

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**FABRICACIÓN DE UN PÓRTICO EN LA CUBIERTA DE
UNA BARCAZA PARA IZAR BOYAS DE 15 TONELADAS**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO NAVAL**

ALFONSO MARTIN VILCAPOMA VASQUEZ

PROMOCIÓN 2009-I

LIMA-PERÚ

2014

DEDICATORIA

Dedico este informe a mi esposa y a mi hija por estar junto a mí en todo momento dándome fuerzas para luchar e ir superando las barreras que he encontrado en el camino.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi padre Wilfredo Vilcapoma y a mi madre Sonia Vásquez porque son ellos los artífices de quien soy hoy en día. Gracias por sus consejos, exigencias y reprimendas.

Gracias igualmente a los docentes y compañeros que han aportado su conocimiento y experiencia, y de forma especial al Ing. Julio Cesar Estrada Pita por su guía en la realización de este trabajo.

Gracias a la Universidad Nacional de Ingeniería por la formación integral que me ha brindado a lo largo de los años que tuve el privilegio de pertenecer a esta institución.

Gracias a la empresa Tecnológica de Alimentos S.A. y a sus profesionales que me permitieron el desarrollo de este trabajo en sus instalaciones.

A todos muchas gracias.

Martin Vilcapoma Vásquez

INDICE

Dedicatoria

Agradecimientos

Índice

Listado de Tablas

Listado de Ilustraciones

	Pag.
Prólogo.	1
1. Capítulo I	4
Introducción.	4
1.1. Antecedentes.	6
1.2. Objetivo General.	7
1.3. Objetivos Específicos.	7
1.4. Justificación.	7
1.4.1. Justificación Académica.	7
1.4.2. Justificación Productiva.	7
1.4.3. Justificación Tecnológica.	8
1.5. Alcances.	8

2. Capítulo II	9
Descripción de la Barcaza y sistema de Izaje actual.	9
2.1. Descripción de la Barcaza.	9
2.2. Descripción del sistema de izaje actual.	11
2.2.1. Winche.	11
2.2.2. Rodillo.	12
2.3. Descripción del proceso de recuperación de boya tipo “Trompo”	12
2.3.1. Posicionamiento de la barcaza.	13
2.3.2. Fondeo de la Barcaza.	13
2.3.3. Maniobra inicial de recuperación de la boya.	13
2.3.4. Maniobra final de recuperación de la boya.	13
3. Capítulo III	16
Descripción de la boya tipo “Cilindro” y del Pórtico a Diseñar.	16
3.1. Descripción de la Boya tipo “Cilindro”	16
3.1.1. Peso de la Boya.	18
3.2. Descripción del Pórtico a diseñar y componentes.	19
3.2.1. Dimensiones del Pórtico.	19
3.2.2. Polipasto de 35 ton.	21
3.2.3. Grillete de 35 ton.	21
4. Capítulo IV	22
Identificación del problema y planteamiento de la Hipótesis.	22
4.1. Estado situacional actual.	22

4.2. Futuro deseado.	23
4.3. Dificultades encontradas.	23
4.4. Hipótesis del proyecto.	24
5. Capítulo V	25
Marco Teórico.	25
5.1. Materiales.	25
5.1.1. Materiales que intervienen en la construcción del Pórtico.	25
5.1.2. Materiales que intervienen en reforzar la cubierta.	26
5.2. Proceso de Pintado.	27
5.3. Proceso de Soldadura.	27
5.4. Normas de Referencia.	27
5.5. Diseño del Pórtico.	28
5.5.1. Dimensiones del Pórtico.	28
5.5.2. Dimensiones de los Componentes.	28
5.5.3. Refuerzo en cubierta.	30
5.5.3.1. Cálculo del refuerzo en cubierta.	31
5.6. Análisis de esfuerzos y estructuras.	33
5.6.1. Diagrama de Cargas.	33
5.6.1.1. Factor de Seguridad	33
5.6.2. Análisis por elementos finitos.	34

6. Capítulo VI	42
Estudio de Estabilidad.	42
6.1. Criterios de Estabilidad Intacta.	42
6.2. Condiciones operacionales.	43
6.3. Sistema de referencia.	43
6.4. Estimación de pesos.	45
6.4.1. Estimación de pesos de la Barcaza.	45
6.4.2. Estimación de pesos del Pórtico.	47
6.5. Resumen del Estudio Preliminar de Estabilidad.	48
6.6. Conclusiones del Estudio Preliminar de Estabilidad.	49
7. Capítulo VII	50
Estructura de Costos.	50
Conclusiones.	51
Bibliografía.	52
Planos.	54
1. Plano de Disposición General.	55
2. Plano de Montaje del Pórtico.	56
3. Plano de Detalles	57

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 2.1: Características principales de la barcaza.	11
Tabla 3.1: Dimensión preliminar de Pórtico.	20
Tabla 3.2: Características de Pasteca 35 ton.	21
Tabla 3.3: Características de Grillete 35 ton.	21
Tabla 5.1: Dimensión final del Pórtico.	28
Tabla 6.1: Estimación de pesos de la Barcaza.	45
Tabla 6.2: Estimación de pesos del Pórtico.	47
Tabla 6.3: Resumen del Estudio Preliminar de Estabilidad.	48
Tabla 7.1: Estructura de costos.	50

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pag.
Fig. 1.1: Barcaza Nuuanu fondeada a una boya.	5
Fig. 1.2: Diagrama de amarradero típico.	6
Fig. 2.1: Vista Longitudinal de la Barcaza.	10
Fig. 2.2: Boya tipo Trompo.	12
Fig. 2.3: Maniobra inicial de recuperación de boya.	14
Fig. 2.4: Maniobra final de recuperación de boya.	14
Fig. 2.5: Boya en el centro de cubierta.	15
Fig. 3.1: Vista Longitudinal de Boya de Ø5m x 3m.	17
Fig. 3.2: Fotografía de boya A-8. Tumbes - Perú.	17
Fig. 3.3: Esquema de línea de anclaje típico.	18
Fig. 3.4: Esquema de ubicación del Pórtico y boya en la Barcaza.	19
Fig. 3.5: Vista isométrica del Pórtico.	20
Fig. 4.1: Boya tipo Trompo.	22
Fig. 4.2: Vista Longitudinal de Boya de Ø5m x 3m.	23
Fig. 4.3: Esquema de izaje de boya de Ø5m x 3m.	23

Fig. 4.4: Esquema de izaje con Pórtico de boya de Ø5m x 3m.	24
Fig. 5.1: Diagrama de Cargas del Pórtico.	33
Fig. 5.2: Análisis de esfuerzos – Travesaño.	34
Fig. 5.3: Análisis de deformaciones – Travesaño.	35
Fig. 5.4: Análisis de factor de seguridad – Travesaño.	35
Fig. 5.5: Análisis de esfuerzos – Cáncamo.	36
Fig. 5.6: Análisis de deformaciones – Cáncamo.	36
Fig. 5.7: Análisis de factor de seguridad – Cáncamo.	37
Fig. 5.8: Análisis de esfuerzos – Pórtico.	37
Fig. 5.9: Análisis de deformaciones – Pórtico.	38
Fig. 5.10: Análisis de factor de seguridad – Pórtico.	38
Fig. 5.11: Análisis de esfuerzos – Base Parante.	39
Fig. 5.12: Análisis de deformaciones – Base de Parante.	39
Fig. 5.13: Análisis de factor de seguridad – Base de Parante.	40
Fig. 5.14: Análisis de esfuerzos – Base Templador.	40
Fig. 5.15: Análisis de deformaciones – Base Templador.	41
Fig. 5.16: Análisis de factor de seguridad – Base Templador.	41
Fig. 6.1: Esquema de sistema de referencia.	44

PROLOGO

La explotación petrolera que se viene registrando en los últimos años en los departamentos de Tumbes y Piura ha originado un incremento en la fluidez de naves que operan en sus costas. Las Empresas Petroleras además de movilizar diariamente personal y materiales a las plataformas, requieren de buques tanques que trasladen el crudo extraído al extranjero. Este movimiento de personal y materiales lo realizar naves de empresas navieras que son contratadas para este propósito.

Este sistema de flete ha originado que empresas navieras nacionales e internacionales establezcan sus puntos de operación en la zona norte del Perú.

Las empresas petroleras al tener la concesión de estas zonas del mar, llamados Lotes, administran y ejecutan proyectos de implementación de fondeaderos que se ajusten a la necesidad de fluidez de buques, siendo éste parte de su infraestructura marítima.

Este trabajo pretende diseñar un “Pórtico” que será montado en la cubierta de una barcaza; deberá tener la capacidad de izar boyas de 15 ton. de peso para implementar fondeaderos y su posterior mantenimiento.

El siguiente trabajo se divide a continuación en:

Capítulo 1:

Exponemos los antecedentes del mercado económico en la Región de Tumbes, el aumento de la presencia de buques tanques y por consiguiente la necesidad incrementar áreas con fondeaderos seguros.

Para incursionar en el mercado de instalación de fondeaderos se ha creído conveniente modificar el sistema de izaje de una barcaza multipropósito, siendo el objetivo de este trabajo diseñar un Pórtico estructurado a la cubierta, que pueda izar boyas tipo “Cilindro” comúnmente utilizadas en los fondeaderos para buques de altura.

Capítulo 2:

Describimos la barcaza de nuestro estudio, el sistema de izaje y el proceso de recuperación de boyas en la actualidad.

Capítulo 3:

Describimos la dimensión y peso de la boya tipo “Cilindro” comúnmente utilizadas en los fondeaderos para buques de altura.

Las dimensiones del Pórtico y sus componentes que será montado en la cubierta principal.

Capítulo 4:

Identificamos el problema actual para izar boyas tipo “Cilindro” y planteamos la hipótesis del proyecto.

Capítulo 5:

Describimos los materiales utilizados en la fabricación del “Pórtico”, Proceso de recubrimiento superficial, Normas de referencia de su diseño y el análisis de esfuerzos a la que está sometido su estructura.

Capítulo 6

Se presenta el Estudio Preliminar de Estabilidad de la Barcaza que verifica que los criterios de estabilidad intacta enunciador por la OMI se cumplan.

Capítulo 7

Se describe la estructura de costos del proyecto.

CAPITULO I

INTRODUCCION

En la región norte del Perú se encuentran establecidas las dos empresas petroleras que lideran el mercado de exploración y producción de crudo, BPZ Energy y SAVIA. Estas empresas han impulsado el crecimiento económico en las regiones de Tumbes y Piura.

A diario trasladan personal y materiales a las plataformas que se encuentran instaladas en los lotes concesionados por el estado Peruano. La rutina de traslado diario depende de la magnitud del proyecto y de la cantidad de naves contratadas a empresas navieras, nacionales o extranjeras.

Se utilizan buques tanques para trasladar el crudo desde las plataformas hasta las refinerías. El incremento de producción de petróleo ha originado una mayor presencia de naves en la zona norte del Perú, incrementando la necesidad de contar con fondeaderos o espacios de aguas tranquilas para la estancia segura de los buques.

La administración de estas empresas ejecuta proyectos de implementación de fondeaderos que se ajusten a la necesidad de fluidez de los buques.



Fig. 1.1: Buque Tanque Nuuanu fondeada a una boya.

El diseño e instalación de fondeaderos genera un nuevo mercado para las empresas navieras, incluyendo el mantenimiento y reposición del conjunto de boyas que operan en los fondeaderos de las actuales refinerías del litoral peruano.

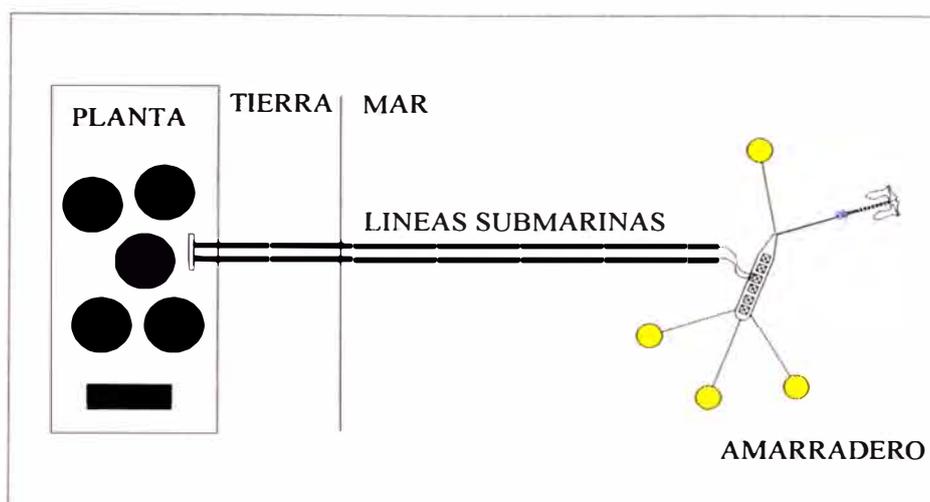


Fig. 1.2: Diagrama típico de amarradero en una refinería.

Para incursionar en este mercado sea ha planificado diseñar un “Pórtico” estructurado a la cubierta de una barcaza multipropósito, con capacidad de izar boyas tipo “Cilindro” comúnmente utilizadas en los fondeaderos para buques de altura.

1.1 ANTECEDENTES

Actualmente la barcaza multipropósito opera en la zona norte del Perú y se encuentra dedicada exclusivamente al mantenimiento de plataformas submarinas. Para este propósito está equipada con una cámara hiperbárica necesaria para el trabajo de buceo. El sistema de izaje actual cuenta con 01 winche de 60 toneladas de Bollard Pull, sistemas de maniobra y 01 rodillo instalado en la proa de la barcaza a la altura de cubierta.

Antiguamente se dedicaba al mantenimiento de fondeaderos con boyas tipo “Trompo” que pesan entre 2 a 5 toneladas.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Contar con la infraestructura para el posicionamiento y mantenimiento del conjunto de boyas que operan en los fondeaderos del litoral peruano.

1.3 OBJETIVO ESPECIFICO

Acondicionar al diseño de una barcaza un PORTICO que permita embarcar a cubierta boyas tipo “Cilindro” de 15 toneladas de peso, comúnmente utilizadas en los fondeaderos para buques de altura.

1.4 JUSTIFICACION

1.4.1 Justificación académica:

El presente trabajo permite conocer la facilidad de acondicionar una barcaza multipropósito para operar en un mercado económico diferente a su concepción.

1.4.2 Justificación productiva

La barcaza en estudio, opera en el norte, entre las ciudades de Tumbes y Talara. En estas zonas existe la exploración y producción de petróleo. Se desea incursionar en el mercado de instalación y mantenimiento del conjunto de boyas que operan en un fondeadero. Se aprovecha el ingreso a dique para realizar la construcción y montaje de un PORTICO en cubierta.

1.4.3 Justificación Tecnológica

El estudio de fuerzas y esfuerzos a que está sometido el PORTICO ayudara a comprender como se comporta esta estructura. También se estudiara los esfuerzos que el PORTICO ejerce sobre la cubierta de la barcaza.

1.5 ALCANCES

Diseñar un PÓRTICO tipo “Cabria” con capacidad de carga de 15 toneladas, resistente a los esfuerzos que ejerce la operación de embarque y desembarque de una boya tipo “Cilindro”.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LA BARCAZA Y SISTEMA DE IZAJE ACTUAL

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA BARCAZA

La barcaza es de servicios múltiples dedicada principalmente al mantenimiento de boyas, plataformas submarinas, amarraderos, tendidos de tuberías y líneas submarinas, reflatamientos, trabajos submarinos, etc. Para tal efecto está equipada adecuadamente con 01 winche de 60 toneladas de Bollard Pull, sistemas de maniobra, 01 rodillo instalado en la proa de la barcaza a la altura de cubierta, 02 grupos electrógenos, 02 compresores, máquinas de soldar, equipos de oxicorte, bombas de sentina, etc., y todo lo necesario para desarrollar este tipo de trabajos. También cuenta con tanques de petróleo, tanques de agua e incluso cuenta con una cámara hiperbárica necesaria para el trabajo de buceo.

El casco es de estructura transversal, construido totalmente con acero naval calidad ASTM-A-131.

Se dispone de 02 tanques de colisión ubicados a proa y popa respectivamente. Tanques de almacenamiento de agua dulce y combustible, ubicados a babor y estribor. Cuenta también, con compartimientos para el alojamiento de una cámara hiperbárica, ubicación del Grupo electrógeno y pañol.

Esta barcaza de servicios no cuenta con propulsión propia y para trasladarse de un puerto a otro deberá ser remolcada por otra nave, para ello se ha provisto de elementos necesarios tales como bitas de remolque, escobenes de amarre, cabos, cadenas, cables, etc

En la caseta dispone de una cocina-comedor habilitada para 10 personas, así mismo se dispone de un compartimiento para el almacenamiento de víveres. Cuenta con una cocina de 04 hornillas, gambuza, un compartimiento para balón de gas y un lavatorio.

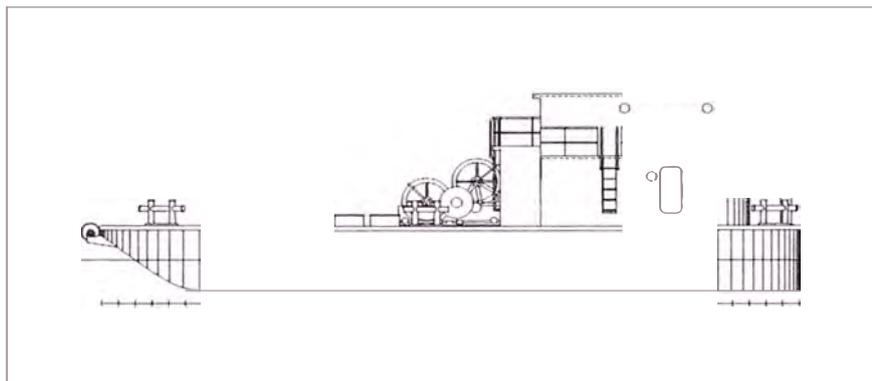


Fig. 2.1: Vista Longitudinal de la Barcaza.

Características Principales de la Barcaza:

Tabla 2.1: Características principales de la barcaza.

Tipo:	Barcaza Multipropósito
Eslora Total:	21.00 [m]
Manga:	09.00 [m]
Puntal:	02.10 [m]
Calado Máximo	01.50 [m]
Cap. de Agua Dulce	30.00 [m ³] = 7925.40 [gal]
Cap. de Combustible	18.48 [m ³] = 4940.00 [gal]
Cap. de Aguas Servidas	01.60 [m ³]
Cap. de Residuos de Hidrocarburos	01.00 [m ³]

2.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE IZAJE ACTUAL

Este sistema está conformado por 01 winche, 01 rodillo.

2.2.1 WINCHE.

Fabricación americana, su bolard pull es de 60 toneladas. Tiene 02 carretes y en cada uno enrolla hasta 700 metros de cable de 1 1/8". La fuerza del winche es proporcionado por un motor de combustión, marca: Detroit Diesel, modelo: 6-71N65 con 180 HP de potencia.

2.2.2 RODILLO.

Fabricado de Tubo SCH 80, diámetro de 22 pulg y de acero ASTM A – 53 grado B sin costura, con longitud de 2720 mm. En cada extremo lleva 02 chumaceras con bocinas de bronce S.A.E. 660 y ranura aceitada. Está estructurado a los refuerzos del casco por medio de cartelas largas de acero naval de calidad ASTM A – 131.

2.3 DESCRIPCION DEL PROCESO DE RECUPERACION DE BOYA TIPO “TROMPO”

La barcaza fue diseñada inicialmente para instalar fondeaderos que operan con boyas tipo “trompo”, la dificultad del proceso está en la recuperación de las boyas para su mantenimiento o reposicionamiento. El proceso de recuperación o de izaje de la boya se realiza en las siguientes etapas:

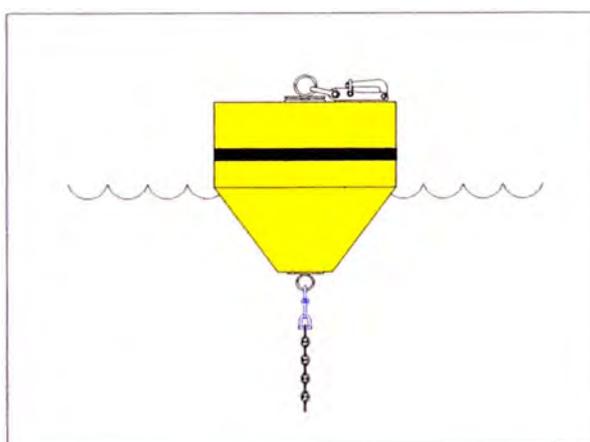


Fig. 2.2: Boya tipo Trompo.

2.3.1 Posicionamiento de la Barcaza, la barcaza no cuenta con propulsión propia, es remolcada hacia la zona de fondeadero. Una vez localizada la boya a recuperar, se inicia la maniobra de fondeo de la Barcaza. El remolcador aproxima la barcaza a la boya en la dirección de la corriente localizándose frente de ella. La proa de la barcaza queda a unos 50 metros de la boya.

2.3.2 Fondeo de la barcaza, la barcaza cuenta con un sistema de fondeo doble (popa y proa) ya en posición, los operarios de la barcaza siembran el primer ancla a la popa de la barcaza. La barcaza se deja llevar por la corriente largando la boza del 1er ancla hasta quedar a 5 metro de la boya. En este punto el remolcador recupera el sistema de remolque, libera sus amarras y se dirige hacia la proa de la barcaza para transportar el 2do ancla. Mediante maniobras los operarios entregan el segundo ancla al remolcador. Se traslada el ancla a 50 metros de la ubicación de la barcaza y se siembra. Se finaliza la maniobra posicionando correctamente la barcaza cerca a la boya.

2.3.3 Maniobra inicial de recuperación de la boya, Una vez posicionada la barcaza se inicia el proceso de recuperación. El remolcador instala un gancho al grillete superior de la boya y con ayuda del winche se atrae hacia la barcaza. El remolcador se abarloa y amarra a babor. Servirá como nave de apoyo en caso de una emergencia.

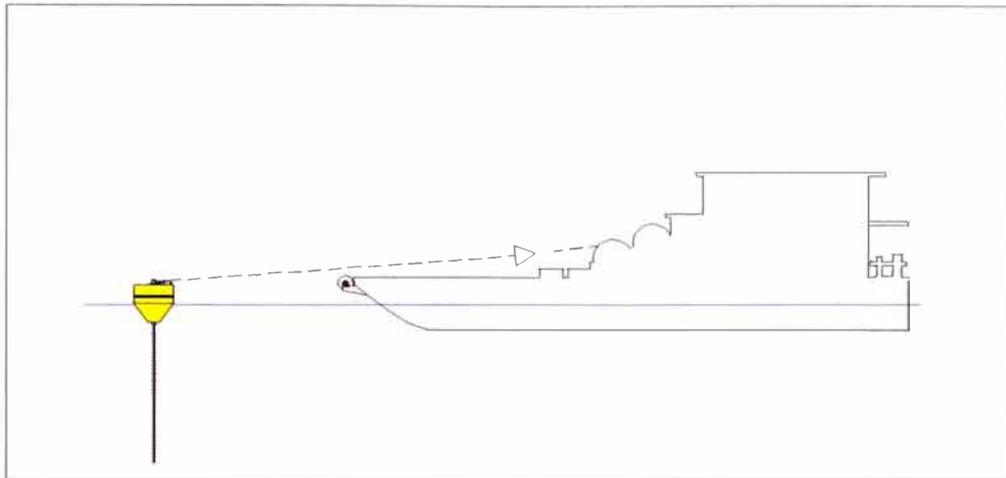


Fig. 2.3: Maniobra inicial de recuperación de boya

2.3.4 Maniobra final de recuperación de la boya, Se trinca, se libera el primer gancho y se voltea la boya para instalar el segundo gancho de izaje en el grillete inferior que asegura la línea de anclaje al fondo marino.

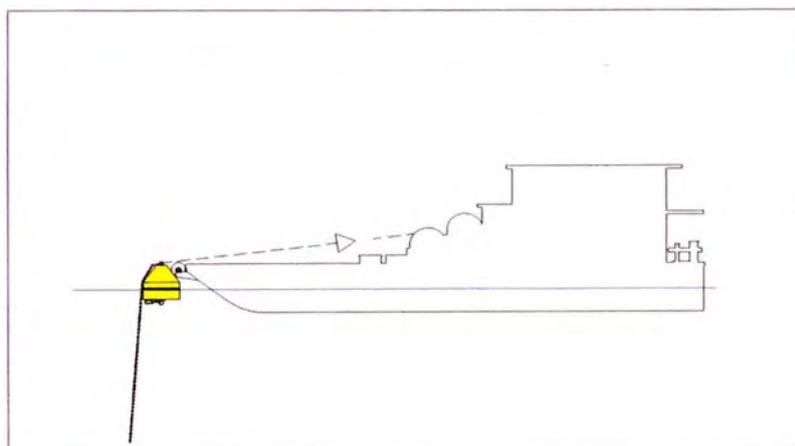


Fig. 2.4: Maniobra final de recuperación de boya

Usando el rodillo de apoyo y la fuerza del winche, la boya se iza a la cubierta. Una vez a bordo se traslada hasta el centro y se asegura.



Fig. 2.5: Boya en el centro de cubierta

CAPITULO III
DESCRIPCION DE LA BOYA TIPO “CILINDRO” Y DEL PORTICO
A DISEÑAR

Una boya es una estructura flotante situada en el mar, que puede tener diversas finalidades, principalmente sirve para la orientación de las embarcaciones o posicionamiento en un fondeadero.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA BOYA TIPO “CILINDRO”.

La boya del presente estudio es del tipo “Cilindro”. Sirve para operaciones de amarres durables en el uso eficiente del espacio y ofrece una solución segura para los buques que se encuentran en espera de carga y descarga.

La boya está construida con formas robustas, de acero naval de calidad ASTM A-131 y equipado con ganchos de amarre de liberación rápida. Cuenta con compartimentos interiores que garantizan su flotabilidad en caso de avería y la estanqueidad de la boya es asegurada mediante pruebas de aire a una presión de 35 kPa.

A continuación se presenta las dimensiones principales de una boya tipo “Cilindro”:

✚ Diámetro: 5 metros

✚ Altura total: 3 metros

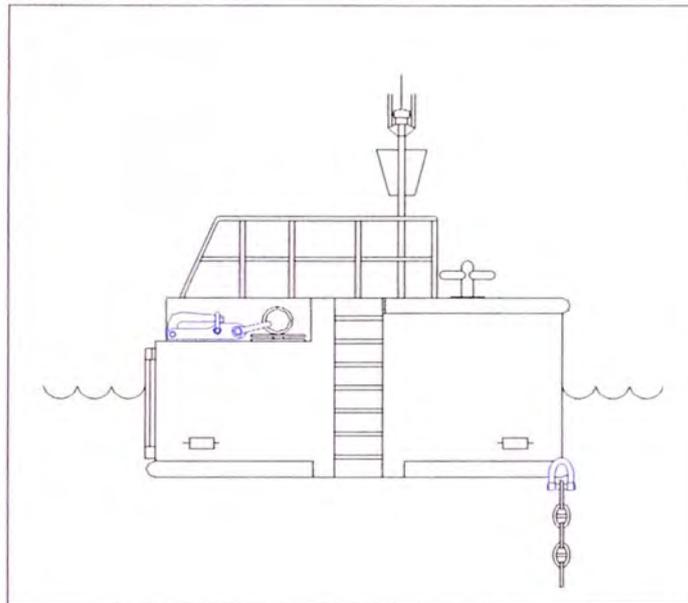


Fig. 3.1: Vista Longitudinal de Boya de Ø5m x 3m.



Fig. 3.2: Fotografía de boya A-8. Tumbes - Perú.

La cantidad de boyas necesarias en un sistema de fondeo eficiente está relacionada con las dimensiones del buque, las fuerzas generadas por el viento, las corrientes del mar y la línea de anclaje que une la boya al fondo marino.

Las líneas de anclaje tradicionales en aguas poco profundas están compuestas por cadenas y cables de acero. En el extremo inferior de la línea de anclaje se instala un Ancla que permita fijar por agarre la ubicación de la boya en el mar.

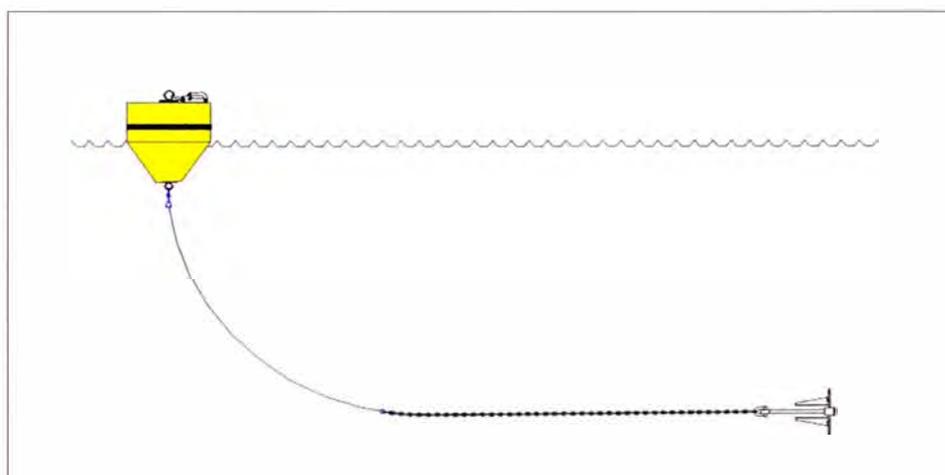


Fig. 3.3: Esquema de línea de anclaje típico.

3.1 PESO DE LA BOYA.

El peso de la boya tipo “cilindro” considerado por el presente estudio es la sumatoria entre el peso de la estructura y el peso de la longitud del cable de la línea de anclaje.

Peso de la estructura: 13,4 toneladas.

Peso del cable de anclaje a 20 metros de profundidad (65.61 pies): 1,60 toneladas.

PESO ESTIMADO DE LA BOYA: 15,00 toneladas.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PÓRTICO A DISEÑAR Y COMPONENTES

3.2.1 DIMENSIONES DEL PÓRTICO

El Pórtico a diseñar es de tipo “Cabria”, empotrado estructuralmente y amarrado en sus bases a la cubierta principal. Para determinar las dimensiones del Pórtico, proyectamos las dimensiones de la boya tipo “Cilindro” en el plano de barcaza. La boya tiene un diámetro de 5 metros y una altura de 3 metros. La barcaza tiene una manga de 9 metros. Se considera como mínimo una distancia de 0.5 metros entre la boya y la estructura del pórtico. Se establece un área de trabajo mínimo de 4 metros de alto por 6 metros de ancho.

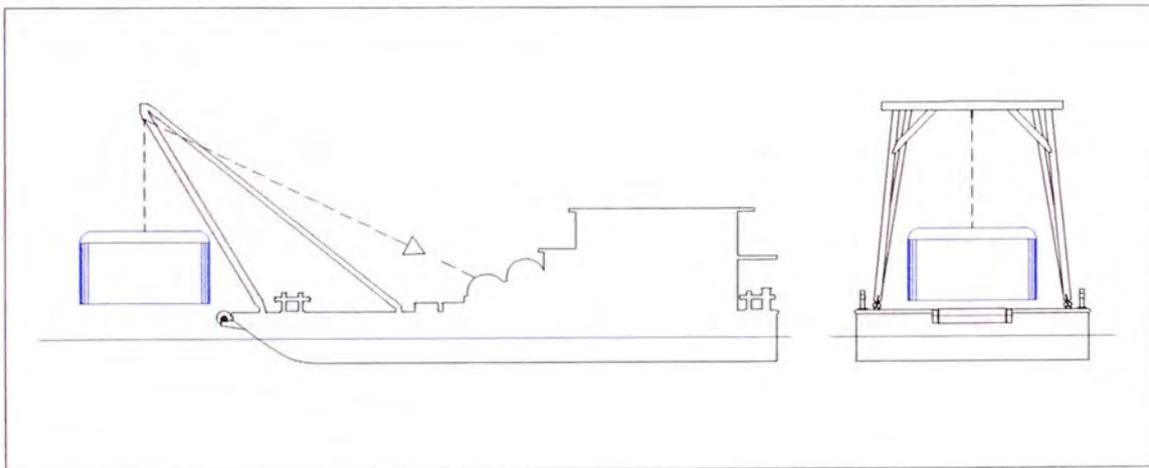


Fig. 3.4: Esquema de ubicación del Pórtico y boya en la Barcaza.

Dimensiones preliminares del Pórtico:

Tabla 3.1: Dimensión preliminar del Pórtico.

Altura Total:	08.60 [m]
Ancho o longitud de Travesaño:	07.00 [m]
Longitud en la dirección de crujía:	10.00 [m]



Fig. 3.5: Vista isométrica del Pórtico.

3.2.2 POLIPASTO DE 35 TON

El Polipasto es de doble polea con bujes de bronce S.A.E. 660 y ranura aceitada. Cuenta con un gancho giratorio y seguro. A continuación se describe las características obtenidas del manual de Crosby:

Tabla 3.2: Características del Polipasto 35 ton.

Marca:	McKissick
Serie:	380
Modelo:	M35D18M
Carga límite de trabajo:	35 [ton]
Factor de Seguridad:	3.6
Peso:	365 [kg]

3.2.3 GRILLETE DE 35 TON

Tabla 3.3: Características del Grillete 35 ton.

Marca:	Crosby
Modelo:	G - 2130
Carga límite de trabajo:	35 [ton]
Factor de Seguridad:	2
Peso:	22.7 [kg]

CAPITULO IV

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS.

4.1 ESTADO SITUACIONAL ACTUAL

El sistema de izaje actual de la barcaza está conformado por un rodillo estructurado en la proa de la barcaza y un winche con Bolard Pull de 60 toneladas soldado a cubierta.

Este sistema está diseñado para instalar fondeaderos que operan con boyas tipo “trompo” de 2 a 5 toneladas de peso. La dificultad del proceso está en la recuperación de las boyas para su mantenimiento o reposicionamiento.

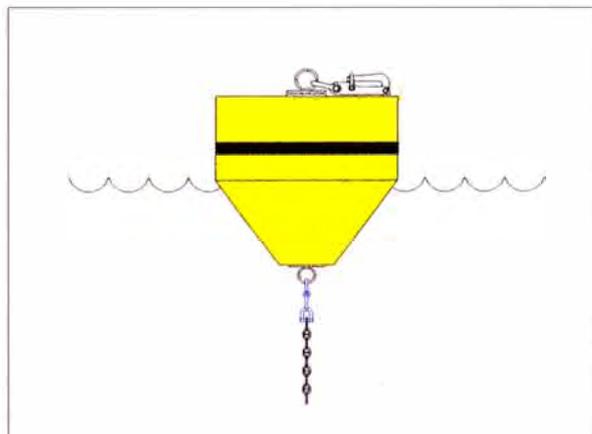


Fig. 4.1: Boya tipo Trompo.

4.2 FUTURO DESEADO.

Se desea izar boyas tipo “Cilindro” de 5 metros de diámetro, 3 metros de altura y 15 toneladas de peso para realizar su mantenimiento o desplazamiento a su nueva posición.

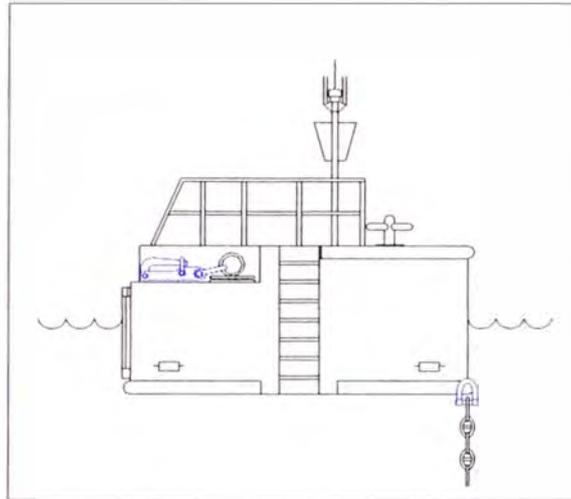


Fig. 4.2: Vista Longitudinal de Boya de $\text{Ø}5\text{m} \times 3\text{m}$.

4.3 DIFICULTADES ENCONTRADAS.

En el proceso de recuperación, el sistema de izaje actual no fue diseñado para embarcar boyas tipo “Cilindro”. Parte de la boya se atascara bajo el casco de la barcaza dificultando su izado.

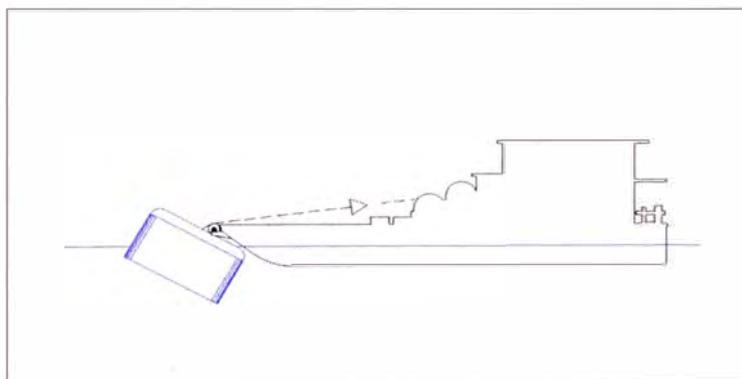


Fig. 4.3: Esquema de izaje de boya de $\text{Ø}5\text{m} \times 3\text{m}$.

4.4 HIPÓTESIS DEL PROYECTO

La forma y dimensiones de la boya Tipo “Cilindro”, exige se modifique el sistema de izaje actual.

Por este motivo se decidió diseñar 01 Pórtico fijo tipo “Cabria” empotrado estructuralmente a la cubierta principal, con las condiciones necesarias para embarcar una boya tipo “Cilindro” de 5 metros de diámetro, 3 metros de altura y 15 toneladas de peso.

El punto de izaje del Pórtico deberá estar a 2.5 metros de la estructura del rodillo (0.5 veces el diámetro de la boya) para facilitar el libre izaje y posterior embarque a cubierta.

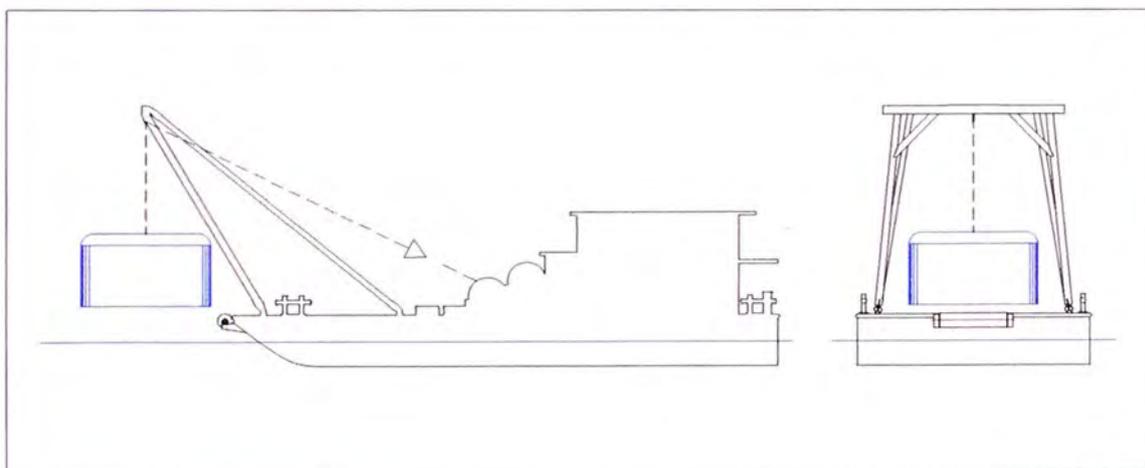


Fig. 4.4: Esquema de izaje con Pórtico de boya de Ø5m x 3m.

CAPITULO V

MARCO TEORICO

5.1 MATERIALES

5.1.1 Materiales que intervienen en la construcción del Pórtico

El pórtico será construido totalmente con acero estructural de calidad ASTM A - 36.

A continuación se describen sus propiedades:

Propiedades Físicas: La densidad del Acero A - 36 es de 7850 kg/m^3 (0.28 lb/in^3), tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPa (36 ksi), y un límite de rotura mínimo de 400 MPa (58 ksi).

Tiene un módulo de elasticidad de 200 GPa o 29.000 ksi (199.948,01 MPa). También tiene un módulo de cizallamiento de 79,3 GPa o 11.500 ksi (79.289,73 MPa).

Composición Química: El acero A36 se compone predominantemente de hierro (98 a 99 por ciento). Contiene 0.18 por ciento de carbono, 0.2 por ciento de cobre y entre 0.8 y 0.9 por ciento de manganeso para aumentar la fuerza y la resistencia. Tiene fósforo (0.04 por ciento máximo) e impurezas de azufre (0.05 por ciento máximo) que pueden hacer el acero frágil si se añade en cantidades demasiado grandes.

Propiedades Mecánicas: En términos de propiedades mecánicas, el acero A36 tiene una resistencia a la tensión o la cantidad de presión necesaria para separar una barra de espesor establecido de 58.000 a 79.800 libras (26.308,35 a 36.196,67 kg) por pulgada cuadrada. Tiene una resistencia de rendimiento de 36.300 psi y un alargamiento del 20 por ciento

Aplicaciones: Debido a que el acero A36 tiene una composición química simple, es muy fácil de soldar, lo que lo convierte en un material estructural atractivo para construir este tipo de estructuras.

5.1.2 Materiales que intervienen en reforzar la cubierta

Las zonas en cubierta donde será empotrado el Pórtico se reforzaran con injerto de 5/8 pulgada de espesor y de acero naval de calidad ASTM A - 131.

Propiedades Físicas: Este acero tiene un límite de fluencia mínimo de 235 MPa (34 ksi), y un límite de rotura mínimo de 400 a 520 MPa (58 – 75 ksi).

Tiene un módulo de elasticidad de 210 GPa o 30.460 ksi y un módulo de cizallamiento de 71,2 GPa o 10.320 ksi (71.186,44 MPa).

Composición Química: Contiene 0.23 por ciento de carbono. Tiene fósforo (0.035 por ciento máximo) e impurezas de azufre (0.040 por ciento máximo)

Propiedades Mecánicas: La dureza de este material varía entre 120 a 140 HB y cuenta con un alargamiento del 21 por ciento.

Aplicaciones: Construcción y reparaciones navales. Puertos, Barcos, Barcazas, etc.

5.2 PROCESO DE PINTADO

El proceso de recubrimiento de protección externo se describe a continuación:

- Arenado al metal blanco. (según Norma SSPP).
- Una capa de anticorrosivo epóxico. Amercoat 71 (2.0 mils seco).
- Dos capas de esmalte epóxico. Duroflex 985 (6.0 mils seco).

5.2 PROCESO DE SOLDADURA

El proceso de soldadura se realizara siguiendo la norma ANSI / AWS D14.1-97 Specification for Welding of industrial and Mill crane and other Material Handling Equipment.

5.3 NORMAS DE REFERENCIA

Las normas referenciales utilizadas en el presente trabajo se presentan a continuación:

GERMANISCHER LLOYD, Regulations for the Construction and Survey of Lifting, Appliance, 1983.

ASME B30.8-2010 Floating Cranes and Floating Derricks.

ANSI / AWS D14.1-97 Specification for Welding of industrial and Mill crane and other Material Handling Equipment.

International Code in Intact Stability 2008_MSC267(85)

5.5 DISEÑO DEL PÓRTICO

5.5.1 DIMENSIONES DEL PÓRTICO

Tabla 5.1: Dimensión final del Pórtico.

Altura Total:	08.60 [m]
Longitud de Travesaño:	07.00 [m]
Longitud en la dirección de crujía:	10.00 [m]

5.5.2 DIMENSIONES DE LOS COMPONENTES (Acero estructural ASTM A-36)

Travesaño:

Viga Tipo I:

Longitud de la Viga: 7.00 [m]

Medidas de la sección transversal:

Altura: 13.5 [pulg]

Ancho: 12.0 [pulg]

Espesor de Alma: $\frac{1}{2}$ [pulg]

Espesor de Ala: $\frac{3}{4}$ [pulg]

Cáncamo Principal:

Plancha de 2" de espesor

Ancho: 294.0 [mm]

Altura: 331.0 [mm]

Diámetro de agujero: 2.0 [pulg]

Cáncamo Secundario:

Plancha de 1 ½" de espesor.

Longitud de plancha: 232.0 [mm]

Diámetro de agujero: 2.0 [pulg]

Parante:**Tubo SCH 80**

Diámetro: 10.0 [pulg]

Longitud: 9163 [mm]

Cáncamos

Plancha de 1 ¼" de espesor.

Longitud de plancha: 670 [mm]

Diámetro de agujero: 3.0 [pulg]

Pin

Longitud: 11 [pulg]

Diámetro: 3.0 [pulg]

Refuerzo (Diagonal):

Tubo SCH 80.

Diámetro: 10.0 [pulg]

Longitud: 2500 [mm]

Templador:

Tubo SCH 80

Diámetro 8.00 [pulg]

Longitud: 12412 [mm]

Cáncamos

Plancha de 1 ¼” de espesor.

Longitud de plancha: 582 [mm]

Diámetro de agujero: 1 ½ [pulg]

Pin

Longitud: 11 [pulg]

Diámetro: 3.0 [pulg]

5.5.3 REFUERZO EN CUBIERTA (Acero estructural ASTM A-131)**Injerto base de Pórtico:**

Plancha de 5/8 pulgada de espesor.

Longitud de plancha: 1000 [mm]

Ancho de plancha: 1000 [mm]

Cáncamos Base Pórtico:

Plancha de 1” de espesor.

Longitud de plancha: 275 [mm]

Diámetro de agujero: 1 ½ [pulg]

Puntal bajo cubierta tipo “Tubo” SCH Ø 4”:

Se instala un puntal bajo la base de los parantes del Pórtico.

5.5.3.1 CÁLCULO DEL REFUERZO EN CUBIERTA

Para una carga en cubierta de 16.8 ton, se eligió instalar un injerto de 5/8 pulg (15.9 mm) de espesor bajo la base del Pórtico, aquí se detalla el cálculo:

CUBIERTA DE CARGA:

$$t = 0.00395sh^{0.5} + 1.5 \text{ mm}$$

$$t = \boxed{15.9} \text{ mm}$$

$$s = 500.0 \text{ mm}$$

$$h = 52.9763 \text{ m}$$

$$\boxed{P = 374.5 \text{ kN/m}^2}$$

No menor de ($t_m = 5.0 \text{ mm}$)

t: Espesor de cubierta.

P : Carga distribuida en cubierta.

$$\boxed{P = 38.180 \text{ ton/m}^2}$$

P > 16.8 ton CUMPLE

REFUERZOS DE CUBIERTA:

Refuerzos principales de Cubierta.

$$SM = 7.8chs^2 \text{ cm}^3$$

Longitudinal "T" ALMA 288x9.5 ALA 120x9.5mm

$$SM = 500.26 \text{ cm}^3$$

$$c = 0.585$$

$$s = 0.500 \text{ m}$$

$$l = 1.850 \text{ m}$$

$$h = 64.07 \text{ m}$$

$$\boxed{P = 453.0 \text{ kN/m}^2}$$

P : Carga distribuida en cubierta.

$$\boxed{P = 46.1724 \text{ ton/m}^2}$$

P > 16.8 ton CUMPLE

Eslora "T" ALMA 288x9.5 ALA 120x9.5mm

$$SM = 500.26 \text{ cm}^3$$

$$c = 0.585$$

$$s = 0.500 \text{ m}$$

$$l = 1.500 \text{ m}$$

$$h = 97.45 \text{ m}$$

$$\boxed{P = 689.0 \text{ kN/m}^2}$$

P : Carga distribuida en cubierta.

$$\boxed{P = 70.2334 \text{ ton/m}^2}$$

P > 16.8 ton CUMPLE

PUNTAL BAJO CUBIERTA:**"TUBO" SCH 60 Ø4"**

$$W_a = [1.232 - 0.00452(L/r)]A \quad \text{ton}$$

$$\begin{aligned} L &= 81.00 \text{ cm} \\ r &= 3.83 \text{ cm} \\ A &= 20.48 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

W_a : Carga permisible del puntal [ton]

L : Longitud de puntal [cm]
r : Radio de Giro [cm]
A : Area de seccion transversal [cm²]

$$W_a = 23.2717 \text{ ton}$$

$$W_a > 16.8 \text{ ton}$$

$$W = 1.025x(b)^*(D)^*(s) \quad \text{ton}$$

$$\begin{aligned} s &= 0.500 \text{ m} \\ b &= 1.500 \text{ m} \\ D &= 0.810 \text{ m} \end{aligned}$$

W : Carga permisible requerido por la norma [ton]

$$W = 0.62269 \text{ ton}$$

$$W < W_a \quad \text{CUMPLE}$$

5.6 ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y ESTRUCTURAS

5.6.1 DIAGRAMA DE CARGAS

Las cargas a las cuales está sometido los diferentes elementos del Pórtico se determinan mediante el cálculo estático de esfuerzos. Las principales Cargas se detallan a continuación:

CANCAMO CENTRA:	25.715 Ton
PARANTES:	16.800 Ton (en Compresión)
TEMPLADORES:	10.285 Ton (en Tracción)

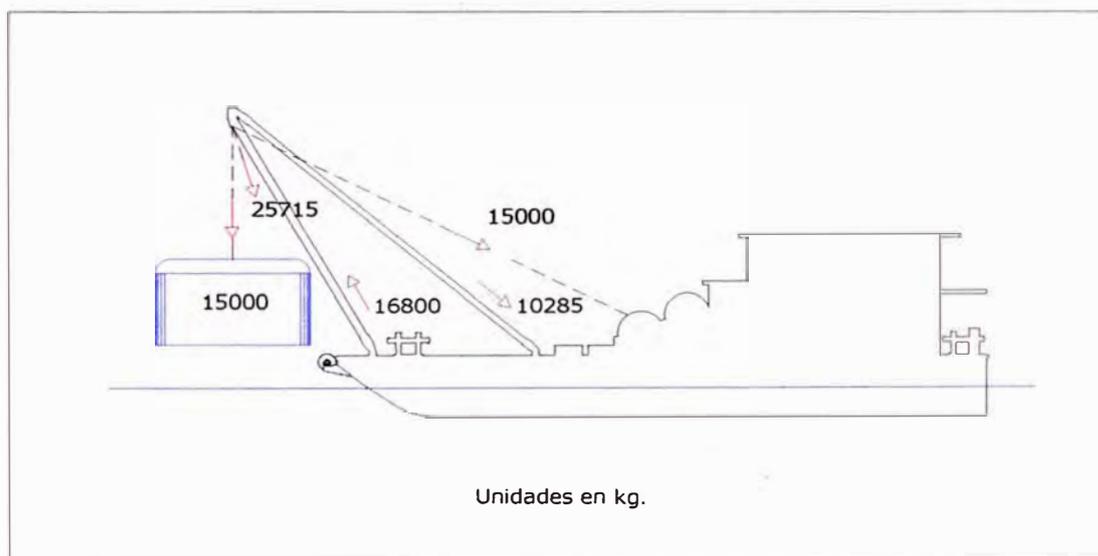


Fig. 5.1: Diagrama de Cargas del Pórtico.

5.6.1.1 FACTOR DE SEGURIDAD

La estructura en general ha sido diseñada para asegurar un factor de seguridad mayor que 2.0 con respecto a la carga límite de elasticidad del material del que está construido, recomendado por el reglamento de la Germanischer Lloyd para artefactos de elevación.

5.6.2 ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS

El Pórtico se modelo en SOLIDWORK versión 2014, programa CAD/CAE (Diseño e Ingeniería Asistidos por Computadora). Este programa se basa en el método de elementos finitos (FEM - Finite Element Method), en el cual se divide la pieza en pequeños elementos que tienen forma sencilla, lo que se denomina mallado, con el fin de determinar las deformaciones y los esfuerzos. La pieza se modelo con una malla de 17600 elementos.

A continuación los resultados del Análisis por Elementos Finitos:

TRAVESAÑO

Esfuerzos:

El esfuerzo máximo que está sometido el Travesaño tiene un valor de 102.9 MPa.

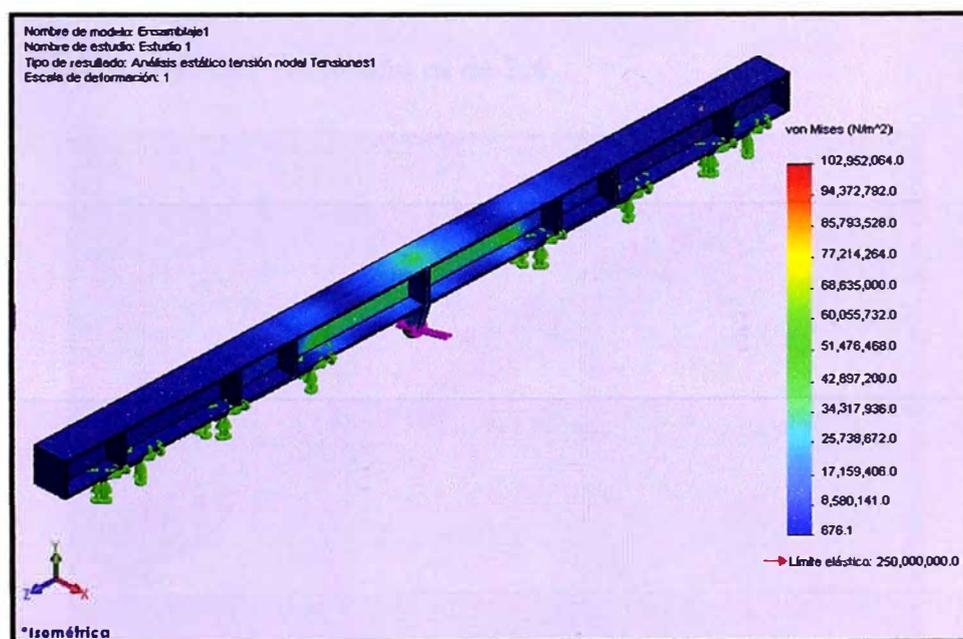


Fig. 5.2: Análisis de esfuerzos – Travesaño.

Deformaciones:

Las deformaciones máximas de la estructura es 0.485 mm

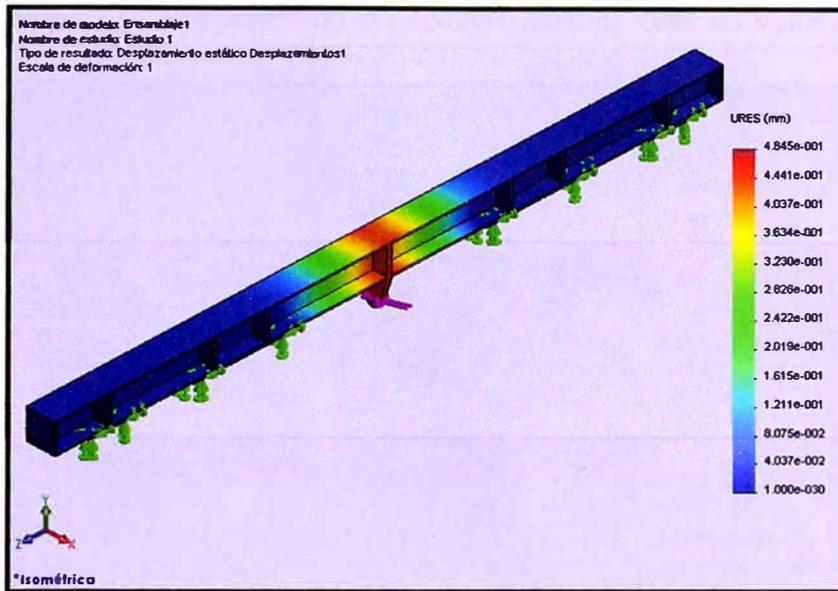


Fig. 5.3: Análisis de deformaciones – Travesaño

Factor de Seguridad:

El factor de seguridad del Travesaño es de 2.4

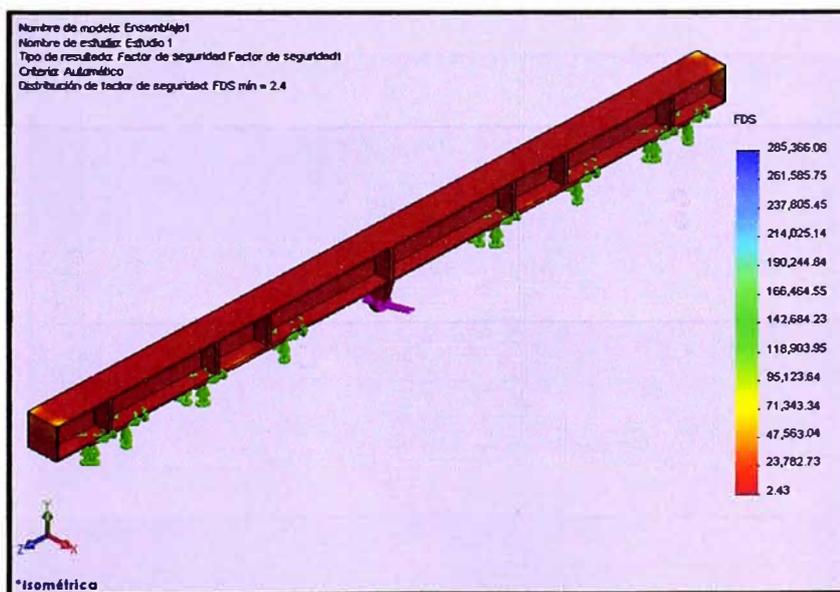


Fig. 5.4: Análisis de factor de seguridad - Travesaño

CÁNCAMO CENTRAL DEL TRAVESAÑO

Esfuerzos:

Esfuerzo máximo que está sometido el cáncamo central tiene un valor de 118 MPa.

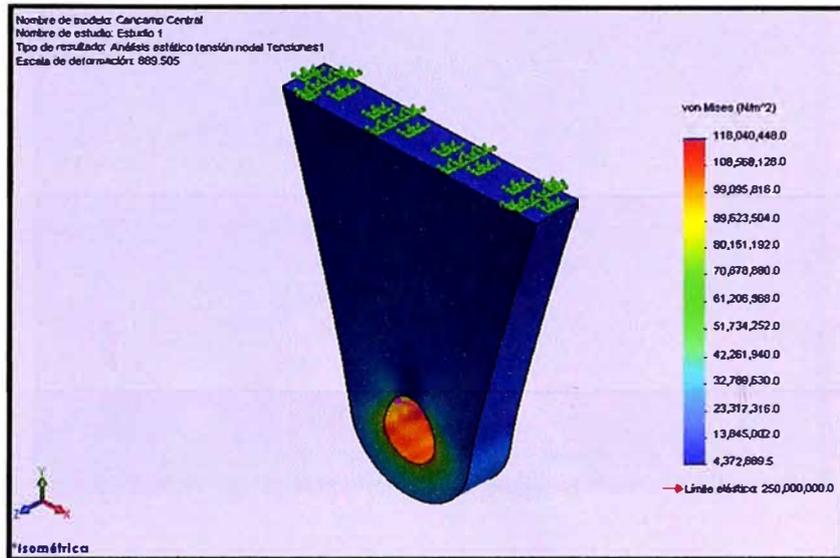


Fig. 5.5: Análisis de esfuerzos – Cáncamo.

Deformaciones:

La deformación máximas del cáncamo centro del Travesano es 0.0393 mm.

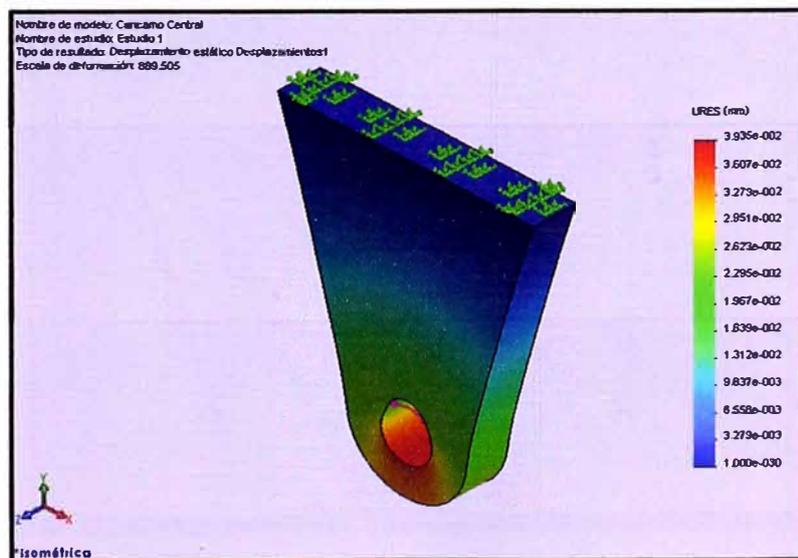


Fig. 5.6: Análisis de deformaciones – Cáncamo.

Factor de Seguridad:

El factor de seguridad del cáncamo central del Travesaño es de 2.1

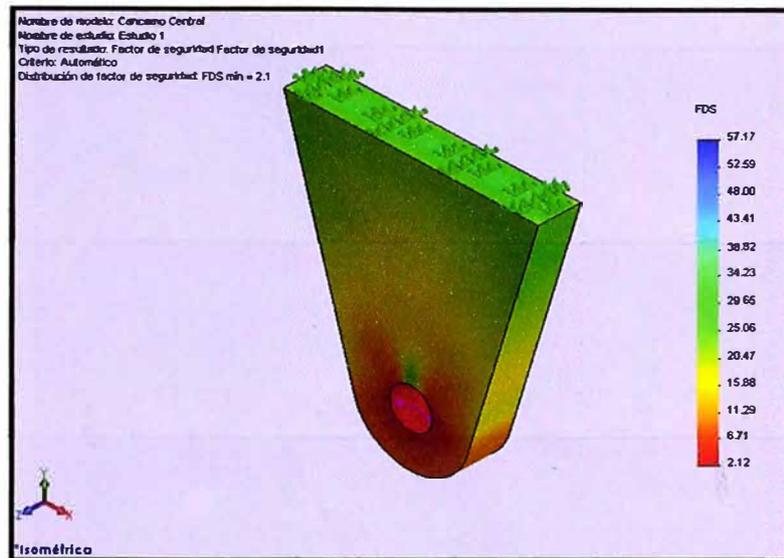


Fig. 5.7: Análisis de factor de seguridad – Cáncamo.

PÓRTICO

Esfuerzos:

El esfuerzo máximo que está sometido el Pórtico tiene un valor de 123 MPa.



Fig. 5.8: Análisis de esfuerzos – Pórtico.

Deformaciones:

La deformación máxima de la estructura es 9.23 mm.

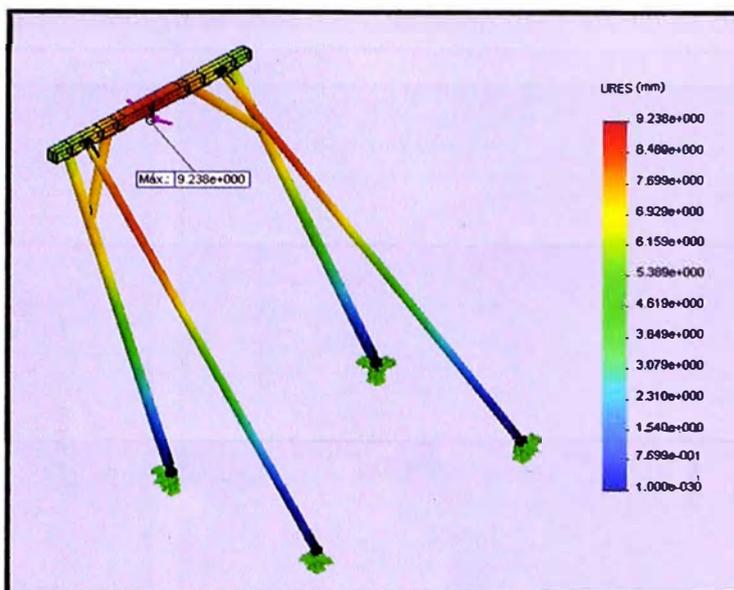


Fig. 5.9: Análisis de deformaciones – Pórtico.

Factor de Seguridad:

El factor de seguridad del Pórtico es de 2.02.

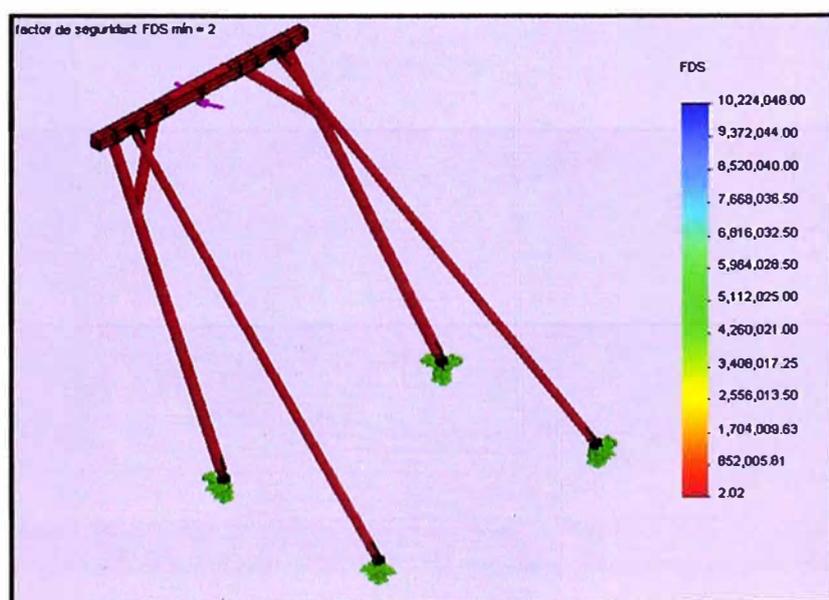


Fig. 5.10: Análisis de factor de seguridad – Pórtico.

CÁNCAMO DE BASE DE PARANTE

Esfuerzos:

Esfuerzo máximo sometido a la base del Cáncamo del Parante es de 109.5 MPa.

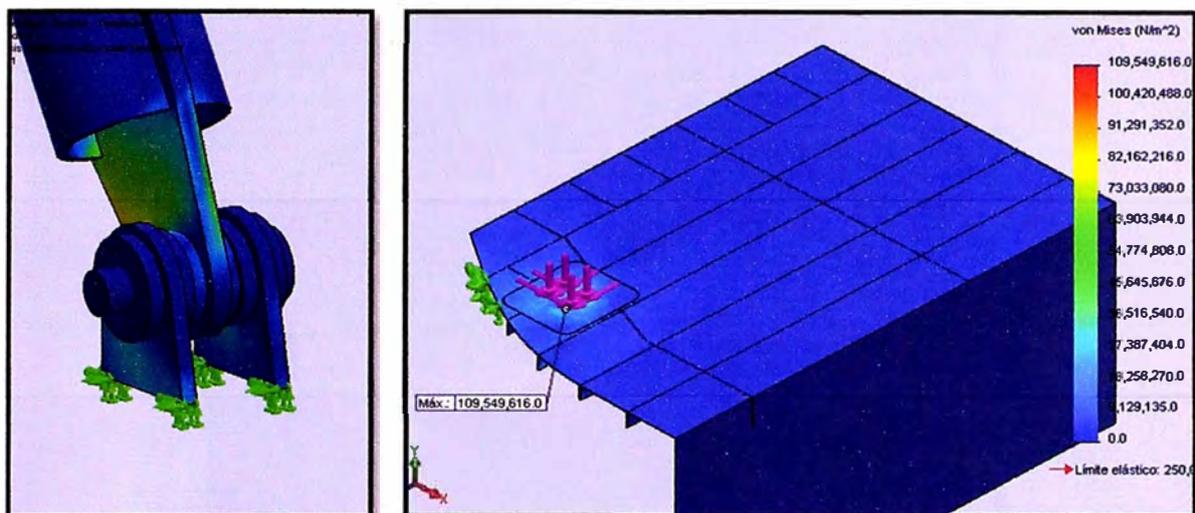


Fig. 5.11: Análisis de esfuerzos – Base Parante.

Deformaciones:

La deformación máximas de la estructura en esta zona es 0.25 mm.

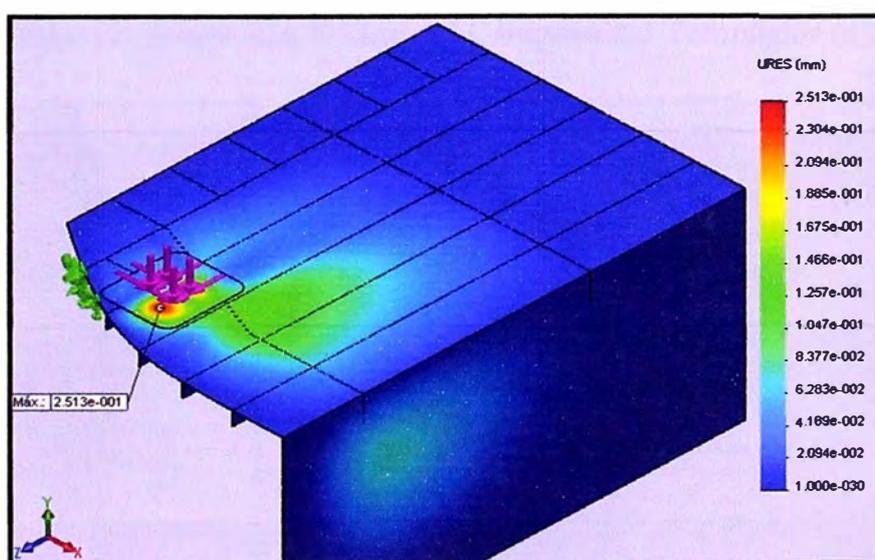


Fig. 5.12: Análisis de deformaciones – Base de Parante.

Factor de Seguridad:

El factor de seguridad del injerto de Plancha de 5/8" en la base del Cáncamo del Parante es de 2.28.

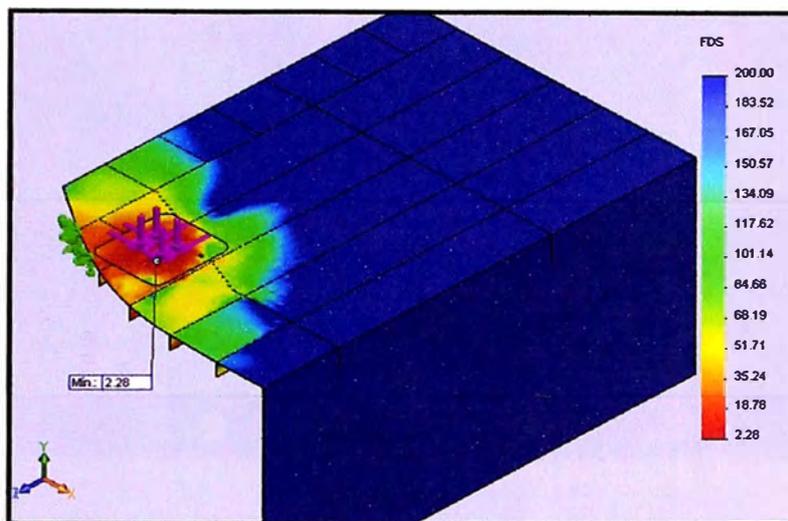


Fig. 5.13: Análisis de factor de seguridad – Base de Parante.

CÁNCAMO DE BASE DE TEMPLADOR

Esfuerzos:

El esfuerzo máximo sometido a la base del Cáncamo del Templador es de 53,9 MPa.

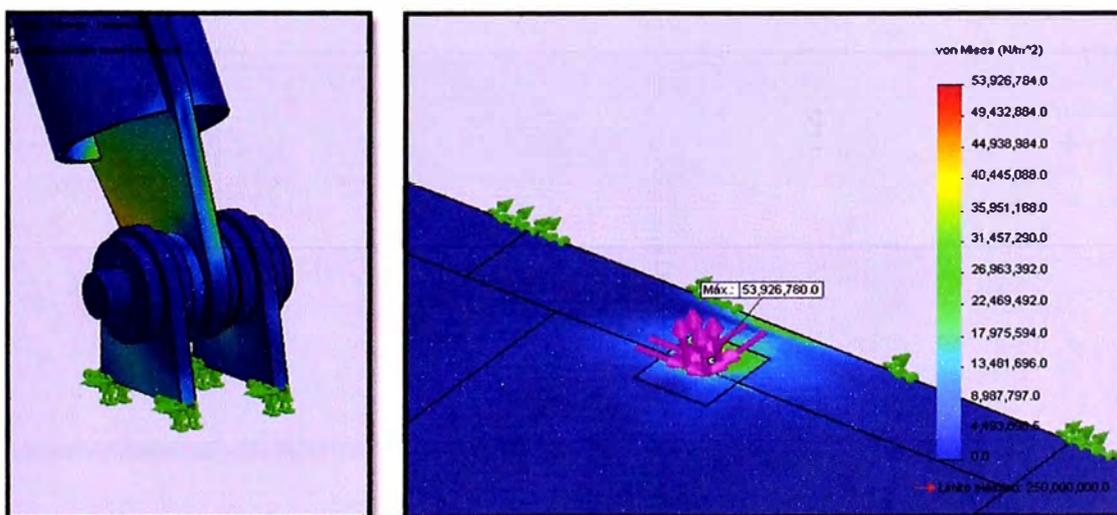


Fig. 5.14: Análisis de esfuerzos – Base Templador.

Deformaciones:

La deformación máxima de la estructura en esta zona es 1.48 mm.

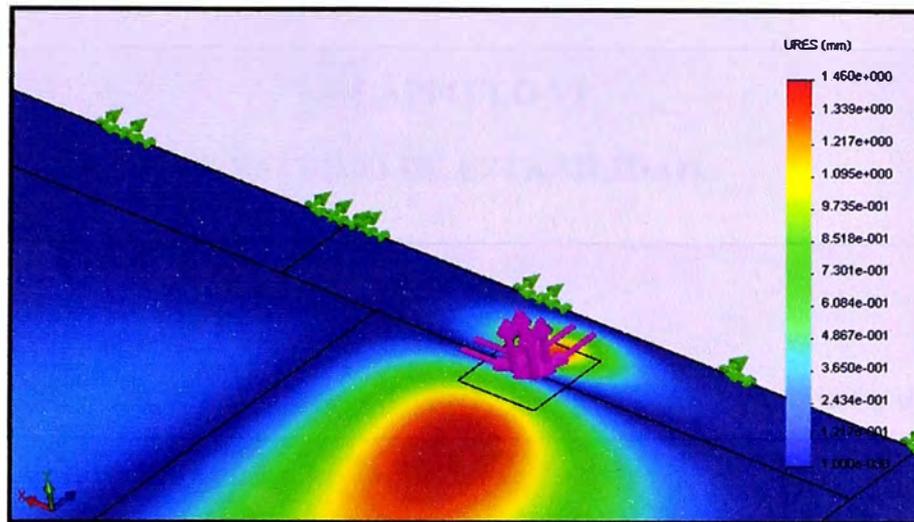


Fig. 5.15: Análisis de deformaciones – Base Templador.

Factor de Seguridad:

El factor de seguridad del injerto de Plancha de 5/8” en la base del templador es de 4.64.

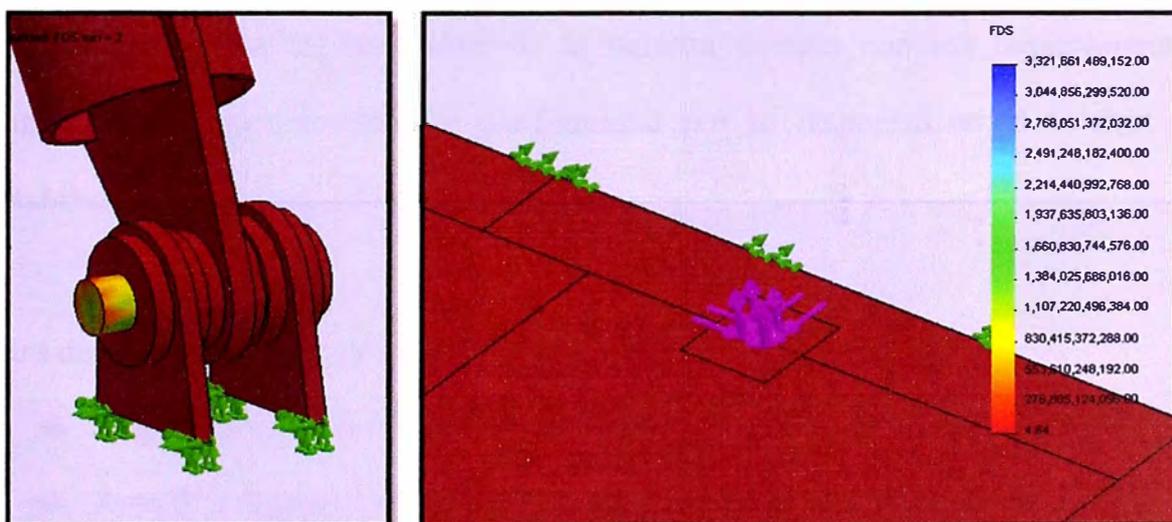


Fig. 5.16: Análisis de factor de seguridad – Base Templador.

CAPITULO VI

ESTUDIO DE ESTABILIDAD.

La capacidad de carga del Pórtico depende de su resistencia estructural, capacidad del cable, aparejo de izaje y de la estabilidad de la barcaza o estructura flotante donde el Pórtico está montada.

Por este motivo, se ha realizado un estudio preliminar para verificar que los nuevos pesos no afecten la estabilidad.

6.1 CRITERIOS DE ESTABILIDAD INTACTA (Sin Avería)

Es importante que la estabilidad de la barcaza cumpla con los requerimientos enumerados a continuación, de conformidad por lo dispuesto en el Código de estabilidad intacta IMO 2008_MSC267 (85).

Para determinados tipos de naves:

Angulo de GZ máximo no debe ser menor que (\geq) 20 grados.

Área 0° a GZ_{max}° no debe ser menor que (\geq) 0.08 metros-radianes.

GMt inicial, no debe ser menor que (\geq) 0.15 metros.

Por el Brazo Adrizante del Viento:

Angulo de Escora constante no debe ser mayor que (\leq) 15 grados.

↓ Ang. Escora por Viento Cte / Ang. De Inmersión de Cbta° no debe ser mayor que (\leq) 50.00 %.

6.2 CONDICIONES OPERACIONALES.

A fin de evaluar la estabilidad de la barcaza en base a sus condiciones operacionales, se tendrá en cuenta las siguientes condiciones de carga.

Condición I: Rosca.

Condición II: Carga Liquida y 100 % Consumibles.

Condición III: Carga Liquida y 10 % Consumibles.

Condición IV: Carga en Cubierta (Boya) y 100 % Consumibles.

Condición V: Carga en Cubierta (Boya) y 10 % Consumibles.

Condición VI: Carga Colgante (Boya Colgante) y 100 % Consumibles.

Condición VII: Carga Colgante (Boya Colgante) y 10 % Consumibles.

6.3 SISTEMA DE REFERENCIA.

El siguiente sistema de referencia será utilizado en los cálculos:

Distancias Longitudinales.- Serán referidas desde el espejo del extremo de popa de la bcza; distancia a proa del espejo serán con signo positivo (+).

- ✚ Distancias Verticales.- Estarán referidas a la línea de base. Positivo (+) serán ubicadas por sobre la línea base.
- ✚ Distancias Transversales.- Están referidas a la línea de crujía. Las distancias hacia estribor son positivas (+) y hacia babor son negativas (-).
- ✚ El Trimado.- Corresponde a la diferencia entre el calado en la perpendicular de popa menos el calado en la perpendicular de proa, referido a la línea base. El trimado a popa es considerado positivo (+).

Las escoras hacia estribor son positivas (+) y hacia babor son negativas (-).

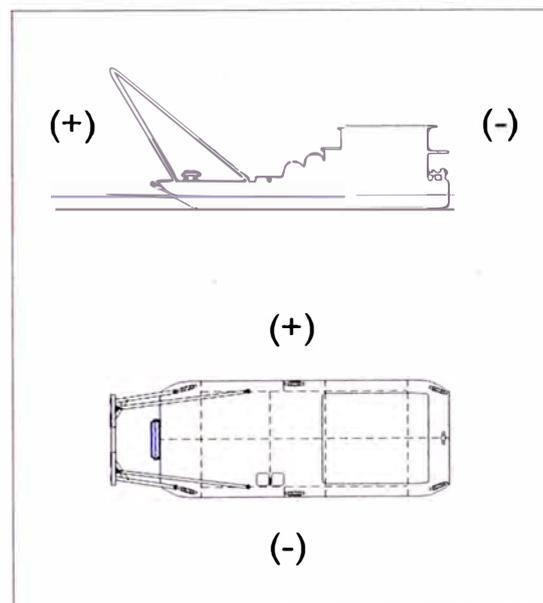


Fig. 6.1: Esquema de sistema de referencia.

6.4 ESTIMACIÓN DE PESOS.

6.4.1 ESTIMACIÓN DE PESOS DE LA BARCAZA.

Tabla 6.1: Estimación de pesos de la Barcaza.

Item	Descripción	Peso [Kg]	LCG [m]	KG [m]	TG [m]	M I [Ton - m]	M II [Ton - m]	M III [Ton - m]
1.0	ACERO							
1.1	Casco	17,632.2	9.985	0.432	0.000	176057.8	7617.1	0.0
1.2	Cubierta + Injerto Portico	11,941.9	10.363	2.104	0.000	123753.9	25125.8	0.0
1.3	Mamparos Transversales	4,234.8	10.257	1.050	0.000	43435.9	4446.5	0.0
1.4	Mamparos Long. Br - Er	4,016.8	10.500	1.050	0.000	42176.5	4217.7	0.0
1.5	Cuadernas	11,648.3	10.000	1.050	0.000	116482.5	12230.7	0.0
1.6	Palmejar de Casco	425.1	10.500	1.050	0.000	4463.3	446.3	0.0
1.7	Esloras	1,916.9	10.500	1.928	0.000	20127.2	3695.1	0.0
1.8	Carlingas	1,916.9	10.500	0.172	0.000	20127.2	329.7	0.0
1.9	Caseta	12,293.7	10.500	3.854	0.040	129083.5	47376.9	495.7
1.10	Sobrecaseta	6,474.7	10.500	5.665	0.033	67984.1	36678.7	216.7
1.11	Puntal	26.0	20.000	1.553	0.000	520.8	31.1	0.0
1.12	Acabados - Estimado							
1.13	Bitas - Estimado	1,320.0	10.500	2.500	0.000	13860.0	3300.0	0.0
1.14	Escalera Real - Estimado	212.0	6.500	2.100	2.800	1378.0	445.2	593.6
1.15	Rodillo - Estimado	641.0	21.220	1.960	0.000	13602.0	1256.4	0.0
1.16	Cubichete - Estimado	160.0	13.000	2.300	-3.000	2080.0	368.0	-480.0
1.17	Piso de Camara Hiperbarica	550.0	11.000	0.500	0.000	6050.0	275.0	0.0
1.18	1. Escaleras de Gato (2)	90.0	13.000	0.500	0.500	1170.0	45.0	45.0
	2. Escaleras de Gato (1)	45.0	9.100	3.200	3.100	409.5	144.0	139.5
	3. Escaleras de Gato (1)	45.0	5.700	3.100	-3.500	256.5	139.5	-157.5
	4. Escaleras de Gato (1)	45.0	6.500	3.100	-2.800	292.5	139.5	-126.0
1.19	Ductos de Ventilacion	1,000.0	5.000	3.100	0.000	5000.0	3100.0	0.0
1.20	Cachimbos	150.0	3.500	6.500	0.000	525.0	975.0	0.0
1.21	Bases de Winches (02)	350.0	8.500	2.200	0.000	2975.0	770.0	0.0
1.22	Tapas de Cubichete (02)	100.0	8.000	2.500	-3.200	800.0	250.0	-320.0
1.23	Tubo de Regala	990.0	10.500	2.050	0.000	10395.0	2029.5	0.0
1.24	Barandas	600.0	5.500	4.500	0.000	3300.0	2700.0	0.0
1.25	Puertas Estancas(03)	250.0	6.000	3.000	0.000	1500.0	750.0	0.0
1.26	Soporte Mesa de Comedor	50.0	4.000	2.500	-0.900	200.0	125.0	-45.0
1.27	Bancas	30.0	4.000	2.500	-0.900	120.0	75.0	-27.0
1.28	Registros(03)	225.0	11.000	2.100	4.200	2475.0	472.5	945.0
	Registros(05)	375.0	10.000	2.100	-4.200	3750.0	787.5	-1575.0
1.29	Mastelero	75.0	4.500	6.000	0.000	337.5	450.0	0.0
1.30	Tanques (02)	400.0	4.600	6.500	0.000	1840.0	2600.0	0.0
1.31	Tanques SM(02)	300.0	4.500	0.500	0.500	1350.0	150.0	150.0
1.32	Mesa de Trabajo	60.0	3.500	0.800	-3.000	210.0	48.0	-180.0
1.33	Piso de Sala Maquinas	320.0	6.000	0.250	0.000	1920.0	80.0	0.0
1.32	Varios 10%	722.8	10.500	0.000	0.000	7589.4	0.0	0.0

2.0	Soldadura 4,0%		3,265.3						
3.0	Albañilería	Caseta	3,700.0	3.500	2.100	0.500	12950.0	7770.0	1850.0
		Sobrecaseta	264.0	6.700	4.400	-0.300	1768.8	1161.6	-79.2
4.0	Carpintería	Caseta	100.0	4.000	3.100	0.100	400.0	310.0	10.0
		Sobrecaseta	420.0	4.000	4.400	0.200	1680.0	1848.0	84.0
5.0	Equipos								
		Winches y Cables	11,793.0	9.947	2.900	0.000	117305.0	34199.7	0.0
		Camara Hiperbarica	1,500.0	11.250	1.000	0.400	16875.0	1500.0	600.0
		Grupo Electrogenerador	1,200.0	7.193	0.300	0.000	8631.6	360.0	0.0
		Compresor	1,200.0	0.476	4.762	0.000	571.2	5714.4	0.0
6.0	Sistemas		3,000.0	6.000	0.500	0.000	18000.0	1500.0	0.0
	Peso Total		108,075.3	9.306	2.017	0.020	1005779.9	218034.2	2139.8

CENTRO DE GRAVEDAD

LCG [m]	VCG [m]	TCG [m]
9.306	2.017	0.020

PESO EN LIVIANO

Peso [Kg]
108,075.3

6.4.2 ESTIMACIÓN DE PESOS DEL PÓRTICO.

Tabla 6.2: Estimación de pesos del Pórtico.

N°	Descripción	Cant	Unid	Peso Unit [kg]	Peso Total [Kg]	Observaciones
1	Viga I de Alma 13.5"x1/2", Ala 12"x3/4"	1	unid	558.362	558.362	Travesaño (Longitud 7.0 metros)
2	Plancha de 1 1/2" x 304.8mmx146mm	18	unid	13.310	239.571	Refuerzos Interiores Travesaño
3	Plancha de 3/4"x14"x1050 mm	2	unid	55.836	111.672	Refuerzo Travesaño-Diagonal
4	Plancha de 3/4"x14"x440 mm	2	unid	23.398	46.796	Refuerzo Travesaño-Parante
5	Plancha de 3/4"x12"x2000 mm	1	unid	15.953	15.953	Refuerzo Travesaño superior
6	Plancha de 2" x 12"x350 mm	1	unid	42.542	42.542	Cáncamo Central
7	Plancha de 1 1/2"x12"x230 mm	2	unid	20.967	41.934	Cáncamo Lateral
8	Tubo SCH 80 Ø 10" x 9930 mm	2	unid	950.694	1901.388	Parantes
9	Tubo SCH 80 Ø 8" x 12754 mm	2	unid	824.399	1648.797	Templador
10	Tubo SCH 80 Ø 10" x 2500 mm	2	unid	239.349	478.698	Diagonal
11	Plancha de 1 1/4" x 11" x 570 mm	4	unid	39.693	158.772	Cáncamos de Parantes
12	Plancha de 1 1/4" x 9" x 500 mm	4	unid	28.488	113.951	Cáncamos de Templador
13	Barra de 1 1/2" x 12"	6	unid	2.728	16.367	Pin de Parante y Travesaño
14	Barra de 1/8" x 1000 mm	1	unid	0.062	0.062	Seguro de Pin
15	Plancha de 1"x 300 mm x 300 mm	16	unid	17.945	287.122	Cáncamos base Pórtico
TOTAL [kg]					5661.989	
Soldadura 5%					283.099	
Pintura					29.702	

CENTRO DE GRAVEDAD

LCG [m]	VCG [m]	TCG [m]
21.974	7.567	0.000

PESO DEL PÓRTICO

Peso [Kg]
5,974.8

RESUMEN DE CÁLCULOS

DOCUMENTO DE REFERENCIA

IMO - International Code on Intact Stability 2008_MSC267(85)

Nº	CONDICIÓN DE CARGA	DESP. [ton]	CARGA BOYA [ton]	CARGA LIQUIDA [ton]	RESULTADOS					
					F.B. [m]	θ de GZ max. [deg]	Área (0°-GZmax) [m.rad]	GMt Inicial [m]	θ Esc Viento Cte [deg]	θ Esc. Viento Cte θ Inm. Cbta [%]
					1	Rosca	143.7	-	-	1.28
2	Carga Líquida y 100% Consumibles	163.8	-	20.15	1.16	22.7	0.4145	5.909	1.1	7.78
3	Carga Líquida y 10% Consumibles	151.5	-	20.15	1.23	21.8	0.3977	6.155	1.1	6.82
4	Carga en Cubierta y 100% Consumibles	172.1	15.00	-	1.12	21.8	0.3414	5.194	1.2	8.39
5	Carga en Cubierta y 10% Consumibles	146.4	15.00	-	1.25	21.8	0.3910	6.144	1.1	7.29
6	Carga Colgante en Pórtico y 100% Consumibles	172.1	15.00	-	1.11	20.9	0.2874	4.735	1.3	9.57
7	Carga Colgante en Pórtico y 10% Consumibles	159.8	15.00	-	1.18	20.9	0.3055	5.080	1.3	8.25

Nº	CONDICIÓN DE CARGA	DESP. [ton]	CARGA BOYA [ton]	CARGA LIQUIDA [ton]	ESTATUS DE LOS REQUERIMIENTOS EXIGIDOS					
					F.B. [m]	θ de GZ max. [deg]	Área (0°-GZmax) [m.rad]	GMt Inicial [m]	θ Esc Viento Cte [deg]	θ Esc. Viento Cte θ Inm. Cbta [%]
					0.30	20.0	0.080	0.150	15.0	50.0
1	Rosca	143.7	-	-	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
2	Carga Líquida y 100% Consumibles	163.8	-	20.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
3	Carga Líquida y 10% Consumibles	151.5	-	20.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4	Carga en Cubierta y 100% Consumibles	172.1	15.00	-	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5	Carga en Cubierta y 10% Consumibles	146.4	15.00	-	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6	Carga Colgante en Pórtico y 100% Consumibles	172.1	15.00	-	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7	Carga Colgante en Pórtico y 10% Consumibles	159.8	15.00	-	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 6.3: Resumen del Estudio Preliminar de Estabilidad.

6.6 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO PRELIMINAR DE ESTABILIDAD:

En el cuadro de Resumen del Estudio se puede observar que para las condiciones operacionales de carga, se cumple con los criterios de estabilidad requeridos por el Código de estabilidad intacta IMO 2008_MSC267 (85).

CAPITULO VII

ESTRUCTURA DE COSTOS.

El costo total de la fabricación, incluyendo el montaje, mano de obra, alquiler de equipos, insumos y materiales asciende a 78,104.4 nuevos soles.

A continuación se presenta el detalle:

Tabla 7.1: Estructura de costos.

N°	Descripción	Cant	Unid	Cost Unit [S/]	Cost Total [S/]	Observaciones
1	Viga I de Alma 13.5"x1/2", Ala 12"x3/4"	1	unid	6209.0	6209.0	Travesaño (Longitud 7.0 metros)
2	Plancha de 1 1/2" x 304.8mmx146mm	18	unid	74.0	1332.0	Refuerzos Interiores Travesaño
3	Plancha de 3/4"x14"x1050 mm	2	unid	310.4	620.9	Refuerzo Travesaño-Diagonal
4	Plancha de 3/4"x14"x440 mm	2	unid	130.1	260.2	Refuerzo Travesaño-Parante
5	Plancha de 3/4"x12"x2000 mm	1	unid	88.7	88.7	Refuerzo Travesaño superior
6	Plancha de 2" x 12"x350 mm	1	unid	236.5	236.5	Cáncamo Central
7	Plancha de 1 1/2"x12"x230 mm	2	unid	116.6	233.2	Cáncamo Lateral
8	Tubo SCH 80 Ø 10" x 9930 mm	2	unid	10571.7	21143.4	Parantes
9	Tubo SCH 80 Ø 8" x 12754 mm	2	unid	9167.3	18334.6	Templador
10	Tubo SCH 80 Ø 10" x 2500 mm	2	unid	2661.6	5323.1	Diagonal
11	Plancha de 1 1/4" x 11" x 570 mm	4	unid	220.7	882.8	Cáncamos de Parantes
12	Plancha de 1 1/4" x 9" x 500 mm	4	unid	158.4	633.6	Cáncamos de Templador
13	Barra de 1 1/2" x 12"	6	unid	60.7	364	Pin de Parante y Travesaño
14	Barra de 1/8" x 1000 mm	1	unid	17.3	17.3	Seguro de Pin
15	Plancha de 1" x 300 mm x 300 mm	16	unid	99.8	1596.4	Cáncamos base Pórtico
16	Plancha de 1/2" x 20" x 20"	4	unid	25.7	103	Injerto Base Pórtico
17	Barra de 5/8" x20"	40	unid	43.9	1755	Pasos en el Templador
18	Soldadura en general	1	Global	7915	7914.5	
19	Oxicorte en general	1	Global	3166	3165.8	
20	Montaje del Pórtico en la Bcza	1	Global	2500	2500	
21	Grúa	5	días	200	1000	Costo de alquiler
22	Montacargas	5	días	50	250	Costo de alquiler
23	Arenado	88	m2	6	528	Arenado al blanco
24	Pintado - Aplicación	88	m2	8	704	3 capas
25	Pintado - Insumos	1	Global	1793.1	1793	3 capas
26	Traslado de Materiales	3	unid	200	600	Costo de transporte
27	Petróleo	50	gal	10.3	515	Consumo de equipos
TOTAL [S/]					78104.4	
TOTAL [USD\$]					28095.13	

CONCLUSIONES

1. Inicialmente se demostró que el sistema actual de izaje de la barcaza no permite embarcar o desembarcar boyas tipo “Cilindro”, comúnmente utilizadas en los fondeaderos para buques de altura.
2. Se plantea la hipótesis de montar un Pórtico tipo “Cabria” en la cubierta de la barcaza.
3. Se presenta las dimensiones del Pórtico a diseñar.
4. Se realiza el estudio de Análisis de Esfuerzos y Estructuras del Pórtico y se demuestra que el diseño cuenta con un factor de seguridad mayor a 2.
5. Se verifica que el injerto de plancha de 5/8”, instalado bajo las bases del Pórtico, tiene un factor de seguridad mayor a 2.
6. Se realiza el Estudio de Estabilidad final, se verifica que la barcaza cumple con los criterios requeridos por el Código de estabilidad intacta IMO 2008_MSC267 (85).
7. Se concluye que el diseño propuesto cumple con los requerimientos operacionales necesarios para izar boyas tipo “Cilindro”, comúnmente utilizadas en los fondeaderos para buques de altura.

BIBLIOGRAFIA

TEXTOS:

1. Memoria Descriptiva de Barcaza Ondina. Luis Calmet, Lima, 2005.
2. Especificaciones Técnicas para Suministro de Boyas de Anclaje, Compañía Minera Antamina S.A. 2001.
3. Instalaciones Marítimas – Boyas de Amarre, Compañía Minera Antamina S.A. 2000.
4. Sistema de anclaje de boyas amarraderos B/T. BPZ exploración & producción SRL. 2007.
5. ABS – Rules for Building and Classing, Steel Barges, 2009.
6. Historia de la industria del Petróleo en el Perú desde sus comienzos hasta la fecha. Ing. Fernando Noriega Calme, 1962.
7. International Code in Intact Stability 2008 MSC267(85), IMO, 2008.
8. Regulations for the Construction and Survey of Lifting, Appliance, Germanischer Lloyd, 1983.
9. Floating Cranes and Derricks, ASME B30.8, 2010.
10. Equipo de Amarre, Fondeo y Remolque. ITES Paraninfo.
11. Ingeniería Marítima: Sistemas de Fondeo y Anclaje. Universidad Politécnica de Madrid. 2007.
12. Diseño de una barcaza con Arreglo de arboladura por el Metodo de Elementos Finitos. Ing. Mierwen Palacios Aranda, Ing. Anwar Julio Yarin Achachagua, Ing. Yasser Hipólito Yarin Achachagua.

13. Repotenciación del Sistema Estructural de la Grúa “SMITH RICE” del Terminal Marítimo del Puerto de Balao. Hernán Javier Paredes Tobar, Jorge Javier Recalde Benítez. 2007.
14. Meriam. Mecánica para ingenieros. Estática. Editorial Reverte. 1984.
15. TIMOSHENKO, Teoría de las estructuras, Young DH, 1981.

CATALOGOS:

16. Manual Controlled, SKAGI BU – 140 Specifications, Rasmussen Equipment Company. 2012.
17. Planchas Gruesas ASTM A – 131, SIDERPERU. 2014.
18. Manuel de Cables, PROCABLES. 2014.
19. Barge Stability Guidelines, Maritime New Zealand.2006.
20. Catálogo de Productos CROSBY, The Crosby Group, INC. 2009.

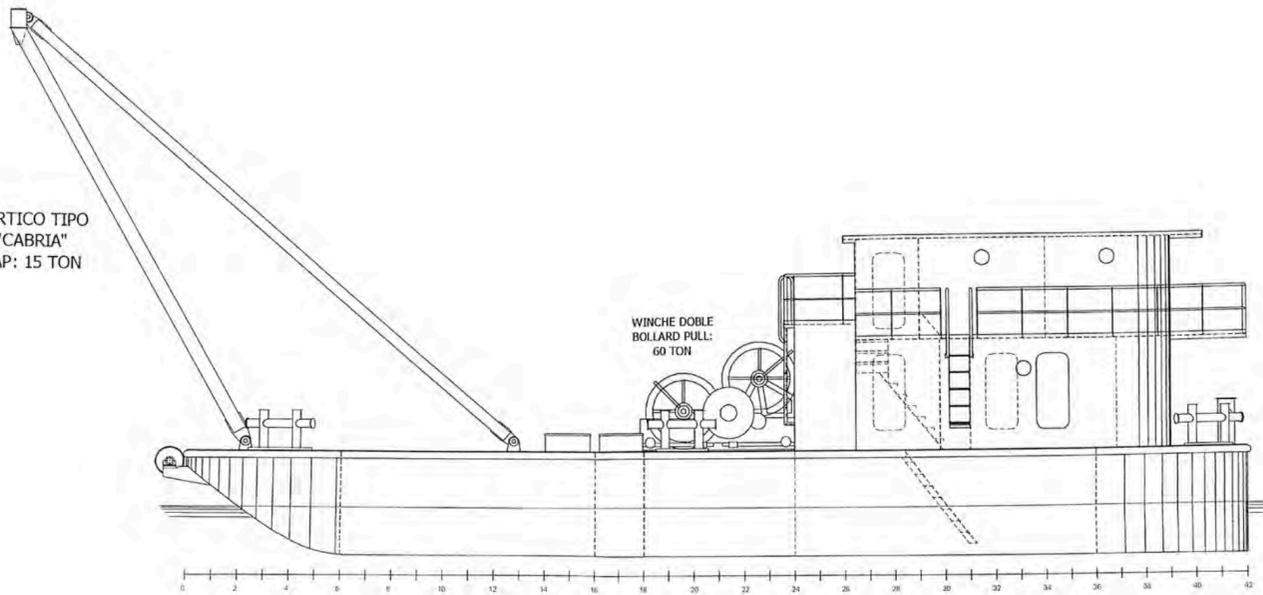
PAG. WEB:

21. [http://en.wikipedia.org/wiki/Nominal Pipe Size](http://en.wikipedia.org/wiki/Nominal_Pipe_Size)
22. <http://es.wikipedia.org/wiki/Boya>

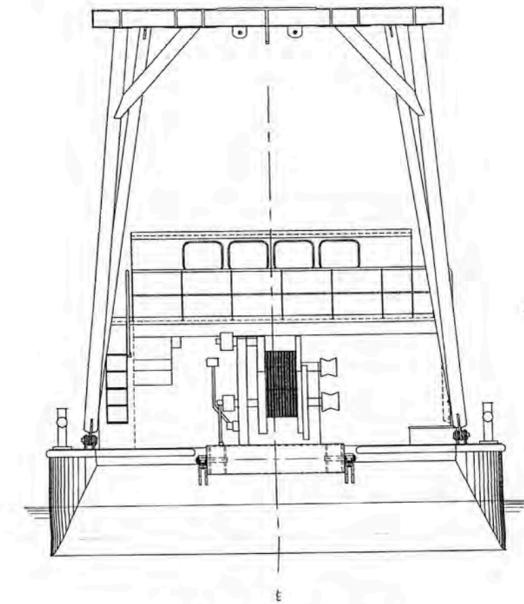
PLANOS

PLANO DE DISPOSICION GENERAL

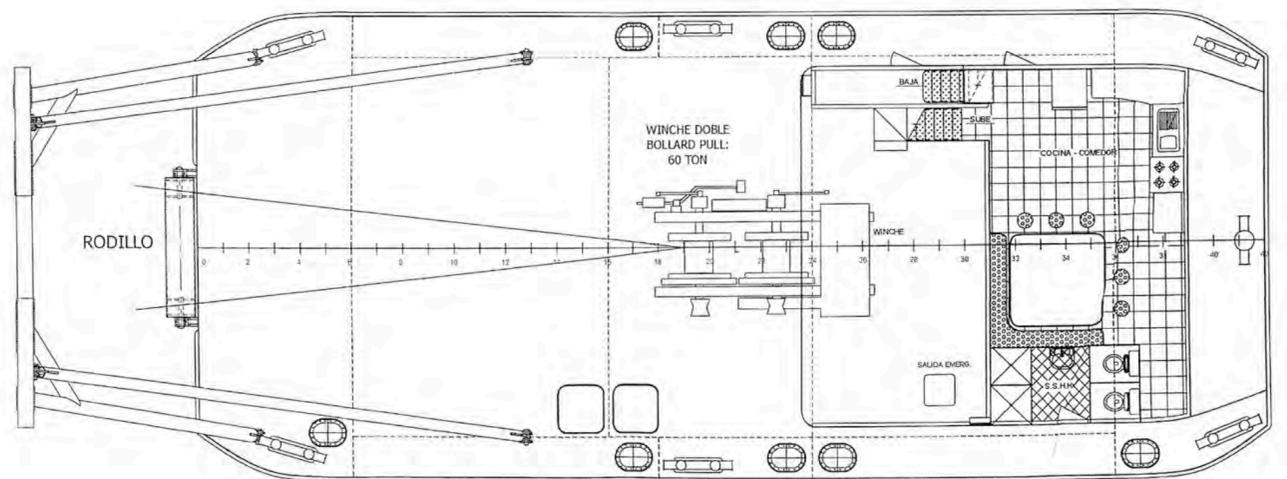
PÓRTICO TIPO
"CABRIA"
CAP: 15 TON



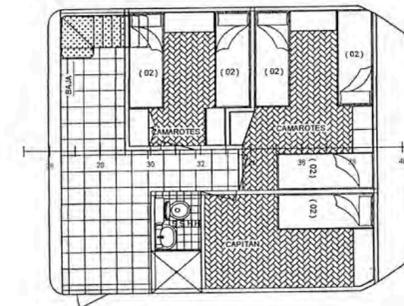
VISTA LONGITUDINAL



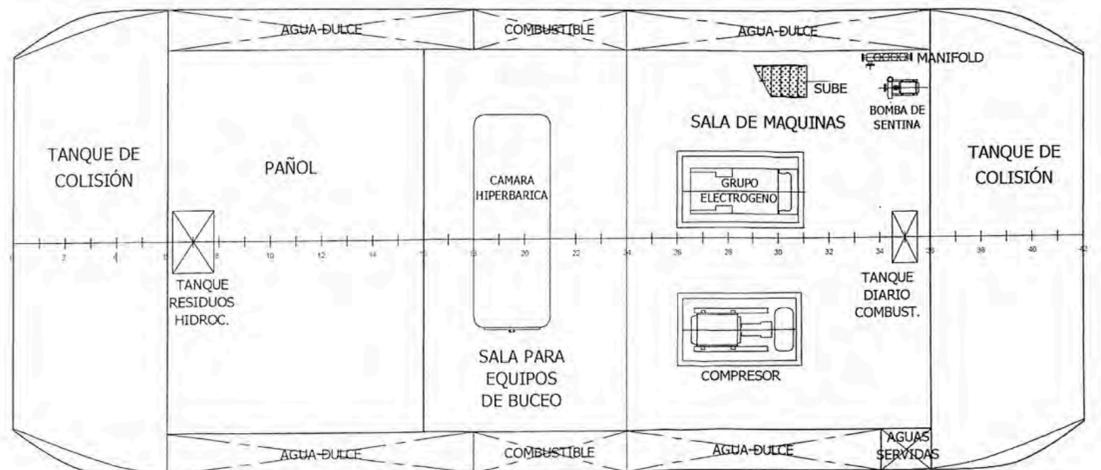
VISTA TRANSVERSAL



CUBIERTA PRINCIPAL



SOBRECASETA



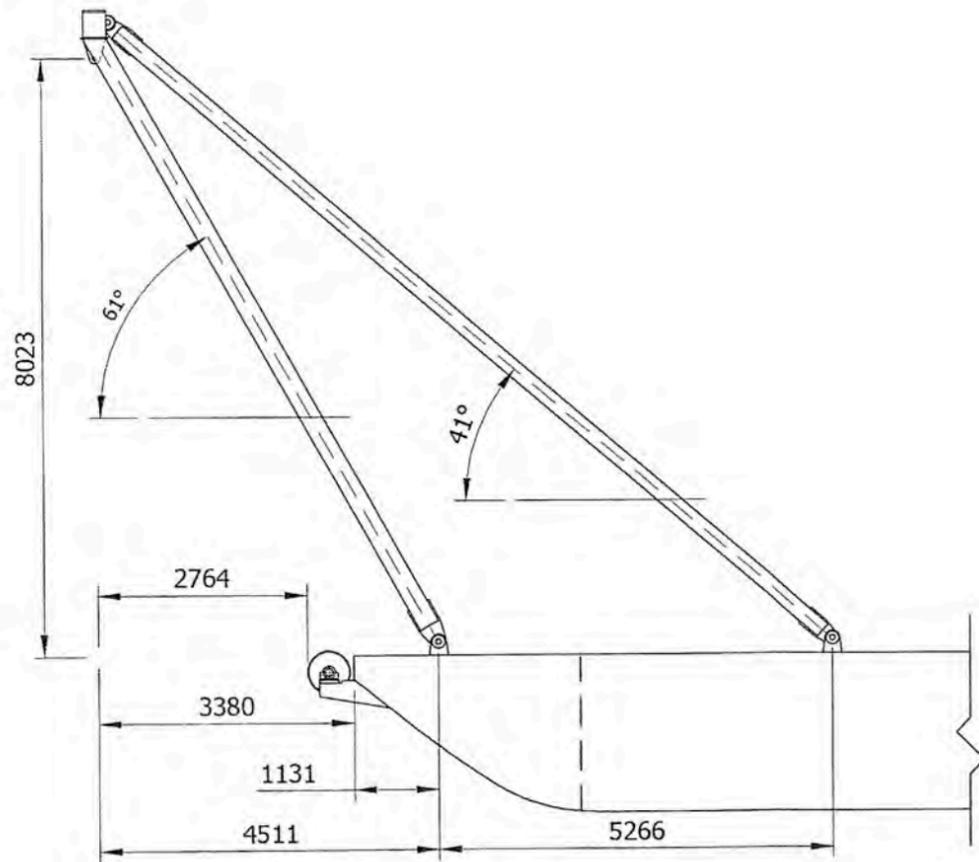
BAJO CUBIERTA PRINCIPAL

CARACTERÍSTICAS

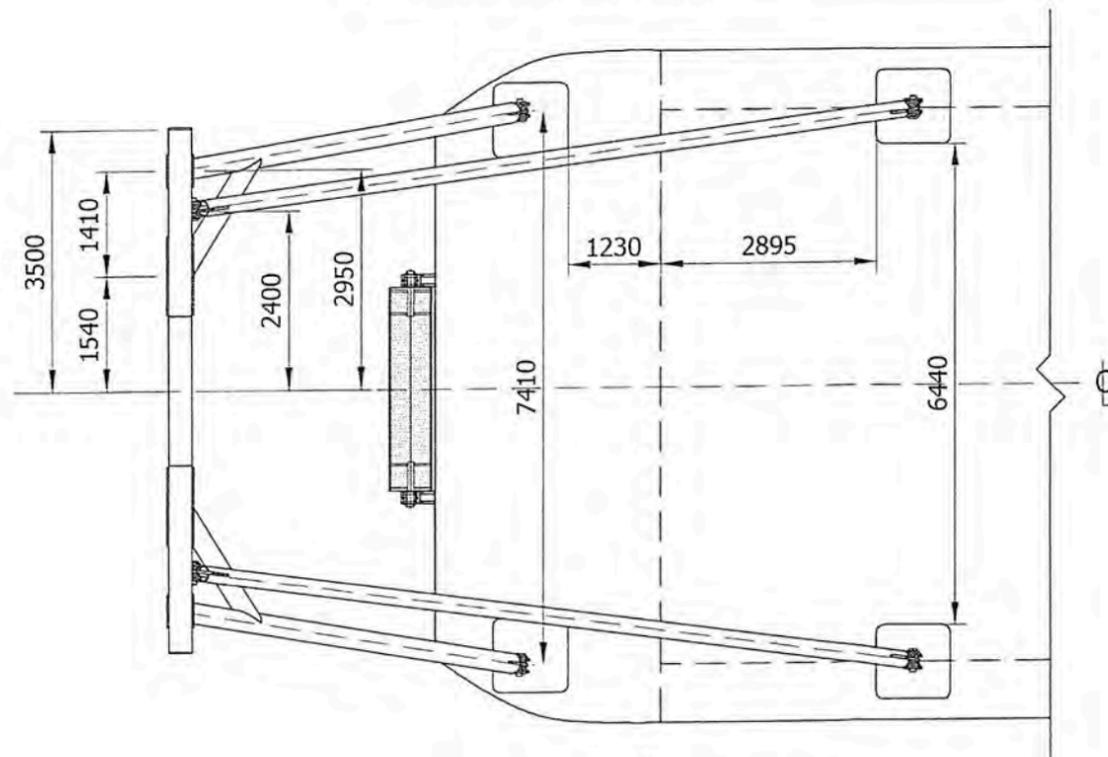
ESLORA..... 21.00 m.
MANGA..... 09.00 m.
PUNTAL..... 02.10 m.

PROYECTO	BARCAZA MULTISERVICIOS		
ARMADOR	TECNOMARINE S.A.C	NOMBRE	ONDINA
DIBUJADO: Martin Vilcapoma	TITULO DE PLANO DISPOSICION GENERAL		
REVISADO: LCM			
FECHA: 24/04/2014	ESCALA: 1 : 100	PLANO Nº: MEC-001	

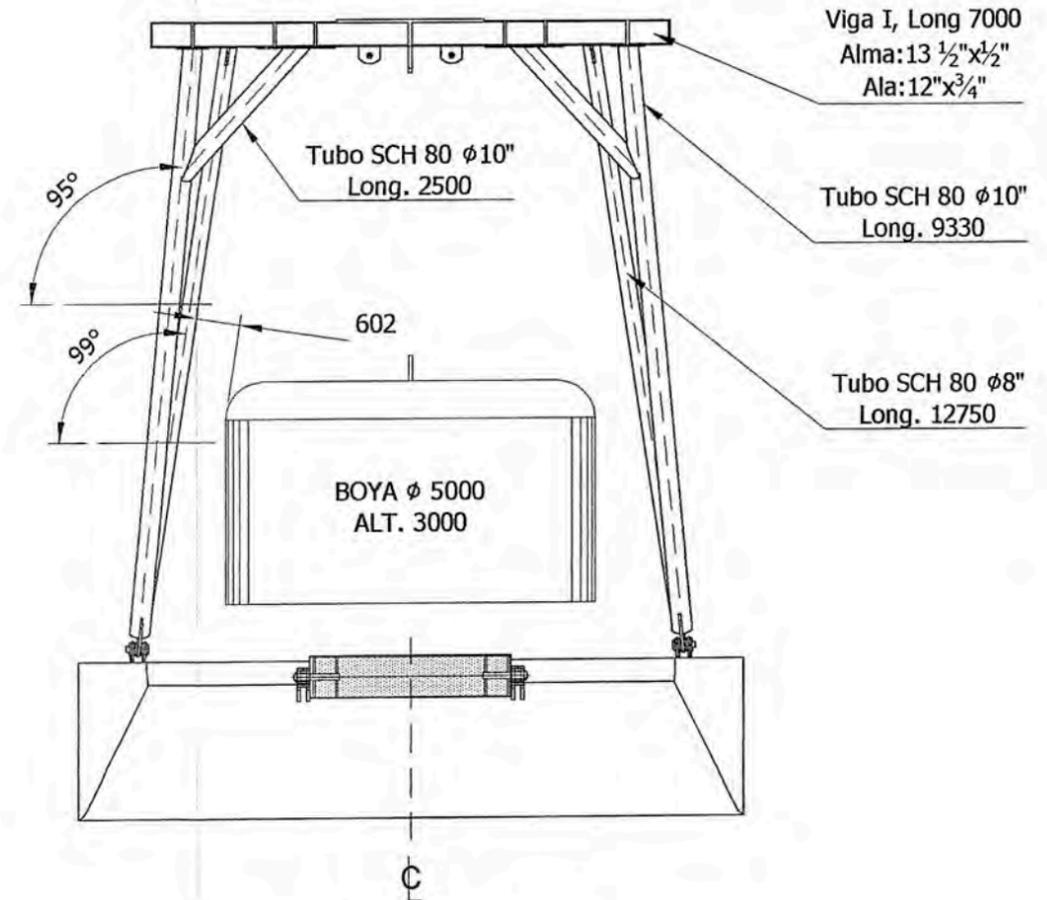
PLANO DE MONTAJE DEL PÓRTICO



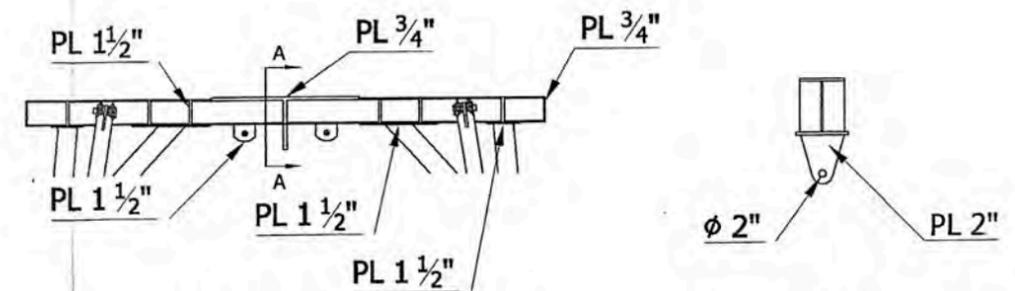
VISTA LONGITUDINAL



VISTA DE PLANTA



VISTA TRANSVERSAL



DETALLE TRAVESAÑO

ESC. 1:100

SECCIÓN A-A

ESC. 1:50
CAP. 15 ton

PROYECTO		FABRICACIÓN DE PÓRTICO	
ARMADOR		TECNOMARINE S.A.C	NOMBRE BCZA. ONDINA
DIBUJADO:	TÍTULO DE PLANO		
Martin Vilcapoma	PLANO DE MONTAJE		
REVISADO:	ESCALA:	MEDIDAS:	PLANO N°:
LCM	1 : 100	mm.	MEC-002
FECHA:			
24/04/2014			

PLANO DE DETALLES DEL PÓRTICO

