

ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE
“ALMIRANTE MIGUEL GRAU”

PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE
ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS



**“NIVEL DE CONOCIMIENTO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN
ANTICORROSIVAS POR MEDIO DE CORRIENTES IMPRESAS DE
BUQUES TANQUE EN EGRESADOS DE LA ESPECIALIDAD DE
MÁQUINAS DE LA ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE
ALMIRANTE MIGUEL GRAU”**

TESIS PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
OFICIAL DE MARINA MERCANTE

PRESENTADA POR:

MUÑOZ ANGELES, JOSÉ CARLOS
HUAYLLACCAHUA CANCHARI, KEVIN ALEX

CALLAO, PERÚ

2017

NIVEL DE CONOCIMIENTO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN
ANTICORROSIVAS POR MEDIO DE CORRIENTES IMPRESAS DE BUQUES
TANQUE EN EGRESADOS DE LA ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS DE LA
ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE ALMIRANTE MIGUEL GRAU

DEDICATORIA:

A mi familia, quienes son mi fortaleza y en especial a nuestros padres por su apoyo invaluable, a pesar de la distancia y con su amor incondicional supieron guiarnos a través de nuestra carrera; así mismo, por ser los pilares incondicionales para poder culminar esta etapa de nuestros estudios.

AGRADECIMIENTO:

A mis padres, por su apoyo,
paciencia y comprensión.

A los asesores, por sus
enseñanzas y paciencia.

ÍNDICE

	Página
PORTADA.....	i
TÍTULO.....	ii
DEDICATORIA:.....	iii
AGRADECIMIENTO:.....	iv
ÍNDICE	v
TABLAS.....	ix
FIGURAS	xi
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Descripción de la realidad problemática:	1
1.2 Formulación del Problema	4
1.2.1 Problema general:	4
1.2.2 Problemas específicos:.....	5
1.3 Objetivos de la Investigación	5

1.3.1 Objetivo General:.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos:.....	5
1.4 Justificación de la investigación	6
1.4.1 Justificación teórica:.....	6
1.4.2 Justificación metodológica:.....	7
1.4.3 Justificación práctica:.....	7
1.4.4 Justificación en investigación:.....	8
1.5 Limitaciones de la investigación:.....	8
1.6 Viabilidad de la investigación	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes de la investigación:.....	9
2.1.1 A nivel nacional:.....	9
2.1.2 Antecedentes Internacionales:.....	11
2.2 Bases teóricas.....	12
2.2.1 Conocimiento.....	12
2.2.2 Corrosión:	16
2.2.3 Corrientes impresas contra Ánodos de sacrificio:.....	32
2.2.4 Sistema de protección anticorrosiva por medio de Corrientes Impresas Externas o Sistema de Protección Catódica por Corriente Impresa ICCP:	35
2.2.5 Sistema de protección anticorrosiva por medio de Corrientes Impresas Internas o Sistema Preventivo de Crecimiento Marino MGPS: .	61
2.2.6 Oficiales de marina mercante:	82
2.3 Definición de Términos Básicos:	84
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES	87
3.1 Formulación de la hipótesis:	87
3.1.1 Hipótesis general:	87
3.1.2 Hipótesis específicas:	88

3.1.3 Variable:.....	89
CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO.....	90
4.1 Diseño de la investigación:	90
4.2 Población y Muestra:.....	92
4.2.1 Población:.....	92
4.2.2 Muestra:.....	92
4.3 Operacionalización de variable:	95
4.4 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos:	95
4.4.1 Técnica:	95
4.4.2 Instrumento:.....	96
4.4.3 Validez y Confiabilidad:.....	96
4.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de datos:	97
4.6 Aspectos éticos:.....	97
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	99
5.1 Análisis Descriptivo.....	99
5.2 Procedimiento estadístico para la comprobación de hipótesis.....	100
5.2.1 Hipótesis General	100
5.2.2 Hipótesis Específica 1:.....	101
5.2.3 Hipótesis Específica 2:.....	103
5.3 Desarrollo del análisis descriptivo de la variable.....	104
5.3.1 Análisis de la muestra.....	104
5.3.2 Análisis del resultado.....	105
5.3.3 Análisis por dimensiones	108
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114
6.1 DISCUSIÓN:	114
6.2 CONCLUSIONES:	117
6.3 RECOMENDACIONES:	118

FUENTES DE INFORMACIÓN	119
Referencias Bibliográficas:.....	119
Referencias Electrónicas	121
ANEXOS	124
Anexo I: Matriz de Consistencia.....	125
Anexo II: Hoja de inspección diaria del sistema ICCP	126
Anexo III: Hoja de inspección diaria del MGPS.....	127
Anexo IV: Consentimiento Informado.....	128
Anexo V: Instrumento utilizado para la Recolección de Datos.....	129
Anexo VI: Concordancia entre especialistas.....	136
Anexo VII: Base de datos.....	137
Anexo VIII: Tablas y gráficos de los indicadores.....	138
Anexo IX: Confiabilidad por Kuder Richardson (KR20) a la prueba piloto	140
Anexo X: Baremos	141
Anexo XI: Validación externa del instrumento.....	142

TABLAS

	Pagina
Tabla 1: Propiedades principales de los ánodos en corriente impresa	56
Tabla 2: Conocimiento de la distancia mínima aceptable en ánodos	73
Tabla 3: Configuración actual en la operación de funcionamiento de ánodos.....	79
Tabla 4: Distribución de la población según su tiempo de embarque	93
Tabla 5: Distribución de la población según edades.	94
Tabla 6: Confiabilidad del cuestionario sobre el conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS.....	97
Tabla 7: Nivel de conocimiento sobre los sistemas ICCP y MGPS	101
Tabla 8: Nivel de conocimiento sobre el sistema ICCP.....	102
Tabla 9: Nivel de conocimiento sobre el sistema MGPS.....	103
Tabla 10: Edad por tiempo de embarque	104
Tabla 11: Nivel de conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS.....	105

Tabla 12: <u>Contingencia</u> : Nivel de conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS por tiempo de embarque.....	106
Tabla 13: <u>Contingencia</u> : Nivel de conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS por edad.	107
Tabla 14: <u>Nivel de conocimiento del sistema ICCP</u>	108
Tabla 15: <u>Contingencia</u> : Nivel de conocimiento del sistema ICCP por tiempo de embarque.	108
Tabla 16: <u>Contingencia</u> : Nivel de conocimiento del sistema ICCP por edad.	109
Tabla 17: <u>Nivel de conocimiento del sistema MGPS</u>	110
Tabla 18: <u>Contingencia</u> : Nivel de conocimiento del sistema MGPS por tiempo de embarque.	111
Tabla 19: <u>Contingencia</u> : Nivel de conocimiento del sistema MGPS por edad.	112

FIGURAS

	Pagina
<i>Figura 1:</i> Corrosión galvánica.....	19
<i>Figura 2:</i> Corrosión uniforme.....	20
<i>Figura 3:</i> Corrosión localizada.....	20
<i>Figura 4:</i> Corrosión localizada.....	21
<i>Figura 5:</i> Corrosión intergranular.....	21
<i>Figura 6:</i> Corrosión selectiva.....	22
<i>Figura 7:</i> Corrosión por organismos biológicos.	24
<i>Figura 8:</i> Hull Fouling Causes and Consequences	26
<i>Figura 9:</i> Métodos comunes de control de corrosión.....	28
<i>Figura 10:</i> Diagrama de Pourbaix.....	30
<i>Figura 11:</i> Protección catódica por superposición de corriente impresa sobre la corriente de acción local.....	36

<i>Figura 12:</i> Esquema ICCP.....	40
<i>Figura 13:</i> Unidad de control de corrientes catódicas	43
<i>Figura 14:</i> Circuito de corrientes catódicas.	44
<i>Figura 15:</i> Ánodo lineal 125-200A.....	45
<i>Figura 16:</i> Ánodo elíptico.....	45
<i>Figura 17:</i> Ánodo circular.	46
<i>Figura 18:</i> Detalle de instalación ánodo de referencia.	47
<i>Figura 19:</i> Ánodos lineal.....	47
<i>Figura 20:</i> Electrodo de referencia de Zinc.....	48
<i>Figura 21:</i> Escobillas del eje.....	49
<i>Figura 22:</i> Instalación de escobillas en el eje.	50
<i>Figura 23:</i> Ánodos instalados en el casco del buque	50
<i>Figura 24:</i> Acumulación de crecimiento marino en tuberías.....	62
<i>Figura 25:</i> Sistema preventivo de crecimiento marino	65
<i>Figura 26:</i> Panel de control - MGPS.....	67
<i>Figura 27:</i> Ánodos	68
<i>Figura 28:</i> Instalación sobre las cajas de mar o los filtros MGPS.....	70
<i>Figura 29:</i> Instalación de ánodos	72
<i>Figura 30:</i> Resistividad del agua de mar para salinidades del 30 al 40%.	74
<i>Figura 31:</i> Ánodos de cobre	75

<i>Figura 32: Ánodo de aluminio.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 33: Ánodo de propósito dual</i>	<i>77</i>
<i>Figura 34: Ánodo de hierro.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 35: Cátodos.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 36: Distribución de la población según su tiempo de embarque.</i>	<i>93</i>
<i>Figura 37: Distribución de la población según edades.</i>	<i>94</i>
<i>Figura 38: Operacionalización de la variable.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 39: Nivel de conocimiento sobre los sistemas ICCP y MGPS</i>	<i>101</i>
<i>Figura 40: Nivel de conocimiento sobre el sistema ICCP.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 41: Nivel de conocimiento sobre el sistema MGPS.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 42: Edad por tiempo de navegación.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 43: Nivel de conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 44: Contingencia nivel de conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS por tiempo de embarque.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 45: Contingencia nivel de conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS por edad.</i>	<i>107</i>
<i>Figura 46: Nivel de conocimiento del sistema ICCP.....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 47: Contingencia nivel de conocimiento del sistema ICCP por tiempo de embarque.</i>	<i>109</i>
<i>Figura 48: Contingencia nivel de conocimiento del sistema ICCP por edad.</i>	<i>110</i>

Figura 49: Nivel de conocimiento del sistema MGPS..... 111

Figura 50: Contingencia nivel de conocimiento del sistema MGPS por tiempo de embarque. 111

Figura 51: Contingencia nivel de conocimiento del sistema MGPS por edad. 112

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar y describir el nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivas por medio de corriente impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau

A través de un instrumento de medición documentada en forma de cuestionario sobre el sistema de Protección Catódica por Corriente Impresa (ICCP) y el Sistema Preventivo del Crecimiento Marino (MGPS) que se elaboró y aplicó a una muestra compuesta por 43 egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau individuos entre egresados con más de 12 meses de embarque y egresados entre 6 y 12 meses de embarque.

El tipo de investigación es básica, nivel descriptivo, diseño no experimental de corte transversal, y enfoque cuantitativo.

Los resultados indicaron que el Nivel de Conocimiento de Sistemas de Protección Anticorrosivos por Medio de Corrientes Impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina

Mercante Almirante Miguel Grau se ubica en el nivel medio; con un 51,16%; el cual, difiere de la hipótesis de la investigación.

Palabras clave: Corrosión, Antifouling, Egresados, Corriente impresa

ABSTRACT

The main objective of this research is to determine and describe the level of knowledge of anticorrosive protection systems through printed currents of tankers in graduates of the specialty of machines of the National Merchant Marine School “Almirante Miguel Grau”.

Through a documented measurement instrument, in the form of a questionnaire on the Impressed Current Cathodic Protection System (ICCP) and the Marine Growth Prevention System (MGPS), which was developed and applied to a sample composed of 43 graduates of the specialty of machines from the national merchant marine school Almirante Miguel Grau, individuals between graduates with more than 12 months of boarding and graduates between 6 and 12 months of boarding.

The type of research is basic, descriptive level, non-experimental cross-sectional design, and quantitative approach.

The results indicated that the level of knowledge about Anticorrosive Protection Systems by means of printed currents of tankers in graduates of the specialty of machines of the National Merchant Marine School Almirante Miguel

Grau is located in the middle level; with 51.16%; which, differs from the research hypothesis.

Keywords: Corrosion, Antifouling, Graduates, Impressed current

INTRODUCCIÓN

El transporte marítimo en el ámbito mundial es el medio más utilizado para el comercio exterior; debido a la extensión del mar y a la globalización, por lo cual, mundialmente permite el mayor movimiento de mercancías, de esta manera los buques y sus tripulaciones constituyen un elemento fundamental en la economía mundial, pero la complejidad funcional de los buques modernos a lo largo de los años, exige mano de obra especializada a todos los niveles, por lo cual, deben contar con la pericia necesaria para el desempeño de sus diversas funciones. Es así que en la actualidad, el poco personal que labora a bordo de buques mercantes, demanda mayor conocimiento de los sistemas que se encuentran en estas naves que son sometidas a los distintos cambios climáticos al tener que navegar de un lugar a otro.

Por esta razón, es importante señalar que cuando una embarcación es sumergida en el mar, es afectada su estructura metálica por el fenómeno de la corrosión.

Asimismo, en el siglo XVII, Platón había propuesto que la corrosión no era más que una segregación de los componentes metálicos de dicho material, pero

otros investigadores fueron los que se dieron cuenta que el hierro oxidado pesa más que el hierro antes de su exposición al ambiente, lo cual constituyó el principio de fijación de oxígeno para la constitución de óxido. Lavoisier fue quien culpó al oxígeno como elemento que causaba el aumento de peso en el hierro expuesto a la atmósfera, llegando a decir que toda corrosión era causada por el oxígeno, lo cual se acerca bastante a la realidad.

En efecto, la corrosión es el problema de mayor importancia, que afecta a la totalidad de naves en el mundo y ocasiona pérdidas importantes al propiciar la degradación de los metales constituyentes de la superficie sumergida del buque y por tanto la reducción en la resistencia estructural y velocidad del mismo. Es por ello que buena parte del presupuesto de las empresas navieras, se utiliza para proteger y reducir los efectos de la corrosión y la adherencia de material biológico

Aunado a esto, se cubre de un “velo biológico”. El velo biológico se produce más rápido a la luz del sol y al generarse retiene partículas minerales y orgánicas que se encuentran en suspensión en el agua. Su formación facilita a la posterior fijación de organismos vegetales y animales, que constituyen las incrustaciones biológicas.

De igual forma, la contaminación biológica constituye un problema significativo para la industria naval no sólo porque se adhiere a la superficie externa de los buques, sino que también se mete en las tomas de agua y se pega a la superficie de las tuberías que conducen a los distintos equipos, ocasionando así problemas tales como obstrucción o corrosión en el interior de la embarcación.

Por lo tanto, la presente tesis contiene los siguientes partes: el primer capítulo, el planteamiento del problema, formulando la respectiva pregunta de la

investigación, seguidamente los objetivos, la justificación, las limitaciones y la viabilidad. En el segundo apartado, se describe el marco teórico, teniendo como inicio los antecedentes; consecutivamente de las bases teóricas que detallan los sistemas anticorrosivos y anti incrustaciones, además, descripción e importancias del tema de estudio.

Posteriormente, en el tercer acápite, se presentan las hipótesis y las variables. Luego en el cuarto capítulo enfocaremos el diseño de la investigación, la población y muestra. En el quinto título, se detalla los resultados de la investigación después de usar un método estadístico. Finalmente, en el sexto capítulo se describen las discusiones, conclusiones y las recomendaciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática:

Desde el inicio de la humanidad, el hombre ha venido evolucionando y con él los metales, hace más de 5000 AC, en la llamada “edad de los metales”, en la cual, se produce una evolución muy importante, un cambio consistente en la metalurgia. Primero empezaron usando el cobre, luego surgió la Edad de bronce, de la cual se inicia creando útiles para trabajo, armas, utensilios domésticos y fue en esta época cuando surgió la navegación. Sin embargo, fue en el siglo XIX, en el cuál surgen los primeros buques con cascos de hierro. Es así que, desde el momento de su extracción, la humedad en niveles elevados, provoca que las moléculas de vapor de agua se asienten sobre la superficie metálica y se inicie el proceso de corrosión. De esta manera y de acuerdo con estudios realizados, la humedad relativa media está por encima del 75% en la mayoría de zonas costeras de los países del mundo.

Así mismo, es importante señalar que el alto contenido salino de agua de mar es un electrolito corrosivo por excelencia que tiene la naturaleza. El contenido

salino es el principal componente de la pila de corrosión manteniendo en todo momento el contacto eléctrico entre los posibles ánodos y cátodos. En tal sentido, Sesé E. (2014) indica que:

Uno de los problemas de mayor importancia que puede afectar a un metal sumergido en un medio líquido, es el de la corrosión, que afecta a prácticamente la totalidad de la flota mundial y que ocasiona pérdidas importantes al propiciar la degradación del metal constituyente del casco del buque y por tanto una disminución del rendimiento del mismo, tanto en lo que se refiera a su velocidad como a la resistencia estructural (p. 5).

En efecto, la página web INPRA LATINA (2016) menciona sobre el costo global de la corrosión informando que:

NACE International ha publicado recientemente el estudio "Medidas Internacionales de Prevención, Aplicación y Economía de la Tecnología de la Corrosión (IMPACTO)" en el que se estima que el coste global de la corrosión es de 2,5 billones de dólares, cifra equivalente a aproximadamente al 3,4 por ciento del producto interior bruto mundial (PIB).

El estudio global de dos años se presentó en la conferencia Corrosión 2016 en Vancouver, Canadá, y examina los aspectos económicos de la corrosión y el papel de la gestión de la corrosión en el establecimiento de mejores prácticas en la industria.

El estudio reveló que la aplicación de las mejores prácticas en prevención de la corrosión podría resultar en ahorros globales de

entre el 15 y el 35% del costo de los daños, o lo que es lo mismo un ahorro de entre US\$375 mil y US\$875 mil millones.

De igual forma, la contaminación biológica constituye un problema significativo para la industria naval no sólo porque se adhiere a la superficie externa de los buques, sino que también ingresa en las tomas de agua y se adhiere a la superficie de las tuberías que conducen a los distintos equipos, ocasionando así problemas tales como obstrucción o corrosión en el interior de la embarcación. Maseras, J. (2015), señala:

Algunos organismos marinos necesitan adherirse a una superficie para sobrevivir en algunas fases de su proceso biológico (...). Los principales problemas que causan estos microorganismos al adherirse a la obra viva de cualquier embarcación son la pérdida de velocidad del barco y un aumento en el consumo de combustible (p. 1).

En la actualidad, bien se sabe que la Marina Mercante del Perú no cuenta con una flota mercante representativa a nivel de Latinoamérica, pero a la fecha mantiene una reducida flota mercante dedicada principalmente al cabotaje de transporte de combustible, (Guerra & Martínez, 2017; p.45). Siendo así, el manejo de combustibles un problema común de corrosión, aunado a esto el transporte de hidrocarburos es realizado por buques petroleros, así mismo las prácticas realizadas para culminar los estudios superiores, fueron realizadas en este tipo de embarcación encontrando estos sistemas de estudio inoperativos y que ahora forman parte de la presente investigación.

Por otra parte, los diseños de los nuevos equipos a bordo hacen más fácil su operación debido a la automatización de estos, generando que el hombre se confié de estos cambios, ocasionando la inoperatividad de los equipos por falta de conocimientos en la incorrecta noción del uso, la falta de funcionamiento de estos sistemas en un buque, el mal mantenimiento ya sea por falta de repuestos o por parte de los oficiales y/o encargados a bordo.

A fin de poder hacer frente a esta realidad y afianzar sus conocimientos sobre sistemas de protección contra la corrosión, la presente investigación tiene como finalidad establecer el nivel de conocimiento de los egresados de marina mercante de la especialidad de máquinas frente a los sistemas anticorrosivos por medio de corrientes impresas, siendo en el medio marítimo el sistema de protección catódica por corriente impresa (ICCP) y el sistema preventivo de crecimiento marino (MGPS) los sistemas que mediante las corrientes impresas evitan la corrosión y las incrustaciones marinas, siendo así, sistemas que todo buque por necesidad de protección debería tener ante este tipo de efectos naturales para evitar pérdidas económicas para las empresas navieras. Por consiguiente, se formula la siguiente interrogante:

1.2 Formulación del Problema:

1.2.1 Problema general:

¿Cuál es el nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivas por medio de corrientes impresas de buques tanque en

egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau?

1.2.2 Problemas específicos:

- ¿Cuál es el nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivas externos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau?

- ¿Cuál es el nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivas internos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau?

1.3 Objetivos de la Investigación:

1.3.1 Objetivo General:

Determinar el nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivas por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau.

1.3.2 Objetivos Específicos:

-Determinar el nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivas externos por medio de corrientes impresas de buques tanque

en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau.

-Determinar el nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivas internos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau.

1.4 Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica y adquiere importancia por las siguientes razones:

1.4.1 Justificación teórica:

La elaboración del presente trabajo de investigación es pertinente ya que, contribuirá a describir la realidad del nivel de conocimientos acerca los sistemas de protección anticorrosivas por medio de corrientes impresas, asimismo, reconocer los efectos que ocasiona la corrosión y las incrustaciones marinas en los buques, para luego, recomendar el correcto uso, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas anticorrosivos y anti incrustaciones marinas al personal de la especialidad de máquinas, determinando así, el más apropiado para estas naves. Además, lograr establecer un nivel de conocimiento adecuado que permita la disminución de

la corrosión e incrustaciones marinas a través de estos sistemas, por tanto, se evita incurrir en mayores costos, tiempos y contaminación ambiental.

Analiza la pertinencia de los diferentes indicadores y métodos de sistemas de protección anticorrosivos y anti incrustaciones marinas que actualmente son modelos establecidos por muchas compañías navieras en sus buques mercantes. El estudio se valida por aportar conocimientos teóricos que permitan al momento de su aplicación lograr obtener beneficios dentro de las empresas navieras y sus embarcaciones sobre todo aplicables a las naves peruanas dedicadas al cabotaje.

1.4.2 Justificación metodológica:

En la presente investigación se aplicará y desarrollará una técnica de investigación como es el cuestionario; asimismo su procesamiento en software para medir el nivel de conocimiento teórico sobre conceptos fundamentales de los Sistemas ICCP y MGPS. Con ello se pretende conocer el grado de Sistemas de Protección Anticorrosivos por medio de Corrientes Impulsadas Internas y Externas de Buques Tanque. Así los resultados de la investigación se apoyan en técnicas de investigación (validez y confiabilidad), para poder ser utilizados en otros proyectos.

1.4.3 Justificación práctica:

Los resultados del estudio, son favorables a lo que esperamos alcanzar, podrían contribuir y ayudar a la toma de decisiones de las autoridades académicas e institucionales de manera que se promueva su utilización en otras áreas o a mayor escala.

1.4.4 Justificación en investigación:

A partir del presente estudio, se promueve el interés para seguir profundizando el análisis en el variable protocolo y de interés. Es decir, la presente investigación podría generar una nueva línea de investigación tanto intra como inter institucionalmente.

1.5 Limitaciones de la investigación:

Se presentaron algunas limitaciones referidas debido a la escasa información respecto a los antecedentes del tema de estudio, las cuales fueron superadas. Falta de información consolidada a nivel nacional sobre los sistemas de protección anticorrosiva por medio de corrientes impresas. En conclusión, no se han presentado situaciones limitantes en el desarrollo de la investigación.

1.6 Viabilidad de la investigación

La investigación es viable puesto que se ha establecido las coordinaciones institucionales y se tiene el visto bueno para la realización del mismo. Por otro lado, se cuenta con los recursos, ambiente de trabajo y la disponibilidad de medios y personas de manera tal que se puede ejecutar el estudio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación:

2.1.1 A nivel nacional:

Entre las investigaciones a nivel nacional sobre nivel de conocimientos, se consideró las siguientes pesquisas:

Borra F. & Gómez J. (2017) en su tesis titulada *“Nivel de conocimiento de inglés marítimo en egresados 2015 de la escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau”*. La presente investigación tuvo como objetivo determinar el nivel de conocimiento de inglés marítimo en egresados 2015 de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”. El diseño fue descriptivo, no experimental y de corte transversal. La muestra estuvo conformada por 40 egresados de la especialidad de puente y de máquinas del 2015, a los cuales se le aplicó el instrumento de 40 preguntas, el cual fue validado por criterio de jueces y a su vez se obtuvo la validez interna a través del ítem-test de “r” de Pearson corregida y la confiabilidad con el alfa de Cronbach de 0.87. Se obtuvo como resultado un nivel de

conocimiento promedio de inglés marítimo, por parte de los egresados, comprobándose la hipótesis de la investigación.

Balbín G. & Jara R. (2017), en su tesis titulada “Conocimiento del sistema de gas inerte por un generador de gas independiente en buques tanque petroleros en oficiales mercantes embarcados de una naviera peruana”. La investigación tuvo como objetivo general describir el nivel de conocimiento del sistema de gas inerte por un generador de gas independiente en buques tanque petroleros en oficiales mercantes embarcados de una naviera peruana. Esta investigación fue de diseño no experimental, transversal, descriptivo. Enfoque cuantitativo. La población estuvo constituida por 54 oficiales mercantes embarcados de una naviera peruana, de las cuales 33 son oficiales de la especialidad de cubierta y 21 de la especialidad de máquinas A estos sujetos se les aplicó el instrumento validado por expertos para la variable correspondiente y la confiabilidad con el alfa de Cronbach de 0.704. Los resultados demostraron que el 35,2% de los oficiales mercantes embarcados de una naviera peruana presentan un nivel de conocimiento promedio comprobándose la hipótesis de la investigación.

Meza R. & Orosco J. (2016), en su tesis titulada “Conocimiento adquirido en las asignaturas de motor de combustión interna y operación de motores auxiliares en buques mercantes en egresados de la escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau 2015”. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la relación que existe entre los conocimientos de la asignatura de motor de combustión interna y la operación de motores auxiliares en buques mercantes en los egresados de marina mercante 2015. Para ello, la investigación tiene un diseño no experimental, correlacional y de

enfoque cuantitativo; además la muestra estuvo constituida por 23 egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante 2015 de la especialidad de máquina. Se utilizó un cuestionario que fue validado por 5 expertos en el tema; además, se utilizó el programa “SPSS” versión 22 para el análisis y procesamiento de datos. Los resultados mostraron que existe una relación directa, positiva y moderada entre ambas variables. Se concluyó que mientras más conocimiento adquirido en la asignatura de motor de combustión interna, se posee mayor será el conocimiento en la operación de motores auxiliares.

2.1.2 Antecedentes Internacionales:

Entre las investigaciones a nivel internacional sobre el nivel de conocimientos, hemos considerado las siguientes:

Terrón, J. (1995), en su tesis doctoral titulada “Metodología del aprendizaje basadas en el conocimiento experto y la hipermedia”, describe los sistemas avanzados tecnológicos de información a bordo de los modernos buques están reduciendo el número de personal a bordo, concentrando funciones y solicitando nuevos conocimientos y habilidades en el marino. Al mismo tiempo la complejidad de las misiones e instalaciones requieren mayor experiencia, conocimientos y responsabilidades. Respecto a la formación todo ello reclama nuevas exigencias. En la búsqueda de nuevos enfoques se han estudiado técnicas de manejo de la complejidad y las nuevas tendencias en el modelado y estudio de los sistemas, como ayuda a la comprensión más profunda de los mismos. La tecnología

consciente de estos problemas crea en el campo de la inteligencia artificial, los sistemas basados en el conocimiento y para ello realiza una tremenda investigación en múltiples campos y busca numerosas soluciones, que hemos considerado para aplicarla a la formación y hacer al alumno más experto. Últimamente el desarrollo del campo de la hipermedia pone a disposición del hombre una potente y expresiva herramienta para la representación del conocimiento, y la formación.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Conocimiento.

La definición de conocimiento según la Real Academia Española (2014), “es la acción y efecto de conocer, además del entendimiento, inteligencia, razón natural, noción y saber elemental de algo”.

Además, Tafur (2013) menciona: “El producto o resultado de ser instruido, el conjunto de cosas sobre las que se sabe o que están contenidas en la ciencia” (p.15.). El procesamiento del conocimiento es no solo necesario para derivar nuevo conocimiento, como dice la definición, sino para conseguir un comportamiento racional orientado por objetivos.

2.2.1.1 Clasificación de conocimiento.

En la clasificación de conocimientos se puede entender distintos medios de entendimiento. Tafur (2013) afirma:

Vulgar: Es aquel que el hombre aprende del medio donde se desenvuelve, se transmiten de generación en generación.

Científico: Es aquel que se obtiene mediante procedimientos con pretensión de validez, utilizando la reflexión los razonamientos lógicos y respondiendo una búsqueda intencional por la cual se delimita a los objetivos y se previenen los métodos de indagación.

(p.15)

2.2.1.2 Tipos de conocimientos.

En la actualidad se definen diferentes tipos de conocimientos según el desarrollo del hombre en el tiempo. Tafur. (2013), indica:

Conocimiento Artístico: Es aquel que se utiliza para comunicar emociones, pensamientos, sentimientos, además de descubrir la belleza y sencillez de las cosas. El conocimiento artístico no se puede comunicar o transmitir, este es propio del individuo que lo posee y solo puede ser desarrollado por él.

Conocimiento Revelado: Este conocimiento tiene dos formas: El conocimiento revelado por Dios y el conocimiento revelado por nuestra conciencia. Este viene dado por una representación de fe, en el que cualquier individuo que desea conocer algo, lo conoce de forma oculta o misteriosa. Es más aplicado a la teología o identidades religiosas.

Conocimiento Empírico: Es el conocimiento que se da por casualidad de la vida, es decir, al azar, permitiendo a los seres

humanos conducirse en su vida y las diferentes actividades que desarrollan, les permite salir de la rutina. Este conocimiento es propio de las personas sin información, pero que tienen conocimiento del mundo exterior, lo que les permite actuar y determinar acciones, hechos y respuestas casi por instinto, de aquí que su fuente principal de conocimientos son los sentidos. (p.16)

2.2.1.3 Características del Conocimiento:

Tafur, (2013) menciona las diferentes características del conocimiento:

El conocimiento es personal, en el sentido en que se origina y reside en las personas, que asimilan como resultado de su propia experiencia y lo incorporan a su acervo personal estando “convencidas” de su significado e implicaciones, articulando como un todo organizado que da estructura y significado a sus distintas piezas.

Su utilización, que puede repetirse sin que el conocimiento “se consuma” como ocurre con otros bienes físicos.

Sirve de guía para la acción de las personas, en el sentido de decidir qué hacer en cada momento porque esa acción tiene en general por objetivo mejorar las consecuencias. (pp. 16-17).

2.2.1.4 Niveles de conocimiento:

Navarro y López (2012) menciona que el ser humano puede captar un objeto en tres diferentes etapas y al mismo tiempo, por medio de tres diferentes niveles íntimamente vinculados:

El conocimiento descriptivo: Consiste en captar un objeto por medio de los sentidos; tal es el caso de las imágenes captadas por medio de la vista. Gracias a ella podemos almacenar en nuestra mente las imágenes de las cosas, con color, figura y dimensiones. Los ojos y los oídos son los principales sentidos utilizados por el ser humano.

Conocimiento conceptual: También llamado empírico, con el riesgo de muchas confusiones, dado que la palabra empirismo se ha utilizado hasta para hablar de hallazgos a prueba de ensayo y error. En este nivel no hay colores, dimensiones ni estructuras universales como es el caso del conocimiento descriptivo: Intuir un objeto significa captarlo dentro de un amplio contexto, como elemento de una totalidad, sin estructuras ni límites definidos con claridad. La palabra conceptual se refiere a esta totalidad percibida en el momento de la intuición.

Conocimiento teórico: consiste en representaciones invisibles, inmateriales, pero universales y esenciales. La principal diferencia del nivel descriptivo y el teórico reside en la singularidad y

universalidad que caracteriza. Respectivamente, a estos dos tipos de conocimientos. El conocimiento descriptivo es singular y el teórico universal. (p.10).

2.2.1.5 Medición del conocimiento:

Poco (2015) sostiene que:

La mayoría de métodos de evaluación del conocimiento se realiza a través de respuestas escritas a cuestionarios o escalas de estimación. El conocimiento es operacionalizado en términos de la manera de manifestarse en el individuo (dimensión epistemológica) y desde la acumulación en el individuo (dimensión ontológica) (p.71).

Por esta razón y para fines de esta investigación, se define el nivel de conocimiento, como el rango de instrucción respecto al conjunto de temas, conceptos, etcétera que posee una persona el cual es medido a través de evaluaciones, cuestionarios y son expresados en base a valores o escalas cuantificados previamente establecidos.

2.2.2 Corrosión:

En el manual Proytec, (2012) menciona:

La corrosión es el fenómeno mediante el cual los elementos metálicos al ceder electrones de su última capa de la estructura atómica se combinan con el oxígeno para formar óxidos. Los elementos metálicos presentan una predisposición a ceder electrones en contacto con el agua. Cada metal tiene una carga

eléctrica propia y una tendencia a la cesión, por lo que se pueden comparar las características de resistencia a la corrosión de cada metal en el agua. La prevención de la corrosión galvánica consiste en disponer de un metal con gran capacidad de cesión de electrones para prevenir la cesión de otros y anular así su degradación. Mediante este principio se sacrifica dicho metal en beneficio de los que interesa proteger y que de esta forma permanecen inalterables. (p.2)

Asimismo, sobre la corrosión Villa Caro, R. (2016), afirma:

La corrosión es uno de los problemas más importantes que existen en los buques. Este fenómeno indeseable se produce cuando se pone en funcionamiento una pila galvánica, que provoca la existencia de un ánodo, donde se produce la disolución del metal (corrosión), un cátodo y un electrolito, que une ánodo y cátodo, actuando como cable conductor (p. 466).

2.2.2.1 Problemas fundamentales de corrosión en el casco de un buque:

De esta manera, Villa Caro R. (2016), indica el proceso por el cual el buque se ve afectado por la corrosión:

La superficie metálica del casco de un buque comprendida por debajo de la línea de flotación, denominada “obra viva” se ve afectada por el fenómeno de la corrosión electroquímica. Esto es, como ya se ha comentado, el resultado del flujo de corriente producido entre un metal y otro a través de un electrolito. Este

fenómeno puede ser representado por una célula simple de corrosión que comprende dos metales diferentes conectados eléctricamente, y sumergidos en un electrolito, tal como el agua de mar. Las características electroquímicas de los metales, y su situación en la serie galvánica, fijan la dirección del flujo de corriente. Este flujo viajará desde el ánodo hacia el cátodo, provocando el proceso ya mencionado de la corrosión. El metal catódico que recibe el flujo de corriente, permanecerá intacto y libre de corrosión.

Estas áreas anódicas y catódicas existen en la estructura del casco de los buques debido a la unión de metales de diferentes potenciales, y a las diferencias físicas en los grados de composición del metal constituyente del casco, así como al deterioro o discontinuidad del revestimiento de la pintura. No obstante, la corriente de corrosión puede también producirse por heterogeneidades en la composición del agua de mar que rodea a dichas superficies. Todo esto nos induce de nuevo a pensar que la eliminación de áreas anódicas en los componentes metálicos, es un parámetro de importancia en el mantenimiento del buque, de nuevo pensando en la reducción del efecto de la corrosión (pp. 468-469).

2.2.2.2 Tipo de corrosión en el casco acero:

Al analizar los efectos que tiene el fenómeno de la corrosión a bordo de un buque, permite conocer que no se produce de la misma manera; y que la corrosión puede agruparse en distintos tipos, es así que Sesé, E. (2014) destaca 5 tipos de corrosión más comunes en el casco de un buque que son:

Corrosión galvánica o electroquímica: Se produce cuando dos metales de diferente potencial se sumergen en el agua de mar (electrolito) produciendo que el metal de menor potencial pierda la masa y pase al metal con mayor potencial (pila de corrosión).

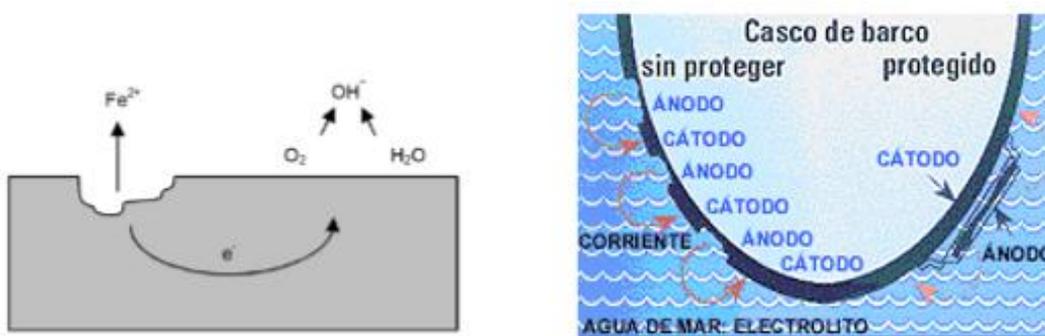


Figura 1: Corrosión galvánica.

Fuente: <http://pl.wikipedia.org/>; <http://www.fondear.org/>

Corrosión uniforme: Se da fundamentalmente cuando el ataque se extiende uniformemente por toda la superficie metálica, resultando en una corrosión de carácter superficial. Evitamos este tipo de corrosión mediante un recubrimiento apropiado o bien mediante la protección catódica.

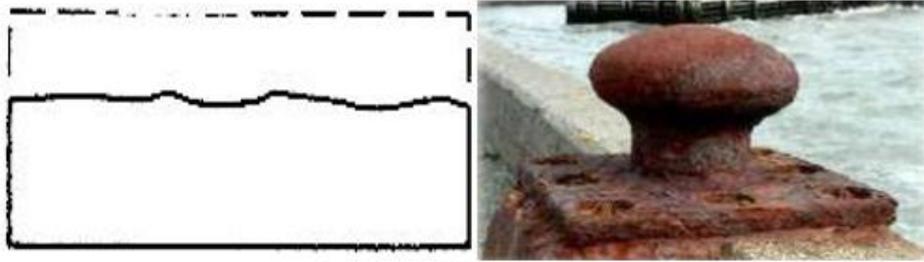


Figura 2: Corrosión uniforme.

Fuente: <http://www.unip.edu.ar/>; <http://mantenimiento.1minutefor.com/>

Corrosión localizada: Consiste en un ataque profundo en un determinado punto del metal. Frecuentemente es difícil de descubrir, dado el pequeño diámetro de las perforaciones y porque las fisuras de éstas se hallan recubiertas con productos de corrosión. Se requieren meses e incluso años para que las fisuras lleguen a perforar el metal.

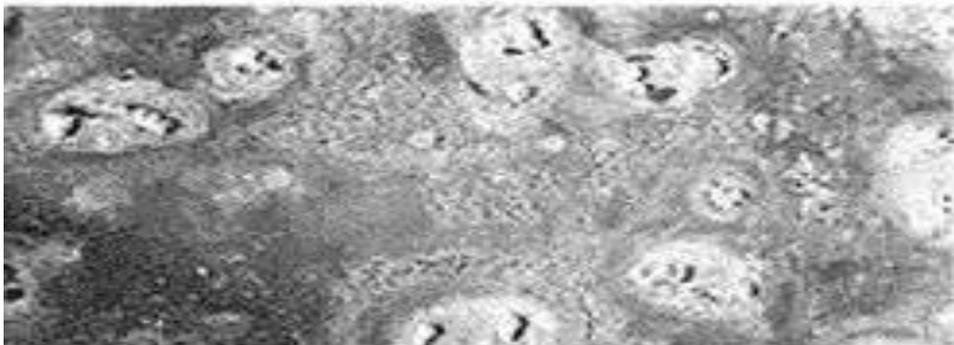


Figura 3: Corrosión localizada.

Fuente: <http://www.fisicanet.com.ar/>

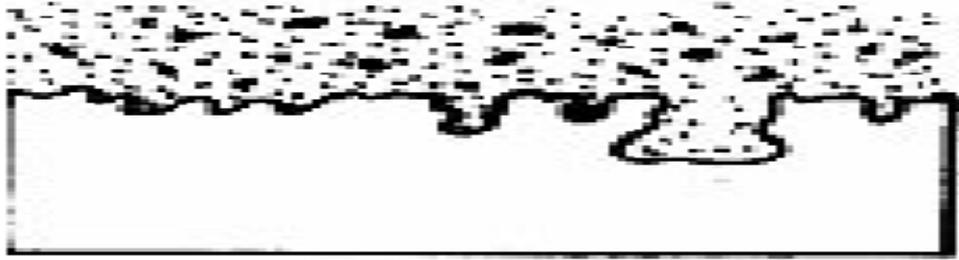


Figura 4: Corrosión localizada.
Fuente: <http://orthocj.com/>

Corrosión intergranular: Se produce en los límites del grano los cuales son más propensos al ataque electroquímico, no solo porque en ellos los átomos metálicos están más débilmente empaquetados en la red cristalina, sino también por las impurezas y segregaciones. Esta corrosión suele ser típica en aceros inoxidable y en las soldaduras.

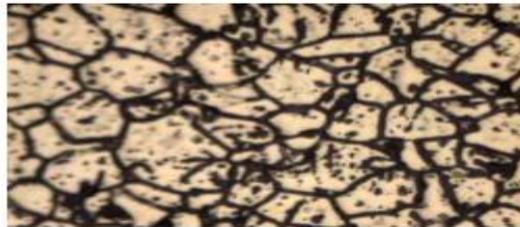


Figura 5: Corrosión intergranular.
Fuente: <http://www.upv.es/>

Corrosión selectiva: Este tipo de corrosión se presenta sobre todo en aleaciones, en las cuáles los materiales aleantes presentan diferencias asociadas en sus potenciales electroquímicos. El elemento más electro-negativo (activo) se disuelve, quedando una

estructura esponjosa, con una pérdida importante de masa y por ende un deterioro visible de las propiedades estructurales del metal.

Cuando se eligen por razones de economía hélices de elevado porcentaje en zinc, puede que éste se disuelva y el cobre permanezca en la aleación en forma de masa porosa, de consistencia nula, por lo que la estructura metálica colapsa cuando el mecanismo se pone en movimiento. (pp. 6-9).

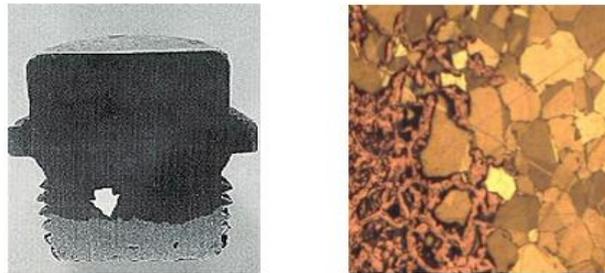


Figura 6: Corrosión selectiva.

Fuente: <http://www.upv.es/>

2.2.2.3 Factores que favorecen la corrosión.

En la navegación de un buque existen 4 factores que influyen en el fenómeno de la corrosión y de acuerdo con Fraga A. (2016) estas son:

Oxígeno: El oxígeno disuelto es el agente oxidante por excelencia, la velocidad de la corrosión será más elevada en los aceros cuanto más cantidad de oxígeno tengamos.

Temperatura: En principio a mayor temperatura, mayor velocidad de corrosión, sin embargo, en las aguas tropicales debido a la enorme cantidad de organismos marinos, la cantidad de oxígeno disuelto en

el agua se reduce, amortiguando de esta forma la velocidad de la corrosión.

Velocidad: El movimiento del agua afecta al transporte de oxígeno disuelto a las zonas catódicas y elimina los productos de corrosión con lo que el proceso de la corrosión aumenta mucho, al aumentar la velocidad, aumenta la probabilidad de que aparezcan fenómenos de la corrosión-erosión por turbulencias que aceleran los procesos de corrosión.

Cloruros: Un alto contenido de cloruros puede bajar el potencial del metal y de esta forma incrementar la reacción de corrosión. (p. 53).

Del mismo modo Sesé, E. (2014), afirma también otros factores que favorecen el mecanismo de corrosión del casco como son:

Profundidad: Las zonas donde se va a producir una mayor velocidad de corrosión del casco, serán en las zonas de salpicaduras. Ello se debe principalmente, a que el metal en esta zona, está continuamente cubierto por una delgada capa de agua de mar; y la exposición al oxígeno ambiental.

Las burbujas de aire disuelto en el agua de mar tiende a hacerla más destructiva, al eliminar la película de protección y los recubrimientos.

Corrosión por organismos microbiológicos: El factor biológico tiene una influencia importante en el fenómeno de la corrosión marina, resultando vital en el caso de los buques, en donde, además

de originar corrosiones en el casco, también es un factor que se opone al movimiento (p. 14).

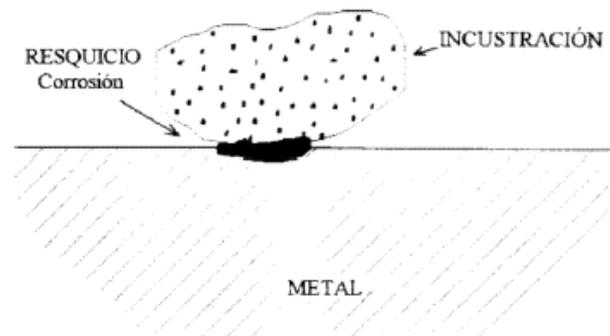


Figura 7: Corrosión por organismos biológicos.
Fuente: <http://www.slideshare.net/>

Frente a estos factores que favorecen la corrosión, Villa Caro, R. (2016) afirma la ventaja de tener un sistema automático de protección para enfrentar la corrosión:

Otra de las ventajas inherentes es la facilidad de regulación automática del nivel de protección, inhibiendo de esta manera la formación de rugosidad causada por la corrosión, lo cual ocasionaría un aumento elevado en la componente de fricción del casco del buque y, como consecuencia, una disminución de la velocidad o un considerable aumento en el consumo de combustible.

Este sistema se ha extendido principalmente por la estructura exterior de los buques, hélice, timón y sistema de circulación de agua salada (p. 472).

Así mismo, las incrustaciones marinas al adherirse en la obra viva del casco afectan a la embarcación como indica Sesé, E. (2014):

La formación de incrustaciones en los fondos del casco es perjudicial, no solo porque afecta a la integridad del acero en sí, sino que cuando se produce el desprendimiento de los organismos incrustados, arrastran consigo las capas de pintura y demás material aislante, dejando el metal completamente al descubierto y haciéndolo más vulnerable a la corrosión.

Además, se verá afectado considerablemente el desplazamiento del barco, dado que las incrustaciones provocan un aumento del coeficiente de fricción respecto al agua de mar, que puede derivar en una pérdida de velocidad y un aumento del consumo.

La fijación del incrustante depende también del tipo de metal expuesto, siendo mayor en el caso del acero.

Entre los efectos que las incrustaciones pueden ejercer sobre el casco, podemos encontrar las siguientes:

-Aparición de pilas de aireación diferencial.

-Influencia en la corrosión de productos segregados por la biota que forma la incrustación.

-Variación de la cinética de la reacción de corrosión.

-Producción de sulfuros, cambiando la reacción catódica de reducción de oxígeno, por la de reducción de azufre (p. 15).



Figura 8: HULL FOULING Causes and Consequences

Fuente:

http://www.kpiclub.or.kr/board/data/file/Library_04/1468123665_ycNsUnOm_3._HULL_FOULING.pdf

En tal sentido Díez, I (2008) establece algunas características básicas sobre el mecanismo de corrosión como son:

- Se da en presencia de un electrolito.
- Se suele dar en un rango de temperaturas moderadas, inferiores a 150° centígrados.
- La corrosión se efectúa sobre las regiones del metal con comportamiento anódico.
- La circulación de los electrones tiene lugar desde el ánodo al cátodo a través del propio metal.
- El circuito lo cierra el electrolito, y a través del mismo se realiza el transporte de carga por parte de los iones.
- Los productos resultantes de la corrosión más habituales son los hidróxidos que se forman en el seno del electrolito,

pudiendo forjarse en la superficie del metal, de suceder así introducen un efecto barrera sólida entre metal y electrolito, lo cual contribuye aunque de forma liviana a dificultar el proceso. Los hidróxidos pueden pasar a óxidos en presencia de más oxígeno (p. 28)

2.2.2.4 Métodos para evitar la corrosión:

Se fundamentan en suprimir el flujo de las corrientes galvánicas de corrosión. De acuerdo con Villa Caro, R. (2016), estos son los diferentes procedimientos existentes para evitar la corrosión:

Homogeneidad absoluta de material: Sería el estado ideal, ya que de esta forma desaparecerían los pares causantes del fenómeno. Destacar que es prácticamente imposible lograr una homogeneidad perfecta.

Aislamiento eléctrico: Es decir, apertura del circuito exterior de los pares. Esto es realizable solamente para el caso de metales diferentes acoplados entre sí.

Aislamiento entre el metal y el electrolito: Es lo que se pretende con la aplicación de las pinturas. Es difícil conseguir una protección total y cuando por algún motivo se descubre una zona pintada, se puede incrementar notablemente la corrosión, pues las partes pintadas presentan carácter catódico frente al acero desnudo.

Polarización de las pilas elementales: Esta es precisamente la protección catódica. Existen dos procedimientos generales, el de

“ánodos de sacrificio” (método pasivo) y el de “corrientes impresas” (método activo) por medio de ánodos consumibles o permanentes. (p.467).

Algunos de los métodos más comunes de control o prevención de la corrosión se muestran en el mapa conceptual de la figura 9.



Figura 9. Métodos comunes de control de corrosión.
Fuente: http://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm12/fcm12_5.html

Así pues, en el ámbito marítimo mercante, las navieras encuentran como método para combatir la corrosión a la protección catódica, Díez, I (2008) define:

La protección catódica es una técnica de control de la corrosión, que está siendo aplicada cada día con mayor éxito en el mundo entero, ya que cada día se hacen necesarias nuevas instalaciones de conductos para transportar petróleo, productos terminados, agua; así como para tanques de almacenamientos, cables eléctricos, telefónicos, enterrados, así como instalaciones offshore y buques.

Este procedimiento tiene como fundamento la polarización, a potenciales más negativos, de la superficie metálica hasta alcanzar un grado de polarización, en el cual se acepta que dicha superficie metálica sea inmune a la corrosión (p.12).

2.2.2.5 Diagrama de Pourbaix:

Se denomina así en memoria del profesor Pourbaix quien recopiló los datos, y los expuso gráficamente en diagramas, es por ello que lleva su nombre el siguiente diagrama, que establecen las distintas fases estables termodinámicamente para cada sistema metal-electrolito en función del PH y potencial. Las líneas que aparecen en dichos diagramas representan los tránsitos entre las distintas especies correspondientes a reacciones químicas o electroquímicas, donde el equilibrio viene influido por el PH y potencial. Asimismo, su estudio nos mostrará las opciones que tenemos para la protección de un material, en tal sentido Díez, I (2008) define:

Que existen una serie de hechos de tipo electroquímico o químico de los que informa la termodinámica, y que resultan muy útiles para el estudio de la corrosión. A partir de dichos datos termodinámicos es posible conocer en qué condiciones de PH y potencial se forman productos sólidos oxidados, que de un modo puedan influir sobre el proceso corrosivo, debido a que dichos productos se quedan en la superficie metálica creando películas más o menos protectoras.

Al igual que dichas capas protectoras, algunos metales catalogados como anfóteros pueden disolverse en medios alcalinos

formando aniones solubles. Estamos frente a casos como el del Fe, Zn, Al y otros (p. 14).

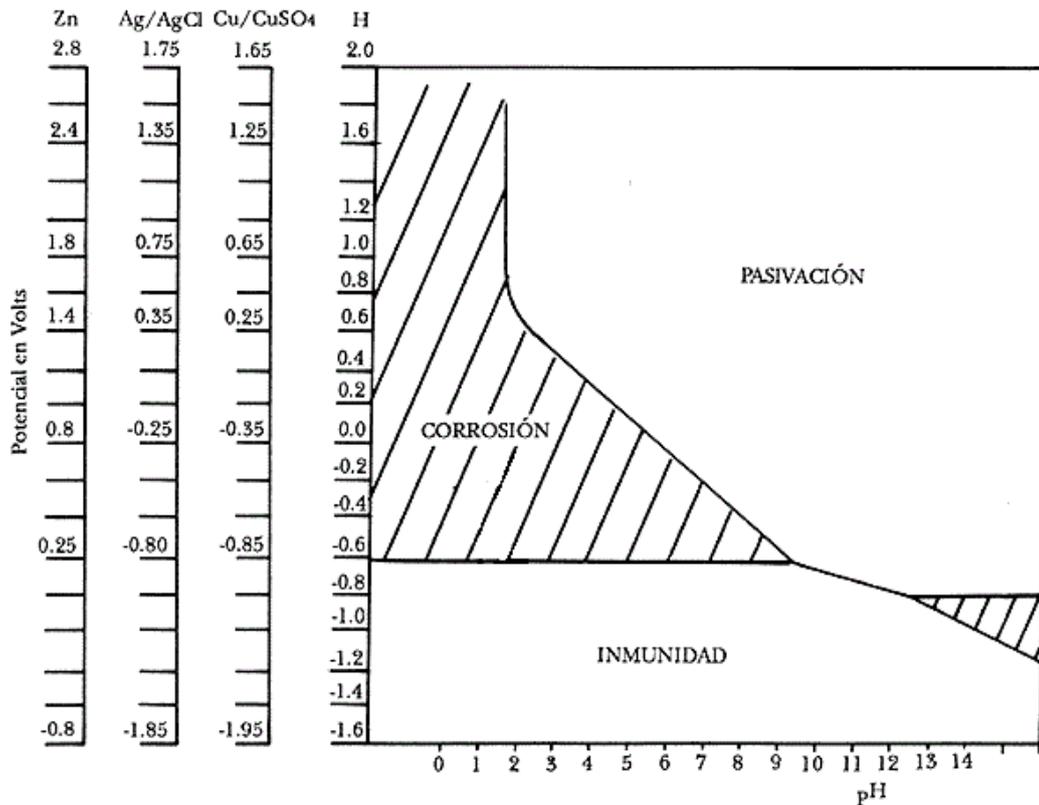


Figura 10: Diagrama de Pourbaix.

Fuente: <http://www.armada.mde.es/archivo/rgm/2016/10/cap7.pdf>

De acuerdo con este diagrama que representa las circunstancias teóricas de la corrosión, pasivación que ahora explicaremos, y de inmunidad del material, y en este caso del hierro, en presencia de una solución acuosa a 25 grados centígrados. Así mismo si se hace un examen de dicho diagrama se podrá contemplar la protección del hierro de tres formas diferentes como Díez, I (2008) indica:

- Elevar el potencial del material hasta situarse en la zona de pasivación mediante la protección anódica.

- Alcalinizar el medio hasta superar el PH frontera entre la zona de corrosión y la de pasivación.
- Por último, rebajar el potencial para situarse en la zona de inmunidad mediante la protección catódica.

Aunado a esto, y tal como se indicó anteriormente con el Diagrama de Pourbaix, Villa Caro R. (2016) afirma que:

Por lo tanto la protección catódica se basa en colocar el metal a proteger en la zona de inmunidad, rebajando el potencial desde su valor normal hasta el de protección

En el caso del acero habría que rebajar el potencial hasta un valor aproximado de $-0,8$ V respecto al electrodo de Ag/AgCl (plata/cloruro de plata). El problema del potencial que hay que lograr, el de las densidades de corriente y la adecuada distribución de esta, se ha resuelto experimentalmente. Se puede considerar como tope de seguridad un potencial de -1.000 mV.

Respecto a las densidades de corriente, se puede considerar suficiente, para cascos en reposo y recién pintados, la cifra de 1 mA/m², llegando hasta un máximo de 54 mA/m² para el casco desnudo. Estas cifras varían sustancialmente para el caso en que el buque se encuentre en movimiento o que el medio presente condiciones especiales (pp. 470-471).

De esta manera, una superficie metálica puede mantenerse con protección catódica, y quedar protegida, mediante dos métodos: por «protección catódica mediante ánodos de sacrificio» y «protección

catódica por corriente impresa», siendo esta última el motivo de nuestra investigación en su conocimiento, uso, funcionamiento y mantenimiento.

2.2.3 Corrientes impresas contra Ánodos de sacrificio:

Si bien se sabe que la corriente impresa como los ánodos de sacrificio son sistemas que ayudan a proteger a la nave, estas a su vez tienen características y diferencias en su funcionamiento. De esta manera Díez, I (2008) refiere:

La característica principal de la aplicación del sistema de corrientes impresas es que requiere un sistema de corriente directa para aportación de energía eléctrica. En comparación, el sistema de corrientes impresas tiene la ventaja respecto al sistema de ánodos de sacrificio debido a que el número de ánodos dispersores de corriente es mucho menor y reducido también su peso. El sistema de ánodos de sacrificio no necesita de cables ni de un sistema que aporte energía eléctrica, en cambio el sistema de corrientes impresas incorpora un sistema que efectúa un seguimiento constante del potencial eléctrico en la interface agua-de-mar/casco y ajusta cuidadosamente la corriente entregada a los ánodos en relación con dicho potencial.

Por consiguiente, el sistema es mucho más eficaz y fiable que los sistemas a base de ánodos de sacrificio en los que el nivel de protección se desconoce y es incontrolable cuando las condiciones de servicio cambian.

Fiabilidad, costes de instalación, mantenimiento y supervisión deben ser tenidos en cuenta cuando elegimos entre uno de estos sistemas, ya que determinan los costes de explotación que tienen los mismos.

Sistemas de corriente impresa pueden dar fácilmente potenciales de protección más negativos que 1.1 Voltio, relativo a Ag/AgCl/agua de mar, el cual puede causar daños a materiales y recubrimientos. Esto puede tener implicaciones para la selección de materiales estructurales y sistemas de recubrimientos.

Un control riguroso en línea para el potencial de protección está considerado como un prerrequisito para la aplicación del sistema de corrientes impresas como antes se ha explicado (p. 38)

Por otro lado Villa Caro R. (2016) menciona que, “resulta interesante la combinación de ánodos de sacrificio con los inertes para tener una garantía de protección en caso de que falle este último sistema. Los electrodos más utilizados son los de platino, grafito o hierro”. Esta información sugiere trabajar con ambos sistemas para una mejor protección en un barco en caso de que una de estas mismas falle, como también el uso de ánodos más comunes. Así mismo, indica que, “un problema específico a superar de este tipo de ánodos consiste en lograr que su desgaste, a lo largo del servicio, sea uniforme” (Villa Caro R., 2016). Respecto a esto, a continuación se citan las causas que lo crean:

a) Composición química homogénea. Los de grafito y hierro fundido de alto contenido en silicio se descomponen de una forma desigual.

b) Forma geométrica. Los cilindros y esferas se consumen más uniformemente que las formas con bordes agudos, pues la corriente tiende a concentrarse en las esquinas.

c) Persistencia de los productos de la reacción anódica. Los oxiclорuros destruyen el material anódico si se les permite concentrarse y permanecer mucho tiempo en contacto con aquél.

d) Tratamiento superficial. La impregnación del grafito con materias adecuadas, tales como la parafina, da origen a un desgaste más uniforme, al reducir el ataque electroquímico en la superficie (p. 471).

Sin embargo, en caso de que el buque cuente con el sistema de ánodos de sacrificio instalados, el sistema de corrientes impresas no funcionara correctamente en algunas partes del buque, de esta manera, Díez, I (2008) destaca que:

No hay necesidad de montar ánodos de sacrificio en las zonas de turbulencias como proa y sobre todo popa, cerca de la hélice, debido a que si los ponemos en esa zona no sería efectivo el sistema de corrientes impresas hasta que esos ánodos perdieran su capacidad de proteger, con lo cual redundaríamos sistemas y aumentaríamos costos (p. 65).

2.2.4 Sistema de protección anticorrosiva por medio de Corrientes Impresas

Externas o Sistema de Protección Catódica por Corriente Impresa

ICCP:

La protección catódica es el método más extendido, tiene un gran campo de aplicación de los metales tanto enterrados como sumergidos y por lo general el diseño detallado de la protección catódica para estructuras marinas será precedido por un diseño conceptual, incluyendo planos de protección de la corrosión del casco del buque, de esta manera Villa Caro R. (2016) refiere:

Por medio de una corriente eléctrica aplicada exteriormente (corrientes impresas), la corrosión se reduce virtualmente a cero. La teoría consiste en llevar la polarización del cátodo más allá del potencial de corrosión, hasta alcanzar el potencial del ánodo en circuito abierto. Ambos electrodos adquieren de esta manera el mismo potencial y no puede haber corrosión del cinc. La protección catódica se consigue suministrando una corriente externa al metal que se corroe, en cuya superficie funcionan pilas de acción local, como se ilustra en la figura 8. La corriente abandona el ánodo auxiliar (compuesto por algún cuerpo conductor, metálico o no metálico) y entra en las áreas catódicas y anódicas de las pilas de corrosión, retornando a la fuente de corriente continua B. Cuando las áreas catódicas están polarizadas por una corriente externa hasta alcanzar el valor del potencial en un circuito abierto de los ánodos, toda la superficie del metal estará al mismo potencial y no fluirá corriente de acción local. Por lo tanto, el metal no puede corroerse en tanto se mantenga la corriente externa (p. 469).

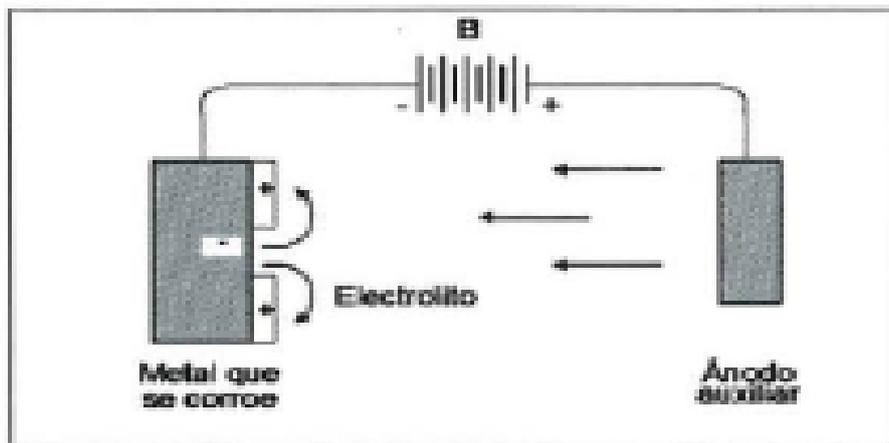


Figura 11: Protección catódica por superposición de corriente impresa sobre la corriente de acción local.
 Fuente: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/225/SistemadePinturaestandaraplicadoaunbuquedeconstrucciondeacero.pdf?sequence=1>

De la misma manera, Villa Caro R. (2016) indica ciertos factores, requeridos para la intensidad de corriente en la protección catódica por corriente impresa:

La intensidad de corriente total necesaria para conseguir la protección catódica dependerá, principalmente, de la superficie mojada y del esquema de pintura aplicado al casco, así como del calendario de navegaciones.

La corriente en exceso no es conveniente y puede dañar los metales anfóteros o los recubrimientos. En la práctica la corriente se mantiene próxima al mínimo teórico (p. 470).

Por otra parte, y de acuerdo con Villa Caro R. (2016) quien destaca ciertos requerimientos, factores y necesidades por la cual es necesario el sistema de protección catódica de corriente impresa ICCP a bordo:

Otra causa que influye decisivamente en los requerimientos de corriente es la presencia en el agua de oxígeno disuelto. En este

caso, la corriente se lleva a través del agua hasta el cátodo por iones de hidrógeno cargados positivamente, los cuales deben descargarse en el cátodo para convertirse en átomos de hidrógeno. En ese momento, pueden combinarse entre sí y formar moléculas que se desprenderán en forma de hidrógeno gaseoso. Ahora bien, si en el cátodo hay algún agente oxidante, los iones tienen más facilidad para desprenderse, puesto que pueden combinarse con él.

Cuanto mayor es la cantidad de oxígeno disponible, más fácilmente pueden liberarse los iones de hidrógeno, y por lo tanto, más alto será el potencial de la reacción catódica. De esto se deduce que hay que aplicar una corriente más elevada para alcanzar el mismo potencial.

Otro factor importante es la velocidad con que el agua fluye sobre las superficies objeto de la protección, pues tiene influencia en la facilidad de aportación de oxígeno a las zonas catódicas. También hay que considerar como elemento determinante del problema los cambios de temperatura, los cuales influyen sobre el coeficiente de difusión del oxígeno.

A la vez, el incremento de las necesidades de corriente está constituido por la presencia de bacterias reductoras que estimulan la corrosión del acero en condiciones anaerobias. Donde aparecen más frecuentemente es en estructuras enterradas, aunque también pueden hacerlo en el agua de mar. El efecto de las bacterias consiste en reducir los sulfatos, pasándolos a sulfuros y liberando oxígeno, que actúa como despolarizador de un modo análogo al

oxígeno disuelto. Este método tiene la ventaja de que los ánodos son de un menor peso, y por ello pueden construirse de formas más hidrodinámicas, necesitándose menor número de electrodos (p. 471).

2.2.4.1 Uso:

Según en el manual de Llalco fluid technology, (2012):

La corrosión en la superficie mojada del casco, hélices y timones, es inevitable a pesar de los adelantos de las pinturas que se aplican en el casco de los barcos. Desde el mismo instante que el casco entra en contacto con el agua del mar, empiezan a producirse corrosiones galvánicas en la superficie del casco, debido a las imperfecciones de la pintura, poros, y otras causas que generan la formación de micro células galvánicas en el acero del casco.

Estas microcélulas galvánicas hacen que una parte se convierta en zona anódica y la otra parte de la célula en zona catódica, creándose un par galvánico y, por tanto, la corrosión. (p.1).

De esta manera nos da a entender que un buque que cuenta “con o sin” un recubrimiento de pintura necesita de un sistema adicional para proteger la obra viva de la nave, es así que; en la actualidad, las embarcaciones marinas necesitan contar con el sistema de protección catódica por corriente impresa.

Según Fraga A. (2016) indica:

La protección catódica por corriente impresa es un sistema complementario de protección al revestimiento de la obra viva del buque. Se trata de una técnica muy útil para el control de la corrosión del casco. El hierro como metal, en su estado normal, presenta un potencial negativo de aproximadamente -600mV, por lo que cuando entra en contacto con un medio acuoso, tiende a transferir electrones al medio y por tanto a oxidarse.

Se ha comprobado que cuanto el potencial negativo del metal alcanza los -800 mV, esta transferencia de electrones se detiene, paralizando la degradación del metal. Consiste por tanto en la aplicación de una corriente negativa al metal que hay que proteger y asignarle el papel de polo positivo al electrolito (o sea el agua del mar), consiguiendo rebajar el potencial del metal hasta tal punto de conseguir su inmunidad a la corrosión, sin necesidad de poner ánodos de sacrificio, convirtiendo así el casco en un gran ánodo, respecto del medio que lo rodea. El sistema puede ser aplicado sobre cualquier tipo de buques, superficies flotantes, diques, instalaciones portuarias, etc. Su instalación consta de los siguientes componentes:

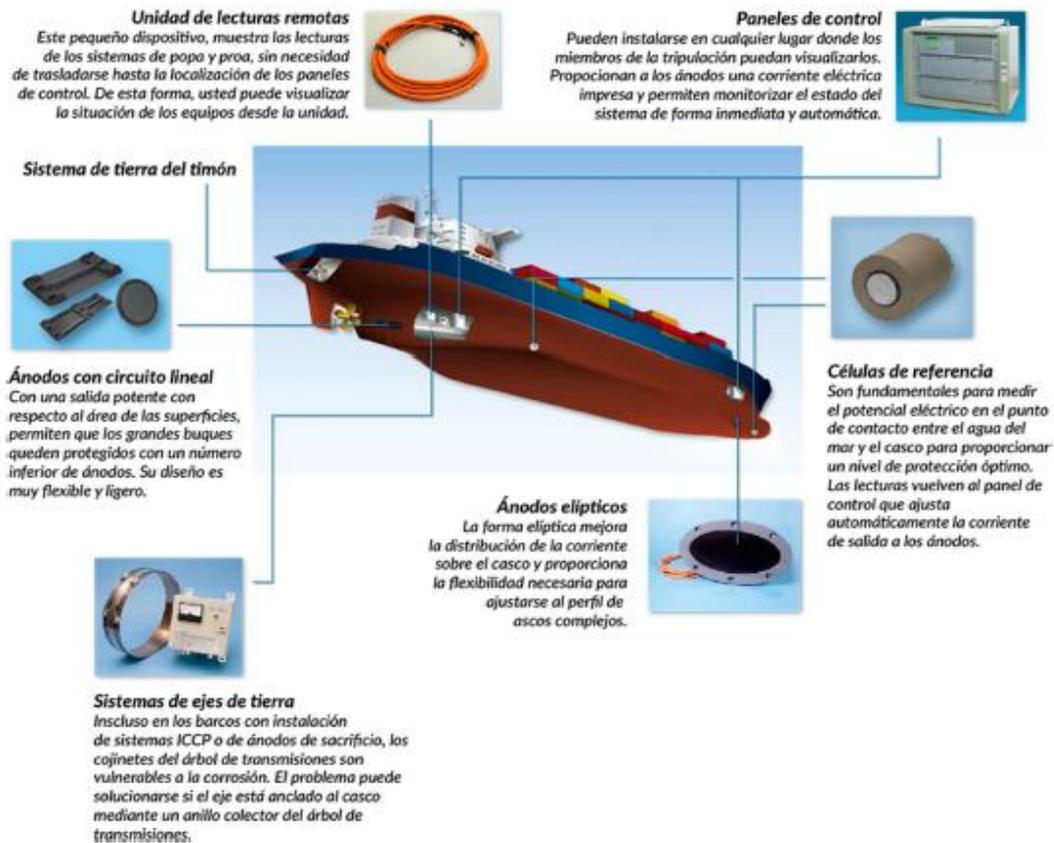


Figura 12: Esquema ICCP

Fuente: <http://www.lalco.com/assets/lalco/img/divisiones/naval/catodica-foto-2-es.png>

El número y cantidad de componentes depende fundamentalmente del tamaño del buque, las zonas de navegación, etc. Esta disposición es necesaria para asegurar una distribución adecuada de la corriente de protección en toda la obra viva del buque. (pp. 61-62)

Según Clavijo C. (2014) afirma:

Un sistema de Corriente Impresa consiste en una fuente externa de energía y ánodos. La fuente externa de energía, fuerza la corriente para fluir del ánodo a la estructura a través del electrolito. La fuente externa se deriva generalmente de un transformador rectificador

(TR), en que se transforma la corriente alterna (AC) y es rectificado para dar una salida de D.C. Típicamente, la corriente de salida de tales unidades no tiene características puras de D.C.; “la ondulación algo considerable” es inevitable con solamente la rectificación a onda media en la extremidad del espectro. Los ánodos usados en un sistema de Corriente Impresa se construyen generalmente de materiales relativamente inertes. (p. 101)

2.2.4.2 Funcionamiento:

Según Villa Caro R. (2016):

Mediante la corriente alterna del buque se alimenta un equipo transformador rectificador del que, mediante unos ánodos que actúan como dispersores de corriente, ésta sale rectificada y, a través del agua de mar, penetra en el casco para cerrar el circuito en el equipo (transformador-rectificador), mediante una puesta a masa. A este equipo se le acopla un sistema automático regulable, que mediante una célula de referencia actúa sobre la salida de corriente, según las necesidades de protección, con lo cual siempre se consigue la intensidad media necesaria en cada momento para mantener el casco protegido de forma permanente. Un equipo tipo puede estar compuesto por los siguientes elementos:

- a) Unidad de control de potencia.
- b) Ánodos de titanio-mezcla de óxidos.
- c) Electrodo de referencia de zinc de alta pureza.

- d) Dispositivos de puesta a masa del eje de la hélice.
- e) Puestas a masa de las aletas estabilizadoras (de poseerlas).
- f) Puesta a masa del timón.

La elección del cinc de alta pureza como electrodo de referencia se debe, entre otras ventajas de tipo económico, a su comportamiento en caso de producirse un cortocircuito que llevará a masa el electrodo. En estas circunstancias, una vez producido el cortocircuito que pone en contacto el electrodo con el casco (masa), el potencial registrado en el aparato de medida sería de 0V (cero voltios), correspondiendo éste a un potencial alto de protección, por lo que el equipo cortaría automáticamente la salida de corriente. Si, por el contrario, se utilizara como electrodo de referencia el de plata/cloruro de plata, con respecto al cual el potencial de protección del acero se consigue a partir de -0,8V hacia valores más negativos, al producirse el cortocircuito y marcar el voltímetro un potencial de 0V, que significaría para el casco un elevado potencial de corrosión, el equipo actuaría dando la máxima salida de corriente, lo que podría ser perjudicial para la pintura del casco.

Por otra parte, el cinc de alta pureza presenta mayor resistencia que cualquier otro tipo de electrodo de referencia, a la influencia de acciones mecánicas o químicas siendo, por tanto, mayor su duración. (pp. 472-473).

Según Fraga A. (2016), define como funcionamiento del sistema de corrientes impresas, a las partes que constituyen el sistema ICCP que son:

Unidad de control de corrientes catódicas o unidad de Potencia:

El sistema de corrientes impresas, cuenta principalmente con una Unidad de Potencia, que va alojada en un armario estanco para su instalación en la sala de Máquinas, y alimentada con un voltaje predeterminado.



Figura 13: Unidad de control de corrientes catódicas
Fuente: <http://worldmaritimenews.com/wp-content/uploads/2014/03/Cathelco-Introduces-New-Series-of-Quantum-Control-Panels.jpg>

Normalmente se suministra con capacidades que van desde 20 a 900 A (dependiendo del tipo y del fabricante). Cuentan con un sistema de control que recibe y procesa la señal proveniente de los electrodos de referencia y al mismo tiempo se encarga de controlar los rectificadores, que son los encargados de convertir la corriente alterna de alimentación en corriente continua y que es derivada como salida de corriente del sistema a través de los ánodos.

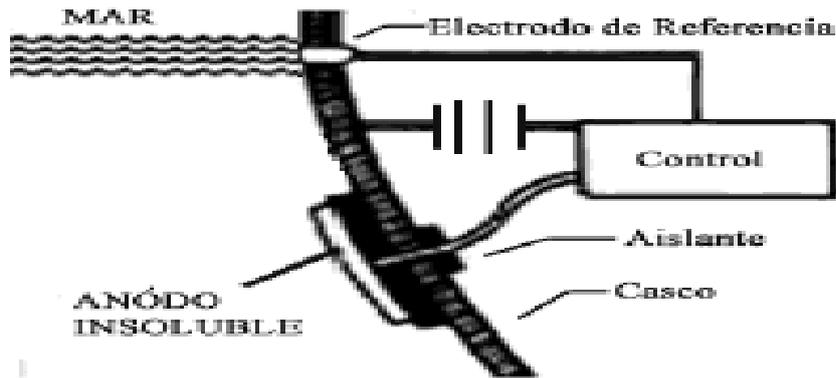


Figura 14: Circuito de corrientes catódicas.
 Fuente: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/>

Ánodos: Los materiales de los que están hechos estos ánodos de referencia son del mismo material que los ánodos de sacrificio, solo que estos disponen de unos cables de conexión donde envían la señal.

Estos ánodos de referencia para la obra viva del buque los podemos encontrar de diferentes formas según el fabricante:

Ánodos en circuito lineal: Éste tipo de ánodo, cuenta con una gran intensidad de corriente, en comparación con la superficie del mismo, permitiendo la protección de buques de grandes dimensiones con un número reducido de ánodos, su diseño puede ser fácilmente adaptable y al tener poco peso, les hace idóneos para su instalación en las formas curvas del casco.



Figura 15: Ánodo lineal 125-200A
Tamaño: 740x400mm, Peso: 7kg
Fuente: <http://www.cathelco.com/iccp-related-products/cathelco-anode-types/>

Este ánodo está diseñado con dos tubos de 32 mm de diámetro cada uno para lograr salidas de hasta 200 amperios.

Ánodos elípticos: La forma elíptica mejora la distribución de la corriente y facilita su adaptación sobre las curvas complejas del casco.



Figura 16: Ánodo elíptico
Dimensiones: 564 x 335 x 30mm, Peso: 13 kg
Fuente: <http://www.cathelco.com/iccp-related-products/cathelco-anode-types/>

Ánodos circulares: Sin indicados en aquellos buques en los que se requiere un perfil de casco muy liso; ya que estos estos ánodos pueden montarse sin apenas sobresalir de la superficie del mismo en zonas donde el espacio es limitado.

Como superficie de emisión de corriente, se utiliza un revestimiento de platino o de una mezcla de óxidos metálicos con soporte de titanio.



Figura 17: Ánodo circular.
Peso: 4kg, Diámetro: 370mm
Fuente: <http://www.cathelco.com/iccp-related-products/cathelco-anode-types/>

Estos ánodos se pueden cambiar fácilmente por un buzo utilizando un procedimiento simple.



Figura 18: Detalle de instalación ánodo de referencia.
Fuente: <http://www.marineplantsystems.com/>

Ánodos lineales: Proporcionan una muy buena distribución de corriente en buques de gran tamaño, donde el peso de los mismos no sea un factor determinante



Figura 19: Ánodos lineal.
Fuente: <http://www.cathelco.com/>

Los ánodos se suministran completos con cofferdams de seguridad que garantizan la estanqueidad utilizando una doble prensa cables, que cumple con los requerimientos de las Sociedades de Clasificación, placa de sujeción, etc.

Electrodos de referencia: Los electrodos de referencia son unos dispositivos muy importantes situados en dos o cuatro localizaciones (dependiendo de las dimensiones del buque) distribuidos en la obra viva de los buques esenciales para medir el potencial eléctrico en la interface agua de mar/casco, lo cual permite al sistema variar la corriente entregada a los ánodos.



Figura 20: Electrodo de referencia de Zinc
D=125mm
Fuente: <http://www.cathelco.com/iccp-related-products/types-of-reference-electrodes/>

Electrodo de zinc fabricado: Debe estar compuesto de una aleación tal, que le confiera ciertas características de estabilidad, garantizando de la señal recibida en la Unidad de Control de Potencia se ajusta a la realidad y es adecuada a la impedancia interna del sistema.

El zinc, es idóneo en éste tipo de sistema por la robustez de su construcción y además, porque en caso de avería mecánica, la señal que recibirá el sistema será de sobreprotección, evitándose daños en el revestimiento del casco.

Cuando la unidad de control, recibe una señal de autoprotección, detiene la señal enviada por el electrodo y activa una señal de alarma.

Puestas a masa: Es necesario destacar que la zona de la hélice y la mecha del timón son zonas que deben ser puesta a masa, debido a que normalmente no se encuentran unidas eléctricamente al casco, debido principalmente al lubricante presente en los engranajes y/o el empleo de materiales aislantes, son el eje de la hélice y la pala del timón (y aletas estabilizadoras si las hubiera).

Por ello el timón lleva instalado el sistema de Protección Catódica mediante la instalación de un cable que haga masa en cualquier parte del casco e igual se trata si tuviera aletas estabilizadoras.

El eje de cola dispondrá de dos escobillas rozantes de grafito, sobre un anillo de desgaste de tipo abrazadera.



Figura 21: Escobillas del eje

Fuente: <http://www.cathelco.com/iccp-related-products/shaft-earthing-systems/>



Figura 22: Instalación de escobillas en el eje.
Fuente: <http://www.nauticexpo.es/>

En el caso del eje de la hélice, la unión a la misma se realiza mediante una banda de plata, colocada sobre el eje principal, sobre la zona del eje intermedio; sobre ésta se conectarán unas escobillas de alto contenido en plata, garantizando el contacto eléctrico en todo momento (pp. 64-68).



Figura 23: Ánodos instalados en el casco del buque
Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/Brosen_propelersterntychy.jpg

2.2.4.3 Mantenimiento:

La vida de los ánodos depende de la manera de empleo al ser utilizados, por ello Díez, I (2008), indica que:

La vida de diseño de un sistema de protección debe ser especificada por el armador. En este caso en concreto la vida de diseño para el sistema Antifouling, será de 5 años, debido a que así aprovechamos la varada prevista a ese tiempo.

En el caso de los ánodos dispersores de corriente del sistema de corrientes impresas lo ánodos tienen una vida variable que fácilmente supera los diez años, también se puede disponer en el buque ánodos con tecnología "Diver Change" la cual nos permite cambiar el ánodo mediante un submarinista sin necesidad de hacer una varada para ello. (p. 42)

Esto nos da entender que la mayoría de empresas navieras deja el mantenimiento completo o inspección de los elementos que constituyen el sistema ICCP cuando les toca inspección de dique, debido a que este sistema no tiene la necesidad de un mantenimiento constante pero si de una inspección preventiva.

Para un mantenimiento según Molina, J. (2007), señala:

Este debe ser del tipo preventivo e incluirá inspecciones periódicas, controles y acciones de recubrimientos de superficies si es necesario hacerlo y un monitoreo periódico del sistema de protección catódica. Para el mantenimiento de un sistema de corrientes impresas, además de las mediciones periódicas de los potenciales de

polarización; deberán incluir las inspecciones y examinación de los transformadores rectificadores DC, los cuales los cuales deberán tener en cuenta lo siguiente:

- Condiciones de operación
- Corriente de salida por ánodos inertes.
- Resistencia del aislamiento del cableado. (p. 44)

Ánodos del sistema de protección catódica por corriente impresa:

Se sabe que los ánodos del sistema de protección catódica por corriente impresa van consumiéndose a mayor o menor velocidad con el paso de la corriente y se escogen básicamente en función de sus prestaciones necesarias y del medio en que serán colocados.

Según Carrillo, D. (2013) indica que hay 2 tipos de ánodos:

a) Ánodos consumibles: El material se va disolviendo durante el proceso de protección el más utilizado es:

Chatarra de hierro: Por ser lo más económico, la chatarra de hierro es utilizada con frecuencia como ánodo auxiliar.

Puede ser aconsejable la utilización de este tipo de ánodos en terrenos de resistencia elevada y es recomendable también que se le rodee de un relleno artificial constituido por carbón de coque (con un diámetro de la partícula de 10mm). El consumo medio de los lechos constituidos por perfiles de acero viene a ser de 5 kg/A-año y de 8-10 kg/A- año para la tubería de fundición.

b) Ánodos no consumibles: Permiten el paso de corriente sin sufrir prácticamente desgaste. Los más utilizados son:

Ferro silicio: El ánodo de ferro silicio es recomendable en terrenos de media y baja resistividad. Se coloca de forma horizontal o vertical, en el suelo, y normalmente rodeado de un relleno de carbón de coque. A intensidades bajas de corriente (1A), su vida es prácticamente ilimitada y su capacidad máxima de salida de corriente es de unos 12 a 15 A por ánodo. Su consumo oscila a intensidades de corrientes altas entre 0,103 Kg/ A-año.

Sus dimensiones más normales corresponden a 1500 mm de longitud, 75mm de diámetro y su peso aproximado es de 60 kg. El ferro de silicio es muy frágil en virtud de su estructura cristalina, por lo que se ha de tener un extremo cuidado en su embalaje y transporte.

Grafito: El grafito puede utilizarse principalmente en terrenos de resistividad media, con un relleno de grafito o de carbón de coque. Es frágil, por lo que su transporte y embalaje debe ser cuidadoso. Sus dimensiones varían, su longitud oscila entre 1000 y 2000 mm y su diámetro entre 60 y 100mm. Son más ligeros de peso que los de ferro silicio. La salida máxima de corriente que tiene estos ánodos de 3 a 4 A por ánodo y su desgaste varía entre 0.5 y 1 Kg/A-año.

Titanio Platinado: Es un ánodo especialmente indicado para instalaciones en agua de mar, aunque también es perfectamente utilizable en aguas dulces o incluso en suelos.

Su característica más relevante es que con pequeños voltajes (12V) se puede sacar intensidades elevadas de corriente y además, su desgaste es apenas perceptible. En el agua de mar, sin embargo, tiene algunas limitaciones con respecto a la tensión a la que se puede aplicar, la cual nunca puede pasar de 12v, ya que las tensiones más elevadas podían ocasionar que se despegara la capa de óxido de titanio y que, por tanto, se deteriorara el ánodo. En aguas dulces que no tengan cloruro estos ánodos pueden actuar a tensiones de 40-50 voltios. La salida máxima de corriente puede ser de 3000 A/m², y sus desgaste en las condiciones más adversas es de 0,01g/A-año. El titanio se platina ya que si fuera de titanio este se pasivaría impidiendo así el paso de corriente por lo que la reacción electrolítica estaría reducida o completamente impedida. (pp. 28-30).

De esta misma manera, según la guía de mantenimiento Sunmatic de Proytec (2005) destaca el mantenimiento en especial para el ánodo de titanio:

Mantenimiento del ánodo de titanio: La superficie negra sobre el Titanio está formada por metales y óxidos de metales nobles esta superficie debe de mantenerse sin dañarla durante toda la vida del mismo, por lo tanto no debe ser tocada, pintada ni sometida a ninguna acción mecánica agresiva como es el agua a presión chorro de arena, etc.

Por lo tanto siempre que se vayan a hacer obras en el casco del barco deberá taparse el Ánodo, para evitar que sea dañado

Siempre que se saque el barco del agua deberán asegurarse que el ánodo este en perfectas condiciones.

Si el ánodo estuviese dañado deberá repararse o substituir por otro igual en ese momento.

Hay en este momento 7 tipos de ánodos distintos según la intensidad de corriente necesaria

Es interesante hacer una foto del ánodo aprovechando la varada para tenerlas archivadas. (p. 2).

Por otro lado, las propiedades de los ánodos auxiliares del sistema de protección catódica por corriente impresa ICCP, los cuales, se escogen básicamente de acuerdo a sus prestaciones necesarias o al medio en que estas estén colocados, de esta forma lo destaca Carrillo, D. (2013) afirmando lo siguiente:

- Bajo consumo.
- Densidad de corriente erogada elevada.
- Pequeñas dimensiones
- Baja resistividad.
- Buena resistencia mecánica.
- Elevado potencial de ruptura.

Los ánodos que se utilizan en la corriente impresa pueden dividirse en cuanto a su consumo, en

a) Ánodos solubles

b) Semi-inertes.

c) Inertes

Actualmente se prefieren los ánodos inertes, ya que pese a que su costo es más alto, tienen las mejores características. En el siguiente cuadro se resumen las propiedades principales de los ánodos utilizados en corriente impresa, clasificados según su consumo. En la tabla se incluye el medio en el cual pueden utilizarse (p. 31).

Tabla 1:
Propiedades principales de los ánodos en corriente impresa

Tipo	Peso específico g/cm ³	Consumo Kg/A-año	Densidad de corriente A/m ²		Utilización (medio)
			máxima	práctica	
Acero Chatarra	7.8 7.0	~9. 4.5- 1	5	1	todos
Grafito	1.6	0.1-1	10-100	2.5-40	terreno, agua de mar; excluido el fondo marino y el agua dulce
Ferro-silicio: 0.95%C, 16%Si, 0,75% Mn	~7	0.25-1	30-40	10-100	agua dulce, terreno
Fe-Cr-Si: 0.95%C, 0.75%Mn, 4.5%Cr, 14.5%Si	7	0.25-1	270		terreno, agua de mar, fondo marino
Pb-Ag (2% Ag)	11.3	~0.2	300	30-65	sólo agua de mar; excluido el fondo marino
Pb-Ag-Sb (1%Ag, 6%Sb)	11	~0.5	300	50-200	
Titanio platinado	4.5	8.10 ⁻⁶	400 por cada micra de platino de espesor	500-1000	terreno no salino con <u>backfill</u> , agua de mar; excluido el fondo marino y el agua dulce
Niobio platinado	8.4			500-700	
Tántalo platinado	16.6			500-1100	
Titanio-óxido de rutenio (DSA)	4.5	5.10 ⁻⁷	1100	700-1100	todos

Fuente: Carrillo, D. (2013).

Electrodo de referencia del sistema de protección catódica por corriente impresa:

Según la guía de mantenimiento Sunmatic de Proytec (2005) menciona que:

El electrodo de referencia es de Zinc de alta pureza, es un cilindro de Zinc sobre una base redonda de PVC de color gris los hay de dos tamaños de 30 y 40 mm de diámetro (el Zinc) dependiendo de la potencia de los equipos.

El electrodo es el encargado de dar una señal eléctrica al microprocesador que hay en el panel luminoso y esta se convierte en una luz de color que indica el estado de protección de la obra viva metálica del barco.

Mantenimiento del electrodo: Debe de evitarse pintar o dañar el zinc del electrodo por lo que al igual que el ánodo este debe de taparse al trabajar en el casco del barco.

El Zinc del electrodo tiene un pequeño desgaste con el tiempo y va disminuyendo de espesor por lo que hay que medir el desgaste a lo largo de los años y en caso de que este llegase a 20mm de profundidad perdería sensibilidad de lectura y habría que cambiarlo, por lo tanto debe de seguirse la disminución de espesor a lo largo de los años y cambiarlo antes de llegar a este desgaste.

Siempre que haya una varada se debe de revisar el electrodo, es interesante hacer una fotografía del mismo aprovechando las varadas, para enviarla al distribuidor si hace falta. (p. 2).

Regulador del sistema de protección catódica por corriente

impresa:

Así mismo, según la guía de mantenimiento Sunmatic de Proytec (2005) menciona que:

El regulador es el equipo electrónico que suministra la corriente positiva al ánodo y la corriente negativa al cátodo (obra viva metálica a proteger del barco). Se alimenta con corriente continua (12-24V. D.C. en equipos pequeños) y 24 voltios D.C. en los equipos más grandes.

Tiene un LED que está iluminado cuando le llega tensión de alimentación y un amperímetro que indica la corriente que va al ánodo (no la que consume de la batería que es siempre menor).

Tiene dos ajustes y un conmutador (en los equipos "A" de 50mA solo lleva un ajuste).

Ajuste del regulador: Tiene un ajuste para el barco en puerto y otro para el barco navegando, estos se hacen por medio de un destornillador de 2mm sobre los potenciómetros correspondientes, el ajuste se hace de manera que en el panel luminoso el LED verde que se encienda sea uno de los tres primeros tanto en puerto como navegando, para pasar de puerto a navegar está el conmutador. Algunos equipos de barcos de motor llevan un relé en lugar del conmutador que hacen este paso automáticamente en cuanto arranca un motor de propulsión.

En barcos de Aluminio debe tenerse especial cuidado de que las luces verdes sean las más bajas, ya que la sobreprotección es tan peligrosa como la corrosión

Mantenimiento del regulador: En principio no requiere de ningún mantenimiento en caso de averiarse dado el tamaño y peso tan pequeños se cambia por otro nuevo o se envía a fábrica a reparar si es posible. (p. 3).

Puesta a masa del eje de la hélice:

De la misma manera, la guía de mantenimiento Sunmatic de Proyttec (2005) menciona que:

Se debe de desmontar el porta escobillas y: limpiarlo, engrasar los muelles y tornillos de INOX al menos una vez al año, en caso de encontrarlo en malas condiciones se debe de revisar cada 6 meses ya que el ambiente en donde está situado el anillo de masas es muy agresivo, las escobillas se deben de cambiar antes de que se hayan agotado; es muy importante que las escobillas estén siempre rozando sobre el anillo para evitar corrosión en las hélices y sus ejes (p. 4).

En consecuencia y de acuerdo con Díez, I (2008) a la hora de seleccionar el equipo que protegerá el casco del buque me decanto por el sistema de corrientes impresas por los siguientes motivos:

- 1.- Se puede actuar sobre la densidad de corriente a aplicar.
- 2.- Se tiene mayor control sobre el funcionamiento del casco.

- 3.- El sistema puede funcionar en modo automático.
- 4.- En todo momento conocemos el nivel de protección del casco.
- 5.- Se ahorra en combustible.
- 6.- Menos varadas para cambiar los ánodos.
- 7.- Menos costes de mantenimiento.
- 8.- Menos peso instalado en buque con respecto a sistema de ánodos de sacrificio.
- 9.- Instalación de menos ánodos en el casco.
- 10.- Menor resistencia al avance.

Estas son sólo algunas de las ventajas de los sistemas de corrientes impresas, pero sin lugar a dudas uno de los más atractivos es el coste a largo plazo, ya que en principio los costes de un sistema de corrientes impresas son bastante más elevados que los de uno de ánodos de sacrificio. Los ánodos de sacrificio deben cambiarse cada cierto tiempo lo cual conlleva un gasto económico y una pérdida de productividad debido a la varada, y sin embargo el sistema de corrientes impresas no conlleva esos gastos y además las paradas son bastante más tardías.

Podemos decir en cierto modo que el gasto inicial es grande pero en comparación a partir de los cuatro el sistema ha compensado el gasto inicial y a partir de ahí constituye un ahorro significativo (pp. 39-40).

Chequeos rutinarios del sistema ICCP

Cada unidad dispone de medidores que permite al personal de a bordo verificar el funcionamiento del sistema de forma periódica. Asimismo Llalco recomienda descargar de su página web una hoja de chequeos diarios del sistema ICCP el cual contiene parámetros que deben ser llenados por la misma tripulación de acuerdo de los datos del sistema (Ver Anexo II).

2.2.5 Sistema de protección anticorrosiva por medio de Corrientes Impresas

Internas o Sistema Preventivo de Crecimiento Marino MGPS:

El crecimiento marino es un factor biológico que afecta a las embarcaciones una vez sumergida en el mar, haciéndose un problema a combatir, de esta manera Villa Caro R. (2016) refiere:

Otro de los problemas existentes, de gran importancia, es la incrustación marina, dadas las innumerables paradas que precisan en el funcionamiento del circuito para limpieza. Todos los sistemas aplicados para combatir la incrustación marina llevan emparejados unos costes de mantenimiento y dedicación que los hacen poco rentables. Por ello se hace necesaria la incorporación del más avanzado diseño existente en el campo de la ingeniería de anti-incrustación. (p.476).



Figura 24: Acumulación de crecimiento marino en tuberías

Fuente: <http://www.cathelco.com/mgps-overview/understanding-bio-fouling/>

Es por esta razón que una embarcación flotante se ve en la necesidad de implementar un sistema no solo para la corrosión sino también para las incrustaciones marinas que generan problemas en distintos sistemas, por ello Carrillo, D. (2013) indica:

Sin pintura anti-incrustante en el área cerca de la caja de mar y sin el sistema MGPS, los moluscos, percebes, mejillones, algas limo entran en el sistema de agua de mar y encuentran un lugar donde la temperatura, los nutrientes, el factor de pH y otras condiciones ambientales son adecuados para el desarrollo y cría.

Las colonias pueden desarrollarse rápidamente, resultando en unos problemas como la turbulencia, las tuberías bloqueadas y la deficiencia de transferencia de calor en los intercambiadores. En casos extremos, el crecimiento de incrustaciones marinas puede llegar a ser tan grave para obstruir por tuberías bloqueadas también pueden conducir a situaciones peligrosas obstruyendo los equipos

contra incendio. Algunas complicaciones incluyen la buena eficiencia del sistema de enfriamiento causando sobrecalentamiento, la reducción de flujo, la corrosión y la pérdida de velocidad del barco la cual es una situación grave, ya que la mayoría de los buques tiene una gran demanda de máxima velocidad. Para reducir este problema se trata de limpiar las tuberías bloqueadas, o en muchos casos la sustitución de tuberías por secciones o también completas, puede ser un problema de tiempo y dinero (p. 41).

En tal sentido, Carrillo, D. (2013) destaca ciertos factores que deben tenerse en cuenta al seleccionar un sistema anti-incrustante encontrándose los siguientes:

- Los periodos previstos entre entradas en dique seco, incluida toda prescripción obligatoria para los reconocimientos de los buques.
- El tipo y construcción del buque.
- La velocidad del buque, cada sistema anti-incrustante está proyectado para optimizar su rendimiento a velocidades específicas del buque.
- La modalidad operativa, los modelos de utilización, las rutas comerciales y los niveles de actividad, incluido los periodos de inactividad, afectan al ritmo de acumulación de la contaminación biológica.
- Cualquier prescripción legal para la venta y utilización de sistemas anti-incrustantes. (p. 38)

2.2.5.1 Uso:

El problema de las incrustaciones marinas surge cuando las formas de vida marina entran en los sistemas a través de las líneas de tuberías de mar, donde se asientan, crecen y se multiplican rápidamente, por ello Carrillo, D. (2013) refiere:

El sistema de prevención de crecimiento de algas marinas impide el crecimiento de algas ocasionada por la acumulación de estas mismas y mantiene las tuberías clara de la contaminación biológica, se trata de un sistema muy rentable, es ideal para uso en sistemas de refrigeración de agua de mar. Se utiliza en los barcos plataformas petroleras, centrales eléctricas y en otros lugares. (p. 40)

En tal sentido, y viendo al sistema MGPS como una solución conveniente para atacar este problema en la toma de agua de mar y el resto de tuberías del sistema de agua de mar que recorren los distintos sistemas. De acuerdo con Díez, I (2008) afirma:

Por lo general estos sistemas son diseñados para la condición de máximo flujo que puede pasar a través de una sola toma de mar, y cada una de dichas tomas, disponen de al menos un ánodo de cobre, que cumple la función de eliminar las bio-incrustaciones, y un ánodo de hierro o aluminio para proteger contra la corrosión en el interior de las tuberías (p.65).

Asimismo Carrillo, D. (2013) indica:

Este sistema de prevención actúa mediante la electrolisis, consiste en ánodos de cobre y aluminio estratégicamente localizados en las

cajas de mar o algunas veces fuera de borda, pero cerca de la entrada de agua de mar de servicio. Este conjunto de ánodos de cobre y aluminio son recomendados para cada entrada de agua de mar, en el caso de los buques estribor y babor. Estos ánodos están conectados a un panel de control que alimenta de corriente a los ánodos.

Los iones resultantes producidos por los ánodos son llevados por el agua de mar y se extiende a través de la tubería y crea un ambiente que es claramente hostil a la vida marina. Cualquiera de las larvas marinas que entran en la tubería no se conforma, sino que pasan a través de la descarga. Un beneficio adicional es el hidróxido de aluminio que crea una película protectora en las tuberías, lo que reduce significativamente la corrosión de tuberías.

La liberación de los iones de cobre es muy pequeña y se mide en microgramos por litro de agua de mar (pp. 41- 42).

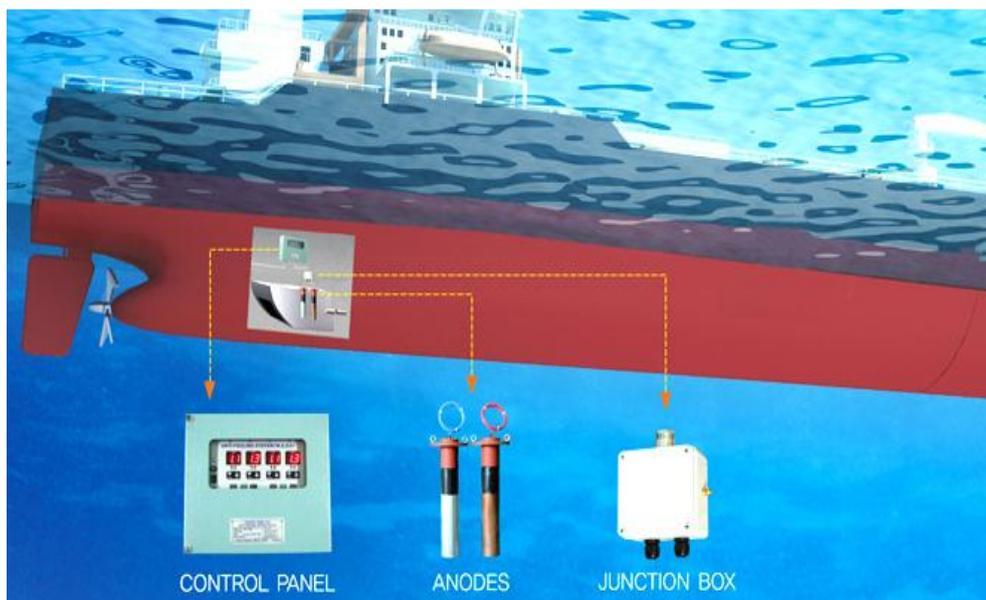


Figura 25: Sistema preventivo de crecimiento marino
Fuente: <http://www.iccp-mgps.com/mgps/mgps01.html>

2.2.5.2 Funcionamiento:

El sistema de energía eléctrica del buque debe estar perfectamente diseñado para proporcionar un suministro seguro a los servicios auxiliares en los buques como es el sistema MGPS y el personal de operaciones deberá saber el funcionamiento asimismo Villa Caro R. (2016) define:

La corriente de protección necesaria para convertir toda la estructura en cátodo se obtiene mediante la rectificación de la corriente alterna de a bordo. Esta pasa al transformador-rectificador que suministra la corriente continua a los ánodos especialmente aleados. El sistema deposita una fina película de gel en toda la superficie interior del sistema de refrigeración, que crea un revestimiento protector (no aislante térmico) a todo lo largo del sistema. En la práctica, las tuberías aparecen como si su superficie interna hubiera sido pintada.

Este revestimiento, juntamente con la corriente suministrada, inhibe de forma eficaz la corrosión de los sistemas de circulación de agua salada.

Por otro lado, los iones generados mediante la electrolisis, combinados con los contenidos en el agua de mar forman un ambiente adverso para la existencia y crecimiento de larvas u otros organismos que puedan ser aspirados al interior del circuito, imposibilitando de esta forma la adherencia a estas zonas donde antes crecían y se alimentaban. Este procedimiento transporta los organismos desde la aspiración a la descarga, asegurando que no

habrá agua sin tratar en ningún punto del circuito. Un sistema tipo posee los siguientes elementos:

- 1) Unidades de control de potencia.
- 2) Ánodos anti-incrustantes.
- 3) Ánodos anticorrosivos (p. 476).

En tal sentido, Díez, I (2008) menciona que:

El sistema está formado principalmente por un sistema de control y ánodos, a continuación haré una breve reseña de dichos componentes:

- a) Panel de control:** Se puede instalar en sala de máquinas o cualquier zona adecuada donde los miembros de la tripulación puedan supervisarlos.

Es la encargada de proporcionar la corriente eléctrica a los ánodos, y normalmente está diseñado con unas pantallas digitales las cuales muestran las lecturas y estado de funcionamiento del sistema. El sistema es automático.



Figura 26: Panel de control - MGPS

Fuente:<http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/6473/b34208240.pdf;jsessionid=271181AD2547EFD578FE3688BB7A8995?sequence=1>

b) Ánodos: Pueden ser montados en tomas de mar o en filtros, con las ventajas y desventajas que acarrea el lugar de instalación. El funcionamiento básicamente consiste en que el ánodo de cobre se va disolviendo mediante la aplicación de una corriente, emitiendo iones de cobre que reaccionan con el agua marina y acaba formando una capa anticorrosiva en el sistema de tuberías.

Por otro lado es normal instalar un ánodo de hierro o aluminio para prever la corrosión en las tuberías, en el caso de ser éstas de Cupro-níquel se montarían ánodos de hierro, si las tuberías fueran de acero se instalaría un ánodo de aluminio. De esta forma también protegemos la zona de la toma de mar de posible corrosión (p. 58-59).



Figura 27: Ánodos

Fuente:<http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/6473/b34208240.pdf;jsessionid=271181AD2547EFD578FE3688BB7A8995?sequence=1>

Es así que los ánodos de cobre y aluminio cumplen un rol importante al degradarse en el interior de las tuberías, de acuerdo con el catalogo Llalco Fluid Technology, S.L. (2015) indica:

Como “sistema de acción dual” a la acción de los iones de cobre se combina con el hidróxido de aluminio creado por los ánodos de aluminio que flocculan los iones de cobre liberados.

Este hidróxido de cobre-aluminio altamente gelatinoso atraviesa el sistema y tiende a dispersarse en las zonas de movimiento lento cercanas a las superficies de las tuberías, donde es más probable que se asienten las larvas marinas.

En consecuencia, las larvas de organismos marinos no se asientan; en su lugar, y se descargan directamente. Al mismo tiempo, se crea una película de cupro-aluminio sobre las superficies internas de las tuberías para suprimir la corrosión.

De esta forma, el sistema presenta una acción dual que protege las tuberías marinas contra las incrustaciones y la corrosión. (p. 4).

Así mismo para una mejor instalación de ánodos en la caja de mar o en filtros en un dique, el catalogo Llalco Fluid Technology, S.L. (2015) indica:

Cuando los sistemas se instalan en el astillero, los ánodos generalmente se colocan en las cajas de mar con manguitos especiales o bridas.

De forma alternativa, si los sistemas deben instalarse antes de la entrada a dique seco programada, los ánodos se pueden instalar en los filtros marinos, lo que simplifica asimismo su sustitución si es necesario renovar los ánodos. (p. 4).

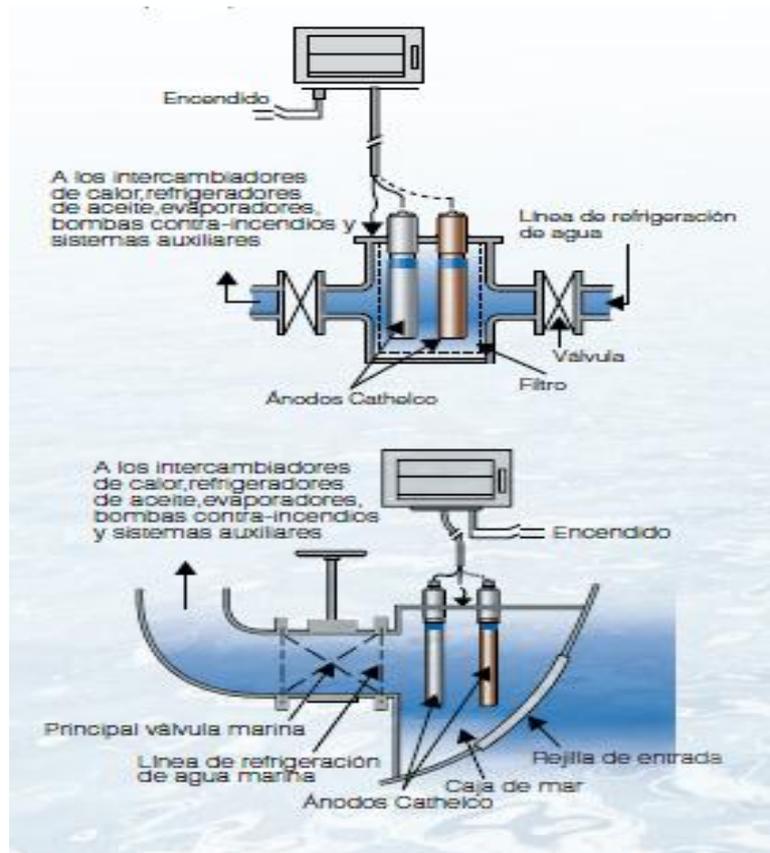


Figura 28: Instalación sobre las cajas de mar o los filtros MGPS
Fuente: <http://www.cathelco.com/mgps-overview/how-a-marine-growth-prevention-system-works/>

2.2.5.3 Mantenimiento:

Carrillo, D. (2013) indica que para los cajones de toma de mar debería tenerse en cuenta lo siguiente al instalar, reinstalar o reparar los sistemas anti-incrustantes:

Las rejillas de entrada y las superficies internas de los cajones de toma de mar deberían protegerse con un sistema de revestimiento anti-incrustante adecuado para el flujo de agua de mar que pasa por las rejillas y atraviese la caja de toma de mar.

Debería tomarse precauciones al preparar las superficies y aplicar cualquier sistema de revestimiento anti-incrustante para garantizar una adhesión y un espesor de revestimiento adecuados.

Debería dedicarse atención especial a las esquinas y los bordes de los cajones de toma de mar, las tuberías de descarga de vapor, los soportes de sujeción y las barras de las rejillas. Es posible que las rejillas necesitan que la preparación de la superficie se someta a un acondicionamiento especialmente intenso en cada entrada en dique seco a fin de garantizar la durabilidad del revestimiento.

Como parte del plan de gestión de contaminación biológica, se fomenta la instalación de sistemas de protección contra la proliferación de incrustaciones marinas como ayuda para el tratamiento de los cajones de toma de mar y las tuberías internas de agua de mar. Antes de proceder a su instalación, debería evaluarse detenidamente la repercusión de dichos sistemas de protección en el buque y/o en el medio marino y la existencia de reglas que afecten el uso de dichos sistemas. (p.39).

2.2.5.3.1 Ánodos, su instalación y ubicación (sistema Antifouling):

En general una instalación dada tiene ánodos de más de una medida y material de esta manera Díez, I (2008) menciona que para la ubicación de los ánodos se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

Los ánodos no deben colocarse en un espacio “muerto”, sino lo más cerca posible en el paso del caudal directo de agua desde las rejillas de entrada hasta las tuberías de succión de agua de mar.

A fin de evitar que el ánodo se queme de forma desigual, las piezas estructurales no deben estar más cerca de la superficie del ánodo.

Antes de cortar y soldar, se recomienda ya haber acordado la ubicación y orientación del ánodo.

Los ánodos pueden ser montados con una orientación de hasta 30° respecto a la vertical del ánodo, para mayores inclinaciones podrían darse problemas. Si el ánodo es pequeño también se podría montar de forma horizontal.

Para la instalación de ánodos con manguito con brida generalmente se requiere un acceso amplio desde encima para prever el uso de equipos de elevación.

Por último y para concluir existe una serie de limitaciones en cuanto a las distancias que hay que establecer entre los distintos componentes del sistema. (p. 52).

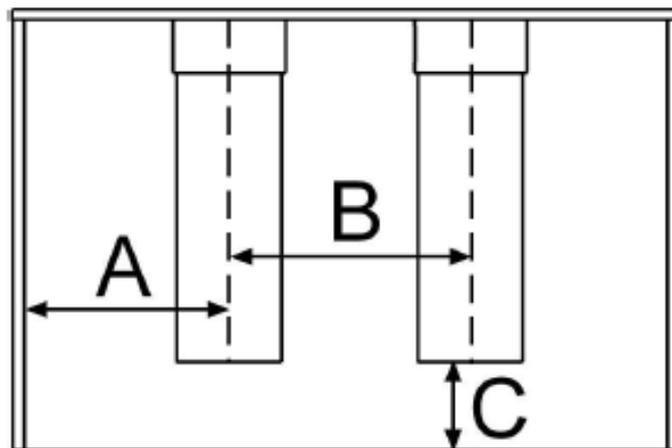


Figura 29: Instalación de ánodos

Fuente: <http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/6473/b34208240.pdf;jsessionid=271181AD2547EFD578FE3688BB7A8995?sequence=1>

En tal sentido Díez, I (2008) en su trabajo de investigación menciona que para saber la distancia mínima aceptable con respecto a la estructura se debe consultar la siguiente:

Tabla 2:
Conocimiento de la distancia mínima aceptable en ánodos

<i>Diámetro del ánodo /Montaje</i>	'A'	'B'	'C'	'L'
82,5 con manguito soldado	150	150	160	500
120 con manguito soldado	250	250	220	500
DN/JIS100 /brida de 4"	150	300	50 mín.	350 + longitud del ánodo
DN/JIS100 /brida de 6"	250	450	50 mín.	400 + longitud del ánodo
Compartimiento estanco	250	450	50 mín.	400 + longitud del ánodo

Fuente: Díez, I (2008)

Siendo:

"A" = Distancia desde el centro del ánodo hasta la estructura de acero más cercana.

"B" = Distancia entre los centros de los ánodos.

"C" = Separación desde la base del ánodo hasta la base de la caja de mar Mín.

"L" = Separación desde la parte superior del montaje del ánodo hasta la obstrucción más cercana (p. 53).

2.2.5.3.2 Resistividad:

Así pues Díez, I (2008) indica que:

La resistividad (ρ) del agua de mar es una función de la salinidad y la temperatura. En mar abierto la salinidad no varía significativamente, con lo que es la temperatura que afecta a la resistividad pero cerca de las desembocaduras de ríos y bahías cerradas, en zonas costeras es donde la salinidad podría variar más.

Conviene recordar que el término de resistividad se refiere a la dificultad que se le presentan a los electrones para efectuar sus movimientos. Su valor describe el comportamiento de un material frente al paso de corriente eléctrica, por lo que da una idea de lo buen o mal conductor que es. (p. 54).

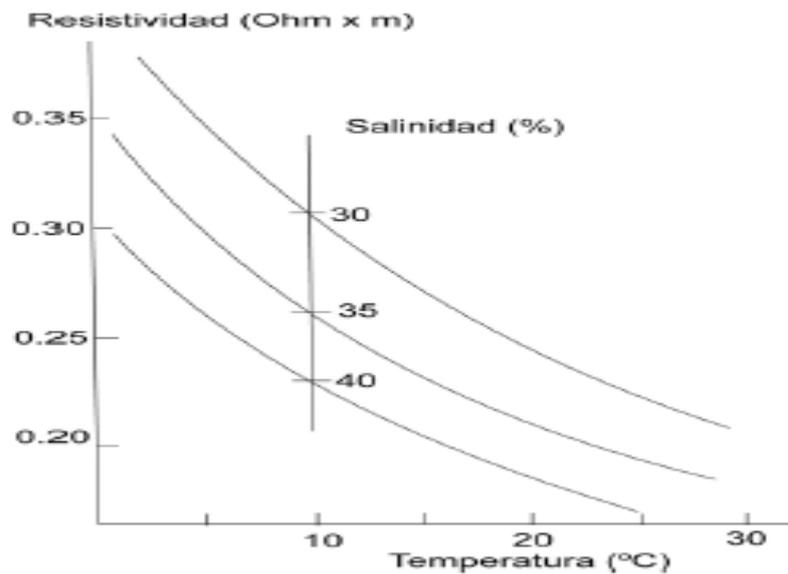


Figura 30: Resistividad del agua de mar para salinidades del 30 al 40%.

Fuente:

<http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/6473/b34208240.pdf;jsessionid=271181AD2547EFD578FE3688BB7A8995?sequence=1>

2.2.5.3.3 Tipos de ánodos y conexiones de instalación:

Por otra parte en el catálogo Llalco Fluid Technology, S.L. (2015), indica una gama de ánodos con conexiones que permiten su instalación en las cajas de mar o los filtros de casi todo tipo de buques:

El tamaño de los ánodos es determinado por el caudal y su vida útil prevista, teniendo en cuenta el periodo programado de entrada a dique seco.

Ánodos de cobre: Se usan en la mayoría de las instalaciones para proteger las tuberías de acero de los organismos incrustados mediante la creación de iones de cobre. Los tamaños estándar varían de 60 mm a 120 mm de diámetro y de 100 mm a más de 1.000 mm de longitud y existen ánodos miniaturizados para buques más pequeños. La fotografía muestra el ánodo instalado con brida.



Figura 31: Ánodos de cobre

Fuente: <http://www.cathelco.com/mgps-related-products/types-of-mgps-anodes/>

Ánodos de aluminio: El propósito de los ánodos de aluminio es ayudar en el proceso anti-incrustante mediante la producción de hidróxidos de aluminio a la hora de proteger las tuberías de acero. Asimismo, producen una película de cupro-aluminio, que actúa como una capa anticorrosiva sobre las superficies internas de las tuberías. Se observa el ánodo con manguito soldado.



Figura 32: Ánodo de aluminio
Fuente: <http://www.cathelco.com/mgps-related-products/types-of-mgps-anodes/>

Ánodos de propósito dual: En los casos en que se necesita protección anti-incrustante y supresión de la corrosión, si bien existe poco espacio para instalar un ánodo en un filtro, este diseño de propósito dual resulta una solución efectiva. Los ánodos de propósito dual se pueden fabricar con elementos de cobre/ aluminio o cobre/ hierro en un conjunto simple. Aquí se observa con una conexión de nailon que simplifica su instalación.



Figura 33: Ánodo de propósito dual
Fuente: <http://www.cathelco.com/mgps-related-products/types-of-mgps-anodes/>

Ánodos de hierro: Se usan para proteger las tuberías de cupro-níquel, que suelen encontrarse en buques navales. Produciendo iones de hierro, el ánodo de ‘hierro dulce’ ayuda a mantener una capa protectora de óxido sobre las superficies internas de las tuberías para suprimir la corrosión. Se observa el ánodo con ataguía.



Figura 34: Ánodo de hierro
Fuente: <http://www.cathelco.com/mgps-related-products/types-of-mgps-anodes/>

Cátodos: En algunos casos, a la hora de usar ánodos estándar, puede ser beneficioso disponer de un cátodo para evitar los

problemas derivados de la corrosión de la corriente de fuga, especialmente cuando los filtros están revestidos internamente y el cesto está aislado. Asimismo, es recomendable si las cajas de mar están bien pintadas y no contienen ánodos de sacrificio o si es necesario evitar la interferencia con los sistemas de protección catódica por corriente impresa. El cátodo puede estar aislado (especializado) o conectado a la toma de tierra del barco. (p. 6)

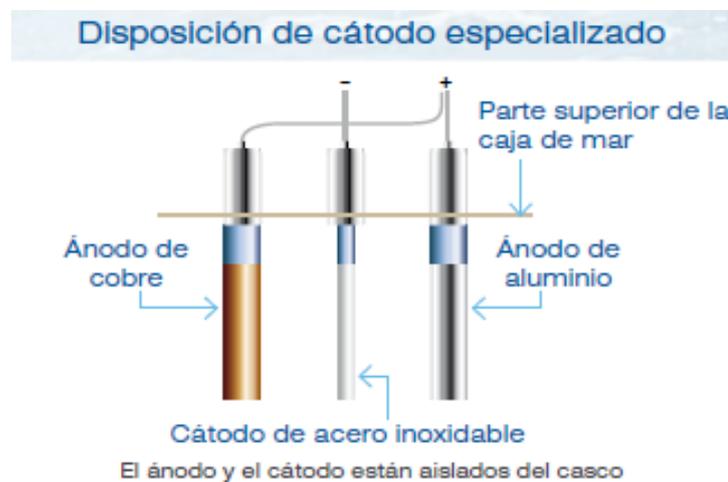


Figura 35: Cátodos
Fuente: <http://www.cathelco.com/mgps-related-products/types-of-mgps-anodes/>

2.2.5.3.4 Cálculo del tamaño del sistema

De acuerdo con el manual de la compañía naviera Transgas de Llalco Fluid Technology (2016) indica:

Agua de mar a ser tratada: 2 Caudal de los cofres del mar
=1219m³/hr (máx.)

Ubicación del ánodo: 1 x Cu y 1 x Al para ser instalado en cada uno de los 2 cofres de mar

Vida del ánodo /Renovación: cada 2 años

Configuraciones actuales: La configuración actual que aparece a continuación debe utilizarse en la mayoría de las circunstancias. Cuanto mayor sea el ajuste actual, menor será la vida del ánodo. Cuanto menor sea el ajuste, mayor será la vida del ánodo (p. 8)

Tabla 3:

Configuración actual en la operación de funcionamiento de ánodos.

Toma de mar	Ánodo de ref	En la operación configuraciones actuales $\pm 0,02$	No en funcionamiento configuraciones actuales $\pm 0,02$
Toma de mar 1 1219m ³ /hr (max)			
Cu 1	CA090482CuA	2.06 amps	0.40 amps
Al 1	CA090482AlA	2.26 amps	0.40 amps
Toma de mar 2 1219m ³ /hr (max)			
Cu 2	CA090482CuA	2.06 amps	0.40 amps
Al 2	CA090482AlA	2.26 amps	0.40 amps

Fuente: Manual de la compañía naviera Transgas de Llalco Fluid Technology (2016).

Calculo de Masa Anódica a Instalar:

Díez, I (2008) Afirma que, “es necesario saber los caudales de las diferentes tomas de mar, para poder así establecer los pesos de los diferentes tipos de ánodos, (...)” (p.67).

En la siguiente información es necesario recabar la importancia de conocer el material de diseño de las tuberías, de esta manera extraemos la siguiente información de la cual se basa el cálculo:

El valor de dicho caudal como ejemplo será de: (950 m³/h).

Dosis del cobre de 2 ppm (partes por mil millones) al agua de mar
= 2×10^{-9} g de

Cu por gramo de agua de mar.

Peso del agua asumido para 1 m³ de agua salada = 1 tonelada =
 1×10^6 g/m³

Cu/hora = (peso del agua/hora) x Cu dosis = ((950 m³/h)) / (106
g/m³) x 2×10^{-9} = 1.9 g/h.

Corriente eléctrica requerida según la ley de Faraday, 1 Amp/hora
disolverá 1.19 g/h de Cu, y 1.14 g/h de Fe.

Corriente = (1.9 g/h) / (1.19 g/Amp) = 1.6 Amp / h

Por lo tanto cobre por ánodo por hora será = 1.9 g/h.

Cálculo.

Cobre para 5 años se calculará ahora fácilmente:

$1.9 \text{ g/h} \times 24 \text{ h/día} \times 365 \text{ días/año} \times 5 \text{ años} = 83.220$ gramos de Cu

En el caso de utilizar ánodos de 120 mm de diámetro, teniendo en
cuenta que el peso del Cu es de 101.6 g/mm longitud/ánodo,
tendremos que la longitud de diseño es de: **$83220 / 101.6 = 819$**
mm

La longitud máxima recomendada para ánodos es de 1000 mm, y
debido a que aún falta por sumarle a los ánodos el final de carrera
Standard para conexión, así como aplicarle un 5% de erosión
permitida por año como veremos superaremos dicho valor máximo
por lo que optaremos por dos ánodos en lugar de uno sólo.
Quedando así:

Longitud diseñada $819 \text{ mm}/2 = 409 \text{ mm}$ (dos ánodos de la misma longitud)

Erosión permitida = 5% de la longitud por año en uso = $409 \text{ mm} \times 5\% \times 5 \text{ años} = 102 \text{ mm}$

Final de carrera del ánodo Standard (conexión) = 100 mm

Longitud total de cada ánodo = $409 \text{ mm} + 102 \text{ mm} + 100 \text{ mm} = 611 \text{ mm}$

Para la prevención contra la corrosión en las tuberías con predominancia de Cu-Ni se instalará el mismo tamaño de ánodo en hierro, como método preventivo para la corrosión en dichas tuberías. Si las tuberías fueran de acero naval para la prevención de la corrosión en las mismas se podría optar por instalar el ánodo en material aluminio (pp. 68-69)

Chequeos diarios:

De esta manera, como parte de una inspección diaria para un mejor mantenimiento del sistema MGPS el manual de la compañía naviera Transgas de Llalco Fluid Technology (2016) indica algunas inspecciones necesarias como rutina diaria:

Recomienda registrar las lecturas actuales, o al menos las desviaciones, para cada ánodo diariamente en un registro hoja, esto asegurará que las anomalías pueden ser tratadas con prontitud y reducir la posibilidad de errores del sistema así mismo se puede

descargar una copia estándar de la hoja de registro desde el sitio web de Llalco. (Ver Anexo III)

Como parte de la supervisión diaria, compruebe que todos los amperímetros de la pantalla digital están funcionando. Cuando un ánodo se ha diluido, la pantalla correspondiente comenzará a caer. Cuando esto sucede, gire la corriente del ánodo vuelva a cero y déjelo hasta la renovación del ánodo. Reiniciar una vez más en el mar previamente después de los ajustes actuales (p. 34).

2.2.6 Oficiales de marina mercante:

Los oficiales de marina mercante son profesionales que se desenvuelven en el mar en flotas con diferentes calados poniendo la navegación segura y óptima en los diversos medios marítimos realizando operaciones comerciales a través del mundo.

La Escuela Nacional de Marina Mercante "Almirante Miguel Grau" es un centro de educación superior de nivel universitario, encargada de formar oficiales de marina mercante mediante una educación militar, así como del perfeccionamiento y capacitación técnica, de acuerdo a estándares establecidos por la Organización Marítima Internacional, en las especialidades de cubierta y máquinas.

2.2.6.1 El cadete de la especialidad de máquinas:

El cadete de la especialidad de máquinas durante su estadía en la ENAMM recibe conocimientos que le permitirá desenvolverse como oficial

de máquinas tales como: ingles, termodinámica, maquinas térmicas, motores de combustión interna, maquinaria marítima auxiliar, control automático, refrigeración, ingeniería de mantenimiento y talleres de soldadura, luego obtiene experiencia a bordo de las embarcaciones como practicante; estos conocimientos y la cantidad de tiempo como practicante son descritos en el convenio STCW; de esta manera, ya puede comenzar a desenvolverse como oficial de marina mercante. En la ENAMM se dan conocimientos básicos para la operación, la planificación y ejecución del mantenimiento integral de equipos y maquinarias bajo normas de correcta operación, seguridad y calidad.

2.2.6.2 Oficial mercante en la especialidad de máquinas:

El Oficial de Marina Mercante en la Especialidad de Máquinas se dedica a la operación, la planificación y ejecución del mantenimiento integral de equipos y maquinarias bajo normas de correcta operación, seguridad y calidad; para esto debe tener conocimientos suficientes sobre todo el funcionamiento de los sistemas y equipos durante su estadía a bordo de la nave, de tal manera Meza R., Orosco J., (2016) indique:

Las funciones de un oficial de máquinas según la Escuela Nacional de Marina Mercante (ENAMM), son operar, reparar, planificar, supervisar, mantener, ajustar y vigilar el funcionamiento y mantenimiento preventivo en condiciones de seguridad de la maquina principal, generadores compresores, calderas, equipos de refrigeración, equipos de instalaciones de funcionamiento mecánico,

eléctrico-electrónico, que se encuentran a bordo de una nave mercante (p.23)

2.3 Definición de Términos Básicos:

Amperímetro: Instrumento que sirve para medir la intensidad de una corriente eléctrica en amperios.

Ánodo: Electrodo positivo.

El electrodo a través del cual la corriente directa entra en un electrolito.

Anticorrosivo: Sustancia que se añade a un metal para evitar que se corroa o que corroa a otro con el que pueda entrar en contacto.

Babor: Lado izquierdo de una embarcación mirando de popa a proa.

Bacterias: Microorganismo unicelular sin núcleo diferenciado, algunas de cuyas especies descomponen la materia orgánica, mientras que otras producen enfermedades.

Buque tanque: Un buque de carga construido o adaptado para el transporte a granel de cargamentos líquidos de naturaleza inflamable.

Contaminación: Acción y efecto de contaminar.

Fenómeno que se produce cuando una copia se realiza utilizando diversos modelos discordantes entre sí.

Cinc o zinc: Elemento químico metálico, de número atómico 30, de color blanco, brillante y blando, abundante en la corteza terrestre en forma de sulfuro, carbonato o silicato, y usado en la fabricación de pilas eléctricas, en la formación

de aleaciones como el latón, y en la galvanización del hierro y el acero. (Símbolo. Zn).

Degradación: Acción y efecto de degradar o degradarse.

Disolución: Acción y efecto de disolver.

Electrodo: Extremo de un conductor en contacto con un medio, al que transmite o del que recibe una corriente eléctrica.

Electrón: Partícula elemental con carga eléctrica negativa, que gira alrededor del núcleo del átomo.

Electroquímica: Parte de la fisicoquímica que trata de las leyes referentes a la producción de la electricidad por combinaciones químicas, y de su influencia en la composición de los cuerpos.

Estribor: Lado derecho de una embarcación mirando de popa a proa.

Funcionamiento: Acción y efecto de funcionar.

Hidrogeno: Elemento químico de número atómico 1, el más ligero de todos y el más abundante en el universo, que, combinado con el oxígeno forma el agua, y se utiliza como combustible y en la industria química.

Incrustación: Cosa incrustada.

Mantenimiento: Acción y efecto de mantener o mantenerse.

Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

En las órdenes militares, porción que se asignaba a los caballeros profesos para el pan y el agua que debían gastar en el año.

Óxido: Compuesto que resulta de combinar oxígeno generalmente con un metal, o a veces con un metaloide.

Titanio: Elemento químico metálico, de núm. atómico 22, de color gris oscuro, de gran dureza, resistente a la corrosión, de propiedades físicas parecidas a las del acero, abundante en la corteza terrestre y usada en la industria química, aeronáutica y aeroespacial. (Símbolo Ti).

Uso: Específico y práctico a que se destina algo.

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Formulación de la hipótesis:

3.1.1 Hipótesis general:

H_i. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivas por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, es bajo.

H₀. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, no es bajo.

3.1.2 Hipótesis específicas:

3.1.2.1 Hipótesis específica 1

H₁. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos externos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, es bajo.

H₀. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos externos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, no es bajo.

3.1.2.2 Hipótesis específica 2

H₂. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos internos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, es bajo.

H₀. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos internos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, no es bajo.

3.1.3 Variable:

Nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos por medio de corrientes impresas de buques tanque.

CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Diseño de la investigación:

La presente investigación tiene como alcance o tipo descriptiva, según Lafuente & Marín, (2008); Bernal, (2010) menciona “un estudio descriptivo expone las características, las propiedades y los rasgos determinantes y particulares de una situación o de un grupo mediante la observación y la reseña de sus componentes”.

De acuerdo con Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010):

En esta descripción se detalla la forma como se manifiestan algunos procesos o tendencias en un grupo determinado, sin hacer referencia a la relación entre las variables observadas. Se ahonda, más bien, en las dimensiones del fenómeno de forma independiente (Como se citó en Arbaiza, L. 2014 p. 41).

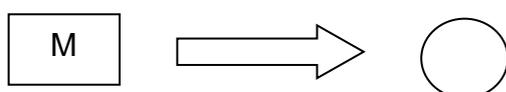
El tipo de diseño es no experimental, transversal o transeccional de acuerdo con Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010) indica que “no se realiza manipulación deliberada de variables, sino sólo se observan los fenómenos en su

ambiente natural para después analizarlos. También corresponde al diseño transversal porque se recolectan los datos en un solo momento, en un tiempo único” (p.151)

Al mismo tiempo es de diseño de investigación llevado a cabo en este estudio es transversal descriptivo, según Hernández et al., (2010) este tipo de diseños “indagan la incidencia de las modalidades, categorías o niveles de una o más variables en una población, son estudios puramente descriptivos” (p. 152).

Así mismo en cuanto al enfoque de este trabajo de investigación es de enfoque cuantitativo, en tal sentido y de acuerdo con Bernal (2010), la investigación cuantitativa “se fundamenta en la medición de las características de los fenómenos sociales, lo cual supone derivar de un marco conceptual pertinente del problema analizado, una serie de postulado que expresan relaciones entre las variables estudiadas de forma deductiva. Este método tiende a generalizar y normalizar resultados” (p. 60).

Tiene como alcance ttipo descriptivo, su diseño es no experimental, transversal y se grafica de la siguiente manera:



Donde:

M = Muestra

O = Observación

4.2 Población y Muestra:

4.2.1 Población:

Una población, de acuerdo con Hernández et al., (2010) “es el conjunto de todo los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p. 174).

Para tal efecto, la población definida para la presente investigación, está conformada por los egresados en la especialidad de Maquinas de la promoción 2015 y 2016 de la Escuela Nacional de Marina Mercante, es decir, se considera una población de 43 egresados de la especialidad de máquinas.

4.2.2 Muestra:

Considerando el proceso de selección de la muestra de esta investigación, se establece el muestreo no probabilístico.

Kothari, (2004) explica que:

Una muestra no probabilística o dirigida es aquella que se elige de forma deliberada, y por tanto no aleatoria, por el investigador; cada elemento se incluye adrede en la muestra según las necesidades de la investigación. La decisión de inclusión de cada elemento muestral debe justificarse en el estudio.

Así mismo, Arbaiza, L. (2014) indica que, “hay distintos tipos de muestra no probabilísticas: la muestra accidental, la muestra de participantes voluntarios, la muestra de expertos, que suele emplearse en estudios cuyo

objetivo es el diseño de cuestionarios, pruebas, modelos de trabajo, etc.”(...) (p. 190).

De acuerdo el tipo de investigación desarrollada, la muestra está compuesta por 43 egresados de las promociones 2015 y 2016 de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante ENAMM, los cuales estuvieron de acuerdo a realizar el cuestionario y llenaron un consentimiento informado (Ver anexo IV).

En la Tabla 4 se representa la estadística de los egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau” que formaron parte de la muestra de acuerdo a su rango, donde el 74.42% tienen al menos 12 meses de navegación y el 25.58% tienen más de 12 meses de navegación.

Tabla 4:
Distribución de la población según su tiempo de embarque

Rango	Frecuencia	Porcentaje
6-12meses	32	74.42%
>12meses	11	25.58%
Total	43	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

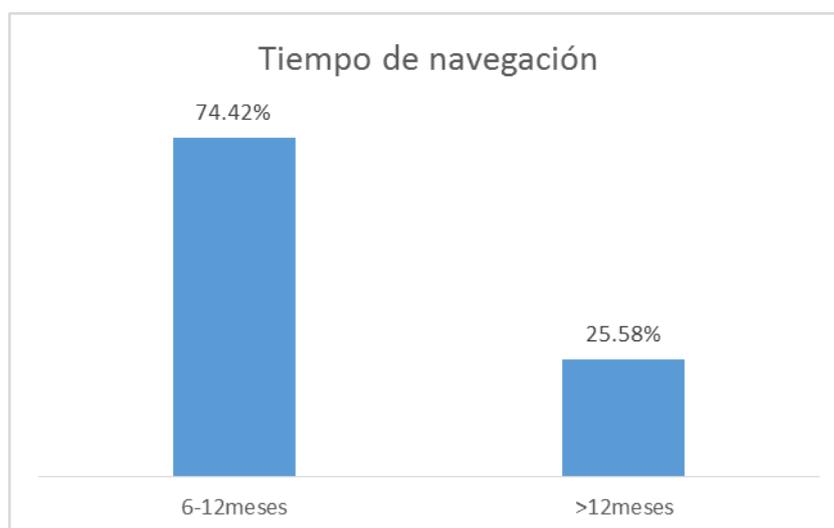


Figura 36: Distribución de la población según su tiempo de embarque.
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5 se presenta la estadística de acuerdo a edad de los egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau” que forman parte de la muestra donde 4 están en el rango de edad de menores de 22 lo que equivale a 9.30%, 24 entre 22-24 equivalente a 55.81%, 15 entre el rango de mayores de 24 equivalente a 34.88%

Tabla 5:
Distribución de la población según edades.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
<22	4	9.30%
22-24	24	55.81%
>24	15	34.88%
Total	43	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

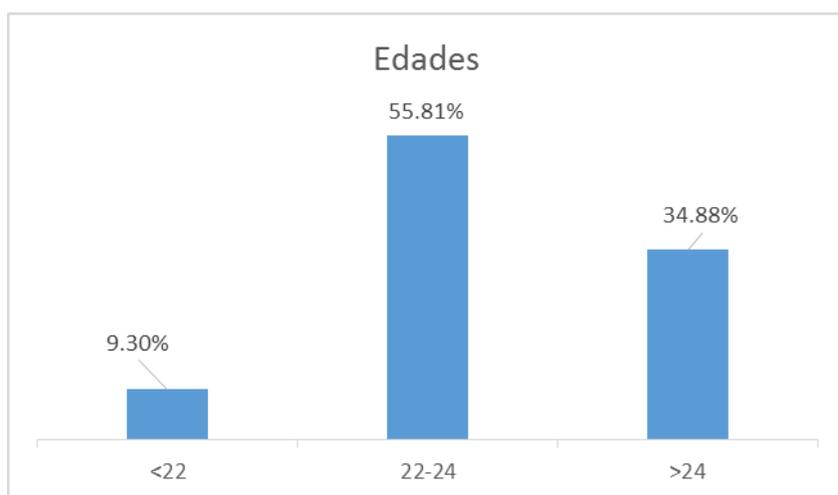


Figura 37: Distribución de la población según edades.
Fuente: Elaboración propia.

4.3 Operacionalización de variable:

Operacionalización de variables					
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos por medio de corrientes impresas de buques tanque.	Conjunto de información clasificada en conceptos, enunciados, que pueden ser claros, en el uso funcionamiento y mantenimiento sobre sistemas anticorrosivos que protegen al buque mediante corrientes impresas.	Son el total de las respuestas emitidas de los resultados del cuestionario sobre los sistemas de protección catódica por corriente impresa (ICCP) y preventivo del crecimiento marino (MGPS), obtenidos de evaluar a los egresados de la especialidad de máquinas de la escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau.	-Sistema de protección Catódica por Corriente Impresa (ICCP).	-Uso del sistema de protección Catódica por Corriente Impresa (ICCP).	- 1,2,3,4,5,6,7
				-Funcionamiento del sistema de protección Catódica por Corriente Impresa (ICCP).	- 8,9,10,11,12
				-Mantenimiento del sistema de protección Catódica por Corriente Impresa (ICCP).	- 13,14,15,16
			-Sistema Preventivo de Crecimiento Marino (MGPS).	- Uso del Sistema Preventivo de Crecimiento Marino (MGPS).	- 17,18,19,20,21,22, 23
			-Funcionamiento del Sistema Preventivo de Crecimiento Marino (MGPS).	- 24,25,26,27,28	
			- Mantenimiento del Sistema Preventivo de Crecimiento Marino (MGPS).	- 29,30,31,32	

Figura 38: Operacionalización de la variable

4.4 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos:

4.4.1 Técnica:

Como indica Kothari (2004):

Un cuestionario presenta un número determinado de preguntas impresas, formuladas en función de los propósitos de la investigación y en un orden o formato específico. El cuestionario se entrega personalmente o se envía por correo postal o electrónico a los participantes, se aguarda a que ellos analicen las preguntas y

contesten por escrito sus respuestas (Como se cita en Arbaiza L. 2014; p 209)

Así mismo, la técnica usada en el presente estudio fue un cuestionario.

4.4.2 Instrumento:

Se utilizó un instrumento de medición documentada en forma de cuestionario que consta de 32 ítems (Ver anexo V), para medir la variable de estudio y sus 6 dimensiones respectivas.

Así mismo, la valoración máxima fue de 32 puntos y la mínima de 0 puntos al unir los resultados sobre el conocimiento del sistema ICCP y MGPS.

4.4.3 Validez y Confiabilidad:

4.4.3.1 Validez:

Para validez del instrumento de recolección de datos utilizados para el desarrollo de la presente investigación. De esta manera, fue revisado y validado por 6 expertos de la Escuela Nacional de Marina Mercante, especialistas en las áreas de metodología e Ingenieros en la especialidad de máquinas a los cuales se les entregó la matriz de consistencia, el instrumento y la ficha de validación, determinando así la confiabilidad del instrumento bajo los criterios de claridad y coherencia, con un grado de concordancia del 100% como se muestra en el anexo VI.

4.4.3.2 Confiabilidad:

En la tabla 6 se aprecia el coeficiente de Kuder Richardson cuyo valor alcanzó el valor de 0.95 por lo cual se considera confiable el cuestionario sobre el conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS.

Tabla 6:
Confiabilidad del cuestionario sobre el conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS.

Kuder Richardson	N de elementos
0.95	10

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de datos:

Los datos estadísticos obtenidos fueron tabulados y procesados con metodología estadística calculándose básicamente frecuencias, porcentajes y promedios, presentados en cuadros simples y de doble entrada, para luego plasmarlos en gráficos. Los cálculos se efectuaron usando el programa de Microsoft Excel 2013.

4.6 Aspectos éticos:

Durante la aplicación del instrumento se respetaron y cumplieron los principios de ética:

Anonimato Se aplicó el cuestionario indicándoles a los participantes que la investigación es anónima y que la información obtenida será solo para fines de la investigación.

Privacidad Toda la información recibida en el presente estudio se mantuvo en secreto y se evitó ser expuesto respetando la intimidad de los participantes, siendo útil solo para fines de la investigación.

Honestidad Se informó a los participantes los fines de la investigación, cuyos resultados se encontraron plasmados en el presente estudio.

Consentimiento Solo se trabajó con los participantes que aceptaron voluntariamente participar en el presente trabajo.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1 Análisis descriptivo:

Para el análisis de los datos obtenidos en el procedimiento estadístico se ha empleado el programa Excel 2013. Se agruparon los datos obtenidos del cuestionario de conocimientos sobre los sistemas ICCP y MGPS aplicado a la muestra. Se usó estadística descriptiva, para determinar los niveles de conocimiento con grafico de barras en función a niveles y porcentajes.

El análisis de los datos consistió básicamente en hallar las sumas totales para luego establecer los niveles de conocimiento de la variable y cada una de sus dimensiones con el uso de percentiles. Los niveles de conocimiento están establecidos de la siguiente forma: Bajo, medio y alto.

Bajo (De 0 a 10 puntos)

Medio (De 11 a 21 puntos)

Alto (De 22 a 32 puntos)

5.2 Procedimiento estadístico para la comprobación de hipótesis

A continuación se presentan las tablas que dan respuesta a las hipótesis descriptivas de investigación.

5.2.1 Hipótesis general:

H_i. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, es bajo.

H₀. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, no es bajo.

Según los datos obtenidos mostrados en la Tabla 7, se tiene que el 51,16% presenta un nivel medio de conocimiento en relación al ICCP y MGPS, mientras que el 30,23% presenta un nivel bajo y finalmente el 18,60% presenta un nivel de conocimiento alto en relación al ICCP - MGPS.

Los resultados hallados demuestran que los egresados de la especialidad de máquinas se ubican en el nivel medio de la variable estudiada, por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna.

Tabla 7:

Nivel de conocimiento sobre los sistemas ICCP y MGPS

Nivel	Rango	Frecuencia	Porcentaje
Alto	22-32	8	18.60%
Medio	11 - 21	22	51.16%
Bajo	0-10	13	30.23%

Fuente: Elaboración propia.

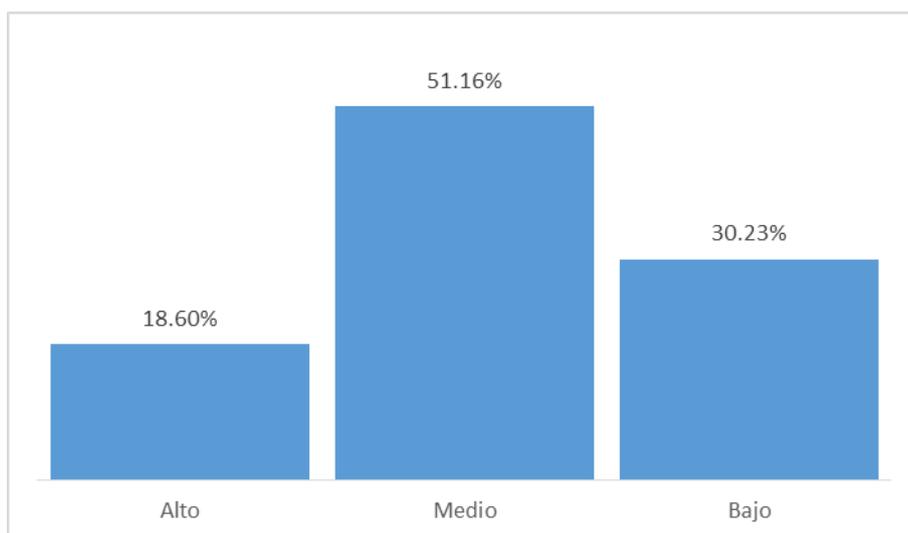


Figura 39: Nivel de conocimiento sobre los sistemas ICCP y MGPS

5.2.2 Hipótesis específica 1:

H₁. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos externos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, es bajo.

H₀. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos externos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, no es bajo.

Según los datos obtenidos en la tabla 8, respecto a los porcentajes por niveles de conocimiento sobre la dimensión Sistema de protección catódica por corriente impresa (ICCP), se tiene que el 53,49% presenta un nivel bajo de conocimiento en relación al ICCP, mientras que el 34,88% presenta un nivel medio y finalmente el 11,63% presenta un nivel de conocimiento alto en relación al ICCP.

Los resultados hallados demuestran que los egresados de la especialidad de máquinas se ubican en el nivel bajo de la dimensión estudiada, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula.

Tabla 8:
Nivel de conocimiento sobre el sistema ICCP.

Nivel	Rango	Frecuencia	Porcentaje
Alto	11 - 16	5	11.63%
Medio	6 - 10	15	34.88%
Bajo	0 - 5	23	53.49%

Fuente: Elaboración propia.

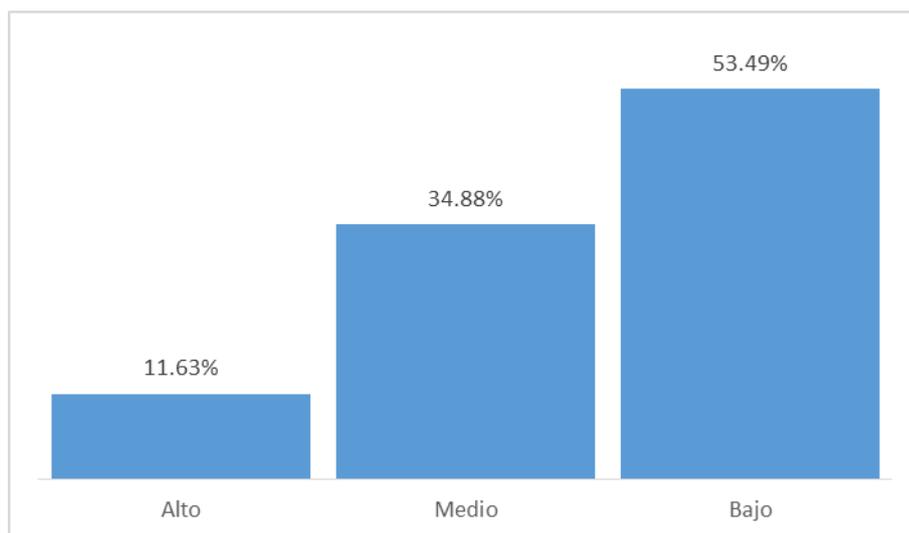


Figura 40: Nivel de conocimiento sobre el sistema ICCP.

5.2.3 Hipótesis específica 2:

H₂. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos internos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, es bajo.

H₀. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos internos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, no es bajo.

Según los datos obtenidos en la tabla 9, respecto a los porcentajes por niveles de conocimiento sobre la dimensión Sistema Preventivo de Crecimiento Marino (MGPS), se tiene que el 48,84% presenta un nivel medio de conocimiento en relación al MGPS, mientras que el 20,93% presenta un nivel bajo y finalmente el 30,23% presenta un nivel de conocimiento alto en relación al MGPS.

Los resultados hallados demuestran que los egresados de la especialidad de máquinas se ubican en el nivel medio de la dimensión estudiada, por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna.

Tabla 9:

Nivel de conocimiento sobre el sistema MGPS.

Nivel	Rango	Frecuencia	Porcentaje
Alto	11 - 16	13	30.23%
Medio	6 - 10	21	48.84%
Bajo	0 - 5	9	20.93%

Fuente: Elaboración propia.

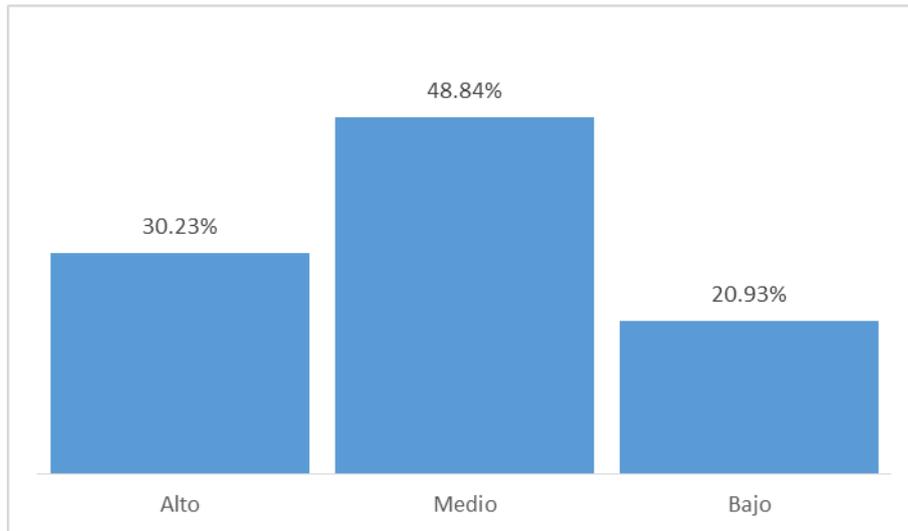


Figura 41: Nivel de conocimiento sobre el sistema MGPS.

5.3 Desarrollo del análisis descriptivo de la variable

5.3.1 Análisis de la muestra

Análisis de edad por tiempo de embarque de la muestra tomada.

Tabla 10:

Edad por tiempo de embarque

Edad	6-12meses		>12meses		Total
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	
<22	3	6.98%	1	2.33%	4
22-24	17	39.53%	7	16.28%	24
>24	12	27.91%	3	6.98%	15
Total	32	74.42%	11	25.58%	43

Fuente: Elaboración propia

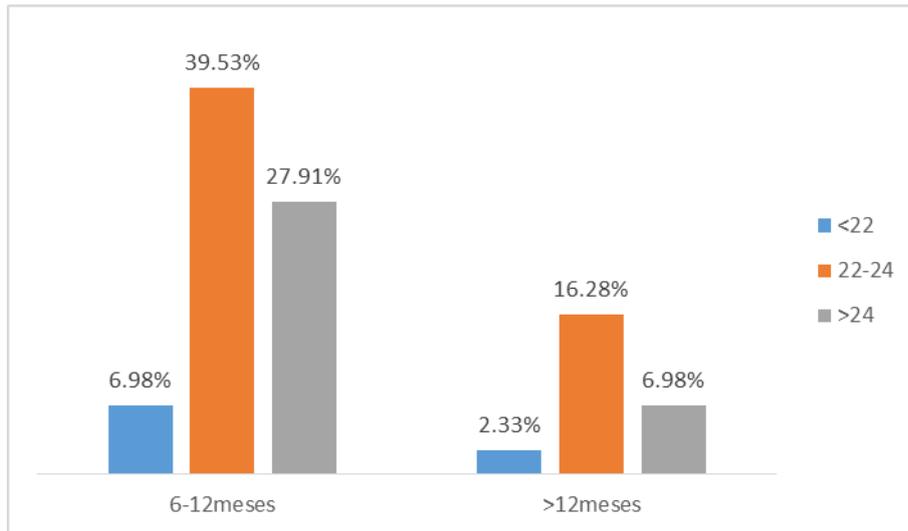


Figura 42: Edad por tiempo de navegación

5.3.2 Análisis del resultado

Variable de la investigación.

Tabla 11:

Nivel de conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS.

Nivel	Rango	Frecuencia	Porcentaje
Alto	22-32	8	18.60%
Medio	11 - 21	22	51.16%
Bajo	0-10	13	30.23%
Total		43	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

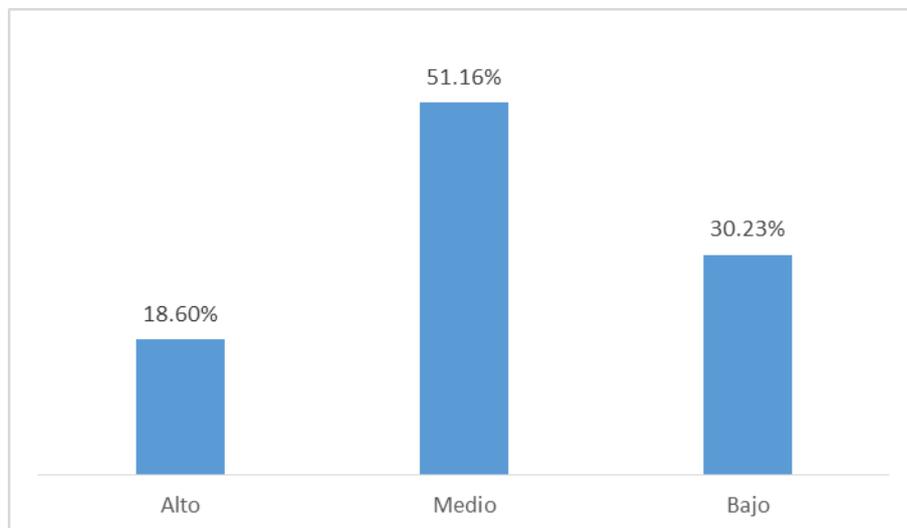


Figura 43: Nivel de conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS.

El resultado obtenido para nuestra variable en estudio nos muestra que 18.60% de los egresados evaluados lograron un nivel de conocimiento alto, 51.16% consiguieron un nivel de conocimiento medio y 30.23% obtuvieron un nivel de conocimiento bajo.

Tabla 12:

Contingencia: Nivel de conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS por tiempo de embarque.

Rango	Alto		Medio		Bajo	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
6-12meses	4	12.50%	17	53.13%	11	34.38%
>12meses	4	36.36%	5	45.45%	2	18.18%

Fuente: Elaboración propia.

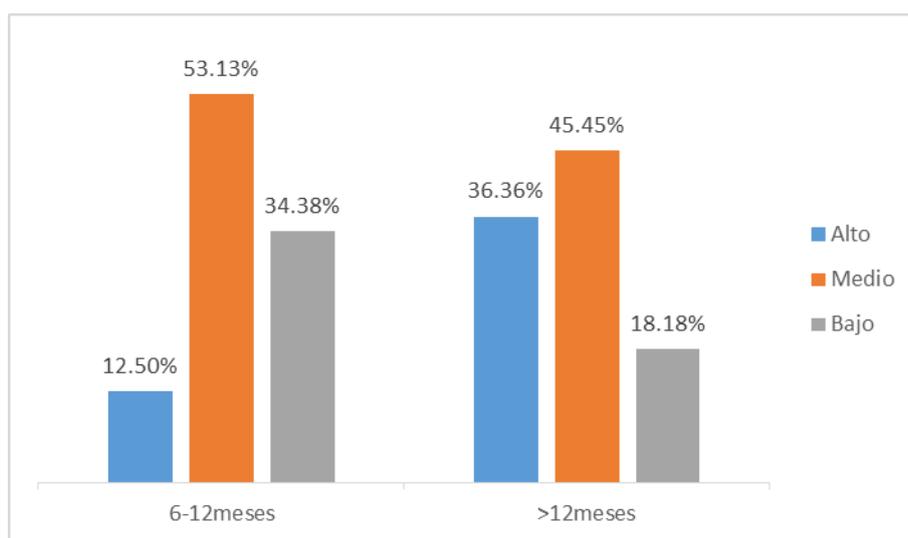


Figura 44: Contingencia nivel de conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS por tiempo de embarque.

Según el tiempo de embarque, se muestra que, del total de egresados con más de 12 meses de embarque, 36.36% tienen un conocimiento alto, 45.45% un nivel medio y el 18.18% un nivel bajo. De los egresados con 6 a 12 meses de embarque, el 12.50% tienen un conocimiento alto, 53.13% un nivel medio y 34.38% un nivel bajo.

Tabla 13:

Contingencia: Nivel de conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS por edad.

Rango	Alto		Medio		Bajo	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
<22	2	50.00%	1	25.00%	1	25.00%
22-24	5	20.83%	10	41.67%	9	37.50%
>24	1	6.67%	11	73.33%	3	20.00%

Fuente: Elaboración propia.

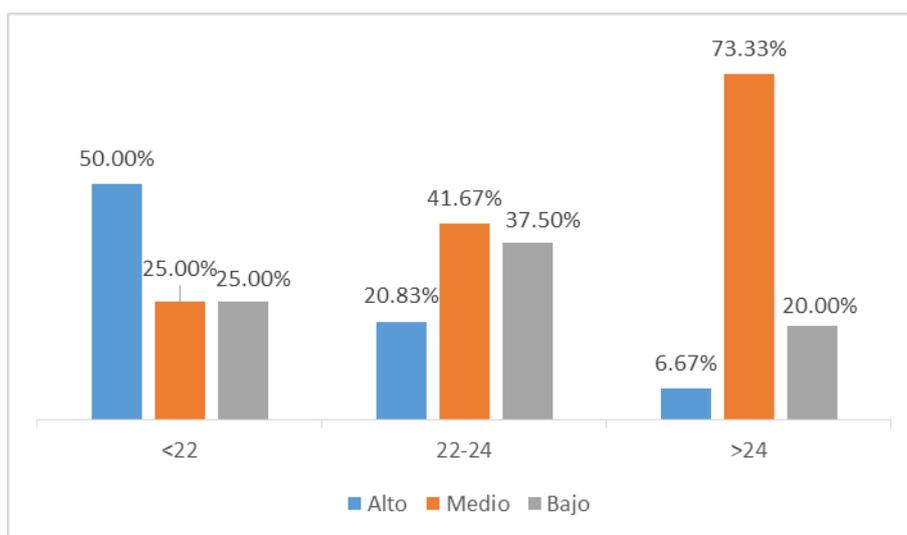


Figura 45: Contingencia nivel de conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS por edad.

Los resultados en cuanto al nivel de conocimiento de los sistemas ICCP y MGPS por edad, se muestra que, del total de egresados con más de 24 años, 6.67% tienen un conocimiento alto, 73.33% un nivel medio y el 20.00% un nivel bajo; de los egresados entre 22 y 24 años, el 20.83% tienen un nivel de conocimiento alto, 41.67% un nivel medio y 37.50% un nivel bajo; mientras que de los egresados con menos de 22 años, el 50.00% tienen un nivel de conocimiento alto, 25.00% un nivel medio y finalmente 25.00% presentan nivel bajo.

5.3.3 Análisis por dimensiones

5.3.3.1 Dimensión 1

Tabla 14:

Nivel de conocimiento del sistema ICCP.

Nivel	Rango	Frecuencia	Porcentaje
Alto	11 - 16	5	11.63%
Medio	6 - 10	15	34.88%
Bajo	0 - 5	23	53.49%
Total		43	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

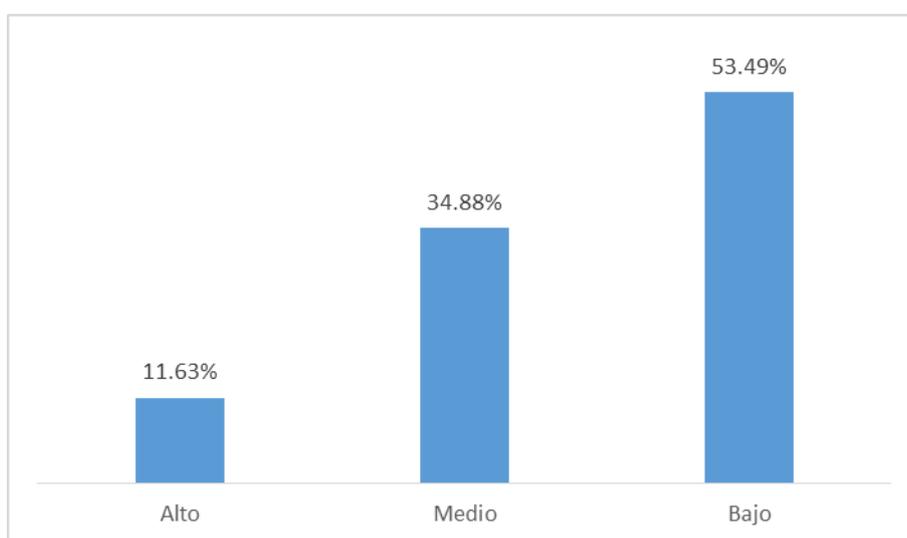


Figura 46: Nivel de conocimiento del sistema ICCP.

Con respecto al conocimiento del sistema ICCP, el resultado obtenido indica que el 11.63% de los egresados evaluados tienen un nivel de conocimiento alto, el 34.88% un nivel medio y 53.49% un nivel bajo.

Tabla 15:

Contingencia: Nivel de conocimiento del sistema ICCP por tiempo de embarque.

Rango	Alto		Medio		Bajo	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
6-12meses	2	6.25%	13	40.63%	17	53.13%
>12meses	3	27.27%	2	18.18%	6	54.55%
Total	5	11.63%	15	34.88%	23	53.49%

Fuente: Elaboración propia.

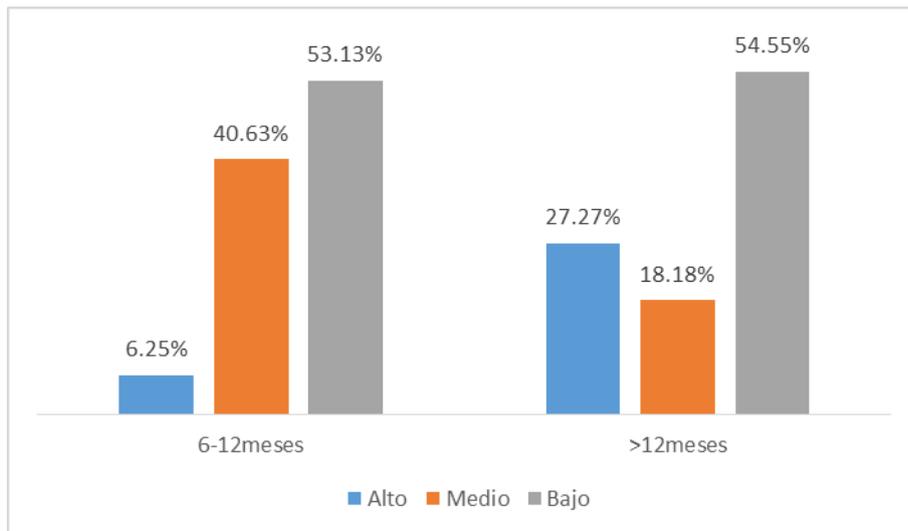


Figura 47: Contingencia nivel de conocimiento del sistema ICCP por tiempo de embarque.

Los resultados según el nivel de conocimiento del sistema ICCP por el tiempo de embarque, indican que, del total de egresados con más de 12 meses de embarque, 27.27% tienen un conocimiento alto, 18.18% un nivel medio y el 54.55% un nivel bajo. De los egresados con 6 a 12 meses de embarque, el 6.25% tienen un conocimiento alto, 40.63% un nivel medio y 53.13% un nivel bajo.

Tabla 16:

Contingencia: Nivel de conocimiento del sistema ICCP por edad.

Rango	Alto		Medio		Bajo	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
<22	1	25.00%	2	50.00%	1	25.00%
22-24	3	12.50%	8	33.33%	13	54.17%
>24	1	6.67%	5	33.33%	9	60.00%

Fuente: Elaboración propia.

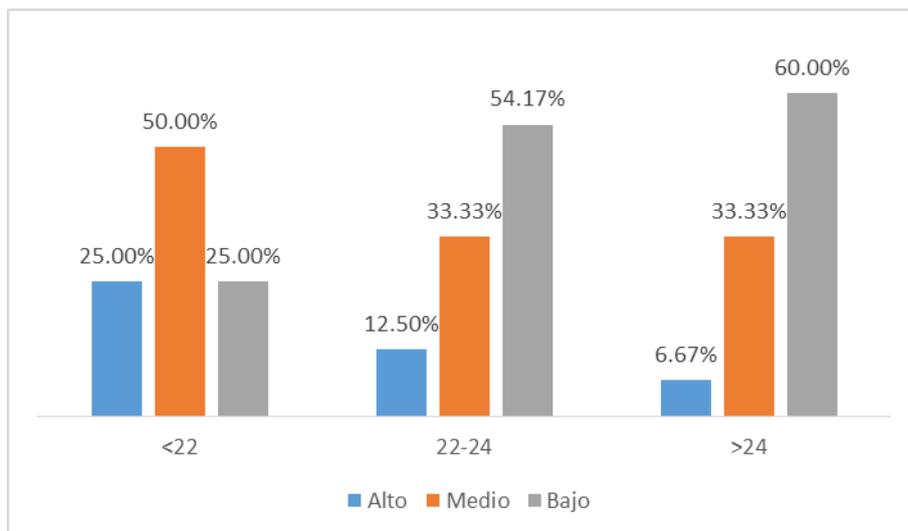


Figura 48: Contingencia nivel de conocimiento del sistema ICCP por edad.

De acuerdo a los resultados en cuanto al nivel de conocimiento del sistema ICCP por edad, se muestra que, del total de egresados con más de 24 años, 6.67% tienen un conocimiento alto, 33.33% un nivel medio y el 60.00% un nivel bajo; de los egresados entre 22 y 24 años, el 12.50% tienen un nivel de conocimiento alto, 33.33% un nivel medio y 54.17% un nivel bajo; mientras que de los egresados con menos de 22 años, el 25.00% tienen un nivel de conocimiento alto, 50.00% un nivel medio y finalmente 25.00% presentan nivel bajo respectivamente.

5.3.3.2 Dimensión 2

Tabla 17:

Nivel de conocimiento del sistema MGPS.

Nivel	Rango	Frecuencia	Porcentaje
Alto	11 - 16	13	30.23%
Medio	6 - 10	21	48.84%
Bajo	0 - 5	9	20.93%
Total		43	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

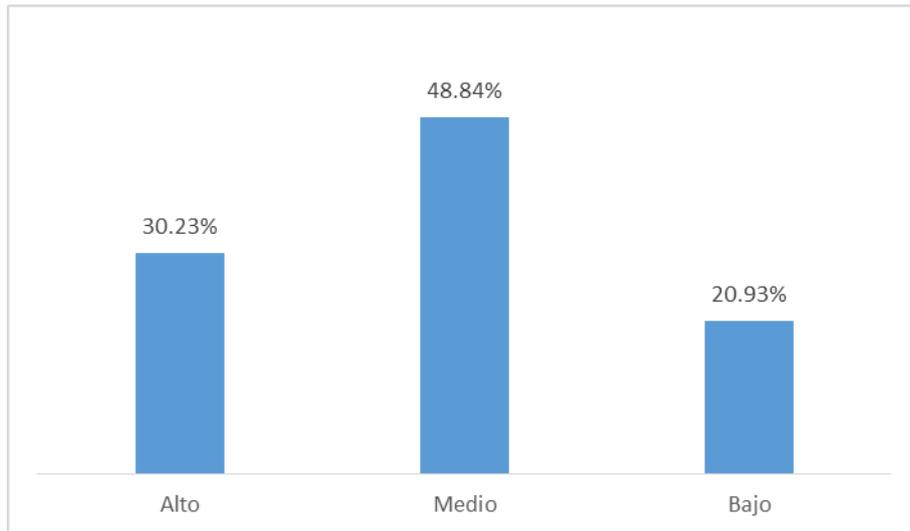


Figura 49: Nivel de conocimiento del sistema MGPS.

Con respecto al conocimiento del sistema MGPS, el resultado obtenido indica que el 30.23% de los egresados evaluados tienen un nivel de conocimiento alto, el 48.84% un nivel medio y 20.93% un nivel bajo.

Tabla 18:

Contingencia: Nivel de conocimiento del sistema MGPS por tiempo de embarque.

Rango	Alto		Medio		Bajo	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
6-12meses	8	25.00%	15	46.88%	9	28.13%
>12meses	5	45.45%	6	54.55%	0	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

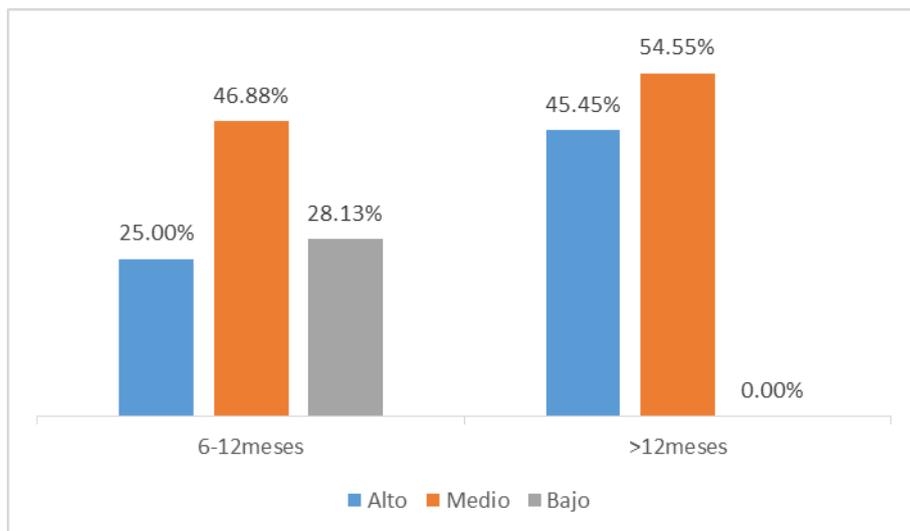


Figura 50: Contingencia nivel de conocimiento del sistema MGPS por tiempo de embarque.

Los resultados según el nivel de conocimiento del sistema ICCP por el tiempo de embarque, indican que, del total de egresados con más de 12 meses de embarque, 45.45% tienen un conocimiento alto y 54.55% un nivel medio. De los egresados con 6 a 12 meses de embarque, el 25.00% tienen un conocimiento alto, 46.88% un nivel medio y 28.13% un nivel bajo.

Tabla 19:

Contingencia: Nivel de conocimiento del sistema MGPS por edad.

Rango	Alto		Medio		Bajo	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
<22	2	50.00%	2	50.00%	0	0.00%
22-24	8	33.33%	9	37.50%	7	29.17%
>24	3	20.00%	10	66.67%	2	13.33%

Fuente: Elaboración propia.

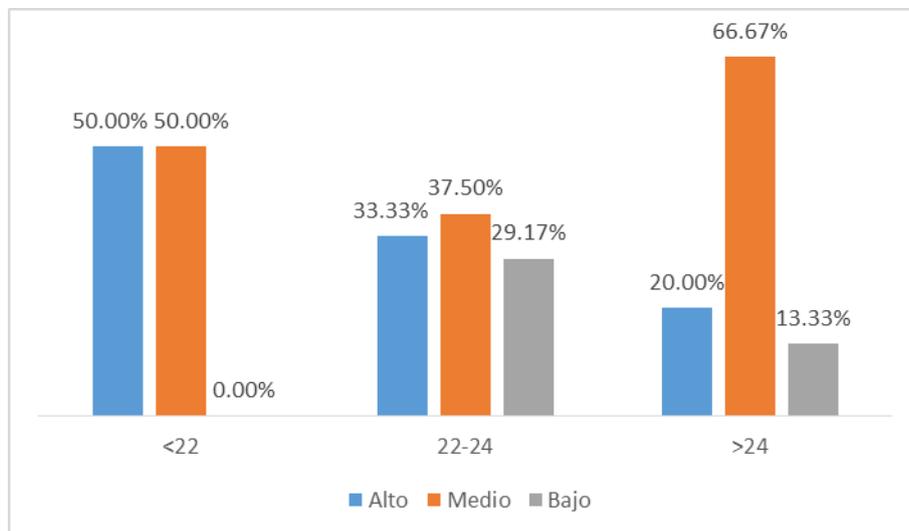


Figura 51: Contingencia nivel de conocimiento del sistema MGPS por edad.

De acuerdo a los resultados en cuanto al nivel de conocimiento del sistema MGPS por edad, se muestra que, del total de egresados con más de 24 años, 20.00% tienen un conocimiento alto, 66.67% un nivel

medio y el 13.33% un nivel bajo; de los egresados entre 22 y 24 años, el 33.33% tienen un nivel de conocimiento alto, 37.50% un nivel medio y 29.17% un nivel bajo; mientras que de los egresados con menos de 22 años, el 50.00% tienen un nivel de conocimiento alto y finalmente 50.00% presentan nivel medio.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 DISCUSIÓN:

De acuerdo a los resultados obtenidos procedemos a contrastar con antecedentes recolectados para nuestra investigación. Debemos indicar que el trabajo principal el caso de la corrosión y las incrustaciones marinas, es la prevención, en tal efecto, los implicados en el quehacer marítimo deben de conocer los sistemas de protecciones anticorrosivas y antiincrustaciones marinas por medio de sistemas de corrientes impresas de buques tanque.

De esta manera, los resultados obtenidos en la presente investigación permitieron comprobar la hipótesis general nula negando que los egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau” de la especialidad de máquinas, tienen nivel bajo de conocimientos sobre sistemas de protección anticorrosivos por medio de corrientes impresas de buques tanque.

Los resultados se asemejan al estudio realizado por Meza R. & Orosco J., (2016), en su tesis titulada “Conocimiento adquirido en las asignaturas de motor

de combustión interna y operación de motores auxiliares en buques mercantes en egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau 2015”; en donde demostró a través de un cuestionario que los egresados de la escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau de la especialidad de máquinas tenían un nivel bajo en conocimientos sobre la operación de motores auxiliares además de tener un nivel de conocimiento medio en las asignaturas de motor de combustión interna, lo cual pudo determinar cuántos egresados de la especialidad de máquinas poseen el suficiente conocimiento sobre un equipo auxiliar eléctrico a bordo, al igual que en esta investigación donde se determina el nivel de conocimiento de los sistemas de protección anticorrosivas por medio de corriente impresas.

Así también, con la investigación de Borra F. & Gómez J. (2017) titulada “Nivel de conocimiento de inglés marítimo en egresados 2015 de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau”, a través de su diseño descriptivo, no experimental y de corte transversal, realizado a 40 egresados de la especialidad de puente y de máquinas del 2015 determinando un nivel de conocimiento promedio de inglés marítimo, por parte de los egresados, comprobándose la hipótesis general de la investigación, así mismo, validaron su hipótesis específica 4 que refiere el conocimiento de maquinaria a bordo en inglés en egresados 2015 de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau”, se ubica en un nivel promedio. Al igual que en el presente trabajo de investigación donde se analiza el nivel de conocimiento sobre equipos a bordo. De igual manera, podemos inferir su modelo metodológico, que esta pesquisa tiene como coincidencia con nuestra tesis.

Por otra parte, de los resultados entregados por Balbín, G. & Jara, R. (2017), en su tesis titulada “Conocimiento del sistema de gas inerte por un generador de gas independiente en buques tanque petroleros en oficiales mercantes embarcados de una naviera peruana”, la población estuvo constituida por 54 oficiales mercantes embarcados de una naviera peruana, de las cuales 33 son oficiales de la especialidad de cubierta y 21 de la especialidad de máquinas, obteniéndose que el nivel de conocimiento promedio del sistema de gas inerte por un generador de gas independiente en buques tanque petroleros en oficiales mercantes embarcados de una naviera peruana. Estos resultados se asemejan a la presente investigación donde se ubica al nivel de conocimiento sobre sistemas de protección contra la corrosión mediante corrientes impresas de los egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau de la especialidad de máquinas desde el año 2015 y 2016 en el nivel medio, ambas investigaciones toman como muestra a un grupo distinto de egresados y evalúan su nivel de conocimiento en equipos y sistemas a bordo de un buque tanque. De esta misma manera, podemos inferir su metodología ya que esta investigación tiene similitud, pues fue de diseño no experimental, transversal, descriptivo y enfoque cuantitativo. Por consiguiente, servirá como referencia para futuras investigaciones sobre la evolución del conocimiento de los egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau.

Finalmente, Terrón, J. (1995), en su tesis titulada “Metodología del aprendizaje basadas en el conocimiento experto y la hipermedia”, donde establece nuevas técnicas de manejo de la complejidad y las nuevas tendencias en el modelado y estudio de los distintos sistemas a bordo, basados en el conocimiento lo cual guarda relación con el conocimiento hacía el sistema de

protección anticorrosivas por medio de corrientes impresas, ya que es parte de los distintos sistemas a bordo y la cual forma parte de nuestra investigación

6.2 CONCLUSIONES:

Luego de haber realizado el presente estudio de investigación, se formularon las siguientes conclusiones:

En base a los hallazgos se concluye que el nivel de conocimiento de los egresados de la especialidad de máquinas de las promociones 2015 y 2016 de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau” se ubica en el nivel medio, con un 51,16%; de conocimiento sobre los sistemas ICCP y MGPS, mientras que el 30,23% presenta un nivel bajo y finalmente el 18,60% presenta un nivel de conocimiento alto de los sistemas ICCP - MGPS.

En base a lo obtenido se concluye que los porcentajes por niveles de conocimiento sobre la dimensión Sistema de Protección Catódica por Corriente Impresa (ICCP), se tiene que el 53,49% presenta un nivel bajo de conocimiento en relación al ICCP, mientras que el 34,88% presenta un nivel medio y finalmente el 11,63% presenta un nivel de conocimiento alto en relación al ICCP.

En base a los hallazgos se concluye que los porcentajes por niveles de conocimiento sobre la dimensión Sistema Preventivo de Crecimiento Marino (MGPS), se tiene que el 48,84% presenta un nivel medio de conocimiento en relación al MGPS, mientras que el 20,93% presenta un nivel bajo y finalmente el 30,23% presenta un nivel de conocimiento alto en relación al MGPS.

El cuestionario sobre el sistema de Protección Catódica por Corriente Impresa ICCP y el sistema Preventivo de Crecimiento Marino MGPS es un instrumento

válido y confiable para todos los oficiales egresados, y demás personal interesados en el tema, por el cual, puede ser usada en investigaciones futuras.

6.3 RECOMENDACIONES:

Según el nivel de Conocimientos sobre Sistema de Protección Anticorrosivas por medio de Corrientes Impresas, indican que los egresados de la especialidad de máquinas, no tienen bien definidos los temas acerca de los sistemas ICCP y MGPS; y que aún existen interrogantes que necesitan ser aclarados, por lo tanto, es importante programas de capacitación a los cadetes de esta institución, para reforzarles sobre los sistemas ICCP y MGPS. Además, mantener un régimen de mantenimiento constante, realizar las inspecciones en cada dique, realizar charlas abocada al funcionamiento de los sistemas ICCP y MGPS además de concientizar sobre el mantenimiento y recolección diaria de datos a bordo sobre los sistemas ICCP y MGPS en especial para el personal de máquinas.

Implementar el material didáctico para la formación de los cadetes en el tema de corrosión poniendo énfasis en los sistemas ICCP y MGPS como sistemas de protección contra la corrosión, el cual, revierte este problema a bordo, como son pérdidas económicas, o riesgos contra la salud humana.

Así pues, para combatir la corrosión, a bordo no solo con la tecnología de las instalaciones de sistemas de corrientes impresas sino que también junto a las pinturas anti-incrustantes, hacen que la corrosión aparezca en un período de tiempo mucho más largo, lo que confiere al buque beneficios directos como la prolongación de su vida útil, ahorro en combustible para poder navegar, al disminuir el peso de la embarcación atreves de estos sistemas en funcionamiento.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias Bibliográficas:

Arbaiza, L. (2014). *Cómo elaborar una tesis de grado*. Lima: Universidad ESAN

Balbín, G. & Jara, R. (2017), en su tesis titulada “*Conocimiento del sistema de gas inerte por un generador de gas independiente en buques tanque petroleros en oficiales mercantes embarcados de una naviera peruana*” (tesis para optar al título profesional de Oficial de Marina Mercante en la especialidad de cubierta), Escuela Nacional de Marina Mercante, Callao.

Bernal, A. (2010). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Colombia: Prentice Hall.

Borra F. & Gómez J. (2017) en su tesis titulada “*Nivel de conocimiento de inglés marítimo en egresados 2015 de la escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau*” (tesis para optar al título profesional de Oficial de Marina Mercante en la especialidad de máquinas), Escuela Nacional de Marina Mercante, Callao.

Cathelco (2016), *Anti-fouling System Installation & Operational Manual*. Manual de Empresa Naviera Transgas Shipping Company (noviembre 2016)

Carrillo, D. (2013) “*Sistemas de Protección contra la corrosión en el Buque*” (tesis para optar al título profesional de Oficial de Marina Mercante en la especialidad de Maquinas), Escuela Nacional de Marina Mercante, Callao.

Guerra, J & Martínez, C. (2017) “*Enfermedades auditivas en la tripulación de máquinas de las naves que realizan cabotaje en el Perú, 2017*” (tesis para

optar al título profesional de Oficial de Marina Mercante en la especialidad de Maquinas), Escuela Nacional de Marina Mercante, Callao.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.ta ed.). México D.F.: McGraw-Hill.

Kothari, C. R. (2014) *Research methodology: Methods & techniques* (2. ° Ed.). Nueva Delhi: New Age international Publishers.

Meza R. & Orosco J., (2016), “*Conocimiento adquirido en las asignaturas de motor de combustión interna y operación de motores auxiliares en buques mercantes en egresados de la escuela nacional de marina mercante almirante miguel Grau 2015*” (tesis para optar al título profesional de Oficial de Marina Mercante en la especialidad de Maquinas), Escuela Nacional de Marina Mercante, Callao.

Navarro y López (2012). *Nivel de conocimiento y actitudes sexuales en adolescentes de la urbanización Las Palmeras – Distrito de Morales*. Periodo junio - setiembre 2012 (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional de San Martín, Tarma, Perú.

Poco, L. (2015). *Relación entre conocimiento sobre ruido perjudicial y nivel de hipoacusia en el personal técnico y suboficial de la FAP grupo aéreo N° 02 de la joya*. (Tesis de maestría). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.

Tafur, F. (2013). *Conocimiento y Actitud frente a la vacuna contra el virus del papiloma humano en mujeres adolescentes del 5° año de primaria*. (Tesis de licenciatura). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Referencias Electrónicas

- Díez, I (2008), *Protección catódica de un buque Ro-Ro de 210 plataformas*. (Trabajo de fin de año), Universidad de Cádiz. Recuperado de: <http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/6473/b34208240.pdf;jsessionid=271181AD2547EFD578FE3688BB7A8995?sequence=1> (02 de julio 2017)
- INPRA LATINA (2016), *Revelan el costo global de la corrosión*. Recuperado de <http://www.inpralatina.com/201606146395/noticias/empresas/revelan-el-costo-global-de-la-corrosion.html>
- Fraga A. (2016), *“Ingeniería marina: sistemas de protección catódica abordo”*. Escuela técnica superior de náutica y máquinas (Trabajo de fin de grado), Universidad la Coruña. Recuperado de http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/17744/FragaRivas_AlbertoJavier_TFG_2016.pdf.pdf?sequence=2 (2 de junio de 2017)
- Llalco fluid technology (2012). Protección catódica: Sistema de protección catódica por corriente impresa. *Catálogo de Protección perfecta para su barco*. Recuperado de: <http://www.llalco.com/es/division-naval/proteccion-catodica-por-corrientes-impresas> (15 de junio 2017)
- Llalco Fluid Technology, S.L. (2015), *Sistemas anti-incrustantes de tuberías marinas*, Guía de producto sistema Cathelco. Recuperado de: <http://www.marineplantsystems.com/resources/Cathelco-Cathodic-Protection/cathaf.pdf> (15 de marzo 2017)
- Lafuente & Marín, (2008). Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: fases, fuentes y selección de técnicas. *Revista Escuela de*

Administración de Negocios, 64, 5-18. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=20612981002>

Maseras, J. (2015), "*Mantenimiento del Casco: Antifouling*". Cosas de barcos blog

Recuperado de:

<https://www.cosasdebarcos.com/blog/consejos/mantenimiento-del-casco-antifouling>

Proytec (2005), *protección catódica para embarcaciones*, Guía de mantenimiento

Sunmantic Recuperado de:

http://www.proytec.com/descargas/Guia_Mantenimiento_ES.pdf (agosto2005).

Proytec, (2012), manual para sistemas Proytec (15 de mayo del 2012).

Recuperado de:<https://www.noexperiencenecessarybook.com/m1IVA/manual-t-cnico-proytec-sl.html> (12 de junio 2017)

Real Academia Española (2014). Diccionario de la lengua española (versión electrónica) Madrid España; diccionario de la Lengua Española. Recuperado de <http://dle.rae.es/index.html>

Sesé, E. (2014). *Mantenimiento preventivo de la corrosión aplicado a la obra viva*

del buque. (Trabajo fin de grado, Universidad de la laguna). Recuperada de:

<http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/232> (17 de junio 2017)

Terrón, J. (1995), en su tesis titulada "Metodología del aprendizaje basadas en el conocimiento experto y la hipermedia", (tesis doctoral), universidad de Cádiz.

Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=53355>

Villa Caro, R. (2016). *Las corrientes impresas y los sistemas de anti incrustación*

en los buques. Revista general de Marina octubre 2016 Recuperado de

<http://www.gii.udc.es/img/gii/files/Estudio%20ventajas%20nuevos%20sistemas%20de%20protecci%C3%B3n%20cat%C3%B3lica.pdf> (22 mayo de 2017)

Villa Caro, R (2016). Las corrientes impresas y los sistemas de anti incrustación en los buques. *Temas Importantes*. Recuperado de <http://www.armada.mde.es/archivo/rgm/2016/10/cap7.pdf> (22 mayo de 2017)

ANEXOS

Anexo I: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“NIVEL DE CONOCIMIENTO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN ANTICORROSIVOS POR MEDIO DE CORRIENTES IMPRESAS DE BUQUES TANQUE EN EGRESADOS DE LA ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS DE LA ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE ALMIRANTE MIGUEL GRAU”						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<p>PREGUNTA GENERAL ¿Cuál es el nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar el nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL H_i. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau, se encuentra en el nivel bajo.</p>	<p>VARIABLE Nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos por medio de corrientes impresas de buques tanque.</p>	<p>-Sistema de protección Catódica por Corriente Impresa (ICCP).</p>	<p>-Uso -Funcionamiento -Mantenimiento</p>	<p>El tipo de estudio del presente trabajo es una investigación descriptiva.</p> <p>Tipo de diseño no experimental, transversal.</p>
<p>PREGUNTAS ESPECÍFICAS PE1. ¿Cuál es el nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos externos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS OE1. Determinar el nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos externos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS H₁. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos externos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau, se encuentra en el nivel bajo.</p>		<p>-Sistema Preventivo de Crecimiento Marino (MGPS).</p>	<p>- Uso -Funcionamiento - Mantenimiento</p>	<p>De enfoque cuantitativo</p>
<p>PE2. ¿Cuál es el nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos internos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau?</p>	<p>OE2. Determinar el nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos internos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau.</p>	<p>H₂. El nivel de conocimiento de sistemas de protección anticorrosivos internos por medio de corrientes impresas de buques tanque en egresados de la especialidad de máquinas de la escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau, se encuentra en el nivel bajo.</p>				

Anexo II: Hoja de inspección diaria del sistema ICCP

Daily Log Sheet For ICCP System

Vessel Name				Month			Year					Vessel Type					
Manufacturer				Serial No			Fwd Set Point		mV			Aft Set Point	mV				
Aft System Capacity			Amp		Volts		Forward System Capacity			Amp		Volts					
Day	Area of Operation	Sea Temp/C	Shaft Earthing	Aft ICCP System						Forward ICCP System							
			Potential/mV	Current /A	Voltage/V	Ref Cell S1/mV	Ref Cell S2/mV	Ref Cell S3/mV	Ref Cell S4/mV	Mode /Status	Current /A	Voltage/V	Ref Cell S1/mV	Ref Cell S2/mV	Ref Cell S3/mV	Ref Cell S4/mV	Mode /Status
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	

Remark _____

Submitted By _____ Chief Engineer _____

Anexo III: Hoja de inspección diaria del MGPS

Daily Log Sheet For Anti Fouling System (M.G.P.S)

Vessel Name		Owner				
Project No.		Anode Change Over Period : Year	Logging Month		2014	

Date	Area of operation	Draft m	Sea Temp °C	AMP				Sea Chest In Use	
				CU1	AL1	CU2	AL2	Port / High	St'bd / Low
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

OBSERVATIONS		Strainer Inspected On -					
(v) as observed		Nil	Light	Medium	Heavy		
Fouling In Strainer	PORT						
	ST'BD						
Fouling In Pipeline							
Fouling In Heat Exchanger							

Remark _____

Submitted By _____ **Chief Engineer** _____



Anexo IV: Consentimiento Informado
ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE
“ALMIRANTE MIGUEL GRAU”

**“NIVEL DE CONOCIMIENTO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN
ANTICORROSIVOS POR MEDIO DE CORRIENTES IMPRESAS DE BUQUES
TANQUE EN EGRESADOS DE LA ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS DE LA
ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE ALMIRANTE MIGUEL GRAU”**

CONSENTIMIENTO INFORMADO

El presente estudio tiene como título: “Nivel De Conocimiento Del Sistema De Protección Catódica Por Corriente Impresa (ICCP) Y El Sistema Preventivo De Crecimiento Marino (MGPS) De Buques Tanque En Egresados De Marina Mercante De La Especialidad De Máquinas”, con el objetivo de Identificar el nivel de conocimiento del sistema de protección catódica por corriente impresa (ICCP) y el sistema preventivo de crecimiento marino (MGPS) de buques tanque en egresados marinos mercantes de la especialidad de máquinas. El tiempo estimado para la entrevista será aproximadamente de veinte minutos.

Riesgos y beneficios: El estudio no conlleva ningún riesgo y el participante no recibe ningún beneficio.

Compensación: No se dará ninguna compensación económica por participar.

Confidencialidad: El proceso será estrictamente confidencial. Su nombre no será utilizado en ningún informe, se hará uso de un seudónimo y los resultados serán utilizados solo con fines académicos.

Participación voluntaria: La participación es estrictamente voluntaria.

Derecho de retirarse del estudio: El participante tendrá el derecho de retirarse de la investigación en cualquier momento. No habrá ningún tipo de sanción o represalias.

Si desea participar, favor de llenar el talonario de autorización.

AUTORIZACION

He leído el procedimiento descrito arriba. El investigador me ha explicado el estudio y ha absuelto mis dudas. Yo. _____,
Voluntariamente doy mi consentimiento para participar en el presente estudio. Así mismo, dejo constancia que he recibido una copia de este documento.

FIRMA NVESTIGADOR

FIRMA PARTICIPANTE

LIMA, __ DE OCTUBRE DEL 2017.

Anexo V: INSTRUMENTO UTILIZADO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS



ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE

“ALMIRANTE MIGUEL GRAU”

“NIVEL DE CONOCIMIENTO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN ANTICORROSIVOS POR MEDIO DE CORRIENTES IMPRESAS DE BUQUES TANQUE EN EGRESADOS DE LA ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS DE LA ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE ALMIRANTE MIGUEL GRAU”

INSTRUMENTO: Conocimiento Sobre El Sistema De Protección Catódica Por Corriente Impresa (ICCP) Y El Sistema Preventivo De Crecimiento Marino (MGPS)

Estimado colaborador: Después de haber sido informado adecuadamente sobre el propósito de nuestro cuestionario, agradecemos su colaboración respondiendo cada una de las preguntas del presente cuestionario. Para ello sírvase marcar la alternativa correcta para dar respuesta a las preguntas.

DATOS DEMOGRÁFICOS:

Edad:

Sexo: Masculino () Femenino ()

Especialidad: Maquinas () Cubierta ()

Tiempo laborando:

VARIABLE: Nivel de conocimiento del sistema de protección catódica por corriente impresa (ICCP) en buques tanque.

DIMENSION: USO

1. ¿Para qué se usa el sistema ICCP abordo de los buques mercantes?
 - a) Para proteger al buque de la corrosión causada por la brisa marina.
 - b) Para proteger el casco del buque de la corrosión causada por los microorganismos presentes en el mar.
 - c) Para proteger la obra viva del buque de la corrosión causada por la pérdida de electrones al estar en contacto con el mar.
 - d) Para proteger la obra viva de la corrosión causada por la presión y temperatura del mar.
 - e) Todas las anteriores.

2. ¿Por qué no es suficiente la pintura para proteger el casco del buque?
Debido a:

- a) La pintura de mala calidad.
 - b) La pintura se desgasta al pasar el tiempo.
 - c) Las discontinuidades de revestimiento de pintura.
 - d) Las imperfecciones y poros de las pinturas.
 - e) Todas las anteriores.
3. ¿Qué tipo de corriente eléctrica llega a los cátodos y ánodos de los sistemas de corriente impresa?
- a) Corriente continua.
 - b) Corriente alterna.
 - c) Corriente galvánica.
 - d) Corriente química.
 - e) Corriente electromagnética.
4. ¿De qué tipo de corrosión protege el sistema ICCP al casco del buque?
- a) De corrosión galvánica.
 - b) De corrosión por oxígeno.
 - c) De corrosión microbiológica.
 - d) De corrosión por sales.
 - e) De corrosión por presión.
5. ¿Qué tipo de corrosión se produce cuando un metal está en contacto eléctrico con un tipo diferente de metal (más noble) y ambos metales se encuentran inmersos en un electrolito o medio húmedo?
- a) De corrosión galvánica.
 - b) De corrosión por oxígeno.
 - c) De corrosión microbiológica.
 - d) De corrosión por sales.
 - e) De corrosión por presión.
6. ¿A qué fase cambia la obra viva del buque cuando se usa el sistema ICCP?
- a) Pasivación.
 - b) Corrosión.
 - c) Inmunidad.
 - d) Degradación.
 - e) Protección.
7. ¿Qué partes del buque protege el sistema ICCP?
- a) Obra viva metálica del casco del buque.
 - b) Hélice y timón.
 - c) Tomas de mar.
 - d) A y B.
 - e) B y C.

DIMENSION: FUNCIONAMIENTO

8. ¿Por qué se establece un límite al voltaje entre los ánodos y cátodos (partes a proteger) del sistema ICCP?
- a) Para evitar el rápido desgaste de los ánodos.
 - b) Para evitar el aumento de rugosidad en el casco que disminuiría la velocidad del buque.
 - c) Para reducir el consumo eléctrico.
 - d) No existe tal límite.
 - e) A y B.
9. ¿Para qué sirve el electrodo de referencia del sistema ICCP?
- a) Para suministrar corriente positiva al ánodo y corriente negativa al cátodo (obra viva metálica a proteger del barco).
 - b) Para entregar una señal eléctrica a la unidad de potencia indicando el estado de protección de la obra viva metálica del barco.
 - c) Para aumentar el potencial de la obra viva del barco reduciendo la corrosión.
 - d) Cumple la misma función que un ánodo de sacrificio.
 - e) Ninguna de las anteriores.
10. ¿Para qué sirve la unidad de potencia del sistema ICCP?
- a) Para suministrar energía positiva al ánodo y la corriente negativa al cátodo (obra viva metálica del barco).
 - b) Para entregar una señal eléctrica del estado de protección de la obra viva metálica del barco.
 - c) Para recibir y procesar la señal proveniente de los electrodos de referencia.
 - d) A y C.
 - e) Ninguna de las anteriores.
11. ¿Qué función cumplen los ánodos en el sistema ICCP?
- a) Corroerse en vez del casco.
 - b) Aumentar la conductividad del casco.
 - c) Entregar iones a la obra viva metálica del buque.
 - d) Recibir los electrones liberados del casco.
 - e) Reducir la conductividad del casco.
12. ¿Para qué sirven las puestas a masa en el sistema ICCP?
- a) Para proteger el casco.
 - b) Para proteger la obra viva.
 - c) Para proteger las partes no unidas eléctricamente al casco.
 - d) A y B.
 - e) Ninguna de las anteriores.

DIMENSION: MANTENIMIENTO

13. ¿Cada cuánto tiempo se debe realizar una inspección preventiva de los ánodos del sistema ICCP?

- a) Cada 5 años.
- b) Cada 2 años.
- c) Cada 3 meses.
- d) Cada inspección de dique.
- e) No es necesaria una inspección.

14. ¿Cada cuánto tiempo se debe realizar una inspección preventiva de los electrodos de referencia del sistema ICCP?

- a) Cada 5 años.
- b) Cada 2 años.
- c) Cada 3 meses.
- d) Cada inspección de dique.
- e) No es necesaria una inspección.

15. ¿Por qué es importante realizar una revisión diaria de datos del sistema ICCP?

- a) Para evitar la corrosión microbiológica.
- b) Para reducir costos en pintura.
- c) Para mantener un control en las variaciones de temperatura.
- d) Para verificar que el sistema funcione correctamente.
- e) A y B.

16. ¿Qué tipo de mantenimiento se recomienda para un sistema ICCP?

- a) Mantenimiento predictivo.
- b) Mantenimiento correctivo.
- c) Mantenimiento preventivo.
- d) Mantenimiento proactivo.
- e) N.A.

VARIABLE: Nivel de conocimiento del sistema preventivo de crecimiento marino (MGPS) en buques tanque

DIMENSION: USO

17. ¿Qué tipos de ánodos comúnmente utiliza el MGPS?

- a) Cobre-Zinc.
- b) Zinc-Aluminio.
- c) Cobre- Aluminio.
- d) Hierro-Aluminio.
- e) Titanio-Zinc.

18. ¿Por qué es importante tener instalado el MGPS en un buque?

- a) Impide el crecimiento marino en tuberías de agua de mar.
- b) Previene la corrosión en tuberías de agua de mar.
- c) Previene el sobrecalentamiento de la maquina principal.
- d) Impide la obstrucción del sistema de refrigeración de agua de mar.
- e) Todas las anteriores.

19. ¿De que protege el MGPS?

- a) Del cambio de temperatura.
- b) De la corrosión.
- c) De las incrustaciones marinas.
- d) De las sales marinas
- e) B y C.

20. ¿Dónde se encuentran instalados el conjunto de ánodos del sistema MGPS en un buque?

- a) En la toma de mar-Estribor.
- b) En la toma de mar-Babor.
- c) En los filtros de fondo.
- d) A y B.
- e) A, B y C.

21. ¿Con qué se evita el crecimiento de larvas y otros organismos marinos?

- a) Con la velocidad del buque.
- b) Con los iones de la electrolisis.
- c) Con los componentes del agua de mar.
- d) Con la corrosión.
- e) Con las tuberías.

22. En el MGPS ¿de que protege el ánodo de Aluminio?

- a) Tiene acción dual.
- b) Corrosión.
- c) Incrustaciones.
- d) Tuberías cobre.
- e) B y C.

23. En el MGPS ¿de que protege el ánodo de Cobre?

- a) Del crecimiento marino.
- b) Las incrustaciones.
- c) La corrosión.
- d) Del óxido.
- e) Del agua de mar.

DIMENSION: FUNCIONAMIENTO

24. ¿Quién regula y controla el paso de corriente a los ánodos?
- a) La máquina principal.
 - b) Los generadores.
 - c) El panel de control del propio sistema.
 - d) El generador de emergencia.
 - e) Cada ánodo viene con batería.
25. ¿Cómo se obtiene la corriente de protección necesaria a bordo de un buque?
- a) Por corriente alterna rectificada.
 - b) De los paneles eléctricos.
 - c) Por corriente continua.
 - d) Del generador de emergencia.
 - e) Por la hélice del barco.
26. ¿Con qué trabaja el MGPS para obtener tensión e intensidad de corriente constante necesarios para su funcionamiento?
- a) Con baterías.
 - b) Con resistencias.
 - c) Con corriente continua.
 - d) Con corriente alterna.
 - e) Con energía de la máquina principal.
27. ¿Cuáles son los componentes del MGPS?
- a) Filtros-ánodos.
 - b) Panel de control-ánodos.
 - c) Tuberías-ánodos.
 - d) Panel de control-tuberías.
 - e) Ánodo de corrosión-ánodo anti-incrustante.
28. ¿Para qué tipo de tuberías se recomiendan los ánodos de Hierro?
- a) Cobre-aluminio.
 - b) Aluminio-Níquel.
 - c) Cobre-Níquel.
 - d) Hierro-Cobre.
 - e) Aluminio-Hierro.

DIMENSION: MANTENIMIENTO

29. ¿Cómo parte de un mantenimiento se recomienda?, que se realicen:
- a) Cambio de ánodos anuales.
 - b) Registros de las lecturas diarias del panel del sistema.

- c) Las inspecciones en dique.
- d) Pintado de los ánodos para diferenciarlos.
- e) Reinicios del sistema.

30. ¿En el MGPS, para que material de tubería se recomiendan usar ánodos de cobre?

- a) Aluminio.
- b) Hierro.
- c) Acero.
- d) Titanio.
- e) Zinc.

31. ¿En función de qué esta expresada la resistividad del agua de mar en el MGPS?

- a) La cantidad de agua.
- b) La salinidad-temperatura.
- c) El nivel de oxígeno.
- d) La salinidad.
- e) La temperatura.

32. ¿Por qué es necesario instalar un cátodo adicional en el MGPS?

- a) Porque las cajas de mar están mal pintadas.
- b) Porque el manual de fábrica lo sugiere.
- c) Para evitar la corrosión que provoca la corriente de fuga.
- d) Porque se recomienda cuando se usan ánodos de sacrificio.
- e) Todas las anteriores.

Anexo VI: Concordancia entre especialistas.

Ítems	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Juez 6	Distribución binomial	Concordancia
1	1	1	1	1	1	1	1.56%	100.00%
2	1	1	1	1	1	1	1.56%	100.00%
3	1	1	1	1	1	1	1.56%	100.00%
4	1	1	1	1	1	1	1.56%	100.00%
5	1	1	1	1	1	1	1.56%	100.00%
6	1	1	1	1	1	1	1.56%	100.00%
7	1	1	1	1	1	1	1.56%	100.00%
8	1	1	1	1	1	1	1.56%	100.00%
9	1	1	1	1	1	1	1.56%	100.00%
10	1	1	1	1	1	1	1.56%	100.00%
Total								100.00%

Anexo VIII: Tablas y gráficos de los indicadores

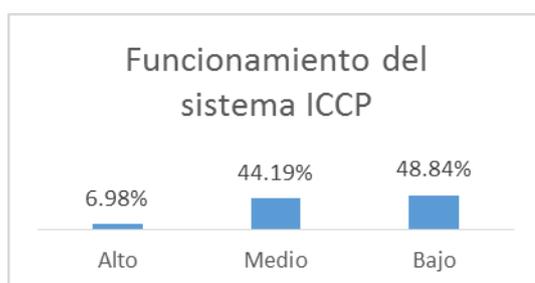
Uso del sistema ICCP

Nivel	Rango	Frecuencia	Porcentaje
Alto	6-7	4	9.30%
Medio	3-5	15	34.88%
Bajo	0-2	24	55.81%
Total		43	100.00%



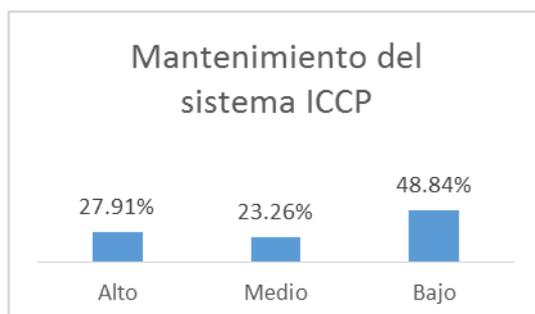
Funcionamiento del sistema ICCP

Nivel	Rango	Frecuencia	Porcentaje
Alto	4-5	3	6.98%
Medio	2-3	19	44.19%
Bajo	0-1	21	48.84%
Total		43	100.00%



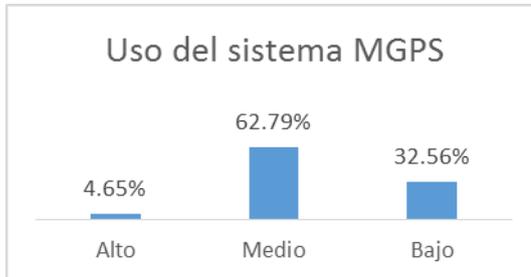
Mantenimiento del sistema ICCP

Nivel	Rango	Frecuencia	Porcentaje
Alto	3-4	12	27.91%
Medio	2	10	23.26%
Bajo	0-1	21	48.84%
Total		43	100.00%



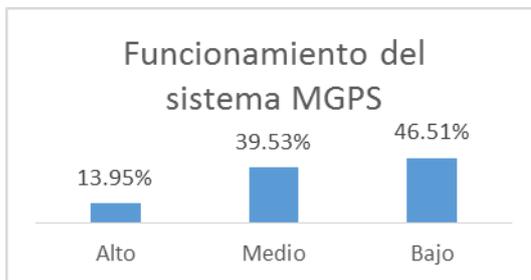
Uso del sistema MGPS

Nivel	Rango	Frecuencia	Porcentaje
Alto	6-7	2	4.65%
Medio	3-5	27	62.79%
Bajo	0-2	14	32.56%
Total		43	



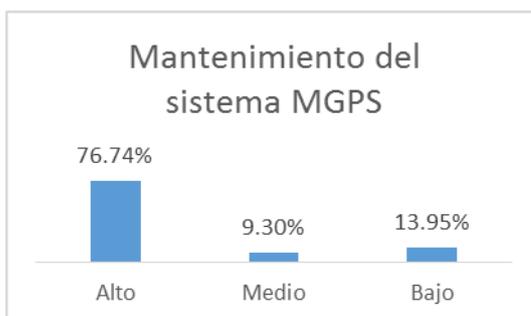
Funcionamiento del sistema MGPS

Nivel	Rango	Frecuencia	Porcentaje
Alto	4-5	6	13.95%
Medio	2-3	17	39.53%
Bajo	0-1	20	46.51%
Total		43	



Mantenimiento del sistema MGPS

Nivel	Rango	Frecuencia	Porcentaje
Alto	3-4	33	76.74%
Medio	2	4	9.30%
Bajo	0-1	6	13.95%
Total		43	



Anexo IX: Confiabilidad por Kuder Richardson (KR20) a la prueba piloto

UA	Sistema ICCP																Sistema MGPS																PUNTAJE FINAL
	Uso						Funcionamiento						Mantenimiento				Uso						Funcionamiento						Mantenimiento				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	26
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	11	
3	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	16	
4	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	19	
5	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	10	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	8	
7	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	16	
8	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	13	
9	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	9	
10	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	24	
p	0.8	0.2	0.9	0.4	0.1	0.2	0.2	0.2	0.7	0.2	0.4	0.3	0.4	0.5	0.7	0.2	0.2	0.2	0.5	0.3	0.8	0.9	0.4	0.4	0.7	0.3	0.2	0.4	0.9	0.8	0.9	0.9	
q	0.2	0.8	0.1	0.6	0.9	0.8	0.8	0.8	0.3	0.8	0.6	0.7	0.6	0.5	0.3	0.8	0.8	0.8	0.5	0.7	0.2	0.1	0.6	0.6	0.3	0.7	0.8	0.6	0.1	0.2	0.1	0.1	
pq	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	
k	10																																
$\Sigma(pq)$	5.7																																
Var	39																																
KR20	0.95																																

Anexo X: Baremos

Escalas	Baremo general de puntos	Baremo por dimensiones de puntos
Alto	22 - 32	11 - 16
Medio	11 - 21	6 - 10
Bajo	0 - 10	0 - 5

Anexo XI: Validación externa del instrumento

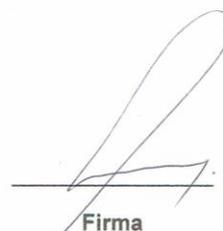
Datos del experto

Nombre completo : WALTER LUIS CASTRO RIVERO
Profesión : OFICIAL MARINO MERCANTE.
Grado académico : JEFE MAQUINAS.

Características que lo determinan como experto:

Se hace una breve síntesis de su experiencia docente o profesional que esté relacionada con la variable a validar, también se puede indicar la experiencia en el ámbito de la investigación o en la elaboración de instrumentos. Se incluye cualquier otra información que sea relevante para caracterizarlo como experto.

- * 16 AÑOS COMO JEFE MAQUINAS EN BUQUES PETROLEROS Y QUIMICUEROS EN COMPAÑIAS EUROPEAS.
- * DOCENTE EN "ENAMM" - ESPECIALIDAD MAQUINAS



Firma

DNI: 07807594

Fecha: 10/10/2017

Autores del instrumento evaluado:

Bachiller en ciencias marítimas Muñoz Ángeles, José Carlos
Bachiller en ciencias marítimas Huayllacahua Canchari, Kevin Alex

FICHA DE EVALUACION GLOBAL DEL INSTRUMENTO

Estimado profesor(a)

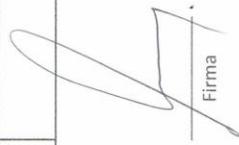
Agradecemos que responda si el instrumento de investigación, que se encuentra evaluando como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. Si se evalúa de manera negativa a alguno de ellos especifique el por qué en comentarios.

CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIOS
1. Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación.	✓		
2. Si las instrucciones son fáciles.	✓		
3. Si el instrumento está organizado de forma lógica.	✓		
4. Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido.	✓		
5. Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	✓		
6. Si las alternativas de las preguntas son las adecuadas.	✓		
7. Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	✓		
8. Si considera que los ítems son suficientes para medir el indicador.	✓		
9. Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	✓		
10. Si considera que los ítems son suficientes para medir la variable.	✓		

Nota: Sus respuestas estarán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

WALTER LUIS CASERO RIVERO
Nombre del juez (a)

ENAMM
Instituciones donde labora


Firma

07807594
DNI

Datos del experto

Nombre completo : ZENADO ABRAHAM SOLDEUILLA GUERZA
Profesión : MARINO MERCANTE
Grado académico : MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN

Características que lo determinan como experto:

Se hace una breve síntesis de su experiencia docente o profesional que esté relacionada con la variable a validar, también se puede indicar la experiencia en el ámbito de la investigación o en la elaboración de instrumentos. Se incluye cualquier otra información que sea relevante para caracterizarlo como experto.

Jefe de MAQUINAS DE LA MARINA MERCANTE.
He laborado como JEFE DE MAQUINAS DESDE 2001 HASTA 2012
ACTUALMENTE EJERZO LA DOCENCIA UNIVERSITARIA DESDE 2013.
EN UNIVERSIDADES:
- UNAC.
- UTP
- UNIVERSIDAD MARITIMA
- ENDAIM.



Firma

DNI: 08723814

Fecha: 24.11.17

Autores del instrumento evaluado:

Bachiller en ciencias marítimas Muñoz Ángeles, José Carlos
Bachiller en ciencias marítimas Huayllacahua Canchari, Kevin Alex

FICHA DE EVALUACION GLOBAL DEL INSTRUMENTO

Estimado profesor(a)

Agradecemos que responda si el instrumento de investigación, que se encuentra evaluando como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. Si se evalúa de manera negativa a alguno de ellos especifique el por qué en comentarios.

CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIOS
1. Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación.	✓		
2. Si las instrucciones son fáciles.	✓		
3. Si el instrumento está organizado de forma lógica.	✓		
4. Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido.	✓		
5. Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	✓		
6. Si las alternativas de las preguntas son las adecuadas.	✓		
7. Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	✓		
8. Si considera que los ítems son suficientes para medir el indicador.	✓		
9. Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	✓		
10. Si considera que los ítems son suficientes para medir la variable.	✓		

Nota: Sus respuestas estarán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

RESNAINA ROSA ANITA SOLÍS VILLA GUERRA
Nombre del juez (a)

ENANIM
Instituciones donde labora


Firma

08723814
DNI

DATOS DEL EXPERTO

Nombre completo : JOSÉ AUGUSTO GARCÍA CÁRDENAS
Profesión : JEFE MAQUINAS
Grado académico : Superior

Características que lo determinan como experto:

Se hace una breve síntesis de su experiencia docente o profesional que esté relacionada con la variable a validar, también se puede indicar la experiencia en el ámbito de la investigación o en la elaboración de instrumentos. Se incluye cualquier otra información que sea relevante para caracterizarlo como experto.

17 AÑOS DE EXPERIENCIA EN EL AMBITO MARINO, 08 AÑOS COMO JEFE DE MAQUINAS Y ACTUALMENTE SUPERINTENDENTE TECNICO DE LA NAUERA TRANSGAS.

AUGUSTO GARCÍA CÁRDENAS
SUPERINTENDENTE



Firma

DNI: 40951862

Fecha: 17.10.17.

Autores del instrumento evaluado:

Bachiller en ciencias marítimas: Muñoz Ángeles, José Carlos
Bachiller en ciencias marítimas: Huayllacahua Canchari, Kevin Alex

FICHA DE EVALUACION GLOBAL DEL INSTRUMENTO

Estimado profesor(a)

Agradecemos que responda si el instrumento de investigación, que se encuentra evaluando como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. Si se evalúa de manera negativa a alguno de ellos especifique el por qué en comentarios.

CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIOS
1. Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación.	<input checked="" type="checkbox"/>		
2. Si las instrucciones son fáciles.	<input checked="" type="checkbox"/>		
3. Si el instrumento está organizado de forma lógica.	<input checked="" type="checkbox"/>		
4. Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido.	<input checked="" type="checkbox"/>		
5. Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	<input checked="" type="checkbox"/>		
6. Si las alternativas de las preguntas son las adecuadas.	<input checked="" type="checkbox"/>		
7. Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	<input checked="" type="checkbox"/>		
8. Si considera que los ítems son suficientes para medir el indicador.	<input checked="" type="checkbox"/>		
9. Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	<input checked="" type="checkbox"/>		
10. Si considera que los ítems son suficientes para medir la variable.	<input checked="" type="checkbox"/>		

Nota: Sus respuestas estarán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

José García C.
Nombre del juez (a)
AUGUSTO GARCÍA CÁRDENAS
SUPERINTENDENTE

TRANSGAS
Instituciones donde labora


Firma

410951862
DNI

Datos del experto

Nombre completo : JOSÉ MARTÍN GIL LÓPEZ
Profesión : LICENCIADO EN EDUCACIÓN - DOCENTE DE INGLÉS
Grado académico : MAGISTER

Características que lo determinan como experto:

Se hace una breve síntesis de su experiencia docente o profesional que esté relacionada con la variable a validar, también se puede indicar la experiencia en el ámbito de la investigación o en la elaboración de instrumentos. Se incluye cualquier otra información que sea relevante para caracterizarlo como experto.

- DOCENTE DE INGLÉS EN ENAMM (7 años)
ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS
- MAGISTER "DIDACTICA EN IDIOMAS EXTRANJEROS"
- DIPLOMADO "CURSO DE INVESTIGACIÓN PARA INVESTIGADORES NOVELS"



Firma

DNI: 07643840

Fecha: 18-10-17

Autores del instrumento evaluado:

Bachiller en ciencias marítimas Muñoz Ángeles, José Carlos
Bachiller en ciencias marítimas Huayllacahua Canchari, Kevin Alex

FICHA DE EVALUACION GLOBAL DEL INSTRUMENTO

Estimado profesor (a)

Agradecemos que responda si el instrumento de investigación, que se encuentra evaluando como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. Si se evalúa de manera negativa a alguno de ellos especifique el por qué en comentarios.

CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIOS
1. Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación.	✓		CONTRIBUYE Y SIEMPRE DE REFERENCIA PARA FUTURAS INVESTIGACIONES
2. Si las instrucciones son fáciles.	✓		
3. Si el instrumento está organizado de forma lógica.	✓		
4. Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido.	✓		
5. Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	✓		
6. Si las alternativas de las preguntas son las adecuadas.	✓		
7. Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	✓		
8. Si considera que los ítems son suficientes para medir el indicador.	✓		
9. Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	✓		
10. Si considera que los ítems son suficientes para medir la variable.	✓		

Nota: Sus respuestas estarán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

JOSE MARTIN GIL LOPEZ
Nombre del juez (a)

EWA M M
Instituciones donde labora


Firma

07643840
DNI

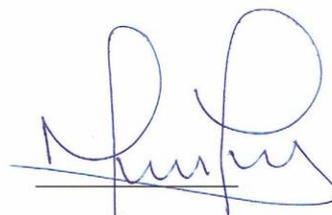
Datos del experto

Nombre completo : MANUEL EFRED PINEDA MARÍN
Profesión : JEFE DE MAQUINA
Grado académico : SUPERIOR

Características que lo determinan como experto:

Se hace una breve síntesis de su experiencia docente o profesional que esté relacionada con la variable a validar, también se puede indicar la experiencia en el ámbito de la investigación o en la elaboración de instrumentos. Se incluye cualquier otra información que sea relevante para caracterizarlo como experto.

17 AÑOS CON EXPERIENCIA EN LA MAR,
08 AÑOS CON EL CARGO DE JEFE DE
MAQUINAS.



Firma

DNI: 40061220

Fecha: 17. 10. 2017

Autores del instrumento evaluado:

Bachiller en ciencias marítimas Muñoz Ángeles, José Carlos
Bachiller en ciencias marítimas Huayllacahua Canchari, Kevin Alex

FICHA DE EVALUACION GLOBAL DEL INSTRUMENTO

Estimado profesor(a)

Agradecemos que responda si el instrumento de investigación, que se encuentra evaluando como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. Si se evalúa de manera negativa a alguno de ellos especifique el por qué en comentarios.

CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIOS
1. Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación.	<input checked="" type="checkbox"/>		
2. Si las instrucciones son fáciles.	<input checked="" type="checkbox"/>		
3. Si el instrumento está organizado de forma lógica.	<input checked="" type="checkbox"/>		
4. Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido.	<input checked="" type="checkbox"/>		
5. Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	<input checked="" type="checkbox"/>		
6. Si las alternativas de las preguntas son las adecuadas.	<input checked="" type="checkbox"/>		
7. Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	<input checked="" type="checkbox"/>		
8. Si considera que los ítems son suficientes para medir el indicador.	<input checked="" type="checkbox"/>		
9. Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	<input checked="" type="checkbox"/>		
10. Si considera que los ítems son suficientes para medir la variable.	<input checked="" type="checkbox"/>		

Nota: Sus respuestas estarán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

MANUEL PINEDA H.

TRANSCAS STRIPING LINE

Instituciones donde labora

Firma

40061220

DNI

Datos del experto

Nombre completo : Cesar Herrera Cordova
Profesión : Jefe de Oficina de Investigación ENAMM
Grado académico : Doctor.

Características que lo determinan como experto:

Se hace una breve síntesis de su experiencia docente o profesional que esté relacionada con la variable a validar, también se puede indicar la experiencia en el ámbito de la investigación o en la elaboración de instrumentos. Se incluye cualquier otra información que sea relevante para caracterizarlo como experto.


Firma

DNI: 06252543

Fecha: 18-10-17

Autores del instrumento evaluado:

Bachiller en ciencias marítimas Muñoz Ángeles, José Carlos
Bachiller en ciencias marítimas Huayllacahua Canchari, Kevin Alex

FICHA DE EVALUACION GLOBAL DEL INSTRUMENTO

stimado profesor(a) agradecemos que responda si el instrumento de investigación, que se encuentra evaluando como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo escritos. Si se evalua de manera negativa a alguno de ellos especifique el por qué en comentarios.

CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIOS
. Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación.	/		
. Si las instrucciones son fáciles.	/		
. Si el instrumento está organizado de forma lógica.	/		
. Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido.	/		
. Si existe coherencia entre las variables, indicadores e items.	/		
. Si las alternativas de las preguntas son las adecuadas.	/		
. Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	/		
. Si considera que los items son suficientes para medir el indicador.	/		
. Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	/		
0. Si considera que los items son suficientes para medir la variable.	/		

Nota: Sus respuestas estaran en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

César Deves C.
Nombre del juez (a)

EDSA - PUCP
Instituciones donde labora

[Firma]
DNI 08252543