

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE PESQUERÍA



**“TRANSFORMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA EMBARCACIÓN
ANCHOVETERA A UNA EMBARCACIÓN DE DOBLE CUBIERTA PARA
LA PESCA DE ATÚN”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO**

PAOLO URQUIETA RUIZ

LIMA-PERU

2020

TRABAJO TITULACION Urquieta 2024.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

e

Fuente de Internet

1

repositorio.un
i.edu.pe

8

Fuente de Internet

www.scribd.com

Fuente de Internet

2

www.produce
.gob.pe

Fuente de Internet

doku.pub

Fuente de Internet

3

Submitted to
Universidad
Nacional
Agraria La
Molina

Trabajo del estudiante

4

vsip.info

Fuente de Internet

5

hdl.handle.ne
t

Fuente de Internet

6

oa.upm.es

Fuente de Internet

7

repositorio.la
molina.edu.p

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE PESQUERÍA

**“TRANSFORMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA
EMBARCACIÓN ANCHOVETERA A UNA EMBARCACIÓN DE
DOBLE CUBIERTA PARA LA PESCA DE ATÚN”**

Presentada por:

PAOLO URQUIETA RUIZ

Tesis para optar el título de:

INGENIERO PESQUERO

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

Ing. Miguel O'swaldo Delgado Garcia
Presidente

Dr. Jose Ricardo Bardales Azañero
Miembro

M. Sc. Luis Carrillo La Rosa
Miembro

Dr. Luis Alfredo Icochea Salas
Asesor

Lima-Perú

2020

INDICE GENERAL

1 Contenido

INDICE GENERAL	3
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCION	6
1.1 Problemática:.....	6
1.2. Objetivos:	7
II. REVISIÓN DE LITERATURA	8
2.1 Antecedentes de la Pesca del Atún en el Perú.....	8
2.2 Actualidad de la Pesca de atún en el Perú.....	9
2.3 Disposiciones Legales.....	10
2.4 Características generales de una embarcación atunera	11
2.5 Bodegas de embarcación Atunera.....	12
2.6 Tanques de combustible.....	12
2.7 Sistema de Frio.....	13
2.8 Sistema Eléctrico.....	14
2.9 Equipos Electrónicos.....	15
2.10 Equipamiento Hidráulico	17

2.11 Embarcaciones de Apoyo a la pesca del atún	17
---	----

III.DESARROLLO DEL PROYECTO 18

3.1 Información Laboral y lugar de ejecución	18
--	----

3.1.1. Empresa	18
----------------------	----

3.2. Estructura Organizacional y posición del autor dentro de éste	19
--	----

3.2.1. Funciones Desempeñadas como Administrador de Proyecto y jefe de Flota Atunera y Logística	21
--	----

3.3. Consideraciones originales al proyecto.....	23
--	----

3.3.1. Embarcación original.....	23
----------------------------------	----

3.3.2. Adjudicación de Cuota Atunera	26
--	----

3.4. Lineamientos de Transformación e implementación de la Embarcación.....	26
---	----

3.5. Transformaciones Estructurales	32
---	----

3.5.1. Módulo de Alargamiento de eslora	32
---	----

3.5.2. Disposición de Bodegas	35
-------------------------------------	----

3.5.3. Túnel Seco	39
-------------------------	----

3.5.4. Parque de Pesca	39
------------------------------	----

3.5.5. Mástil y Cofa	42
----------------------------	----

3.5.6. Castillo y Caseta.....	44
-------------------------------	----

3.5.7. Puente y Helipuerto	47
----------------------------------	----

3.5.8. Tanques de Petróleo	49
3.6. Implementación de Sistemas y Equipos.....	52
3.6.1. Sistema Electrónico	52
3.6.2. Sistema Hidráulico	57
3.6.3. Sistema Eléctrico.....	61
3.6.4. Sistema de Enfriamiento	70
3.6.5. Motor de Propulsión.....	76
3.6.6. Otras implementaciones	78
3.7. Prueba de Estabilidad:.....	82
3.8. Beneficios del Proyecto.....	85
IV. CONCLUSIONES	88
V. RECOMENDACIONES	89
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	90

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Análisis de balance eléctrico, Mendoza Narea en 4 condiciones	14
Figura 2: Cuadro resumen de balance eléctrico en diferentes condiciones	15
Figura 3: Cuadro de equipos electrónicos de Mendoza Narea.....	16
Figura 4: Ubicación Astillero Luguensi S 09°06' W 78°33'.....	19
Figura 5: EP Huacho Cinco antes de la transformación	24
Figura 6: Disposición General - Plano Original.....	24
Figura 7: Vista de planta cubierta principal - Plano original	25
Figura 8: Sala de máquinas y bodegas - Plano original	25
Figura 9: Disposición General - Plano modificado.....	30
Figura 10: Vista de planta Caseta y Parque de pesca - Plano modificado	30
Figura 11: Vista de planta sala de máquinas y bodegas - Plano modificado	31
Figura 12: Elevación Longitudinal - Modulo de ampliación sombreado	33
Figura 13: Vista de planta - Modulo de ampliación sombreado	33
Figura 14: Instalación módulo de ampliación - Astillero luguensi.....	34
Figura 15: Sección transversal de cuaderna típica - Modulo de ampliación.....	34
Figura 16: Modulo ensamblado - Estructura Modificada	34
Figura 17: Vista de planta bajo cubierta - Plano original.....	36
Figura 18: Vista de planta Bodegas - Plano modificado.....	37
Figura 19: Elevación Longitudinal bodegas - Plano modificado.....	37
Figura 20: Vista de planta Cubierta superior - Plano modificado.....	38
Figura 21: Tapa acceso Boca escotilla doble cubierta	38
Figura 22: Vista de planta Túnel seco - Plano modificado	39
Figura 23: Ensamble de Cuadernas - Doble cubierta.....	40

Figura 24: Sección transversal - Parque de pesca	41
Figura 25: Parque de Pesca	41
Figura 26: Vista Longitudinal Cubierta principal - Plano original	43
Figura 27: Cubierta Principal, Mástil, cofa y pluma - Plano modificado	43
Figura 28: Vista de planta Castillo - Plano modificado	45
Figura 29: Construcción del Castillo y puente	45
Figura 30: Vista de planta acomodaciones - Plano modificado	46
Figura 31: Elevación Longitudinal - Puente	47
Figura 32: Vista de planta - Helipuerto	48
Figura 33: EP Huacho Cinco – navegando	48
Figura 34: Vista de planta Sala de máquinas - Plano original	49
Figura 35: Vista de planta Sala de máquinas - Plano modificado.....	51
Figura 36: Vista de planta disposición de tanques - Plano modificado	51
Figura 37: Distribución de Equipos Hidráulicos.....	59
Figura 38: Toma fuerza hidráulica del motor C18.....	60
Figura 39: Toma fuerza hidráulico auxiliar Motor 3508	61
Figura 40: Generador C18.....	64
Figura 41: Generador 3408	65
Figura 42: Generador 3406	66
Figura 43: Generador de puerto 3-71	67
Figura 44: Condensador	72
Figura 45: Compresor	72
Figura 46: Chiller	73
Figura 47: Bomba de recirculación	73

Figura 48: Bomba de Cloruro de Calcio	74
Figura 49: Bomba del condensador.....	74
Figura 50: Bomba de achique	75
Figura 51: Motor Principal 3508.....	77
Figura 52: Speedboats	78
Figura 53: Separador de Hidrocarburos	80
Figura 54: Equipo de osmosis inversa	81
Figura 55: Movimiento de pesos.....	83
Figura 56: Resultados de movimientos por pesos.....	86
Figura 57: Resumen de Resultados	86
Figura 58: foto delante del barco gemelo EP ETEN DIEZ en Sima Chimbote.....	86
Figura 59: EP HUACHO CINCO navegando.....	87

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Capacidad de tanques de petróleo	50
Tabla 2: Equipos electrónicos de ayuda a la pesca	54
Tabla 3: Equipos electrónicos de ayuda a la Navegación	54
Tabla 4: Equipos electrónicos de comunicación	55
Tabla 5: equipos electrónicos de seguridad y salvamento	56
Tabla 6: Balance de cargas	62
Tabla 7: Escenarios de consumo energético.....	63

RESUMEN

El presente trabajo describe y analiza la transformación estructural y la implementación de sistemas y equipos realizado en la EP HUACHO CINCO, barco perteneciente a la empresa Pesquera Majat SAC, que se dedicaba a la pesca de anchoveta, jurel y caballa; el cual fue transformado a una embarcación de doble cubierta para la pesca de atún. A pesar de que la anchoveta y el atún, se extraen utilizando el mismo arte de pesca, era necesario realizar transformaciones estructurales en la embarcación, la distribución y la estructura de las bodegas, construyéndose un túnel seco. Se realizaron cambios en la habitabilidad, tanto en la distribución como la implementación de nuevos espacios, la distribución y ensamblaje de tanques de petróleo, el ensamble de un mástil y una cofa y la construcción de una doble cubierta. En cuanto a la implementación de sistemas, se instalaron nuevos sistemas eléctrico, hidráulico, electrónico, de frío, un motor de propulsión y otros equipos adicionales, para poder cumplir con todas las exigencias que demanda la actividad extractiva atunera. Mi labor en la empresa inicio en junio del 2015, como administrador del proyecto, lo cual comprendía negociar con contratistas y proveedores, coordinar y supervisar con los diseñadores y contratistas los trabajos de campo a realizar en la embarcación, gestionar y realizar las compras de materiales, equipos e insumos, programación y pago de planillas, entre otros. Al término del proyecto se realizó una prueba de estabilidad, para poder analizar el comportamiento del barco, después de ser transformado. Fue importante cumplir con todas las necesidades que implica la extracción del atún, ya que cada detalle puede repercutir en la eficiencia de una pesca, que se diferencia de la pesca de anchoveta por trabajar por periodos de tiempo más largos, por la naturaleza del recurso y navegación en todo tipo de circunstancias oceanográficas

Transformación estructural, embarcación de doble cubierta, pesca de atún, Implementación de sistemas, labor como administrador de proyecto, prueba de estabilidad

ABSTRACT

This work describes and analyzes the structural transformation and the implementation of systems and equipment carried out on the EP HUACHO CINCO, a ship belonging to the company Pesquera Majat SAC, which was dedicated to fishing for anchovy, horse mackerel and mackerel; which was transformed into a double-deck boat for tuna fishing. Although anchovy and tuna are extracted using the same fishing gear, it was necessary to carry out structural transformations in the boat, the distribution and the structure of the warehouses, building a dry tunnel. Changes were made to the habitability, both in the distribution and the implementation of new spaces, the distribution and assembly of oil tanks, the assembly of a mast and a top and the construction of a double deck. Regarding the implementation of systems, new electrical, hydraulic, electronic, cold systems, a propulsion motor and other additional equipment were installed, to be able to meet all the requirements demanded by the tuna extractive activity. My work in the company began in June 2015, as project manager, which included negotiating with contractors and suppliers, coordinating and supervising with designers and contractors the field work to be carried out on the vessel, managing and purchasing materials, equipment and supplies, scheduling and payroll payment, among others. At the end of the project, a stability test was carried out to analyze the behavior of the ship after being transformed. It was important to meet all the needs involved in tuna extraction, since every detail can impact the efficiency of a fishery, which differs from anchovy fishing by working for longer periods of time, by the nature of the resource and navigation in all types of oceanographic circumstances

Structural transformation, double deck vessel, tuna fishing, Systems implementation, work as project manager, stability testing

I. INTRODUCCION

1.1 Problemática:

Desde el año 2001 el gobierno peruano viene impulsando la industria atunera sin éxito; recién a partir del 2014, cuando la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) le asignó a Perú una capacidad adicional de bodega de 5000 m³ para operar en el Océano Pacífico Oriental, es que la industria atunera recibe un nuevo impulso y comienza a consolidarse una flota industrial. Por Resolución N° 001-2013-PRODUCE/ATUN, se pone en licitación la nueva cuota de atún, consignando a embarcaciones pesqueras especializadas en cerco para atún, bajo las modalidades de adquisición de embarcación pesquera, modificación estructural o reconversión de embarcación pesquera y conversión de embarcación pesquera. Bajo este contexto, nace la oportunidad para el armador pesquero de modificar las embarcaciones de cerco anchoveteras con las que ya cuenta y acceder a la licitación de la cuota atunera, adquiriendo nuevos conocimientos, tecnologías, equipamiento y el “know how” del negocio atunero. La información acerca de la conversión de un barco anchovetero a un atunero era casi nula, por la escasa actividad de esta pesquería en Perú en los últimos 50 años, además de que cada país cuenta con distintas pesquerías y sus flotas tienen características propias. Sin embargo, los barcos atuneros y anchoveteros tienen muchas similitudes al tener el mismo arte de pesca, por lo que el presente estudio, analiza el parecido y la diferencia entre ellos, con el fin de lograr el objetivo de transformación de la embarcación. Para realizar el proyecto se procede a recopilar información de antecedentes de los pocos barcos atuneros de bandera peruana, se toma como modelo las características de la flota atunera extranjera y se utiliza como principal herramienta la experiencia de algunos miembros de la tripulación, partiendo de la base del conocimiento, manejo y construcción de barcos anchoveteros que ya se contaba. La consolidación de una flota atunera industrial aumenta la participación peruana en el aprovechamiento, manejo y explotación sostenible del recurso atún, bajo los estándares de la CIAT, permite a las empresas pesqueras diversificar sus negocios, además de impulsar el desarrollo de la industria de consumo humano directo, siendo también una potencial fuente de trabajo para pescadores, personal administrativo, trabajadores de planta, personal de astillero, contratistas, etc.

1.2. Objetivos:

I.1.1. Objetivo general:

Transformar una embarcación anchovetera industrial en un barco de doble cubierta e implementarlo para la pesca de Atún.

I.1.2. Objetivos específicos:

Analizar la capacidad de transformación de la embarcación, en términos estructurales para obtener la capacidad de bodega requerida, habitabilidad del barco, puente de mando y espacios para la autonomía del barco (capacidad de petróleo, agua dulce, víveres), para operar en la pesquería del atún.

Analizar el nivel de éxito obtenido en la implementación de equipos y sistemas (eléctrico, electrónico, hidráulico, mecánico y de frío) para satisfacer los requerimientos energéticos, operacionales y de distribución de espacios para la pesca del atún.

Probar y verificar la estabilidad del barco atunero, luego de la transformación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la Pesca del Atún en el Perú

Según el Portal Web: Perú Atunero, nuestro País tuvo una importante participación en la actividad atunera desde el año 1920 donde menciona que se establece un Sindicato Peruano Norteamericano para establecer una fábrica de conserva en el Sur del Perú (Puerto de ILO), en 1934 se estableció la primera fábrica de conserva y a finales de los años 30 ya había en el Perú 4 Empresas conserveras.

Perú Atunero menciona que, en los años 40 y 50, en el primer gobierno de Prado se gravó un impuesto a la exportación de Atún, Bonito y Barrilete congelados, en esos años aparecen empresas como Wilbur Ellis, Van Camp y entre las peruanas destacó la Conservera Industrial Pesquera S.A.

En 1943 aproximadamente se fundó la Empresa Pesquera Ilo SA, más conocida como EPISA, además de planta harinera, contaba también con una planta conservera dedicada al procesamiento principalmente de bonito y atún. la cual años más tarde paso a llamarse “Pesquera Meylan”, siguiendo el mismo destino de las empresas atuneras en el norte, la empresa es estatizada por el gobierno militar, por lo cual paso a ser parte de Pesca Perú, tiempo en el cual pierde la línea de conserva de pescado y queda únicamente operando como planta harinera. Datos interesantes que confirman al Perú como una potencia atunera en los 50 y 60, asimismo evidencian la riqueza atunera en las costas peruanas, con plantas atuneras operando desde Ilo hasta Paita en aquellos años.

Según la revista Perú Pesquero (2014), El Perú era el primer País Latinoamericano en la Pesquería del Atún, contaba con una gran flota atunera y una moderna infraestructura en tierra, de primer nivel para el procesamiento con una participación importante de las empresas norteamericanas como son: Star Kist, Bumble bee, Chicken of the Sea, por esas épocas el Perú tenía reconocidos capitanes para la pesca de altura.

A principios de los años 70 con la toma del poder del Gobierno Militar de Juan Velasco Alvarado, se produce la expropiación de las empresas atuneras, las cuales fueron obligadas a salir del Perú y trasladarse al Puerto de Manta- Ecuador. El gobierno militar intenta desarrollar la actividad atunera con grandes complejos pesqueros en diferentes puertos del Perú, pero debido a las malas políticas y manejos, estos proyectos terminan fracasando, poniéndole fin al ciclo atunero, con la caída del régimen militar y no pudiéndose consolidar la industria atunera en el Perú.

2.2 Actualidad de la Pesca de atún en el Perú

En la década de los 90 en el segundo gobierno de Alberto Fujimori se decide promover la Actividad Atunera a través de la R.M 550-97-PE, nuestro país abre las puertas para la explotación de atún en nuestro litoral, otorgando permisos de pesca a naves de bandera extranjera.

El nuevo inicio de la industria atunera comienza con algunos intentos por empresas como Austral Group, adquiriendo barcos atuneros alrededor del año 97 como el Sabrina, Malena, Mariapia y Norma, las cuales no llegaron a pescar atún y fueron destinadas a la anchoveta. Otras empresas como Prisco y Corporación oceánica incursionan a la pesca del atún con Longline, esta última con el barco “Ballena 1” que operó con bandera peruana desde 1999 hasta el 2007.

No fue hasta el año 2011, que se comienza a consolidar la nueva flota atunera peruana, caen al agua los dos primeros barcos anchoveteros modificados para la pesca de atún de doble cubierta, usando como arte de pesca la red de cerco. Estos pertenecieron a la empresa Pez de Exportación SAC, llamados “Flor” y Dorica” y fueron modificados en el astillero Maggiolo; embarcaciones que tuvieron muy buenas temporadas los primeros años. En el mismo año comienza el proyecto de construcción de la EP “Don Lucho II” de Pesquera Diamante para la pesca de atún, jurel y caballa, barco que tuvo muchos inconvenientes en su construcción, motivos por el cual comienza a operar en el año 2015, junto a las Embarcaciones anchoveteras “Bamar VIII” e “Isabelita” de Pesquera Hayduk y a las embarcaciones “Caracol” y “Costa de sol” de Pesquera Liguria. En mayo del mismo año se da inicio al proyecto de modificación para

la pesca del atún de las embarcaciones EP Huacho Cinco y EP Eten Diez de propiedad de la Empresa Pesquera Majat S.A.C.

2.3 Disposiciones Legales

La primera resolución de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) para la adjudicación de cuota atunera de barcos peruanos para operar en el océano pacifico oriental (OPO), fue la **C-02-03: Resolución sobre la capacidad de flota atunera operando en el océano pacifico oriental (modificada)**, la cual manifiesta en el punto 10, que el Perú podrá añadir buques cerqueros al registro después del 28 de junio de 2002, sujeto a un límite de **3915 m³** de capacidad de acarreo, puntualizando al final del artículo que el Perú mantiene solicitudes pendientes a largo plazo de hasta 14,046 m³ respectivamente.

En el año 2011 se aprueba en reunión CIAT, bajo la **resolución C-11-12 sobre la capacidad de acarreo de Perú**, la asignación de una capacidad de acarreo de 5000 metros cúbicos, para ser utilizado por barcos de bandera peruana, con la limitación de operar en aguas jurisdiccionales peruanas, sin la posibilidad de ser transferidas a barcos de otras banderas. Fue este el momento en que la mira de los armadores pesqueros, se fijó en la pesquería del atún.

El estado peruano mediante la resolución N° **001-2013-PRODUCE/ATUN**, publica las bases del concurso público de acceso a la cuota del atún tropical, otorgadas por la resolución CIAT C-11-12. Las bases limitan el acceso al concurso público únicamente a embarcaciones pesqueras especializadas de cerco para el atún, bajo las siguientes modalidades:

- a) Por adquisición de embarcación pesquera: Para aquellos postores que tengan la intención de adquirir embarcaciones cerqueras para la extracción de atún, sean nacionales o extranjeras.
- b) Por modificación estructural o reconversión de embarcaciones pesqueras: Para aquellos postores que tengan la intención de modificar o reconvertir sus embarcaciones pesqueras para convertirlas en cerqueras y dedicarlas a la extracción de atún, además de otras pesquerías, de ser el caso. Asimismo, esta modalidad comprende aquellas embarcaciones

nacionales acondicionadas para la extracción del recurso atún, con o sin permisos de pesca de otras pesquerías.

- c) Por construcción de embarcación pesquera: Para aquellos postores que tengan la intención de construir embarcaciones cerqueras para la extracción de atún.

Al ser los barcos atuneros muy similares a los barcos anchoveteros de pesca de cerco, la oportunidad de postulación al acceso de la cuota atunera se hizo muy atractiva, en especial la modalidad por modificación estructural o reconversión de la embarcación, que involucraba una menor inversión por parte de los armadores.

El año 2014 fue el nuevo punto de partida, fue el punto detonante para el crecimiento de la flota industrial atunera peruana, cuando en la reunión de la CIAT celebrada en Lima - Perú del mismo año, por la *resolución enmendada C-14-05 sobre la capacidad de acarreo de Perú*, se aprueba que se elimine las restricciones para los 5000 m³ y se pueda pescar en el espacio marítimo de la OPO.

Grandes empresas pesqueras dedicadas a la anchoveta, como Pesquera Hayduk, Pesquera Diamante y Pesquera Exalmar, se presentan al concurso público para la adjudicación de dicha cuota. En el 2015 la representación del estado peruano presenta el documento *IATTC-89 INF-B*, en la 89 reunión CIAT, solicitando el reconocimiento de la capacidad de acarreo pendiente a 5851 metros cúbicos en el marco de la resolución C-02-03. Quedando abierta la posibilidad de ampliación de la cuota peruana en un futuro.

2.4 Características generales de una embarcación atunera

Martínez y Valera (2007), menciona en su memoria ciertas características que son importantes para tener en cuenta para una modificación estructural de un barco atunero como:

- Ser un buque de dos cubiertas principal y superior, dejando entre las dos un entrepuente de trabajo, siendo la cubierta principal la de francobordo.
- Deben poseer una alta maniobrabilidad y velocidad para poder llegar a zona de pesca en un

menor tiempo, realizar la maniobra de cerco sobre el atún y ser competitivos con otras embarcaciones.

- Por los largos periodos de las mareas se debe tener en cuenta en cuidar el comportamiento en la mar y el navegar a alta velocidad en cualquier tipo de condiciones, para ello suelen llevar altos francobordos y castillo.
- En algunos casos llevan cubierta para helicópteros.

2.5 Bodegas de embarcación Atunera

Sobre el tamaño y capacidad de bodegas en un barco atunero Moreno Sánchez (2015) señala que se diseñan en función a la captura prevista en un día de pesca para evitar dejar espacios libres. Martínez y Valera (2007), sostienen que el tamaño medio de una bodega viene en relación al tamaño de un lance, lo que quiere decir es que lo ideal sería llenar una bodega en cada lance, para que no se queden a medio llenar y de esa manera no interrumpir el proceso de congelación, corriendo el riesgo de que el pescado absorba demasiada sal, esperando llenar la bodega.

En cuanto al número de bodegas, Martínez y Valera (2007), mencionan que lo ideal sería tener un gran número de pequeñas bodegas, lo que implica por consecuencia una gran pérdida de volumen por mamparos y aislamiento y una inversión muy elevada en construcción.

2.6 Tanques de combustible

Los barcos atuneros de grandes dimensiones llevan petróleo en las bodegas, adicionalmente de lo almacenado en los tanques para cumplir con la demanda del barco como menciona Martínez y Valera (2007).

2.7 Sistema de Frio

Se tienen distintos sistemas de enfriamiento de Pescado a bordo de una embarcación. Según Martínez y Valera (2007), los podemos clasificar en congelación por inmersión, congelación por circulación de aire y congelación por contacto. Asimismo, mencionan que de los tres métodos de congelación los barcos atuneros eligen el sistema de “congelamiento por inmersión”, ya que es el más económico y apto para la congelación del atún. Moreno Sánchez (2015), afirma que a pesar de que la transferencia de calor es muy rápida y los espacios de congelamiento y almacenamiento son los mismos, existe el problema de absorción de sal por el pescado y que las temperaturas más bajas que pueden conseguirse con la salmuera son de -21.2°C . Por lo general la flota industrial peruana de pesca de anchoveta, jurel y caballa utiliza el sistema de enfriamiento de RSW que es por inmersión en salmuera, utilizando solo un refrigerante primario, al no necesitar llegar a temperaturas tan bajas como el atún y por tener la ventaja de tener faenas de pesca en tiempos más cortos.

El sistema de enfriamiento del atún en la embarcación estudiada por Martínez y Valera (2007), se basa en la utilización de un refrigerante secundario (cloruro sódico) y un refrigerante primario (amoníaco), La embarcación estudiada por Moreno Sánchez (2015), utiliza como refrigerante secundario cloruro de calcio (Cl_2Ca), en ambos estudios, el motivo por el cual utilizan un refrigerante secundario como la salmuera y no un refrigerante primario que entre en contacto directo con el pescado, es que el costo del refrigerante primario es mayor y en caso de ocurrir alguna fuga, pondría en riesgo la captura por contaminación.

El protocolo de enfriamiento de pescado utilizado en la embarcación estudiada por Martínez y Valera (2007), consiste en la recepción de pescado en agua de mar a una temperatura de 32°C promedio (pescado) y disminuir la temperatura a 0°C , una vez llena la bodega y disminuida la temperatura a -1°C , se hace el cambio de agua de mar por salmuera hasta alcanzar la temperatura a -8°C , después se procede a retiro de la salmuera y se continua el enfriamiento hasta llegar a -20°C .

2.8 Sistema Eléctrico

La finalidad del sistema eléctrico de una embarcación es la de producir, transportar y distribuir la energía eléctrica que demanda el consumo del barco. Las fuentes principales de energía eléctrica son los grupos electrógenos. Mendoza Narea (2014) analizó el balance de cargas eléctricas en 4 condiciones: navegando al caladero, pescando, navegando desde el caladero y en puerto, como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Análisis de balance eléctrico en 4 condiciones

SERVICIOS	POTENCIA CONECTADA [KW]	NAVEGANDO AL CALADERO		PESCANDO	
		DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE
		POTENCIA [KW]	POTENCIA [KW]	POTENCIA [KW]	POTENCIA [KW]
SERVICIOS DE LA SALA DE MÁQUINAS	77,39	27,39	27,39	27,39	27,39
SERVICIOS DE CASCO Y CUBIERTA	34,31	5,07	5,07	8,20	8,20
SERVICIOS DE HABILITACIÓN	136,94	69,51	63,24	63,91	57,65
SERVICIOS DE OPERACIÓN	498,73	49,56	46,74	389,09	389,69
SERVICIOS DE ALUMBRADO	6,43	1,63	2,65	2,05	5,78
TOTAL	753,80	153,16	145,09	490,65	488,72

SERVICIOS	POTENCIA CONECTADA [KW]	NAVEGANDO DESDE EL CALADERO		EN PUERTO	
		DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE
		POTENCIA [KW]	POTENCIA [KW]	POTENCIA [KW]	POTENCIA [KW]
SERVICIOS DE LA SALA DE MÁQUINAS	77,39	27,39	27,39	12,81	12,81
SERVICIOS DE CASCO Y CUBIERTA	34,31	5,07	5,07	3,95	3,21
SERVICIOS DE HABILITACIÓN	136,94	69,51	63,24	66,80	62,37
SERVICIOS DE OPERACIÓN	498,73	279,89	235,73	194,14	194,26
SERVICIOS DE ALUMBRADO	6,43	1,63	2,65	1,09	2,21
TOTAL	753,80	383,49	334,09	278,79	274,86

Nota: La tabla muestra la demanda de energía medida en KW de una embarcación atunera en 4 condiciones distintas según *Mendoza Narea (2013)*.

Esta información permite realizar el estudio de selección de los grupos electrógenos, para satisfacer la demanda de energía en los diferentes escenarios. Mendoza Narea (2013), menciona la importancia de la cantidad de grupos a elegir, ya que a una mayor cantidad de grupos se permite hacer una mejor distribución de las cargas, sin embargo, se complica en la distribución de los espacios en sala de máquinas.

Figura 2

Cuadro resumen de balance eléctrico en diferentes condiciones

ESCENARIO		POTENCIA CONSUMIDA [KW]	POTENCIA [KVA]	GEN-1 [KVA]	GEN-2 [KVA]	GEN-3 [KVA]	% REND
NAVEGANDO AL CALADERO	DÍA	153.16	191.45	219	0	0	87.42
	NOCHE	145.09	181.36	219	0	0	82.81
PESCANDO	DÍA	490.65	613.31	219	212	313	82.43
	NOCHE	488.72	610.90	219	212	313	82.11
NAVEGANDO DESDE EL CALADERO	DÍA	383.49	479.37	219	0	313	90.11
	NOCHE	334.09	417.61	219	0	313	78.50
EN PUERTO	DÍA	278.79	348.49	219	212	0	80.86
	NOCHE	274.86	343.57	219	212	0	79.71

Nota: La tabla de *Mendoza Narea (2013)* muestra el rendimiento energético de lo generado vs la potencia consumida.

2.9 Equipos Electrónicos

Las embarcaciones atuneras llevan una gran cantidad de equipos electrónicos. En primer lugar, los barcos que operen en aguas internacionales tienen que registrarse bajo los estándares de la IMO, organización de la cual el estado peruano es un miembro cooperante. El convenio SOLAS, impuesto para los miembros cooperantes de la IMO, en el capítulo V y IV establece para embarcaciones con arqueo bruto mayor a 300 m³, contar con ciertos equipos para seguridad en la navegación y radiocomunicaciones.

Mendoza Narea (2013), menciona la importancia de que el capitán cuente con la información necesaria que te brindan los equipos electrónicos, para la toma de decisiones, elegir rutas óptimas de navegación y realizar sus operaciones con mayor seguridad. Subdividen sus equipos electrónicos, en equipos de ayuda a la navegación, de ayuda a las comunicaciones, de ayuda a la pesca y de ayuda a la meteorología. La siguiente relación de equipos en el siguiente cuadro, fueron los empleados por Mendoza Narea (2013):

Figura 3

Equipos electrónicos de Embarcación atunera

EQUIPO	TIPO
GPS #1	TALKER
GPS #2	TALKER
RADAR	LISTENER
PROGRAMA DE NAVEGACIÓN	LISTENER
PILOTO AUTOMÁTICO	LISTENER
COMPÁS SATELITAL	TALKER
CORRENTÓMETRO	LISTENER
	TALKER
CORREDERA	LISTENER
	TALKER
ECOSONDA	LISTENER
AIS	TALKER
RADIO VHF	LISTENER
RADIO HF	LISTENER
TELÉFONO SATELITAL	LISTENER
SONAR #1	LISTENER
SONAR #2	LISTENER
SENSOR DE TEMPERATURA	TALKER

Nota: La siguiente figura muestra el listado de equipos utilizados por *Mendoza Narea (2013)*.

La elección de los equipos de ayuda a la pesca, son de vital importancia para el éxito de la marea. Moreno Sánchez (2015), menciona la importancia fundamental del sonar para la búsqueda de cardúmenes de atún y para seguirlos hasta un punto óptimo para largar la red, asimismo menciona la importancia del complemento con la ecosonda que te brinda información acerca de la cantidad, tamaño y especie, para calcular una posible rentabilidad del lance.

Ramil Vizoso (2016) implemento para un barco atunero de 1200 t, los siguientes equipos electrónicos para la detección y el posicionamiento de atún:

02 radares Arpa de banda X, para la detección de radio boyas

02 radares Arpa de banda S, para la detección de pájaros

01 sonar, para la detección y seguimiento de bancos de atún

02 ecosondas

01 sonda doppler, para la medición de corrientes

02 GPS

01 medidor de temperatura

2.10 Equipamiento Hidráulico

El equipamiento hidráulico se utiliza para no sobrecargar la demanda de energía eléctrica en el barco. Para los equipos de pesca y maniobra se utiliza el sistema hidráulico por la cantidad de maquinillas y la alta demanda de energía que requieren. Portillo Laserna (2013), indica que el accionamiento de los equipos hidráulicos necesarios para la pesca de una embarcación con una toma de fuerza acoplada al motor principal podría ser perjudicial para la vida útil del mismo, ya que el motor trabaja a una mínima potencia al momento de realizar una maniobra de pesca, además que podría generar que, en el momento de la recogida de la red, se pueda enredar con la hélice.

Martínez y Valera (2007), utilizan 02 motores diésel, para suministrar potencia a las plantas hidráulicas, una principal y otra auxiliar. Adicionalmente utiliza una electrobomba hidráulica, para aliviar el trabajo de los motores y para utilizarlo en situaciones donde se requiera baja demanda de potencia, como en puerto

2.11 Embarcaciones de Apoyo a la pesca del atún

Según Martínez y Valera (2007), expone que los bote rápidos o speed boats, se utilizan para asustar al atún y que este no se salga del cerco de la red, la embarcación en que hacen mención en su trabajo era de 1935 m³ de capacidad de bodega y lleva una cantidad de 5 botes rápidos.

III. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Información Laboral y lugar de ejecución

3.1.1. Empresa

Razón Social:

Pesquera Majat SAC

Empresa perteneciente a un grupo empresarial junto a Pesquera Isa SRL y Pesquera Ninfas del Mar SAC.

RUC:

20543002471

Dirección Legal:

Cal. Padre Guatemala Nro. 218 Maranga (Espalda 26 Av. la Marina) San Miguel Lima, Perú

Fecha Inicio Actividades:

07 / Abril / 2011

Sector:

La empresa pertenece al sector pesquero, específicamente a la actividad de extracción de productos hidrobiológicos, contando con una flota industrial conformada por dos (02) barcos atuneros de pesca de cerco de 350 m³ y nueve (09) barcos anchoveteros industriales de 200 a 500 t de capacidad de bodega.

3.1.2. Lugar de ejecución

La embarcación Huacho Cinco se encontraba en SIMA CHIMBOTE, al aprobarse el inicio del proyecto en mayo del 2015, la embarcación fue trasladada al Astillero Luguensi, en

la Av. Los Pescadores s/n, Urbanización 27 de octubre, Nuevo Chimbote, lugar donde se realizó la transformación e implementación del barco. Las pruebas operativas y de estabilidad se realizaron en el agua, una vez culminados los trabajos en tierra, en noviembre del 2016, frente al muelle municipal de Chimbote, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Ubicación del Astillero Luguensi en Nuevo Chimbote (Lat. 09°06' S; Long. 78°33' W)

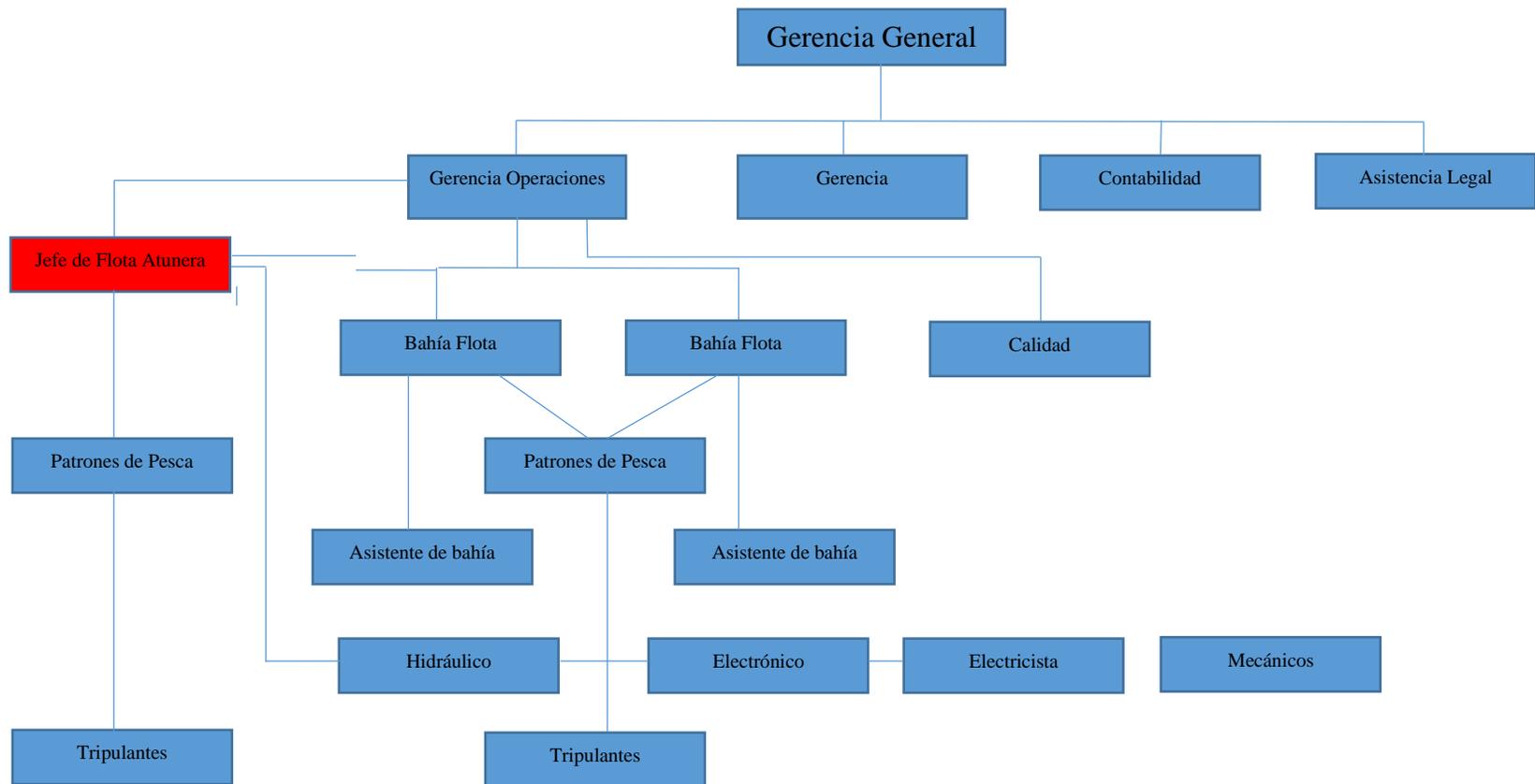


Nota: Foto satelital de la ubicación del astillero Luguensi en Nuevo Chimbote (Lat. 09°06' S; Long. 78°33' W)

3.2. Estructura Organizacional y posición del autor dentro de éste

Durante la permanencia del autor en la Empresa, desempeño diversas funciones y encargos, entre ellos: área de operaciones de la flota anchovetera, jefe de proyecto de campo, jefe de bahía de la flota atunera, trabajo logístico de la flota anchovetera, etc., como se muestra en la siguiente estructura organizacional de la empresa.

Organigrama:



3.2.1. Funciones Desempeñadas como Administrador de Proyecto y jefe de Flota Atunera y Logística

Después de 3 años trabajando en el área de operaciones, en flota anchovetera, la empresa Pesquera Majat SAC en junio del 2015, me designa como jefe de proyecto en campo, para la transformación de la embarcación Huacho Cinco, que culmino en febrero del 2017. Las funciones desempeñadas consistieron en lo siguiente:

- Contratación de personal y empresas contratistas para tercerización de trabajos.
- Coordinación y supervisión de trabajos en campo de contratistas y diseñadores.
- Supervisar cronogramas de inicio y culminación de trabajos en obra y fechas de entrega de materiales.
- Coordinar con empresas contratistas las necesidades de equipos y materiales y canalizar a la gerencia.
- Realizar y gestionar la compra de equipos, repuestos insumos y materiales.
- Programación y pagos de planilla a personal y contratistas, según avances.

Asimismo, con la culminación del proyecto, quedé a cargo como jefe de bahía de la flota atunera y a la vez continuando con el trabajo logístico para la flota anchovetera, los cuales involucran las siguientes actividades y responsabilidades:

A. Organizar, planificar y controlar las actividades de los servicios de bahía de las embarcaciones atuneras.

- Coordinar y controlar la descarga de las embarcaciones a Planta.
- Coordinar el mantenimiento y reparación de los equipos de las embarcaciones con los contratistas e ingeniero de máquinas.
- Supervisar los trabajos de mantenimiento con los contratistas y personal técnico encargado.
- Coordinar sobre la compra, recepción y distribución de los materiales.

- Coordinar telefónicamente las necesidades y novedades de las embarcaciones.
 - Evaluar el desempeño de personal de la tripulación, técnicos y proveedores.
- B.** Supervisar y controlar el Flujo Logístico de materiales e insumos a las embarcaciones Anchoveteras y Atuneras.
- Canalizar a la Gerencia de Operaciones los pedidos de materiales requeridos por las embarcaciones.
 - Coordinar con los bahías y/o motoristas los materiales requeridos para las embarcaciones.
 - Solicitar, gestionar y coordinar las compras aprobadas con los proveedores.
 - Coordinar el recojo, el transporte y la recepción de los materiales, con sus respectivos encargados.
 - Supervisar y controlar el Flujo Logístico de materiales e insumos a las embarcaciones Anchoveteras y Atuneras
- C.** Controles administrativos, gastos y Presupuestos.
- Realizar seguimiento satelital a las embarcaciones, coordinar sus movimientos y estrategias de pesca, según sus recursos e información de pesca, con los capitanes y la gerencia de operaciones.
 - Realizar controles y ratios de compras de materiales y desgaste de materiales.
 - Realizar el análisis de eficiencia y esfuerzos de pesca, en base a los gastos de materiales y consumos de petróleo versus la cantidad de toneladas pescadas.
 - Analizar precios y calidad de materiales y equipos adquiridos, conseguir adecuados proveedores.
 - Planificar las actividades a realizarse en la veda con respecto al mantenimiento de las redes y embarcaciones.

3.3. Consideraciones originales al proyecto

3.3.1. Embarcación original

La EP “HUACHO CINCO”, es una embarcación diseñada inicialmente para la pesca industrial de cerco con sistema de refrigeración de agua de mar (RSW), para la captura de especies como la anchoveta, jurel y caballa.

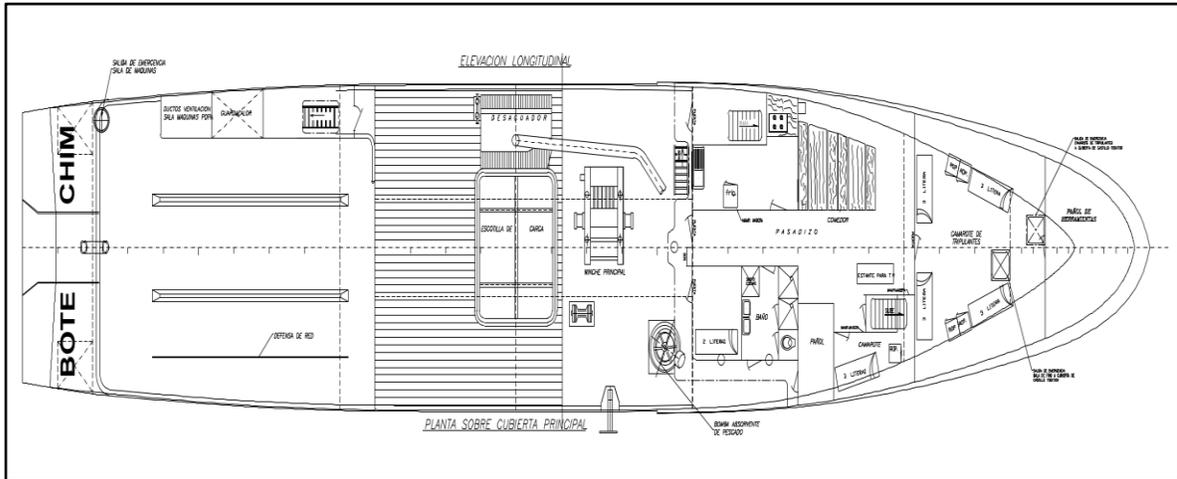
Características originales del barco:

Eslora	48.00 m
Manga	08.50 m
Puntal	04.25 m
Capacidad de Bodega	349.86 m ³
Capacidad de Agua Dulce	05.00 m ³
Capacidad de Petróleo	35.00 m ³
Capacidad de Aceite Hidráulico	04.00 m ³
Tripulantes	17
Motor	CAT 3508, 775 BHP @ 1200 rpm.

La embarcación fue construida según las características pesqueras de estructura, disposición y autonomía para un barco anchovetero de 400 t, como se muestra en los planos de disposición general en las Figuras 5, 6 y 7. No tenía sistemas operativos montados, ni acomodaciones, no tenía ningún motor ni grupo electrógeno instalado, la embarcación se encontraba únicamente en casco. El único equipo que la empresa ya había adquirido era el motor principal de propulsión CAT 3508 electrónico, quedando tal como se muestra en la figura 8.

Figura 7

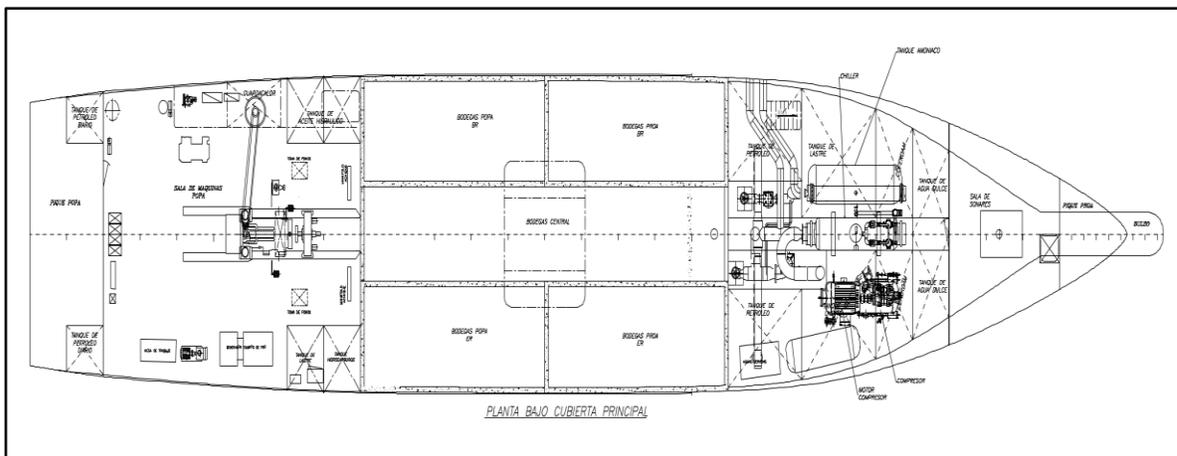
Vista de planta cubierta principal - Plano original



Nota: Plano de vista de planta de cubierta de la embarcación Huacho Cinco antes del inicio de trabajos.

Figura 8

Sala de máquinas y bodegas - Plano original



Nota: Plano de vista de planta de sala máquinas de la embarcación Huacho Cinco antes del inicio de trabajos.

3.3.2. Adjudicación de Cuota Atunera

En el marco de la edición 87 de la reunión de la CIAT en Lima-Perú, se enmienda la resolución C-11-12 por la resolución C-14-05, donde se eliminan las restricciones y por lo tanto la cuota otorgada de 5000 m³ pudiendo ser utilizadas tanto para aguas jurisdiccionales peruanas como para el océano pacífico oriental.

Dicha resolución hizo más atractiva la cuota atunera. Grandes empresas pesqueras vieron una oportunidad de diversificar sus negocios y accedieron a las bases del concurso público Nro. 001-2013-PRODUCE/ATUN para la adjudicación de la cuota.

Pesquera Majat SAC se adjudicó 700 m³ de capacidad de acarreo, presentándose en la segunda etapa del tercer concurso público de acceso a la cuota asignada por la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), con las embarcaciones Eten Diez y Huacho Cinco, bajo la modalidad de modificación estructural o reconversión de embarcaciones pesqueras de cerco para la extracción del atún.

3.4. Lineamientos de Transformación e implementación de la Embarcación

Una vez ganada la licitación de la cuota atunera, se realizó un minucioso estudio sobre la pesca del atún. Se convocó un equipo capacitado, incluyendo contratistas expertos en las diferentes especialidades, para analizar las problemáticas en la transformación de un barco anchovetero a un atunero, para poder reducir costos del proyecto, tomando en cuenta las diferencias de una pesca u otra. Partiendo de esa información, se diferenciaron los trabajos estructurales a realizarse en el casco de la embarcación y los trabajos en implementación de sistemas y equipos, realizando un cronograma de trabajo para evitar interferencias entre contratistas y realizar un trabajo más eficiente y se determinaron los lineamientos a tener en cuenta para el proyecto y las acciones a realizar en astillero, cumpliendo con las designaciones del ministerio y las normas internacionales.

3.4.1. Diseñador

Se designó a BOSHIP Consultores con el ingeniero Rubén Valdivieso a cargo, como diseñadores del proyecto. Tras mucha investigación sobre la pesca del atún y una serie de visitas a las embarcaciones atuneras “Flor” y “Dorica” en Pisco y algunas embarcaciones ecuatorianas, se comenzó a dar forma al proyecto.

3.4.2. Capacidad de Bodega

El primer punto de partida para la elección de las características generales de la embarcación fue considerar la capacidad de bodega otorgada. La capacidad de acarreo adjudicada en el concurso público fue 700 m³ para dos embarcaciones, por lo tanto, capacidad de acarreo asignada a la embarcación HUACHO CINCO fue de **350 m³**.

Se tuvo que tomar en cuenta la necesidad de la instalación de doble forro de 180 mm de espacio entre plancha y plancha de 6mm en los mamparos de las bodegas, con poliuretano expandido en el interior. Este método se utiliza para aislar las bodegas y evitar las pérdidas de frío en las bodegas.

Por último, se consideró pertinente contar con un túnel seco transversal que sirva como unión para la sala de máquinas de popa con sala de máquinas de proa, separando las bodegas de babor a estribor, por temas únicamente operativos, para facilitar las operaciones de los maquinistas y tengan un rápido acceso de sala de máquinas de popa a proa o viceversa y para poder manipular las válvulas y bombas para el achique y recirculación en cada bodega, como se había visto en barcos ecuatorianos.

3.4.3. Tipo de Embarcación

Se construyó con casco de acero naval íntegramente soldado, y propulsada por un motor CAT Diesel Marino electrónico, modelo 3508 previamente adquirido, para la pesca de cerco con boliche, por el lado de estribor.

Se optó por la alternativa que la embarcación cuente con dos cubiertas, siendo la cubierta principal la superior, dándole mayor francobordo a la nave, permite navegar y realizar maniobras y faenas de pesca con mayor seguridad en toda clase de condiciones oceanográficas, así como también permite una mayor disponibilidad de espacios, facilitando la maniobra de pesca. Modelo tomado de barcos atuneros ecuatorianos.

La sala de máquinas ubicada en popa, con los tubos de escape de los motores ubicados en un guardacalor convencional situada al lado babor de la cubierta de redes, la sala de frío en proa, la superestructura y la acomodación de tripulantes se dispuso en el extremo de proa con la finalidad de obtener suficiente espacio para las bodegas (ocho (08) laterales), en el casco y reservándose el mayor espacio de cubierta para la operación de pesca. El puente se dispuso a un nivel elevado, encima de la cubierta de caseta, permitiéndole al capitán una buena visibilidad en navegación y maniobras de pesca.

3.4.4. Características Principales de la nueva Embarcación

Eslora total	: 53.95 m.
Eslora en flotación	: 49.6 m.
Manga moldeada	: 8.7 m.
Puntal moldeado	: 4.25 m.
Capacidad neta de bodega	: 350 m ³ (Insulado)
Capacidad de petróleo	: 36,837 gal.
Capacidad agua dulce	: 2,112 gal.
Cap. aceite hidráulico de pesca	: 1,265 gal.
Cap. aceite lubricación	: 870 gal.
Tripulación	: 22
Motor Propulsor	: CAT 3508
Potencia/RPM	: 780 bhp a 1200 rpm
Velocidad en pruebas	: 11 nudos

3.4.5. Reglas de Construcción y Clasificación

El barco se construyó de acuerdo con las reglas de la sociedad de clasificación ABS (American Bureau of Shipping), cumpliendo además con los requerimientos de seguridad establecidos por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas de la Marina de Guerra del Perú (DICAPI) y con los requerimientos de IMO (Organización Marítima Internacional) dados en la Conferencia Internacional sobre Seguridad de Buques Pesqueros – 1977 (Convenio Internacional de Torremolinos).

3.4.6. Velocidad, Autonomía y Francobordo

La velocidad de la embarcación fue un factor limitante al contar con el motor principal diseñado para las características generales de un barco anchovetero, la velocidad requerida por la naturaleza del recurso y el arte de pesca con cerco nos llevó a realizar los cálculos de diseño en condición de salida de puerto una velocidad mínima de 11 nudos.

La autonomía máxima que se considero fue para 30 días aproximados de duración por marea, con 36,837 gal. de petróleo Diesel N°2 y al 100% de la potencia máxima continua del motor principal más el consumo de los grupos electrógenos de aproximadamente 600 horas.

El francobordo de la embarcación para la condición de prueba de plena carga (93 % de bodegas con agua salada + 100 % consumibles) no será menor del francobordo reglamentario dispuesto por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas del Perú.

3.4.7. Estabilidad

El barco fue proyectado con suficiente estabilidad transversal y fue construido cumpliendo con las Normas de Estabilidad de IMO para buques pesqueros y además con las Normas de Seguridad de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas del Perú.

Al término de la construcción de la embarcación, el Diseñador realizó una Prueba de Inclinación para determinar las condiciones reales de estabilidad alcanzadas y realizar las gestiones

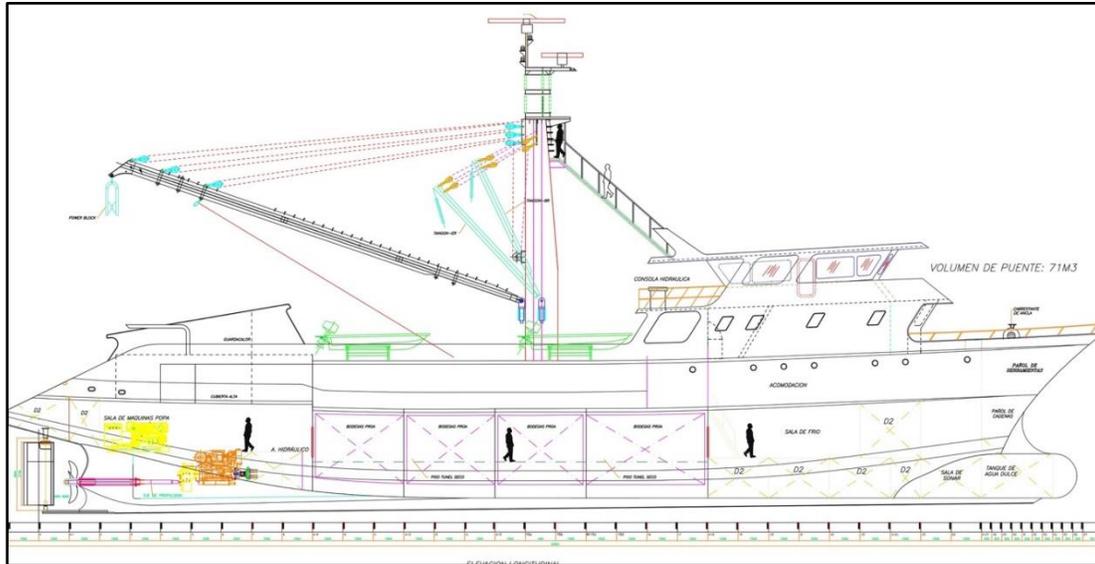
correspondientes para obtener el respectivo certificado de DICAPI, entregándose al armador el cuadernillo de cálculos de estabilidad para las diferentes condiciones de operación recomendadas por IMO y DICAPI.

3.4.8. Disposición General

Los siguientes planos de disposición general fueron elegidos para el proyecto, considerando todas las modificaciones estructurales necesarias y distribución de nuevos espacios, para cumplir con las características analizadas por el equipo de trabajo a cargo del proyecto, necesarias para operar como un barco atunero. Las Figuras 9, 10 y 11 nos presentan los planos modificados propuestos para la futura embarcación atunera.

Figura 9

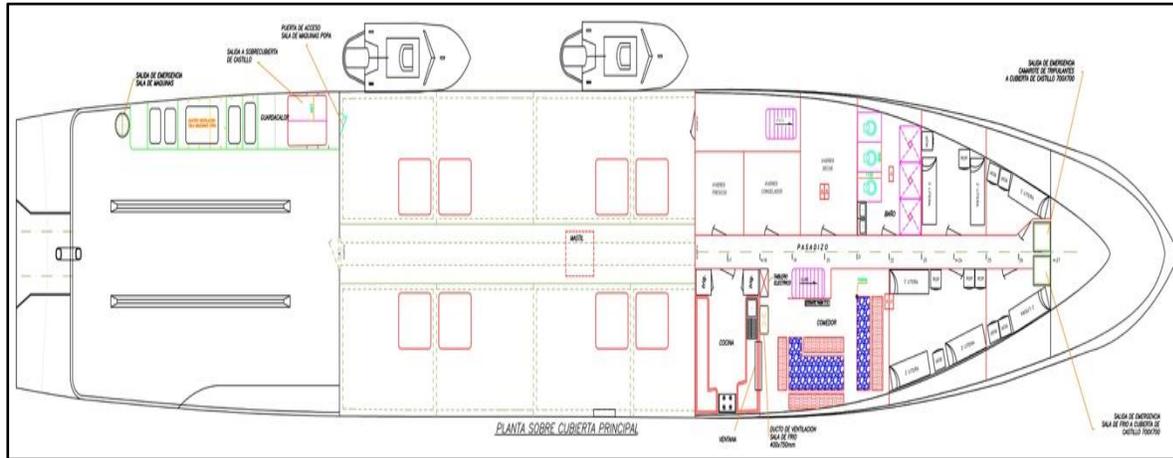
Disposición General - Plano modificado



Nota: Plano de distribución general para figurando las modificaciones para el proyecto, elaborado por BOSHIP ingenieros.

Figura 10

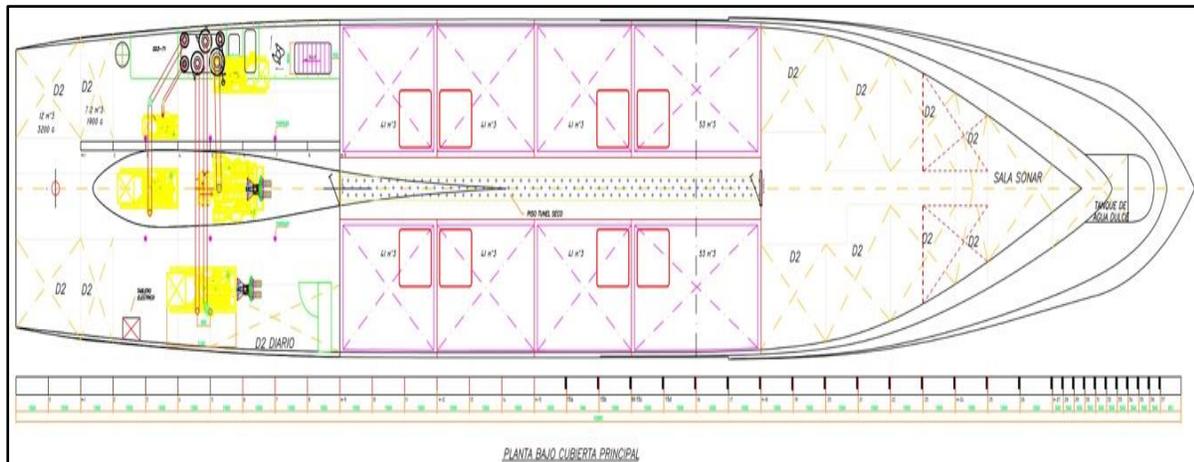
Vista de planta Caseta y Parque de pesca - Plano modificado



Nota: Plano de vista de planta de caseta y parque de pesca elaborado por BOSHIP.

Figura 11

Vista de planta sala de máquinas y bodegas - Plano modificado



Nota: Plano de vista de planta de bodegas, tanques de combustible y sala de máquinas.

3.5. Transformaciones Estructurales

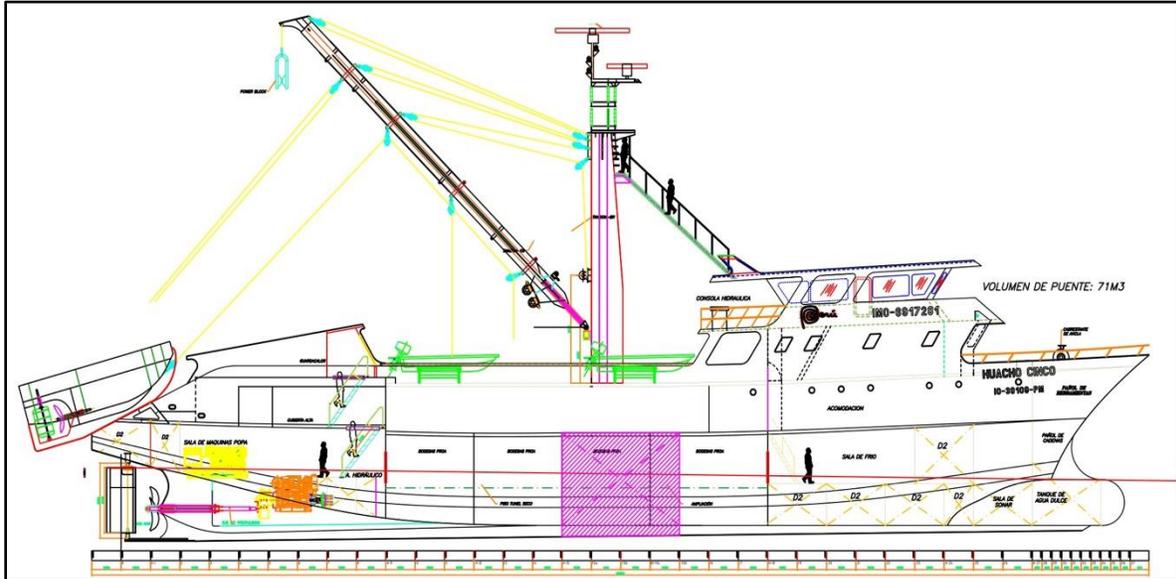
La embarcación fue inicialmente diseñada para la pesca de anchoveta, Jurel y Caballa, por lo tanto, se tuvo que analizar detenidamente la estructura del barco para que sea compatible con la pesquería de atún. Una vez identificadas las nuevas características requeridas para la pesca de atún, ya sea para el cumplimiento de las normas dispuestas por el permiso de pesca y las entidades fiscalizadoras encargadas, para cubrir las necesidades características del tipo de pesca para la cual va a ser destinada la embarcación y solicitudes dispuestas por el armador, se establecieron e identificaron las transformaciones estructurales a realizarse, sin poner en riesgo la estabilidad y las líneas de forma del barco.

3.5.1. Módulo de Alargamiento de eslora

Se dispuso el alargamiento de la eslora del barco de 48 a 54 metros, mediante un corte transversal del casco en la cuaderna Nro. 15 y la instalación de un módulo de 6 metros con cuatro cuadernas, considerando que el cubicaje de bodega inicial de la embarcación y la obtenida en el permiso de pesca para el atún son las mismas, 350 m² (Figuras 12 y 13). Para poder cumplir con el cubicaje requerido en las bodegas, teniendo en cuenta la instalación de doble forro en los mamparos para el aislamiento del frío de las bodegas, la nueva disposición de bodegas y el túnel seco que conecta sala de máquinas de proa y popa, ocupaban espacio inicialmente destinado a las bodegas de pescado, se vio la necesidad de alargar la eslora mediante un corte y ensamble de un módulo, continuando las líneas de forma originales, para poder cumplir con la capacidad requerida.

Figura 12

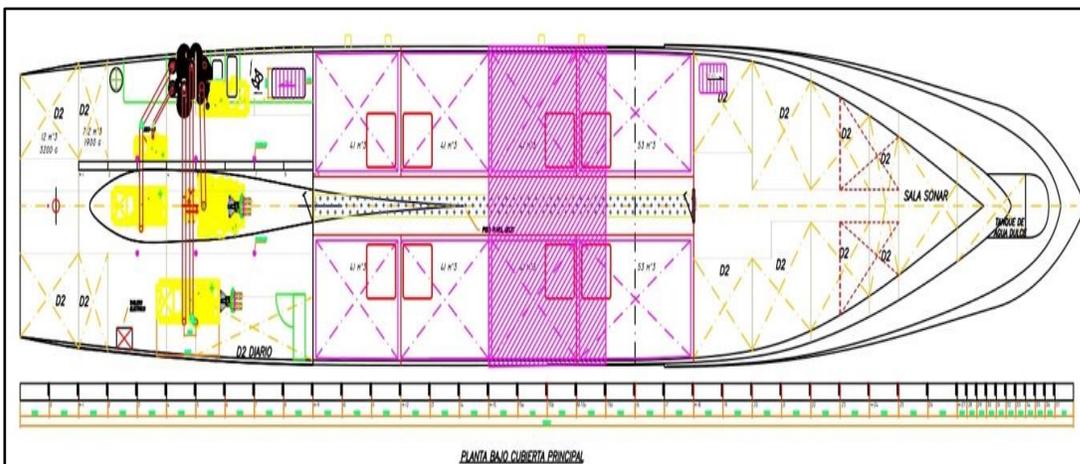
Elevación Longitudinal - Modulo de ampliación sombreado



Nota: Plano de elevación longitudinal del proyecto, sombreado la ampliación en la eslora.

Figura 13

Vista de planta - Modulo de ampliación sombreado



Nota: Plano vista de planta del proyecto, con la ampliación en la eslora.

Se realizó un corte transversal en la cuaderna Nro. 15, la cual dividía las bodegas de proa con las bodegas de popa, en la distribución de bodegas inicial. Se agregaron las cuadernas Nro. 15a, 15b, 15c y 15d, con una separación de 1500 mm entre cada una, unidas entre planchas de 3/16, formando un módulo de 6 metros como se muestran en las Figuras 14, 15 y 16.

Figura 14

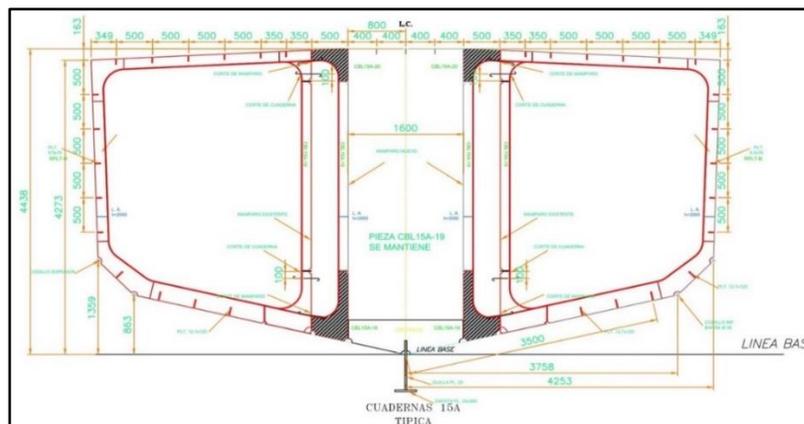
Instalación módulo de ampliación - Astillero Luguensi



Nota: Foto de la ampliación de la eslora de la embarcación en astillero Luguensi.

Figura 15

Sección transversal de cuaderna típica - Modulo de ampliación



Nota: Plano de la cuaderna 15ª del proyecto de modificación de la embarcación.

Figura 16

Modulo ensamblado - Estructura Modificada



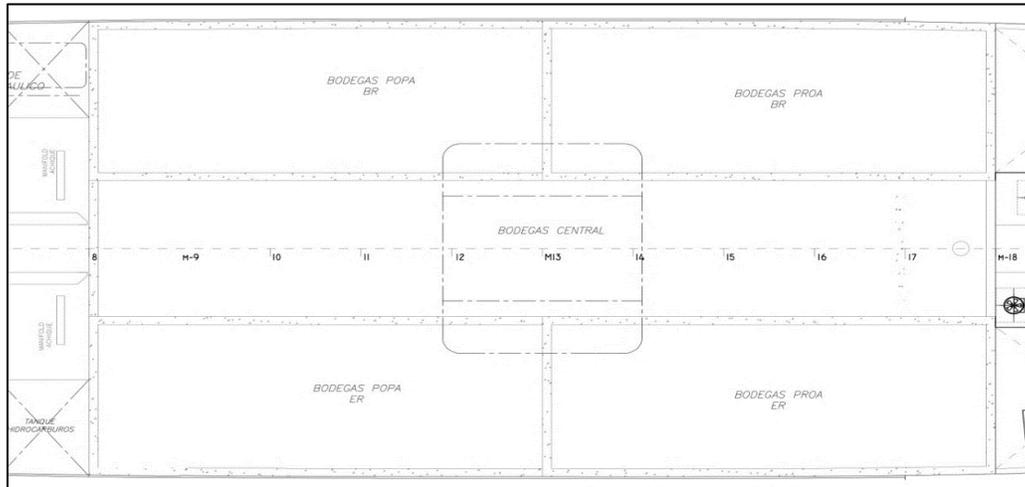
Nota: Foto de la culminación de la ampliación de la eslora de la embarcación.

3.5.2. Disposición de Bodegas

La distribución inicial de las bodegas para la pesca de anchoveta, jurel y caballa se había dispuesto en 5 compartimientos, 2 para el lado de babor, 2 para estribor y un túnel con centro en la línea de crujía, como se muestra en la Figura 17.

Figura 17

Vista de planta bajo cubierta - Plano original



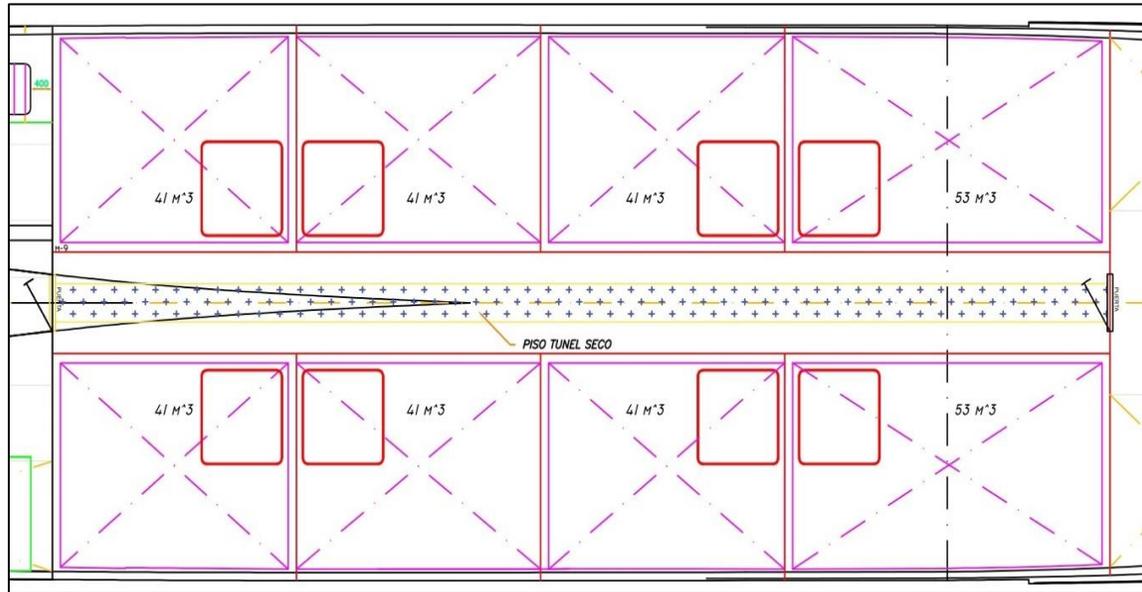
Nota: Plano de vista de planta de parque de pesca, distribución de bodegas y túnel seco.

Se consideró distribuir las bodegas en 8 compartimientos, debidamente compensadas en igual capacidad, 4 para el lado de babor y 4 para el lado de estribor. Delimitadas de popa hacia proa por el mamparo de la sala de máquinas de popa (Cuaderna 9), 3 mamparos transversales que dividen las bodegas de proa a popa (cuaderna 12, cuaderna 15 y cuaderna 15c), 2 mamparos longitudinales que constituyen el túnel seco y separan las bodegas de babor a estribor y el mamparo de la sala de frío en proa (cuaderna 18).

La ventaja de tener compartimientos más reducidos es que, a menor volumen de bodega utilizado, mayor es la velocidad de enfriamiento para dicha bodega, asimismo el tiempo para llenar de pescado una bodega de menor volumen es más corto. Por lo tanto, al tener bodegas más pequeñas, se llenan más rápido y se enfrían más rápido, teniendo una cadena de frío más eficiente, conservando el pescado a una mayor calidad, razones por las cuales se llegó a tomar dicha decisión, que se muestran en las Figuras 18 y 19.

Figura 18

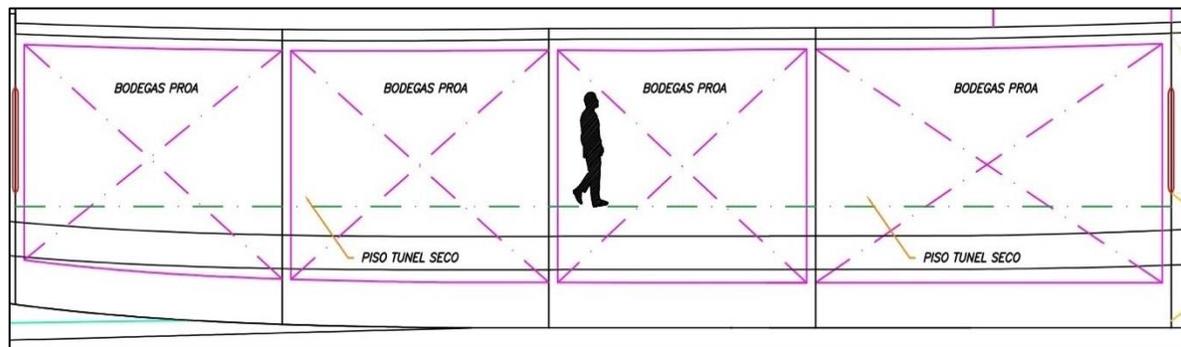
Vista de planta Bodegas - Plano modificado



Nota: Plano de la nueva distribución de bodegas.

Figura 19

Elevación Longitudinal bodegas - Plano modificado



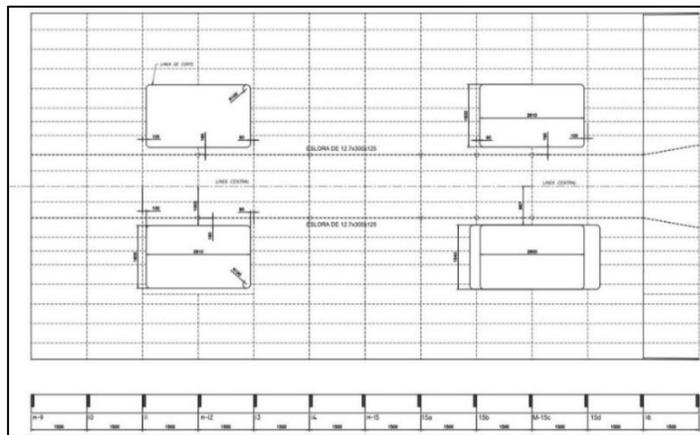
Nota: Plano de elevación longitudinal de bodegas elaborado de BOSHIP ingenieros.

Cada una de las bodegas fue aislada térmicamente en su perímetro por poliuretano expandido, inyectado en un doble forro de 180 mm entre plancha y plancha de acero, con un espesor de plancha de 6 mm.

Cada bodega cuenta con una boca de escotilla que se encuentra en el parque de pesca y son selladas con una tapa de doble cuerpo de aluminio, interiormente inyectadas con poliuretano para aislarlas térmicamente. En la cubierta principal se construyeron cuatro compuertas con tapas de aluminio para tener acceso al parque de pesca, cada compuerta corresponde al ingreso de 2 bodegas para permitir la descarga del pescado, desde la bodega hacia el muelle, como se muestra en las Figuras 20 y 21.

Figura 20

Vista de planta Cubierta superior - Plano modificado



Nota: Plano vista de planta de cubierta principal con las tapas de escotillas.

Figura 21

Tapa acceso Boca escotilla doble cubierta



Nota: Foto de una tapa de escotilla en cubierta principal.

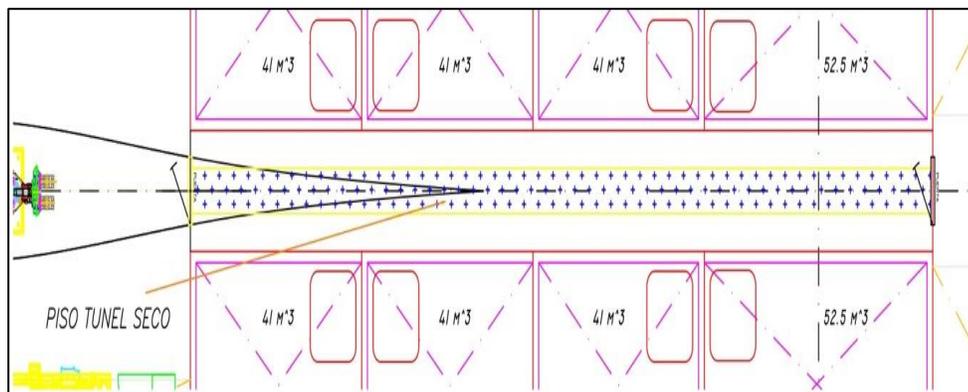
3.5.3. Túnel Seco

El túnel seco es un compartimiento utilizado por los barcos atuneros para facilitar las operaciones de los motoristas en cuanto a la manipulación de los motores y los equipos del sistema de frío, comunica la sala de máquinas de popa con la sala de máquinas de frío en proa y por lo tanto permite acceso más rápido y directo entre las 2 salas de máquinas.

En el caso de la Huacho Cinco, se diseñó con 1.6 metros de ancho y la altura igual que las bodegas (Figura 22) pues ya se contaba con un amplio espacio por el alargamiento de la eslora y fue necesario para ubicar las bombas de recirculación y achique de las bodegas, las válvulas de achique, de salmuera y cloruro de calcio y todas las tuberías de trasvase de petróleo, achique, sistema de frío y cables eléctricos, necesario para la pesquería del atún.

Figura 22

Vista de planta Túnel seco - Plano modificado



Nota: Plano vista de planta de túnel seco, elaborado por BOSHIP ingenieros.

3.5.4. Parque de Pesca

Compartimiento que se encuentra debajo de la cubierta principal, en la parte superior de las bodegas. Se encuentran las ocho escotillas de las bodegas de 1.3 metros de diámetro, que permite el embarque de pescado en las ocho bodegas. En la parte central de popa del parque de pesca se

ubica el chute de pescado, que funciona en conjunto con canaletas desarmables, todo de material de aluminio, que funcionara como dispositivo para recolección y distribución del pescado en cada bodega. Ver las Figuras 23, 24 y 25

El objetivo principal de la construcción del parque de pesca y la doble cubierta fue tener un compartimiento protegido de las condiciones exteriores y poder trabajar y navegar con mayor seguridad en malas condiciones oceanográficas, donde se pueda manipular y estibar el pescado de manera segura y asimismo elevar el francobordo de la embarcación y de la cubierta principal para poder realizar una maniobra de pesca en un nivel más elevado que un barco con una sola cubierta. Los barcos anchoveteros no llevan parque de pesca, son barcos de una sola cubierta, que facilita la descarga de la anchoveta y por lo general las zonas de pesca se encuentran cerca de la costa, a diferencia de los barcos atuneros que navegan por zonas alejadas de la costa, en todo tipo de condiciones climáticas y tener una cubierta elevada es de gran utilidad.

Figura 23

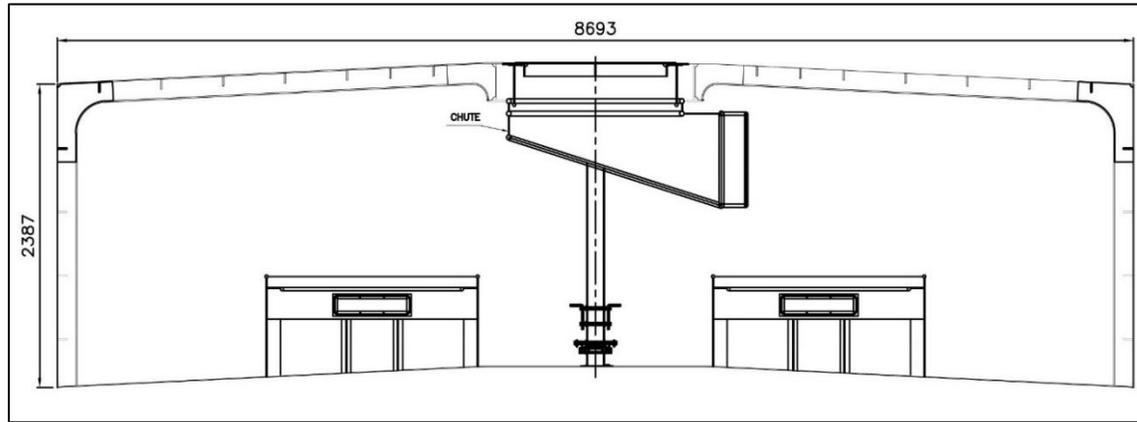
Ensamble de Cuadernas - Doble cubierta



Nota: Foto de construcción del parque de pesca en astillero Luguensi.

Figura 24

Sección transversal - Parque de pesca



Nota: Plano de sección transversal del parque de pesca.

Figura 25

Parque de Pesca



Nota: Foto del parque de pesca de la embarcación Huacho cinco, mostrando las bocas de escotilla y los sacos de sal almacenados.

3.5.5. Mástil y Cofa

Los barcos con arte de pesca de cerco generalmente cuentan con un trípode o un mástil, dichas estructuras cumplen como principal función llevar los aparejos como los amantillos que sostienen y dan maniobrabilidad a la pluma principal y plumas auxiliares. Ambas estructuras cumplen con la misma función, en el caso de los barcos anchoveteros los barcos de mayor tonelaje suelen llevar un mástil y los de menor tonelaje trípodes. Inicialmente la Huacho Cinco tenía un trípode, siendo una estructura más liviana que el mástil, ubicada en la cubierta que consta de 3 tubos de fierro dispuesto como el mismo nombre lo dice, el cual tiene un tubo central de forma vertical que va fijado en la cubierta donde se ubican los aparejos y dos tubos soporte que iban fijos en la cubierta del puente, como se muestra en la Figura 26, contaba con una cofa pequeña de fibra de vidrio en la punta del trípode.

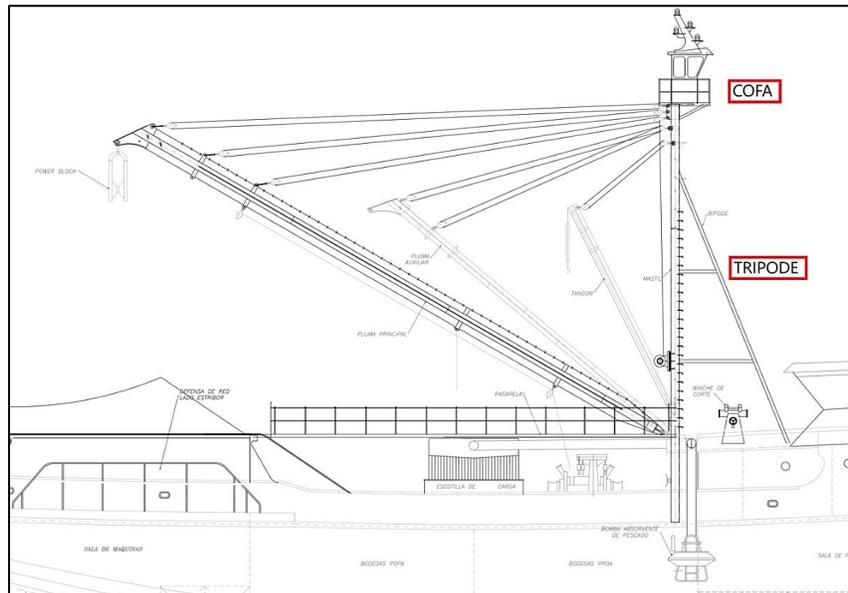
Para el proyecto se tuvo que eliminar el trípode y fabricar un mástil de 12 metros de altura, como se muestra en la Figura 27, que es una estructura única sin soportes laterales y de mayores dimensiones que un trípode, está ubicado de forma vertical y tiene sus puntos de apoyo y refuerzos en los pisos de la cubierta y el parque de pesca. Se cambió también la cofa de fibra por una cofa de acero de mayores dimensiones, para poder tener un mayor espacio, para que trabajen los miradores de pescado y poder colocar binoculares, equipos electrónicos y antenas.

El cambio entre el trípode y el mástil se realizó por 3 motivos: tener una base más amplia como soporte para una cofa con mayores dimensiones. Permitir el ingreso de brazos de grúas y maniobras con las plumas auxiliares para la descarga del pescado de las bodegas de proa, que se iban a ver obstaculizadas con los soportes del trípode. Por estética, por decisión del armador.

La cofa y el mástil es una estructura que diferencia a los barcos atuneros de otros barcos, la cofa es una pequeña caseta que va en la parte superior del mástil donde se ubican los binoculares y es donde trabajan los miradores, es una parte fundamental del barco para la detección de las brisas de pescado y es donde el capitán se ubica en el momento de las maniobras de pesca para guiar el barco para realizar las calas.

Figura 26

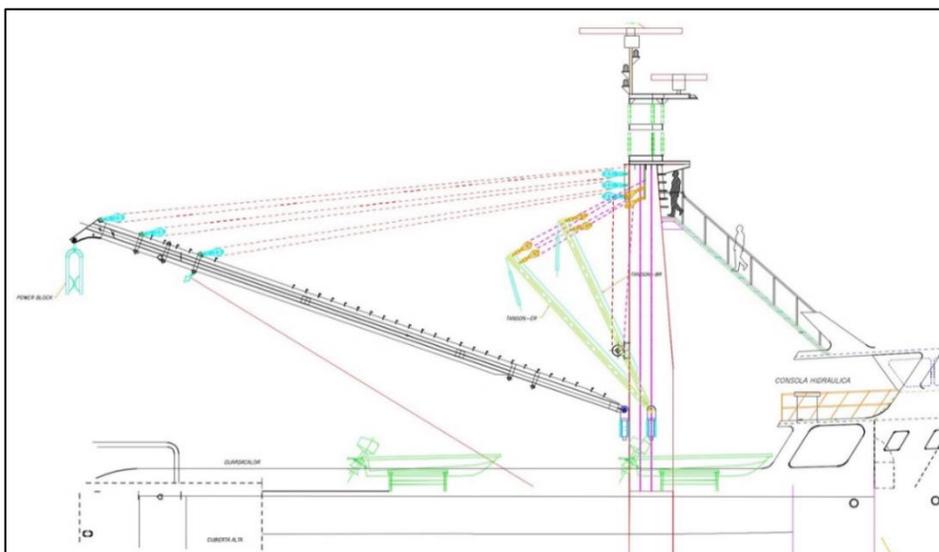
Vista Longitudinal Cubierta principal - Plano original



Nota: Plano de vista longitudinal mostrando las la distribución original del trípode y la cofa..

Figura 27

Cubierta Principal, Mástil, cofa y pluma - Plano modificado



Nota: Plano de vista longitudinal mostrando las modificaciones en el mástil y la cofa.

3.5.6. Castillo y Caseta

En el plano de disposición general inicial se muestra la habitabilidad del barco, cuando este contaba con una sola cubierta y se tenía el castillo donde se ubicaba el camarote de motoristas, camarote de tripulantes, comedor y baño, y en la parte superior del castillo, se tenía el puente, dividido entre el camarote del capitán y la sala de mando de la embarcación donde iban instalados los equipos electrónicos de pesca y navegación.

Para la modificación del barco se tuvo que considerar la autonomía del barco atunero que en el caso de la Huacho Cinco, sera para 30 días, a diferencia de un barco anchovetero que sale a pescar por uno o dos días. Contar con espacios mas amplios, comodos y privados es determinante para la convivencia de los tripulantes en un espacio de tiempo tan largo como para la pesca del atun y necesario como implementar pañoles de viveres secos, carnes y verduras para el almacenamiento de 30 días de viveres.

En el castillo que se encuentra a nivel del parque de pesca (Figuras 28, 29 y 30), se modificó la distribución de espacios y se distribuyó de la siguiente manera:

- Dos (2) camarotes para la tripulación con 06 literas, a babor.
- Dos (2) camarotes para la tripulación con 08 literas, a estribor.
- Cocina a Estribor.
- Comedor a Estribor.
- Baño de tripulación a babor.
- Pañol de proa.
- Pañol de víveres secos, con acceso desde el pasadizo, a babor.
- Pañol de víveres congelados, con acceso desde el pasadizo a babor.
- Pañol de víveres frescos, con acceso desde el pasadizo a babor.
- En el comedor a babor, se ubica un Estante para TV.
- En el pasadizo central frente a la escalera de acceso a la caseta se ubica un tablero eléctrico y la escalera inclinada de acceso a la caseta.

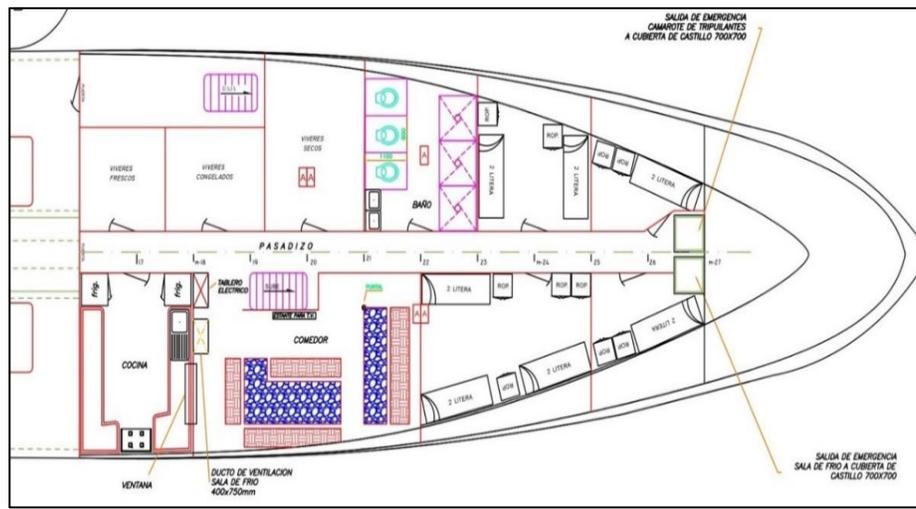
- En el pasadizo central en proa a babor se ubica una escalera de salida de emergencia.
- En el pasadizo central a proa, se ubica una tapa empernada en la cubierta principal, para permitir el ingreso y salida del sonar, los pernos serán de acero inoxidable, con cabeza hexagonal.
-

La caseta fue un nuevo módulo instalado para el proyecto atunero, a un nivel superior del castillo, al nivel de la cubierta superior y la cubierta del winche de ancla en proa, en la que se localizó los siguientes espacios:

- Camarote del capitán, con una litera, baño independiente y mobiliario.
- Camarote del ingeniero de máquinas, con una litera, baño independiente y mobiliario.
- Camarote del piloto con una litera, baño independiente y mobiliario.
- Camarote para miradores, con 4 literas y mobiliario.
- Camarote para motoristas, con 4 literas y mobiliario.
- Baño común a estribor.

Figura 28

Vista de planta Castillo - Plano modificado



Nota: Plano vista de planta de modificaciones de las acomodaciones en el castillo, elaborado por BOSHIP ingenieros.

Figura 29

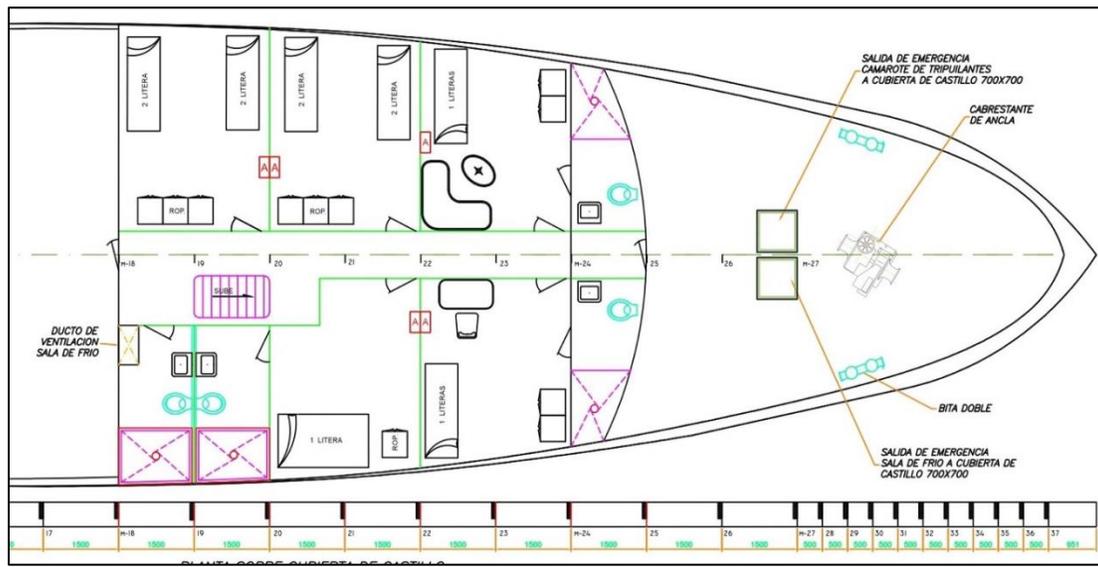
Construcción del Castillo y puente



Nota: Foto de construcción de castillo y puente en astillero Luguensi, Chimbote.

Figura 30

Vista de planta acomodaciones - Plano modificado



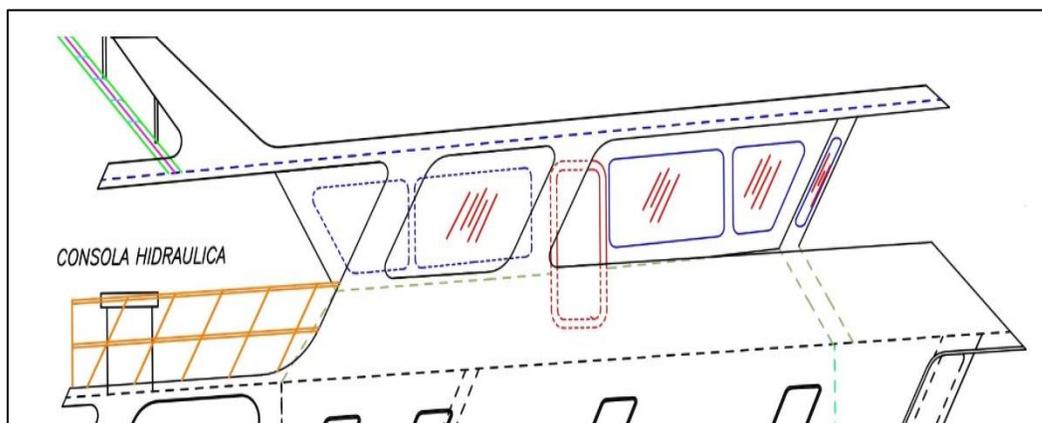
Nota: Plano de vista de planta de acomodaciones caseta.

3.5.7. Puente y Helipuerto

Se instaló el mismo puente del casco inicial, en la parte superior de la caseta (Figura 31), teniendo como piso o cubierta de puente el techo de la caseta, se ubicó la consola hidráulica en el lado que da hacia la popa del barco para poder tener una visión completa de las maniobras en la cubierta principal y se montó en el contorno de la cubierta del puente barandas y una borda con ciertas prolongaciones hacia la cenefa o techo del puente.

Figura 31

Elevación Longitudinal – Puente

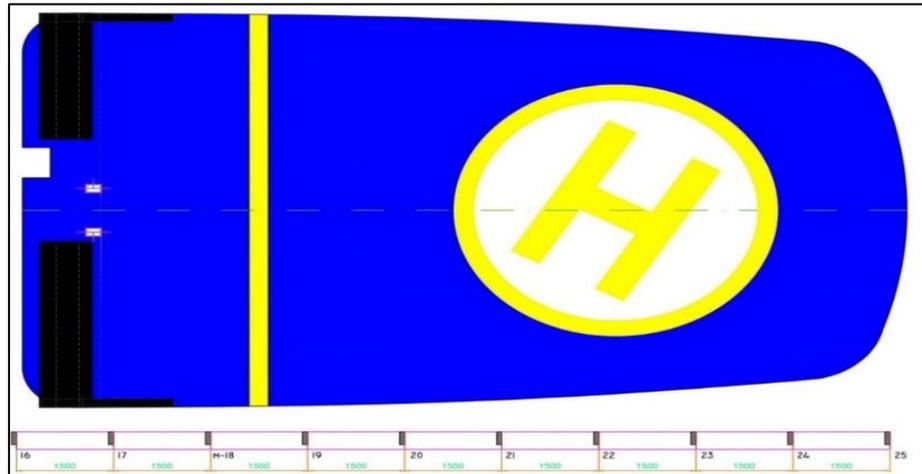


Nota: Plano de elevación longitudinal de puente modificado.

Se extendió el techo del puente y se modificó la cenefa del puente inicial para tener espacio para ubicar las antenas de los equipos electrónicos de comunicación y pesca y para la construcción de un helipuerto (Figura 32), dejando abierta la oportunidad que helicópteros de otros barcos atuneros puedan aterrizar en la Huacho Cinco y también de contar con un helicóptero para la flota en un futuro, ya que los helicópteros son muy utilizados por la flota extranjera, en barcos de gran capacidad de bodega, para las búsquedas de brisas de atún (Figura 33).

Figura 32

Vista de planta – Helipuerto



Nota: Plano vista de planta de del helipuerto, elaborado por BOSHIP ingenieros.

Figura 33

EP Huacho Cinco – navegando



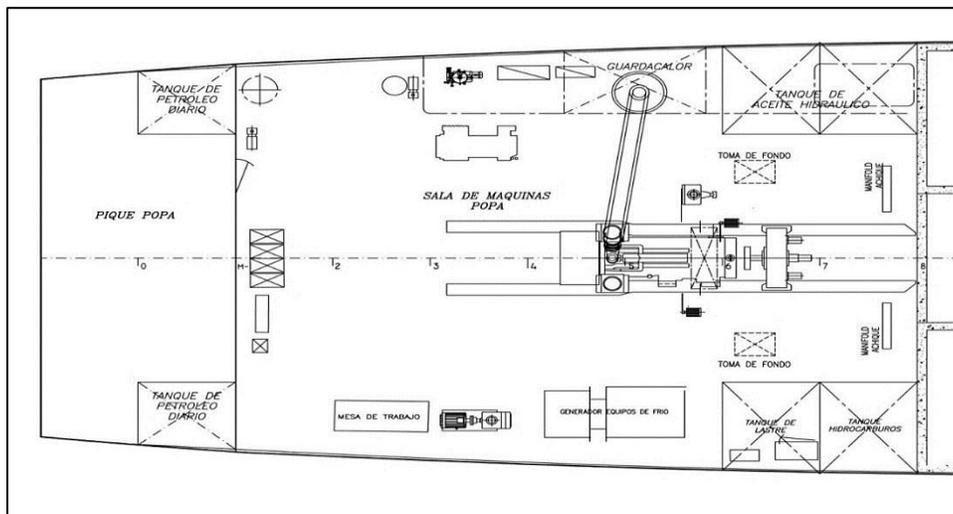
Nota: Foto de la embarcación Huacho Cinco navegando en su primera temporada de pesca.

3.5.8. Tanques de Petróleo

La EP HUACHO CINCO inicialmente contaba con 4 tanques de petróleo, con una capacidad total de 9250 gal., cantidad suficiente para una autonomía de 12 días, para la pesca de jurel, caballa y anchoveta (Figura 34). Contaba con una amplia sala de máquinas, donde estaban distribuidos el motor principal, dos generadores y una electrobomba.

Figura 34

Vista de planta Sala de máquinas - Plano original



Nota: Plano vista de planta de sala de máquinas de popa, mostrando la distribución de motor y grupos electrógenos.

Para la pesca del atún, era necesario que el barco tenga una autonomía de 30 días, se tuvo que agregar y redistribuir los tanques de petróleo, entre 16 compartimientos, en proa y popa, para una capacidad total de 36837 gal. (Tabla 1).

El mamparo de la sala de máquinas se tuvo que correr hacia proa una cuaderna, para poder ubicar el motor principal y 4 generadores, además de los nuevos tanques de petróleo. Se tuvo que ubicar tanques en la sentina de la sala de frío para poder llegar a la capacidad deseada (Figuras 35 y 36).

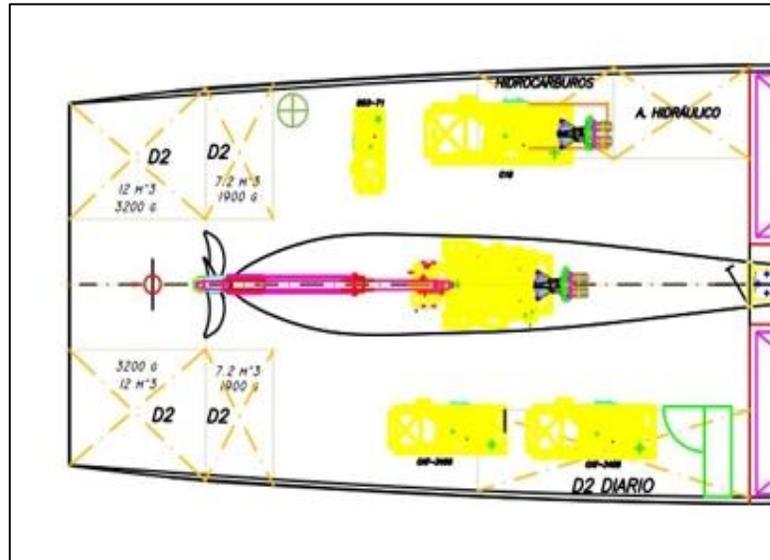
Tabla 1*Capacidad de tanques de petróleo*

Item	Tanque	Capacidad (m3)	Capacidad (gal)
1	D2 (N° 1 – BR)	8.98	2371
2	D2 (N° 2 – BR)	7.04	1859
3	D2 (N° 3 – BR)	1.735	458
4	D2 (N° 5 – BR)	9.105	2404
5	D2 (N° 6 – BR)	11.73	3097
6	D2 (N° 7 – BR)	7.335	1936
7	D2 (N° 8 – BR)	18.735	4946
8	D2 (N° 9)	6.06	1600
9	D2 (N° 1 – ER)	8.98	2371
10	D2 (N° 2 – ER)	7.04	1859
11	D2 (N° 3 – ER)	2.763	729
12	D2 (N° 4 – ER)	4.755	1255
13	D2 (N° 5 – ER)	9.105	2404
14	D2 (N° 6 – ER)	10.1	2666
15	D2 (N° 7 – ER)	7.335	1936
16	D2 (N° 8 – ER)	18.735	4946
(*)	Total D2 del barco	139.533	36837

Nota: El siguiente cuadro muestra los tanques de almacenamiento de en la embarcación Huacho Cinco y sus capacidades.

Figura 35

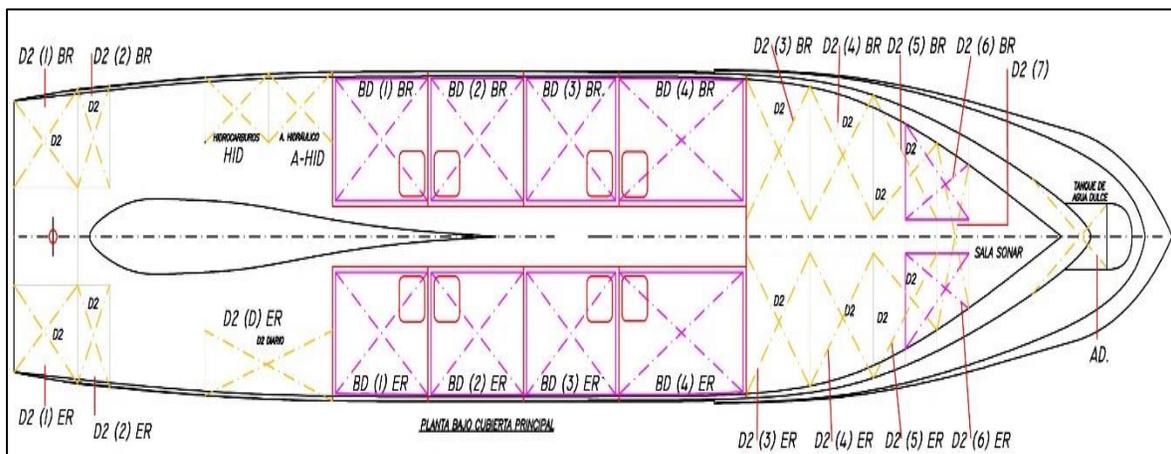
Vista de planta Sala de máquinas - Plano modificado



Nota: Plano distribución de tanques de combustible en sala de maquinas de popa.

Figura 36

Vista de planta disposición de tanques - Plano modificado



Nota: Plano vista de planta de distribución de tanques de combustible en proa y popa.

3.6. Implementación de Sistemas y Equipos

El siguiente gran reto para la empresa y para el equipo a cargo, fue la implementación de equipamiento y sistemas para adecuar la embarcación a la pesca del atún. Aunque la pesca del atún y la anchoveta tienen el mismo principio en el arte de pesca y tienen muchas similitudes como el diseño de los sistemas y las maniobras de pesca, también tienen muchas diferencias, como el método de detección del pescado, el envasado y la carga del pescado a bordo, la conservación del pescado, los días de pesca y navegación, entre otros, que ya han sido mencionados, por lo tanto fue de vital importancia el análisis realizado para que la implementación de equipos y sistemas, tanto hidráulico, eléctrico, electrónico, entre otros, puedan cumplir con todas estas exigencias adicionales que son requeridas para la pesca del atún. La experiencia en la pesca de la anchoveta y el aporte del personal contratado que contaba con experiencia en la pesca del atún fue muy importante para el ensamble y las instalaciones en el transcurso del proyecto, para que el barco pueda ser eficiente y compatible desde el punto de vista operativo, tanto en los equipos y sistemas de máquinas y cubierta y desde el punto de vista económico, al momento de la inversión en el proyecto y para que el barco sea económicamente rentable en sus operaciones en el corto y largo plazo.

3.6.1. Sistema Electrónico

Los equipos electrónicos para la modificación de la EP HUACHO CINCO, fueron seleccionados en las etapas iniciales del proyecto. La instalación y venta de los equipos se realizó con la empresa MARCO PERUANA SA, requirieron trabajos estructurales, como la instalación de los tubos tanques de los sonares por ejemplo, la distribución de algunos equipos tiene que ser considerados en la quilla, la distribución de las antenas en el puente y en mástil de la embarcación, tiene que ser planificada para evitar interferencias y el monto de inversión en los equipos electrónicos es muy elevado, motivos por lo cual se tuvo que identificar las necesidades del proyecto y evaluar los costos beneficios desde el inicio.

Se debe considerar que los barcos atuneros navegan en aguas internacionales, por lo tanto, necesitan formar parte de la Organización Marítima Internacional (IMO), la cual exige contar con ciertos equipos de seguridad en la mar. Otro punto para tomar en cuenta es la comunicación, ya que las radios HF y VHF son utilizadas entre puntos relativamente cercanos y los barcos atuneros navegan en zonas de pesca lejanas a costa.

Podemos clasificar los equipos instalados en la EP HUACHO CINCO, en equipos electrónicos de ayuda a la pesca, de ayuda a la navegación, de comunicación y dispositivos de seguridad y salvamento, tal como Mendoza Narea (2013).

A. Equipos Electrónicos de Ayuda a la Pesca

En el Perú se utilizan dos métodos para la pesca del atún, el primero es la “pesca a la brisa”, que consiste en detectar las brisas que hacen los cardúmenes de atún con el nado en la superficie del agua, de manera visual, a través de binoculares muy potentes situados en la cofa para tener un rango amplio de búsqueda.

El segundo método es la “pesca con plantados” u objetos flotantes, consiste en la pesca del atún agregado a objetos flotantes ya sean naturales (troncos, animales muertos, etc.) o plantados (estructuras hechas de bambús, paños y carnadas) que son dejados por los barcos atuneros en puntos estratégicos, según parámetros oceanográficos y corrientes, apoyados por boyas satelitales flotantes, que le envían la información al barco a través de sondas, de la cantidad de peces agregados al plantado, estos a su vez pueden ser detectados por los radares pajareros de otros barcos. A diferencia de los equipos utilizados por Ramil Vizoso (2016), el radar pajarero fue configurado para la detección de pájaros, como para la detección de boyas, a pedido de los capitanes.

Tanto para los lances sobre brisas o plantados, el sonar y el ecosonda, son utilizados para seguir al pescado y arriar el boliche, al igual que los barcos que pescan anchoveta, la diferencia es que en la pesca de plantados se utiliza también un radar pajarero, que sirve para detectar pájaros que vuelan alrededor de un objeto flotante. Los equipos electrónicos de parámetros climatológicos

y oceanográficos son igualmente utilizados para analizar las posibles zonas de pesca de atún. La Tabla 2 presenta la relación de equipos que fueron seleccionados para la EP HUACHO CINCO.

Tabla 2

Equipos electrónicos de ayuda a la pesca

EQUIPO	MARCA	MODELO
Sonar	Furuno	CSH-5L
Radar Pajarero – Banda S	Furuno	FAR-2167DS
Ecosonda	Furuno	FCV1150
Indicador de temperatura	Furuno	RD-33/HT-MSE
Indicador de Corriente	Furuno	CI-88

Nota: La siguiente tabla muestra los equipos electrónicos de ayuda a la pesca, para instalación en la embarcación Huacho Cinco.

B. Equipos Electrónicos de Ayuda a la navegación

Los equipos electrónicos utilizados para ayuda a la navegación, para los barcos anchoveteros y atuneros son básicamente los mismos, la diferencia es que los barcos atuneros navegan distancias mayores por tiempos más prolongados, motivo por la que se incluye un piloto automático, que por lo general no son utilizados en barcos de menor calado. Se tuvo que cumplir con las designaciones impuestas por el convenio SOLAS, en el capítulo V, de equipos de seguridad para la navegación. La Tabla 3 muestra los equipos seleccionados para la EP HUACHO CINCO.

Tabla 3

Equipos electrónicos de ayuda a la Navegación

EQUIPO	MARCA	MODELO
Radar – Banda X	Furuno	FAR-2127
Ecosonda IMO	Furuno	FE-800
Compas Satelital	Furuno	SC-50

Continuación...

GPS IMO	Furuno	GP-170
Piloto Automático	Furuno	Navpilot 700
Corredera Doppler	Furuno	DS-800
Anemómetro	Furuno	RD-33

Nota: La siguiente tabla muestra los equipos electrónicos de ayuda a la navegación, para instalación en la embarcación Huacho Cinco.

C. Equipos Electrónicos de Comunicación

Los barcos atuneros navegan y buscan zonas de pesca en aguas internacionales, los caladeros muchas veces se encuentran en zonas muy alejadas a la costa, tienen la necesidad de comunicarse con barcos extranjeros y hacer llamadas internacionales a tierra, para recibir información de posibles zonas de pesca, además requieren enviar y que se les envíe información sobre consumos, mantenimiento, breakdown de pesca, etc. Por tales motivos es necesario que cuenten con telefonía y data satelital, en el caso de la EP HUACHO CINCO, se instaló dos puertos satelitales, que trabajan con antenas Inmarsat e Iridium.

Al igual que la flota anchovetera se comunican entre barcos nacionales y de la misma flota vía radio VHF y con las estaciones de puerto por radio HF, es necesario también un buen sistema de perifoneo para la comunicación interna del barco y una comunicación entre el puente, los dos speedboats y la panga para coordinar los movimientos y maniobras en el momento de la faena. La Tabla 4 presenta los equipos electrónicos de comunicación en la EP HUACHO CINCO.

Tabla 4

Equipos electrónicos de comunicación

EQUIPO	MARCA	MODELO
Radio VHF	Furuno	FM-8900S
Radio HF	Furuno	FS-2575
Radio de Comunicación Interna	Furuno	MIC

Continuación...

Radio de comunicación corta	Icom	IC-2300H
Teléfono Satelital Inmarsat	Furuno	Fleet Broad Band
Teléfono Satelital Iridium	Iridium	

Nota: La siguiente tabla muestra los equipos electrónicos de comunicación, para instalación en la embarcación Huacho Cinco.

D. Equipos electrónicos de Seguridad y Salvamento

Los barcos atuneros se registraron en la organización marítima internacional (IMO por sus siglas en inglés), por ser buques que navegan en aguas internacionales. La organización marítima internacional es un organismo que promueve la seguridad marítima y la prevención de contaminación marina, entre sus estados cooperantes. Entre los principales convenios de cumplimiento obligatorio entre los estados que forman parte, tenemos el “convenio SOLAS”, que es el convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar.

Para la selección de los equipos de seguridad, se hicieron en base a los lineamientos que el Convenio SOLAS establece en el capítulo IV, de radiocomunicaciones (Tabla 5).

Tabla 5

Equipos electrónicos de seguridad y salvamento

EQUIPO	MARCA	MODELO
Receptor Radio Fax	Furuno	Navtex NX700A
Sistema de Identificación Automática (AIS)	Furuno	FS-2575
Terminal Satelital Inmarsat-C	Felcom	18 SASS
Estación Móvil Terrestre	Felcom	F250

Nota: La siguiente tabla muestra los equipos electrónicos de seguridad y salvamento, para instalación en la embarcación Huacho Cinco.

3.6.2. Sistema Hidráulico

La cantidad de equipos hidráulicos es la principal diferencia entre los barcos anchoveteros y atuneros. Los barcos atuneros necesitan un sistema hidráulico más mecanizado, por la naturaleza de la pesca, se necesita que las maniobras sean más rápidas, ya que es un pez que nada a altas velocidades y anda en constante movimiento, haciendo difícil la maniobra de cercarlo con la red.

Además del equipamiento hidráulico básico, para un sistema de pesca con boliche, se instalaron en la EP HUACHO CINCO, winches en las plumas, de alta velocidad y fuerza para levantar el chinguillo y jalarlo hacia la cubierta, por lo general las plumas están en constante movimiento por el tipo de maniobra que se utiliza para cargar el pescado, por lo tanto, también solicitaron la instalación de winches, que funcionan como vientos en las plumas para darle una movilidad más rápida a la pluma principal y auxiliares. Se instalaron burras o pescantes para los speedboats, para levantar y bajar las lanchas rápidas y winches chockers, que funcionan como una retenida, son winches de apoyo al izado de la red cuando esta sobrecargada de pesca, se trabaja con mando a distancia en la consola hidráulica principal.

La compra e instalación de equipos hidráulicos se adquirieron mediante la empresa Paitan SAC (Figura 37) y son los siguientes:

Winche Auxiliar 15 T modelo PT-PL 15-500 para amantillo de pluma principal

Winche Auxiliar 5 T. modelo PT-PL5 como amantillo de pluma estribor

Winche Auxiliar 4 T. PT-PL4-350 como amantillo de pluma babor

Winche Auxiliar 10 T PT-PL10-430 como doble izaje panga

Winche Auxiliar 5 T. PT-PL6-430 como single de pluma principal

Winche Auxiliar 2 T. modelo PT-PL2-185 como trincador power block

Power Block 42 modelo PT-PB-42R

Winche Auxiliar 4 T. PT-PL4-350 como ostas estribor

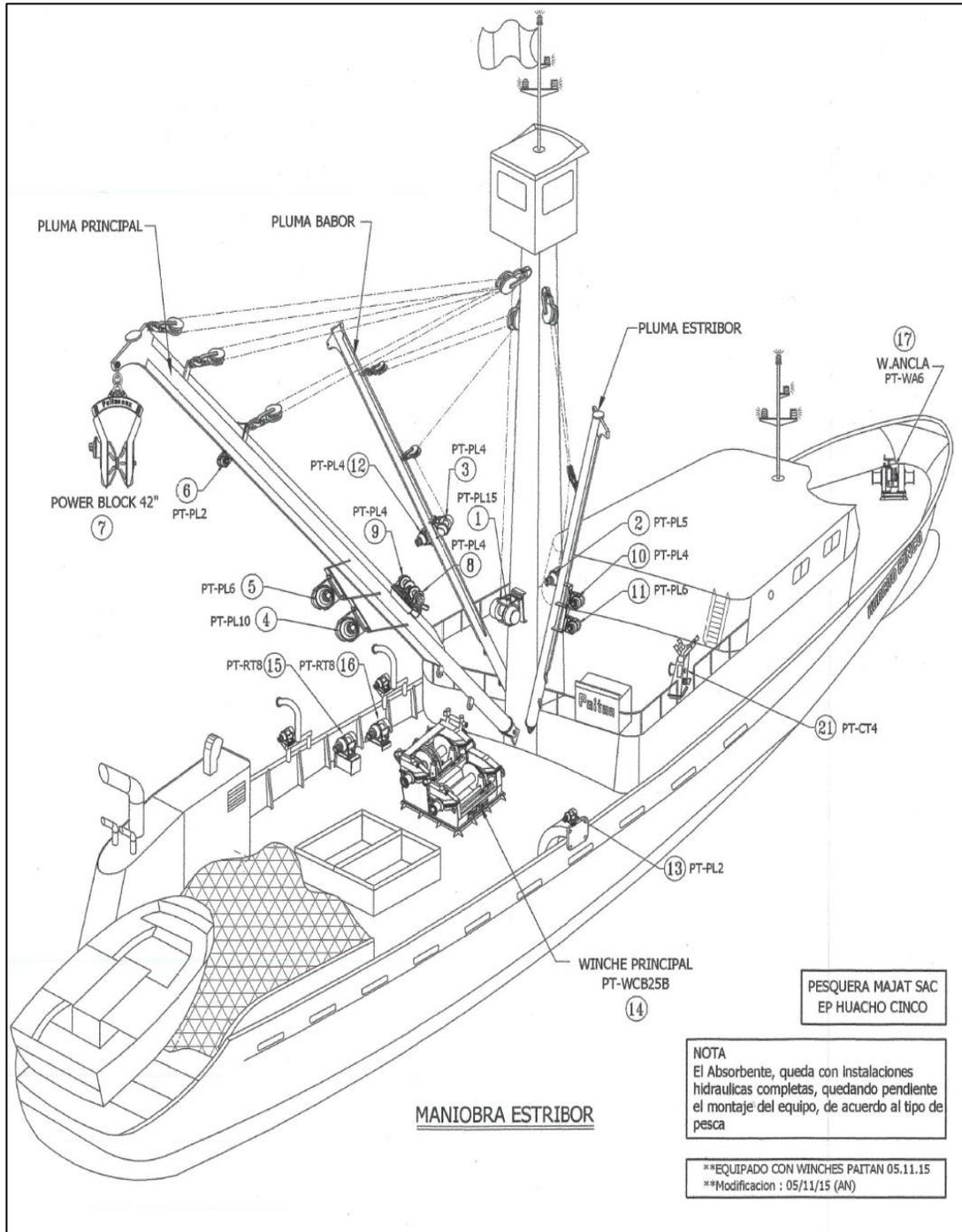
Winche Auxiliar 4 T. PT-PL4-350 como ostas babor

Winche Auxiliar 4 T. PT-PL4-350 como salabardo

Winche Auxiliar 6 T PT-PL6-430 como bonche
Winche Auxiliar 4 T. PT-PL4-350 como single de pluma babor
Winche Auxiliar 2 T. modelo PT-PL2-185 como izaje de anillas
Winche Combinación 25 T modelo PT-WCB25B
Winche Retenida 8 T modelo PT-RT8 como chocker centro babor-popa
Winche Retenida 8 T modelo PT-RT8 como chocker centro babor-proa
Winche Ancla 6 T modelo PT-WA6
Winche Auxiliar 3 T modelo PT-PL3-300 como izaje speed boat-popa
Winche Auxiliar 3 T modelo PT-PL3-300 como izaje speed boat-proa
Winche Corte 4 T modelo PT-CT4
Winche Corcho 1.5 T modelo PT-WCR15 para panga

Figura 37

Distribución de Equipos Hidráulicos



Nota: Distribución de equipos hidráulicos en cubierta para la embarcación Huacho cinco.

El sistema hidráulico de la EP HUACHO CINCO puede ser accionada por tres plantas hidráulicas. La principal que utiliza como fuente de energía el grupo CAT C18, como se muestra en la Figura 38. La auxiliar que trabaja con el motor principal CAT 3508, como lo muestra la Figura 39 y una electrobomba que acciona el sistema hidráulico ubicada en la sala de máquinas, tal como fue utilizado en la embarcación de la memoria de Martínez y Valera (2007).

La prevención en mantenimiento y abastecimiento hacia la embarcación es vital como herramienta para el éxito de su “marea” o salida de pesca, para que el barco no tenga que entrar a puerto y perder días de pesca por problemas en sus sistemas. Por tal motivo se implementó dos plantas hidráulicas, la principal y la auxiliar, en caso una falle, el barco puede seguir operando en zona de pesca. Y por otro lado se implementó una tercera planta hidráulica con una electrobomba, de menor potencia, para que pueda ser accionada en caso el barco se encuentre en puerto y se requiera utilizar equipos menores de uso en puerto y se pueda evitar el uso de los motores grandes y así poder ahorrar en consumo de combustible.

Figura 38

Toma fuerza hidráulica del motor C18



Nota: Foto de la planta hidráulica acoplado al motor C18, en sala de maquinas de la Huacho Cinco.

Figura 39

Toma fuerza hidráulico auxiliar Motor 3508



Nota: Foto de la planta hidráulica acoplado al motor principal, en sala de máquinas de la Huacho Cinco.

La planta hidráulica va acoplada al eje del motor con el que trabaja, mediante una palanca de encroche (acoplamiento). Cuando la palanca de encroche es accionada, las bombas de la toma fuerza reciben el giro de los engranajes de la campana del tomafuerza, la presión hidráulica de las bombas pasa por las válvulas reguladoras de presión y van hacia una consola de válvulas de distribución, que a su vez son controladas por válvulas de pilotaje para accionar los diferentes equipos hidráulicos desde una consola.

3.6.3. Sistema Eléctrico

Para el sistema eléctrico del barco atunero se analizó la carga requerida en los múltiples escenarios de trabajo, como lo realizó Mendoza Narea (2014), para la elección de los generadores, los cuales son:

- Navegando (Velocidad de Crucero)
- Faena de pesca (Uso de todos los equipos hidráulicos)

- Planta de frio en funcionamiento (Bodega con pesca)
- En puerto (Trabajos de descarga y abastecimiento)

Luego de establecer la capacidad requerida mostrada en la Tabla 6, se procede a seleccionar los equipos los cuales deben brindar la autonomía necesaria, así como la seguridad de los aparatos que se encuentran conectados a la red eléctrica y del personal que lo maneja.

A. Identificación de las cargas

Para la identificación de las cargas se designó a la empresa:

RZ: Servicios Navales Nalws SAC

RUC: 20445430014

Dirección: Jr. Sáenz Peña Nro. 174 Casco Urbano- Santa- Chimbote - Ancash

Sector: Instalaciones eléctricas

El análisis se realizó a través de un balance de carga y arrojó la información mostrada en Tabla 6

Tabla 6

Balance de cargas

BALANCE DE CARGA			
	kW	AMP	FD
1 Planta de frio	360.00	519.600631	481.660536
4 Ventiladores popa	22.40	36.7840252	31.2664214
2 Bombas de achique	22.00	36.1271676	30.7080925
2 Transformadores	4.00	6.56857593	5.58328954
2 Bombas Centrifugas	4.00	6.56857593	5.58328954
1 AutoPiloto - Gobierno	12.00	19.7057278	16.7498686
1 Compresor de Aire	12.00	19.7057278	16.7498686
1 Auxiliar - Hidráulico	56.00	91.9600631	78.1660536
1 Sep. Hidroc.	3.00	4.92643195	4.18746716
1 Maquina de Soldar	10.00	16.4214398	13.9582239

Continuación...

1 bomba de Achique Proa	11.00	18.0635838	15.3540462
1 Hidroneumático	4.00	6.56857593	5.58328954
1 Extractor sala frio	3.00	4.92643195	4.18746716
1 Transformador	60.00	98.528639	83.7493431
CARGA	583.40	886.4556	793.48726

Nota: Análisis de balanza de carga de la demanda de equipos en la embarcación Huacho cinco.

B. Elección de los Grupos

Los grupos electrógenos deben seleccionarse de manera que satisfagan las necesidades energéticas en los escenarios que se muestran en la Tabla 7.

Por lo cual se procedió a realizar el análisis de diversos grupos electrógenos de la marca Caterpillar y Detroit Diesel y de acuerdo con la experiencia de la empresa con generadores anteriores y el requerimiento energético del barco, se optó por evaluar e instalar los equipos mostrados a continuación:

Tabla 7

Escenarios de consumo energético

ESCENARIO	CARGA	kW
Navegando a Zona de pesca	Moderada	160
Faena de Pesca	Optima	223
Planta de Frio en funcionamiento	Máxima	583
Navegando a Puerto	Máxima	583
En Puerto	Mínima	100

Nota: El siguiente cuadro muestra los distintos escenarios de consumo energético en la embarcación Huacho Cinco.

Grupo Electrónico Nro. 1 - Principal

Se instaló un generador principal síncronos del tipo marino, Marca Caterpillar, modelo CAT-C18 trifásico (Figura 40).

Marca	: Caterpillar
Modelo	: C18
Potencia	: 550 kW a 1800 rpm
Tablero	: Digital
Generador	: Leroy Somer, Random wound
Frecuencia	: 60 Hz.
Voltaje	: 440 V
Gobernador	: Electrónico.
Aspiración	: TTA
Sistema de Refrigeración:	Intercambiador de Calor

Figura 40

Generador C18



Nota: Foto del Grupo electrónico C18 instalado en la embarcación Huacho cinco.

Grupo Electrónico Nro. 2 - Servicios Generales

Se instaló un generador síncrono del tipo marino trifásico, marca Caterpillar modelo CAT C3408, autorregulado, con protección por alta y baja frecuencia, de tensión constante y aislamiento tropicalizado. El generador operará en la modalidad individual, atendiendo la demanda máxima de la embarcación (Figura 41).

Marca : CATERPILLAR
Modelo : 3408 DITA
Potencia : 320 kW a 1800 RPM
Tablero : Digital **nuevo**.
Enfriamiento : Keel Cooler
Arrancador : Eléctrico
Generador : STAMFORD **nuevo**.
Tensión : 110V/220V/380V/480V, re conectable.
Frecuencia : 50Hz / 60Hz.
Actuador : WOODWARD 1724 con tarjeta WOODWARD EPG.

Figura 41

Generador 3408



Nota: Foto del Grupo eléctrico 3408 instalado en la embarcación Huacho cinco.

Grupo Electrónico de Respaldo

Se instaló un generador síncrono del tipo marino, Marca Caterpillar, modelo CAT-3406 trifásico (Figura 42).

Marca : CATERPILLAR
Modelo : 3406 DITA
Potencia : 280 kW a 1800 RPM
Tablero : Digital nuevo.
Enfriamiento : Keel Cooler
Arrancador : Eléctrico
Generador : STAMFORD nuevo.
Tensión : 110V/220V/380V/480V, re conectable.
Frecuencia : 50Hz / 60Hz.
Actuador : WOODWARD 1724 con tarjeta WOODWARD EPG.

Figura 42

Generador 3406



Nota: Foto del Grupo electrónico 3406 instalado en la embarcación Huacho cinco.

Grupo de Servicio en Puerto

Marca : DETROIT DIESEL
Modelo : 3-71
Potencia : 50 kW
RPM : 1800
Gobernador : Hidromecánico
Panel control : Digital, nuevo.
Arrancador : Eléctrico 24V.
Alternador : 45 Amperios.
Generador : STAMFORD nuevo.

Figura 43

Generador de puerto 3-71



Nota: Foto del Grupo electrógeno 371 instalado en la embarcación Huacho cinco.

Generadores de 24 VDC, 175 amperios:

Con ambos polos aislados, protección mecánica IP56, marca DELCO REMY 24 V., 175 A.

Cargadores Estáticos de Baterías

De 220 VAC / 24 VDC, 95 amperios- Marca: Newmar modelo PZT – 95F.

Tabla de Cargas - Generación

	kW	AMP	FD
Carga	583.40	886.4556	1093.48726
Generación	1 112.00	1826.06411	1552.15449
Diferencia	328.60		

C. Arrancadores Eléctricos

La totalidad de motores eléctricos tendrán sus respectivos arrancadores eléctricos, dispuestos en cajas estancas, equipados con contactores, relés térmicos de sobrecarga, pulsadores de arranque – parada, lámpara de señalización y transformador de mandos, de ser el caso, debidamente identificados, todos aprobados para uso naval por la Sociedad Clasificadora. Serán del tipo directo y tipo estrella triángulo. Los arrancadores de los compresores (RSW), son del tipo electrónico. (Soft started) y se ubicarán próximos a sus respectivos motores.

D. Alumbrado

El alumbrado en los ambientes de Sala de Máquinas, pañoles y ambientes no forrados será del tipo fluorescente, mediante equipos estancos IP56 de 2 x 40 W x 220 VAC, con reactores independientes y alto factor de potencia.

El alumbrado en los ambientes interiores de acomodación será del tipo fluorescente, con equipos para empotrar, difusor acrílico de 2 x 40 W x 220 VAC, con reactores independientes y de alto factor de potencia, así mismo deberá llevar un socket roscado E27 con lámpara de 40 W x 24 VDC, para el alumbrado de emergencia

El alumbrado exterior y de emergencia en Sala de Máquinas y ambientes no forrados, será mediante fanales estancos rectos de bronce, equipados con lámparas incandescentes.

En todos los camarotes se instalarán luces de cabecera y de escritorio, conformados por artefactos de 220 VAC, con interruptor incorporado, para montaje en pared.

El alumbrado de cubierta será mediante 08 reflectores de acero inoxidable con lámpara de sodio de marca PAULUHN LUCA LUX de las siguientes características:

04 reflectores de 1,000 W x 220 VAC, ubicados en Pluma Principal (2), Cubierta de Caseta Estribor y Babor (2)

04 reflectores de 500 Watts x 220 VAC, ubicados en Guardacalor (2), Mástil, parte inferior (2)
Se dispondrán tomacorrientes en los siguientes ambientes:

- Puente de Mando : 220 VAC, 24 VDC
- Camarotes : 220 VAC
- Cocina – Comedor : 220 VAC
- Sala de Máquinas Proa : 220 VAC, 24 VDC
- Cubierta Proa y Popa : 220 VAC, 24 VDC
- Sala de Máquinas : 220 VAC, 24 VDC

Las luces de Navegación operarán en 24 VDC, se instalarán las luces de navegación según IMO 1972 en alcance y visibilidad, equipados con lámparas de 40 W x 24 VDC, para los siguientes puntos:

- Tope 225 grados, blanco, doble.
- Popa 135 grados, blanca, doble.
- Babor 112.5 grados, rojo, doble.

- Estribor 112.5 grados, verde, doble.
- Fondeo 360 grados, blanca, doble.
- Sin gobierno 360 grados, rojo, doble (02 equipos).
- Pesca blanca 360 grados, blanca, doble.

Todos los sockets serán roscados del tipo E27, antivibración.

3.6.4. Sistema de Enfriamiento

El sistema de frío no se había considerado inicialmente cuando la embarcación iba a ser destinada a la pesca de anchoveta, se suministró el equipamiento necesario para implementar un sistema de refrigeración para atún para una embarcación con capacidad de bodega de 350.00m³

La ingeniería del proyecto fue desarrollada con el apoyo de MMC KULDE que es una empresa noruega basada en la antigua compañía Kvaerner Kulde, firma que desde 1936 ha diseñado, producido y entregado equipo de refrigeración y congelamiento en el mundo entero para la flota pesquera y plantas de procesamiento en tierra. MMC KULDE es parte del grupo noruego MMC, representada en el momento de inicio del proyecto por Frio Tecnología SAC en el Perú.

El sistema de refrigeración propuesto fue diseñado para operar en un sistema de refrigeración de amoníaco que utiliza como refrigerante secundario el Cloruro de Calcio, sistema utilizado en embarcaciones atuneras extranjeras como lo aplicaron Moreno Sánchez (2015) y Martínez Valera (2007).

El sistema de refrigeración suministrado se utilizará para enfriar Cloruro de Calcio al 23%, el cual se bombeará a unos serpentines adosados a las bodegas, este cloruro a baja temperatura hará posible el enfriamiento de la salmuera y pescado en el interior de las bodegas.

A. Consideraciones:

Volumen de bodegas a refrigerar	: 350 m ³
Número de bodegas	: 8
Cantidad de agua a enfriar (30% de bodega)	:114.0m ³
Temp. inicial agua de mar máxima	:25° C
Temperatura ambiente máximo	:35° C
Temp. final de salmuera	:-18.0° C
Temperatura de evaporación	: -5.0°C
Capacidad frigorífica estimada	:350.0KW
Valor K para el aislamiento	:0.6W/m ² K
Suministro Eléctrico Fuerza	:440V/3/60Hz
Suministro Eléctrico Control	:220V/1/60Hz
Refrigerante	:Amoniaco

B. Equipos:

- Condensador (Figura 44)
- Compresor de Tornillo (Figura 45)
- Chiller o intercambiador de calor (Figura 46)
- Bombas de recirculación de Salmuera (Figura 47)
- Bombas de cloruro de Calcio (Figura 48)
- Bombas del condensador (Figura 49)
- Bombas de achique de bodegas (Figura 50)

Figura 44

Condensador



Nota: Foto de sala de máquinas de proa de la embarcación Huacho Cinco, donde figura el condensador del sistema de frío.

Figura 45

Compresor de tornillo



Nota: Foto de sala de máquinas de proa de la embarcación Huacho Cinco, donde figura el compresor del sistema de frío.

Figura 46

Chiller o intercambiador de calor



Nota: Foto de sala de máquinas de proa de la embarcación Huacho Cinco, donde figura el chiller del sistema de frío.

Figura 47

Bomba de recirculación de salmuera



Nota: Foto de la bomba de recirculación de salmuera instalada en sala de máquinas del sistema de frío.

Figura 48

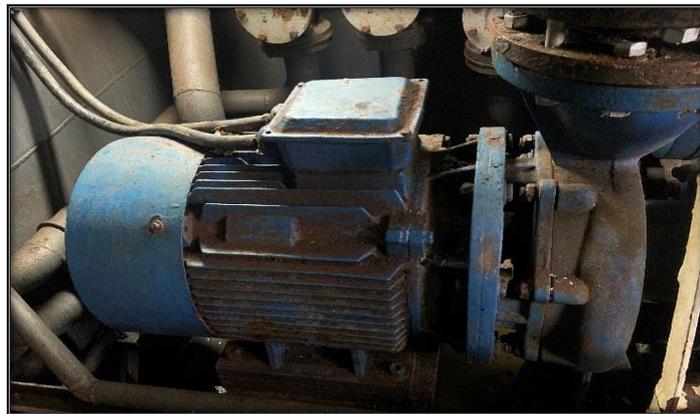
Bomba de Cloruro de Calcio



Nota: Foto de sala de máquinas de proa de la embarcación Huacho Cinco, donde figura la bomba de cloruro de calcio del sistema de frío

Figura 49

Bomba del condensador



Nota: Foto de sala de máquinas de proa de la embarcación Huacho Cinco, donde figura la bomba de agua de mar para el condensador del sistema de frío

Figura 50

Bomba de achique de bodega



Nota: Foto de sala de máquinas de proa de la embarcación Huacho Cinco, donde figura la bomba de achique de las bodegas.

C. Flujograma:

El condensador funciona como un intercambiador de calor entre el amoníaco y el agua de mar. El agua de mar es impulsada a 25 psi desde la toma de fondo, por una bomba de 8 pulgadas a través del condensador, donde ocurre el intercambio de calor con el amoníaco en estado gaseoso que se condensa (35°C) y pasa a estado líquido.

El amoníaco en estado líquido pasa a un recibidor o colector a temperatura ambiente, hacia una válvula de expansión, la válvula de expansión pulveriza, reduce la presión y temperatura (-5°C), como resultado el amoníaco sale un 60% líquido (líquido subenfriado) y un 40% gaseoso, hacia el chiller. La bomba de amoníaco lleva el amoníaco líquido hacia las toberas del chiller, que es distribuido por las tuberías desde la parte superior del chiller, hace contacto con las tuberías de cloruro de calcio que vienen de los paneles de la bodega y ocurre el intercambio de calor.

El amoníaco se evapora al instante, gana temperatura y sale del chiller en estado gaseoso y es succionado por el compresor y es llevado nuevamente al condensador, como gas comprimido, para regresar a estado líquido, enfriado por el agua de mar, cerrando el circuito cerrado del amoníaco.

Por otro lado, el cloruro de calcio con una concentración del 40%, es enfriado por el amoníaco en el chiller, luego es llevado hacia los paneles o serpentines en las bodegas a través de la bomba de cloruro de calcio de 8". En los paneles el cloruro de calcio gana temperatura después del intercambio de calor con la salmuera a una concentración del 19% en las bodegas de pescado. El cloruro de calcio es succionado nuevamente hacia el chiller, por las bombas de cloruro, para volver a perder temperatura gracias al amoníaco, cerrando así el circuito cerrado del cloruro de calcio como segundo refrigerante. La salmuera al 19%, se va enfriando poco a poco por el intercambio de calor con el cloruro de calcio, hasta llegar a la temperatura deseada, para suministrar una buena cadena de frío al pescado en las bodegas.

El pescado cumple con un estricto procedimiento de enfriamiento para conservar su calidad. Inicialmente se recibe en agua de mar y es enfriado hasta -1°C . cuando llega a la temperatura de -1°C o en caso contrario de no tener la bodega completa de pescado se puede mantener el pescado como máximo 4 días en agua de mar, posterior a eso se achique la bodega y se cambia por salmuera a -17°C . la salmuera gana el calor del pescado, subiendo su temperatura a -4°C y comienza el proceso de enfriamiento, pasadas las 24 horas se puede obtener la temperatura deseada de -12°C , standard que exigen las plantas que reciben la materia prima.

Los tiempos de enfriamiento son variables, dependiendo la capacidad de enfriamiento de la planta para la cantidad de pescado que se enfrié a la vez.

3.6.5. Motor de Propulsión

Para el proyecto inicial de la embarcación HUACHO CINCO ya se había adquirido el motor principal CATERPILLAR 3508 electrónico (Figura 51), a diferencia de los grupos electrógenos, para los cuales, se tomó en cuenta el ahorro de combustible, inversión en la compra de los motores, la eficiencia de los motores, el balance de las cargas necesarias en el barco y la utilización de estas.

El punto más importante para tomar en cuenta para no modificar el motor principal fue el consumo de combustible. El motor CAT 3508 electrónico, según ficha técnica del fabricante, tiene un consumo promedio de 40 gal/h a 1200 rpm.

Motor Principal

Marca : Caterpillar

Modelo : 3508

Potencia : 578 kW a 1200 rpm

Tablero : Digital

Voltaje : 440 V

Gobernador : Electrónico

Sistema de refrigeración: enfriamiento por keel cooler en camisas y After cooler y caja reductora

Figura 51

Motor Principal 3508



Nota: Foto del motor principal en sala de máquinas de popa de la embarcación Huacho Cinco.

El motor principal había sido adquirido, según el diseño inicial, tomando en cuenta el peso y el diseño de la embarcación, con las nuevas modificaciones estructurales se tuvo que rediseñar el

tamaño y los pasos de la hélice de acuerdo con los cálculos realizados por el diseñador del proyecto, para lograr la velocidad requerida.

Se realizaron las pruebas de navegación cuando el barco salió del astillero. La embarcación no desarrollo la velocidad deseada, el motor presento sobrecarga. A pedido de la empresa, se modificó la configuración del motor de “rating A” a “rating C”, significando que se aumentaba electrónicamente la inyección de combustible y aire para aumentar la potencia del motor.

Se volvió a realizar la prueba de navegación llegando a una velocidad de 11 nudos a 1200 rpm.

3.6.6. Otras implementaciones

Speedboats:

Los speedboats son lanchas rápidas utilizadas en los barcos atuneros, como ayuda a la pesca, evitan que el atún se escape del cerco de la red, maniobrando la lancha a la orden del capitán, mientras el barco arrea la red.

Los speedboats fueron fabricados y diseñados en Manta – Ecuador, construidos con aluminio naval. Los motores Yamaha tuna especial de 115 HP, fueron adquiridos en Panamá (Figura 52).

La cantidad de speedboats utilizados en un barco depende del tipo de pesca al que está destinado. Los barcos atuneros que pescan “a la brisa” o la pesca de atún agregada a delfines, utilizan un mayor número de speedboats, los barcos atuneros que pescan con FADS, utilizan un menor número de speedboats. Se tiene que tomar en cuenta también la disposición de espacio en cubierta para la distribución de los speedboats. En la EP HUACHO CINCO, se dispuso a implementar dos lanchas.

Figura 52

Speedboats o botes rápidos



Nota: Foto de los dos speedboats adquiridos para la embarcación Huacho cinco, en el astillero Luguensi, Chimbote.

Equipo separador de hidrocarburos:

Según la Resolución Directoral No. 442-2005/DGCG (31.agosto.2005), la autoridad marítima nacional, exige a toda nave no petrolera de arqueo bruto igual o superior a 400, pero inferior a 10000, caso de la EP HUACHO CINCO, deberá estar provisto de un equipo filtrador de hidrocarburos y de medios de alarma y detención automática para toda descarga de mezclas oleosas si el contenido de hidrocarburos en el efluente excede de 15 partes por millón (ppm)

Equipo: separador de hidrocarburos

Marca: BOSS

Modelo: 2.2T/107

Tratamiento: 0.5 m³/h 220/3/60 automático

Norma: IMO MEPC 107(49)

fabricación: USA

Proveedor: Navales SA

Figura 53

Equipo separador de hidrocarburos



Nota: Foto del equipo de separación de hidrocarburos adquirido para la embarcación Huacho cinco.

Equipo de osmosis inversa

Se adquirió el equipo de osmosis inversa, por la necesidad de contar con un suministro de agua potable para la embarcación. Como ya se ha mencionado, las faenas de pesca tienen un periodo de tiempo aproximado de 30 días, se adaptó la bodega número 1 de pescado del barco para almacenar hasta 50 m³ de agua dulce, es la última bodega en recibir pescado, va conectada con una tubería de acero inoxidable al bulbo, el bulbo trabaja también como un compartimiento donde se puede almacenar hasta 10 m³ de agua dulce.

Por lo general el stock almacenado de agua dulce dura un aproximado de 20 días, para 20 tripulantes, una vez consumido, se utiliza el equipo de osmosis inversa y se racionaliza el agua entre la tripulación, para no fatigar el equipo y respetar su capacidad de producción de agua.

El equipo funciona succionando agua salada con una bomba de baja presión, desde la válvula de toma de mar, pasando por una serie de filtros, membranas y luz ultravioleta para limpiar el agua

salada y distribuyendo agua potable por una bomba de alta por las tuberías, hacia las acomodaciones.

Características del equipo de osmosis inversa marino: (Figura 54)

Marca: HRO SYSTEM USA

Modelo: SEAFARI H14C1800-2 SELF CONTAINED

Producción de agua: 75 gal/h

Horas de trabajo: 8 a 10 horas por día.

Voltaje: 220-1-60

Incluye bomba de alimentación, filtros, panel de control, bomba de alta presión, membrana y luz ultravioleta

Figura 54

Equipo de osmosis inversa



Nota: Foto de la planta de osmosis instalada en la embarcación Huacho cinco.

Sistema contraincendios

El 05 de setiembre del 2003 se aprueba la Resolución Directoral N°0562-2003/DCG, en el cual el artículo 35.7 hace mención sobre dispositivos fijos de extinción de incendios en espacios

de sala de máquinas: En los buques de arqueo bruto superior a 500.00 se proveerá un sistema fijo de extinción de incendio, estando su control en un ambiente que no sea la sala de máquinas.

3.7. Prueba de Estabilidad:

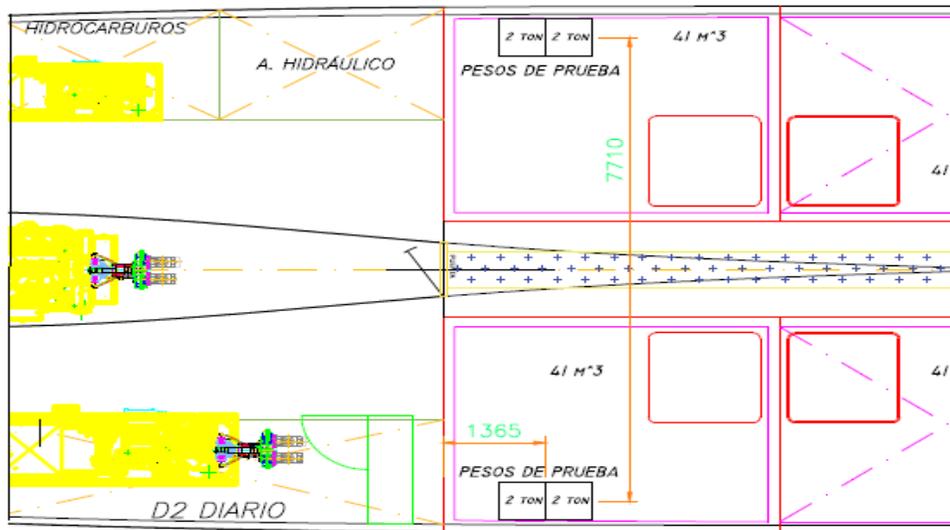
Busca determinar la capacidad que tiene la embarcación de volver a su posición de equilibrio, cuando es escorada por el oleaje u otros factores. La embarcación fue sometida a la prueba de estabilidad a fin de determinar el desplazamiento del buque en rosca, su centro de gravedad longitudinal y centro de gravedad vertical (Figura 55).

Condiciones de la Prueba:

- Equipos completos
- Plumas en posición de trabajo
- Sin Panga
- Sin red
- 8 pesos de una tonelada c/u.
- Lugar de Prueba: Muelle municipal de Chimbote.

Figura 55

Movimiento de pesos en la Prueba de Estabilidad



Nota: Plano del movimiento de pesos para la prueba de estabilidad de la Huacho cinco.

Los resultados de los movimientos por pesos en la prueba de estabilidad se presentan en la figura 56 y el resumen de los resultados de la prueba de estabilidad se presentan en la figura 57.

Figura 56

Resultados de movimientos por pesos

MOV 3				MOV 2				MOV 1		MOV 4				MOV 5					
								MOVIMIENTOS											
								6	825										
				12	0	8	4					4	8	0	12				
1	540.0	655.0	650.0	770.0	822.0	825.0	815.0	940.0	935.0	1010.0									
2	555.0	645.0	655.0	740.0	722.0	820.0	790.0	1000.0	940.0	1045.0									
3	545.0	675.0	660.0	710.0	710.0	910.0	825.0	970.0	960.0	1015.0									
4	540.0	675.0	610.0	750.0	770.0	835.0	800.0	980.0	950.0	1010.0									
5	570.0	675.0	685.0	765.0	750.0	860.0	730.0	1090.0	915.0	1045.0									
6	560.0	685.0	610.0	800.0	778.0	795.0	765.0	850.0	935.0	1035.0									
7	550.0	650.0	610.0	775.0	710.0	825.0	820.0	920.0	905.0	1060.0									
8	540.0	690.0	620.0	805.0	760.0	830.0	810.0	955.0	975.0	1010.0									
9	535.0	670.0	660.0	800.0	770.0	840.0	850.0	900.0	960.0	1020.0									
10	550.0	660.0	660.0	760.0	760.0	815.0	865.0	930.0	965.0	1005.0									
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0									
548.8				666.0	644.0	787.5	755.2	835.5	807.0	963.5	944.0	1025.5							
				607.3	705.8		795.4		885.3	984.8									

	Popa		Centro		Proa	
	Er	Br	Er	Br	Er	Br
Cota 1	3423.0	3323.0	5579.0	5539.0	6034.0	5968.0
Cota 2	3273.0	3123.0	5520.0	5344.0	5874.0	5814.0
Promedio	3348.0	3223.0	5549.5	5441.5	5954.0	5891.0
Amurada	900.0	850.0	1070.0	1072.0	514.0	515.0
Total	2448.0	2373.0	4479.5	4369.5	5440.0	5376.0

SONDAJES			
	BR	ER	PROM
POPA	2448	2373	2410.5
CENTRO	4479.5	4369.5	4424.5
PROA	5440	5376	5408
L.A.	2240		
DESPLAZ	512.3		

Nota: La siguiente figura muestra los resultados de la prueba de estabilidad de la Huacho cinco

Figura 57

Resumen de Resultados

CALCU	PESO ton	DIST mm	PENDU mm	LONG mm	MOMEN tonXmm	Tangente	Arco Deg	GM mm	KM mm	KG mm
2	2.00	7710.0	2800.0	89.60	15420	0.03200	1.833	940.6		
3	4.00	7710.0	2800.0	188.10	30840	0.06718	3.843	896.1		
4	2.00	7710.0	2800.0	89.90	15420	0.03211	1.839	937.5		
5	4.00	7710.0	2800.0	189.40	30840	0.06764	3.870	890.0		
								916.0	4861	3945.0

Nota: La siguiente figura muestra el resumen de los resultados de la prueba de estabilidad de la Huacho cinco

La prueba de estabilidad indica que la estabilidad de la embarcación pesquera HUACHO CINCO, se encuentra dentro de los lineamientos de la Resolución OMI A.749 (18) “Código de estabilidad sin avería para todos los buques regidos por los instrumentos de la OMI” y en el CODIGO IS 2008, aplicable para los buques pesqueros, el cual establece que la Altura Metacéntrica (GM) no debe ser inferior a 0,15 m.

3.8. Beneficios del Proyecto

En el mes de noviembre del 2016, se dio por culminado el proyecto de transformación de la EP HUACHO CINCO, tras un año y medio aproximado de duración de trabajos.

Los resultados fueron muy positivos, ya que se tuvo una embarcación con una forma estructural diseñada especialmente para el atún, con amplios espacios y muy bien distribuidos para la comodidad de los operarios.

Salvo algunos detalles que se tuvieron que ir corrigiendo en el camino, la operatividad de los sistemas de la embarcación funcionó de manera muy satisfactoria, lo cual se pudo comprobar en las primeras faenas de pesca.

Figura 57

Foto del autor delante del barco gemelo EP ETEN DIEZ en Sima Chimbote



Nota: Foto de la embarcación Eten Diez, barco hermano antes de bajar por primera vez al agua, en el astillero SIMA, Chimbote.

Las embarcaciones atuneras de Pesquera Majat, permitieron diversificar las actividades extractivas de la empresa, abasteciendo a las plantas de procesamiento de conservas con materia prima de alta calidad para el consumo humano directo, extraída por embarcaciones de bandera peruana, abasteciendo de alimentos de primera necesidad, con un alto nivel nutricional, tanto al mercado nacional como internacional, disminuyendo la demanda de atún que era cubierta con materia prima o producto terminado, importado de Ecuador y Asia.

Figura 58

EP HUACHO CINCO navegando



Nota: Foto de la embarcación Huacho cinco navegando en su primera temporada de pesca.

La embarcación sigue operando de manera regular en la actualidad, habiendo culminado su tercera temporada de pesca, la cual tiene operaciones durante 10 meses al año, generando utilidades para los colaboradores, para la empresa, el Estado y empresas y proveedores que se benefician directa e indirectamente.

IV. CONCLUSIONES

Se puede concluir que la embarcación Huacho Cinco tiene una capacidad de transformación estructural compatible y eficiente para acondicionarla a la pesca del atún, ya que al realizar un corte en la cuaderna nro.15 y agregando un módulo para alargar la eslora y prolongando el casco por las amuradas de babor y estribor y el techo del castillo para completar la doble cubierta, se ganó espacios en sala de máquinas, para la habitabilidad, para la instalación de tanques de petróleo y avituallamiento, se cubrió con las necesidades dispuestas requeridas para la pesca de atún.

Los generadores instalados cumplieron con el suministro de la demanda energética del barco, en especial con la planta de frío, la cual cumplió con el tiempo de enfriamiento deseado, para la calidad de pescado requerida. El equipamiento en general, incluidos los sistemas de tuberías, válvulas, bombas y cables se distribuyeron ordenadamente, dejando amplios espacios, sobre todo en ambas salas de máquinas y túnel seco, gracias a los cambios estructurales, facilitando la operación de estos. En las pruebas finales se comprobó el correcto funcionamiento de los sistemas hidráulico, eléctrico, electrónico, de frío y mecánico, instalados en la embarcación para la pesca de atún.

La prueba de estabilidad de la embarcación, luego de la transformación e implementación dio como resultado $GM = 0,915$ m. Siendo un valor de estabilidad dentro de lo establecido por la OMI.

Terminadas las pruebas finales la embarcación Huacho Cinco zarpo el 29 de diciembre del 2016 a su primera marea, su primera temporada duro siete meses, realizando 8 mareas en dicha temporada, batiendo récord al realizar mareas de 10 días y pescando más de 1700 toneladas. Al momento viene realizando su cuarta temporada de pesca, pudiendo concluir en base a los resultados que realizo una transformación exitosa.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda la construcción del parque de pesca, porque permite distribuir mejor los espacios de almacenaje de sacos de sal para la salmuera, el tanque de gasolina, canaletas para el chute, etc. Evitando interferencias con las maniobras de pesca y equipos hidráulicos en la cubierta principal, a diferencia de los barcos con una sola cubierta que tienen los espacios más limitados.

Se recomienda considerar la puesta de pesos bajos, como tanques de petróleo o cemento en la quilla de la embarcación atunera, para contribuir con la estabilidad en los eventuales casos que las bodegas y los tanques de petróleo estén vacíos.

Se debe considerar los pesos del mástil y las plumas se ensamblarán en posiciones más elevadas cuando se construye un parque de pesca, lo cual ocasionará que el centro de gravedad de la embarcación se desplace hacia arriba.

Tener bodegas de menor cubicaje, permite llenarlas de pescado en un periodo de tiempo más corto y poder aplicar la cadena de frío con mayor eficiencia.

Una adecuada selección de grupos electrógenos y el motor principal, considerando la demanda energética, el balance de cargas y el rendimiento de grupos electrógenos, te permite un ahorro en combustible y mantenimiento.

Conociendo el crecimiento, desarrollo y promoción de la pesquería de atún en el Perú, se recomienda al sector atunero industrial invertir en su flota para que sea especializada en la pesca del atún y así poder ser competitivos con la flota extranjera.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Portillo Laserna, L. (2013). Motorización de un buque Atunero. Universidad Carlos III de Madrid.

Ramil Vizoso, A. (2016). BUQUE ATUNERO 1200 TN, cuaderno 12, equipos y servicios. Escola Politecnica superior universidade da coruña.

Mendoza Narea, J. (2013). Diseño e implementación de los sistemas eléctrico y electrónico de un barco atunero. Escuela superior politécnica del Litoral.

Martinez y Valera, (2007). Atunero congelador al cerco de 1935 m³ de capacidad de cubas. Proyecto N° 1263.

Resoluciones de capacidad de pesca flota atunera.www.ciat.org

Revista del Sector Marino (enero 1983) Recuperado de [http://www. https://sectormaritimo.es/wp-content/uploads/1983/198301.pdf](http://www.https://sectormaritimo.es/wp-content/uploads/1983/198301.pdf)

Resolución A.749 (18), (1993). Código de estabilidad sin avería para todos los tipos de buques regidos por los instrumentos de la OMI. 4 nov.

Código internacional de estabilidad sin avería, (2008). Capítulo 2. CODIGO IS.

Convenio Internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), (1974). Capitulo IV y V. Edición 2014.