correctivo programable.

- **Mantenimiento Correctivo Contingente**

El mantenimiento correctivo contingente hace referencia a todas las actividades que se realizan en forma inmediata, debido a que algún equipo que proporciona un servicio vital ha dejado de hacerlo, por cualquier motivo y se tiene que actuar en forma inmediata (Reyes, 2000).

- **Mantenimiento Correctivo Programable**

El mantenimiento correctivo programable describe las actividades que se desarrollan en los equipos o máquinas que están proporcionando un servicio trivial el cual es necesario pero no es indispensable para brindar una buena calidad de servicio, por lo que es mejor programar su atención (Reyes, 2000).

### **2.7.2 Mantenimiento Preventivo**

Es el conjunto de actividades programadas con antelación las cuales pueden ser, inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, entre otras., encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema y continuar brindando el servicio para el cual están diseñadas manteniendo la calidad del servicio (Muñoz, 2015).

El mantenimiento preventivo se realiza según datos entregados por los fabricantes y los cuales establecen en determinados momentos ya sea de acuerdo con determinadas horas de uso, repeticiones de una actividad. (Reyes, 2000) afirma:

Este tipo de mantenimiento siempre es programable y existen en el mundo muchos procedimientos para llevarlo a cabo, pero un análisis de éstos nos proporciona cinco tipos bien definidos, los cuales siguen un orden de acuerdo con su grado de fiabilidad, la cual se relaciona en razón directa con su costo.

(p.3)

Entre los tipos más representativos del mantenimiento preventivo se destacan:

- **Mantenimiento Predictivo**

Es todas las actividades de seguimiento y monitorización de un sistema, que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo. El mantenimiento predictivo está basado en que muchos de los fallos se producen lenta y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de una futura avería, bien a simple vista, o bien mediante la monitorización, es decir, mediante la elección y medición de algunos parámetros relevantes que representen el buen funcionamiento del equipo analizado (Muñoz, 2015).

Para el monitoreo se utilizan diferentes opciones tanto eléctricas, electrónicas, mecánicas, magnéticas y lumínicas las cuales detectan posibles fallos en los diferentes componentes que conforman un sistema. Por lo tanto, (Reyes, 2000) menciona:

En este tipo de mantenimiento, los trabajos por efectuar proceden de un diagnóstico permanente derivado de inspecciones continuas utilizando transductores (captadores y sensores), que tienen la propiedad de cambiar

cualquier tipo de energía (lumínica, sonora, ultrasónica, radiante, vibratoria o calorífica), en señales de energía eléctrica, las cuales son enviadas a una unidad electrónica procesadora que analiza e informa del buen o mal estado de funcionamiento de la máquina en cuestión. (p.4)

Todos estos receptores y emisores de información brindan al operario un análisis más concreto de la posible causa de fallo y ubicación de la avería.

- **Mantenimiento Periódico**

El mantenimiento periódico se lo realiza en varios puntos a través del tiempo, o después de un determinado número de horas de operación anticipándonos a los fallos más severos o de otros componentes circundantes de cualquier sistema que conforma el equipo.

Esta es una rama del procedimiento de mantenimiento preventivo el cual, es de atención periódica, rutinaria, lo que nos dice que se realizaran trabajos de mantenimiento después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en que se le hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil (Reyes, 2000).

- **Mantenimiento Analítico**

En el mantenimiento analítico un experto analista determina cuales sistemas deben ser sometidos a los procesos de mantenimiento, después de verificar los datos otorgados por los diferentes emisores y receptores de información integrados en el

equipo, y de esta manera lograr reducir los tiempos muertos de operación y así lograr una mayor eficiencia y calidad del producto.

Existen varios parámetros los cuales el analista toma en cuenta tales como como el tiempo que ha estado trabajando sin que se produzca una falla, la carga de trabajo a que está sujeto, las condiciones del ambiente en donde está instalado, la cantidad y tipos de falla que ha sufrido, entre otros factores. Con la recopilación de esta información el analista puede aplicar sus conocimientos de ingeniería de fiabilidad para calcular la probabilidad que tiene el recurso de sufrir una falla (Reyes, 2000).

- **Mantenimiento Progresivo**

Este tipo de mantenimiento en particular realiza sus procesos en secuencia en una línea de tiempo, por lo general en los tiempos en los que el equipo se encuentre detenido o inoperativo. (Reyes, 2000), menciona:

Este tipo de mantenimiento consiste en atender al recurso de partes, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso de éste. Es necesario hacer una "rutina", donde se dará este tipo de mantenimiento a un motor de combustión interna, el cual se ha dividido para su atención progresiva en los subsistemas de encendido, carburación, lubricación, y enfriamiento; haciendo cada uno de ellos los estudios de trabajos necesarios para reponer su fiabilidad, aunque sea de manera superficial, ya que se considera que a este recurso no se tiene la necesidad de exigirle una alta fiabilidad. (p.25)

Hace evidente que centra las actividades de mantenimiento en los componentes principales de cada sistema o a su vez en los que estén más propensos a presentar un fallo o ya lo hayan hecho.

- **Mantenimiento Técnico**

Se lo considera como una combinación de los criterios antes mencionados en el mantenimiento periódico y el progresivo, es decir, mientras que en el mantenimiento periódico se tiene la necesidad de contar con que el recurso tenga un tiempo de inactividad suficiente para repararlo, o en su defecto, tener un recurso de reserva, y en el mantenimiento progresivo se está prácticamente a la expectativa de tiempos inactividad muy limitados, que coincidan aproximadamente con nuestras fechas programadas, mientras que en el mantenimiento técnico se atiende al recurso por partes, progresando en él cada fecha programada, la cual está calculada por un analista auxiliándose de la información necesaria para conocer el grado de fiabilidad del equipo y poder deducir el tiempo de falla de cada etapa, con lo cual su programación o rutina de atención obligaría a atender el recurso con antelación al mencionado tiempo (Reyes, 2000).

Teniendo en cuenta estos conceptos se puede inferir que en un motor de combustión interna es necesario atender cada subsistemas desde una perspectiva de priorización de aquellos sistemas y componentes los cuales son más propenso a presentar una avería o están sujetos a un desgaste prematuro, con respecto a los componentes de los otros sistemas, es por eso que va de la mano con el mantenimiento

analítico ya que de esta manera de garantizar la fiabilidad de los procesos de mantenimiento y de operatividad óptima del equipo y de sus sistemas que lo conforman. (Reyes, 2000)

## **2.8 Diseño estructural**

Para un correcto diseño estructural es necesario tomar en cuenta varios aspectos de análisis los cuales garantizaran que la estructura se desempeñe adecuadamente en el área a la que está orientada.

### **2.8.1 Factor de seguridad**

El factor de seguridad se origina de las incertidumbres que se presentan al momento de diseñar una estructura como lo son la carga, el esfuerzo, la deflexión, entre otros. Debido a que el esfuerzo, no siempre varía de forma lineal con respecto a la carga, el uso de la carga como parámetro de pérdida de función puede no ser aceptable, es por esta razón que es más común expresar el factor de seguridad en términos de esfuerzo y resistencia permisible. (Budynas & Nisbett, 2008)

$$n_d = \frac{\textit{resistencia de pérdida de función}}{\textit{esfuerzo permisible}}$$

**Ecuación 1**

*Factor de seguridad en términos de esfuerzo y resistencia*

Los parámetros de resistencia y esfuerzo deben ser del mismo tipo y tener las mismas unidades, además deben compartir la misma ubicación crítica. (Budynas & Nisbett, 2008)

- **Criterio de Pugsley**

En este criterio se considera que el Factor de Seguridad viene dado de multiplicar dos coeficientes, los cuales a su vez dependen de ciertas características acerca del diseño. Tomando en cuenta esto se tiene: (Budynas & Nisbett, 2008)

$$N = N_X N_Y$$

### **Ecuación 2**

*Factor de seguridad de acuerdo con el criterio de Pugsley*

Dónde:

NX : coeficiente de seguridad que involucra las características A, B y C.

A: calidad de los materiales, destreza, mantenimiento e inspección.

B: control sobre la carga aplicada a la parte.

C: exactitud del análisis del esfuerzo, información experimental o experiencia con dispositivos similares.

NY : coeficiente de seguridad que involucra las características D y E.

D: peligro para el personal.

E: impacto económico sobre las consecuencias del diseño.

Para manejar el criterio de Pugsley, es importante tener en cuenta que las características A, B y C se identifican con los símbolos: muy bien (mb), bien (b), regular (r) y pobre (p). Por su lado, las características D y E se identifican con los símbolos: muy serio (ms), serio (s) y no serio (ns). (Roncancio, 2006)

En la tabla 9 se proporcionan los valores de  $N_X$  para varias condiciones de A, B y C. Así mismo, en la tabla 10 se proporcionan valores de  $N_Y$  para varias condiciones de D y E.

**Tabla 9**

Valores de  $N_X$

Característica		B =			
		mb	B	r	p
A = mb	C = mb	1,1	1,3	1,5	1,7
	C = b	1,2	1,45		1,95
	C = r	1,3	1,6	1,9	2,2
	C = p	1,4	1,75	2,1	2,45
A = b	C = mb	1,3	1,55	1,8	2,05
	C = b	1,45	1,75	2,05	2,35
	C = r	1,6	1,95	2,3	2,65
	C = p	1,75	2,15	2,55	2,95
A = r	C = mb	1,5	1,8	2,1	2,4
	C = b	1,7	2,05	2,4	2,75
	C = r	1,9	2,3	2,7	3,1
	C = p	2,1	2,55	3,0	3,45
A = p	C = mb	1,7	2,15	2,4	2,75
	C = b	1,95	2,35	2,75	3,15
	C = r	2,2	2,65	3,1	3,55
	C = p	2,45	2,95	3,45	3,95

*Nota.* En la tabla se observan los Valores de  $N_X$  resultado de combinar las condiciones

A, B y C. (Roncancio, 2006)

**Tabla 10***Valores de  $N_y$* 

<b>Característica</b>	<b>D=</b>		
	<b>ns</b>	<b>S</b>	<b>ms</b>
E = ns	1,0	1,2	1,4
E = s	1,0	1,3	1,5
E = ms	1,2	1,4	1,6

*Nota.* En la tabla se observan los Valores de  $N_y$  resultado de combinar las condiciones

D y E. (Roncancio, 2006)

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO DE LA PROPUESTA**

#### **3.1 Estudio de la optimización de los parámetros de funcionamiento de los motores marinos**

Para el estudio de optimización de parámetros de funcionamiento de diferentes tipos de motores marinos existentes en la ASC.TRC.LG se realizaron diferentes actividades de mantenimiento para lograr así aumentar la fiabilidad y rendimiento de estos.

##### **3.1.1 Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo que se realizó en todo el parque automotor marítimo de ASC.TRC.LG consistió en una inspección general de todo el motor, empezando por las la comprobación líneas de combustible, verificación del estado de los filtros de combustible y un remplazo de estos de ser necesario, se realizó la comprobación del ajuste y estado de la hélice, el cambio del aceite de engranes, un cambio y calibración de bujías, la verificación del estado de los ánodos exteriores y rejillas de entrada de agua de refrigeración.

**Figura 9***Motores fuera de borda en la ESPE-Sede Latacunga*

*Nota.* En el gráfico se observan los motores ubicados en el taller de mecánica de patio de la ESPE-Sede Latacunga para la realización de las diferentes tareas de mantenimiento.

En la mayoría de los motores, luego de la verificación del estado de los filtros de combustible se determinó que era necesario el reemplazo completo de estos, para lo cual se utilizaron repuestos originales de la marca. En los motores Yamaha E40 HP y Yamaha E48 HP se usaron filtros de combustible con código 61N-24560-00 mientras que en el motor Yamaha E75 HP del crucero Impakucha se usó un filtro de combustible con código 64J-2456-00.

**Figura 10***Inspección de líneas y filtros de combustible*

*Nota.* En el gráfico se observa el estado en el que se encontró a los filtros de combustible de los motores fuera de borda.

En el caso de las bujías se realizó el cambio en todos los motores a los que se dio mantenimiento, aquí se eligió la marca NKG ya que es la recomendada por el fabricante por alto nivel de prestaciones y rendimiento. En los motores Yamaha 2 HP, Yamaha E40 HP y Yamaha E48 HP se usaron bujías NGK BR7HS con código 34702-000272 mientras que para el motor Yamaha E75 HP se usó bujías NGK B8HS-10 con código 34702-00160.

**Figura 11***Reemplazo de bujías*

*Nota.* En el gráfico se observan la diferencia entre una bujía que ya ha tenido un uso prolongado y una bujía nueva.

El cambio de aceite de engranes se realizó de igual manera en todos los motores a los que se les dio mantenimiento ya que en la mayoría de estos no se había cambiado con regularidad este aceite, para el cambio se utilizó aceite SAE 80W-90 de la marca Valvoline, ya que es el recomendado para las transmisiones de motores marinos.

### **Figura 12**

*Inspección de hélice y cambio de aceite de engranes*



*Nota.* En el gráfico se observa la inspección del estado y ajuste de la hélice y el cambio de aceite de engranes.

Además en varios casos también fue necesario realizar mantenimientos preventivos adicionales, como reemplazar la manija de aceleración con código 664-42119-00, el conector de la manguera de combustible con código 6G1-24304-02 y ajustar el cordón de arranque. Para estos reemplazos adicionales se usaron también repuestos originales de la marca Yamaha.

### Figura 13

*Verificación y reemplazo de distintas partes en mal estado de los motores*



*Nota.* En el gráfico se observan distintos mantenimientos realizados como es el ajuste de la cuerda de arranque, el cambio de manija de aceleración y el cambio del conector de la maguera de combustible.

#### 3.1.2 Mantenimiento correctivo

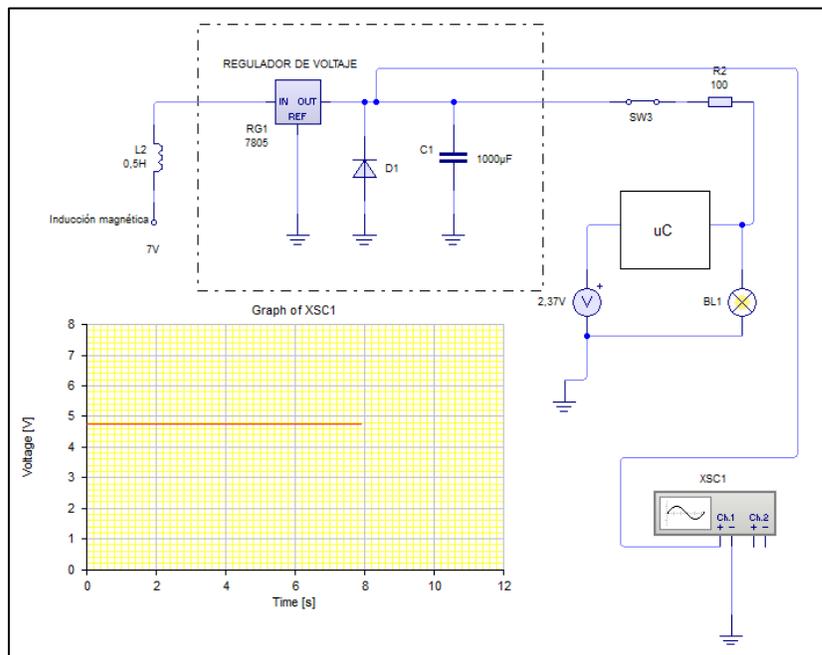
El mantenimiento correctivo se realizó en base a las fallencias mecánicas encontradas en los diferentes motores de la ASC.TRC.LG durante la inspección general realizada antes del mantenimiento preventivo.

- **Implementación de un sistema de aprovechamiento de energía para iluminación de la embarcación**

En cumplimiento con los requerimientos de la ASC.TRC.LG y para satisfacer la necesidad de un sistema de iluminación para la embarcación, se optó por la implementación de un sistema el cual aprovecha la energía mecánica producida por el motor para así tener una fuente que alimenta hasta dos consumidores.

**Figura 14**

*Circuito electrónico de aprovechamiento de energía*



*Nota.* En el gráfico se observan el circuito electrónico para el aprovechamiento de la energía producida por el motor realizado en el software Live Wire.

La energía que se genera en este tipo de motores es de 6 A, de la cual principalmente son aprovechables 5 V, que se utilizan para la implementación de iluminación en las embarcaciones, siendo de mucha utilidad para prestar servicios de recorridos en la noche.

**Figura 15**

*Bobina de luz con su respectivo rectificador*



*Nota.* En el gráfico se observan la instalación de una bobina de luz con su respectivo rectificador para aprovechar la energía producida por el motor.

Este sistema se basa en la electrónica automotriz y utiliza el principio de generación de energía eléctrica por inducción, para lo cual mediante el uso de una bobina, un generador magnético, asistido con un circuito rectificador y complementado con conocimientos de ingeniería se logró obtener una fuente de energía eléctrica a partir de la energía mecánica producida por el giro del motor.

- **Limpieza y regulación de carburador**

Posterior al desmontaje y despiece del carburador se ejecutó una limpieza exhaustiva de todos los componentes internos del mismo, así como una desincrustación de impurezas presentes en los conductos de combustible, para garantizar un correcto flujo de combustible y que la mezcla estequiométrica sea la adecuada, esto se realizó con liquido limpia carburadores.

**Figura 16***Limpieza de carburadores*

*Nota.* En el gráfico se observan los carburadores del motor Yamaha 75 después de realizada la limpieza de estos.

Luego de este procedimiento se calibro el tornillo regulador del ralentí y el tornillo Chicleur cuidando de que el paso de combustible sea el adecuado para obtener la potencia deseada ya que el combustible aportado a la mezcla estequiométrica garantiza que combustión sea completa disminuyendo en gran medida la perdida de energía resultante posterior al tiempo de explosión.

- **Implementación de un sistema de Ignición por Descarga Capacitiva (CDI)**

En el modelo Yamaha E48 HP, fue necesaria la implementación de un sistema CDI debido a que el sistema de arranque con el que contaba era obsoleto, ya que el año de fabricación de este modelo es bastante antiguo.

Por esta razón aplicando los conocimientos de ingeniería se optó por realizar el cálculo para el diseño de un nuevo circuito de ignición por descarga capacitiva en donde se consideró la capacitancia total necesaria y el voltaje total de salida.

Voltaje de entrada = 400 - 600 V

C = 63 V

F = 10u F

$$CT = \frac{1}{\frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3} + \frac{1}{C4} + \frac{1}{C5} + \frac{1}{C6} + \frac{1}{C7} + \frac{1}{C8}}$$

**Ecuación 3**

*Capacitancia total*

$$CT = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10}}$$

$$CT = 1.25 \mu F$$

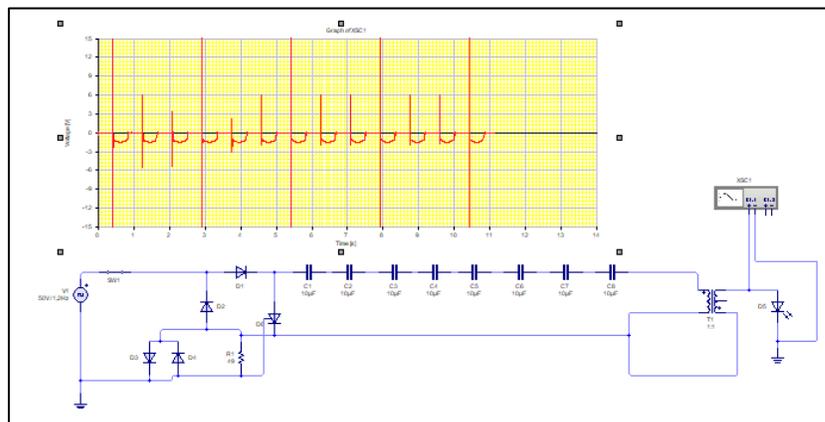
Voltaje

$$VT = Vc * \mu F$$

$$VT = 63 V * 8$$

$$VT = 504 V$$

La tensión total obtenida es la adecuada para cargar los capacitores, de este modo alimenta al primario de la bobina de alta que eventualmente provoca el salto de la chispa.

**Figura 17***Circuito CDI*

*Nota.* En el gráfico se observan el circuito CDI realizado en el software Live Wire.

El circuito de ignición fue diseñado e instalado para garantizar que la explosión de la mezcla de combustible sea en el tiempo adecuado para evitar contra explosiones las cuales pueden ser perjudiciales para la integridad de los componentes móviles del motor.

**Figura 18***Impresión del circuito CDI en baquelita*

*Nota.* En el gráfico se observan el circuito CDI impreso en baquelita.

Con la implementación del circuito CDI, se logra optimizar la combustión y de esta manera aumentar la potencia del motor, ya que se reduce la pérdida de energía y de combustible por una combustión incompleta.

- **Reparación del sistema de refrigeración**

En lo que se refiere al sistema de refrigeración, se procedió a determinar su estado por medio de una prueba de estanqueidad, para la cual envió aire a través de los conductos de refrigeración mediando el uso de un compresor que hizo evidente un severo desgaste de las juntas de este sistema ya que el aire se filtraba por las mismas.

Para la reparación del sistema de refrigeración se necesitó del kit de reparación de la bomba de agua con código 66T-W0078-00 que cuenta con todos los repuestos necesarios y para una correcta reparación de motores similares al defectuoso.

### **Figura 19**

*Sistema de refrigeración*



*Nota.* En el gráfico se observa la unidad inferior del motor fuera de borda en donde se encuentra el sistema de refrigeración que presenta fallas de funcionamiento.

En este caso se realizó la adaptación del impulsor de la bomba puesto que el componente con el que contaba este motor presentaba un desgaste bastante considerable, y al no ser accesible el repuesto apropiado para este modelo de motor náutico, se optó por la adaptación del este elemento a partir de un repuesto a sobre medida, el cual mediante un proceso de perfilado se logró obtener el repuesto con las medidas adecuadas para garantizar una correcta succión por parte de la bomba.

Además se consideró adecuada la eliminación de rugosidades en los conductos de refrigeración mediante un proceso de esmerilado, obteniendo así un mayor flujo del agua ya que no presenta imperfecciones que dificulten el paso de líquido refrigerante hacia la bomba.

- **Comprobación del estado del sistema motriz**

En el sistema motriz de este motor, se efectuó una minuciosa inspección de todos los componentes que lo conforman, para detectar posibles fallas, debido a la casi nula existencia de mantenimiento, En este caso se utilizó azul de Prusia para verificar el contacto entre los diferentes engranes, facilitando la visibilidad del desgaste de estos debido a la falta de mantenimiento.

**Figura 20**

*Aceite de engranes en mal estado*



*Nota.* En el gráfico se observa el estado en el que se encontró el aceite de engranes debido a la falta de cambio de este.

El sistema motriz estaba gravemente afectado, por este motivo fue necesario un despiece total y remplazo de los engranes más afectados con código 66T-45560-01 y 66T-45560-01, así mismo se reemplazó los o-rings con código 93210-69MG6 y 93210-74MG5 ya que presentaban un desgaste considerable provocando por un mal sellado entre la carcasa y los retenedores, es por esta razón que el agua ingreso al sistema de engranajes lo que provoca un cambio significativo en la densidad y untuosidad del lubricante lo cual causa un excesivo desgaste.

**Figura 21**

*Eje motriz con presencia de desgaste*



*Nota.* En el gráfico se observan las principales piezas del eje motriz, las cuales presentan desgaste por la falta de cambio de aceite.

Así también en algunos casos se evidencio que el eje motriz principal pronto necesitara un cambio ya que existe un deterioro de las estrías que se produce debido a un incorrecto cambio en las marcas y a golpes en la hélice lo cual detiene abruptamente el giro de esta.

**Figura 22**

*Eje motriz armado y engrasado*



*Nota.* En el gráfico se observa el ensamble del eje motriz después de haber realizado el mantenimiento de sus piezas internas.

Una vez armado el conjunto de eje motriz y ensamblado en la unidad inferior se pudo evidenciar que las fugas fueron eliminadas así como una notable mejoría en el giro de la hélice y en el cambio de marchas.

### **3.2 Propuesta de plan de mantenimiento preventivo programado**

En la fase de programación se fueron estableciendo las diferentes necesidades de la ASC.TRC.LG con respeto al control de sus actividades tanto de prestación de servicios como de mantenimiento de su parque automotor marítimo para así crear el programa de mantenimiento preventivo.

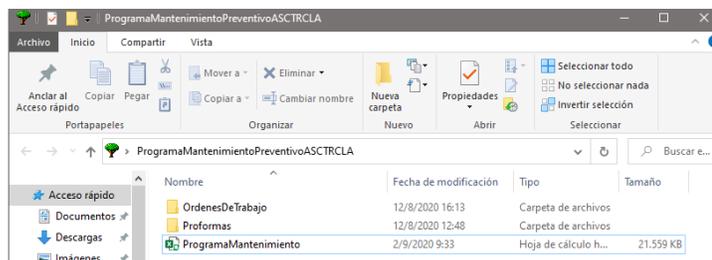
#### **3.2.1 Implementación del programa de mantenimiento preventivo programado**

Para la implementación del programa de mantenimiento preventivo se necesita un ordenador con los siguientes requisitos mínimos:

- Sistema operativo Windows 7, 8 o 10.
- Microsoft Excel 2013, 2016, 2019 o 365.
- Carpeta con el Programa de Mantenimiento y subcarpetas Ordenes de Trabajo y Proformas.

**Figura 23**

*Carpeta que contiene el programa de mantenimiento preventivo*



*Nota.* En el gráfico se observa la carpeta que contiene el programa de mantenimiento preventivo y las carpetas en donde se guardan las proformas y las ordenes de trabajo.

Si se cumple con estos requisitos para el funcionamiento del programa basta con dar doble clic sobre este para abrirlo y empezar a utilizarlo o dando clic derecho en este y seleccionando la opción Abrir.

### 3.2.2 Código de programación del plan de mantenimiento preventivo

El programa de mantenimiento preventivo se concibió en el software Microsoft Excel utilizando el apartado de programador con lenguaje visual basic, el mismo que va dirigido por eventos. De acuerdo con la programación realizada el programa ira realizando las acciones respectivas a cada sección considerando un flujo secuencial y lógico, lo cual le evitara al usuario cometer errores durante su utilización.

Aquí se crearon hojas, formularios y módulos para las diferentes secciones y acciones que se pueden realizar en el programa.

- **Hojas**

Las hojas fueras generadas de acuerdo con las necesidades de la asociación y las opciones de creación que brinda del programa, en estas se diseñó las diferentes pantallas de selección, tablas, hojas de ruta, proformas, botones, anotaciones y las bases de datos de manera que su interfaz sea amigable y fácil de usar.

- **Formularios**

Los formularios (Anexo 1) se crearon para cumplir la función de abrir nuevas ventanas de después de dar clic en un respectivo botón o celda, Las cuales de acuerdo con la programación que se asignó pueden ser para selección o visualización.

En el caso de los formularios de selección son las ventanas que facilitan al usuario elegir su embarcación, elegir los repuestos que necesite adquirir o elegir el mantenimiento que deba realizar.

Mientras que los formularios de visualización ayudan a través de una ventana al usuario a observar de una manera más detallada las tareas de mantenimiento que debe realizar de acuerdo con el tipo de motor.

- **Módulos**

En los módulos (Anexo 2) se realizó la programación principal, la cual se ejecuta por medio de diferentes botones ubicados en las secciones disponibles en el programa de mantenimiento preventivo.

- **Módulo 1**

En módulo 1 se encuentra la programación del botón “Guardar y Salir” de la pantalla principal, en donde se establece que solo se podrá salir del programa si el usuario elige la opción “Sí” del cuadro de dialogo que se abre al dar clic sobre este botón.

- **Módulo 2**

Este módulo está enfocado a poner en orden alfabético automáticamente las diferentes tablas tanto de embarcaciones como de motores de la base de datos. Este módulo solo se activa al ingresar una nueva embarcación o motor.

- **Módulo 3**

La programación de los botones existentes en la sección “Registro Diario” se encuentra en este módulo, así mismo las diferentes condiciones que se deben cumplir para poder realizar el registro como son: que todas las casillas correspondientes a los

datos de ingreso deben estar llenas o que si no existe ningún registro ya no se pueda utilizar el botón se abra el cuadro de dialogo indicándonoslo.

- **Módulo 4**

En este módulo se encuentra la programación del macro para el botón “Agregar Repuestos” de la selección “Repuestos” de los diferentes tipos de motores. Este módulo se vincula con el formulario “SeleccionarRepuestos” correspondiente a cada tipo de motor, el cual permite abrir una ventana con la posibilidad de buscar los repuestos y seleccionarlos enviándolos a una proforma.

- **Módulo 5**

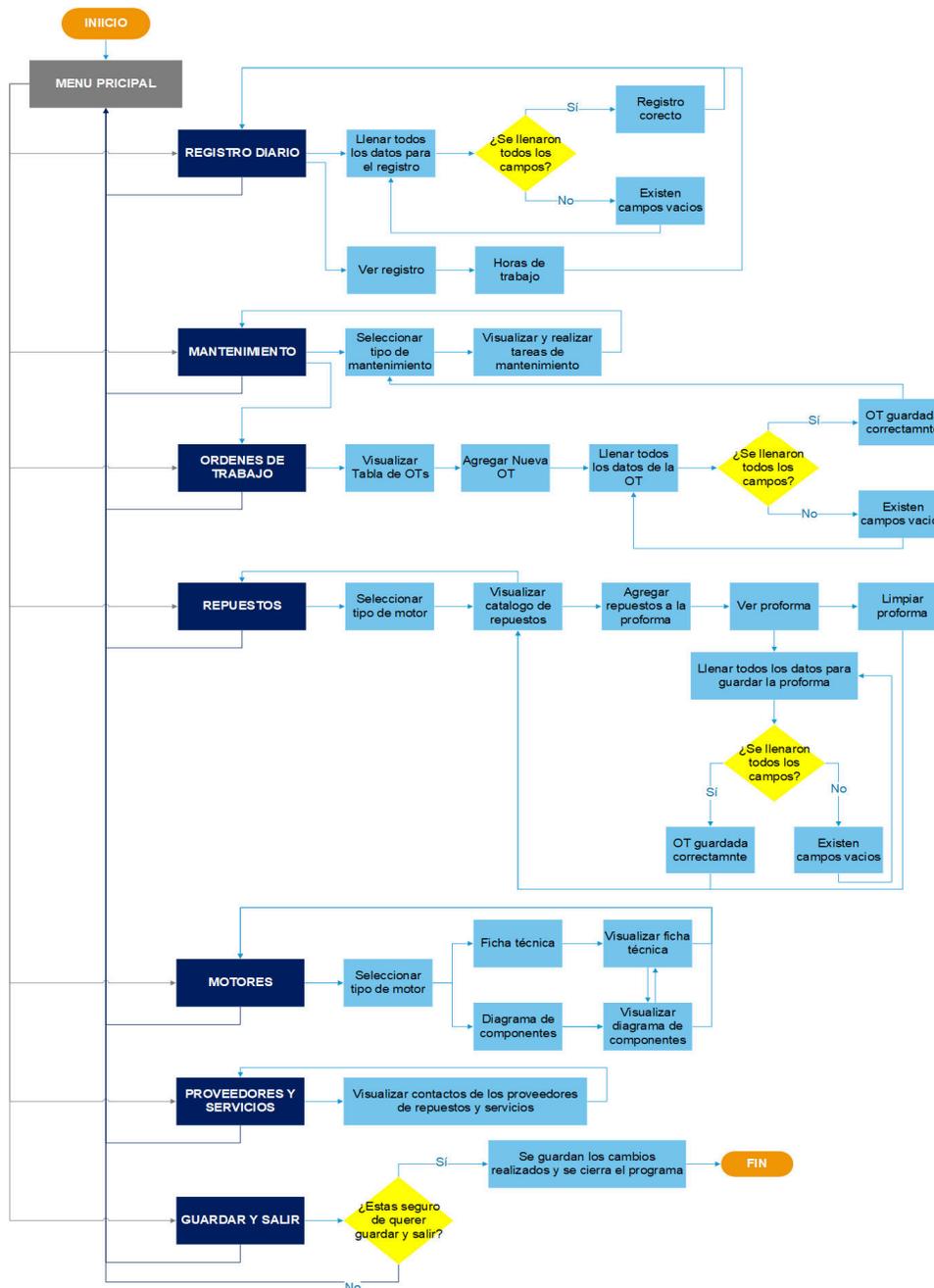
Aquí se puede encontrar la programación correspondiente a las diferentes opciones que se tiene en los campos que deben se llenados por selección y los botones de las proformas que se pueden generar desde la sección de “Repuestos”.

- **Módulo 6**

En modulo se encuentra dedicado a la programación de todos los campos y botones de la “Orden de Trabajo” que se debe realizar antes de realizar cualquier mantenimiento.

**Figura 24**

*Diagrama de flujo del programa de mantenimiento preventivo*



*Nota.* El gráfico representa el flujo de operación del programa de mantenimiento preventivo realizado.

### 3.2.3 Interfaz del programa de mantenimiento preventivo

El software de mantenimiento preventivo ha sido creado con el fin de optimizar y tecnificar la gestión de mantenimientos. Esta elaborado de manera amigable al usuario y completamente actualizable de acuerdo con el crecimiento del parque automotor marino de la Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza” para que su utilización sea lo más sencilla posible, con un entorno en continuo desarrollo.

Para su utilización han sido implementados menús de opciones, botones, iconos, ingreso de datos a través de ventanas de selección, ventanas de búsqueda, ventanas de visualización y anotaciones importantes las cuales que facilitan el uso de este.

**Figura 25**

*Menús de opciones de las secciones del programa de mantenimiento preventivo*



*Nota.* En el gráfico se observan los diferentes menús de las secciones con las que cuenta el programa de mantenimiento preventivo.

## Figura 26

*Iconos de lupa, paisaje y fecha a la izquierda del programa de mantenimiento preventivo*



*Nota.* En el gráfico se observan los diferentes iconos utilizados en el programa de mantenimiento preventivo, para selección la lupa, navegación hacia una pantalla anterior la flecha y para volver al menú principal el paisaje.

- **Menú principal**

Al ingresar al programa la primera pantalla con la que se encontrara es con el menú principal, en donde se pueden observar todas las opciones disponibles y se elegirá la opción de acuerdo con la actividad que se quiera realizar.

## Figura 27

*Pantalla inicial del programa de mantenimiento preventivo*



*Nota.* En el gráfico se observa la pantalla inicial con el menú principal y las diferentes secciones del programa de mantenimiento preventivo.

- **Registro Diario**

En esta opción se ingresa el número de viajes diarios realizados por las diferentes embarcaciones en el parque acuático, para así llevar un registro diario adecuado.

### Figura 28

*Registro diario del programa de mantenimiento preventivo*

*Nota.* En el gráfico se observa la sección registro diario que se utilizara día a día de acuerdo con las actividades de las embarcaciones.

Este registro también permite conocer las horas de trabajo de cada embarcación, así como el momento en el que se necesite realizar el mantenimiento preventivo.

Figura 29

Registro de horas de trabajo del programa de mantenimiento preventivo



*Nota.* En el gráfico se observa tabla con el registro diario así como las horas de trabajo acumuladas de las embarcaciones.

- **Mantenimiento**

Aquí se identifica el tipo de motor y se procede a seleccionar si el mantenimiento a realizarse es rutinario u ocasional, en el caso del rutinario se observa una lista de tareas que deberá realizar de acuerdo con el número de horas de trabajo con las que cuenta el motor. En el caso de que este sea nuevo comenzara con el mantenimiento de 20 horas.

**Figura 30**

*Mantenimiento del programa de mantenimiento preventivo*



*Nota.* En el gráfico se observa la sección mantenimiento, en la que se encuentran los diferentes tipos de motores con los respectivos mantenimientos que se pueden realizar.

**Figura 31**

*Tareas de mantenimiento del programa de mantenimiento preventivo*

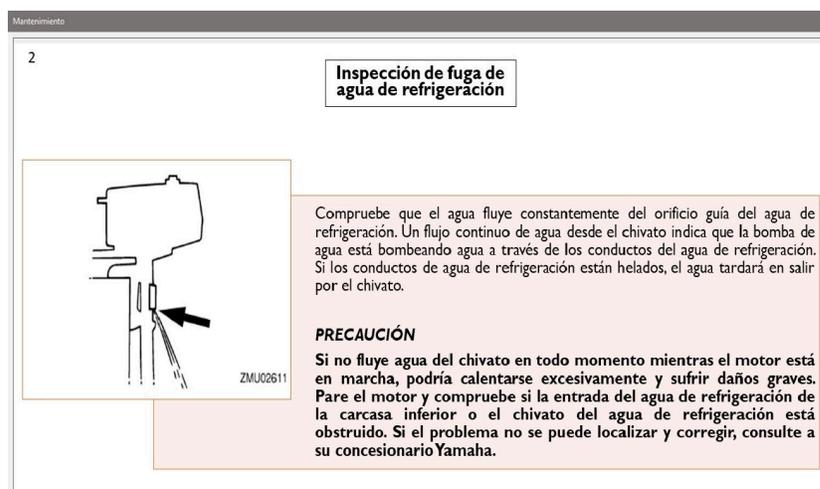
Nº	ELEMENTO	ACCIONES		HORAS						
				INICIAL	20 horas	100	200	300	400	500
1	Anodo(s) (exterior(es))	Inspección	Sustitución		● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
2	Anodo(s) (culata, tapa del termostato)	Inspección	Sustitución							
3	Fuga de agua de refrigeración	Inspección	Sustitución		○	○	○	○	○	○
4	Cierre de la capota	Inspección			● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
5	Condición de arranque del motor/ruído	Inspección			● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
6	Velocidad de ralentí del motor/ruído	Inspección			● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
7	Filtro de gasolina (puede desmontarse)	Inspección	Sustitución		● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
8	Tubo de combustible	Inspección			●	●	●	●	●	●
9	Tubo de combustible	Inspección	Sustitución		○	○	○	○	○	○
10	Bomba de gasolina	Inspección	Sustitución		○	○	○	○	○	○
11	Fugas de aceite del motor/combustible	Inspección			○	○	○	○	○	○
12	Aceite para engranajes	Sustitución			● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
13	Puntos de engrase	Engrase			● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
14	Turbina/casquillo de la bomba de agua	Inspección	Sustitución			○	○	○	○	○
15	Turbina/casquillo de la bomba de agua	Sustitución								
16	Unidad de elevación y trimado/funcionamiento ruido y fugas de aceite	Sustitución			● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
17	Hélice/tuerca de la hélice/pasador de la hélice	Inspección	Sustitución		● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
18	Conexión del inversor/cable del inversor	Inspección	Ajuste	Sustitución		○	○	○	○	○
19	Bujías	Inspección	Sustitución			● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
20	Pipetas de bujías/cables de bujía	Inspección	Sustitución			○	○	○	○	○
21	Agua del chivato del agua de refrigeración	Inspección			● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
22	Conexión del acelerador/cable del acelerador/puesta a	Inspección	Ajuste	Sustitución		○	○	○	○	○

*Nota.* En el gráfico se observa tabla con las tareas de mantenimiento a realizarse de acuerdo con las horas de trabajo con las que cuente un motor.

Una vez en la lista de tareas podrá seleccionar la tarea que va a realizar y se desplegará las indicaciones para la correcta realización de esta.

## Figura 32

### *Procedimiento de mantenimiento del programa de mantenimiento preventivo*



*Nota.* En el gráfico se observa la ventana que se abre con el procedimiento de cada una de las tareas de mantenimiento.

- **Repuestos**

En esta sección se observa una lista con todos los repuestos que más comúnmente necesitan cambiarse en su motor, así como la cantidad de repuestos que necesita adquirir, el código de identificación el precio por unidad y una imagen del repuesto seleccionado.

Figura 33

Catálogo de repuestos del programa de mantenimiento preventivo

#	UBICACIÓN	ELEMENTO A REEMPLAZAR	CODIGO	CANTIDAD	UNIDAD	YUNIT.	OBSERVACIONES
1	CUBIERTA & COMBUSTIBLE	BIENCADOR DE ADMISION	6A1-4444-02	1	U	\$20,00	
2	CUBIERTA & COMBUSTIBLE	PERILLA AHOGADOR	6A1-4121-00	1	U	\$12,00	
3	CUBIERTA & COMBUSTIBLE	TAPON DE ACEITE	30338-08010	1	U	\$5,13	
4	CUBIERTA & COMBUSTIBLE	DEPOSITO DE COMBUSTIBLE COMPLETO	6A1-2410-01	1	U	\$65,00	
5	CUBIERTA & COMBUSTIBLE	ITAPA DE DEPOSITO DE COMBUSTIBLE COMPLETA	6A1-2460-02	1	U	\$20,00	
6	CUBIERTA & COMBUSTIBLE	GRIFO DE COMBUSTIBLE	6A1-2450-02	1	U	\$43,00	
7	CUBIERTA & COMBUSTIBLE	TUBO DE COMBUSTIBLE	6A1-2439-00	1	U	\$5,11	
8	CUBIERTA & COMBUSTIBLE	INTERRUPTOR DE PARADA COMPLETO	6F8-82575-00	1	U	\$60,00	
9	CUBIERTA & COMBUSTIBLE	MANDIL	6F8-42741-00	1	U	\$22,00	
10	CUBIERTA & COMBUSTIBLE	MANDIL	6A1-42711-12	1	U	\$19,76	
11	CUBIERTA & COMBUSTIBLE	CUBIERTA TAPA BAJA	6A1-82375-12	1	U	\$7,00	
12	CILINDRO & CARTER	BLOQUE MOTOR COMPLETO	6F8-V0030-64-15	1	U	\$167,00	
13	CILINDRO & CARTER	CARTER COMPLETO	6F8-15100-61-15	1	U	\$217,99	
14	CILINDRO & CARTER	VALVULA DE CONTROL	624-10379-00	1	U	\$2,88	
15	CILINDRO & CARTER	SULATA CILINDRO	6A1-1111-02-12	1	U	\$10,70	
16	CILINDRO & CARTER	JUNTA DE CULATA	6F8-1109-A1	1	U	\$4,53	
17	CILINDRO & CARTER	CIGUEÑAL COMPLETO	6A1-1400-00	1	U	\$215,30	
18	CILINDRO & CARTER	COJINETE DE RODILLOS	35330-31433	1	U	\$19,33	

Nota. En el gráfico se observa el catálogo de repuestos que cuenta con detalles como el precio, código y una imagen de referencia.

Además, existe la opción de seleccionar todos los repuestos que se necesite y generar una proforma con el costo total de los mismos.

Figura 34

Proforma del programa de mantenimiento preventivo

ASOCIACIÓN DE TURISMO RURAL Y COMUNITARIO "LA GARZA"  
 Acuerdo Ministerial No 004 - 23-06-2014 Comuna Araque - Parroquia San Pablo del Lago - Cantón Otavalo - Provincia Imbabura

Comuna Araque, 14/8/2020  
 PROFORMA 3

LA GARCITA  
 YAMAHA E40 HP

Es necesario que ingrese un nombre

### PROFORMA

Nº	Producto	Codigo	Cantida	V. Unitari	V. Total
13	CARTER COMPLETO	6F8-15100-61-15	1	\$217,99	\$217,99
4	DEPOSITO DE COMBUSTIBLE COMPLETO	6A1-24110-01	1	\$65,00	\$65,00
8	INTERRUPTOR DE PARADA COMPLETO	6F8-82575-00	1	\$60,00	\$60,00
<b>TOTAL</b>				<b>\$342,99</b>	

LIMPIAR  
 GUARDAR

Nota. En el gráfico se observa el diseño de la proforma que se genera con los repuestos seleccionados conforme a la necesidad del motor.

- **Ordenes de Trabajo**

Para realizar cualquier mantenimiento preventivo es necesario primero generar una orden de trabajo la cual permitirá llevar un control de los mantenimientos que se vayan realizando en los diferentes motores.

### Figura 35

*Tabla de ordenes de trabajo realizadas del programa de mantenimiento preventivo*



ASOCIACIÓN DE TURISMO RURAL Y COMUNITARIO "LA GARZA" PROGRAMA DE MANTENIMIENTO						
N° OT	FECHA	RESPONSABLE	EMBARCACION	MOTOR	ACTIVIDADES	DURACION ESTIMADA (HORAS)
1	8/12/2020	GALO RECALDE	ORCA 2	JOHNSON	OCASIONAL	6

*Nota.* En el gráfico se observa tabla con el registro de ordenes de trabajo que se han generado.

La orden de trabajo se ha diseñado de tal forma que el usuario del programa de mantenimiento deba seleccionar sus datos de una manera bastante sencilla para evitar errores en la generación de esta.

Figura 36

Orden de trabajo del programa de mantenimiento preventivo



**ASOCIACIÓN DE TURISMO RURAL Y  
COMUNITARIO "LA GARZA"**

Acuerdo Ministerial No 004 - 22-06-2014 Comuna Arcaes - Parroquia San Pablo del Lago - Cantón Otavalo - Provincia Imbabura

## ORDEN DE TRABAJO

GUARDAR

**N° OT:**  ← Aumente un número

**Embarcación:**  **Fecha:**

**Motor:**  **Duración (horas):**

**Responsab:**  → Ingrese un

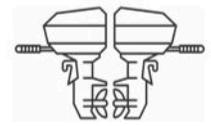
Actividades a realizar:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO 100 HORAS

- Inspección y evaluación (visual) (exterior-int)
- Inspección Fugas de agua de refrigeración
- Inspección Cierre de la tapa
- Inspección Condición de arranque del motor/rueda
- Inspección Velocidad de rotación del motor/rueda
- Inspección y evaluación Filtro de aceite, tipo de combustible
- Inspección y evaluación Tapa de combustible, tipo y tipo de aceite
- Inspección Fugas de aceite del motor/combustible
- Señalización de aceite para reemplazo
- Explicar Pasos de reemplazo
- Inspección y evaluación Tercio/espuma de la bomba de agua
- Inspección y evaluación Unidad de refrigeración y brida/fan/ventilador y fugas de aceite
- Inspección y evaluación Múltiple/tercio de la brida/espuma de la brida
- Inspección, ajuste y evaluación Conexión del sensor/valve del sensor
- Inspección y evaluación Bujía
- Inspección y evaluación Filtro de agua de refrigeración
- Inspección, ajuste del nivel del agua de refrigeración
- Inspección, ajuste y evaluación Conexión del acelerador/valve del acelerador/papel y estado del fusible del acelerador
- Inspección y evaluación Terminal
- Inspección Estado de agua de refrigeración
- Inspección y evaluación Fugas de refrigerante/aceite del refrigerador de agua del refrigerador del motor/rueda
- Inspección y evaluación Condición del nivel de aceite/combustible del aceite de aceite
- Inspección y limpieza Dripole de combustible (partic. V. y combustible)
- Inspección y evaluación Guía de escape/estado de escape

Recepción del motor

- Capota superior
- Tirador de arranque
- Hule de acelerador
- Conector manguera combustible
- Hélice
- Anodos
- Tanque de combustible
- Cubiertas de entrada de agua



ñale con una 'X' los lugares donde observe goteo

Observaciones recepción del motor

- Solicito presupuesto previo antes de autorizar el trabajo
- Autorizo realizar cambios de elementos sin presupuesto previo
- Autorizo probar el motor en la ruta de pruebas
- Acepto las condiciones indicadas en esta Orden de Trabajo

PROPIETARIO

Ruta de pruebas



Observaciones ruta de pruebas

Nota. En el gráfico se observa el diseño de la orden de trabajo que se tiene que llenar antes de cada mantenimiento.

- **Motores**

En esta opción se encuentran las características generales de cada uno de los tipos de motores que existen en la ASC.TRC. "La Garza".

**Figura 37***Motores del programa de mantenimiento preventivo*

*Nota.* En el gráfico se observa la sección motores, en la que se encuentran tanto la ficha técnica como el diagrama de componentes de los diferentes tipos de motores.

De cada tipo de motor se encuentra tanto la ficha técnica como el diagrama de componentes en donde se señalan los detalles más relevantes de cada motor.

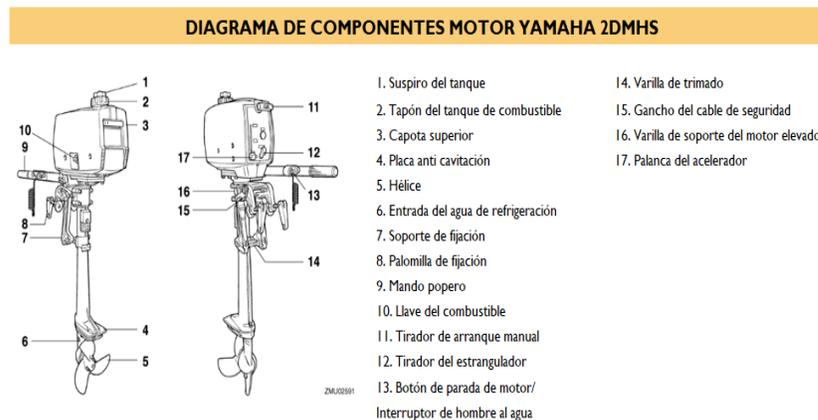
**Figura 38***Ficha técnica del programa de mantenimiento preventivo*

FICHA TECNICA MOTOR YAMAHA 2DMHS	
ASPECTO	CARACTERÍSTICA TÉCNICA
<b>DIMENSIÓN</b>	
Longitud total	603 mm
Anchura total	240 mm
Altura total S	916 mm
Altura del peto de popa S	417 mm
Peso S	9.8 Kg

*Nota.* En el gráfico se observa el diseño de la ficha técnica de los diferentes tipos de motores.

## Figura 39

Diagrama de componentes del programa de mantenimiento preventivo



*Nota.* En el gráfico se observa el diseño del diagrama de componentes de los diferentes tipos de motores.

- **Proveedores y Servicios**

En caso de necesitar algún repuesto o servicios de mantenimiento preventivo o correctivo para un motor, en esta sección se pueden encontrar los datos de contacto para cuando sea necesario.

Así mismo funciona como una agenda para ir guardando más contactos importantes para la asociación.

**Figura 40***Proveedores y servicios del programa de mantenimiento preventivo*

PROVEEDORES Y SERVICIOS	 ASOCIACIÓN DE TURISMO RURAL Y COMUNITARIO "LA GARZA" PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
  	<p align="center"><b>ALFREDO MAURICIO MATAMOROS V.</b></p> <p align="center">Venta de Motores Fuera de Borda Yamaha de 2hp hasta 200hp y Motores de 4 tiempos Repuestos y Accesorios</p> <p align="center"><b>Matriz:</b> Machala, Calle Teniente Cordovez y 11 de Noviembre <b>Celular:</b> 0994007817 <b>Telefono:</b> 07 2 926-046</p>
	<p align="center"><b>PUERTO MOTORS</b></p> <p align="center">Mantenimiento Preventivo de de Motores Fuera de Borda Yamaha de 2hp hasta 200hp y Motores de 4 tiempos Accesorias, Repuestos y Accesorios</p> <p align="center"><b>Matriz:</b> Atuntaqui, Calle Abdón Calderón e Imabura <b>Celular Claro:</b> 0986711272 <b>Celular Movistar:</b> 0962620656</p>

*Nota.* En el gráfico se observan los contactos de los proveedores de repuestos y servicios que se recomiendan.

### 3.2.4 Manual de uso del plan de mantenimiento preventivo

Al ingresar al programa se debe identificar la acción que se va a realizar dentro en de las opciones disponibles en el menú principal que son:

- Registro Diario
- Mantenimiento
- Repuestos
- Ordenes de trabajo
- Motores
- Proveedores y Servicios
- Guardar y salir

**Figura 41**

*Menú principal del programa de mantenimiento preventivo*



*Nota.* En el gráfico se observa el menú principal con todas las opciones disponibles en el programa de mantenimiento preventivo.

- **Registro Diario**

En esta opción se registran la cantidad de viajes que realiza cada embarcación y motor en el día. Para los cual es necesario primero seleccionar la embarcación dando clic en el icono de la lupa el cual corresponde a embarcaciones, con eso se llenará el campo de embarcación y el de motor.

Figura 42

*Selección de una embarcación*

*Nota.* En el gráfico se observa cuadro para el ingreso de datos del registro diario del programa de mantenimiento preventivo.

Se Ingresa el número de viajes realizados en el día y se cliquee en el botón “REGISTRAR”.

Figura 43

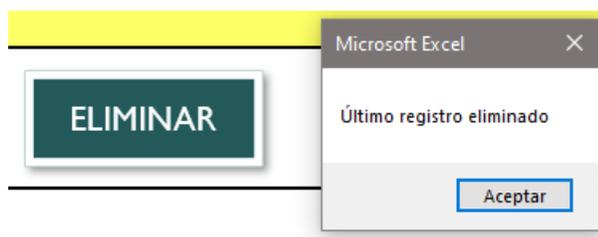
*Registro del trabajo de una embarcación*

*Nota.* En el gráfico se observa el ingreso correcto de datos para el registro diario del programa de mantenimiento preventivo.

Si nuestro registro tuvo algún error, solo es necesario presionar el botón “ELIMINAR” y volver a ingresar correctamente los datos.

#### Figura 44

*Eliminar ultimo registro realizado*



*Nota.* En el gráfico se observa el botón para eliminar el ultimo registro ingresado y el cuadro de dialogo de la eliminación correcta del registro.

Si se desea visualizar todo el registro se cliquee clic en el botón “VER REGISTRO” que nos llevara a otra pantalla donde se observa la tabla con todos los registros ingresados además de las horas de trabajo de cada embarcación.

#### Figura 45

*Visualización de la tabla del registro diario y horas de trabajo*



*Nota.* En el gráfico se observa la tabla del registro diario y las horas de trabajo acumuladas de cada embarcación.

Para conocer las horas de trabajo acumuladas para realizar el mantenimiento de un motor, es necesario hacer clic en icono de la lupa y seleccionar la embarcación.

**Figura 46**

*Selección de embarcación para conocer sus horas de trabajo*

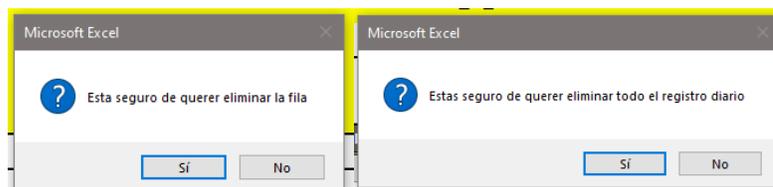


*Nota.* En el gráfico se observa el cuadro de selección de embarcaciones y las horas de trabajo acumuladas.

Y si se necesita eliminar una fila o todo el registro, basta con dar clic en el botón "ELIMINAR FILA" o "ELIMINAR TODO EL REGISTRO" y seleccionar la opción "SI".

**Figura 47**

*Cuadros de dialogo antes de eliminar una fila o todo el registro*



*Nota.* En el gráfico se observan los cuadros de dialogo que se abren al momento de querer eliminar una fila o el registro diario completo.

- **Mantenimiento**

Para realizar el mantenimiento de un motor es necesario generar una orden de trabajo para lo cual, se da clic en el botón “ORDENES DE TRABAJO” que nos llevará a otra pantalla en donde se cliquee el botón “AGREGAR NUEVA OT” y se procederá a llenar los datos de la orden de trabajo correctamente, empezando por aumentar en uno el numero de la OT, selecciona con los iconos de lupa la embarcación y la actividad que se va a realizar, estimar una duración del trabajo y agregar el nombre de la persona responsable de realizar el mantenimiento. Por último se da clic en el botón “GUARDAR” y el programa nos mostrara un cuadro de dialogo en comprobación de la OT fue guardada correctamente.

**Figura 48**

*Guardar orden de trabajo*

The screenshot shows a web application interface for creating a work order. The main form is titled "ORDEN DE TRABAJO" and includes a "GUARDAR" button. The form fields are as follows:

N° OT:	1	Aumente un numero	
Embarcación:	BRISAS DEL LAGO	Fecha:	13/8/2020
Motor:	YAMAHA E40 HP	Duración (horas):	5
Responsable:	GALO RECALDE		

Below the form, there is a section titled "Actividades a realizar:" with a search icon. The selected activity is "MANTENIMIENTO PREVENTIVO 100 HORAS". A list of activities is visible below:

- Inspección y sustitución Ánodo(s) (exterior(es))
- Inspección Fuga de agua de refrigeración
- Inspección Cierre de la capota

To the right of the form, a "Microsoft Excel" dialog box is open, displaying the message "La OT fue guardada correctamente" and an "Aceptar" button. A yellow arrow labeled "Ingres" points from the "Responsable" field to the dialog box.

*Nota.* En el gráfico se observa el ingreso correcto de datos para la orden de trabajo y el cuadro de dialogo del guardado correcto de la misma.

Una vez hecho esto se guardará un documento en formato pdf en la carpeta correspondiente a la embarcación, la que se deberá imprimir para completar los demás espacios de la orden de trabajo.

**Figura 49**

*Carpetas de las diferentes embarcaciones existentes*

Nombre	Fecha y Hora	Descripción
Arias 1	12/8/2020 16:09	Carpeta de archivos
Arias 2	12/8/2020 16:09	Carpeta de archivos
Brisas del Lago	12/8/2020 16:09	Carpeta de archivos
Chocon 1	12/8/2020 16:09	Carpeta de archivos
Chocon 2	12/8/2020 16:09	Carpeta de archivos
Chocon 3	12/8/2020 16:09	Carpeta de archivos

*Nota.* En el gráfico se observan las carpetas correspondientes a cada embarcación en donde se guardan las ordenes de trabajo.

Al guardar la OT automáticamente el programa regresa a la pantalla en donde se puede visualizar la tabla con todas las OT que se hayan registrado.

**Figura 50**

*Tablas de las ordenes de trabajo de los mantenimientos realizados*

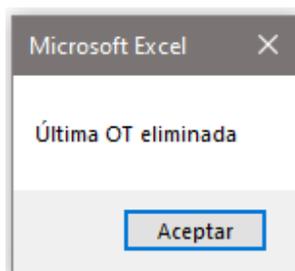
N° OT	FECHA	RESPONSABLE	EMBARCACIÓN	MOTOR	ACTIVIDADES	DURACIÓN ESTIMADA (HORAS)
1	8/22/2020	Luis Ayala	CORALITO	YAMAHA E40 HP	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 100 HORAS	5

*Nota.* En el gráfico se observa el ingreso correcto de datos para el registro diario del programa de mantenimiento preventivo.

Y si se observa que existen fallas en la última OT ingresada, basta con dar clic en “ELIMINAR ULTIMA OT” y se elimina el registro de la última OT ingresada dando la posibilidad de ingresarla nuevamente sin errores.

## Figura 51

*Cuadro de dialogo después de eliminar una OT*



*Nota.* En el gráfico se observa el cuadro de dialogo que se muestra al eliminar de forma correcta la última OT ingresada.

Una vez ingresada la correctamente la OT se da clic el botón “MANTENIMIENTO” y se identifica el tipo de motor, así como el tipo de mantenimiento a realizarse.

## Figura 52

*Selección del tipo de mantenimiento a realizarse*

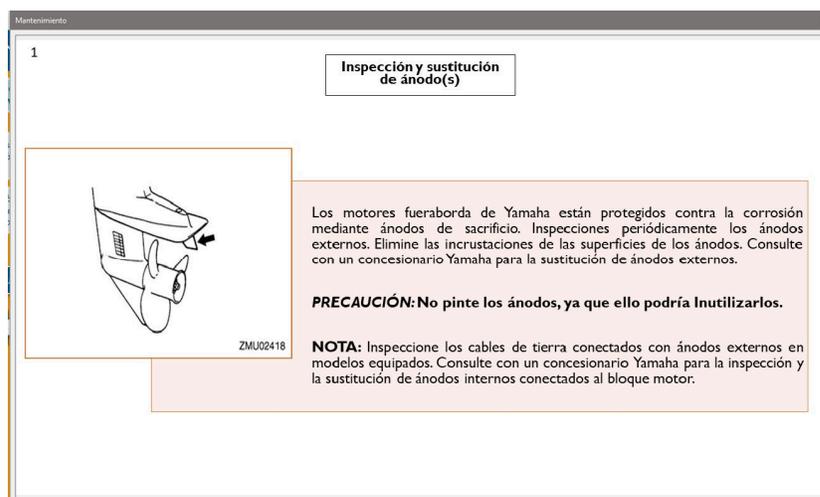


*Nota.* En el gráfico se observa la selección de mantenimientos rutinarios y ocasionales de acuerdo con cada tipo de motor.

En esta pantalla se encuentran las tareas preventivas que se deben realizar de acuerdo 20, 100, 200, 300 400 o 500 horas de trabajo y para conocer cómo realizar de manera correcta cada tarea, se da un clic en la misma desplegando así una ventana en donde se encuentran los detalles del procedimiento.

### Figura 53

#### *Proceso para realizar una tarea de mantenimiento*



*Nota.* En el gráfico se observa la ventana que muestra el procedimiento para realizar cada tarea de mantenimiento.

- **Repuestos**

Si durante el mantenimiento encuentra piezas con fallas que necesitan ser reemplazadas, se utilizará la opción de repuestos en donde seleccionará el motor correspondiente.

**Figura 54**

*Selección del tipo de motor del cual se desea ver el catálogo de repuestos*



*Nota.* En el gráfico se observa la selección de los diferentes tipos de motores para entrar a visualizar los catálogos de repuestos de cada uno.

Y pasara a una pantalla donde observara una lista debidamente detallada de cada repuesto para su motor. Puede generar una proforma con todos los repuestos que necesite para lo cual cliquee el botón “AGREGAR REPUESTOS” desplegando una ventana donde con doble clic puede elegir el repuesto o los repuestos que desee.

**Figura 55**

*Ventana de búsqueda y selección de repuestos*

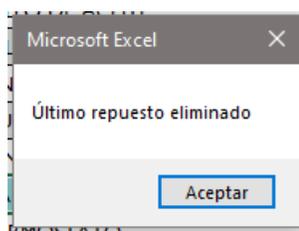
Seleccione el Repuesto						
						BUSCAR
Nº	UBICACION	PRODUCTO	CODIGO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO
1	SOPORTE SUPERIOR	SOPORTE SUPERIOR COMPLETO	66T-42610-K0-4D	1	U	\$957,38
2	SOPORTE SUPERIOR	GANCHO	6E0-42651-02	1	U	\$6,22
3	SOPORTE SUPERIOR	GANCHO	6E0-42652-01	1	U	\$7,00
4	SOPORTE SUPERIOR	SELO	66T-42615-02	1	U	\$16,16
5	CILINDRO & CARTER	BLOQUE MOTOR COMPLETO	66T-W0090-02-1S	1	U	\$4.792,00
6	CILINDRO & CARTER	CARTER COMPLETO	66T-15100-02-1S	1	U	\$1.844,00
7	CILINDRO & CARTER	CAJA DE SELLO DE ACEITE	66T-15396-01-194	1	U	\$32,74
8	CILINDRO & CARTER	SELO DE ACEITE	93102-30956	2	U	\$11,48
9	CILINDRO & CARTER	SELO DE ACEITE	93101-16001	2	U	\$7,58
10	CILINDRO & CARTER	ANODO / CATODO	676-11325-00	1	U	\$4,19
11	CILINDRO & CARTER	CULATA CILINDRO	66T-11111-01-1S	1	U	\$125,00

*Nota.* En el gráfico se observa la ventana de búsqueda y selección de repuestos que da la posibilidad de agregarlos a una proforma.

Si elige un repuesto que no necesita por error, puede eliminarlo dando clic en “ELIMINAR ULTIMO REPUESTO”.

### Figura 56

Cuadro de dialogo después de eliminar el último repuesto agregado



*Nota.* En el gráfico se observa el cuadro de dialogo que se muestra al haber eliminado correctamente un repuesto agregado por equivocación.

Por último, al dar clic en el botón “VER PROFORMA” se visualiza la proforma con el costo total de los repuestos seleccionados.

### Figura 57

Proforma de repuestos

CORALITO

YAMAHA E40 HP

Comuna Araque, 14/8/2020

Proforma I

## PROFORMA

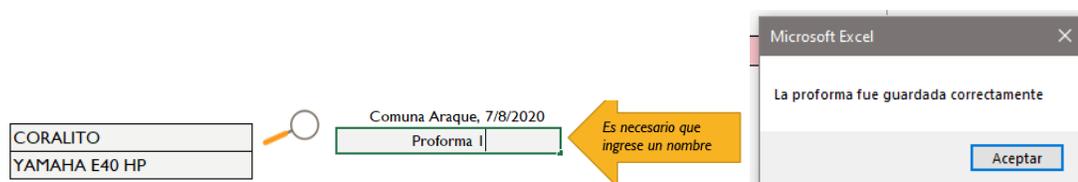
Nº	Producto	Codigo	Cantida	V. Unitari	V. Total
27	SELLO LABERINTO	6F5-11515-00	1	\$14.59	\$14.59
10	ANODO / CATODO	676-11325-00	1	\$4.19	\$4.19
7	CAJA DE SELLO DE ACEITE	66T-15396-01-94	1	\$32.74	\$32.74
<b>TOTAL</b>					<b>\$51.52</b>

*Nota.* En el gráfico se observa la proforma con los repuestos agregados y los datos para guardarla ingresados correctamente.

La cual es posible guardarla, colocando un nombre en el espacio correspondiente y seleccionando en el icono de la lupa su embarcación para luego dar clic al botón “GUARDAR”.

### Figura 58

*Cuadro de dialogo luego de haber guardado correctamente la proforma*



*Nota.* En el gráfico se observan los datos necesarios para guardar la proforma y el cuadro de dialogo que se muestra después de que esta se guardó correctamente.

Esta proforma se guardará como un documento en formato pdf en la carpeta correspondiente de acuerdo con el tipo de motor.

### Figura 59

*Carpetas de los tipos de motores existentes*

Este equipo > Escritorio > ProgramaMantenimiento > Proformas				
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño	
2HP	12/8/2020 12:48	Carpeta de archivos		
E40HP	12/8/2020 12:48	Carpeta de archivos		
E48HP	12/8/2020 12:48	Carpeta de archivos		
E75HP	12/8/2020 12:51	Carpeta de archivos		

*Nota.* En el gráfico se observan las carpetas correspondientes a cada tipo de motor en donde se guardan las proformas.

- **Motores**

En esta sección se pueden conocer las características de los motores existentes en la asociación para lo cual se empieza determinando el tipo de motor del que se necesite información.

Se continúa dando clic en Ficha técnica o Diagrama de componentes para entrar y poder visualizar estos detalles.

### Figura 60

*Selección de ficha técnica o diagrama de componentes*



*Nota.* En el gráfico se observa la selección de los diferentes tipos de motores para entrar a visualizar tanto las fichas técnicas como los diagramas de componentes.

- **Proveedores y Servicios**

Aquí se puede encontrar los contactos tanto de proveedores de repuestos como de proveedores de servicios para motores fuera de borda.

## Figura 61

*Datos de contactos de los proveedores de repuestos y servicios*



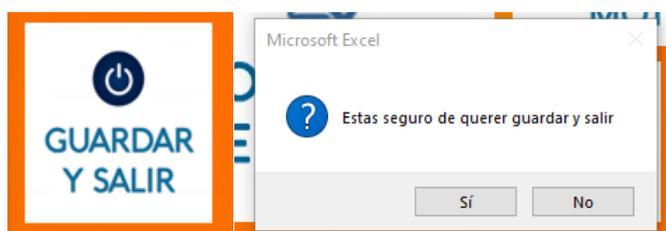
*Nota.* En el gráfico se observa el cuadro de texto con los datos respectivos del proveedor de repuestos y accesorios recomendado.

- **Guardar y Salir**

Una vez concluidas las actividades en el programa haciendo clic en el botón “GUARDAR Y SALIR” se desplegará una ventana en donde si se está seguros de querer salir se dará clic en “SI” guardando todo lo realizado cerrándose el programa.

## Figura 62

*Cuadro de dialogo antes de salir del programa*



*Nota.* En el gráfico se observa el cuadro de dialogo que se muestra para confirmar si se desea salir o no del programa de mantenimiento preventivo.

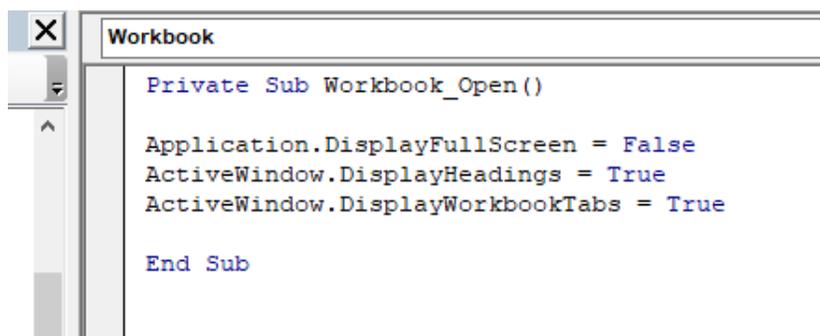
### 3.2.5 Ejecución del programa de mantenimiento programado

Si se desea realizar cambios en la interfaz del programa, personalizar pantallas, agregar nuevas secciones o modificarlo para su uso en otra asociación, es necesario contar en el programa Microsoft Excel en sus versiones 2016, 2019 o 365 con la opción de programador y el modo diseño activados.

Antes de empezar una modificación de cualquier tipo es necesario ingresar a Visual Basic con la combinación de teclas alt+f11 y dirigirse a el apartado de hojas en la sección ThisWorkbook en donde se deberá cambiar las palabras False por True y las palabras True por False. Hecho esto se da clic en guardar y se cierra Visual Basic observando que ya se encuentran habilitadas todas las opciones de creación y navegación de Excel.

**Figura 63**

*Sección ThisWorkbook de Visual Basic*



```
Private Sub Workbook_Open()  
Application.DisplayFullScreen = False  
ActiveWindow.DisplayHeadings = True  
ActiveWindow.DisplayWorkbookTabs = True  
End Sub
```

*Nota.* En el gráfico se observa el ThisWorkbook de Visual Basic en donde se realizan los cambios antes de empezar a modificar el programa de mantenimiento preventivo.

- **Agregar nueva embarcación**

Si se requiere agregar nuevas embarcaciones se tiene que dirigir a la hoja BaseDeDatosRD e identificar la tabla de embarcaciones y motores.

**Figura 64**

*Base de datos de embarcaciones y motores*

EMBARCACION	MOTORES	Nombres	Suma horas
ARIAS 1	YAMAHA E40 HP	ARIAS 2	1,5
ARIAS 2	YAMAHA E48 HP	BRISAS DEL LAGO	42,5
BRISAS DEL LAGO	YAMAHA E40 HP	CHOCON 2	3,5
CHOCON 1	YAMAHA 2 HP	EL CRUCERO	12
CHOCON 2	YAMAHA 2 HP	LA GARCITA	10
CHOCON 3	YAMAHA 2 HP	ORCA 1	5,5
CHOCON 4	YAMAHA 2 HP	CHOCON 1	3,5
CORALITO	YAMAHA E40 HP	ARIAS 1	2,5
CRUCERO IMPAKUCHA	YAMAHA E75 HP	CHOCON 3	4
EL CRUCERO	YAMAHA E40 HP	CHOCON 4	4
LA GARCITA	YAMAHA E40 HP	CRUCERO IMPAKUCHA	5
ORCA 1	YAMAHA E40 HP	CORALITO	112
ORCA 2	JOHNSON	<b>Total general</b>	<b>206</b>
PAISA	YAMAHA E40 HP		

*Nota.* En el gráfico se observa las tablas de la base de datos de embarcaciones y motores utilizados en programa de mantenimiento preventivo.

Se debe ubicar en la última celda de la tabla y se procede a agregar el motor de la embarcación y el nombre de esta, para después presionar la tecla enter y la tabla automáticamente se ordenará en forma alfabética. Con esto además se incluyen los nuevos datos agregados en los iconos de lupas de selección de embarcación que se tiene en el programa.

**Figura 65**

*Nueva embarcación agregada a la base de datos*

EMBARCACIÓN	MOTORES	EMBARCACIÓN	MOTORES
ARIAS 1	YAMAHA E40 HP	AMANCER DEL LAGO	YAMANA E48 HP
ARIAS 2	YAMAHA E48 HP	ARIAS 1	YAMAHA E40 HP
BRISAS DEL LAGO	YAMAHA E40 HP	ARIAS 2	YAMAHA E48 HP
CHOCÓN 1	YAMAHA 2 HP	BRISAS DEL LAGO	YAMAHA E40 HP
CHOCÓN 2	YAMAHA 2 HP	CHOCÓN 1	YAMAHA 2 HP
CHOCÓN 3	YAMAHA 2 HP	CHOCÓN 2	YAMAHA 2 HP
CHOCÓN 4	YAMAHA 2 HP	CHOCÓN 3	YAMAHA 2 HP
CORALITO	YAMAHA E40 HP	CHOCÓN 4	YAMAHA 2 HP
CRUCERO IMPAKUCHA	YAMAHA E75 HP	CORALITO	YAMAHA E40 HP
EL CRUCERO	YAMAHA E40 HP	CRUCERO IMPAKUCHA	YAMAHA E75 HP
LA GARCITA	YAMAHA E40 HP	EL CRUCERO	YAMAHA E40 HP
ORCA 1	YAMAHA E40 HP	LA GARCITA	YAMAHA E40 HP
ORCA 2	JOHNSON	ORCA 1	YAMAHA E40 HP
PAISA	YAMAHA E40 HP	ORCA 2	JOHNSON
AMANCER DEL LAGO	YAMANA E48 HP	PAISA	YAMAHA E40 HP

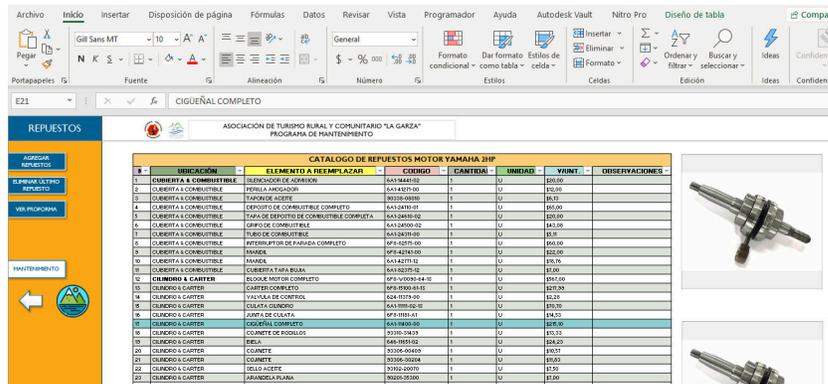
*Nota.* En el gráfico se observa las tablas antes y después de agregar una nueva embarcación con su respectivo motor.

- **Actualizar el precio de los repuestos**

Si lo que se desea hacer es actualizar el precio de algún repuesto, se tiene que dirigir a la hoja correspondiente a los repuestos del tipo de motor que se necesita modificar y seleccionar el repuesto en cuestión.

Figura 66

Selección del repuesto a ser modificado



Nota. En el gráfico se observa la selección de un repuesto para posteriormente actualizar su precio.

Se tiene que ubicar en la celda correspondiente al valor de este, se da doble clic y se ingresa el nuevo costo para proceder a presionar la tecla enter con lo cual se guardara este cambio.

Figura 67

Datos de un repuesto antes y después de ser modificados

CILINDRO & CARTER	CULATA CILINDRO	6A1-11111-02-1S	1	U	\$70.70
CILINDRO & CARTER	JUNTA DE CULATA	6FB-11181-A1	1	U	\$14.53
CILINDRO & CARTER	CIGUEÑAL COMPLETO	6A1-11400-00	1	U	\$215.10
CILINDRO & CARTER	COJINETE DE RODILLOS	93310-31439	1	U	\$13.33
CILINDRO & CARTER	BIELA	646-11651-02	1	U	\$24.23

CILINDRO & CARTER	CULATA CILINDRO	6A1-11111-02-1S	1	U	\$70.70
CILINDRO & CARTER	JUNTA DE CULATA	6FB-11181-A1	1	U	\$14.53
CILINDRO & CARTER	CIGUEÑAL COMPLETO	6A1-11400-00	1	U	\$220.00
CILINDRO & CARTER	COJINETE DE RODILLOS	93310-31439	1	U	\$13.33
CILINDRO & CARTER	BIELA	646-11651-02	1	U	\$24.23

Nota. En el gráfico se observa una tabla de repuestos antes y después de realizar la actualización de su precio.

- **Personalizar proformas u ordenes de trabajo y su formato de guardado**

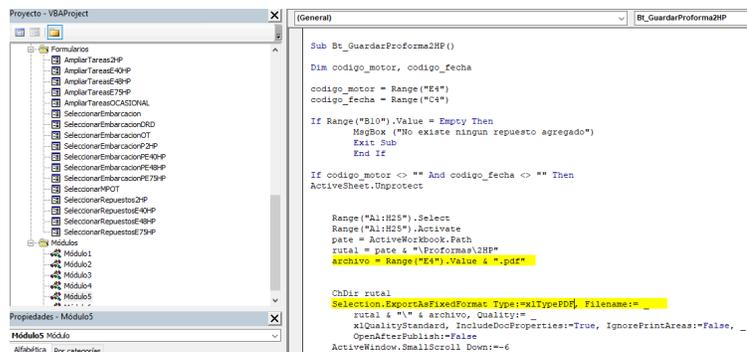
Para personalizar las proformas o la orden de trabajos se tiene que dirigir a las hojas correspondientes a estas y con las diferentes opciones de Excel se puede modificar los textos, cambiar el formato de las celdas, cambiar colores, cambiar el estilo de las tablas, editar encabezados, cambiar logotipos, agregar notas y muchas opciones más.

Aquí hay que recordar que el programa guarda tanto las proformas como las ordenes de trabajo en formato PDF, pero si se necesitase guardarlas en otro formato debido a no contar con un lector pdf es posible guardarlas en formato XPS, el cual se lo puede visualizar en cualquier computadora sin programas adicionales.

Entonces se ingresa a Visual Basic, se busca el módulo 5 para las proformas o el módulo 6 para el caso de las ordenes de trabajo y se cliquea para entrar en este. Una vez adentro se busca el sub modulo "Sub Bt\_Guardar..." y se identifica la sección del código correspondiente al formato con el que se guarda el archivo.

Figura 68

Código del formato de guardado de proformas y ordenes de trabajo



```

Sub Bt_GuardarProforma2HP ()
Dim codigo_motor, codigo_fecha
codigo_motor = Range("E4")
codigo_fecha = Range("C4")

If Range("B10").Value = Empty Then
MsgBox ("No existe ningun repuesto agregado")
Exit Sub
End If

If codigo_motor <> "" And codigo_fecha <> "" Then
ActiveSheet.Unprotect

Range("A1:H25").Select
Range("A1:H25").Activate
pate = ActiveWorkbook.Path
rutal = pate & "\Proformas\2HP"
archivo = Range("E4").Value & ".pdf"

ChDir rutal
Selection.ExportAsFixedFormat Type:=xlTypePDF, Filename:= _
rutal & "\" & archivo, Quality:= _
xlQualityStandard, IncludeDocProperties:=True, IgnorePrintAreas:=False, _
OpenAfterPublish:=False
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-6

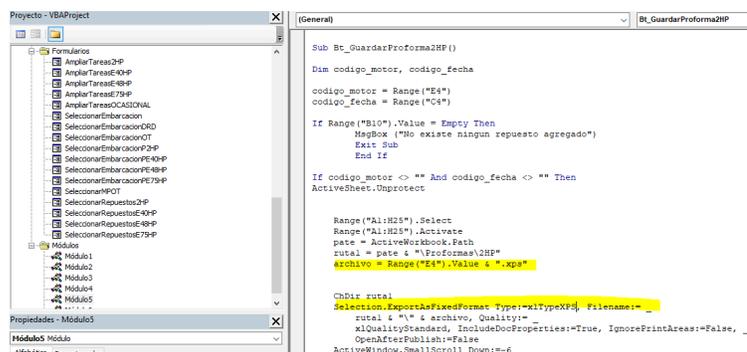
```

Nota. En el gráfico se observan las líneas de código correspondientes a establecer el formato de guardado de las ordenes de trabajo y proformas.

Y se cambia pdf por xps en las dos líneas de código que se pueden observar en la imagen anterior, hecho esto se guarda, se cierra Visual Basic y se puede continuar usando el programa y guardando proformas y ordenes en este nuevo formato.

Figura 69

Código después de cambiar el formato de guardado de proformas y ordenes de trabajo



```

Sub Bt_GuardarProforma2HP ()
Dim codigo_motor, codigo_fecha
codigo_motor = Range("E4")
codigo_fecha = Range("C4")

If Range("B10").Value = Empty Then
MsgBox ("No existe ningun repuesto agregado")
Exit Sub
End If

If codigo_motor <> "" And codigo_fecha <> "" Then
ActiveSheet.Unprotect

Range("A1:H25").Select
Range("A1:H25").Activate
pate = ActiveWorkbook.Path
rutal = pate & "\Proformas\2HP"
archivo = Range("E4").Value & ".xps"

ChDir rutal
Selection.ExportAsFixedFormat Type:=xlTypeXPS, Filename:= _
rutal & "\" & archivo, Quality:= _
xlQualityStandard, IncludeDocProperties:=True, IgnorePrintAreas:=False, _
OpenAfterPublish:=False
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-6

```

Nota. En el gráfico se observan las líneas de código correspondientes al cambio de formato de guardado de las ordenes de trabajo y proformas de pdf a xps.

- **Modificar nombres de la asociación**

En un caso más grande en el que se quiera modificar el programa para que sea utilizado por otra asociación que cuente con los mismos motores, se inicia por cambiar el nombre de la asociación, para lo cual se desprotegen la hoja MENU, dando clic derecho en esta y seleccionando desproteger hoja, se debe mencionar que al terminar las modificaciones es recomendable volver a proteger esta hoja.

### Figura 70

*Desproteger hoja del programa de mantenimiento preventivo*



*Nota.* En el gráfico se observa la forma para desproteger una hoja de Excel antes de empezar a modificarla.

Con esto ya se puede modificar el cuadro de texto correspondiente al nombre de la asociación así como eliminar o cambiar logotipos y colores.

**Figura 71**

*Cambio del diseño de la pantalla inicial*



*Nota.* En el gráfico se observa una modificación realizada en el diseño del espacio dedicado al nombre de asociación.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS**

#### **4.1 Análisis del estudio los parámetros característicos de los motores marinos**

Luego de haber realizado las tareas de mantenimiento tanto preventivo como correctivo a los motores marinos de la ASC.TRC. “La Garza” se obtuvo una visión más clara del cuidado que se les ha estado dando a estos, el cual no ha venido siendo el más apropiado debido al desconocimiento de los miembros de la asociación acerca de los correctos procesos de mantenimiento o falta de acceso a repuestos originales Yamaha, que en el lugar en donde estos desarrollan sus actividades son escasos. Esto ha provocado que los motores marinos presenten un excesivo desgaste haciéndose necesario el mantenimiento preventivo en todos los casos y correctivos en otros.

Por medio de esto se pudo analizar las necesidades de mantenimiento para que el plan de mantenimiento preventivo programado cuente con todas las funciones necesarias para ayudar a la asociación a llevar un mejor control del su parque automotor marítimo y elevar en un 50% la eficacia de los procesos de mantenimiento y del control de sus actividades diarias.

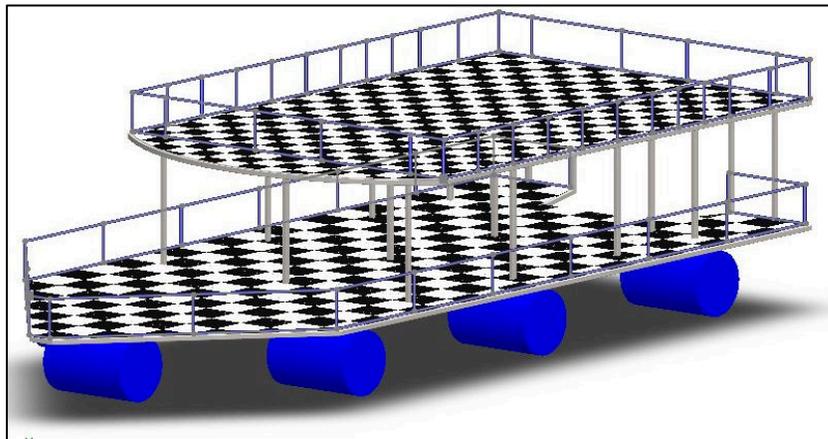
#### **4.2 Estudio estructural y motriz del Crucero Impakucha**

Mediante el estudio estructural se pudo analizar el comportamiento de la estructura en diferentes casos en los que estaba sometida a esfuerzos con el fin de

determinar si el diseño artesanal de la estructura es el adecuado para los servicios que presta y cuál es la carga máxima que soporta, sin que afecte su integridad estructural y la del motor Náutico.

### Figura 72

*Diseño en computador del crucero Impakucha*



*Nota.* En el gráfico se observa el diseño del crucero Impakucha realizado en el software SolidWorks.

#### 4.2.1 Simulación estructural del Crucero Impakucha

En el estudio estructural se pudo analizar el comportamiento de la estructura en diferentes casos en los que estaba sometida a esfuerzos con el fin de determinar si el diseño de la estructura es el adecuado y cuál es la carga máxima que soporta, sin que afecte su integridad estructural y la del motor fuera de borda

### **4.3 Análisis estructural del Crucero Impakucha**

Posterior a la simulación estructural se logró determinar los siguientes resultados en diferentes escenarios en los cuales se realizó una variación en la carga y distribución del peso en la superficie de la planta inferior como superior del crucero.

#### **4.3.1 Construcción del Crucero Impakucha en base a parámetros empíricos**

Para la simulación inicial se consideró los parámetros de carga que el fabricante del crucero empíricamente determinó que serían los máximos de resistencia estructural y de correcta operatividad de la embarcación.

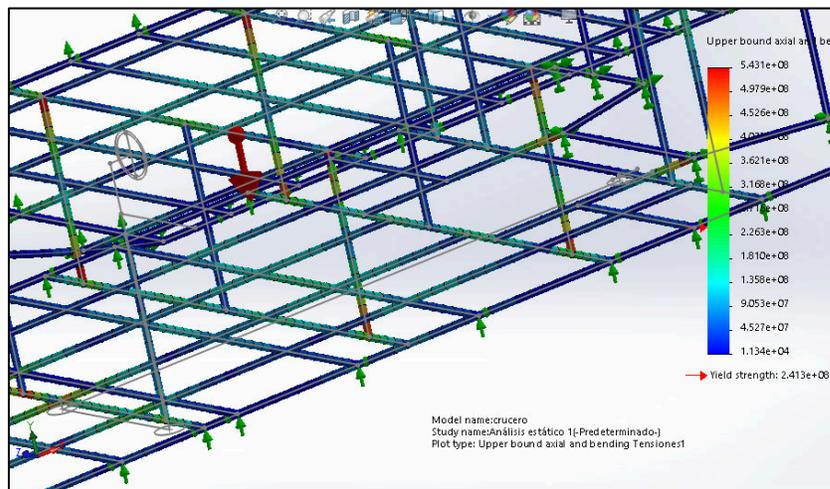
- **Tensión generada**

En esta primera simulación se toma en cuenta los parámetros de resistencia estructural dados por el fabricante en los que la estructura va a ser sometida a un peso combinado de 100 personas, las cuales tienen un peso promedio de 70 Kg, lo cual nos da una carga de 83790 N, considerando también el peso del motor que es de 150 Kg.

Bajo estas condiciones se puede notar que hay secciones donde el esfuerzo que sufre la estructura es de  $5.431 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  lo cual es un indicativo de una posible falla ya que está por encima del límite de fluencia del material.

**Figura 73**

*Tensión estructural en la primera simulación*



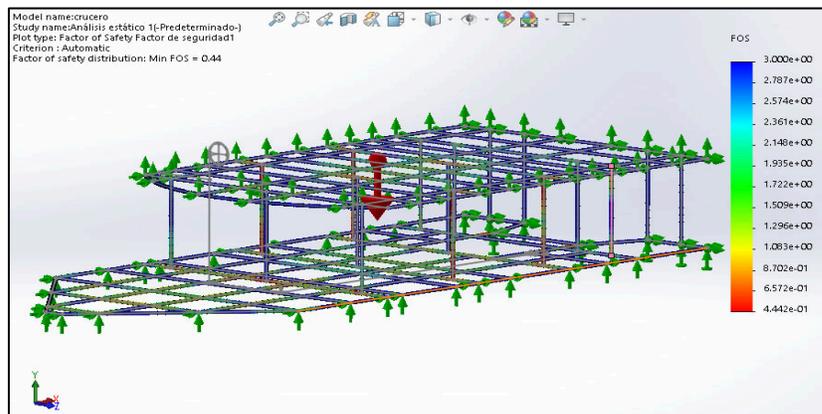
*Nota:* La figura muestra la tensión que sufre la estructura con la carga sugerida por el fabricante.

- **Factor de Seguridad**

Conforme la carga a la que está sometida la estructura aumenta o disminuye, de igual manera lo hará el factor de seguridad, en este caso con una carga de 100 personas el factor de seguridad es igual a 0.44 lo cual está muy por debajo del límite permitido para estructuras sometidas a esfuerzos y cargas, esto hace que la estructura sea teóricamente insegura para la carga que el fabricante considero, es la máxima que puede soportar.

**Figura 74**

*Factor de seguridad en la primera simulación*



*Nota:* En la figura podemos notar el factor de seguridad bajo las condiciones iniciales que el fabricante recomendó.

#### **4.3.2 Estructura del Crucero Impakucha bajo condiciones máxima de resistencia**

En esta segunda simulación se redujo el número de personas que podría transportar el crucero para que de esta manera sea estructuralmente fiable, ya que de los datos obtenidos en la primera simulación se concluyó que la estructura era incapaz de soportar el peso el cual el fabricante sugirió sería el máximo permitido.

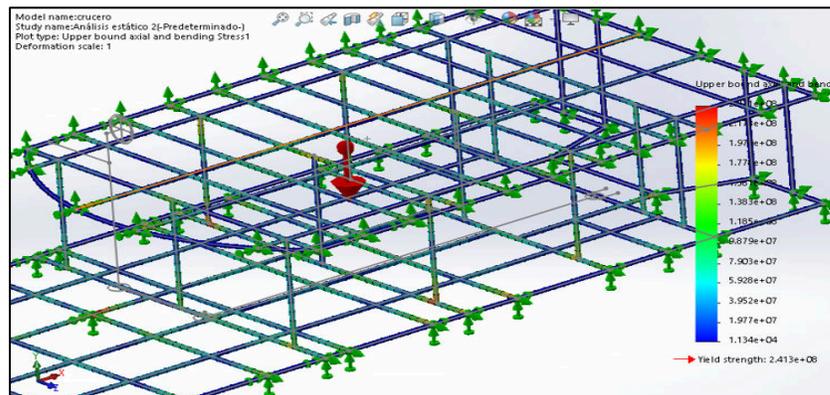
- **Tensión generada**

En la segunda simulación se considera que la estructura va a estar sometida al peso combinado de 80 personas, lo cual nos da una carga de 56350 N, considerando también el peso del motor que es de 150 Kg.

La tensión presente en cada miembro estructural nos indica que hay un mayor esfuerzo en las uniones verticales tanto en la parte superior como inferior lo cual puede detonar una posible falla en la unión de soldada como también en la sección de la estructura adyacente a la soldadura ya que el esfuerzo máximo al que está sometida en este caso es de  $2.413 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ .

**Figura 75**

*Tensión estructural en la segunda simulación*



*Nota:* La figura muestra la tensión que sufre la estructura una vez disminuida la carga sugerida por el fabricante.

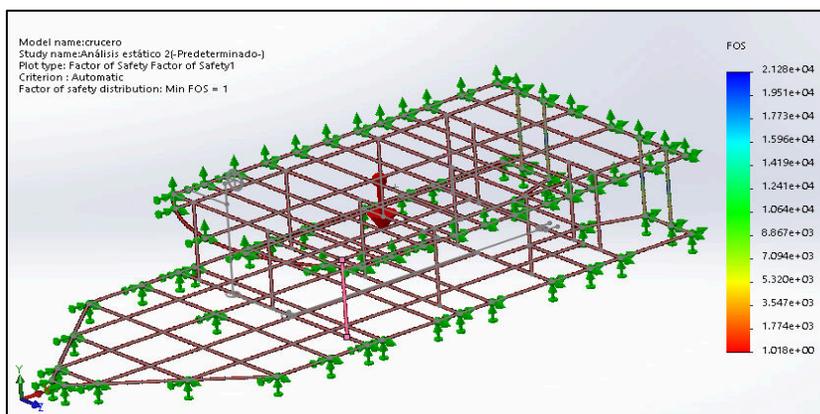
- **Factor de Seguridad**

Respecto al factor de seguridad en la segunda simulación, con una carga de 56350 N generada por el peso de 80 personas el factor de seguridad es igual a 1, este valor se puede evidenciar que está presente en cada una de las secciones de toda la estructura esto quiere decir que cada sección estructural está en un correcto balance de sus cargas pero a su vez este valor es el mínimo de seguridad que puede brindar un

miembro estructural, por lo tanto esto nos indica que la carga máxima no debe superar los 56350 N.

## Figura 76

### *Factor de seguridad en la segunda simulación*



*Nota:* En la figura se puede notar el factor de seguridad bajo las nuevas condiciones de carga.

### **4.3.3 Escenario de riesgo del Crucero Impakucha con distribución de la carga concentrada en la proa**

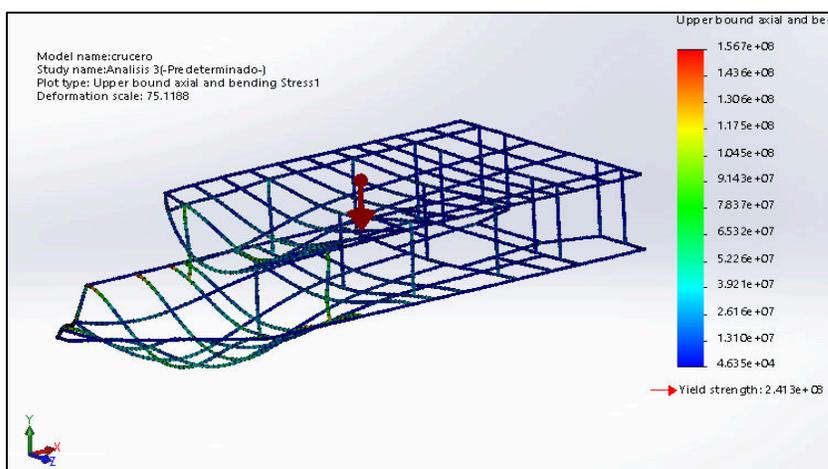
Uno de los casos los cuales también se analizó es acerca de la distribución no uniforme del peso en toda la superficie de la planta inferior y superior de la embarcación, ya que uno de los problemas recurrentes en el transporte de pasajeros es la concentración del peso en determinadas áreas del crucero en este caso en la proa.

Si la distribución del peso está solamente concentrada en la parte frontal o la proa del crucero el mayor esfuerzo se localizará en las juntas de soldadura y miembros

estructurales delanteros siendo los que estarán sometidos a un esfuerzo máximo de hasta  $1.567 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ .

**Figura 77**

*Carga ubicada en la proa de la embarcación*



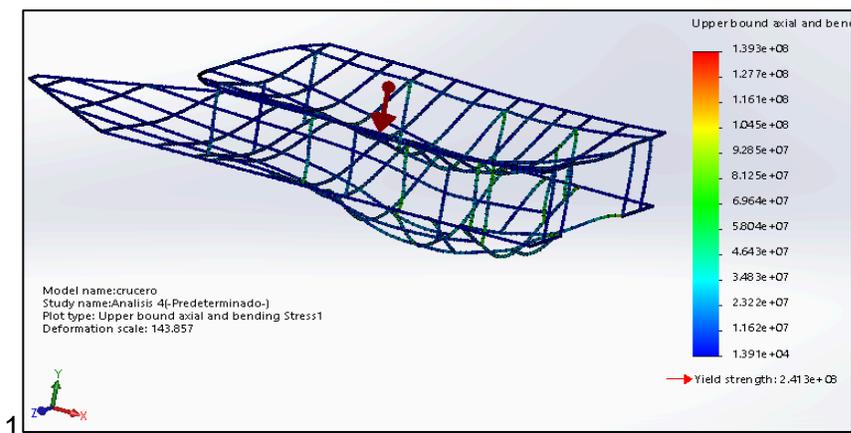
*Nota:* La figura nos muestra la ubicación de los esfuerzos máximos a los que se somete en este tipo de distribución de la carga.

#### 4.3.4 Escenario de riesgo del Crucero Impakucha con distribución de la carga concentrada en la popa

Si la distribución del peso esta solamente concentrada en la parte posterior o la popa de la embarcación ocurrirá lo mismo que cuando la carga está presente en la proa es decir que el esfuerzo se concentrara mayormente en los miembros estructurales y uniones soldadas traseras presentando en los puntos de mayor tensión un valor igual a  $1.393 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , lo cual puede ser un detonante de una rotura o falla si es sometido a esta distribución de carga por tiempos demasiados prolongados.

**Figura 78**

*Carga ubicada en la popa de la embarcación*



*Nota:* La figura nos muestra la ubicación de los esfuerzos máximos a los que se somete cuando la distribución de la carga está concentrada en la popa del crucero.

#### 4.4 Interpretación de resultados del análisis estructural del Crucero Impakucha

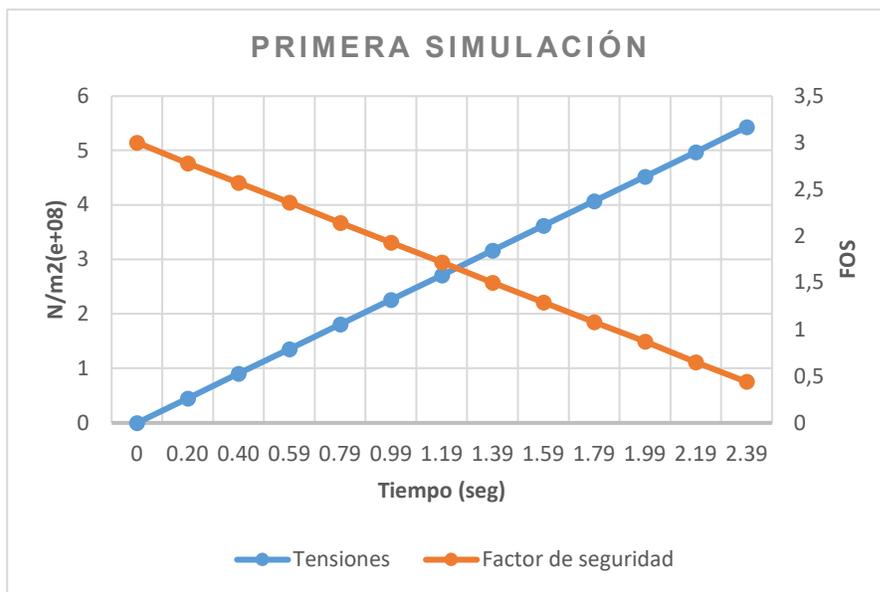
En base a los resultados obtenidos en las simulaciones, bajo las condiciones de cada uno de los diferentes escenarios a los que puede estar sometido el crucero se obtuvo varias conclusiones en cuanto al comportamiento de la estructura bajo los distintos ambientes de carga.

##### 4.4.1 Construcción del Crucero Impakucha en base a parámetros empíricos

Conforme la tensión aplicada va aumentando progresivamente, el factor de seguridad es inversamente proporcional a la tensión aplicada, por lo tanto el mismo disminuye a lo largo de un periodo de tiempo.

Figura 79

Variación de tensión y Factor de seguridad

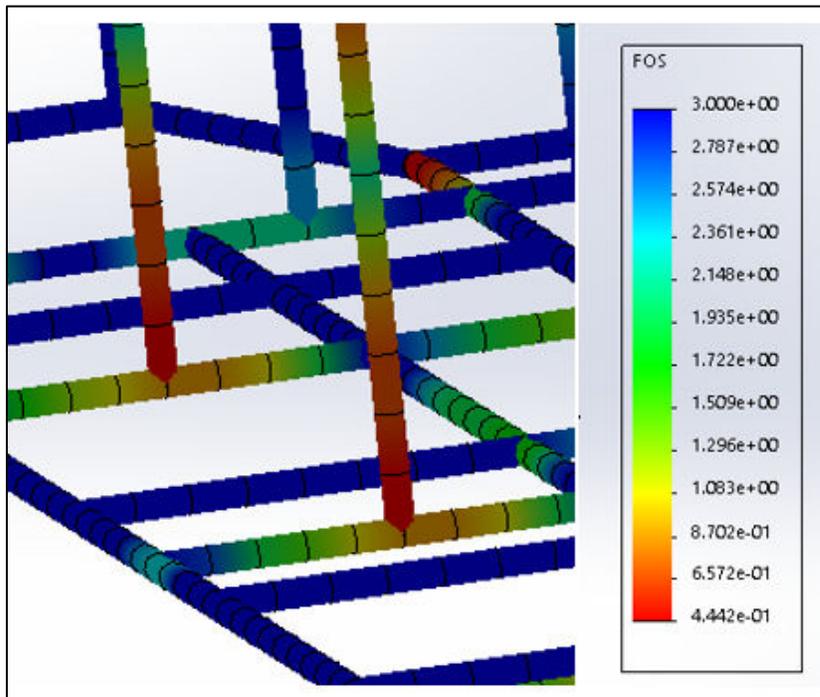


*Nota:* El gráfico muestra como varía la tensión y el factor de seguridad en un periodo de tiempo.

Los elementos estructurales que tienen un mayor esfuerzo son las vigas transversales y las juntas soldadas, mayormente en la parte central con un valor cercano a  $5.431 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  en cada sección tanto en la planta superior como inferior, esto indica una posible deficiencia estructural.

**Figura 80**

*Variación del Factor de seguridad*



*Nota:* El gráfico muestra como varía el factor de seguridad en diferentes puntos de la estructura.

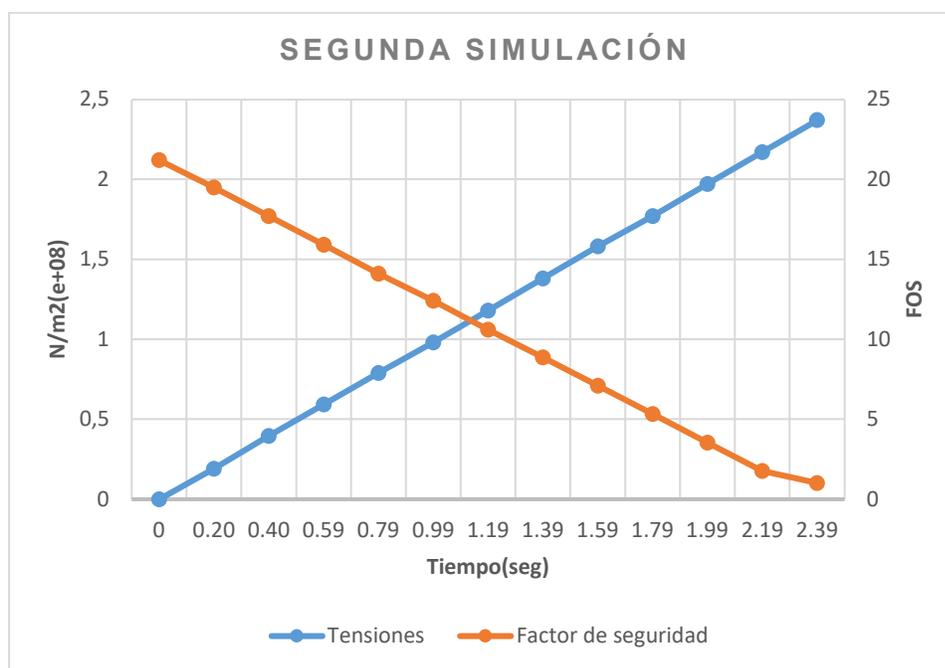
Debido a que el factor de seguridad que nos da el software después de la simulación es 0.44, lo cual es menor al valor estándar recomendado de  $FOS > 1$  (Tabla 9), se concluye que no es recomendable que el crucero este sometido a la carga de una cantidad igual o mayor a 83790 N, ya que nos da una seguridad estructural que oscila el 14,66% y esto hace muy probable que pueda presentar una falla estructural ya que provoca que los miembros estructurales superen el límite de fluencia de  $2.413 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  que el programa recomienda para el material utilizado en la simulación y este esfuerzo excesivo hace que el material pase de su zona elástica a su zona plástica.

#### 4.4.2 Estructura del Crucero Impakucha bajo condiciones máxima de resistencia

En la segunda simulación se puede notar que los parámetros varían inversamente proporcional uno respecto otro, pero ahora se mantiene dentro de los límites de fluencia y de seguridad los cuales son un indicativo de que la estructura va a soportar el esfuerzo al que va a ser sometida.

**Figura 81**

*Variación de tensión y Factor de seguridad*



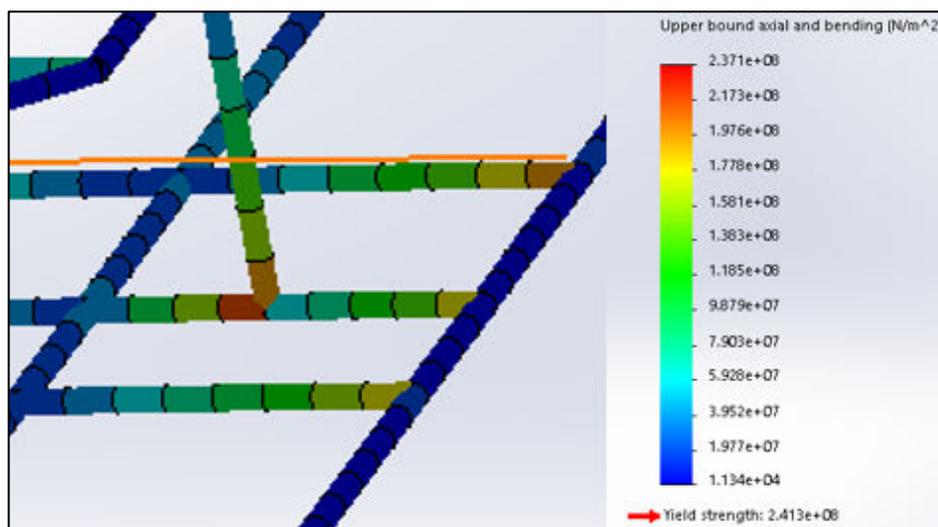
*Nota:* El gráfico muestra como varía la tensión y el factor de seguridad en un periodo de tiempo.

Se puede apreciar que los resultados mostrados en la figura nos indican que el esfuerzo está mayormente concentrado en las vigas transversales y uniones de

soldadura las cuales sufren una flexión igual a  $2.371 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  el cual es un valor menor comparado a los  $5.431 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  que eran aplicados con el peso de 100 personas, esta tensión se localiza principalmente en la parte central de cada miembro estructural tanto en la planta superior como inferior. Esto indica un posible sobreesfuerzo estructural en la parte central de la planta inferior y superior.

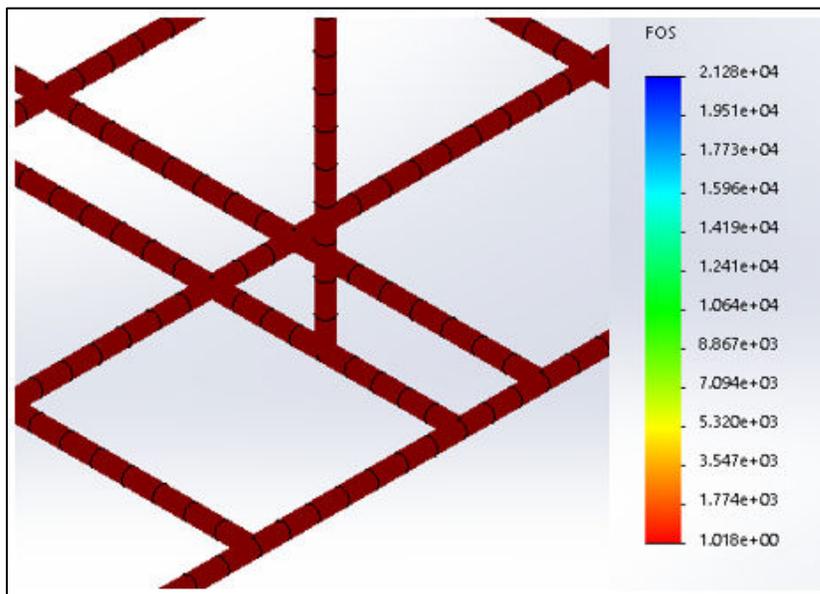
## Figura 82

### Variación de Tensión



*Nota:* El gráfico muestra como varía la tensión en diferentes puntos de la estructura.

En lo que se refiere al factor de seguridad se puede apreciar en la figura 83 que el esfuerzo está uniformemente distribuido en cada uno de los miembros estructurales lo cual es adecuado pero la carga de 56350 N que fue aplicada en esta simulación lleva al FOS al límite.

**Figura 83***Factor de seguridad*

*Nota:* El gráfico muestra como varía el factor de seguridad en diferentes puntos de la estructura.

Es posible notar que el valor del factor de seguridad obtenido con los datos en la segunda simulación es igual 1, lo cual brinda una seguridad estructural de 33% por lo tanto aún sigue siendo poco fiable además este valor es el límite estándar para estructuras antes de presentar una falla (Tabla 9), en el diseño de estructuras por lo general se recomienda que el factor de seguridad se encuentre entre 2 y 4 puesto que así se garantiza que el diseño de la estructura es fiable y que no se encuentra sobredimensionada aunque siempre hay consideraciones adicionales que hacen que el factor de seguridad varíe según el área a la que este orientado el diseño de una estructura. Por lo tanto el cruce tiene una capacidad máxima de 80 personas pero se recomienda que el número de pasajeros permitidos sea inferior ya que así el factor de

seguridad incrementara exponencialmente brindando una total fiabilidad en esta estructura cuando el factor de seguridad es igual a 2,12.

#### 4.4.3 Escenario de riesgo del Crucero Impakucha con distribución de la carga concentrada en la proa

Cuando el peso esta solamente focalizado en la proa de la embarcación provoca que las juntas soldadas tengan un esfuerzo de  $1.567 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  lo cual está por debajo del límite de fluencia del material, pero no significa que no pueda presentar una falla si es sometida por tiempos muy prolongados a este tipo de distribución de carga.

**Figura 84**

*Variación de tensión de la carga en la proa*

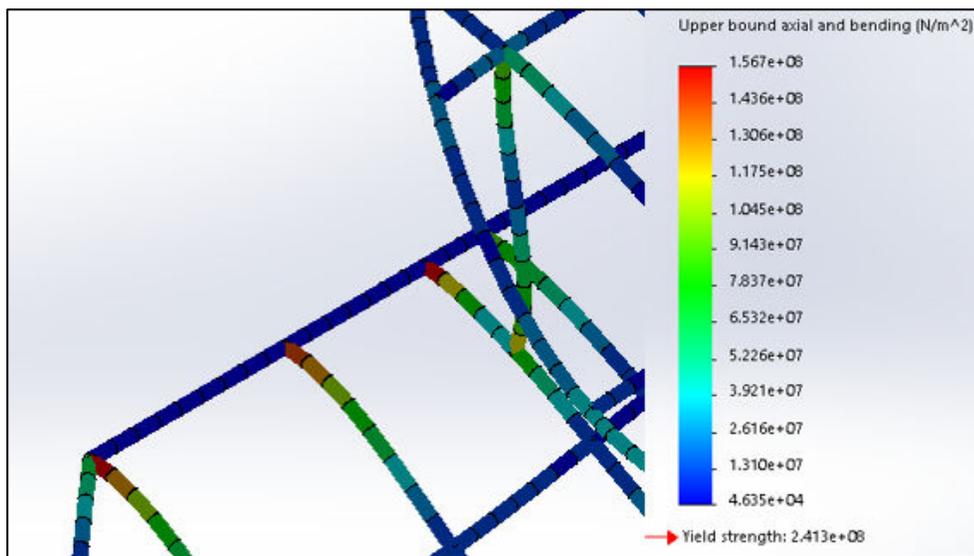


*Nota:* El gráfico muestra como varía la tensión en un periodo de tiempo.

Esto hace que los esfuerzos se concentren mayormente en las juntas de soldadura de los miembros estructurales del contorno de la planta inferior siendo un indicativo de esfuerzo excesivo.

### Figura 85

*Puntos de concentración de esfuerzos en la proa*



*Nota:* La figura muestra como varía la tensión en la proa en diferentes puntos de esta.

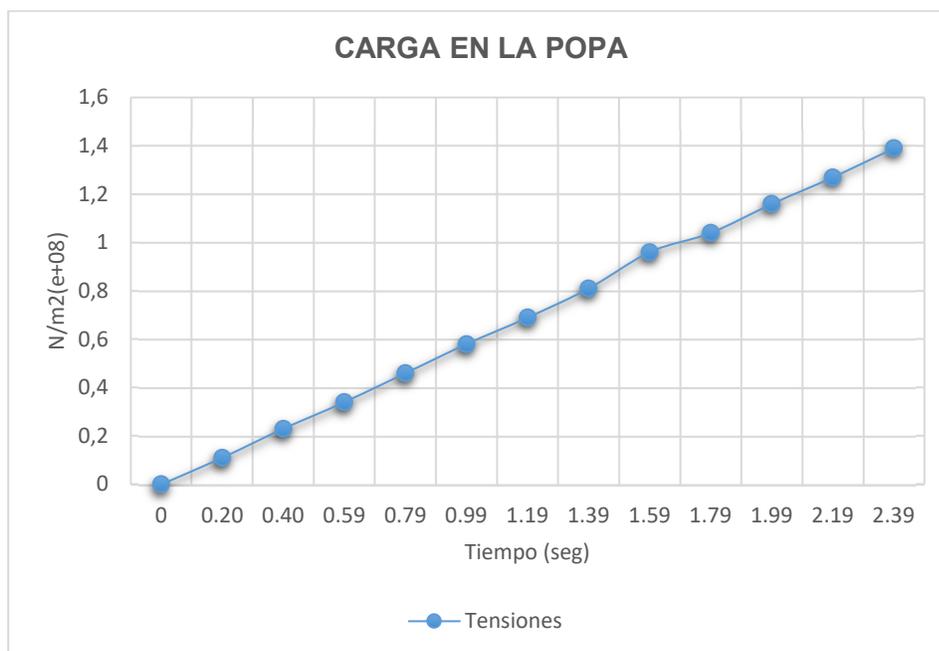
Además si la distribución del peso esta solamente concentrada en la parte frontal o la proa del crucero ocasionará que su parte posterior o popa se levante y el motor quede suspendido imposibilitando el transporte de pasajeros, por esta razón no es recomendable esta forma de distribución del peso.

#### 4.4.4 Escenario de riesgo del Crucero Impakucha con distribución de la carga concentrada en la popa

Si la distribución del peso esta solamente concentrada en la parte posterior o la popa del crucero provocará que las juntas de soldadura de la parte posterior tengan un exceso de carga es decir  $1.567 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  para el punto de mayor concentración de esfuerzo y esto puede provocar una ruptura en el miembro estructural o la soldadura adyacente.

**Figura 86**

*Variación de tensión de la carga en la popa*

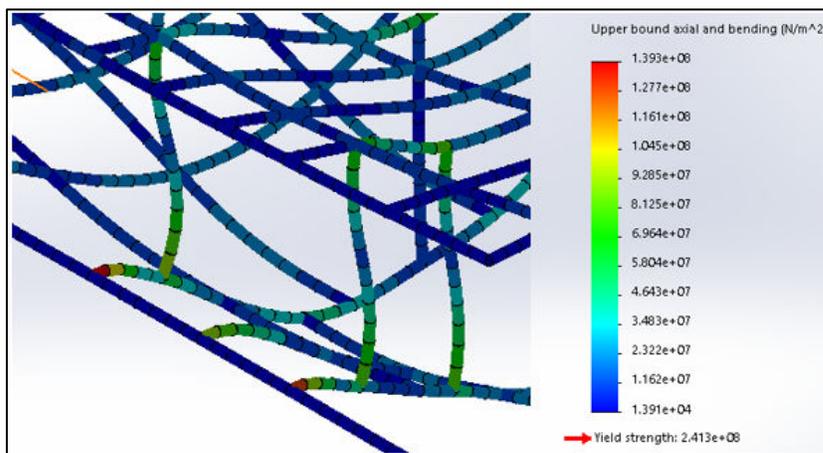


*Nota:* El gráfico muestra como varía la tensión en un periodo de tiempo.

Esto hace que los esfuerzos se concentren mayormente en las juntas de soldadura de los miembros estructurales del contorno de la planta inferior trasera siendo una señal de esfuerzo excesivo.

### Figura 87

*Puntos de concentración de esfuerzos en la popa*



*Nota:* La figura muestra como varía la tensión en la proa en diferentes puntos de esta.

Si la distribución del peso esta solamente concentrada en la parte posterior o la popa del crucero ocasionaran que su parte frontal o proa se levante y el motor quede demasiado sumergido o en ocasiones el agua entre en la cubierta del crucero lo cual imposibilita el transporte de pasajeros y podría hundir la nave.

#### 4.5 Propuesta del estudio del tren motriz

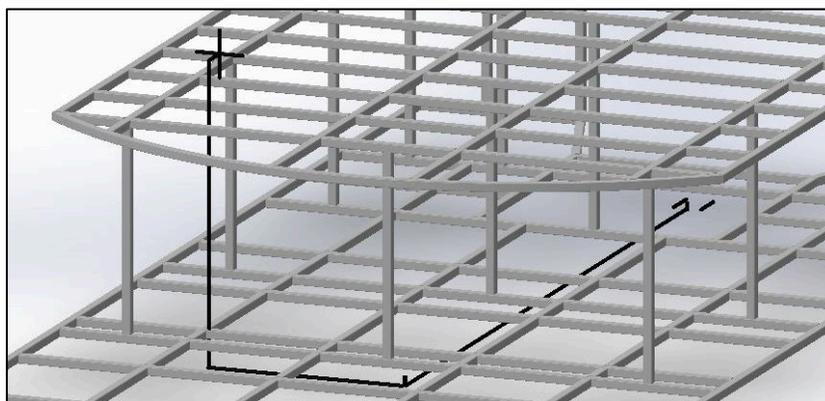
Tomando en cuenta las necesidades de la ASC.TRC.LG y con el fin de solventar una de sus dudas acerca de la implementación de un sistema de control para tripular la

embarcación desde un puesto de mando ubicado en la parte superior del crucero se optó por proponer el estudio para la implementación de un sistema de control motriz utilizando el principio de dirección mediante la utilización de engranes y ejes los cuales transmitirán el movimiento desde el timón hasta el motor, para de esta manera hacer más versátil el manejo del crucero.

El crucero Impakucha al no contar con un sistema para el manejo y control de la embarcación desde una ubicación en la que pueda tripular la misma, se tomó en cuenta la utilización de un sistema de engranes, basado en el principio de funcionamiento del sistema de dirección de los vehículos convencionales.

### Figura 88

*Vista diagonal frontal de la ubicación del sistema de transmisión de movimiento*



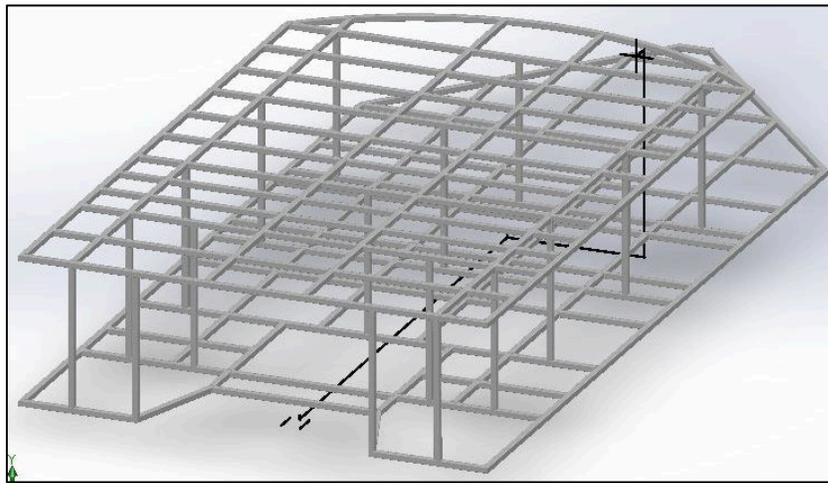
*Nota:* El gráfico muestra estaría ubicado el sistema de transmisión de movimiento en el crucero Impakucha.

Bajo estos lineamientos se adecuarían engranajes helicoidales y rectos ya que los engranajes helicoidales ayudaran a cambiar el ángulo de giro el cual será

transmitido a un eje, el cual en su otro extremo contara con otro engranaje des mismo tipo, y bajo el mismo principio se transmitirá eventualmente el movimiento hasta el motor.

### Figura 89

*Vista posterior de la ubicación del sistema de transmisión de movimiento*



*Nota:* El gráfico muestra como estaría ubicado un sistema de transmisión de movimiento en el cruceo Impakucha.

También se consideró un sistema de transmisión de movimiento mixto, es decir una combinación entre un sistema de poleas y uno de engranajes, el cual ayudaría a disminuir el peso que conllevaría implementar un sistema con ejes rígidos, además que ayudaría a que el movimiento sea transmitido con mayor facilidad y menor esfuerzo del conductor, ya que entre más extenso y pesado sea el sistema mayor será la dificultad para navegar la embarcación.

Por todos estos aspectos se hace imperativa la investigación acerca de la implementación de un sistema de control el cual sea viable y no dificulte el manejo del crucero.

#### 4.6 Adecuación y seguridad del crucero

Con el objetivo de garantizar que el transporte de pasajeros sea lo más seguro posible en base a la reglamentación náutica vigente para embarcaciones de agua dulce se consideró adecuar la instalación de luminarias para el uso nocturno del crucero, la cual está ubicada en puntos clave de este, desde los cuales se obtiene un rango de visión apropiado, para que el operador de la nave logre movilizarse y pueda atracar en el puerto sin ningún tipo de riesgo por falta de visibilidad y para que los usuarios se movilicen sin problemas de visibilidad.

#### Figura 90

*Panes solares y reflectores utilizados en la Iluminación del crucero Impakucha*



*Nota.* En el gráfico se observa las ubicaciones de instalación tanto de los paneles solares como de los reflectores de la planta inferior y frontal del crucero Impakucha.

**Figura 91***Iluminación frontal para la movilidad del crucero Impakucha*

*Nota.* En el gráfico se observa el reflector ubicado en la parte frontal del crucero Impakucha.

Se implementó iluminación tanto en la planta inferior como superior del crucero para la visibilidad de los tripulantes y de esta manera brindar mayor seguridad a los mismos y que la ASC.TRC.LG ofrezca un servicio con mayor índice de calidad y seguridad para el capitán y los pasajeros de la embarcación.

En la planta inferior y en la parte frontal del crucero se instalaron reflectores con una intensidad de iluminación de gran alcance para que puedan iluminar estos espacios, estos reflectores cuentan con paneles solares autónomos que fueron ubicados en lugares donde la presencia del sol esté garantizada, además para el encendido de estos reflectores se cuenta con un control remoto con diferentes funciones de iluminación.

**Figura 92**

*Iluminación en la planta inferior del crucero Impakucha*

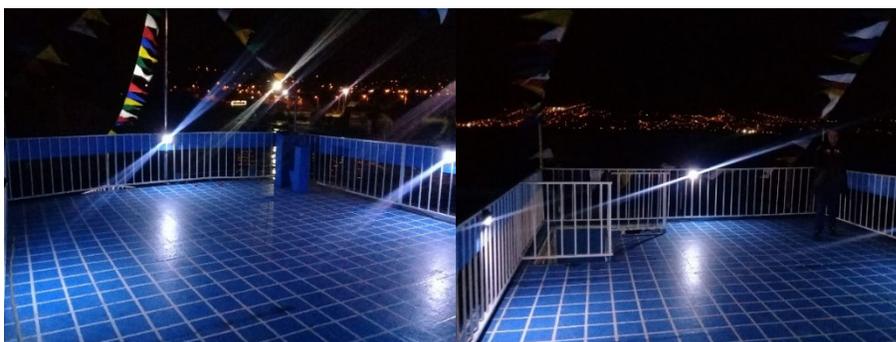


*Nota.* En el gráfico se observa el reflector ubicado en la planta inferior del crucero Impakucha.

Mientras que en la planta superior se instalaron reflectores con panel solar incluido en los mismos, los cuales solo se encienden al detectar movimiento cerca de ellos aproximadamente a una distancia de 3 m.

**Figura 93**

*Iluminación en la planta superior del crucero Impakucha*

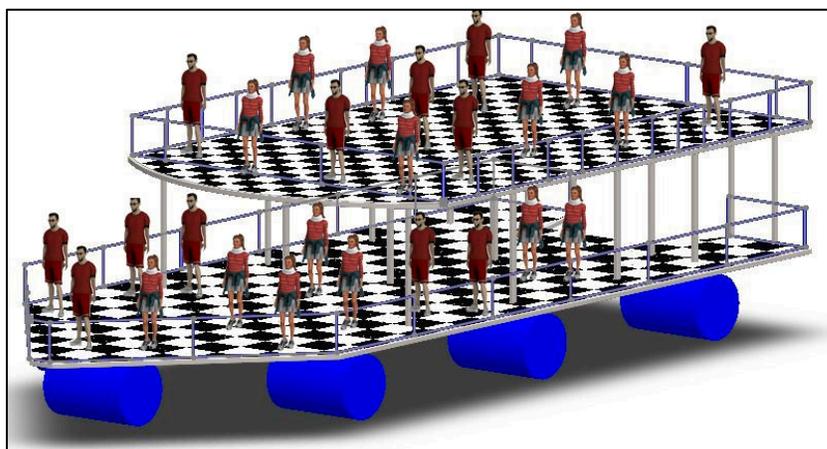


*Nota.* En el gráfico se observan los reflectores con sensor de movimiento ubicados en la planta alta del crucero Impakucha.

A su vez se consideró apropiada la sugerencia de ubicación de los pasajeros para que la distribución del peso sea adecuada y de esta manera el crucero pueda navegar sin dificultad y la integridad operativa del motor náutico no sea sobre exigida por un balance inadecuado en la embarcación.

### Figura 94

#### *Distribución de pasajeros*



*Nota:* El gráfico muestra la distribución adecuada de los pasajeros para mantener equilibrada la embarcación.

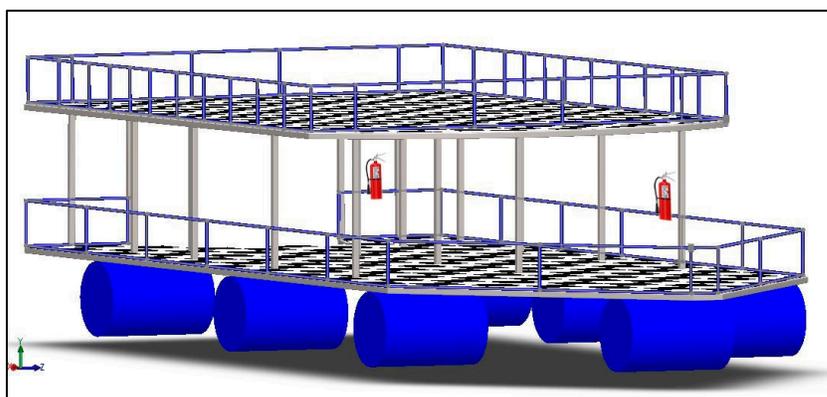
El correcto balance en las cargas del crucero garantiza que la estructura soporte de mejor manera los esfuerzos de tensión ya que las fuerzas están distribuidas uniformemente en toda la superficie de la cubierta del crucero evitando así los puntos de concentración de esfuerzos los cuales detonan una falla estructural.

Además ya que el motor se encuentra en la parte posterior de la cubierta inferior y está expuesto es necesaria la implementación de supresores de incendio, en concreto

serían necesarios dos extintores ubicados en puntos visibles y de fácil acceso en un tipo de emergencia.

### Figura 95

#### *Ubicación de extintores*



*Nota:* El gráfico muestra la ubicación apropiada de extintores para el control de incendios.

Los puntos en los cuales deben ir ubicados los extintores son junto la cabina del piloto y en el costado lateral izquierdo, a una altura y posición visible para que los pasajeros puedan hacer uso del extintor cuando se requiera.

Respecto a la seguridad en las embarcaciones pequeñas en las que utilizan el motor Yamaha 2HP se recomienda además del uso de chaleco salvavidas, también deben contar con el cable de seguridad “hombre al agua”, este es un sistema de apagado que se basa en un cable conectado entre el operador y el interruptor de parada del motor, el cual hace que el motor náutico deje de funcionar cuando el tripulante cae intempestivamente al agua.

**Figura 96**

*Cable de hombre al agua.*



*Nota:* La imagen muestra la ubicación del cable hombre al agua en los motores Yamaha 2HP.

#### **4.7 Capacitación a los miembros de Asociación de Turismo Rural y Comunitario “La Garza”**

De acuerdo con lo establecido en el perfil del proyecto de titulación se realizó una capacitación a los miembros de ASC.TRC. “La Garza” con el fin de enriquecer sus conocimientos y despejar sus dudas sobre el mantenimiento preventivo de motores marinos, así como darles a conocer la forma de uso del programa de mantenimiento preventivo realizado para la asociación y los resultados del análisis estructural del crucero Impakucha junto con las medidas de seguridad e iluminación instalada en el mismo.

#### 4.7.1 Demostración de tareas de mantenimiento preventivo de motores fuera de borda

La primera parte de la capacitación consistió en una demostración práctica de la forma correcta para realizar las diferentes tareas de mantenimiento preventivo más recurrentes en este tipo de motores.

#### Figura 97

*Motores usados en la capacitación*



*Nota:* En el gráfico se puede observar algunos de los asistentes de la capacitación así como los motores náuticos utilizados para la misma.

Para lo cual se pudo usar un motor Yamaha E40 HP y un motor Yamaha 2 HP, en los cuales se realizó la explicación detallada de las tareas de mantenimiento. Las personas participantes estuvieron prestas a adquirir estos nuevos conocimientos a la

vez que pudieron despejar cualquier duda en los diferentes momentos para preguntas que hubo durante esta parte de la capacitación.

### **Figura 98**

#### *Demostración de procesos de mantenimiento preventivo*



*Nota:* En el gráfico se muestra la parte práctica de la capacitación enfocada al mantenimiento preventivo de los motores náuticos.

#### **4.7.2 Guía de uso del programa de mantenimiento preventivo, resultados del análisis estructural y medidas de prevención del Crucero Impakucha**

La segunda de la capacitación se enfocó en demostrar el funcionamiento del programa de mantenimiento de preventivo y la forma correcta de usarlo, con una explicación detenida de cada sección del programa y realizando ejemplos del ingreso de datos para el registro diario, se realizaron ordenes de trabajo y se generaron proformas de repuestos.

**Figura 99**

*Guía de uso correcto del programa de mantenimiento preventivo*



*Nota:* En el gráfico se muestra la parte práctica de la capacitación enfocada al uso del programa de mantenimiento preventivo.

Aquí los asistentes tuvieron la oportunidad de usar por primera el programa de mantenimiento preventivo para al mismo tiempo despejar dudas generadas durante la explicación del uso de este.

**Figura 100**

*Asistente de la capacitación usando el programa de mantenimiento preventivo*



*Nota:* En el gráfico se observa a un miembro de la asociación utilizando el programa de mantenimiento preventivo en la sección de registro diario.

Se concluyó esta parte de la capacitación con la explicación de los resultados del análisis estructural del crucero Impakucha y la mención de las diferentes normas de seguridad que se deben tener en este para que pueda prestar sus servicios sin ningún problema tanto en el día como en la noche con la iluminación que se instaló en este.

### Figura 101

#### *Explicación del análisis estructural del crucero Impakucha*



*Nota:* En el gráfico se muestra la explicación de los resultados obtenidos después de realizar el análisis estructural del crucero Impakucha.

#### **4.7.3 Evaluación a los asistentes**

Al final de la capacitación se procedió a tomar una prueba referente a todo lo mencionado, para así comprobar la recepción de los conocimientos impartidos en los asistentes, teniendo como resultado un alto índice de repuestas correctas que da a entender el éxito de esta.

**Figura 102**

*Toma de evaluación a los asistentes de la capacitación*



*Nota:* En el gráfico se observa a los asistentes de la capacitación rindiendo una evaluación de verificación de recepción de los conocimientos impartidos.

#### **4.7.4 Entrega de certificados de participación y cartas de agradecimiento**

Como acto final del proyecto de titulación se realizó la entrega de certificados de participación simbólicos a los miembros de la asociación asistentes a la capacitación.

**Figura 103**

*Entrega de certificados de participación a los asistentes de la capacitación*



*Nota:* En el gráfico se observa el momento de la entrega de certificados de participación a asistentes de la capacitación.

De igual manera se realizó la entrega de cartas de agradecimiento (Anexo 3) por parte de ASC.TRC “La Garza” a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga.

### **Figura 104**

*Entrega de cartas de agradecimiento por parte de ASC.TRC. “La Garza”*



*Nota:* En el gráfico se observa el momento de la entrega de cartas de agradecimiento por parte de AS.TRC. “La Garza” a la ESPE-Sede Latacunga.

## CAPÍTULO V

### MARCO ADMINISTRATIVO

#### 5.1 Recursos

El análisis y estudio planteados en la presente tesis establece objetivos y metas a cumplir, para lo cual se requiere de diferentes recursos como: humanos, tecnológicos y materiales, con el fin de que el proyecto se desarrolle normalmente.

##### 5.1.1 Recursos humanos

El recurso humano para el desarrollo del proyecto es el siguiente:

**Tabla 11**

*Recurso humanos*

Ord.	Descripción	Función
1	Ing. Leonidas Quiroz	Especialista en motores marinos
2	Diego Morales	Representante ASC.TRC. "La Garza"
3	Luis Ayala	Investigador
4	Galo Recalde	Investigador

*Nota.* En esta tabla se pueden observar el recurso humano indispensable para el desarrollo del proyecto de titulación.

##### 5.1.2 Recursos tecnológicos

Para la realización de cada una de las etapas del proyecto se hizo uso de diferentes recursos tecnológicos como son: Softwares Microsoft Excel, SolidWorks y Live Wire, además computador, internet, celulares.

Los mismos que permitieron el ingreso y procesamiento de toda la información adquirida en el estudio del parque automotor marítimo de la ASC.TRC. “La Garza”

### 5.1.3 Recursos materiales

Estos recursos tuvieron un papel importante para la culminación del proyecto ya que ayudaron a despejar diferentes dudas que fueron presentado en el transcurso de la investigación.

### 5.1.3 Presupuesto

El costo total del proyecto es auto financiado por los investigadores, y su valor es de 2060,00 USD.

**Tabla 12**

*Presupuesto*

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (USD)</b>	<b>Valor total (USD)</b>
Suministros			
Formatos	100	0.50	50
Fotocopias	3000	0.02	60
Gastos de movilización	50	10	700
Imprevistos	2	250	500
Equipos			

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (USD)</b>	<b>Valor total (USD)</b>
Herramientas	1	100	100
Repuestos	60	8.33	600
Capacitación	1	50	50
<b>SUMA TOTAL</b>			<b>2060</b>

*Nota.* En esta tabla se puede observar el desglose de los diferentes costos del presupuesto necesario para realizar este proyecto.

## CONCLUSIONES

- Se recopiló manuales y catálogos con toda la información técnica de los tipos de motores existentes en la ASC.TRC.
- Se realizó la visita de campo al parque acuático Araque en donde la ASC.TRC. “La Garza” realiza sus actividades para determinar la situación actual de los motores marinos.
- Se optimizaron los parámetros característicos de los subsistemas de los motores marinos de la ASC.TRC. “La Garza”, mejorando la operatividad, eficiencia y desempeño de las embarcaciones.
- Se implementó un programa de mantenimiento preventivo realizado en el Software Excel para el mejor control de las actividades diarias, procesos de mantenimiento así como de sus costos y el de los repuestos.
- Se incluyó en el programa de mantenimiento preventivo una sección para que el usuario pueda conocer a través de una proforma el precio por unidad de los diferentes repuestos y así analizar el costo total del mantenimiento que se necesite realizar en un determinado motor fuera de borda.
- Se capacitó a los miembros de la ASC.TRC. “La Garza” para enriquecer sus conocimientos acerca de los procedimientos de mantenimiento adecuados para los motores fuera de borda.
- Se capacitó a los miembros de la ASC.TRC. “La Garza” sobre la utilidad y manejo correcto del programa de mantenimiento preventivo creado para la asociación.

- Se evidencio que después de hacer la simulación bajo los parámetros empíricos en los cuales fue construido el crucero y la carga máxima sugerida por el fabricante equivalente al peso combinado de 100 personas considerando un peso promedio por persona de 70 Kg dando una carga total de 83790 N, el crucero tiene un alto índice de riesgo de presentar una falla estructural debido a que la carga que se concentraría en cada uno de los miembros estructurales es demasiado excesiva lo que lleva a toda la construcción a superar su límite de resistencia el cual es  $2.413 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , resultando en una deficiencia estructural considerable.
- Siendo el factor de seguridad uno de los aspectos mas importantes para el diseño estructural del crucero Impakucha y puesto que se hace imposible la modificación del diseño original se optó por la reducción de la carga, siendo 80 personas la capacidad máxima de tripulantes sugeridos debido a que su peso combinado nos da una carga total de 56350 N y esto a su vez nos garantiza que el factor de seguridad se mantendrá dentro de los parámetros de diseño aceptables siendo este FOS = 2.12, garantizando así la integridad del miembro estructural.
- Para obtener el valor del factor de seguridad más apropiado para la estructura es necesario considerar varios aspectos los cuales son relevantes al momento de una simulación estructural, entre ellos se puede destacar, el objetivo de la estructura, la carga a la que va a ser sometida, el tiempo, los materiales a utilizar para su construcción, entre otros, todas estas consideraciones influyen en la elección de un correcto factor de seguridad, el cual brinde una total confiabilidad y que no sobrepase los límites de dimensionamiento.

- Cuanto mayor sea el esfuerzo presente en un miembro estructural, el factor de seguridad decrecerá de manera inversamente proporcional, debido a que hace que el material pase de su zona elástica y pase a su zona plástica lo cual hace que el material se deforme y pierda sus atributos de resistencia y de esta manera su índice de seguridad baje peligrosamente haciendo riesgoso el transporte de pasajeros, y de manera inversa cuando el esfuerzo disminuye el factor de seguridad aumenta haciendo confiable a la estructura ya que conservara su integridad.
- Debido a la disposición en la que se encuentran los miembros estructurales ubicados en el diseño del fabricante y al no contar con un sistema que otorgue balance a la embarcación es necesario que los pasajeros se distribuyan en toda la superficie de la cubierta del crucero Impakucha tanto en la planta inferior como superior, ya que así se garantizara una distribución uniforme de la carga, evitando el sobre esfuerzo en las juntas de soldadura y los miembros estructurales de la proa y popa cuando la carga está focalizada solo en estas áreas.

## RECOMENDACIONES

- Continuar con proyectos de titulación que satisfagan las necesidades y requerimientos de la sociedad y el sector industrial vinculados al que hacer universitario, a través de las competencias profesionales de la Ingeniería Automotriz.
- El diseño del sistema de control del crucero Impakucha debe ser estudiado a profundidad considerando todas las necesidades y requerimientos de la ASC.TRC.LG por esta razón se hace viable la ejecución de un proyecto de titulación el cual se enfoque en este tema.
- Para el diseño y programación de un plan de mantenimiento preventivo en Excel es de suma importancia conocer todas las posibilidades de creación que nos brinda este software.
- Dar captaciones continuas a los miembros de la ASC.TRC. “La Garza” sobre los avances tecnológicos en los motores fuera de borda para que la asociación pueda estar actualizada con respecto a estos motores.
- Además la asociación necesita recibir capacitaciones en otros campos como gastronomía y electricidad que son los campos en donde los miembros de esta presentan falencias.
- Para futuros diseños de embarcaciones es necesario un análisis estructural previo para de esta manera analizar si el proyecto de construcción va a cumplir con todos los aspectos que garanticen la seguridad de los tripulantes y la operatividad de la embarcación.
- Es importante considerar que el factor de seguridad sea el más adecuado ya que así se garantizara un correcto funcionamiento de la estructura y también se

evitara que el diseño sea sobredimensionado, esto garantizara que los recursos y materiales utilizados sean aprovechados en su totalidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASC.TRC.LG. (2020). Motores Existentes en la Asociación. Otavalo, Ecuador.
- Blacio, J. (4 de Agosto de 2009). *dspace.espol*. Obtenido de ESPOL:  
[https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6351/1/Cap%  
%206%20Motores%20Fuera%20Borda.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6351/1/Cap%c3%adtulo%206%20Motores%20Fuera%20Borda.pdf). Recuperado 20 de abril del 2020
- Budynas, R., & Nisbett, K. (27 de Diciembre de 2008). Introducción al diseño en la Ingeniería Mecánica. En *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley* (pág. 17). México, España: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- COVENIN. (2001). Mantenimiento. Definiciones. En *Comisión Venezolana de Normas Industriales Normas 3049-93* (pág. 1). Caracas.venezuela.
- IMENSA. (7 de Noviembre de 2019). *IMEMSA YAMAHA*. Obtenido de <https://imemsa.com.mx/>. Recuperado 20 de abril del 2020
- La Hora. (12 de Julio de 2019). *Parque Acuatico con Nuevos Servicios para los Visitantes*. Obtenido de La hora:  
<https://www.lahora.com.ec/noticia/1102257490/parque-acuatico-con-nuevos-servicios-para-los-visitantes->. Recuperado 20 de abril del 2020
- Ministerios del Ecuador. (30 de Abril de 2014). Acuerdo Interministerial N° 20140004. *Acuerdo Interministerial N° 20140004*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Morales, D. (1 de Octubre de 2019). Antecedentes ASC.TRC.LG. (R. Galo, & A. Luis, Entrevistadores)
- Muñoz, B. (10 de 04 de 2015). *Universidad Carlos III de Madrid*. Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>. Recuperado 19 de abril del 2020

Reyes, A. (30 de 11 de 2000). ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO. Monterrey, México.

Roncancio, E. (2006). Criterio de Pugsley. *Análisis y desarrollo de un programa de selección rápida de factores de seguridad, para diseño de elementos mecánicos*. Pereira , Risaralda, Colombia: Universidad Tecnología de Pereira.

Tecnología Marítima. (30 de Abril de 2012). *Tecnología Marítima*. Obtenido de Tecnología Marítima: <http://tecnologia-maritima.blogspot.com/2012/04/motores-fueraborda.html>. Recuperado 19 de abril del 2020

Torralvo, M. (2011). *Programa de mantenimiento para motores fuera de borda Yamaha cuatro tiempos de propósito comercial*. Cartagena de Indias: Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica de Bolívar.

Yamaha Motor Co., Ltd. (Febrero de 2009). Manual del propietario 2CMH. *Manual del Propietario 2CMH*. Japón: Yamaha Motor Co., Ltd. 1° edición.

Yamaha Motor Co., Ltd. (Febrero de 2010). Manual del propietario E48CMH. *Manual del propietario E48CMH*. Japón: Yamaha Motor Co., Ltd. 1° edición.

Yamaha Motor Co., Ltd. (Marzo de 2010). Manual del propietario E75B. *Manual del propietario E75B*. Japón: Yamaha Motor Co., Ltd. 1° edición.

Yamaha Motor Co., Ltd. (Octubre de 2016). Manual del propietario E40XMH. *Manual del propietario E40XMH*. Japón: Yamaha Motor Co., Ltd. 1° edición.

Yamaha Technical Academy. (2009). Manual Escuela Técnica YAMAHA. *Manual Escuela Técnica YAMAHA Bronce*. Colombia: Eduardoño S.A.

# **ANEXOS**