

Título: Diseño de una Barcaza con Arreglo de Arboladura por el Método de Elementos Finitos

Autor(es): Ing. Mierwen Palacios Aranda, Ing. Anwar Julio Yarin Achachagua, Ing. Yasser Hipólito Yarin Achachagua.

E-Mail: yhya_20_1@hotmail.com

Resumen: En el presente trabajo se ha diseñado una barcaza con arreglo de arboladura para el rescate de embarcaciones pesqueras naufragadas tomando en consideración las necesidades actuales de la flota pesquera peruana, una barcaza cuyas características principales difieren al de otras embarcaciones dedicadas a tareas similares, siendo sus condiciones de trabajo adecuadas a las necesidades de nuestro medio.

Los casos de pesqueros artesanales naufragados en las costas del Perú constituyen el 20% del total de siniestros registrados por la Dirección General de Capitanía y Guardacostas, las cuales se deben mayormente a una maniobra mal ejecutada o a una mala distribución de la carga.

Así, aunque originalmente el pesquero cuente con la estabilidad adecuada, las cuales están bajo las regulaciones sobre el diseño y construcción, por algún error humano puede correr el riesgo de naufragar.

Recuperar las embarcaciones artesanales perdidas en naufragios de forma tal que puedan ser reutilizados en las labores para las que fueron destinados originalmente tiene una importancia económica trascendental, debido a que la pesca artesanal satisface el 50% del consumo humano directo en el Perú.

INTRODUCCION

Rescatar un pesquero naufragado es una tarea muy delicada, que atañe muchos riesgos, los que pueden involucrar peligrosamente a las embarcaciones que participan en la tarea de recuperarlo.

Es posible que a causa de una maniobra mal realizada, sin el equipo adecuado, con embarcaciones no idóneas, éstas corran el riesgo de hundirse, junto con la nave que se desea recuperar, siendo necesario proveerse de embarcaciones diseñadas específicamente para la labor de recobrar los pesqueros zozobrados, de manera que puedan realizar su trabajo con la seguridad que es de desear.

OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar una barcaza con arreglo de arboladura que pueda realizar las operaciones de rescate de embarcaciones pesqueras naufragadas, con la suficiente capacidad para satisfacer las necesidades de nuestro medio y contribuir con la ingeniería naval peruana.

FACTORES FÍSICOS QUE AFECTAN EL DESEMPEÑO DE LA BARCAZA

Previo al dimensionado de la barcaza con su arreglo pluma-mástil, es preciso definir las características principales de la nave pesquera naufragada, haciendo uso del estudio de prospectiva para la cadena productiva de industria pesquera en la región de la costa del pacífico en América del Sur, nos limitamos a querer recuperar un navío naufragado, cuyas características principales mostradas en el Cuadro N°1 corresponden al 28% de las embarcaciones registradas en el medio.

**CUADRO N°1
CARACTERISTICAS DE UN PESQUERO TIPICO**

Nº	Dimensión	Valor
1	Eslora (m)	13.8
2	Manga (m)	5.7
3	Puntal (m)	2.5
4	Costo (\$)	17500

Fuente: DICAPI 2005

De acuerdo al Principio de Arquímedes, el peso del buque a flote no es el mismo peso del buque completamente hundido, el peso de la nave en el fondo es el peso del agua que ha conseguido desplazar.

No incluimos en esta apreciación el agua que se queda encerrada en la nave a partir del naufragio por considerarla parte del medio en que se desarrolla la tarea de recuperación, siempre y cuando el buque naufragado no salga a la superficie y el rescate se lo haga con tal lentitud que permita que el agua del medio fluya libremente. A partir del volumen de agua desplazada por el buque sumergido se obtiene la carga inicial de trabajo. El detalle de estos cálculos se presenta en la Cuadro N°2.

**CUADRO N°2
CALCULO DE LA CARGA INICIAL DE TRABAJO**

Elemento	Densidad (Kg/m ³)	Volumen (m ³)
Madera	1067	11.8
Hierro	7720	0.415
Agua desplazada	1025	12.2
Peso del agua desplazada (Kg)		12520.375

Fuente: Elaborado por el autor

Esta carga inicial de trabajo es influenciada por las características oceanográficas del medio en el que se encuentra: altura de la ola, velocidad de las corrientes y el tipo de fondo más común, Dichas características, unidas a la profundidad de rescate máxima, la cual es determinada por la máxima profundidad a la que un buzo puede trabajar con la comodidad deseada, por el tiempo requerido para ejecutar las maniobras de apoyo previo al rescate, hacen que el fondo y el peso de la columna de agua reaccionen sobre la mencionada carga. Esta fuerza se ve modificada por la acción de la fuerza de arrastre que se opone al movimiento de objetos sumergidos en el agua, la que está constituida por la fuerza de fricción de arrastre, más la fuerza de presión de arrastre, además un cabezal de presión hacia arriba favorece el movimiento del buque hacia la superficie. Las Fuerza de arrastre actuante sobre el buque hundido se muestra en el Cuadro N°3.

**CUADRO N°3
FUERZA DE ARRASTRE ACTUANTE SOBRE EL BUQUE HUNDIDO**

N°	Detalle	Valor
1	Área normal al movimiento (m ²)	65.3
2	Área paralela al movimiento (m ²)	109.2
3	Coefficiente de fricción	0.4
4	Coefficiente de presión	1.2
5	Velocidad máxima de arrastre (m/s)	0.516
6	Fuerza de Fricción (Kg)	609.78
7	Fuerza de Arrastre (Kg)	1093.92
8	Fuerza de Arrastre Total (Kg)	1703.70

Fuente: Elaborado por el autor

Los movimientos del buque desde el que se opera la subida del pesquero desde el fondo, afectan también al buque hundido y le producen entre otras, una aceleración vertical, la cual se pretende que sea mínima. La máxima aceleración vertical debida al movimiento es de 2.56m/s^2 valor mostrado en el Cuadro N°9. Se establece que la carga de trabajo es la siguiente:

$$CT = (CI + FA) * (g + z)/g$$

Donde:

CT: Carga de Trabajo, kg.

CI: Carga inicial de Trabajo, kg.

FA: Fuerza de Arrastre, kg.

g: Gravedad, m/seg^2 .

z: Máxima aceleración vertical, m/seg^2 .

Carga de Trabajo = 17935.97kg

DIMENSIONAMIENTO DE LA BARCAZA

En la selección de las dimensiones de la barcaza se sigue el criterio que el diseño más eficiente es aquel que incluye todas las características de operación requeridas, con el menor desplazamiento; esto es que el desplazamiento de la barcaza sea el mínimo posible para la carga máxima que ha de recuperarse.

Las dimensiones geométricas son influenciadas por la forma de realizar el rescate, el cual, para disminuir los efectos que la elevación de la carga tienen sobre la estabilidad transversal de la nave sin tornarla inestable y sobre la estabilidad longitudinal de la embarcación sin asentarla excesivamente, al ejecutarla por la popa de la barcaza.

Al izar la carga, ésta tiende a asentar la barcaza, provocando una situación no idónea para su estabilidad, poniendo en peligro su seguridad, tal acontecimiento ha de ser corregido, lastrando convenientemente la barcaza.

El embarcar pesos tales como la carga del buque hundido, así como el agua de lastre y los efectos que ellos producen, esto es, reducción de la altura metacéntrica por embarque, traslación y elevación de pesos y por efectos de superficies libres, tienen que ser contemplados en el dimensionado de la barcaza, pues ella debe ser capaz de soportar el asentamiento debido al ascenso de la carga, y el embarque del volumen de agua necesario como lastre que corrija tal inclinación.

Las características principales de la barcaza se presentan en el Cuadro N°4 y con más detalles en el plano de líneas de forma del Anexo A.

**CUADRO N°4
CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LA BARCAZA**

N°	Dimensión	Valor
1	Eslora (m)	20
2	Manga (m)	8
3	Puntal (m)	2

Fuente: Elaborado por el autor

DIMENSIONAMIENTO DE LA ARBOLADURA

Los requerimientos básicos para seleccionar un arreglo del tipo pluma-mástil para manejar la carga correspondiente al rescate de los pesqueros naufragados, están fundamentados en la determinación de las cargas más grandes y más pesadas, la máxima altura de levantamiento dispuesta por la máxima profundidad a la que un buzo profesional puede sumergirse con los equipos de buceo disponibles, el tipo de suelo del fondo desde el cual tenga que ser elevada, las condiciones oceanográfica del rescate, la posibilidad de ser transportada sostenida sumergida en el agua por largos períodos de tiempo, con el suficiente claro respecto de la barcaza para su más fácil manejo. Un resumen de las condiciones en las que debe realizarse el rescate son mostradas en el Cuadro N°5.

**CUADRO N° 5
CONDICIONES DEL RESCATE**

N°	Detalle	Valor
1	Profundidad máxima (m)	60
2	Altura de la Ola (m)	0.6
3	Periodo de la Ola (m)	15
4	Velocidad del Viento (m/s)	5
5	Clara Barcaza-Carga (m)	3.5
6	Tiempo de Preparación (horas)	4
7	Tiempo de Maniobra (horas)	1
8	Angulo máximo de ascenso (grados)	22.5

Fuente: Elaborado por el autor

Su efecto sería una reducción importante de la altura metacéntrica y una escora que debería de corregirse lastrando convenientemente la barcaza, utilizando los tanques de lastre de la posición opuesta a la del ascenso, lo que significaría otra variación de la altura metacéntrica por embarque de pesos y efectos de superficie libre. Además debe existir una distancia horizontal racional entre la carga subida y el buque que la iza, para evitar choques entre ambas. La pluma de carga estará constituida por una viga de sección rectangular de sección variable y reforzada interiormente por un amarre estructural longitudinal. Está diseñada para soportar los esfuerzos a los que estará sometida la pluma de carga. El mástil efectivo está conformado por planchas de acero planas y esfuerzos estructurales, cuyas

secciones transversales se mantienen en forma constante a partir del fondo y a medida que se asciende, de tal forma que pueda soportar las fuerza cortantes, las deformaciones, los momentos flectores y los esfuerzos a que debe someterse. El dimensionado del arreglo mástil y pluma de carga mostrado en el Cuadro N°6 da lugar a un análisis basado principalmente en la determinación de las fuerzas necesarias para la selección del winche, el cable, poleas y cilindros hidráulicos.

**CUADRO N° 6
DIMENSIONES DEL ARREGLO MASTIL-PLUMA**

N°	Dimensión	Valor
1	Longitud Pluma (m)	6.5
2	Longitud del Mástil efectivo (m)	2.5
3	Long. del Mástil bajo cubierta (m)	2

Fuente: Elaborado por el autor

ANALISIS DE ESTABILIDAD

La Estabilidad es la tendencia de un buque a retornar a su posición original luego de haber sido inclinado debida a fuerzas externas. La condición de estabilidad de una embarcación es determinada casi completamente por la localización de dos puntos, su centro de gravedad y su centro de boyantes, los cuales varían con las distintas condiciones de carga.

Las características de hidrostáticas de la embarcación para las diferentes condiciones de carga satisfacen los criterios de mínima altura metacéntrica, que el Servicio de Guardacostas de los Estados Unidos propone para barcasas oceánicas y se muestran en el Cuadro N°7.

Siendo las condiciones:

- El buque no tiene carga y la pluma se encuentra en las posiciones de 0° y 30°.
- El buque sostiene una carga máxima y la pluma se encuentra en las posiciones de 0° y 30°.

**CUADRO N°7
CARACTERISTICAS HIDROSTATICAS**

Característica	sin carga-0°	sin carga-30°	cargado-0°	cargado-30°
T	0.347	0.347	0.8372	0.8424
KB	0.172	0.172	0.4244	0.4272
GM	15.001	14.9	5.733	5.281
KG	1.114	1.215	1.253	1.704
gg'	0.56	0.56	0.4	0.221
KG'	1.674	1.776	1.654	1.926
G'M	14.44	14.339	5.332	5.06
Lastre	6.4	6.4	64.8	65.6

Fuente: Elaborado por el autor

Definimos la estabilidad dinámica residual determinando el área bajo la curva de estabilidad estática para los diferentes ángulos de escora, valores que podemos ver en el Cuadro N°8, donde podemos comprobar que el criterio de mínima estabilidad dinámica, que el Servicio de Guardacostas de los Estados Unidos propone para barcasas oceánicas, es claramente superado.

**CUADRO N°8
ESTABILIDAD DINAMICA**

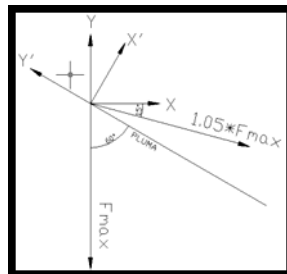
Grados	sin carga-0°	sin carga-30°	cargado-0°	cargado-30°
5	0.059	0.059	0.021	0.020
10	0.203	0.201	0.085	0.080
15	0.381	0.377	0.189	0.179
20	0.569	0.563	0.322	0.304
25	0.758	0.749	0.463	0.435
30	0.943	0.929	0.603	0.563
35	1.120	1.101	0.735	0.682
40	1.285	1.261	0.856	0.788
45	1.437	1.407	0.965	0.880
50	1.572	1.536	1.059	0.956
55	1.688	1.645	1.137	1.015
60	1.784	1.733	1.199	1.057
65	1.859	1.799	1.244	1.080

Fuente: Elaborado por el autor

COMPONENTES ACTUANTES SOBRE EL ARREGLO MASTIL PLUMA

El análisis del arreglo del tipo mástil-pluma para el manejo de la carga ha sido basado convencionalmente en la descomposición de la fuerza de izado en el plano utilizando cálculos trigonométricos representado en la Figura 1. Se comienza el cálculo considerando que la pluma forma 30° con la horizontal y soporta una carga máxima de 17935.970Kg.

FIGURA 1.- DIAGRAMA DE FUERZAS SOBRE LA PLUMA



Entonces:

$$F_x = 18191.057 \text{ kg}$$

$$F_y = -22810.249 \text{ kg}$$

$$F_{x'} = -10658.726 \text{ kg}$$

$$F_{y'} = -27159.0424 \text{ kg}$$

Además se calcula la fuerza de acción del viento sobre el sistema mástil-pluma, haciendo con la siguiente expresión:

$$F_w = C \times \frac{V^2}{1000} \text{ (kN / m}^2\text{)}$$

Donde:

C: coeficiente carga

V: velocidad de viento

Para C = 1.3 y V = 22m/s (velocidad promedio)

Obtenemos: Fw = 393.25 N/m²

FUERZAS DINAMICAS DEBIDAS AL MOVIMIENTO DE LA BARCAZA

Los movimientos del buque afectan la estabilidad de la barcaza, y su predicción nos ayuda a diseñar adecuadamente la pluma de carga y el mástil.

Con el uso del programa mostrado en el Anexo G, el cual se ha formulado utilizando los conceptos de la Teoría de la Rebanada mostrada en el Anexo E, se ha comprobado que la embarcación responde en forma adecuada para la tarea de levantamiento del buque naufragado desde el fondo del mar bajo las condiciones mostradas en el Cuadro N°5, considerando además las diferentes condiciones de carga y que las olas inciden sobre el buque con un ángulo de 90°, las fuerzas dinámicas actuantes determinadas antes estas condiciones son mostradas en el Cuadro N°9.

CUADRO N°9
FUERZAS DINAMICAS ACTUANTES

Movimiento	Detalle	sin carga-0°	sin carga-30°	cargado-0°	cargado-30°
Arfada	Desplazamiento (m)	0.761	0.778	0.812	0.811
	Acel. Vertical (m/s ²)	1.654	1.79	2.561	2.567
Rolido	Máximo Angulo (rad)	0.0586	0.0587	0.0645	0.0649
	Acel. Angular (rad/s ²)	0.2029	0.2033	0.2103	0.2114
Los valores obtenidos en cabeceo son insignificantes					

Fuente: Elaborado por el autor

ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA PLUMA

La estructura es básicamente una viga cajón, donde las planchas y estructuras que la conforman han sido escogidas de tal forma que se asegure un factor de seguridad mayor que 1.6 con respecto a la carga límite de elasticidad del material del que está constituido. El análisis se realiza para la condición de carga máxima, se determina la tensión de trabajo

partiendo de un modelo preliminar que después será optimizado con ayuda del software ALGOR FEA. La tensión de trabajo se determina a partir del siguiente cálculo:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \quad M_{\max} = F_{\max} \times d + W_{\text{pluma}} \times d' \quad W = \frac{(b_e \times h_e^3)}{6} - \frac{b_i \times \left(\frac{h_i^3}{h_e}\right)}{6}$$

$$b_i = b_e - e \quad h_i = h_e - e$$

Donde:

- M_{\max} : Momento flector máximo.
- F_{\max} : carga máxima de trabaja.
- W_{pluma} : Peso de la pluma.
- d : distancia de la carga al mástil.
- d' : distancia del c.g. de la pluma al mástil.
- b_e, h_e : lados exteriores de pluma.
- b_i, h_i : lados interiores de pluma.
- e : espesor de la plancha.

Calculando obtenemos los siguientes resultados: $M_{\max} = 1019056883.836 \text{ Kg}$,

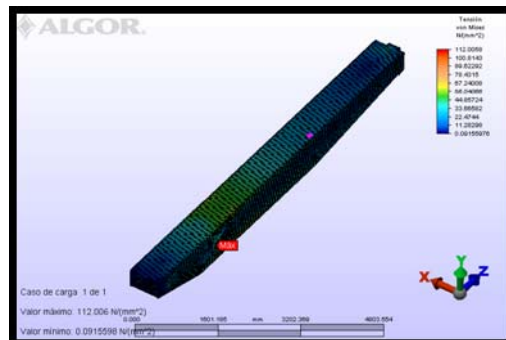
$W = 8342922.38 \text{ mm}^3$ y $\sigma_{\max} = 151.293 \text{ MPa}$

Para que este valor sea adecuado se debe cumplir: $\sigma_{\max} < \frac{\sigma_{\text{material}}}{1.6}$

$\sigma_{\max} = 151.293 \text{ MPa} < 156.25 \text{ MPa}$ el valor obtenido es satisfactorio.

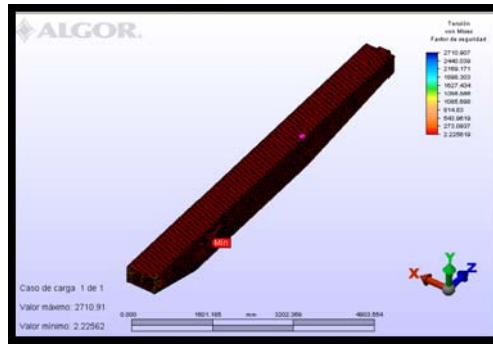
Para el análisis por el método de elementos finitos previamente se ha modelado la pluma, según el Plano de Estructuras de la Pluma, con ayuda de un Software CAD, este modelo ha sido importado por el Software Algor para llevar a cabo nuestro análisis.

FIGURA 2.- TENSION DE VON MISES SOBRE LA PLUMA



La Figura 2 muestra que el sector en el que actúan los cilindros hidráulicos son las que presentan una gran concentración de esfuerzos, especialmente en las cercanías de los apoyos, alcanzando un esfuerzo máximo de 112 MPa.

FIGURA 3.- FACTOR DE SEGURIDAD DE LA PLUMA



Según el criterio de fallas de Von Mises, el mínimo Factor de Seguridad alcanzado por la pluma es de 2.22, como se muestra en la Figura 3. Los resultados de nuestro análisis son satisfactorios debido a que el factor de seguridad obtenido es superior al recomendado por el reglamento de la Germanischer Lloyd para artefactos de elevación.

ANALISIS ESTRUCTURAL DEL MASTIL

La estructura es básicamente una viga cajón de sección variable, donde las planchas y estructuras que la conforman, han sido escogidas de tal forma que se asegure un factor de seguridad mayor que 1.6 con respecto a la carga límite de elasticidad del material del que está constituido.

El análisis, al igual que la pluma, se realiza para la condición de carga máxima. Se determina la tensión de trabajo partiendo de un modelo preliminar que después será optimizado con ayuda del software ALGOR FEA. La tensión de trabajo se determina a partir del siguiente cálculo:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \quad M_{\max} = R_{\max} \times d \quad W = \frac{(b_e \times h_e^2)}{6} - \frac{b_i \times \left(\frac{h_i^3}{h_e}\right)}{6}$$

$$b_i = b_e - e \quad h_i = h_e - e$$

Donde:

- M_{\max} : Momento flector máximo.
- R_{\max} : Reacción horizontal máxima.
- d : distancia de la carga al mástil.
- b_e, h_e : lados exteriores del mástil.
- b_i, h_i : lados interiores del mástil.
- e : espesor de la plancha.

Calculando obtenemos los siguientes resultados: $M_{max} = 32590850.88 \text{ Kg}$,

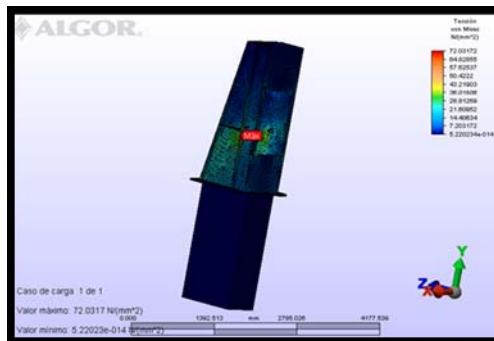
$W = 5714037.964 \text{ mm}^3$ y $\sigma_{max} = 70.269 \text{ MPa}$

Para que este valor sea adecuado se debe cumplir: $\sigma_{max} < \frac{\sigma_{material}}{1.6}$

$\sigma_{max} = 70.269 \text{ MPa} < 156.25 \text{ MPa}$ el valor obtenido es satisfactorio.

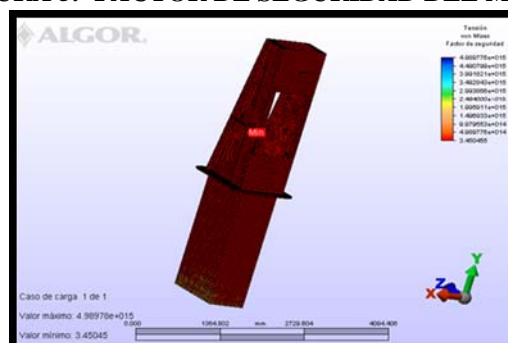
Para el análisis por el método de elementos finitos previamente se ha modelado el mástil, según el Plano de Estructuras del Mástil, con ayuda de un Software CAD, este modelo ha sido importado por el Software Algor para llevar a cabo nuestro análisis.

FIGURA 4.- TENSION DE VON MISES SOBRE EL MASTIL



La Figura 4 muestra que los sectores donde se apoya la pluma de carga son las que presentan una gran concentración de esfuerzos, especialmente en las cercanías de los apoyos, alcanzando un esfuerzo máximo de 72 MPa.

FIGURA 5.- FACTOR DE SEGURIDAD DEL MASTIL



El mínimo Factor de Seguridad alcanzado por la pluma es de 3.45, como se muestra en la Figura 5. Los resultados de nuestro análisis son satisfactorios debido a que el factor de seguridad obtenido es superior al recomendado por el reglamento de la Germanischer Lloyd para artefactos de elevación.

CALCULO ESTRUCTURAL DE LA BARCAZA

El diseño estructural de la barcaza es una de las partes más importantes del complejo problema del diseño. El propósito que se persigue es asegurar que la integridad estructural de la nave sea mantenida para las cargas a las cuales está sujeta en servicio. Siendo esto así, es que acudimos a las Reglas para Construcción y Clasificación de Barcazas de Acero para Servicio Costa-fuera de la American Bureau of Shipping, en lo que concierne a los escantillones de la barcaza.

En la Cuadro N°10 se presenta una lista con las características de los diferentes materiales utilizados en la construcción de la barcaza.

CUADRO N°10
LISTA DE MATERIALES

Denominación	Medidas
Plancha de fondo	Pl 5/16"
Plancha de costado	Pl 5/16"
Esloras	L 5/16"x8"x3"
Cuadernas	Áng.3/8"x3"x3"
Varengas	Áng.5/16"x4"x4"
Baos	Áng.3/8"x3"x3"
Vagras	L 3/8"x10"x3"
Mamparos	Pl 1/4"
Refuerzos mamparos	Pt 1/4"x3"
Plancha de cubierta	Pl 5/16"
Baos especiales	Áng.3/8"x6"x6"
Cuadernas especiales	Áng.3/8"x6"x6"
Varengas especiales	Áng.3/8"x6"x6"
Puntales	Tub.SCH80x3"

Fuente: Elaborado por el autor

ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA UNION BARCAZA-MASTIL

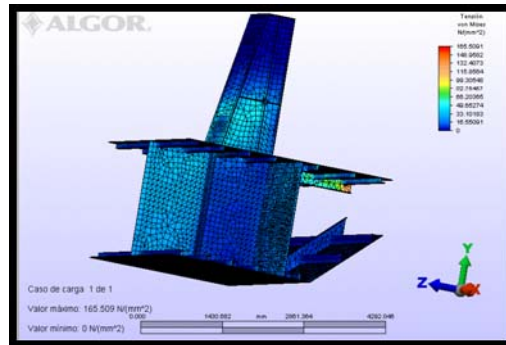
Esta parte del análisis tiene como objetivo comprobar que en las estructuras, que forman parte de la barcaza y que están relacionadas estructuralmente con el mástil, no se produzca una falla estructural ante las condiciones de máxima carga.

Para el análisis por el método de elementos finitos previamente se ha modelado el mástil y elementos estructurales de la Barcaza ligados a este, según el Plano de Estructuras del Mástil y el Plano de Estructuras de la Barcaza, con ayuda de un Software CAD, este modelo ha sido importado por el Software Algor para llevar a cabo el análisis.

La distribución de los esfuerzos de Von Mises obtenidos sobre la estructura analizada

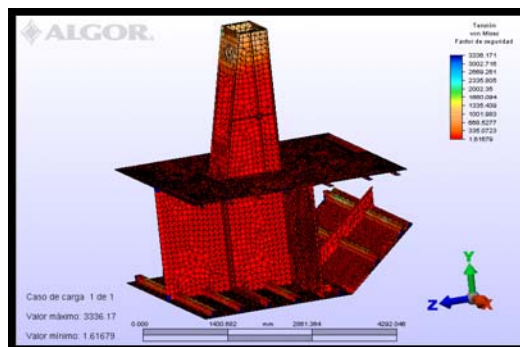
Figura 6, muestran que la parte estructural que soportara a los cilindros hidráulicos presentan una gran concentración de esfuerzos, alcanzando un esfuerzo máximo de 165.5 MPa.

FIGURA 6.- TENSION DE VON MISES SOBRE UNION BARCAZA-MASTIL



Aunque el esfuerzo máximo es significativamente grande, no supera el esfuerzo de fluencia del material, por lo que bajo esta condición de carga no producirá falla en el material, además el mínimo Factor de Seguridad alcanzado por la pluma es de 1.61, el cual es un valor aceptable como se muestra en la Figura 7.

FIGURA 7.- FACTOR DE SEGURIDAD DE LA UNION BARCAZA-MASTIL



CONCLUSIONES

Generales:

Se ha desarrollado una barcaza con arreglo de arboladura, que pueda realizar las operaciones de rescate de embarcaciones pesqueras naufragadas, con una capacidad superior a cualquier embarcación dedicada a estas operaciones, satisfaciendo las necesidades de nuestro medio.

Específicos:

Se logro diseñar una barcaza según las normas de la American Bureau of Shipping, con la suficiente capacidad y estabilidad para realizar las operaciones de rescate.

Se obtuvo un arreglo de arreglo de arboladura que satisface las normas de las Germanischer Lloyd para artefactos de elevación y que fue optimizado con el software para análisis estructural.

RECOMENDACIONES

- Es preciso que el buque naufragado se encuentre libre del sedimento del fondo, para la mejor utilización de la barcaza, por ella se recomienda que el rescate se efectúe lo más pronto posible luego del naufragio.
- En el caso de que el pesquero naufragado se encuentre sumergido en el fondo del océano, se hace necesaria la realización de trabajos de dragado que posibiliten a utilidad de la barcaza.
- Nuestra barcaza para la recuperación de buques pesqueros naufragados tiene una utilidad que debe limitarse a las condiciones presentadas en el Cuadro N°5.
- La barcaza en el momento de la maniobra de rescate debe encontrarse con la línea de crujía cortando las olas a noventa grados, lo que la garantiza la estabilidad inicial positiva. Lo que supone que han de realizarse labores de ayuda para confirmar que la línea de crujía del pesquero naufragado, al acercarse a la superficie, se encuentre a noventa grados de la línea respectiva de la barcaza.
- La maniobra de rescate ha de efectuarse siempre, con tal velocidad, que no existan cambios bruscos de tensión en los cables, y que se permita la utilización eficiente de las bombas de lastrado y deslastrado, de tal manera que la barcaza presente el mínimo asentamiento posible.
- El mástil se ha construido con la configuración elegida, para permitir solamente la presencia de momentos flectores y evitar torques que hubiera hecho necesario el aumento de las áreas seccionales del mástil, y así cumplir con los factores de seguridad mínimos establecidos.

BIBLIOGRAFIA

TEXTOS:

- AMERICAN BUREAU OF SHIPPING, Rules for Building and Classing Steel Barges for Offshore Service, A.B.S., New York. 1983.

- BHATTACHARAYA, R. Dynamics of Marine Vehicles, Wiley & Sons, New York, 1986.
- MANDELLI A., Elementos de Arquitectura Naval, Editorial Alsina, Buenos Aires, 1960.
- TAYLOR G., Ingeniería Económica, Editorial Limusa, México, 1980.
- EDWARD J., Diseño de Ingeniería Mecánica, McGraw Hill, 1990.
- GERMANISCHER LLOYD, Regulations for the Construction and Survey of Lifting Appliances, 1983.
- FAO, Documentos Técnicos de Pesca, Roma, 1983.
- ERNST H., Aparatos de Elevación y Transporte, Editorial Blume, 1970.
- OBREGON V, La Crisis de la Industria Naval en el Contexto Macroeconómico Peruano, Lima, 2003.

CATALOGOS:

- PULL MASTER, Hydraulic Winch, Canada, 2008.
- LASER, Hydraulic Cylinders Manufactured, España, 2008.

WEBS:

- <http://www.gl-group.com/en/index.php>
- <http://www.algor.com/>
- <http://www.team-twg.com/es/pullmaster/default.htm>
- <http://www.nafems.org/publications/benchmark/>