



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

PLAN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

**TEMA: SISTEMAS ELECTRO-ÓPTICOS EN OPERACIONES
DE BÚSQUEDA Y RESCATE.**

AUTOR: CHRISTIAN ADRIAN GÓMEZ BONILLA

DIRECTOR: TNNV-SU JORGE EFRAÍN LÓPEZ VERA

CODIRECTOR: ING. VICTOR LAZO ALVARADO

SALINAS

2017



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA CARRERA LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

Certificación

Certifico que el plan del proyecto de investigación, “**SISTEMAS ELECTRO-ÓPTICOS EN OPERACIONES DE BÚSQUEDA Y RESCATE**” realizado por el señor **CHRISTIAN ADRIAN GÓMEZ BONILLA**, ha sido revisado y analizado en su totalidad, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas - ESPE, por lo tanto me permito autorizar para que inicie su proyecto de investigación

Salinas, 30 de noviembre del 2017

Atentamente,

TNNV-SU JORGE EFRAÍN LÓPEZ VERA
DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA CARRERA LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

Autoría de Responsabilidad

Yo, **CHRISTIAN ADRIAN GÓMEZ BONILLA**, con cédula de ciudadanía N° 0929019834 declaro que este Trabajo de Titulación “**SISTEMAS ELECTRO-ÓPTICOS EN OPERACIONES DE BÚSQUEDA Y RESCATE**”, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros registrándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Salinas, 04 de diciembre del 2017

Christian Adrián Gómez Bonilla
C.C.0929019834



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA CARRERA LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

Autorización

Yo, **CHRISTIAN ADRIAN GÓMEZ BONILLA**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación "**SISTEMAS ELECTRO-ÓPTICOS EN OPERACIONES DE BÚSQUEDA Y RESCATE**" cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Salinas, 04 de diciembre del 2017

Christian Adrian Gómez Bonilla
C.C. 0929019834

Dedicatoria

Este proyecto le dedico a las personas que estuvieron conmigo durante el proceso de formación para llegar a convertirme en un Oficial de Marina, a las personas que por cuatro años me han apoyado, les agradezco por su fiel y desinteresado compromiso en este trayecto de mi vida.

Dedico este trabajo de titulación a mis padres, que gracias a su esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional durante este tiempo han logrado hacer de mí una mejor persona y a todos los oficiales de la Escuela Naval que con sus conocimientos me han convertido en un excelente profesional.

Christian Adrián Gómez Bonilla

Agradecimiento

Agradezco a mis padres por estar conmigo en estos cuatro años que duró el proceso de formación para llegar a ser Oficial de Marina, por ser pilar fundamental para cumplir todas mis metas y por estar presente en buenos y malos momentos; gracias a ellos puedo decirles misión cumplida, la meta la hemos alcanzado juntos y aún nos falta mucho por conseguir, de igual manera al señor TNNV-SU Jorge López que con sus conocimientos fue de gran ayuda en la elaboración de este trabajo de titulación.

A mi familia en general que siempre estuvo pendiente de mí y a las personas que hoy ya no se encuentran físicamente conmigo pero cuando lo estuvieron, fueron de gran apoyo incondicional, todos estos logros son para ustedes.

Christian Adrián Gómez Bonilla

Índice de Contenidos

Portada.....	1
Certificación.....	ii
Autoría de Responsabilidad.....	iii
Autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de Contenidos.....	vii
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tablas.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
Introducción.....	xiii
Marco General de la Investigación.....	1
I. Planteamiento del Problema.....	1
A. Contextualización.....	1
B. Análisis Crítico.....	1
C. Enunciado del Problema.....	1
D. Delimitación del objeto de estudio.....	2
II. Preguntas e Hipótesis.....	2
Hipótesis.....	2
III. Justificación.....	3
IV. Objetivos.....	3
A. General.....	3
B. Específicos.....	3
Capítulo I.....	5
Fundamentación Teórica.....	5
1.1. Marco Teórico.....	5
1.1.1. Electro-óptica.....	5
1.1.2. Detectores Electro-ópticos.....	5
1.1.3. Componentes Principales.....	6
1.1.3.1 Cámara Infrarroja.....	6
1.1.3.2. Cámara Tv.....	8
1.1.3.3. Telémetro Laser.....	9
1.1.4. Sistemas Electro-ópticos que posee la Armada.....	9

1.1.5.	Operaciones de Búsqueda y Rescate (SAR).....	12
1.1.6.	Organización del Sistema Mundial SAR.	12
1.1.7.	Organización Nacional y Regional del Sistema SAR	13
1.1.8.	Sistema SAR del Ecuador	13
1.1.9.	Organización del Sistema SAR Marítimo del Ecuador	14
1.1.10.	Área Geográfica Marítima SAR de Responsabilidad del Ecuador.....	15
1.1.11.	Recursos SAR.....	17
1.2.	Marco Conceptual	18
1.2.1.	Óptica.	18
1.2.2.	Espectro Electromagnético.....	19
1.2.3.	Organización de Aviación Civil Internacional.	20
1.2.4.	Convenio SOLAS.....	20
1.3.	Marco Legal.....	20
1.3.1.	Anexo 12 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional.	20
1.3.2.	Manual de Búsqueda y Salvamento Marítimo.....	21
Capítulo II	23
Fundamentación Metodológica.....	23
2.1.	Enfoque y tipo de investigación	23
2.2.	Modalidad de la investigación	23
2.3.	Alcance de la investigación	23
2.4.	Diseño o tipo de investigación	24
2.5.	Técnicas de recolección de datos	24
2.6.	Población y muestra	24
2.7.	Técnicas de investigación	25
2.8.	Situación actual del empleo de los sistemas electro-ópticos en las unidades navales de superficie y guardacostas.	26
Capítulo III	32
Tipo de Resultado	32
3.1.	Resultados de la Investigación.....	32
Conclusiones	39
Recomendaciones.....	40
Bibliografía.....	41

Índice de Figuras

Figura 1 Partes de un detector electro-óptico POP300 (Lanchas Misileras)	6
Figura 2 Funcionamiento de una cámara infrarroja	7
Figura 3 Detector EO Sea Star SAFIRE II.....	10
Figura 4 Electro-óptico WESCAM, modelo MX-15i.....	10
Figura 5 Electro-óptico marca FLIR M-Series	11
Figura 6 Lancha Guardacostas "Isla Santa Cruz" realizando operación SAR.	12
Figura 7 Organización SAR del Ecuador	15
Figura 8 Zonas Marítimas de acuerdo a la CONVEMAR	16
Figura 9 Área Marítima SAR de responsabilidad del Ecuador.....	17
Figura 10 Unidades de la Escuadra Naval que poseen Electro-ópticos.	33
Figura 11 Unidades Guardacostas que poseen Sistemas Electro-ópticos.	33

Índice de Tablas

Tabla 1: Características de los Electro-ópticos M-Series	11
Tabla 2 Tabla de comparación entre los radares y los electro-ópticos	35
Tabla 3 Efectividad de las unidades guardacostas en los casos SAR presentados en el periodo 2014 - 2017.....	37

Resumen

Este estudio está orientado a realizar un análisis sobre todos los beneficios que brindan los sistemas electro-ópticos en las operaciones de búsqueda y rescate. Inicialmente se identificó cuáles son las unidades que actualmente en la Armada del Ecuador poseen este tipo de sensores y mediante entrevistas, información bibliográfica, trabajos de investigación de otros autores se pudo determinar cuál es el grado de importancia que poseen estos equipos y con la experiencia del personal que ya ha laborado con estos sistemas al realizar operaciones de búsqueda y rescate se pudo constatar todas las ventajas que estos nos proporcionan, para así, poder cumplir de manera eficiente este tipo de operaciones conforme a lo establecido por organismos internacionales como la OMI y preservar la vida humana en el mar en toda el área marítima SAR de responsabilidad del Ecuador, disminuyendo el empleo de recursos materiales y talento humano.

Palabras clave: Sistemas Electro-ópticos, búsqueda y rescate, ventajas, organismos internacionales, vida humana.

Abstract

This study is aimed at analyzing all the benefits offered by electro-optical systems in search and rescue operations. Initially, it was identified which units currently have this kind of sensors in the Ecuadorian Navy, and through interviews, bibliographic information, research work of other authors, it was possible to determine the degree of importance of these equipment and the experience of the staff that has already worked with these systems to perform search and rescue operations was able to verify all the advantages they provide, in order to be able to efficiently fulfill this kind of operations in accordance with the established by international organizations such as IMO and preserve human life at sea in the entire SAR area of responsibility of Ecuador, decreasing the use of material resources and human talent.

Keywords: Electro-optical systems, search and rescue, advantages, international organizations, human life.

Introducción

El Ecuador se ha convertido en un país marítimo, por lo cual la ciudadanía ha empezado a explotar los recursos que el mar ofrece desarrollando diferentes actividades, es así como las personas a fin de obtener bienes económicos se exponen a largos periodos de navegación enfrentando una serie de riesgos que puedan producir emergencias en el mar.

Una de las tareas asignadas que desarrolla la Armada del Ecuador es preservar la vida humana en el mar, es decir debe de estar preparada ante cualquier llamado de emergencia y responder de manera eficiente cuando sus unidades realicen operaciones de búsqueda y rescate. Por lo tanto la Armada del Ecuador se ha visto obligada a implementar equipos de alta tecnología a bordo de sus unidades para resolver cualquier tipo de emergencia que se presente dentro del área marítima de responsabilidad del Ecuador. Por todo esto, este trabajo de investigación resalta todas las bondades que poseen estos sistemas electro-ópticos desde el Capítulo I que se enfoca en señalar todo lo relacionado a las operaciones de búsqueda y rescate así como definir e identificar los sistemas electro-ópticos que posee la Armada del Ecuador y sus características, el Capítulo II detalla toda la proceso metodológico que se utilizó para realizar esta investigación, la modalidad, el enfoque que se le dio al proyecto así como las técnicas de recolección de datos que se usaron, en este caso las entrevistas que fueron pilar fundamental para esta investigación y una vez analizado todo esto se concluyó con un análisis en el Capítulo IV, en el cual se detalla los resultados de esta investigación y todas las ventajas que posee la instalación de estos equipos en las demás unidades navales que carecen de estos equipos de alta tecnología.

Marco General de la Investigación

I. Planteamiento del Problema

A. Contextualización. El uso de equipos electro-ópticos de última generación en las unidades de la Escuadra Naval y guardacostas, ayudará a brindar un mejor servicio al realizar operaciones de búsqueda y rescate en toda el área marítima SAR de responsabilidad del Ecuador, debido a que mejorará la capacidad de búsqueda, detección e identificación de contactos de cualquier índole, reduciendo el tiempo de reacción para acudir a las unidades siniestradas minimizando el costo de operación y los recursos logísticos.

B. Análisis Crítico. La deficiencia de equipamiento de detectores electro-ópticos es originada por la falta de conocimiento de las funciones que pueden cumplir estos sistemas, los bajos recursos económicos para su implementación y la incompatibilidad entre su tecnología y los sistemas de mando y control de las unidades de superficie, ha desencadenado que aumenten muchos factores importantes al realizar operaciones SAR, como el tiempo de búsqueda en la áreas asignadas para cada unidad, el costo de operación y el desgaste de recursos humanos y materiales.

C. Enunciado del Problema. El Ecuador como miembro de la Organización Marítima Internacional (OMI) debe obligatoriamente realizar operaciones de búsqueda y rescate en el área marítima SAR de responsabilidad que se le ha asignado. En las unidades de la Armada del Ecuador existe un déficit de equipos de alta tecnología debido a que con el paso del tiempo sus sistemas se han degradado, siendo una de las más afectadas la capacidad para detectar e identificar objetos en el mar. Actualmente, las Armadas del mundo poseen una buena capacidad de detección e identificación por medio de los sistemas electro-ópticos. En la Armada del Ecuador no todas las unidades que realizan patrullaje y control en el área marítima SAR poseen este tipo de sistemas y las que los poseen, tienen limitaciones por fallas en estos equipos debido a la falta de mantenimiento originando un déficit en el uso de los mismos.

D. Delimitación del objeto de estudio

Área de conocimiento:	Ciencias Tecnológicas
Subárea de conocimiento:	Tecnología Naval
Campo:	Unidades de la Escuadra Naval y guardacostas
Aspecto:	Equipos electro-ópticos en operaciones SAR
Contexto temporal:	Períodos de Navegación
Contexto espacial:	Espacios Acuáticos Jurisdiccionales

II. Preguntas e Hipótesis

¿La limitación de equipos de alta tecnología en unidades navales de superficie y guardacostas, afectaría de manera considerable en realizar operaciones de búsqueda y rescate?

¿La falta de presupuestos destinados para las unidades de la Escuadra Naval y guardacostas limita la implementación de los sistemas electro-ópticos en las operaciones de búsqueda y rescate?

¿Al no contar con los sistemas electro-ópticos en las unidades aumenta el tiempo de búsqueda en el área para poder identificar un contacto siniestrado?

¿La limitación en el uso de los sistemas electro-ópticos en las unidades navales produce un aumento en el costo de operación y el desgaste de recursos humanos y materiales al realizar operaciones de búsqueda y rescate?

Hipótesis.

La implementación de los sistemas electro-ópticos contribuye positivamente en el cumplimiento de las operaciones de búsqueda y rescate obteniendo un óptimo desempeño de la unidad en funciones de detección y vigilancia de unidades siniestradas o personas extraviadas en el mar por parte de las unidades de la Escuadra Naval y guardacostas de la Armada del Ecuador.

III. Justificación

Actualmente, las diferentes Marinas alrededor del mundo cuentan con equipos de alta tecnología y una muy buena capacidad para detectar e identificar objetos que se encuentren en el mar por medio del uso de sistemas electro-ópticos para realizar diferentes actividades, una de ellas es realizar operaciones de búsqueda y rescate.

En nuestra Armada, actualmente, no todas las unidades de la Escuadra Naval y guardacostas cuentan con estas tecnologías, solo poseen sus equipos con los cuales fueron construidos hace muchos años por lo tanto debido al tiempo transcurrido las capacidades de los mismos han disminuido siendo las funciones de detección e identificación los más afectados. Debido a esto, es necesario que se estudie la posibilidad de implementar un sistema más sofisticado que cubra la necesidad de mejorar las operaciones de búsqueda y rescate, específicamente en mejorar la capacidad operativa como complemento del proceso de búsqueda, detección y específicamente en la identificación de contactos que se encuentren en emergencia y requieran asistencia oportuna en el área marítima SAR de responsabilidad del Ecuador, permitiendo la optimización del empleo eficiente de los medios necesarios y evitando el desgaste de material, contribuyendo a aumentar el tiempo de vida útil de las unidades navales lo que representa el ahorro de recursos económicos para la Armada del Ecuador.

IV. Objetivos

A. General. Realizar un análisis sobre los beneficios que posee la implementación de estos sistemas electro-ópticos en todas las unidades de la Escuadra Naval y guardacostas de la Armada del Ecuador mediante un proceso investigativo que permita conocer el manejo adecuado de estos sistemas y todas las ventajas que estos ofrecen para el mejoramiento de todas las tareas y procedimientos para realizar operaciones de búsqueda y rescate en el área marítima SAR de responsabilidad del Ecuador.

B. Específicos.

- Identificar los sistemas electro-ópticos instalados en las unidades navales de superficie y guardacostas a través de visitas de campo a la

Comandancia de Escuadra y al Comando de Guardacostas para determinar la capacidad operativa de identificación en operaciones de búsqueda y rescate.

- Analizar los resultados que han tenido los detectores electro-ópticos al realizar operaciones de búsqueda y rescate mediante un estudio comparativo enfocado al personal que ha realizado este tipo de operaciones con estos sistemas y lo que no lo han utilizado para determinar las ventajas y desventajas que ofrece esta tecnología.

- Proponer la implementación de estos sistemas en las unidades operativas que aún no poseen estas tecnologías para optimizar la eficiencia y eficacia de dichas unidades al momento de realizar operaciones de búsqueda y rescate dentro de la jurisdicción marítima del Ecuador.

Capítulo I

Fundamentación Teórica

1.1. Marco Teórico

1.1.1. Electro-óptica. Electro-óptica es una rama de la ingeniería eléctrica y física de la materia en el cual se involucra diversos componentes, dispositivos como láseres, LEDs, guías de onda, y los sistemas que manejen la interacción y propagación de la luz con diversos materiales adaptados.

Según el Dr. Glenn D. Boreman nos aclara que “La electro-óptica posee conceptos que se relacionan con la generación, transmisión y el aprovechamiento de haces de fotones, en la región espectral de 20nm¹ a 20mm²”. (Boreman, 1999)

1.1.2. Detectores Electro-ópticos. Los sistemas electro-ópticos ayudan a aumentar la capacidad de detección e identificación de contactos de cualquier tipo, a los cuales el ojo humano en muchas ocasiones no puede realizarlo por diversos factores como la oscuridad en la noche, la distancia de donde se encuentra el contacto o simplemente por condiciones meteorológicas (Ortiz, 2010)

Los detectores electro-ópticos para uso marino deben de cumplir ciertas características especiales y diferentes a la de un detector electro-óptico para uso terrestre debido a las condiciones ambientales del medio marino como son la salinidad, humedad, etc. (Pérez, 2011)

Dichas características especiales hacen referencia a que poseen un sistema de visión nocturna térmico de montaje fijo que ayudará a evitar obstáculos, prevenir colisiones y desarrollar búsqueda nocturna para encontrar personas en el agua. (FLIR Systems, Inc., 2013)

¹ **Nm:** El nanómetro es la unidad de longitud del Sistema Internacional de Unidades (SI) que equivale a una mil millonésima parte de un metro.

² **Mm:** El milímetro es una unidad de longitud. Es el tercer submúltiplo del metro y equivale a la milésima parte de él.

Así mismo estos sistemas permiten funciones como: estabilización, tracking, identificación de objetivos en completa oscuridad, entre otros. Existen además otros con medidor y apuntador láser.

Según Quizhpi (2014), argumenta:

Los sistemas electro-ópticos, EO, empleados como sistema de guerra electrónica, Electro Óptico (EO) Electronic Warfare (WS) Systems, son aquellos dispositivos que combinan la electrónica y la óptica; entendiéndose como óptica la porción del espectro electromagnético llamado espectro óptico, el cual está comprendido en el rango de 0,01 a 1.000 micrómetros, rango que comprende la luz ultravioleta, luz visible y luz infrarroja (pág. 9).

1.1.3. Componentes Principales. Los componentes principales de un sistema electro-óptico son los siguientes:

- Cámara Infrarroja (IR)
- Cámara TV
- Telémetro Laser

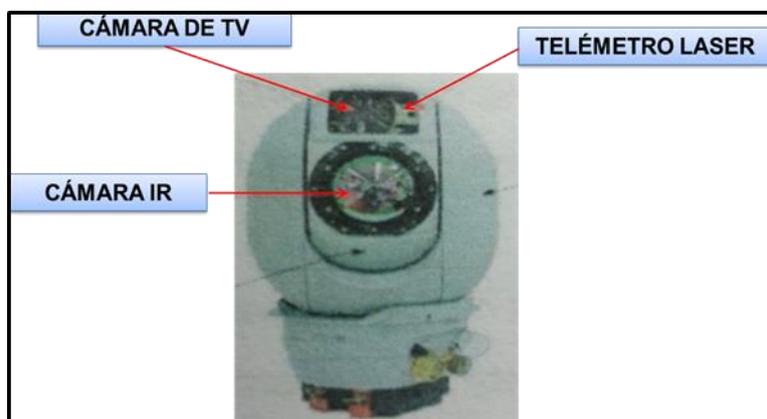


Figura 1 Partes de un detector electro-óptico POP300 (Lanchas Misileras)

1.1.3.1 Cámara Infrarroja. (Ortiz, 2010) Afirma lo siguiente:

La banda IR dentro del espectro de frecuencias no es visible al ojo humano, ya que el mismo solamente puede distinguir los objetos en la banda de frecuencias en la luz visible, por tal motivo

este tipo de detectores tienen la particularidad de permitir al observador visualizar objetos en estas frecuencias, mediante el principio derivado de que todo cuerpo adquiere una radiación incidente de energía denominada calor y es irradiada con una determinada temperatura que puede ser visible en la banda espectral de frecuencias IR por cámaras de este tipo.

Existen tres regiones de interés tomando en cuenta la longitud de onda que están situadas dentro de la banda infrarroja para el uso de estos detectores que son las siguientes:

De 0,75 $[\mu\text{m}]$ a 3 $[\mu\text{m}]$ - Infrarroja Próxima, en la cual se sitúan generalmente a los contactos denominados calientes porque irradian la mayor parte de su energía IR en esta región. Por ejemplo, las turbinas de los aviones vistas desde la parte de atrás.

De 3 $[\mu\text{m}]$ a 6 $[\mu\text{m}]$ - Infrarroja Media, en la cual se sitúan contactos menos calientes y que irradian la mayor parte de su energía en esta región. Por ejemplo las partes del metal alrededor de una turbina de un avión, mamparos de sala de máquinas o la chimenea de la caldera de un buque.

De 6 $[\mu\text{m}]$ a 15 $[\mu\text{m}]$ – Infrarroja Distante, en la cual se sitúan blancos en temperaturas normales y casi la totalidad de radiación se encuentra dentro esta región, como la superficie de la tierra, del mar, o la estructura de un buque o un avión.”

Se puede afirmar que estos rangos espectrales en la selección de un sistema infrarrojo para un buque son de vital importancia, en vista que existen diferentes tipos de materiales usados y estos pueden sufrir afectaciones por efecto de las condiciones meteorológicas en mayor o menor escala, teniendo como efecto disminución en la máxima distancia visual. **(pág. 7)**

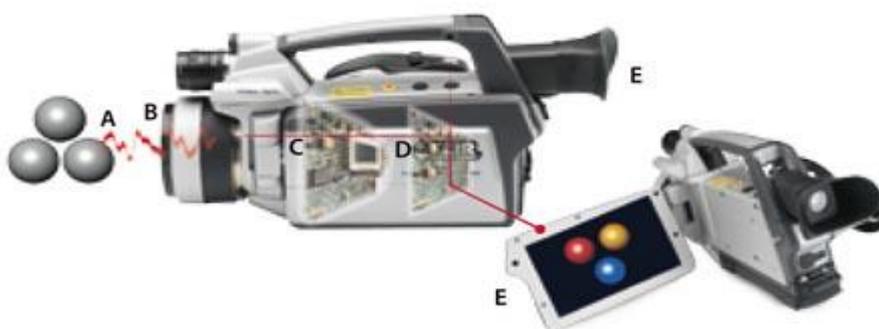


Figura 2 Funcionamiento de una cámara infrarroja

Fuente: Artículo web. Nuevas Tecnologías Digitales Hoy.

- 1.- La energía infrarroja se irradia desde los objetos en la escena **(A)**
- 2.- Se enfocada por la óptica **(B)**

- 3.- La energía enfocada incide sobre un detector/amplificador IR**(C)**.
- 4.- La información del detector infrarrojo es enviada al sensor electrónico **(D)**
- 5.- Finalmente, se procesa la imagen. El circuito de proceso de señal convierte los datos IR del detector en una imagen que puede verse en un monitor video estándar **(E)**.

1.1.3.2. Cámara Tv. Una cámara de televisión cumple función de captar y almacenar imágenes. La diferencia con una cámara analógica es que no solo las almacena sino también las procesa y las transmite en tiempo real hasta otros dispositivos.

Son aquellas que trabajan con energía electromagnética de las radiaciones de bandas del espectro electromagnético visible. (Instituto de Pesquis da Marinha do Brasil, 2003).

La Cámara TV diurna consiste en una matriz de detección de formato CCD combinada con un zoom óptico (Flores A. , 2011)

Las características de estas cámaras permiten observar, detectar e identificar objetos en el mar que se encuentran ubicados a distancias más allá de la línea de vista, lo realizan haciendo un incremento en los pixeles y acercamiento del objeto.

Estos dispositivos poseen diferentes tipos de enfoques que permiten mejorar, alejar y acercar al contacto lo que ayudará a identificar a los contactos cuando se realicen operaciones con las unidades navales. Una cámara de video para uso naval debe de tener un elevado FPS³ que permita tener una mayor nitidez y resolución de la imagen presentada.

(Ortiz, 2010) menciona:

En la actualidad este tipo de cámaras poseen un procesamiento digital de la imagen y entre imágenes, el mismo que para uso militar permite realizar comparaciones entre pixeles, verificando los cambios que existen y comparándolos para generar alarmas de este tipo de situaciones, aprovechándolas por ejemplo para traquear un contacto aéreo

³ **FPS:** Frames per second, es la velocidad a la cual un dispositivo muestra imágenes llamadas cuadros o fotogramas.

desde un buque independientemente de otro sistema destinado a esta actividad (pág. 10).

Otro factor muy importante y que se debe de tomar en cuenta en una cámara de TV es el Zoom Total que estos sistemas poseen, ya que este sistema, desde el punto de vista naval, es de gran importancia para identificar los contactos que se encuentran a una distancia mayor a la capacidad del ojo humano puede detectar desde la posición en la que la unidad se encontrara en ese momento. Estas cámaras se ven afectadas por las condiciones climáticas o condiciones meteorológicas como lluvias intensas, neblina densa u oscuridad debido a que obstaculizará en la visualización y más aún en la identificación de un contacto detectado.

1.1.3.3. Telémetro Laser (*Light Amplification by Simulated Emission of Radiation*). Es un elemento utilizado por un detector electro-óptica para obtener la distancia de un cierto rango de un objeto o blanco. (Ortiz, 2010)

(Echeverría, 2014) Afirma: “El principio básico de funcionamiento de la misma consiste en proyectar una señal óptica (laser) sobre un objeto y procesar la señal reflejada para determinar la distancia” (pág. 13).

El telemetro laser determina la distancia hacia un objeto mediante el tiempo que demora un impulso de energía infrarrojo en realizar un viaje de ida y vuelta desde el telemetro hasta el objeto. Es importante recalcar que las condiciones ambientales influyen de manera considerable en la precisión y determinación de distancia de este estos telémetros, así mismo el color y acabado del objetivo.

1.1.4. Sistemas Electro-ópticos que posee la Armada. En la Armada del Ecuador ya existen unidades que poseen instalados a bordo estos sistemas electro-ópticos. (Quizhpi, 2014) señala cuáles son las unidades que los poseen:

En las Unidades de la Escuadra Naval a bordo de las 3 Lanchas Misileras: Quito, Guayaquil, Cuenca, se encuentra instalado el sistema marca IAI (Israel Aerospace Industries LTD.), modelo POP300 (Plug-in Optronic Payload); y en la fragata

Presidente Alfaro se encuentra una instalada un sistema de marca FLIR Systems, modelo Sea Star SAFIRE II.



Figura 3 Detector EO Sea Star SAFIRE II
Fuente: Ensayo final CBCB-IG Miguel Qizhpi

En la Aviación Naval se encuentra instalado el sistema marca WESCAM, modelo MX-15i, a bordo de los aviones y helicópteros. Es importante indicar que la Aviación Naval posee 7 aviones y 1 helicóptero con las instalaciones realizadas, pero posee tan solo 3 torretas MX-15i, las cuales pueden ser colocadas en cualquiera de las aeronaves que tienen la instalación disponible; optimizando con ello el empleo de las torretas electro-ópticas.



Figura 4 Electro-óptico WESCAM, modelo MX-15i
Fuente: Artículo Web, L-3 Wescam.

En las unidades guardacostas, específicamente en las PGO 5009, se encuentra un sistema electro-óptico marca FLIR M-Series, que es un sistema de visión nocturna termal marítimo de múltiples sensores. Este sistema posee las siguientes características (FLIR, 2013):

- Poseen una imagen térmica de hasta 640x480, las cámaras de la serie M brindan cuatro veces la resolución térmica y más del doble del rendimiento en comparación con otros sistemas.

- Los calentadores automáticos de ventanas mantienen ambos juegos de ópticas libres de hielo para ofrecer un video nítido.

- Las funciones de zoom electrónico 2X y 4X le otorgan a la cámara térmica el mejor rendimiento en su clase.



Figura 5 Electro-óptico marca FLIR M-Series
Fuente: Artículo Web. FLIR, The World's Sixth Sense

En el siguiente cuadro se detallan las características de este sistema electro-óptico:

Tabla 1:

Características del Electro-óptico M-Series

Características Físicas	
Tamaño de la cámara	17,8 cm de ancho por 29,2 cm de alto
Peso de la cámara	5,4 kg según el modelo de la cámara
Tamaño del Joystick	9,1 x 14,2 x 8,13cm por encima de la plataforma
Peso del Joystick	45 kg
Poder	
Potencia de entrada de la cámara	12V CC a 24V CC nominal, 50 vatios Max. Alcance absoluto de 10V CC a 32 V CC
Potencia de salida de la cámara	Energía sobre Ethernet (PoE) por IEE 802.3af 48 V modo b PoE, RJ45
Consumo	25 W Nominal 50 Vatios máximo
Ambiental	
Temperatura de funcionamiento	(-)25°C a 55°C

Rango de temperatura de funcionamiento	(-) 40°C a (+) 85°C
Descongelación de ventanas	Automático

1.1.5. Operaciones de Búsqueda y Rescate (SAR). Las operaciones de búsqueda y rescate o SAR (siglas en inglés de Search and Rescue), son operaciones que se llevan a cabo por un servicio de emergencia que puede ser civil o militar, con la finalidad de encontrar a alguien que se cree que está perdido, enfermo o herido en áreas cercanas o lejanas que no son de fácil acceso. (Dirección Nacional de Espacios Acuáticos, 2011)



Figura 6 Lancha Guardacostas "Isla Santa Cruz" realizando operación SAR.

1.1.6. Organización del Sistema Mundial SAR. Los organismos internacionales que coordinan a nivel mundial todos los esfuerzos necesarios para poder llevar a cabo las operaciones de búsqueda y salvamento (SAR), por parte de todos los estados miembros son la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y la Organización Marítima Internacional (OMI).

Estas dos organizaciones internacionales comparten un propósito en común, proporcionar un sistema mundial eficaz de tal manera que donde sea que vuele una aeronave o navegue un buque, pueda disponerse de un sistema que preste servicios SAR en caso de ser necesario.

El objetivo fundamental de tener un sistema mundial de Búsqueda y Salvamento es de proporcionar a los ciudadanos de los estados miembros un servicio SAR, dividiendo al mundo en regiones de búsqueda y salvamento (RSR), y cada una disponga de centro coordinador (CCS) de tal manera que

en cualquier parte del mundo donde se encuentren puedan ser beneficiarios de estos servicios independientemente de su nacionalidad.

1.1.7. Organización Nacional y Regional del Sistema SAR. Los Estados, por el hecho de ser Partes del Convenio para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), el Convenio Internacional sobre Búsqueda y Salvamento Marítimo, y el Convenio sobre la aviación civil internacional, han aceptado prestar todos sus servicios SAR, tanto marítimos como aeronáuticos, en todo su territorio, mares territoriales y en alta mar en caso de ser necesario.

Un Estado debe pertenecer a una organización nacional SAR o un conjunto de estados a una organización regional SAR que abarque una zona oceánica importante y un continente.

A muchos Estados se les asigna un área de responsabilidad sobre los cuales tiene la obligación de ofrecer todo su servicio disponible para brindar una inmediata atención a las unidades que se encuentren en peligro dentro de esta región.

El objetivo principal de las regiones de búsqueda y salvamento es el de definir qué estado tiene la principal responsabilidad de coordinar y responder ante los llamados de socorro alrededor de las regiones del mundo.

1.1.8. Sistema SAR del Ecuador. El Ecuador al ser signatario del Convenio para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), el Convenio Internacional sobre búsqueda y salvamento marítimo y el Convenio sobre aviación civil internacional, tiene por obligación prestar y coordinar servicios SAR tanto aeronáuticos como marítimos que deben estar disponibles las 24 horas del día.

La coordinación del sistema SAR del Ecuador está bajo la responsabilidad de dos importantes organizaciones; la Dirección de Aviación Civil (DAC), que es coordinador nacional SAR y tiene bajo su cargo el Centro Coordinador SAR o RCC y la Fuerza Naval que cumple funciones específicas como salvaguardar la vida humana en el mar en el área de responsabilidad que se le ha asignado en el Plan SAR de la OMI, así mismo tiene a su cargo el Centro Coordinador SAR Marítimo (MRCC).

Entre estas dos organizaciones debe existir una buena coordinación de tal manera que puedan prestar ayuda ante cualquier situación de emergencia para las personas que requieran estos servicios dentro de la región marítima SAR de responsabilidad del Ecuador, sin importar su nacionalidad o diferentes circunstancias.

Según (Dirección Nacional de Espacios Acuáticos, 2011) no dice que las funciones principales del sistema SAR que debe cumplir el Ecuador son:

- Recibir, acusar recibo y retransmitir las notificaciones de socorro;
- Coordinar la respuesta SAR; y
- Llevar a cabo las operaciones SAR.

1.1.9. Organización del Sistema SAR Marítimo del Ecuador. Las responsabilidades de asistencia ante cualquier tipo de emergencias se encuentran divididas entre el Comando de Operaciones Navales (COOPNA) y la Dirección Nacional de Espacios Acuáticos (DIRNEA). En el Manual de Búsqueda y Salvamento Marítimo SAR (Dirección Nacional de Espacios Acuáticos, 2011), se menciona cada una de las autoridades que actúan ante la emergencia, al realizar las operaciones de Búsqueda y Rescate.

COOPNA es la autoridad SAR responsable ante cualquier incidente que sufran las unidades navales, submarinas y aeronavales ecuatorianos o extranjeros en el área de mar territorial de responsabilidad del Ecuador. Hará uso de todos los recursos necesarios a fin de asistir de la mejor manera a las unidades navales en emergencia, seguirá los procedimientos establecidos en la Doctrina Naval y contará con todo el apoyo de los medios SAR marítimos bajo responsabilidad de la DIRNEA. DIRNEA como autoridad marítima es la responsable de asumir las responsabilidades derivadas de los convenios Internacionales para Salvaguardar la Vida Humana en el Mar (SOLAS) y el Convenio Internacional SAR por lo tanto tiene la obligación de prestar asistencia ante emergencias a todas las naves que se encuentran registradas en la DIRNEA y cualquier otra nave o artefacto naval internacional que se encuentre navegando en el Área SAR de Responsabilidad del Ecuador. COGUAR es el brazo operativo de la DIRNEA el cual ha sido designado como Centro Coordinador de Salvamento Marítimo CCSM (MRCC) para el Ecuador y es el órgano operativo que debe llevar a cabo la planificación y ejecución de las operaciones SAR de carácter marítimo por lo tanto es el responsable de

mantener comunicación directa con otros CCSM a nivel internacional y de prestar asistencia y apoyo a COOPNA en la ejecución de operaciones SAR Navales (págs. II - 3).



Figura 7 Organización SAR del Ecuador

Fuente: Manual de Búsqueda y Salvamento Marítimo

1.1.10. Área Geográfica Marítima SAR de Responsabilidad del Ecuador. El área marítima para búsqueda y salvamento que se encuentra bajo la responsabilidad nacional es aquella asignada internacionalmente por la OMI y está formada por tres segmentos: 1) Mar Territorial desde la línea base hasta las 200 millas, 2) el área de 200 millas adyacentes a la región insular y 3) la franja intermedia entre estas dos regiones. Así mismo dentro del continente se considera responsabilidad SAR todos los ríos, aguas interiores y canales de la jurisdicción marítima de las capitanías. Así mismo se definen a continuación todos los espacios acuáticos del Ecuador:

Mar Territorial. De acuerdo con lo establecido por la CONVEMAR, se define como la extensión de mar que abarca las 12 millas náuticas a partir de la punta más saliente del estado ribereño.

Aguas Interiores. La CONVEMAR en el artículo 8, numeral 1 nos indica que “Salvo lo dispuesto en la Parte IV, las aguas situadas en el interior de la línea de base del mar territorial forman parte de las aguas interiores del Estado”

Es decir que todo espacio marítimo que se encuentre al interior de la línea base será considerado con aguas interiores y el estado ejerce jurisdicción sobre los mismos.

Zona Contigua. Se llama zona contigua al espacio marítimo adyacente al mar territorial de un Estado, el cual este Estado tiene jurisdicción absoluta y puede establecer medidas para sancionar las infracciones de sus reglamentos, tales como inmigración, sanitarios, medio ambientales, que sean cometidos en este espacio marítimo. No excede más allá de las 24 millas establecidas desde la línea base.

Zona Económica Exclusiva. La denomina así a la zona de mar que se extiende desde el límite exterior del mar territorial hasta una distancia de 200 millas náuticas medidas desde la línea base, donde el estado ribereño ejerce soberanía para el control de actividades que se desarrollen en la misma, velar por la preservación de sus recursos y salvaguardar la vida humana en el mar.

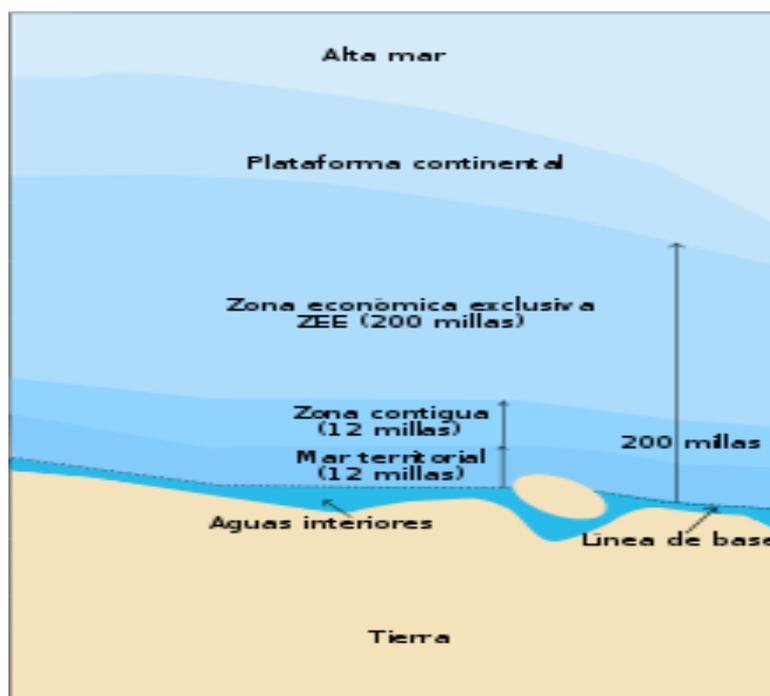


Figura 8 Zonas Marítimas de acuerdo a la CONVEMAR

Fuente: Artículo Web. Zonas Marítimas de acuerdo a la CONVEMAR.

Por lo tanto dentro de todas estas zonas marítimas, el Estado Ecuatoriano debe velar por la seguridad de todas las personas que realicen actividades en el mar por lo tanto la OMI ha establecido as coordenadas geográficas de la región SAR asignada al Ecuador son las siguientes:

Límite Norte: Latitud 01°28'54" N

Límite Sur: Latitud 03°23'33.96" S

Límite Este: Línea Base Continental

Límite Oeste: Longitud 095° 23' 00"W y las 200MN alrededor de Galápagos

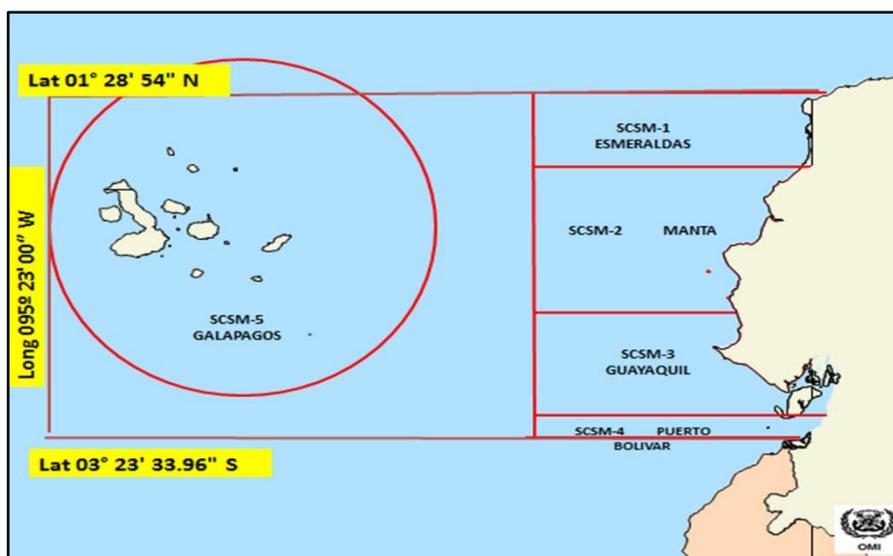


Figura 9 Área Marítima SAR de responsabilidad del Ecuador.

Fuente: Manual de Búsqueda y Salvamento

1.1.11. Recursos SAR. La Dirección Nacional de Espacios Acuáticos es el ente responsable de proporcionar todos los recursos que el CCSM⁴ necesite para poder cumplir con todas sus responsabilidades operacionales. Así mismo será responsable de coordinar con COOPNA el empleo de los medios navales para poder hacer uso de ellos y los capitanes de puerto deberán coordinar a nivel regional el uso de recursos particulares para operaciones SAR.

En el Manual de Búsqueda y Salvamento Marítimo nos habla sobre los recursos SAR que posee el Ecuador. (Dirección Nacional de Espacios Acuáticos, 2011)

A continuación, se enumeran las posibles fuentes de las que se puede obtener asistencia y recursos para la ejecución de operaciones SAR:

⁴ **CCSM:** Centro Coordinador de Salvamento Marítimo

- Unidades de la Escuadra Naval.
- Unidades de la Aviación Naval.
- Personal del Cuerpo de Infantería de Marina.
- Otros organismos de la Armada.
- Unidades Militares de otras ramas de las FF.AA.
- Defensa Civil.
- Cruz Roja.
- Hospitales y Clínicas Privadas.
- Buques mercantes, pesqueros y de turismo en navegación en la zona.
- Organismos estatales nacionales y provinciales.
- Red de telecomunicaciones nacionales.
- Estaciones de radiodifusión.
- Estaciones costeras estatales y privadas.
- Medios y sistemas de plataformas petroleras de perforación en el mar, incluyendo sus remolcadores y helicópteros de apoyo.
- Empresas navieras.
- Empresas comerciales de aviación en tránsito a la zona del probable siniestro.
- Radio Club local.
- Aero Club.
- Radioaficionados.
- Yacht Club.
- Compañías pesqueras.
- Embarcaciones menores con equipos telefónicos y radiotelefónicos.

1.2. Marco Conceptual

1.2.1. Óptica. Se entiende por óptica a la ciencia que estudia las leyes y propiedades de la luz. Tener conocimiento de las leyes de la óptica permite conocer y comprender como se forman las imágenes.

Según (Society, 2015) nos afirma que la óptica “Es el estudio de la luz, la manera como es emitida por los cuerpos luminosos, de la forma en la que se

propaga a través de los medios transparentes y de la forma en que es absorbida por otros cuerpos”.

En la época moderna, a mediados del siglo XVII, se comienza a estudiar la naturaleza de la luz y se la toma como objeto del conocimiento científico, desde ese entonces se considera a la luz como un fenómeno electromagnético y que es percibido por el sentido de la visión. Así mismo esta ciencia estudia la propagación de la luz que se desplaza a través del espacio en una trayectoria rectilínea, con ondulaciones y a una velocidad que varía dependiendo de la densidad del medio que atravesase. También estudia el fenómeno de la reflexión que es cuando la luz choca con la superficie de los cuerpos y cambia de dirección y se invierte su sentido de propagación, es así que podemos llevar a cabo la visión de los objetos.

1.2.2. Espectro Electromagnético. El espectro electromagnético es la distribución energética de un conjunto de ondas electromagnéticas. Estos se pueden observar mediante espectroscopios y también estos sistemas realizan medidas sobre los espectros electromagnéticos como frecuencia, intensidad de la radiación y longitud de onda, el cual es el periodo espacial de la misma, es decir la distancia que existe de pulso a pulso. Así mismo la frecuencia se puede definir como la magnitud que mide el número de repeticiones de cualquier fenómeno en una unidad de tiempo.

Según la Dra. Dulce María Andrés Cabrerizo y el Dr. Juan Luis Antón Bozal (2016) en su libro de Física y Química explican lo siguiente:

La zona del espectro electromagnético en la que es sensible el ojo humano se llama luz visible. El ojo humano es sensible a las radiaciones electromagnéticas comprendidas entre 700nm y 400nm. Las radiaciones electromagnéticas con longitudes de onda ligeramente inferiores a las de la luz visible se denominan rayos ultravioletas y con longitudes de onda más inferiores que los rayos ultravioletas están los rayos x y los rayos gamma. Por otro lado, de la zona de la luz visible encontramos a los rayos infrarrojos, que tienen una longitud de onda ligeramente superior a la de la luz visible.

Así mismo con longitudes de onda superiores están las ondas microondas que tienen una longitud de onda de centímetros, mientras que las ondas de radio tienen longitudes de onda desde el metro hasta varios kilómetros (pág. 217).

1.2.3. Organización de Aviación Civil Internacional. La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) es una agencia de la ONU que fue creada en 1944 con el fin de estudiar todos los problemas de la aviación civil internacional y crear reglamentos y normas únicos en la aeronáutica mundial. Esta organización entro en vigor el 4 de abril de 1947 y cuenta con dieciocho anexos que regulan todo lo relacionado con la aviación civil a nivel mundial, entre estos anexos se encuentra la normativa sobre las operaciones de búsqueda y rescate donde más adelante detallaremos con más precisión ya que es el ámbito de investigación en el cual se desarrolla este trabajo de investigación.

1.2.4. Convenio SOLAS. El convenio SOLAS está situado como el más importante de todos los convenios internacionales sobre la seguridad de los buques mercantes. Fue creada en 1914, después del accidente catastrófico del Titanic, posteriormente en 1929 fue modificada, de igual manera en 1948 y en 1960 y su última publicación fue en 1974. Posterior a esto se han realizado modificaciones en base a esta última publicación. SOLAS se creó con el fin de establecer normas mínimas relativas a la construcción, el equipo y la utilización de los buques compatibles con su seguridad, todo se refiere a la construcción de las unidades con el fin de evitar una catástrofe en el mar y si se da un accidente salvar el mayor número de vidas con todos los medios que posee la unidad. Más adelante se pondrá en conocimiento todos los equipos de salvamento que deben de tener las unidades para poder hacerse a la mar.

1.3. Marco Legal

1.3.1. Anexo 12 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional. Él Anexo, complementado por las tres partes del Manual de búsqueda y salvamento, que se refieren a la organización, la gestión y los procedimientos SAR, contiene las disposiciones para el establecimiento, mantenimiento y funcionamiento de los servicios de búsqueda y salvamento de los Estados contratantes de la OACI, tanto en sus territorios como en alta mar. Las primeras propuestas sobre el Anexo 12 se hicieron en 1946. En 1951 se revisaron y modificaron para satisfacer las necesidades de la aviación civil internacional, y finalmente estas propuestas tomaron forma de normas y métodos recomendados con la primera edición del Anexo.

Uno de los primeros aspectos abordados en el capítulo sobre organización es la necesidad de que los Estados proporcionen servicios SAR dentro de sus territorios y en las zonas de alta mar o de soberanía indeterminada según lo dispuesto en los acuerdos regionales de navegación aérea aprobados por el Consejo de la OACI. En este capítulo se aborda además el establecimiento de las dependencias SAR móviles, los medios de comunicación que deben existir entre ellas y la designación de otros elementos de los servicios públicos o privados que se encargan de actividades de búsqueda y salvamento.

Las disposiciones relativas a requisitos de equipo de las dependencias de salvamento reflejan la necesidad de prestar la debida asistencia en el lugar de los accidentes, teniendo en cuenta el número de pasajeros afectados (Organización de Aviación Civil Internacional, 2004).

1.3.2. Manual de Búsqueda y Salvamento Marítimo. Dentro del marco legal de este reglamento se detalla lo siguiente:

En el Convenio Internacional para Seguridad de la Vida Humana el Mar de 1974, al que el Ecuador se adhiere con el Decreto No. 858 del 10 de mayo de 1982, publicado en el Registro Oficial No. 252 del 13 de mayo de 1982, dentro del Capítulo V de Seguridad en la Navegación, Regla 7 de los Servicios de Búsqueda y Salvamento (SOLAS, 1974) en su primer numeral indica:

“Todo Gobierno Contratante se obliga a garantizar la adopción de cualquier medida necesaria para mantener las comunicaciones de socorro y la coordinación en su zona de responsabilidad y para salvar a las personas que se hallen en peligro en el mar cerca de sus costas. Dichas medidas comprenderán el establecimiento, la utilización y el mantenimiento de las instalaciones de búsqueda y salvamento que se juzguen factibles y necesarias, habida cuenta de la densidad del tráfico marítimo y los peligros existentes para la navegación, y proporcionarán, en la medida de lo posible, medios para la localización y el salvamento de tales personas”

En el Convenio internacional Sobre Búsqueda y Salvamento Marítimo de 1979, al que el Ecuador se adhiere con el Decreto No. 3831 del 23 de Marzo de 1988, publicado en el Registro Oficial No. 904 del 30 de Marzo de 1988, dentro del Capítulo 2 referente a la Organización, en el punto 2.1 Medidas de creación y

coordinación de los servicios de búsqueda y rescate en el numeral 2.1.1 (Marítimo, 1979) indica “Las Partes harán que se tomen las medidas necesarias para la creación de servicios adecuados de búsqueda y salvamento de personas que se hallen en peligro cerca de sus costas, en el mar”.

Capítulo II

Fundamentación Metodológica

2.1. Enfoque y tipo de investigación

El enfoque de investigación es cualitativo, puesto que se realizará una investigación sobre la necesidad de tener instalados estos sistemas electro-ópticos para facilitar las operaciones de Búsqueda y Rescate en las Unidades Navales.

2.2. Modalidad de la investigación

La modalidad asignada para este proyecto de titulación es una investigación aplicada o científica porque consiste en realizar un análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo así como de instrumentos de recolección de datos de fuentes primarias como entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones, con el fin de analizar y hacer una comparación entre los datos obtenidos antes de utilizar estos sistemas electro-ópticos y los datos actuales con estos sistemas instalados en las unidades para conocer si la implementación de estos sistemas ha permitido mejorar las operaciones SAR en nuestro país.

2.3. Alcance de la investigación

El nivel de investigación es explicativo porque en este trabajo de titulación se debió haber recopilado información sobre los sistemas electro-ópticos y haber hecho un análisis de sus beneficios relacionados con las ventajas y desventajas del empleo de estas tecnologías al realizar operaciones de Búsqueda y Rescate.

Por esto se realizó una investigación de los sistemas electro-ópticos que poseen las unidades navales para detectar las unidades siniestradas dentro del área marítima SAR de responsabilidad del Ecuador.

2.4. Diseño o tipo de investigación

La investigación realizada es de tipo no experimental ya que se analizan situaciones que no son provocadas por el investigador, es decir estos fenómenos están en su contexto natural. Se analizan cuáles han sido las ventajas y desventajas de utilizar los sistemas electro-ópticos en las operaciones de Búsqueda y Rescate dentro del Área Marítima SAR del Ecuador.

2.5. Técnicas de recolección de datos

La técnica de investigación es de campo, puesto que se realizaron visitas, a las diferentes unidades tanto guardacostas y de superficie para verificar y tener una evidencia física de los equipos electro-ópticos que poseen estas unidades y también saber cuáles son las ventajas y desventajas del uso de estos equipos para aplicarlas en las operaciones de Búsqueda y Rescate que realiza la Armada del Ecuador en el Área Marítima SAR que tiene bajo su responsabilidad.

2.6. Población y muestra

Población: La población de este proyecto de titulación será el personal que labora en las Unidades de la Escuadra Naval, Comando de Guardacostas que ha realizado operaciones de búsqueda y rescate, así mismo será el personal que haya trabajado con los sistemas electro-ópticos en las diferentes unidades navales.

Muestra: El tamaño de la muestra será igual al de la población porque el numérico no es tan representativo y es accesible.

2.7. Técnicas de investigación

La técnica de investigación usada para realizar este proyecto es de campo debido a que se realizaron visitas a la Escuadra Naval, a las Lanchas y Fragatas Misileras, así también al Departamento de Operaciones del Comando de Guardacostas de la ciudad de Guayaquil, para evidenciar por medio de entrevistas personales a señores oficiales que han realizado Operaciones de Búsqueda y Rescate con equipos electro-ópticos y sin estos equipos con el fin de establecer una comparación entre ambas respuestas y concluir la importancia del uso de estos detectores en las unidades de nuestra Armada Nacional.

Entrevista: Según Galán (Amador, 2009) en un artículo de su autoría menciona que:

La entrevista, es la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio a fin de obtener respuestas verbales a los interrogantes planteados sobre el problema propuesto. Se considera que este método es más eficaz que el cuestionario, ya que permite obtener una información más completa.

Por lo tanto, se realizaron entrevistas por separado tomando como criterio de evaluación los señores oficiales que navegan en las unidades que poseen sistemas electro-ópticos y los que navegan sin ellos llevando la búsqueda simplemente con el ojo humano para comparar las ventajas y desventajas de estos equipos electro-ópticos.

Registros Documentales: Se utilizaron datos estadísticos acerca de las operaciones de Búsqueda y Rescate que ha realizado la Armada del Ecuador en estos últimos 3 años e informes de operaciones donde las unidades reportan el uso de los sistemas electro-ópticos para realizar Búsqueda y Rescate en el Área SAR de responsabilidad del Ecuador.

2.8. Situación actual del empleo de los sistemas electro-ópticos en las unidades navales de superficie y guardacostas.

(Quizhpi, 2014), en su trabajo de investigación indica que las unidades de la Escuadra Naval que poseen sistemas electro-ópticos son:

- La fragata “Presidente Eloy Alfaro”; y,
- Las lanchas misileras.

Así mismo, el señor TNNV-GC David Ramírez en su entrevista, nos indica las unidades guardacostas que poseen este tipo de sistemas electro-ópticos, que se detallan a continuación:

Las dos nuevas unidades tipo PGO OPB 5009:

- Lancha guardacostas Isla San Cristóbal; y,
- Lancha guardacostas Isla Isabela.

Dos unidades oceánicas tipo PGO:

- Lancha Guardacostas Isla Española; y,
- Lancha Guardacostas Isla Fernandina

Y las cuatro unidades tipo PGM 2606

- Lancha guardacostas Isla Santa Cruz;
- Lancha guardacostas islas Marchena;
- Lancha guardacostas Isla Pinta; y,
- Lancha guardacostas Isla Baltra.

Una vez detallada esta información se concluye que solo ocho de las catorce unidades guardacostas y cuatro de las once unidades de la Escuadra Naval que desarrollan operaciones de búsqueda y rescate dentro del mar territorial y zona económica exclusiva emplean estos sistemas electro-ópticos,

sin embargo, existen unidades que aún no los poseen, por lo tanto como el tema de investigación de este proyecto es analizar cual beneficioso es el uso de estos sistemas se procedió a realizar entrevistas al personal que ha laborado con estos equipos teniendo los siguientes resultados:

Se entrevistó al Sr TNNV-SU Cristian Ortiz, Segundo Comandante de la Lancha Misilera Cuenca, el cual dio los siguientes datos:

- El empleo de los Detectores Electro-ópticos en las unidades de la Escuadra Naval , ha facilitado el realizar operaciones de búsqueda y Rescate, así como también, muchas otras operaciones. Esto se debe a que permiten tener seguridad en la noche, dada la característica del infrarrojo que poseen y tener más precisión en la identificación de los contactos.

- Las principales dificultades que se presentan en el momento de realizar una Operación de Búsqueda y Rescate la conforman las condiciones climatológicas, cuando el vapor de agua afecta al Detector Electro-óptico, otra dificultad es la designación de un área demasiada extensa que la unidad no llega a cubrir en su totalidad al momento de realizar la búsqueda.

- La importancia que tiene un Detector Electro-óptico dentro de estas operaciones de Búsqueda y Rescate es a tal magnitud que, si este presenta dificultades, la búsqueda e incluso el costo de la operación sería muy alto para abarcar toda el área de búsqueda.

- Otra dificultad en realizar estas operaciones es cuando la búsqueda es nocturna ya que se minimiza la capacidad de identificación por la ausencia de luz, sin un sistema electro-óptico es imposible que se identifique la unidad siniestrada, se lo puede detectar, pero se tendría que acercarse una distancia muy pequeña para identificarlo.

- Anteriormente, en una Operación de Búsqueda y Rescate, se usaba el radar en la fase de evaluación, y estaba limitada a la capacidad del ojo humano. Sin embargo, con el empleo de estos Sistemas Electro-ópticos se aumenta la capacidad de identificación, dado que aumenta el ancho de barrido

y aumenta la efectividad en la discriminación de contactos en el área de búsqueda.

- El uso de Sistemas Electro-ópticos en las unidades de la Escuadra Naval y guardacostas da la oportunidad de economizar medios materiales y recurso humano, dado que, el ancho de barrido planificado para realizar estas operaciones será mayor, por lo tanto, el track realizado será menor que uno realizado por un ancho de barrido limitado por el ojo humano.

Como se pudo observar, según la información proporcionada por el primer experto entrevistado, se puede concluir que la implementación de los sistemas electro-ópticos en las unidades de la Escuadra Naval y guardacostas mejora la eficiencia en las Operaciones de Búsqueda y Rescate.

Así mismo se entrevistó al TNNV-SU Gonzalo Vega, Segundo Comandante de la Lancha Misilera Guayaquil, Jefe del Departamento de Sistema de Armas de la misma unidad, estuvo en el proceso de modernización de la Lancha Misilera Quito como Jefe del Departamento de Sistema de Armas de la misma, quien supo indicar:

- El emplear los Detectores Electro-ópticos en las unidades de la Escuadra Naval y guardacostas para mejorar la capacidad de identificación de una unidad siniestrada en una operación SAR, permite disminuir los periodos de búsqueda en tiempos de baja visibilidad ya sea nocturno o mal tiempo.

- El emplear los Sistemas Electro-ópticos en las unidades de la Escuadra Naval y guardacostas incrementa la eficiencia y la eficacia, al planificar la operación, la misma que dependerá del ancho de barrido que se determine para realizarla. Así como el track planificado para realizarla también será menor usando detectores electro-ópticos.

Así también, la información dada por el segundo experto entrevistado, coincide con la del primero, dado que indica que la implementación de los Detectores Electro-ópticos en las unidades de la Escuadra Naval y guardacostas mejoran la eficiencia en las Operaciones de Búsqueda y

Rescate, disminuyendo los tiempos en que se llevan estas operaciones, los recursos materiales y humanos empleados y mejora la capacidad de discriminación y evaluación de las embarcaciones extraviadas.

Otro experto que colaboró con el estudio, es el TNNV-GC David Ramírez Ruiz, Oficial Jefe de la división de Búsqueda y Salvamento del Comando de Guardacostas, quien supo mencionar lo siguiente:

- El año pasado tuvo la oportunidad de estar comandando una unidad tipo PGM 2606 que tenía un Sensor Electro-óptico, específicamente, permitió la visualización nocturna a través de infrarrojo marca Flir, el mismo que se pudo usar en algunas operaciones más, durante el año.

- Segundo, las condiciones de mar que puede predominar en un sector son variables, es decir que a pesar que existe modelos que permiten calcular la deriva de una embarcación, las condiciones meteorológicas pueden variar de un momento a otro y esto puede repercutir en el cálculo que uno lo puede hacer dentro de en una operación de búsqueda y rescate.

- Tercero, las limitantes justamente en horas nocturnas en realizar la búsqueda, al menos que la persona o embarcación en peligro tenga los medios de rescate exigidos por la OMI o por autoridad marítima nacional, no se podría mayormente buscar a una persona justamente por la carencia de luz del día.

- El empleo de Sistemas Electro-ópticos en las unidades de la Escuadra Naval y guardacostas, ayuda a mejorar la ejecución de las operaciones de Búsqueda y Rescate dado que permiten identificar a través de sus características de visión nocturna o infrarroja, propias del equipo, permitiendo identificar variaciones de la luz, o variaciones térmicas, que ayuda a detectar embarcaciones o personas que se encuentren perdidas.

- Así también, el uso de estos Sistemas Electro-ópticos, permite optimizar el tiempo, el uso de las embarcaciones que van a estar en estas operaciones, de tal manera que, si se tiene una unidad equipada con estos sensores, permitirán realizar operaciones nocturnas en las que se tendrá

mejor visualización del cuadro de superficie donde posiblemente exista una embarcación o personas en peligro.

Este tercer experto también coincide al determinar que el uso de sistemas electro-ópticos en las operaciones SAR es de gran ayuda, dado que ha mejorado los resultados con menor empleo de recursos.

Se realizó la entrevista al CPCB-SU Francisco Garay Cuesta, Comandante de la Lancha Misilera Cuenca el cual nos indicó lo siguiente:

- La falta de medios tecnológicos limita la efectividad de las unidades navales. Los medios tecnológicos aumentan las capacidades humanas y permiten búsquedas amplias en tiempos menores, es decir se dan los mayores FOV (Field Optic View) que permite cubrir en el mismo tiempo hasta tres o cuatro veces lo que se cubría con el ojo humano.
- Un problema que se viene dando desde años atrás es la falta de presupuesto para la implementación de estos sistemas. Desde hace mucho se ha venido realizando el requerimiento para equipar con sistemas electro-ópticos a las unidades navales. En el año 2006 se realiza la primera adquisición para las unidades aeronavales y en el mismo año para las Lanchas Misileras, posteriormente para las unidades guardacostas y ahora se encuentran en proyecto para las corbetas misileras.
- Al no contar con estos sistemas se genera un menor FOV, por lo tanto tendrán un menor ancho de barrido lo que producirá que para cubrir un mismo área de búsqueda será necesario que la unidad realice track más cercanos entre sí para barrer un área completa por lo tanto inevitablemente tomará más tiempo.

Este cuarto experto nos demuestra en breves palabras las ventajas del uso de estos sistemas electro-ópticos y cómo afectaría positivamente en la realización de operaciones de búsqueda y rescate.

Al analizar el empleo de los sistemas primero estudiamos cuales son las unidades de la Escuadra Naval y guardacostas que posean estos sistemas, pudimos constatar que no todas las unidades tienen instalados estos equipos

dentro de las mismas, existe un pequeño grupo de unidades que poseen sistemas electro-ópticos los que han desarrollado una gran ventaja al realizar las actividades a las cuales se dedican mientras que las otras poseen limitaciones por falta de estas tecnologías.

Según el levantamiento de información realizado, los expertos coinciden en que el uso de los sistemas electro-ópticos en las unidades que realizan operaciones de búsqueda y rescate son de mucha ayuda y ofrecen ventajas que antes no se tenían, como una mejor discriminación de las embarcaciones, detección de personas perdidas, más efectividad en las búsquedas realizadas por las noches; así como, menor uso de recursos en estas operaciones, dando como resultado un mayor nivel de eficiencia en las operaciones de búsqueda y rescate.

Capítulo III

Tipo de Resultado

3.1. Resultados de la Investigación

De la presente investigación se pudo obtener la siguiente información:

- De conformidad con lo establecido con la Organización Marítima Internacional las siglas SAR corresponde a Search and Rescue lo que se traduce al español como Operaciones de búsqueda y rescate.

- La OMI determina el área marítima para el desarrollo de las operaciones de búsqueda y rescate para cada estado miembro de la misma que se determina en tres segmentos:

- Mar territorial desde la línea base hasta las 200 millas.
- El área de 200 millas adyacentes a la región insular
- La franja intermedia entre estas dos regiones
- Ríos, aguas interiores y canales de la jurisdicción marítimas de las capitanías.

- La información se obtuvo de las unidades del Comando de Guardacostas y la Comandancia de Escuadra de la Armada Ecuatoriana.

- Que solamente cuatro unidades de la Escuadra Naval de toda la fuerza operativa que realiza actividades en área marítima de jurisdicción del Ecuador tienen implementado los sistemas electro-ópticos que también sirven entre otros, para las operaciones de búsqueda y rescate.

- La fragata “Presidente Eloy Alfaro”; y,

- Las lanchas misileras.

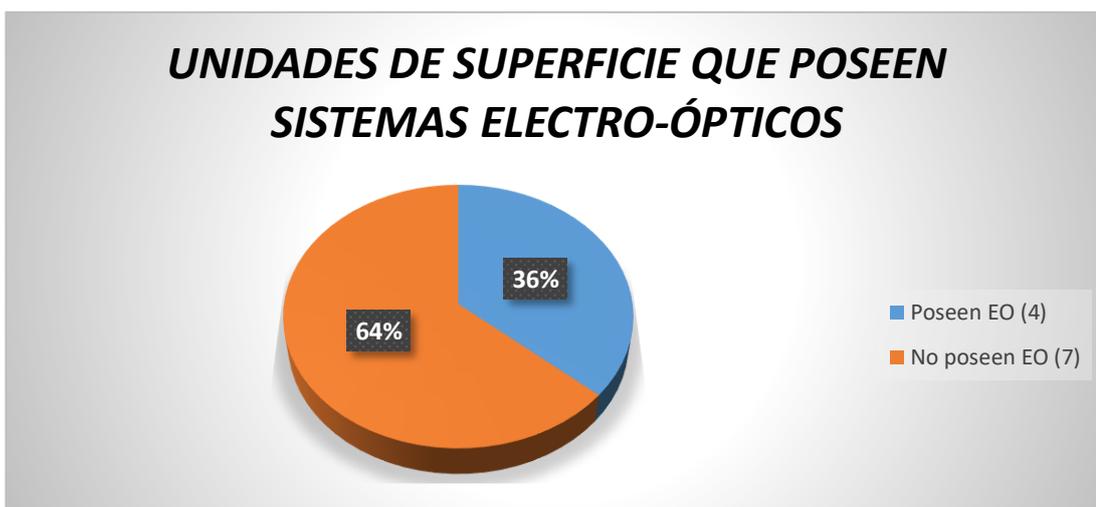


Figura 10 Unidades de Superficie que poseen Electro-ópticos.

- En la figura 10 el gráfico estadístico da un porcentaje, el cual indica que solo el 36% de las unidades de la Escuadra Naval que tiene la Armada del Ecuador poseen estos equipos de alta tecnología. Lo que confirma la falta de modernización de equipos para realizar operaciones de búsqueda y rescate.

- Así mismo se determinó el porcentaje de las unidades guardacostas que realizan patrullaje en el mar territorial y zona económica exclusiva que poseen sistemas electro-ópticos el cual dio un porcentaje del 57%, lo que indica que el 43% no poseen equipos lo que representa que ya se están instalando estos sensores, sin embargo aún existe un déficit de equipos de alta tecnología en estas unidades.

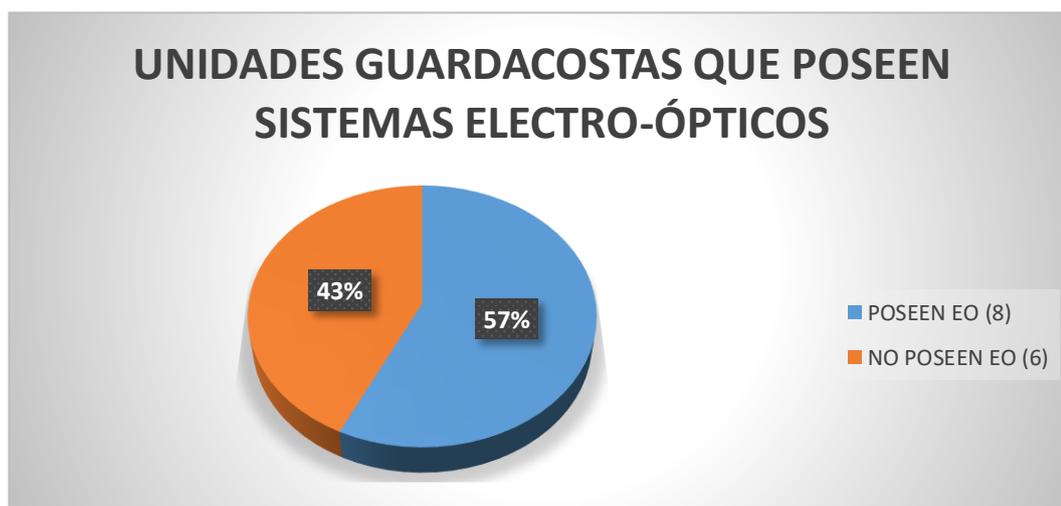


Figura 11 Unidades Guardacostas que poseen Sistemas Electro-ópticos.

Las dos nuevas unidades tipo PGO OPB 5009:

- Lancha guardacostas Isla San Cristóbal; y,
- Lancha guardacostas Isla Isabela.
- Lancha Guardacostas Isla Española; y,
- Lancha Guardacostas Isla Fernandina

Y las cuatro unidades tipo PGM 2606

- Lancha guardacostas Isla Santa Cruz;
- Lancha guardacostas islas Marchena;
- Lancha guardacostas Isla Pinta; y,
- Lancha guardacostas Isla Baltra.

- Estas unidades han desarrollado ventajas al realizar sus actividades mientras que otras poseen limitaciones por la falta de implementación de estas nuevas tecnologías.

- Como se pudo conocer en la fundamentación teórica, los sistemas electro-ópticos poseen características que les permite ser un equipo de mucho apoyo en operaciones de detección y discriminación de embarcaciones o personas siniestradas en el mar, dado que cuentan con cámara infrarroja que facilita la discriminación de las embarcaciones en la noche, una cámara que permite obtener el video de la embarcación en una mejor resolución, haciendo más identificables los objetos que se están buscando, así como también cuenta con un telémetro laser que permite obtener la distancia a la que se encuentra determinado objeto.

- Los sistemas electro-ópticos aunque tienen menor alcance de operación que los radares de navegación, poseen una mayor capacidad para discriminar los contactos debido a que su campo de visión es mayor, así mismo posee un mayor grado de detección de unidades a muy corto alcance es decir a menos de 270 yardas. Además, se concluye que de acuerdo a la información obtenida en el ensayo final del TNNV-SU Cristian Ortiz en el Anexo D de su trabajo de investigación, (Ortiz, 2010), nos establece una comparación entre las características de un radar de navegación de las corbetas con un sistema electro-óptico.

Tabla 2 Tabla de comparación entre los radares y los electro-ópticos

PARÁMETROS	RADARES CORBETAS	ELECTRO-ÓPTICOS
DESEMPEÑO		
ALCANCE	MAYOR	MENOR
DISCRIMINACION	MENOR	MAYOR
EXACTITUD	MAYOR	MENOR
CAMPO DE VISION	MENOR	MAYOR
TIEMPO DE PROCESAMIENTO	MAYOR	MENOR
DISTRIBUCION DE VIDEO	MENOR	MAYOR
OPERACIÓN		
LINEA DE MIRA DEPENDIENTE AL RADAR DE CONTROL DE TIRO	NO APLICA	SI
CAPACIDAD DE GRABACION	NO POSEE	SI
DISCRIMINACION EN AREAS DE CORTO ALCANCE	MENOR	MAYOR
CONSUMO DE POTENCIA	MAYOR	MENOR
FACILIDAD DE OPERACIÓN	MENOR	MAYOR
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
PESOS	MAYOR	MENOR
INTERFERENCIA ELECTROMAGNÉTICA	MAYOR	MENOR
TAMAÑO DEL SISTEMA	MAYOR	MENOR
DISPONIBILIDAD		
LOGÍSTICA	MENOR	MAYOR
REPUESTOS	MENOR	MAYOR
MANTENIMIENTO		
LOGÍSTICA	MAYOR	MENOR
CAPACITACION DEL PERSONAL	MAYOR	MENOR
HERRAMIENTAS	MAYOR	MENOR
TEST DE CALIBRACIÓN	MAYOR	MENOR

Fuente: Análisis de la Conveniencia del uso de sistemas electro-ópticos en las Corbetas Misileras. TNFG-SU Cristian Ortiz.

- Además, de haber obtenido información directa de expertos que han trabajado con estos equipos en Operaciones de Búsqueda y Salvamento, los mismos que coincidieron en que al emplear dichos sistemas se conseguía mayor efectividad en la operación dado que permitía identificar más rápido la embarcación o persona siniestrada, en cuyas operaciones, el tiempo es un factor primordial que puede jugar a favor o en contra; además de reducir el uso de recursos materiales y humanos al discriminar con exactitud las embarcaciones debido a que aumentaría el ancho de barrido planificado para la operación cubriendo mas rápido el área de búsqueda asignada para la embarcación.

- Los datos estadísticos que presenta la Dirección Nacional de Espacios Acuáticos (DIRNEA) nos muestra una gran mejoría en la eficiencia de las operaciones de búsqueda y rescate en las unidades guardacostas usando estos equipos electro-ópticos, mientras que el resto de unidades que implementan aún solo el radar para la detección de las embarcaciones o personas perdidas en el mar, tienen dificultad en su desempeño dado que no poseen una visualización de buena calidad, dependen de la capacidad del ojo humano para la discriminación, por lo que no se logran abarcar áreas tan extensas, en la noche se complican más aún las operaciones SAR por la falta de luz, dificultando la visualización de las mismas y perdiendo tiempo.

- Como se puede observar en la siguiente información histórica en los últimos tres años, el número de casos SAR que se han tenido y su efectividad, los siguientes datos fueron obtenidos de la Dirección Nacional de Espacios Acuáticos:

Tabla 3:

Efectividad de las unidades guardacostas en los casos SAR presentados en el periodo 2014 - 2017.

AÑO	CASOS SAR	RESCATE POR COGUAR	RESCATE POR EMBARCACIONES CIVILES	% DE EFECTIVIDAD
2014	61	25	36	41%
2015	80	40	40	50%
2016	59	39	20	66%
2017 (ene-jul)	25	20	5	80%

- Como se puede observar, según los datos presentados, la efectividad en el rescate de los casos presentados, ha ido incrementando considerablemente, dado que estas unidades ya usan los sistemas electro-ópticos en las operaciones SAR, es importante mencionar que esta información es de las unidades empleadas en el puerto de Guayaquil en donde ciertas unidades ya poseen estos equipos. A pesar de que la implementación de estos sistemas se inicia cerca del 2010, al irse implementando cada vez más en las operaciones de búsqueda y rescate desde el 2014 al 2017, se ha presentado un crecimiento en la efectividad de los casos rescatados, iniciando en un 41% y terminando con un 80% de éxito.

- Los sistemas electro-ópticos aunque tienen menor alcance de operación que los radares de navegación, poseen una mayor capacidad para discriminar los contactos debido a que su campo de visión es mayor, así mismo posee un mayor grado de detección de unidades a muy corto alcance es decir a menos de 270 yardas.

- Sin embargo, a pesar de que los sistemas electro-ópticos poseen muchos beneficios que nos ayudan a realizar operaciones de búsqueda y rescate, tiene cierto tipo de limitantes que en muchas ocasiones dificultan la realización de estas operaciones, las mismas que detallamos a continuación:

- Aspectos climatológicos como el vapor de agua que afecta a la visualización de contactos por parte de estos sistemas;
- El caso de que el área de búsqueda asignada para la operación sea muy extensa, debido a que estos tienen un alcance óptimo que oscila entre 5 millas y 7 millas náuticas;
- La falta de capacitación del personal para el manejo adecuado de estos sistemas.

- Otro factor limitante es el grado de mantenimiento que se le dan a estos equipos, según el CPCB-IG Manuel Quizhpi en su trabajo de investigación (Quizhpi, 2014) nos dice que actualmente en los Astilleros Navales del Ecuador no poseen la capacidad para dar mantenimiento a estos equipos en ningún escalón. Solo poseen la capacidad para realizar instalaciones e integraciones de estos sistemas a las unidades de la Escuadra Naval de la Escuadra.

- En el Ecuador se dictaron cursos para el uso y mantenimiento de los sistemas electro-ópticos MX-15i el cual lo dictó la compañía Wescam, que son los que se encuentran instalados en las unidades de la aviación naval, el cual solo consistió en el mantenimiento externo y realizar la purga para eliminar su humedad además del cambio del disecante que permite controlar la humedad en la torreta, sin embargo cuando en el equipo se presentan fallas de algún componente interno, los técnicos no tienen esa capacitación por lo tanto se debe realizar el envío a la compañía fabricante para su reparación, lo que implicaría el gasto de dinero para realizar su envío y reparación, por falta de recursos económicos los equipos no pueden ser reparados. Además cabe recalcar que este curso se dictó exclusivamente para realizar mantenimiento a los equipos de marca Wescam.

Conclusiones

- La Armada del Ecuador ha implementado el uso de los sistemas electro-ópticos en las unidades navales que facilitan mejorar la capacidad de la unidad para identificar contactos a corta distancia, la obtención de una mejor discriminación de las embarcaciones, permitiendo la detección de personas perdidas, mayor efectividad en búsquedas realizadas por la noche, menor usos de recursos, lo que proporciona un mayor nivel de eficiencia en las operaciones de búsqueda y rescate.
- El no contar con estos sistemas electro-ópticos en todas las unidades de I y guardacostas limita la capacidad de identificación el objeto siniestrado, lo que provocará aumento del tiempo de búsqueda, por lo tanto el costo de operación será más alto y se gastarán más recursos tanto logísticos como talento humano.
- Los equipos electro-ópticos no reemplazan todas las bondades del radar, sin embargo funcionan como un sistema complementario al empleo del mismo permitiendo mejorar por medio de la obtención de la información de las situaciones las operaciones de búsqueda y rescate.
- La falta de capacitación al personal y el déficit de stock de repuestos que ayude a solucionar problemas y fallas sobre su empleo debido a la falta de recursos económicos limita la capacidad de mantenimiento de estos sistemas electro-ópticos y el cumplimiento eficiente y eficaz de las tareas de búsqueda y rescate en las áreas asignadas por el mando naval.

Recomendaciones

- Dotar de sistemas electro-ópticos a todas las unidades tanto de la Escuadra Naval como guardacostas que realicen operación de control en el mar territorial con el fin de aumentar la eficiencia y eficacia de las operaciones de búsqueda y rescate.
- Una vez instalados los sistemas electro-ópticos dentro de las unidades de la Escuadra Naval y guardacostas se recomienda la capacitación del personal que navega en estas unidades para llevar un buen uso y mantenimiento de estos equipos, los mismos que permitan desarrollar de manera eficiente estas operaciones de búsqueda y rescate.
- Gestionar la adquisición de repuestos y solicitar que las empresas fabricantes de este tipo de equipos tecnológicos brinden servicios de capacitación de uso y mantenimiento al personal que trabaja con estos sistemas con el fin de optimizar su uso.
- Explotar las capacidades que poseen los departamentos técnicos de la Armada del Ecuador para mejorar el grado de mantenimiento de los sistemas electro-ópticos.

Bibliografía

1. Amador, M. G. (29 de Mayo de 2009). *Metodología de la Investigación* . Obtenido de <http://www.manuelgalan.blogspot.com>
2. Andrés, D., & Antón, J. (2016). *Física y Química*. México: EDITEX. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=fg7-CwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=F%C3%ADsica+y+Qu%C3%ADmica+Dulce+Mar%C3%ADa+Andr%C3%A9s+Cabrerizo+y+el+Dr.+Juan+Luis+Ant%C3%B3n&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiA1L-wKnXAhUJ0iYKHUQJCZgQ6AEIPTAE#v=onepage&q&f=true>
3. Boreman, G. (1999). *Fundamentos de electro-óptica para ingenieros* (Vol. TT37). USA: SPIE. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3ANAOqwjYuUC&oi=fnd&pg=PA1&dq=electro-%C3%B3ptica&ots=3jCJiJeKCcu&sig=-Gk1MncanPIT2INyB9agS1sx-7c#v=onepage&q=electro-%C3%B3ptica&f=false>
4. Direccion Nacional de Espacios Acuáticos. (2011). *Manual de Búsqueda y Salvamento Marítimo SAR*. Guayaquil.
5. Echeverría, J. S. (2014). *Diseño e Implementación de un sistema electro-óptico con apuntamiento y estabilizacion automática*. Quito.
6. FLIR Systems, Inc. (Marzo de 2013). *FLIR, The World's Sixth Sence*. Obtenido de <http://www.flir.es/home/>
7. FLIR, S. I. (Marzo de 2013). *FLIR, The World's Sixth Sence*. Obtenido de <http://www.flir.es/home/>
8. Flores, A. (2011). *Manual de Empleo del Director Electro-Optico POP 300 de las Lanchas Misileras*. Guayaquil: Academia de Guerra Naval.
9. Instituto de Pesquis da Marinha do Brasil. (2003). *Apostila de Opto-Electronica (IR, LASER e VISUAO NOTURNA)*. Río de Janeiro.
10. Marítimo, C. i. (1979). *Convenio internacional Sobre Búsqueda y Salvamento Marítimo* .
11. Organización de Aviación Civil Internacional. (2004). Anexo 12 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional: Búsqueda y salvamento. En O. d. Internacional, *Convenio sobre Aviación Civil Internacional* (Octava ed.). Montreal: Publicaciones de ICAO. Obtenido de <http://www.udi.edu.co/images/biblioteca/aeronautica/anexo12.pdf>
12. Ortiz, C. (2010). *CONVENIENCIA DEL EMPLEO DE LOS DIRECTORES OPTRÓNICOS PARA LAS CORBETAS MISILERAS Y EL TIPO DE SISTEMA MÁS ADECUADO*. Guayaquil.

13. Pérez, F. (2011). *Sensores electromagnéticos. Los sentidos de los sentidos sistemas para la defensa y la seguridad*. Madrid: Cuadernos de Cátedra. Obtenido de <http://catedraisdefe.etsit.upm.es/wp-content/uploads/2011/11/PDF-cuaderno-N%C2%BA-9.pdf>
14. Quizhpi, M. (2014). *MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS ELECTRO ÓPTICOS EMPLEADOS EN LA ARMADA DEL ECUADOR*. GUAYAQUIL.
15. Society, T. O. (2015). *Journal of the Optical Society of America*.
16. SOLAS. (1974). *Convenio sobre la seguridad de la vida humana en el mar* .