

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y
Recursos Naturales.

**“ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA MEJORAR EL
SISTEMA DE BAJADA DE LA PLATAFORMA DE ASTINAVE
EP CENTRO”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO NAVAL

Presentado por:

Juan Carlos Tinoco Tinoco

Jaen Frank Sanunga Ipiales

Guayaquil – Ecuador

2013

AGRADECIMIENTO

Gracias infinitas a la Santísima Trinidad, a mis padres CARLOS y ESTRELLITA, a mi mamita LINA y a mi papito APARICIO por su apoyo, confianza y oraciones, a mis hermanos MISAEL y SKARLET por su compañía y amistad, y de manera muy especial doy gracias al Ing. Alejandro Chanabá por el tiempo, guía y apoyo para la realización de esta tesis.

Juan Carlos Tinoco T.

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE, mi MADRE, mi HERMANA y AMIGOS; por haberme dado fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último a mi compañero de tesis porque en esta armonía grupal lo hemos logrado y a mi director de tesis quién nos ayudó en todo momento.

Jaen Sanunga I.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y meta cumplida a aquellas personas que estuvieron siempre allí cuando más lo necesite: mis padres, mi mamita, mi papito, a mis hermanos y en general a aquellos que con sus consejos y buenos deseos hicieron realidad cumplir esta meta que hace 5 años me trace.

Juan Carlos Tinoco T.

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres.

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora.

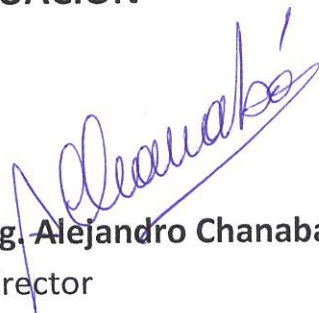
Los amo con mi vida.

Jaen Sanunga I.

TRIBUNAL DE GRADUACION



Ing. Marco Velarde Toscano
Presidente



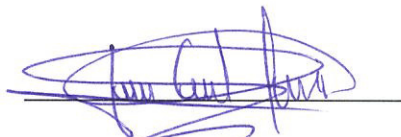
Ing. Alejandro Chanabá Ruíz
Director



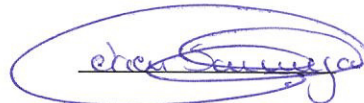
Ing. Cristóbal Mariscal Díaz
Miembro Principal

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado nos corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



Juan Carlos Tinoco T.



Jaen Sanunga Ipiales

RESUMEN

Siendo ASTINAVE EP el principal astillero que posee nuestro país y con la creciente demanda en el ámbito de las reparaciones navales, se torna de suma importancia que las instalaciones de la empresa sean las adecuadas para poder recibir embarcaciones de un calado mayor al que actualmente posee la planta centro.

La presente tesis desarrolla un análisis técnico – económico de la implementación de tres diseños propuestos, cuyo objetivo es incrementar la capacidad de varada de la planta centro de ASTINAVE EP que en la actualidad es de 2,8 metros de calado sobre carros de transferencia y 3,5 metros sobre la plataforma, lo cual es una limitante para brindar trabajos de carenamiento a embarcaciones de mayor calado.

Se describe los elementos que conforman el actual diseño de bajada de la plataforma, con sus respectivos problemas de funcionamiento, luego de tener identificadas todas las restricciones implícitas se procedió a diseñar tres diferentes propuestas para incrementar el calado de varada, para cada uno de los diseños se realizó el cálculo del diámetro adecuado del cable de acero; mediante el programa SAP2000, se escantillonó las nuevas bitas de amarre y sus elementos, así como también las poleas que se implementan en las diferentes propuestas, y se describen las obras necesarias para incrementar el recorrido de la plataforma.

Finalmente se determina los costos de inversión que se tendría para la implementación de cada sistema y la evaluación económica de los mismos, siendo el más viable el primer diseño acorde al análisis de rentabilidad realizado.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	7
ÍNDICE GENERAL.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
ÍNDICE DE TABLAS	15
INTRODUCCIÓN	18
CAPITULO I. DESCRIPCION DE LA PLATAFORMA Y CONSIDERACIONES	
TÉCNICAS DE ESTUDIO	20
1.1. Métodos de Varada	20
1.2. Método de Varada Empleado por Astinave EP Centro.	25
1.2.1. Descripción de la Plataforma de Varamiento.	26
1.3. Sistemas de Bajada o Botadura de Buques.....	27
1.3.1. Métodos Irreversibles	28
1.3.2. Métodos Reversibles.....	29
1.4. Teoría de Vigas.....	31
1.4.1. Tipos de Cargas y Apoyos	31
1.4.2. Fuerza Cortante y Momento Flector en una Viga.....	33
1.4.3. Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector.....	37
1.5. Cables de Acero.....	40
1.5.1. Elementos del Cable de Acero.....	41
1.5.2. Factores de Considerados para la Selección de Cables	43

1.5.3. Factor de Seguridad de un Cable	45
1.6. Poleas.....	46
1.7. Relación Diámetro de la Polea - Diámetro del Cable.....	48
CAPITULO II. PROPUESTAS DE DISEÑO PARA MEJORAR EL SISTEMA DE BAJADA.....	50
2.1. Descripción del Diseño Actual	50
2.2. Diseños Propuestos.....	51
2.2.1. Restricciones	52
2.2.2. Primer Diseño: Sistema de Poleas y Aumento de la Altura de la Bita de Amarre	53
2.2.3. Segundo diseño: Cambio de Posición de los Molinetes, Polea y Aumento de Altura de la Bita de Agarre.	79
2.2.4. Tercer Diseño: Aumento de la Altura de la Bita de Amarre.....	86
2.3. Ampliación de los Muros del Canal.....	92
2.4. Estimación del Incremento de Calado.....	95
2.4.1. Determinación del Radio de Giro de Ingreso al Canal	100
2.4.2. Porcentaje de Aumento del Calado Respecto al Diseño Actual	101
2.5. Determinación de la Capacidad de Levante de la Plataforma de Varada	102
CAPITULO III. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	103
3.1. Costos de Implementación de los Sistemas	103
3.2. Evaluación Económica de los Sistemas.....	114
3.2.1.Cálculo del VAN y TIR del Primer Diseño Propuesto	117

3.2.2. Cálculo del VAN y TIR del Segundo Diseño Propuesto	123
3.2.3. Cálculo del VAN y TIR del Tercer Diseño Propuesto	127
3.3. Análisis de Resultados de la Evaluación Económica	132
CONCLUSIONES	133
RECOMENDACIONES	135
ANEXO I – DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD MÁXIMA DE IZAJE DE LA PLATAFORMA	137
ANEXO II – TIPOS DE EMBARCACIONES QUE SE PUEDEN VARAR EN LA PLANTA CENTRO CON LA APLICACIÓN DEL NUEVO SISTEMA	148
ANEXO III – ESTUDIO ECONOMICO SIN PROYECTO	150
ANEXO IV– CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO PARAIMPLEMENTACIÓN DE MUROS DEL CANAL.....	152
ANEXO V– PLANO BATÍMETRICO PROPORCIONADO POR ASTINAVE EP.....	153
ANEXO VI– PLANO DE LA PLATAFORMA DE VARAMIENTO PROPORCIONADO POR ASTINAVE EP.....	154
ANEXO VII – TABLA DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROGRAMA SAP2000	158
ANEXO VIII – DISEÑO DE LA POLEA EN SAP 200	158
BIBLIOGRAFÍA	166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1. Dique Seco de El Ferrol.....	21
Figura 1. 2. Dique Flotante Río Orellana	22
Figura 1. 3. Sincroelevador del Astillero ASTIMAR	23
Figura 1. 4. Varada de Carrera Longitudinal	24
Figura 1. 5. Varada de Carrera Transversal	24
Figura 1. 6. Varadero Natural de Playa.....	25
Figura 1. 7. Botadura de Carrera Longitudinal	28
Figura 1. 8. Botadura de Carrera Transversal	29
Figura 1. 9. Plataformas de Transferencia	30
Figura 1.10. Varamiento con Grúas de Pórtico.....	31
Figura 1.11. Tipos de Cargas en las Vigas.....	32
Figura 1. 12. Tipos de Apoyos Existentes en Vigas	33
Figura 1. 13. Fuerzas Cortantes y Momento Flector en una Viga	35
Figura 1. 14. Configuración de Signos de Fuerzas Internas	37
Figura 1.15. Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector de una Viga Simplemente Apoyada	39
Figura 1. 16. Componentes del Cable de Acero.....	41
Figura 2. 1. Elementos del Sistema de Bajada de ASTINAVE EP CENTRO.....	51
Figura 2. 2. Vista en 3D del Conjunto de Poleas	54
Figura 2. 3. Posición Inicial de la Parrilla al Empezar la Maniobra de Bajada	56
Figura 2. 4. Posición de la Parrilla en la Mitad de la Maniobra de Bajada.....	57

Figura 2. 5. Posición de la Parrilla en la Parte más Baja	58
Figura 2. 6. Cable de Acero Tipo 6x19 filler.	60
Figura 2. 7. Esquema de la Polea a Diseñarse.....	61
Figura 2. 8. Diferencial de Arco Bajo la acción de la Tensión T_0	64
Figura 2. 9. Modelo de la Polea en el Programa SAP2000.....	67
Figura 2. 10. Fuerza Normal Actuante en la Pista de Rodadura	67
Figura 2. 11. Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector en el Eje de la Polea de 60 cm de Diámetro	68
Figura 2. 12. Especificación de las Medidas de la Llanta que Soporta el Cable	71
Figura 2. 13. Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector para la Polea de 60 cm de Diámetro	73
Figura 2. 14. Ubicación de las Bitas de Amarre en la Plataforma	75
Figura 2. 15. Diseño de la Bita de Amarre y Soportes.....	76
Figura 2. 16: Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector de la Bita de Amarre	78
Figura 2. 17. Segundo Diseño Propuesto	80
Figura 2. 18. Posición de la Parrilla en la Parte más Baja	82
Figura 2. 19. Posición de la Parrilla en la Parte Media del Canal.....	82
Figura 2. 20. Posición de la Parrilla en la Parte Baja del Canal.....	83
Figura 2. 21. Tercer Diseño Propuesto.....	88
Figura 2. 22. Posición más alta de la Parrilla	89
Figura 2. 23. Posición de la Parrilla en la Mitad de la Rampa.....	90

Figura 2. 24. Posición de la Parrilla en la Parte más Baja	91
Figura 2. 25 Plano de la Ampliación de los Muros Norte y Sur del Canal de Entrada al Varadero de ASTINAVE EP.	94
Figura 2. 26. Estado Actual de la Plataforma.	95
Figura 2. 27. Ubicación de la Plataforma a los 64,6 metros.	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Dimensiones Principales de la Plataforma de Varamiento	27
Tabla 1.2. Factor de seguridad de cables de acero	46
Tabla 1.3. . Relaciones Diámetro Polea-Diámetro del Cable recomendadas.....	49
Tabla 2.1: Condiciones de Carga a la que está Sometido el Sistema.....	55
Tabla 2.2: Condición de Trabajo en Diferentes Posiciones del Canal.....	58
Tabla 2.3: Determinación del Diámetro del Cable.....	59
Tabla 2.4: Determinación del Diámetro de la Polea	62
Tabla 2.5: Propiedades Mecánicas del Hierro Gris ASTM 40.....	63
Tabla 2.6: Determinación de la Carga Distribuida Fp sobre la Polea.....	66
Tabla 2.7: Dimensiones de la Llanta que Soporta el Cable	72
Tabla 2.8: Resumen del Escantillonado de los Elementos de la Polea	74
Tabla 2.9: Escantillonado de la Bita de Amarre y Soporte	79
Tabla 2.10: Condición de Trabajo en Diferentes Posiciones del Canal.....	83
Tabla 2.11: Determinación de la Carga Distribuida en la Polea	85
Tabla 2.12: Dimensiones Principales de la Polea	86
Tabla 2.13: Fuerzas Generadas en las Distintas Posiciones de la Plataforma	91
Tabla 2.14. Diámetro de giro determinado	101
Tabla 2.15. Resumen de los Porcentajes del Aumento de Calado Respecto al Sistema Actual	102
Tabla 3.1: Costos Directos para la Implementación de las Poleas.....	104
Tabla 3.2. Costos Directos para la Instalación de las Bitas de Amarre	105

Tabla 3.3. Costo Total de la Implementación del Sistema.....	106
Tabla 3.4. Presupuesto Referencial para la Construcción del Muro Sur	107
Tabla 3.5. Presupuesto Referencial para la Construcción del Muro Norte	108
Tabla 3.6: Resumen del Total de Costos del Primer Diseño Propuesto.....	109
Tabla 3.7: Costos Directos para la Implementación de las Poleas.....	109
Tabla 3.8: Costos Directos para la Implementación de las Bitas de Amarre	110
Tabla 3.9: Total de Costos de Poleas y Bitas de Amarre	111
Tabla 3.10: Costos de la Obra de Reubicación de las Casetas	111
Tabla 3.11: Resumen del Total de Costos del Segundo Diseño Propuesto	112
Tabla 3.12: Total de Costos de la Implementación de las Bitas de Amarre	113
Tabla 3.13: Resumen del Total de Costos del Tercer Diseño Propuesto	114
Tabla 3.15: Expectativas de Ingresos de Buques Anualmente	117
Tabla 3.15: Ingreso Anual por Trabajos de Carenamiento	118
Tabla 3.16: Egresos Anuales.....	119
Tabla 3.17: Amortización de la Deuda	120
Tabla 3.18: Razón de Beneficio-Costo	121
Tabla 3.19. Cálculo del VAN y el TIR	122
Tabla 3.20: Amortización de la Deuda y Valor Residual	124
Tabla 3.21: Razón de Beneficio-Costo	125
Tabla 3.22: Cálculo del VAN y TIR del Segundo Diseño Propuesto	126
Tabla 3.23: Ingreso Anual por Trabajos de Carenamiento	127
Tabla 3.24: Egresos Anuales.....	128

Tabla 3.25: Amortización de la Deuda y Determinación del Valor Residual.....	129
Tabla 3.26: Razón de Beneficio-Costo	130
Tabla 3.27: Cálculo del VAN y TIR del Tercer Diseño Propuesto	131

INTRODUCCIÓN

La industria naval es una actividad de gran tradición en el perfil costero de nuestro país, la cual ha existido desde tiempos coloniales. Al paso de los años, los avances tecnológicos y el crecimiento económico han hecho que el mercado naviero vaya creciendo, es decir, se construyan embarcaciones de mayores dimensiones, por lo tanto de mayor desplazamiento en comparación con años anteriores, las cuales deben entrar a mantenimiento periódicamente y con esto buscan un astillero que cumpla con los requerimientos que requieran, los cuales en la actualidad no pueden ser satisfechos por la planta centro de ASTINAVE EP debido a sus limitaciones de infraestructura ya que solo se permite varar embarcaciones de 2,8 metros de calado sobre carros de transferencia y 3,5 metros sobre la plataforma.

La limitación en calado es un problema para la empresa ya que limita su mercado de trabajo, lo que obliga a los armadores a buscar alternativas en la competencia nacional o extranjera en donde puedan realizarse todos los trabajos que solicitan, disminuyendo el impulso a la industria naval en el país.

La planta centro de ASTINAVE EP, cuenta con un varadero que posee un patio de transferencia con capacidad para acoger hasta 8 embarcaciones simultáneamente y la plataforma de varamiento, con una capacidad de levante de embarcaciones de 11 [m] de manga y 70 [m] de eslora.

Desde los inicios de esta empresa se ha utilizado sistema de molinetes (norte y sur) el cual permite realizar la maniobra de bajada de la plataforma de varamiento enrollando un cable de acero anclado en la proa de la plataforma mediante una bita, este diseño tiene un problema de excesivo rozamiento entre el cable de acero y el concreto del varadero lo que conlleva a incrementos en costes operativos, disminución de la vida útil del cable y limita el recorrido de la plataforma llegando a un punto en el cual las fuerzas que se generan producen un levantamiento de la plataforma.

En este estudio se presentan tres diseños preliminares cuyo objetivo es solucionar los problemas del diseño actual y dar alternativas posibles para desarrollar un proyecto de ampliación de la capacidad de varamiento y por lo tanto el aumento de las utilidades de la empresa, para lo cual se realizó la evaluación económica de la inversión inicial de cada diseño propuesto y el análisis de rentabilidad de cada uno de ellos.

CAPITULO I. DESCRIPCION DE LA PLATAFORMA Y CONSIDERACIONES TÉCNICAS DE ESTUDIO

1.1. Métodos de Varada

El término varada hace referencia a la acción de varar una embarcación, denominándose también varadura, encallada o encalladura, zaborda o zaborde.

Existe un concepto muy general, e incluso, habitual de la varada que comprende el hecho de colocar un buque en seco, ya sea en un varadero o en la orilla del mar.

Las operaciones de varada se realizan normalmente cuando hay que realizar trabajos en la embarcación, ya sean de mantenimiento o de reparación, como revisión de casco, sistema propulsor, etc.

Entre los principales métodos podemos distinguir:

- a) **Dique Seco.-** Son recipientes estancos en forma de U que pueden vaciarse y se dedican preferentemente al mantenimiento de barcos. Pueden tener 1 ó 2 puertas. El barco se apoya en una o varias filas de apoyos que permiten la circulación de un hombre bajo la quilla (1,5 metros). Tiene un sistema de bombeo para conseguir el drenaje. Por lo general los diques secos se construyen de hormigón en masa o armado. Necesitan de suficiente espacio

para bombas, almacenes de equipos de reparación, carreteras, vías, etc. Las dimensiones oscilan alrededor de relaciones longitud/anchura de 8/1 y longitud/profundidad de 25/1.

Figura 1. 1. Dique Seco de El Ferrol



Fuente: www.trasmeships.es

b) Dique Flotante.- Son estructuras flotantes con una o dos compuertas que permiten la entrada de una embarcación, cerrar las compuertas y bombear el agua, dejando el buque en seco.

Está provisto de tanques que pueden ser llenados o achicados de agua, para poder lograr que la instalación se sumerja o emerja, con o sin naves o artefactos navales en su cubierta principal.

Figura 1. 2. Dique Flotante Río Orellana



Fuente: www.astinave.com.ec

- c) **Sistema de Transferencia tipo “Sincro-Lift”**.- El método sincroelevador (Sincrolift) es un sistema para elevar embarcaciones para tareas de mantenimiento o reparación. La nave se ubica en una plataforma que emerge del agua por medio de un mecanismo mecánico que ubica la plataforma a nivel del piso en donde se realizan los trabajos que esta requiere.

Figura 1. 3. Sincroelevador del Astillero ASTIMAR



Fuente: www.saorbats.com.ar

d) Carros sobre una Carrera Transversal y Longitudinal.-Consiste en un plano inclinado con vías en el cual un cabrestante tira del barco sobre un carro que discurre por las vías y luego de esto la nave es desplazada hasta el sitio de trabajo son generalmente utilizados para embarcaciones menores.

En la carrera longitudinal el buque es subido desde su proa en un plano inclinado que tiene una pendiente que va de 3 a 7 grados.

En la carrera transversal el buque es sacado desde su banda en un plano inclinado de 20 a 30 grados.

Figura 1. 4. Varada de Carrera Longitudinal



Fuente: www.vidamaritima.com

Figura 1. 5. Varada de Carrera Transversal



Fuente: www.vidamaritima.com

- e) **Varaderos Naturales.**- El tradicional varadero en muchas comunidades playeras es todavía la playa natural donde se sacan las embarcaciones a tierra

para su raspado, limpieza y reparación. Sin embargo, dentro de un puerto y en ausencia de una fuerte marea, una playa no siempre resulta práctica, por lo que se requiere la construcción de una pendiente o varadero artificial.

Figura 1. 6. Varadero Natural de Playa



Fuente: www.mundomaritimo.com

1.2. Método de Varada Empleado por Astinave EP Centro.

ASTINAVE EP Centro utiliza el método de varada de carrera longitudinal para varar las embarcaciones que llegan a sus instalaciones. Este método primordialmente consiste de una rampa longitudinal en la que se desliza una plataforma de varada encargado de sacar el buque del agua y dejarlo en el sitio de trabajo (puesto en seco).

La potencia suministrada a la plataforma se hace con ayuda de un winche accionado por un motor y un conjunto de poleas las que sirven para transmitir la fuerza de esta.

El equipo para varar los buques consiste en un motor ATLAS con una potencia de 200 BHP, velocidad de rotación de 300 rpm, diámetro 11 ½”, carrera 15”y orden de encendido 1243. El winche es marca BUCKAN WOLF con una capacidad de 300/153 upm.

El tambor para recoger el cable, tiene 1.6 metros de longitud, y un diámetro de 2.04. Se dispone de una polea de 02 roldanas a la salida del cable desde el tambor, el diámetro de cada roldanas es de 0.67 m, y una polea de 03 roldanas conectada a la plataforma; el diámetro de cada roldada es 0.67 m.

La pendiente de la parrilla tiene una inclinación de 5 grados.

1.2.1. Descripción de la Plataforma de Varamiento.

ASTINAVE EP consta con una plataforma de varamiento cuyo objetivo es elevar los buques y ubicarlos en el patio de transferencia, esta plataforma tiene capacidad máxima de soporte de 800 toneladas. A continuación se muestran las características generales (VEA ANEXO VI):

Tabla 1.2.1. Dimensiones Principales de la Plataforma de Varamiento

DIMENSIONES PRINCIPALES		
ITEM	VALOR	UNIDAD
LONGITUD (L)	43,75	M
ANCHO (A)	11,735	M
ALTURA (H)	3,73	M

Fuente: Elaboración Propia

La plataforma de varada tiene una contra pendiente de 5 grados, consta de 14 módulos o bloques distribuidos de manera longitudinal y cada uno tiene 3 vigas, cuya su función es de guía al momento de subir la plataforma, cada bloque tiene 6 ruedas, por lo tanto en total el equipo consta con 84 ruedas separadas una distancia transversal de 2990,85 mm. La distancia a recorrer de la plataforma es de 98195,89 mm

En la parte superior de cada bloque consta con un riel en forma de “i” el cual permiten movilizar la embarcación hacia el patio de transferencia.

1.3. Sistemas de Bajada o Botadura de Buques

La bajada o botadura, se conoce como la acción y efecto de botar un barco una vez que se ha concluido su construcción o reparaciones que sobre este se hayan realizado en su estadía en dique o grada. La botadura es considerada como un momento crítico para cualquier tipo de barco, es por tal motivo que se tiene algunas

modalidades para efectuar dicha acción. Entre los métodos que se tienen para botar un buque se presentan los siguientes:

1.3.1. Métodos Irreversibles

Se conoce como “irreversibles” debido a que se los realiza una sola vez y una vez que se empieza a ejecutar es poco y nada probable que se pueda parar el proceso. Dentro de este grupo se tiene dos que se presentan a continuación:

Botadura Longitudinal

Como el nombre mismo lo indica este método se produce cuando el buque es lanzado en sentido longitudinal (popa a proa), mediante carriles que dirigen a la nave hacia el agua.

Figura 1. 7. Botadura de Carrera Longitudinal



Fuente: <http://www.jaume.windsurfing.pro/2010/10/08/botadura-de-grandes-barcos/>

Botadura Transversal

Este método emplea una rampa sobre la cual el buque es lanzado al agua de manera transversal, tocando primeramente uno de los costados del buque ya sea por babor o estribor.

Figura 1. 8. Botadura de Carrera Transversal



Fuente: Phd. Caprace, J., “Notas de Clase del Curso Producción de Buques”, LaunchingSystems. FIMCBOR, ESPOL, 2012.

1.3.2. Métodos Reversibles

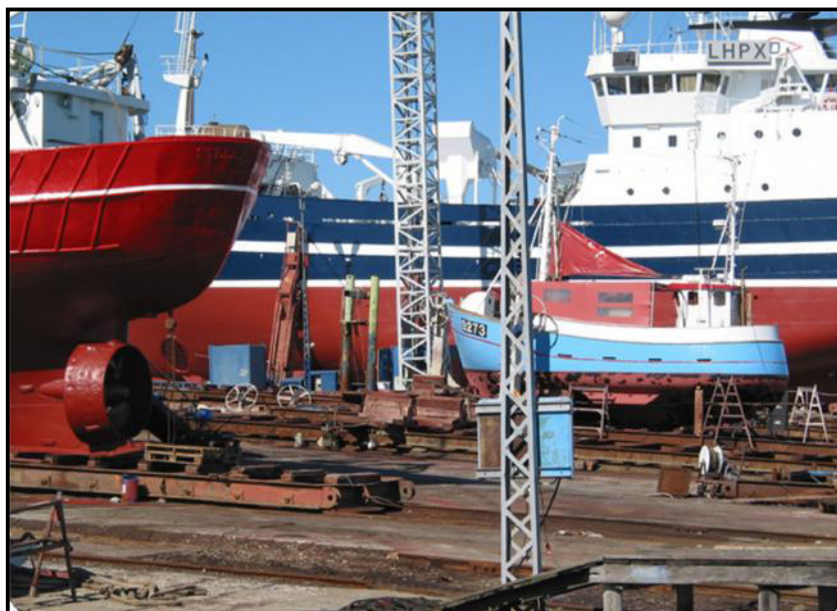
Dentro de estos métodos reversibles tenemos los siguientes sistemas empleados para la maniobra de desvarada:

Plataforma o Grada

Este sistema se contempla tanto para la maniobra de varada o desvarada, el cual por medio de una plataforma y un sistema formado por winches, cables

y poleas la embarcación entra a una rampa donde se la transporta hasta el patio de trasferencia en el caso de varada y hacia el agua en el caso de la desvarada (ver figura 1.9).

Figura 1. 9. Plataformas de Transferencia



Fuente: Phd. Caprace, J., “Notas de Clase del Curso Producción de Buques”, LaunchingSystems. FIMCBOR, ESPOL, 2012.

Grúas de Pórtico.

Al igual que el anterior este método es empleado tanto para la maniobra de subida o de bajada de las embarcaciones, debido a las limitaciones en cuanto a la capacidad de carga hace que por lo general, las embarcaciones que emplean este método sean relativamente pequeñas.

Figura 1.10. Varamiento con Grúas de Pórtico



Fuente: Phd. Caprace, J., “Notas de Clase del Curso Producción de Buques”, LaunchingSystems. FIMCBOR, ESPOL, 2012

1.4. Teoría de Vigas

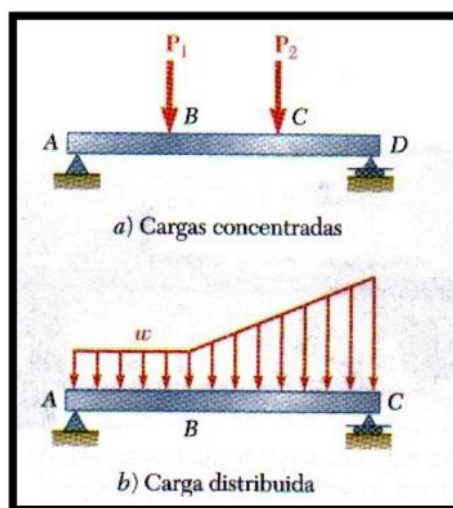
La viga es el elemento estructural utilizado para soportar cargas mediante la resistencia a las fuerzas internas de flexión y corte. En tal sentido el pre dimensionamiento de las vigas consiste en determinar la dimensiones necesarias para que el elemento sea capaz de resistir la flexión y el corte, así como también debe tener medidas tales que la flecha no sea excesiva.

1.4.1. Tipos de Cargas y Apoyos

Una viga puede estar sujeta a cargas concentradas P_1, P_2, \dots , expresadas en las correspondientes unidades de fuerza (figura 1.11.a), a una carga uniformemente distribuida w , expresada en unidad de fuerza sobre longitud

(figura 1.11.b) o a una combinación de ambas cargas. Cuando la carga w por unidad de longitud tiene un valor constante sobre una parte de la viga (como entre A y B en la figura 1.11.b), se dice que la carga está uniformemente distribuida a lo largo de esa parte de la viga.

Figura 1.11. Tipos de Cargas en las Vigas.

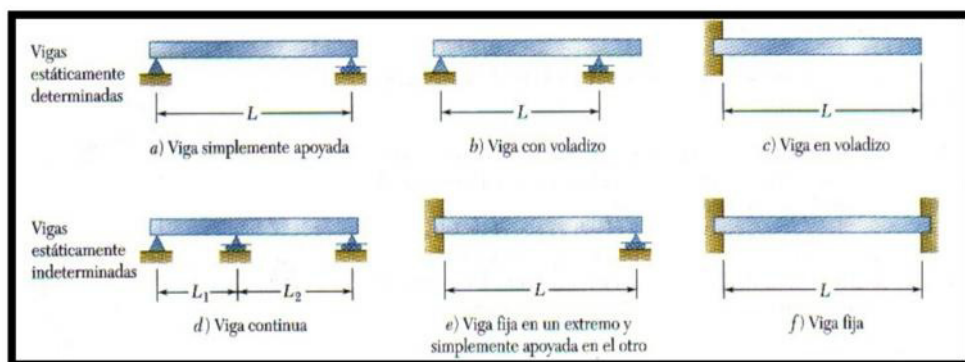


Fuente: Beer, P, Johnston, E, Eisenberg, E., “Mecánica Vectorial Para Ingenieros, 8va Edición”. McGraw-Hill, México, 2008.

Las vigas se clasifican de acuerdo con la forma en que están apoyadas. En la figura 1.12 se muestran varios tipos de vigas que se usan con frecuencia, la distancia L existente entre los apoyos recibe el nombre de claro. Se debe señalar que las reacciones se determinarán siempre y cuando los apoyos involucren únicamente tres incógnitas; de estar involucradas más incógnitas, las reacciones serán estáticamente indeterminadas y los métodos

de la estática no serán suficientes para determinarlas; bajo estas circunstancias, se deben tomar en consideración las propiedades de la viga relacionadas con su resistencia a la flexión.

Figura 1. 12. Tipos de Apoyos Existentes en Vigas



Fuente: Beer. P, Johnston. E, Eisenberg. E., “Mecánica Vectorial Para Ingenieros, 8va Edición”. McGraw-Hill, México, 2008.

1.4.2. Fuerza Cortante y Momento Flector en una Viga.

Considere una viga AB que está sujeta varias cargas concentradas y distribuidas (figura 1.13.a). Se busca determinar la fuerza cortante y el momento flector en cualquier punto de la viga. Aunque en el ejemplo la viga esta simplemente apoyada, el método se puede aplicar a cualquier tipo de viga estáticamente determinada.

Primero se determinan las reacciones en A y en B seleccionando toda la viga como un cuerpo libre (figura 1.13.b). Si se escribe ¹

$$\sum MA=0; \sum MB=0 \text{ Ec. 1.1}$$

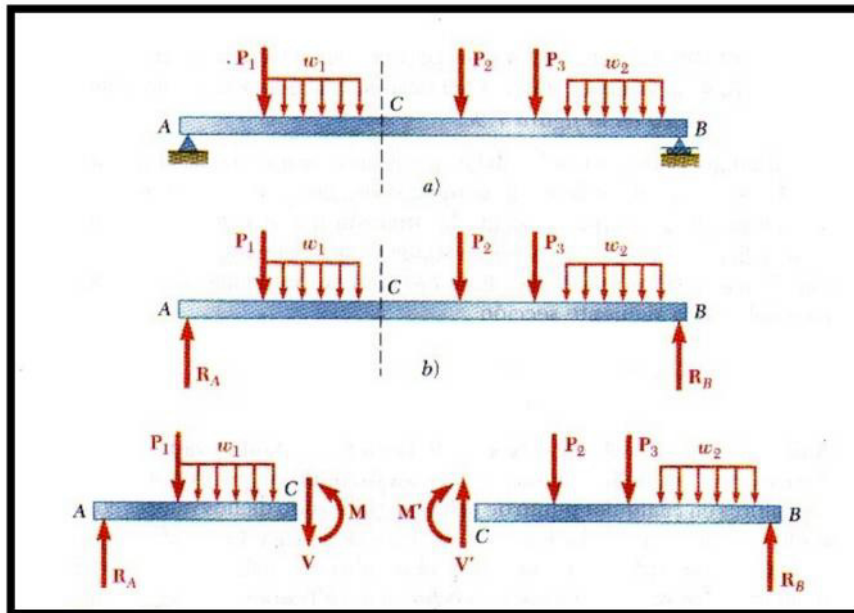
Se obtienen, respectivamente, RB y RA.

Para determinar las fuerzas internas en C, se corta la viga en C y se dibujan los diagramas de cuerpo libre correspondientes a las partes AC y CB de la viga (figura 1.13.c). Con el diagrama de cuerpo libre para la parte AC, se puede determinar la fuerza cortante V en C igualando a cero la suma de las componentes verticales de todas las fuerzas que actúan sobre AC.

En forma similar se puede encontrar el momento flector M en C igualando a cero la suma de los momentos con respecto a C de todas las fuerzas y todos los pares que actúan sobre AC. Sin embargo, otra alternativa sería utilizar el diagrama de cuerpo libre para la parte CB y determinar la fuerza cortante V y el momento flector M igualando a cero la suma de las componentes verticales y la suma de los momentos con respecto a C de todas las fuerzas y todos los pares que actúan sobre CB.

¹ [2] BEER P., JOHNSTON E., EISENBERG E., “Mecánica Vectorial Para Ingenieros, 8va Edición”. McGraw-Hill, México, 2008.

Figura 1. 13. Fuerzas Cortantes y Momento Flector en una Viga



Fuente: Beer. P, Johnston. E, Eisenberg. E., “Mecánica Vectorial Para Ingenieros, 8va Edición”. McGraw-Hill, México, 2008.

A pesar de que la sección del cuerpo libre que se usara puede facilitar el cálculo de los valores numéricos de la fuerza cortante y el momento flector, hace que sea necesario indicar sobre que parte de la viga están actuando las fuerzas internas consideradas. Por tanto, si se van a calcular y a registrar con eficiencia los valores de la fuerza cortante y del momento flector en todos los puntos de la viga, se debe encontrar una forma que permita evitar la especificación cada vez de la proporción de la viga que se utilizó como el cuerpo libre. Para lograr esto se adoptaran las siguientes convenciones:

Al determinar la fuerza cortante en una viga, siempre se supondrá que las fuerzas internas V y VI están dirigidas como se muestra en la figura 1.13.c. Cuando se obtiene un valor positivo para su magnitud común V , esto indica que la suposición hecha fue correcta y que en realidad las fuerzas cortantes están dirigidas de la forma que muestra la figura.

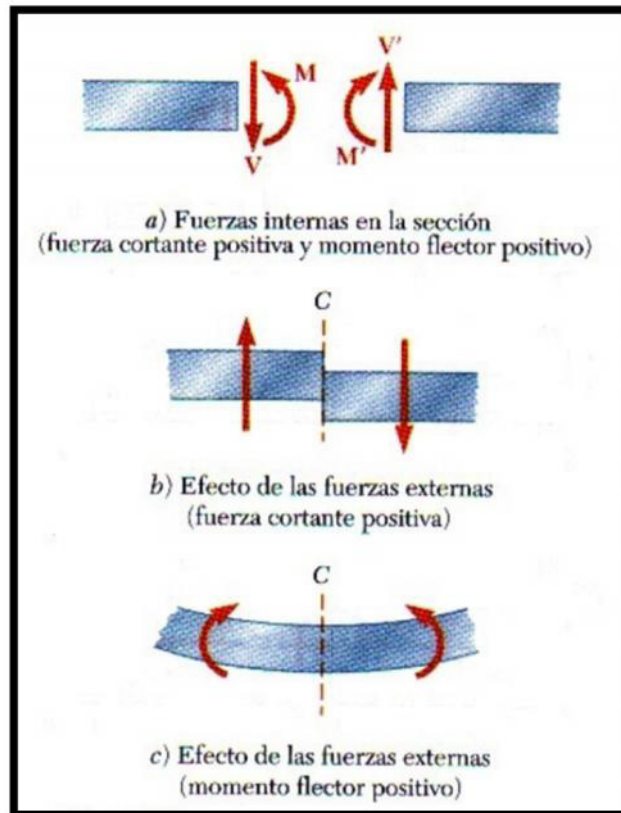
Cuando se obtiene un valor negativo para V , esto indica que la suposición hecha fue incorrecta y que las fuerzas cortantes están dirigidas en el sentido opuesto. Por lo tanto, para definir completamente las fuerzas cortantes en un punto dado de la viga solo se necesita registrar la magnitud M en un signo positivo o negativo. Por lo general se hace referencia al escalar V como la fuerza cortante en un punto dado de la viga.

Estas convenciones son más fáciles de recordar si se observa que:

1.-) Se dice que la fuerza cortante V y que el momento flector M en un punto dado de una viga son positivos cuando la fuerza y los pares internos que actúan sobre cada están dirigido como se muestra en la figura 1.14.b.

2.-) La fuerza cortante en C es positiva cuando las fuerzas externas (las cargas y las reacciones) que actúan sobre la viga tienden a cortar a la viga en C como se indica en la figura 1.14.c.

Figura 1. 14. Configuración de Signos de Fuerzas Internas



Fuente: Beer. P, Johnston. E, Eisenberg. E., “Mecánica Vectorial Para Ingenieros, 8va Edición”. McGraw-Hill, México, 2008.

1.4.3. Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector.

Una vez que se ha definido claramente lo que es la fuerza cortante y momento flector en vigas, se pueden registrar sus valores en cualquier punto de la misma graficando dichos valores contra la distancia x medida desde un extremo de la de la viga. Las gráficas que se obtienen de esta

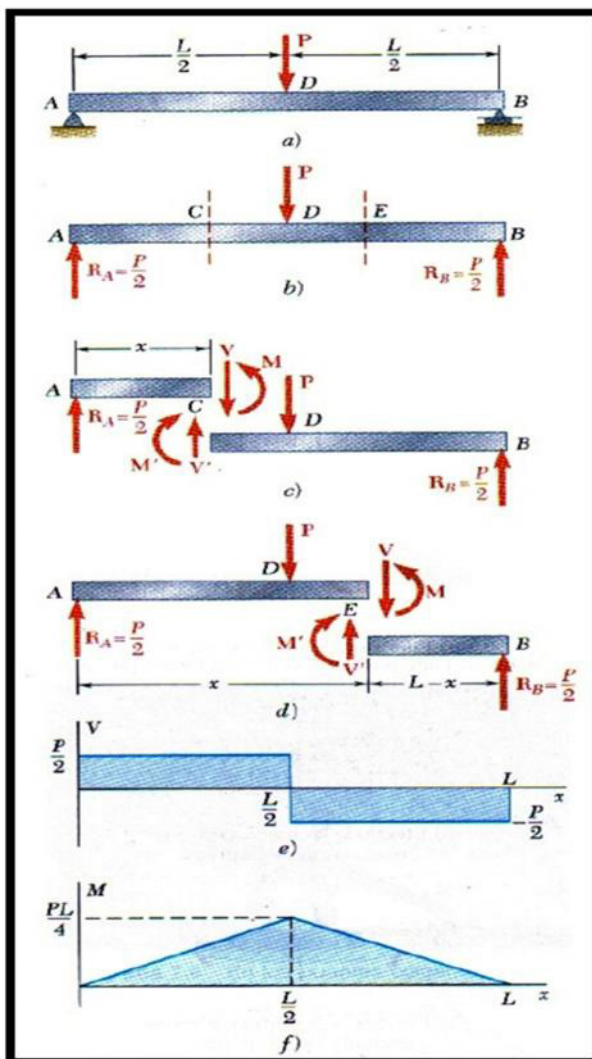
manera reciben el nombre de diagrama de fuerza cortante y de momento flector, respectivamente. Para ilustrar de mejor manera la temática de lo antes mencionado, supondremos que se tiene una viga AB con una longitud o claro L y que está sometida a una carga P que actúa en su punto medio D (figura 1.15.a). Primero se determinan las reacciones en los apoyos a partir del DCL para la viga completa (figura 1.15.b); de esta forma, se encuentra que la magnitud de cada reacción es igual a P/2. Después se corta la viga en un punto C localizado entre A y D y se dibujan los DCL para las partes AC y CB (figura 1.15.c). Si la fuerza cortante y el momento flector son positivos, se dirigen las fuerzas internas V y V' y los pares internos M y M' como se indica en la figura 1.14.a. Si se considera el cuerpo libre AC y se escribe que la suma de las componentes verticales y la suma de los momentos con respecto a C de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo libre son iguales a cero, se encuentra que:

$$V = + \frac{P}{2} \text{ y } M = + \frac{Px}{2} \quad \text{Ec. 1.2}$$

Por lo tanto, la fuerza cortante y el momento flector son positivos; lo anterior se puede corroborar observando que la reacción en A tiende a cortar y a flexionar la viga en C de la forma mostrada en la figura 14.b y c. Se puede graficar V y M entre A y D (figura 1.15e y 1.15f); la fuerza

cortante tiene un valor constante $V = P/2$, mientras que el momento flector aumenta linealmente desde $M = 0$ en $x = 0$ hasta $M = PL/4$ en $x = L/2$.

Figura 1.15. Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector de una Viga Simplemente Apoyada



Fuente: Beer, P, Johnston, E, Eisenberg, E., "Mecánica Vectorial Para Ingenieros, 8va Edición". McGraw-Hill, México, 2008.

1.5. Cables de Acero.

Un cable de acero es la unión de finos alambres de acero, que están retorcidos helicoidalmente, la cual puede ser sometida a esfuerzos de tracción, y tienen apropiadas cualidades de flexibilidad, se lo considera como una maquina simple, en el cual sus elementos transmiten las fuerzas actuantes sobre este, movimientos y energía entre dos puntos, de una manera predeterminada para lograr un fin deseado.

El conocimiento de las características y uso de un cable de acero, es esencial debido a la gran cantidad de tipos de cables de acero disponibles, en donde para su elección se debe tener en las condiciones de trabajo, factores de carga y resistencias del cable, porque se debe que tener presente que: "donde hay un cable de acero trabajando, hay vidas humanas en juego". Existen diversas ecuaciones para cada condición de trabajo de un cable de acero, por ejemplo para determinar el diámetro se utiliza la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{F}{A} * FS \quad Ec. 1.3$$

Donde:

σ : es el esfuerzo permisible del acero 2400 Kgf/cm²

F : es la carga que soportará el cable.

A : el área del cable.

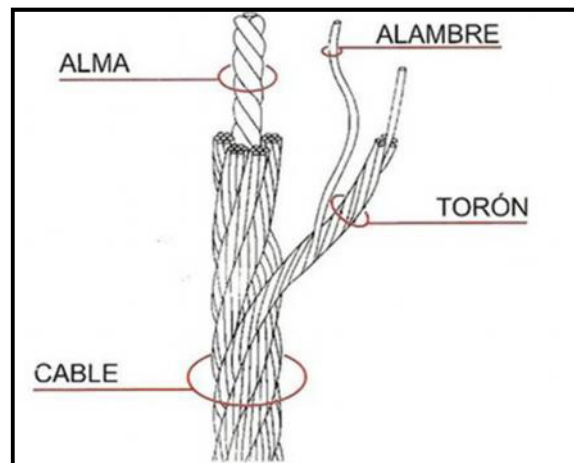
FS : el factor de seguridad del cable²

Para este efecto comenzaremos a describir un cable de acero, indicando el nombre de cada elemento que lo compone.

1.5.1. Elementos del Cable de Acero.

En la figura 1.16 se muestran los principales elementos de los cables de acero:

Figura 1. 16. Componentes del Cable de Acero



Fuente: www.ecaeslingas.com

Alambre

Es el elemento básico de un cable de acero, el cual es fabricado en diversas calidades, según el uso al que se destine el cable final y se lo clasifica en:

²[10] http://trefilcable.com/?gclid=CneHtr3V4JECFRGogodp1y_gA

- Tipos
- Clases
- Grados

Toron

Los torones están formados por un cierto número de alambres de acuerdo a su construcción, que son enrollados helicoidalmente alrededor de un centro, en una o varias capas, todos los alambres son torcidos en el mismo sentido, conjuntamente de una forma paralela.

Las construcciones de los torones se los pueden clasificar en tres series:

- Serie 7: Tiene desde 3 a 14 alambres.
- Serie 19: Tiene desde 15 a 26 alambres.
- Serie 37: Tiene desde 27 a 49 alambres.

Alma

Es el eje central del cable donde se enrollan los torones, es la base del cable y sirve para conservar la redondez, mantener la separación entre los torones y soportar la presión que ellos ejercen.

Los diferentes tipos de alma que se usan en los cables de acero son:

- Alma de acero.
- Alma de fibras naturales.
- Alma de polipropileno.

Cable

Es el producto final que está formado por varios torones, que son enrollados helicoidalmente alrededor del alma. Se los identifica por el número de torones y el número de alambres de cada torón.

1.5.2. Factores de Considerados para la Selección de Cables

Una de las grandes incógnitas es ¿Qué cable elegir para la aplicación que requiero? Todos los cables incluyen características de diseño que se deben sacrificar unas por otras, la clave del problema de la selección del cable correcto para cada trabajo está en equilibrar correctamente los siguientes factores principales:

- Carga de Rotura o Resistencia.
- Resistencia a las Flexiones, Vibraciones y Fatiga.
- Resistencia a la Abrasión.
- Resistencia al Aplastamiento.
- Exposición a la Corrosión.

Por lo expuesto anteriormente se necesita elegir el cable como se haría con cualquier otra máquina “muy cuidadosamente”.

Resistencia

La resistencia se mide normalmente en toneladas y es la resistencia mínima a la ruptura es decir se n determinar la máxima carga que el cable deberá soportar, teniendo en cuenta no sólo la carga estática, sino también las cargas causadas por arranques y paradas repentinas, cargas de impacto, altas velocidades, fricción en poleas, etc.

Fatiga

Todos los cables están sujetos a fatiga del metal por los esfuerzos de flexión, cuando un alambre se dobla varias veces, eventualmente se romperá; esto fenómeno es llamado Fatiga de Flexión, este caso se da cuando el cable se enrolla alrededor de poleas, tambores o rodillos en donde a menor radio de curvatura mayor es la acción de la fatiga. La resistencia disminuye a medida que el cable se usa.

Abrasión

Este es el enemigo más común y más destructivo del cable de acero, consiste con el desgaste del metal, por lo tanto la resistencia a la abrasión es

la capacidad de un cable a soportar el desgaste y pérdida del metal en su exterior.

Al menor número de alambres y mayor diámetro es mayor la resistencia al desgaste abrasivo.

Exposición a la Corrosión

Todos los cables están expuestos a la corrosión, este fenómeno disminuye la sección transversal metálica del cable y esto reduce la resistencia, la capacidad contra la abrasión, elasticidad y flexibilidad de los cables.

Para combatir el problema de la corrosión se utilizan cables galvanizados, la desventaja es la reducción de las propiedades mecánicas del material tanto en su resistencia y su flexibilidad.

1.5.3. Factor de Seguridad de un Cable

El coeficiente de seguridad o factor de seguridad es el cociente entre el valor de la carga de ruptura mínima y la carga de trabajo a la que está sometida.

La ecuación para el factor de seguridad es:

$$F.S. = \frac{CARGA DE RUPTURA}{CARGA DE TRABAJO} \quad Ec. 1.4$$

No se puede establecer un factor de seguridad para todas las condiciones de trabajo ya que están dependen del ambiente y las condiciones de trabajo, en la siguiente tabla se muestra una guía general para la selección del correspondiente factor.

Tabla 1.2. Factor de seguridad de cables de acero

Aplicación	Factor
Tirantes de cable o torones (trabajo estático)	3 a 4
Cables principales para puentes colgantes	3 a 3.5
Cables de suspensión (péndulo para puentes colgantes)	3.5 a 4
Cables de tracción para teleféricos y andariveles	5 a 6
Cada cable de operación de una grúa almeja	4 a 5
Palas mecánicas – excavadoras	5
Cable de arrastre en minas	4 a 5
Cables de izaje en minas (vertical e inclinado)	7 a 8
Grúas y polipastos industriales	6 (mínimo)
Ascensores – elevadores – para personal	8 a 17
Ascensores – elevadores – para material y equipos	7 a 10
Grúas con crisoles calientes de fundición	8 (mínimo)

Fuente: www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/.../ntp_155.pdf

1.6. Poleas

Una polea, es una máquina simple que sirve para transmitir una fuerza. Se trata de una rueda, generalmente maciza y acanalada en su borde, que con el curso de una cuerda o cable que se hace pasar por el canal ("garganta"), se usa como elemento

de transmisión para cambiar la dirección del movimiento en máquinas y mecanismos. Además, formando conjuntos aparejos o polipastos sirve para reducir la magnitud de la fuerza necesaria para mover un peso.

Los elementos constitutivos de una polea son la rueda o polea propiamente dicha, en cuya circunferencia (llanta) suele haber una acanaladura denominada "garganta" o "cajera" cuya forma se ajusta a la de la cuerda a fin de guiarla; las "armas", armadura en forma de U invertida o rectangular que la rodea completamente y en cuyo extremo superior monta un gancho por el que se suspende el conjunto, y el "eje", que puede ser fijo si está unido a las armas estando la polea atravesada por él ("poleas de ojo"), o móvil si es solidario a la polea ("poleas de eje").

Según su desplazamiento las poleas se clasifican en fijas, móviles y combinadas o compuestas.

Poleas Fijas

La manera más sencilla de utilizar una polea es colgar un peso en un extremo de la cuerda, y tirar del otro extremo para levantar el peso.

Una polea simple fija no produce una ventaja mecánica: la fuerza que debe aplicarse es la misma que se habría requerido para levantar el objeto sin la

polea. La polea, sin embargo, permite aplicar la fuerza en una dirección más conveniente.

Poleas Móviles

Una forma alternativa de utilizar la polea es fijarla a la carga un extremo de la cuerda al soporte, y tirar del otro extremo para levantar a la polea y la carga. La polea simple móvil produce una ventaja mecánica: la fuerza necesaria para levantar la carga es justamente la mitad de la fuerza que habría sido requerida para levantar la carga sin la polea. Por el contrario, la longitud de la cuerda de la que debe tirarse es el doble de la distancia que se desea hacer subir a la carga.

Poleas Compuestas

El sistema de poleas compuestas se utiliza con el propósito de alcanzar una amplia ventaja de carácter mecánico, levantando objetos de gran peso con un esfuerzo mínimo. Para su ejecución se emplean poleas fijas y móviles. Con la primera se cambia la dirección de la fuerza a realizar. El sistema de poleas móviles más común es el polipasto.

1.7. Relación Diámetro de la Polea - Diámetro del Cable

Uno de los factores importantes que influye en la vida útil de un cable de acero es la relación entre el diámetro de la polea y el diámetro del cable y esto a su vez tiene

relación con el tipo de construcción y cantidad de alambres en el cable. Para un cable determinado, su vida útil aumentará proporcionalmente al aumento en el diámetro de la polea sobre el cual el cable se mueve o trabaja. Igualmente si el diámetro de la polea es inferior a lo aceptable, entonces su rendimiento o vida útil podría ser notoriamente inferior a lo esperado.

A continuación en la tabla 1.3 se presenta algunos valores recomendados y aceptables para el diámetro de las poleas en las cuales gira el cable, para las construcciones de cables de acero más conocidas utilizadas.³

Tabla 1.3. Relaciones Diámetro Polea-Diámetro del Cable recomendadas

CONSTRUCCION DEL CABLE	D (diámetro de poleas)	
	R (recomendado)	A (mínimo aceptable)
6 x 7	72 x d	42 x d
6 x 17 Seale	56 x d	37 x d
6 x 19 Seale	51 x d	34 x d
6 x 21 (6 x 16 Filler)	45 x d	30 x d
6 x 26 Warrington Seale	42 x d	28 x d
6 x 25 (6 x 19 Filler)	41 x d	27 x d
6 x 31 Warrington Seale	38 x d	25 x d
6 x 36 Warrington Seale	31 x d	21 x d
6 x 41 Warrington Seale	28 x d	19 x d
6 x 43 Filler Seale	31 x d	21 x d
6 x 49 Filler Seale	28 x d	19 x d
8 x 19 Seale	36 x d	24 x d
8 x 25 (8 x 1 9 Filler)	29 x d	19 x d
18 x 7 Resistente a la Rotación	51 x d	36 x d

Fuente: <http://www.incamet.com.ar/manual/menú.htm>

³ [11] <http://www.incamet.com.ar/manual/menú.htm>

CAPITULO II. PROPUESTAS DE DISEÑO PARA MEJORAR EL SISTEMA DE BAJADA

2.1. Descripción del Diseño Actual

Desde sus inicios la planta centro de ASTINAVE EP ha venido realizando la maniobra de bajada de la plataforma con un sistema, en el que permite que solo se puedan varar embarcaciones con un calado máximo de 2,8 metros, de esta manera no aprovecha al máximo la capacidad de este sistema, el mismo que está conformado de un molinete o winche con un torque de 15000 lb a 50 FPM marca SILENT HOIST WINCH & CRANE CO. BROOKLYN N.Y. U.S.A., una bita de acero de 38 cm de altura y diámetro 5 pulgadas cedula 80, ubicada en la parte delantera de la plataforma, que se conecta con el winche mediante un cable de acero de 1 1/8" tipo 6x19S + IWRC (ver figura 2.1).

Figura 2. 1. Elementos del Sistema de Bajada de ASTINAVE EP CENTRO



Fuente: Instalaciones de ASTINAVE EP

2.2. Diseños Propuestos

Debido a lo planteado anteriormente se ha decidido realizar el diseño de tres nuevos sistemas:

- Sistema comprendido por juegos de poleas y aumento de la altura de las bitas de amarre.
- Sistema en el que se plantea el cambio de la posición actual de los molinetes, la implementación de poleas y el aumento de las bitas de amarre.
- Sistema que se compone únicamente con el aumento de la altura de la bitas.

2.2.1. Restricciones

Como ya es de conocimiento una restricción es una limitación o un impedimento en la realización de una obra o un proyecto, en la cual el proyectista o la persona encargada de la obra se deben ajustar y buscar la mejor solución para poder realizar el trabajo solicitado.

Las limitaciones se encuentran presentes en casi todos los trabajos y este (mejoramiento del sistema de bajada) no es la excepción, por lo cual fue necesario tomar en cuenta los distintos escenarios y restricciones para la elaboración los diseños que más adelante se presentan.

Las limitaciones presentadas son las siguientes:

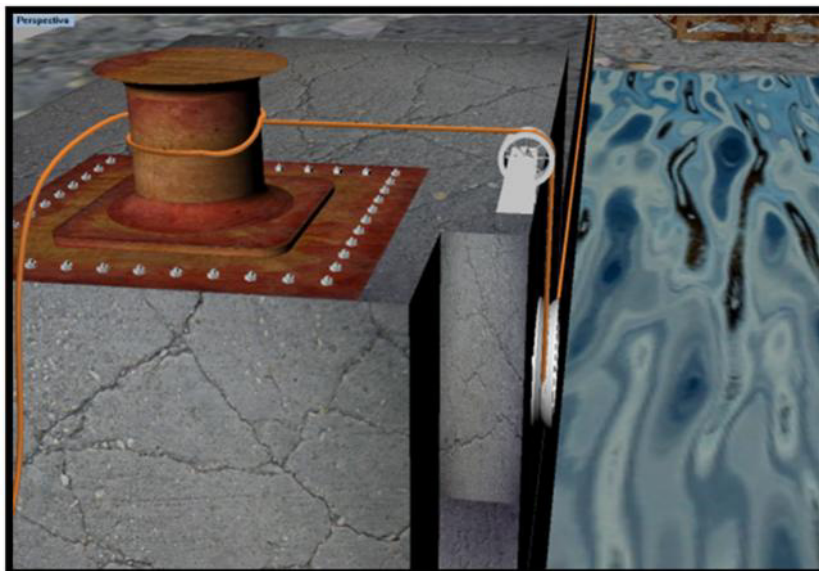
- Falta de información del motor usado en el molinete norte y sur para la operación de bajada de la plataforma.
- Reutilización de los mismos motores en los molinetes utilizados desde los inicios de ASTINAVE EP Centro.
- El ancho (manga) del canal de varamiento.
- La longitud de las vigas en I usadas en la movilización de la plataforma las cuales limitan la distancia que debe recorrer.
- El mal estado del muelle en el canal de varamiento.

- El diámetro de la polea ubicada sobre la caseta de los molinetes, el mismo que no debe exceder la altura del tambor del molinete (60 cm).
- Los pilotes ubicados en el Rio Guayas en el sector del molinete sur contiguos al canal de transferencia, los cuales no permiten un mayor desplazamiento de la plataforma.
- El problema de la gran sedimentación y acumulación de basura que se acumula al inicio del canal.

2.2.2. Primer Diseño: Sistema de Poleas y Aumento de la Altura de la Bitá de Amarre

El objetivo de cada sistema es el aumento de la distancia en el recorrido de bajada de la plataforma lo cual permitirá varar embarcaciones de mayor calado, este primer diseño está conformado por un cable de acero que se enrolla en el molinete o winche, el mismo que se conecta con la plataforma a través de 2 poleas que son las encargadas de cambiar el sentido del cable, que por ende cambia la dirección de la fuerza de arrastre para que posteriormente se sujete a una bitá ubicada en la parte posterior de la plataforma, la cual constará con sus respectivos refuerzos para darle rigidez estructural (ver figura 2.2).

Figura 2. 2. Vista en 3D del Conjunto de Poleas



Fuente: Elaboración Propia

Las ventajas de este sistema propuesto se presentan a continuación:

Ventajas

- Con el uso de las poleas se evitara el problema de la excesiva fricción con el concreto que se tiene en el modelo actual.
- Con el uso de las poleas se le cambiará la dirección del cable de acero lo que producirá que se ejerza una mayor fuerza de arrastre sobre plataforma.
- Al aumentar la altura de la bita, el ángulo de inclinación que se tendrá en las diferentes posiciones del canal se reduciría, lo cual garantizará que la fuerza de sustentación disminuya permitiendo

desplazar una distancia mayor a la plataforma, de la que posee actualmente.

- Las condiciones de trabajo del cable mejoran, disminuyendo la fatiga y rozamiento en comparación con el sistema actual, lo cual aumentará la vida útil del cable del sistema.

Condiciones de Trabajo

Para realizar el análisis de los diseños propuestos se han tomado en consideración las siguientes cargas que se presenta en la tabla 2.1, que se muestra a continuación:

Tabla 2.1: Condiciones de Carga a la que está Sometido el Sistema

CARGAS DE TRABAJO		
Peso parrilla	565	Ton
Carga Soporta	800	Ton
Tensión de Cable	6,8	Ton

Fuente: ASTINAVE EP

La información presentada en la tabla fue proporcionada por ASTINAVE EP.

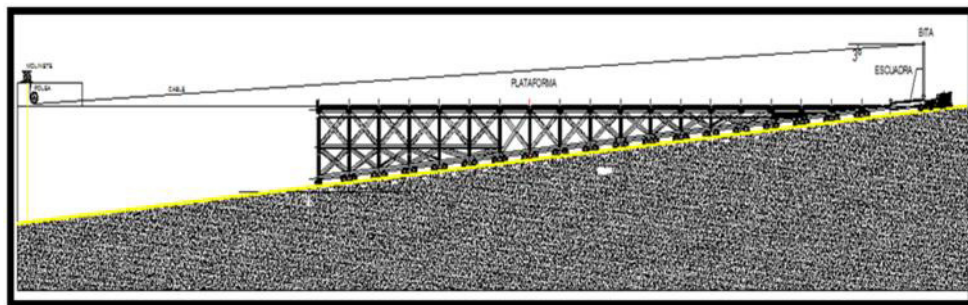
Para el diseño se consideraron 3 situaciones de trabajo relativos a la posición de la plataforma, es decir, cuando se encuentra ubicada en 3

diferentes puntos del canal lo que conlleva a que la fuerza vaya cambiando su ángulo de inclinación. Este análisis se realizó por igual para los dos diseños posteriores.

Parrilla en posición más alta

Esta situación ocurre cuando la parrilla de varado está en la parte superior del canal, en ese momento el cable tiene una inclinación inicial aproximada de -3° con respecto al eje horizontal desde la bita de agarre.

Figura 2. 3. Posición Inicial de la Parrilla en Maniobra de Bajada



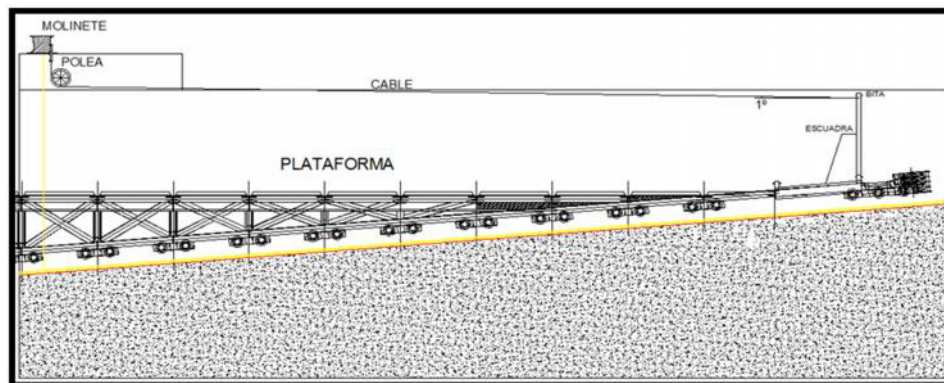
Fuente: Elaboración Propia

En esta situación la fuerza tiene una ligera componente vertical hacia abajo.

Parrilla en la Mitad del Canal

Esta situación ocurre cuando la parrilla de varada está en la mitad de la maniobra bajada, en ese momento el cable tiene una inclinación aproximada de 1° con respecto a la horizontal.

Figura 2. 4. Posición en la Mitad de la Maniobra de Bajada



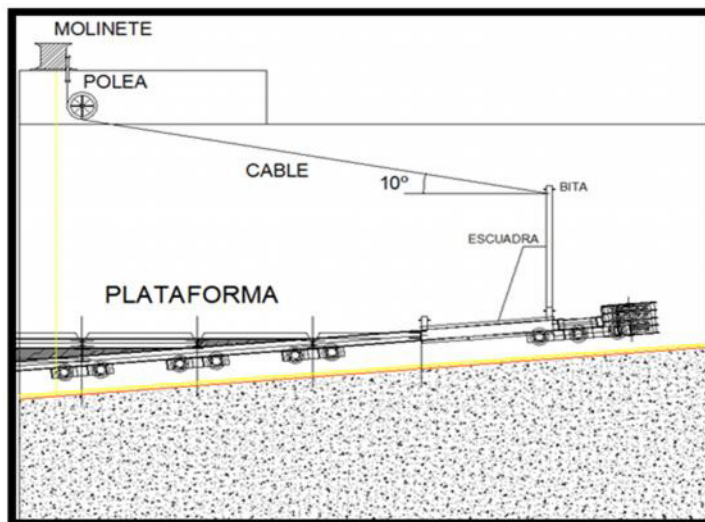
Fuente: Elaboración Propia

En este punto de trabajo se puede observar que recién empieza a crecer la fuerza de sustentación pero aun es mucho menor que la fuerza de arrastre.

Parrilla en la Parte más Baja del Canal

Esta situación ocurre cuando la parrilla de varada está en la parte inferior del canal, en ese momento el cable tiene una inclinación aproximada de 10° con respecto a la horizontal.

Figura 2. 5. Posición de la Parrilla en la Parte más Baja



Fuente: Elaboración Propia

En esta posición de la plataforma el ángulo de inclinación ha aumentado, lo que conlleva a que la fuerza vertical sea de 17,5% (ver tabla 2.2) de la tensión generada por el winche.

Tabla 2.2: Condición de Trabajo en Diferentes Posiciones del Canal

	Grado de Inclinación		
	-3°	1°	10°
Fuerza	6,8	6,8	6,8
Fuerza de Sustentación	-0,356	0,119	1,181
Fuerza de Arrastre	6,791	6,799	6,697

Fuente: Elaboración Propia

Dimensionamiento del Cable

Para el dimensionamiento del cable se utilizó la información proporcionada en la Tabla 2.1 y para el factor de seguridad se tomará el valor recomendado en la Tabla 1.2.

En la siguiente tabla se presenta un resumen del cálculo del diámetro del cable del sistema, utilizando la Ec. 1.3.

Tabla 2.3: Determinación del Diámetro del Cable

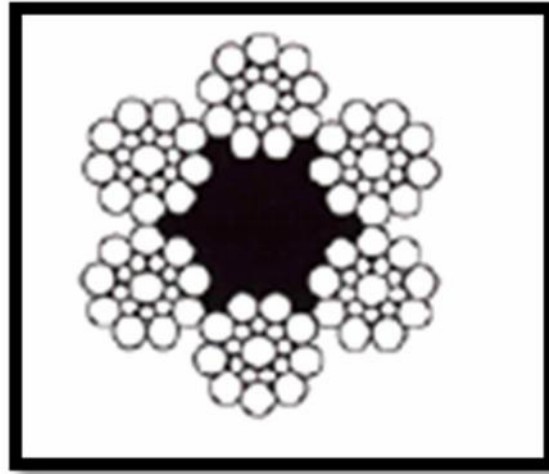
	VALOR	UNIDAD
Área	6,46	cm ²
Carga	6,8	Tonf
	2,4	Tonf/cm ²
FS	4	
	1,50	Plg

Fuente: Elaboración Propia

El diámetro es de 1,5plg que para fines reales es equivalente a un diámetro de 1 ½ plg, por lo que se recomienda el tipo de cable 6x19 filler, ya que son cables cuyos torones se construyen usando de 15 a 26 alambres y por tener la ventaja de tener un nivel de resistencia a la abrasión y aplastamiento aceptable, pero también suficientemente flexibilidad para trabajar en poleas

y tambores que no tengan un diámetro muy reducido en relación al diámetro del cable.⁴

Figura 2. 6. Cable de Acero Tipo 6x19 filler.



Fuente: www.elementosfuerza.com/cables/filler/acero-alma-compuet

Diseño de la Polea

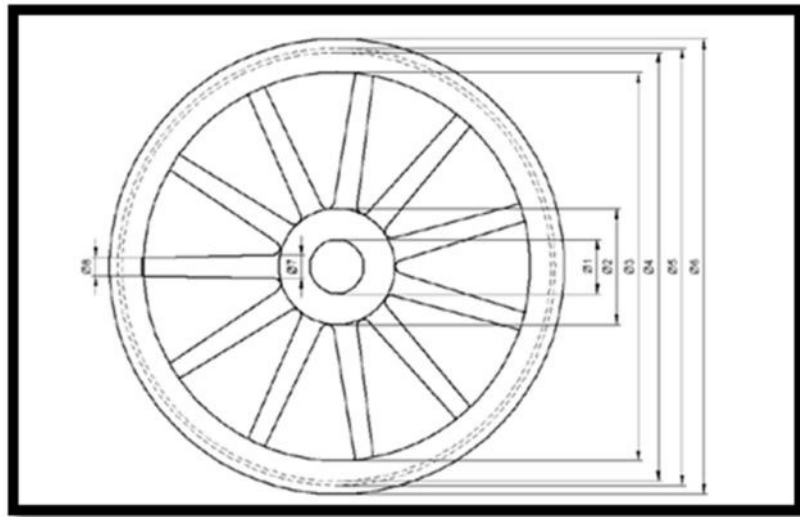
Las poleas del sistema se van a encargar de transmitir el movimiento del cable desde el molinete hasta la bita de amarre. Para el diseño de este elemento se lo ha dividido en las siguientes partes:

- Dimensionamiento de la Polea
- Diseño de la llanta (parte que se encuentra en contacto con el cable).

⁴[3] HIBBELER R. C., “Mecánica Vectorial Para Ingenieros Dinámica, 10ma Edición”.
Prentice-Hall, México, 2009.

- Diseño de los soportes encargados de transmitir la fuerza desde el tubo hasta la llanta.
- Diseño del cubo, que es donde se encuentra el eje de la polea.

Figura 2. 7.Esquema de la Polea a Diseñarse



Fuente: distrigom-poleas.blogspot.com

Diámetro de la Polea

Acogiendo a lo ya establecido en la parte 1.7 acerca del diámetro de la polea y tomando como referencia la Tabla 1.3, a continuación se presenta la dimensión del diámetro de la polea:

Tabla 2.4: Determinación del Diámetro de la Polea

	VALOR	UNIDAD
Diámetro Recomendado	1562	mm
Diámetro Mínimo	1029	mm

Fuente: Elaboración Propia

El diámetro que se elegirá será de 60 cm para la polea superior que es la que se encuentra a un costado del tambor del molinete (figura 2.2) y de 1200 mm para la polea ubicada en la parte inferior, la última acorde a la recomendación presentada.

Material de la Polea⁵

Debido a la fricción constante que existe entre la llanta y el cable, en [5] se recomienda utilizar como material para este elemento el hierro gris ASTM 40, el mismo que presenta las siguientes características:

⁵[4] ASTM, Annual Book of ASTM Standards, Section 01 "Iron and Steel Products", 2010

Tabla 2.5: Propiedades Mecánicas del Hierro Gris ASTM 40

HIERRO GRIS ASTM 40		
Módulo de Elasticidad en Tensión	E	14,7 Mpsi
Módulo de Elasticidad en Torsión	G	5,3 Mpsi
Densidad	$\frac{E}{G}$ ρ	442 lb/plg ³
Coefficiente de Poisson	$\frac{\rho}{\mu}$	0,255
Resistencia a la Tensión	$\frac{J_{uc}}{\sigma}$	35 Kpsi
Resistencia a la Compresión	$\frac{J_{uc}}{\sigma_{uc}}$	109 Kpsi
Módulo de Ruptura por Corte	$\frac{J_{uc}}{\sigma_{uc}}$	40 kpsi

Fuente: metalnodul.com/wp-content/uploads/2012/11/nodular

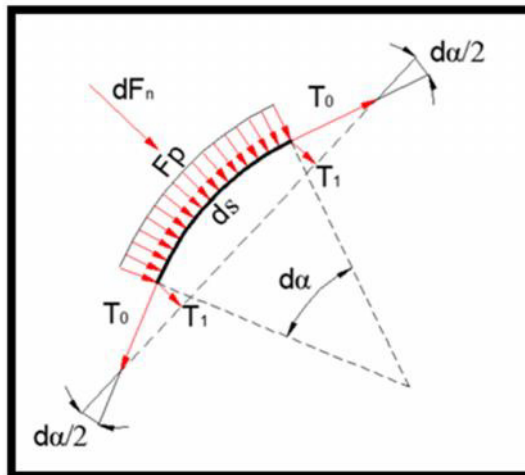
Determinación de la Carga en la Llanta de la Polea

Para el cálculo de todo elemento estructural se eligió la condición menos favorable, es decir, la situación crítica de carga, que en este caso y para ambas poleas es de 6,8 toneladas, pues en esta situación es cuando se generan las mayores tensiones en el cable y el mayor torque es sus brazos.

Una vez determinadas las tensiones máximas en el cable se calcula la carga distribuida originada sobre la llanta de la polea, para esto se tomó como

referencia lo especificado en la figura 2.8; que es un diferencial de arco del cable que en condiciones estáticas está sometida a la tensión T_0 .⁶

Figura 2. 8. Diferencial de Arco Bajo la acción de la Tensión T_0 .



Fuente: theworldofscienceunam.blogspot.com

Tomando el diferencial de la fuerza normal aplicada a la superficie del arco en contacto ds , se tiene:

$$dF = 2 * T_0 \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad \text{Ec. 2.1}$$

⁶[5] ARMIJOS M., RAMÍREZ R., Diseño de Teleférico de 2000 Metros de Longitud Ubicado en la Colonia los LLanganates de la Parroquia Río Negro, Cantón Baños, Provincia de Tungurahua; Tesis de Grado; EPN; Quito; 2000

Integrando el diferencial de fuerza normal sobre el ángulo de contacto perteneciente al arco, se obtiene la fuerza normal resultante F_n . De manera análoga, al integrar la carga distribuida F_p sobre la longitud del arco de contacto ds , se obtiene la fuerza normal F_n :

$$\int dF_n = \int F_p ds$$

$$dF_n = 2 * T_0 \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) d\alpha$$

$$\int_0^\alpha 2 * T_0 \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) d\alpha = \int_0^\alpha F_p ds = \int_0^\alpha r * F_p d\alpha$$

$$F_p = \frac{4 * T_0 (1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right))}{r * \alpha} \quad \text{Ec. 2.2}$$

Donde:

r : es el radio de la polea.

T_0 : es la tensión máxima del cable.

F_p : la carga distribuida en Kgf/cm.

α : es el ángulo de contacto de la polea y el cable.

Como se tiene 2 poleas se va a tener dos diferentes valores de cargas distribuidas, así tenemos que para la primer polea el ángulo de contacto es de $114^\circ = 1,98$ radianes y para la segunda es de $93^\circ = 1,62$ radianes, de esta

manera reemplazando los valores en la ecuación 2.2 se tiene los siguientes valores que se presentan resumidos en la tabla 2.6:

Tabla 2.6: Determinación de la Carga Distribuida F_p sobre la Polea

	POLEA 1	POLEA 2	UNIDADES
T_0	6800	6800	kgf
α	1,98	1,621	rad
R	30	60	cm
F_p	206,41	96,63	kgf/cm

Fuente: Elaboración Propia

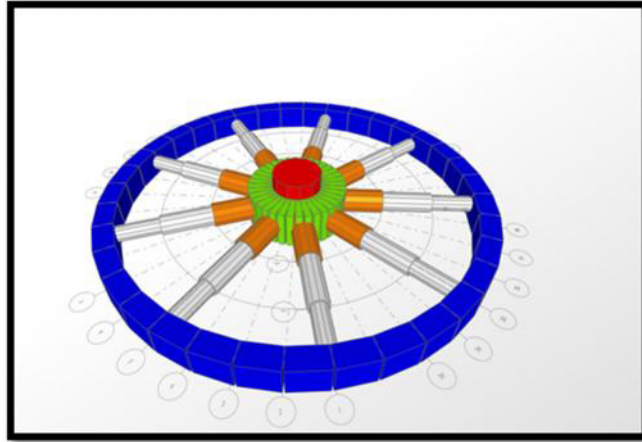
Dimensionamiento del Eje de Polea⁷

Una vez que se ha establecido la carga a la que está sometida la polea, ya se puede dimensionar el eje de la polea para esto empleó el programa SAP2000. Los diámetros elegidos fueron de 60 mm para la polea pequeña y de 110 mm para la polea de mayor tamaño.

El diámetro de la polea ya fue definido, por lo que para el dimensionamiento del eje se eligió algunos diámetros, para de esta manera elegir el más conveniente. En el ANEXO VIII de este trabajo se indica paso a paso el mecanismo empleado para modelar y asignar los elementos de la polea, en la figura 2.9 se muestra el modelo terminado de la polea.

⁷[6] SHIGLEY J., Manual de Diseño Mecánico 4ta Edición; McGraw-Hill; México; 2003

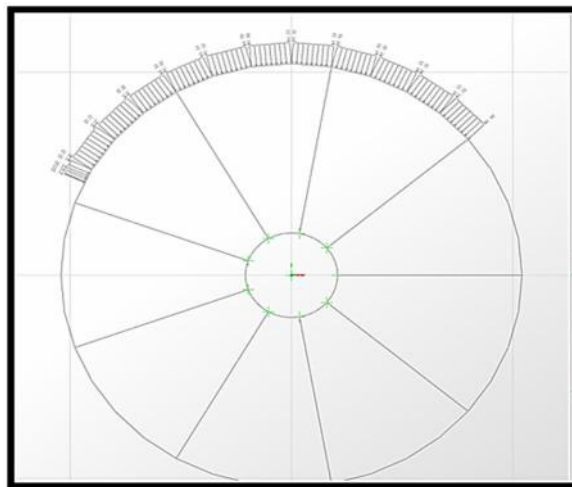
Figura 2. 9. Modelo de la Polea en el Programa SAP2000



Fuente: Elaboración Propia

Una vez modelada la polea con todos sus elementos se le asignó la carga de trabajo, en esta parte se muestra el diseño de la polea de menor diámetro ya que el mecanismo de diseño es el mismo para ambas poleas.

Figura 2. 10. Fuerza Normal Actuante en la Pista de Rodadura



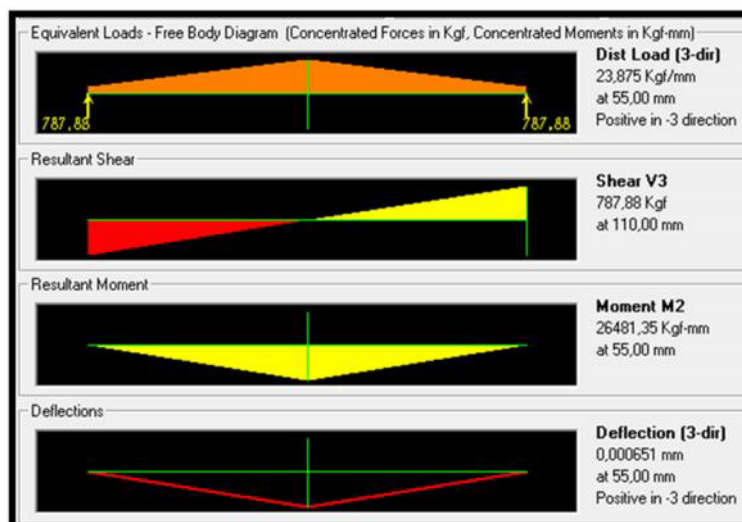
Fuente: Elaboración Propia

La estructura interna del programa se encargó de obtener el diseño más óptimo mediante una verificación de cada elemento con el Código de Diseño (AISC-LRFD99), mostrando en escala de colores aquellos elementos que cumplen o que fallan con este criterio, dando de esta manera un mejor escantillonado del elemento y optimizando material.

Cabe también indicar que el material del eje no es el Hierro Gris ASTM 40 que se definió en un principio, para este se decidió emplear Acero Comercial debido a la facilidad de adquisición.

Los diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector actuantes en el eje de la polea se presentan en la figura 2.11:

Figura 2. 11. Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector en el Eje de la Polea de 60 cm de Diámetro



Fuente: Elaboración Propia

Para verificar que la sección del eje seleccionado cumple con los requisitos, se determinó el esfuerzo de flexión, tal como se muestra a continuación:

$$\sigma = \frac{M * c}{I} \quad Ec. 2.3$$

Donde:

M : es el momento flector máximo.

c : es la distancia de la fibra más alejada desde el eje neutro.

I : es el momento de inercia alrededor del eje neutro.

Para este caso el momento flector máximo se lo obtiene de la figura 2.11, la distancia hasta la fibra más alejada es $d/2$ y el momento de inercia será el de una sección circular hueca, por lo que la Ecuación 2.3 se escribe de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{26481,35 \text{ kgf} * \text{mm} * d/2}{\frac{\pi * (d^4 - d_i^4)}{64}}$$

$$\sigma = \frac{26481,35 \text{ kgf} * \text{mm} * 60\text{mm}/2}{\frac{\pi * (60^4 - 55^4)}{64}}$$

$$\sigma = 424,85 \text{ Kgf/cm}^2$$

Comparando dicho valor con el del acero, el cual es de 2400 kgf/cm^2 se tiene una diferencia de 5,6 veces, es decir está sobre dimensionado pero por razones de seguridad en se tomó este valor.

Cabe también señalar que este análisis de esfuerzo es hecho ya por el programa, pero se ha creído conveniente mostrar el cálculo para demostrar el criterio ingenieril al momento de diseñar.

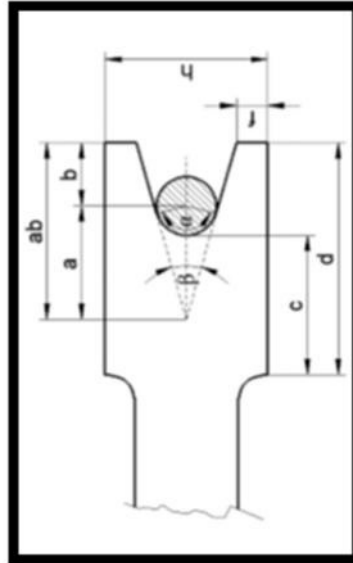
Dimensionamiento del Cubo

Para dimensionar el cubo se ha elegido una recomendación dada por la referencia [6], en la cual se indica que el diámetro debe ser como mínimo 1,5 veces el diámetro del eje, es decir como mínimo 90 mm para la polea pequeña y de 165 mm para la de mayor diámetro. Para nuestro caso será considerado de 120mm y 180 mm respectivamente, esto por cuestiones de seguridad. El espesor o altura del cubo será de 60mm para la polea de menor diámetro y de 90 mm para la de mayor diámetro.

Dimensionamiento de la Llanta que Soporta el Cable

Para el dimensionamiento de la llanta donde soporta el cable se toma las siguientes consideraciones:

Figura 2. 12. Especificación de las Medidas de la Llanta que Soporta el Cable



Fuente: Elaboración Propia

Donde:

F: es el espesor de la pared, $f \geq 11$ mm

α : Ángulo de contacto de la sección transversal.

β : Ángulo de canaleta $\beta = 180 - \alpha$

b: Profundidad de la circunferencia de paso, igual al diámetro del cable.

a: Profundidad proyectada del cono $a = b / \sin(\beta/2)$

ab: Profundidad del vértice $ab = a + b$

h: Altura de la pista de rodadura, $h = 2(ab \cdot \tan(\beta/2) + f)$

c: espesor mínimo

d: espesor de la pista de rodadura, $d = b + 0,5 d_{\text{cable}} + c$

En la siguiente tabla se muestran los valores recomendados:

Tabla 2.7: Dimensiones de la Llanta que Soporta el Cable

	VALOR		UNIDAD
	Polea 1	Polea 2	
f	12	14	mm
α	160	150	grados
β	20	30	grados
b	38,1	38,1	mm
a	111	76	mm
ab	149	114	mm
h	132,82	159,98	mm
c	55	45	mm
d	112,15	102,15	mm

Fuente: Elaboración Propia

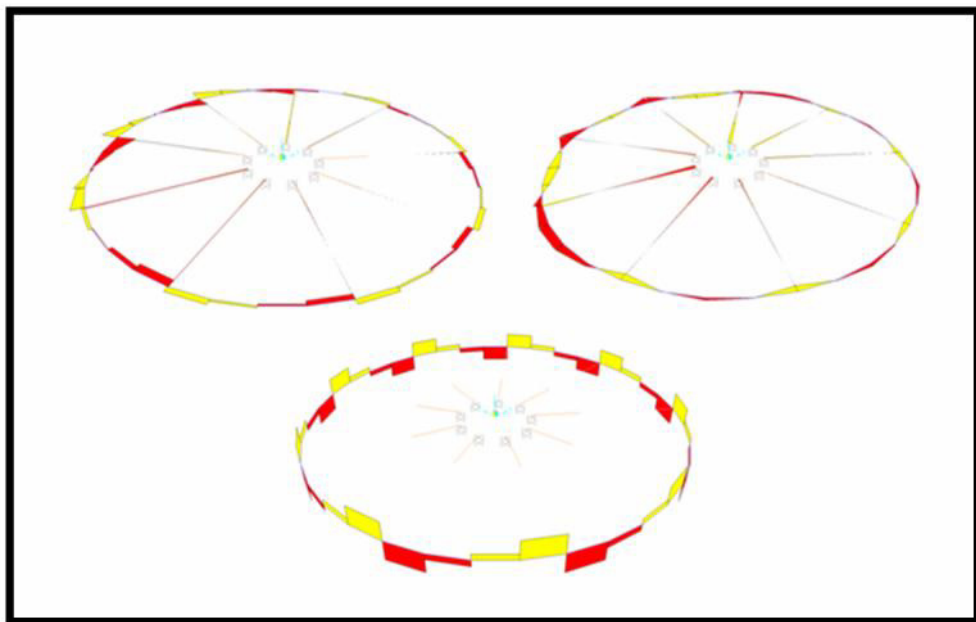
Dimensionamiento del Espesor de la Llanta

El dimensionamiento de la llanta de las poleas fue obtenido con la ayuda del programa SAP2000, así como también las secciones de los brazos cuyos diámetros se muestran en la tabla 2.8 junto con los otros elementos diseñados para ambas poleas. El espesor de las llantas de las poleas de 60 cm de diámetro (pequeña) y de 120 cm de diámetro (grande) son de 45 mm

y 55 mm respectivamente. Los detalles de los valores obtenidos de cada elemento se muestran en el ANEXO VII.⁸

Una vez ejecutado el análisis que ya se hizo para el eje, se obtiene los diagramas de fuerza cortante y momento flector que se producen en cada uno de los elementos.

Figura 2. 13. Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector para la Polea de 60 cm de Diámetro



Fuente: Elaboración Propia

⁸[7] HERNÁNDEZ E., Manual de Aplicación de Programa SAP2000 v14; CSI Caribe, 2008.

En la figura 2.13 se muestran tres gráficos, el de la parte superior izquierda muestra diagrama del momento flector 2-2, el de la superior derecha muestra el diagrama del momento flector 3-3 y el de la parte inferior es el diagrama del momento torsor, que es otorgado por el peso propio de estructura.

Los resultados arrojados del análisis realizado, muestran que las dimensiones de algunos de los miembros son adecuadas e inclusive está sobredimensionado en otros, por lo que es aceptable que el diseño sea establecido de esa manera. En la siguiente tabla se hace un resumen del escantillonado de las poleas:

Tabla 2.8: Resumen del Escantillonado de los Elementos de la Polea

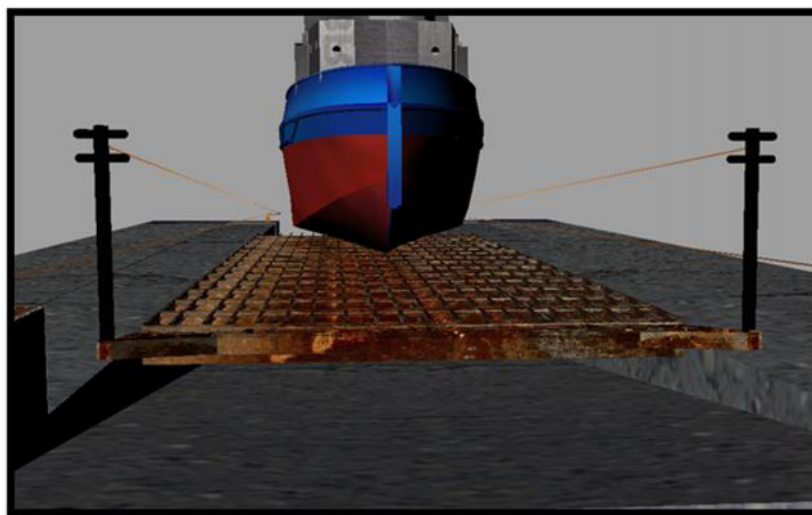
PARÁMETRO	MEDIDA		UNIDAD
	Polea 1	Polea 2	
Diámetro del Eje	60	110	mm
Diámetro del Cubo	120	180	mm
Altura del Cubo	60	90	mm
Diámetro Mínimo de la Canaleta	555	1145	mm
Diámetro de la Polea	600	1200	mm
Diámetro Mayor del Brazo	31	44,5	mm
Diámetro Menor del Brazo	25,4	31,7	mm
Profundidad Proyectada de Cono	114	149	mm
Espesor de la Llanta	45	55	mm
Espesor Mínimo de la Pared	14	12	mm
Altura de la Llanta	112,15	102,15	mm

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de la Bita de Amarre

La bita es un elemento que se encuentra ubicado en la parte posterior de la plataforma, la misma que debe ser estructuralmente rígida para que pueda soportar la fuerza de movimiento generado por el molinete transmitida mediante el cable de acero para que la plataforma de varamiento ejecute la maniobra de bajada de las embarcaciones.

Figura 2. 14. Ubicación de las Bitas de Amarre en la Plataforma



Fuente: Elaboración Propia

Carga de Trabajo Actuante en la Bitas de Amarre

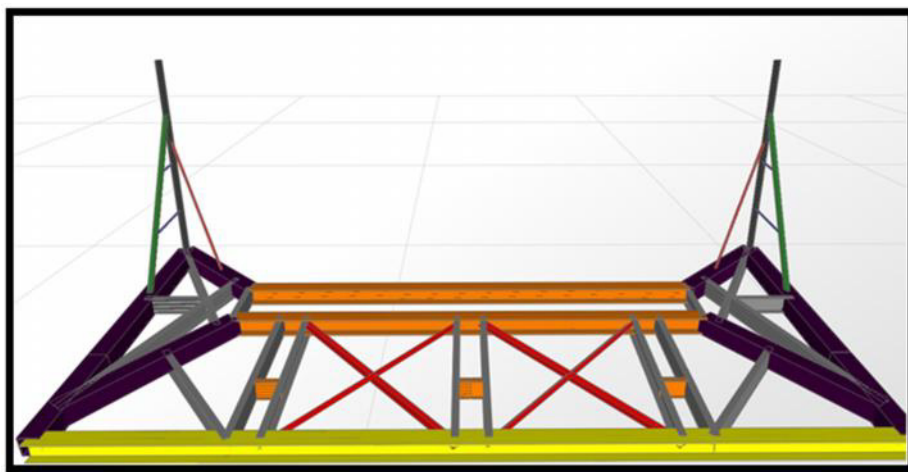
Como se mencionó en el párrafo anterior la bita es el elemento que se encarga de soportar la tensión generada por el molinete y transmitida por el cable de acero mediante el nuevo sistema de poleas propuesto, siendo esta

de 6,8 Toneladas. Cabe también indicar que la tensión señalada tendrá 3 casos distintos que ya fueron presentados, los cuales consisten en las diferentes posiciones que se encontrará la plataforma durante la maniobra de bajada, por lo que las cargas de dichas situaciones ya fueron establecidas en la tabla 2.3.

Dimensionamiento de la Bita y Soportes

Para el dimensionamiento de la bita como de los soportes se empleó el programa SAP2000, para de esta manera poder obtener las medidas óptimas de los elementos. El modelo del diseño este sistema se lo muestra en la figura 2.15.

Figura 2. 15. Diseño de la Bita de Amarre y Soportes



Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar que la bita de amarre está soportada por dos tubos tanto en la parte frontal, como en la parte inclinada para de esta manera dar una mayor rigidez al elemento.

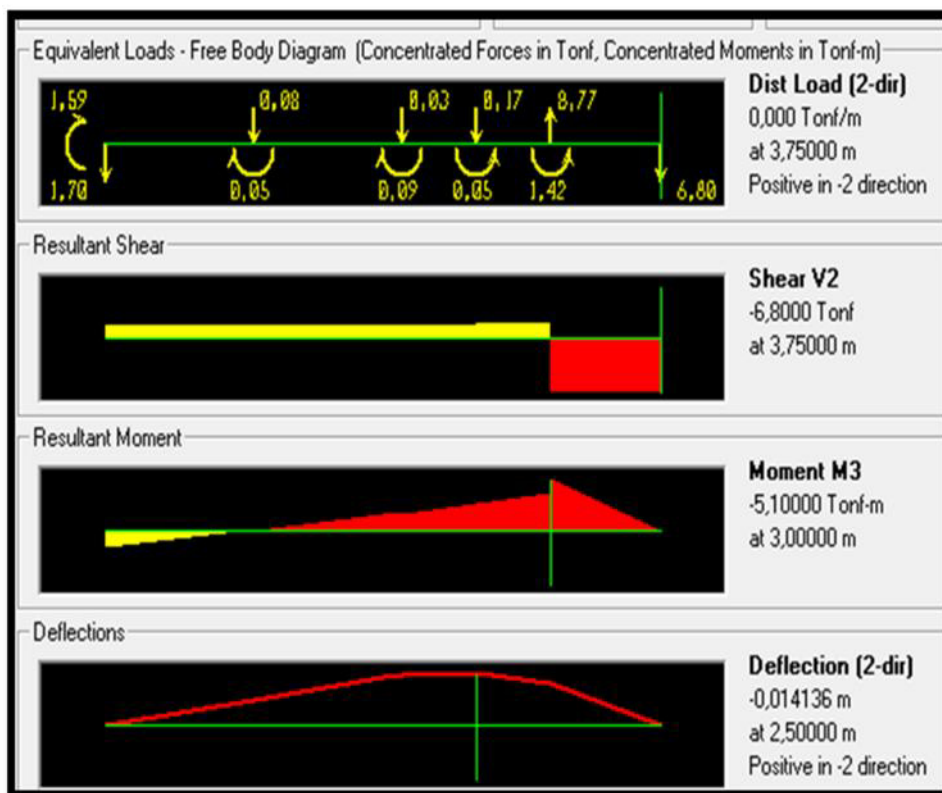
Las condiciones de frontera de los tubos se los consideró como empotrados debido a que no habrá movimiento alguno en las bases de los tubos, es decir van a estar soldados con la parte de la plataforma que se muestra en la figura 2.11. Una vez que se ha definido las restricciones de dicha estructura, se procedió a ubicar las tres condiciones de carga que se describieron anteriormente, todos los resultados de los análisis hechos por el programa se encuentran en los anexos del documento.

Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector⁹

Los diagramas de fuerza cortante y momento flector se presentan a continuación en la figura 2.12. Es imprescindible acotar que en este gráfico se muestra solo el caso donde se produce la mayor deflexión y los valores más críticos, los gráficos de las otras situaciones se encuentran anexados a este documento.

⁹[8] BRESLER L.; Diseño de Estructuras de Acero 2da Edición; Editorial Limusa; México; 1995

Figura 2. 16: Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector de la Bita de Amarre



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la figura 2.16, se tiene que la máxima deflexión se da a 2,5 m desde la base, siendo esta de 14 mm, un valor muy pequeño en comparación con los 4000 mm de altura que posee la bita, es decir el 3,5%. Además se tiene que el mayor momento flector es de 5,1 tonf-m que ocurre a 3 metros desde la base, que es donde se encuentra el tubo de reforzamiento frontal. En la tabla 2.9 se muestra el escantillonado de la bita de amarre y sus soportes:

Tabla 2.9: Escantillonado de la Bita de Amarre y Soporte

DETALLE	MEDIDA
Bitas de Amarre	Tubo de 4 mts de longitud; $\phi=5''$; esp = 2cm
Refuerzo Frontal	Tubo de 3,4 mts de longitud; $\phi=4''$; esp = 1,5cm
Refuerzo Inclinado	Tubo de 2,9 mts de longitud; $\phi=2''$; esp = 8 mm
Refuerzo medio inferior en el Frontal	Tubo de 1,25mts de longitud; $\phi=1\ 1/2''$; esp = 8 mm
Refuerzo medio superior en el Frontal	Tubo de 0,63mts de longitud; $\phi=1\ 1/2''$; esp = 8 mm

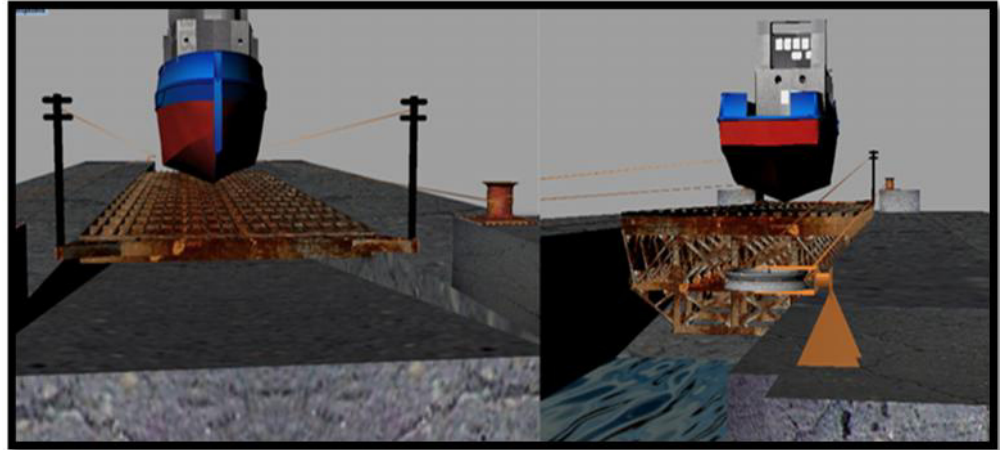
Fuente: Elaboración Propia

2.2.3. Segundo diseño: Cambio de Posición de los Molinetes, Polea y Aumento de Altura de la Bitas de Agarre.

Este segundo diseño se caracteriza por el cambio de posición de los molinetes desde la posición actual (ver figura 2.25) hasta la parte posterior del canal de varamiento (ver figura 2.17). Esta reubicación de los winches se propone debido al mal estado del muelle de la empresa lo que ocasiona que se produzca una inundación de las cámaras de los molinetes las cuales deben ser bombeadas antes de realizar las maniobras de varada.

Con este cambio de posición de los molinetes se requiere que en el extremo del canal se coloque una polea que haga posible en cambio de dirección del cable de acero para que cumpla con la operación de arrastre de la plataforma.

Figura 2. 17. Segundo Diseño Propuesto



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentan las ventajas y desventajas:

Ventajas

- Se reducirá el ángulo de inclinación que genera el cable de acero.
- Con el uso de la polea se cambiará la dirección del cable lo que se solucionará en una gran parte el problema de rozamiento con el concreto en comparación con el modelo actual.
- La fatiga del cable tanto de fricción como de tensión serán menores que con el diseño actual.

Desventajas

- Se necesitará de mayor cantidad de cable para la operación.
- El costo de construcción debido a la reubicación de la caseta de los molinetes.
- La inclinación que va generando el cable de acero según la posición de la plataforma de varamiento en el canal.

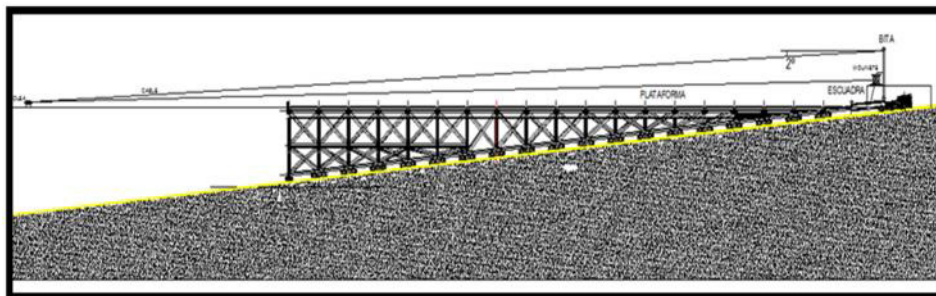
Condiciones de Trabajo

Como se explicó anteriormente se usaran los valores de las cargas presentadas en la tabla 2.1, en donde se estudiara los mismos tres casos del diseño uno.

Parrilla en Posición más Alta

Como se muestra en la figura 2.17 los molinetes se encuentran ubicados en la parte delantera de la plataforma. Esta primera condición se da cuando la plataforma está en la posición inicial del canal en donde el cable de acero forma un ángulo de -2° .

Figura 2. 18. Posición de la Parrilla en la Parte más Baja



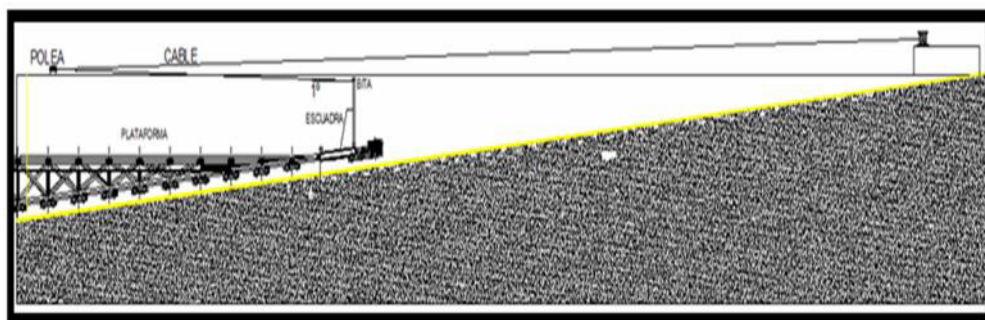
Fuente: Elaboración Propia

En esta situación se tiene un pequeño ángulo de inclinación, lo cual ocasiona que la componente vertical de la fuerza sea pequeña en comparación con su componente horizontal.

Parrilla en la Mitad del Canal

Esta situación ocurre cuando la parrilla de varado está en la mitad de la carrera de bajada, en ese instante el cable de acero tiene una inclinación aproximada de 1° con respecto al eje x, lo que descompone la fuerza en:

Figura 2. 19. Posición de la Parrilla en la Parte Media del Canal



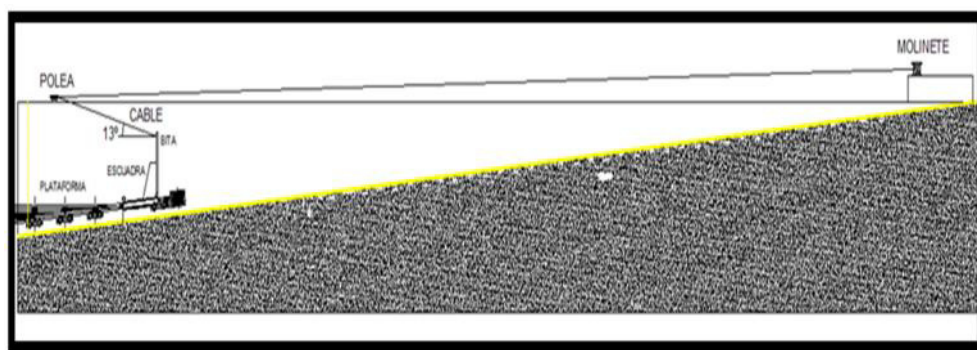
Fuente: Elaboración Propia

En esta posición aun la componente vertical es muy pequeña en comparación con la componente horizontal.

Parrilla en la Parte más Baja del Canal

Esta situación ocurre cuando la parrilla de varado está en la parte inferior del canal, en ese momento el cable tiene una inclinación aproximada de 13° con respecto al eje x.

Figura 2. 20. Posición de la Parrilla en la Parte Baja del Canal



Fuente: Elaboración Propia

En la situación final de la maniobra, la fuerza de sustentación es del 22,5% a la generada por los molinetes (ver tabla 2.10).

Tabla 2.10: Condición de Trabajo en Diferentes Posiciones del Canal

	Grado de Inclinación		
	-2°	1°	13°
Fuerza	6,8	6,8	6,8
Fuerza de Sustentación	0,237	0,119	1,53
Fuerza de Arrastre	6,796	6,799	6,626

Fuente: Elaboración Propia

Descripción de las Partes del Sistema

Este diseño igual que el modelo anterior consta de los siguientes elementos:

a) Molinete.

El sistema consta de 2 molinetes o winches con un torque de 15000 lb a 50 FPM cada uno, marca SILENT HOIST WINCH &CRANE CO. BROOKLYN N.Y. U.S.A.

b) Bitá de amarre

Para el diseño de la bitá de amarre se consideró las cargas de trabajo que ya se describieron, las cuales son las mismas que las empleadas para el primer diseño por lo que para este diseño se escoge la misma estructura y el mismo escantillonado, el cual se lo puede observar en la tabla 2.9.

c) Cable de acero

Para elegir el cable, se escogió un cable de acero de 1 1/2" tipo 6x19 basándose en el cable elegido para el primer sistema, debido a que la carga aplicada es la misma. Los cálculos para la determinación del cable fueron realizados y resumidos en la tabla 2.3.

d) Polea

Para determinar los elementos que componen la polea, se toma como referencia el diámetro que fue dado en la tabla 2.4 para el tipo de cable seleccionado, el mismo que coincide con el del primer diseño propuesto.

En este caso se tiene que el cable tiene más superficie de contacto con la llanta de la polea. A continuación en la tabla 2.11 se resume el cálculo de la fuerza que va a estar distribuida en la polea acorde con la figura 2.8 y la ecuación 2.2; en donde para este caso el ángulo es de 167° es aproximadamente 2,9 radianes:

Tabla 2.11: Determinación de la Carga Distribuida en la Polea

	VALOR	UNIDADES
T0	6800	kgf
α	2,9	rad
r	60	cm
Fp	87,59	kgf/cm

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 2.11 la carga distribuida es menor a la que se da en el caso de polea 2 del primer diseño, por lo que se eligió dicho elemento para utilizarlo en este diseño. Para hacerlo de una manera más demostrativa en la siguiente tabla se muestra las principales dimensiones de la polea de este diseño.

Tabla 2.12: Dimensiones Principales de la Polea

PARÁMETRO	Polea	UNIDAD
Diámetro del Eje	110	mm
Diámetro del Cubo	180	mm
Altura del Cubo	90	mm
Diámetro Mínimo de la Canaleta	1145	mm
Diámetro de la Polea	1200	mm
Diámetro Mayor del Brazo	44,5	mm
Diámetro Menor del Brazo	31,7	mm
Profundidad Proyectada de Cono	149	mm
Espesor de la Llanta	55	mm
Espesor Mínimo de la Pared	12	mm
Altura de la Llanta	102,15	mm

Fuente: Elaboración Propia

2.2.4. Tercer Diseño: Aumento de la Altura de la Bita de Amarre

En este tercer diseño es muy parecido al actual se diferencia en que la bita de amarre será ubicada en la parte saliente de la plataforma debido a que se desea poder habilitar el ultimo riel de la misma, este cambio en la altura de la bita nos permite disminuir el ángulo de tiro de los molinetes haciendo que esta fuerza sea mejor aprovechada permitiendo que la vida útil del cable aumente y que la plataforma puede desplazarse una mayor distancia en la operación de bajada.

A continuación se presentan las ventajas y desventajas:

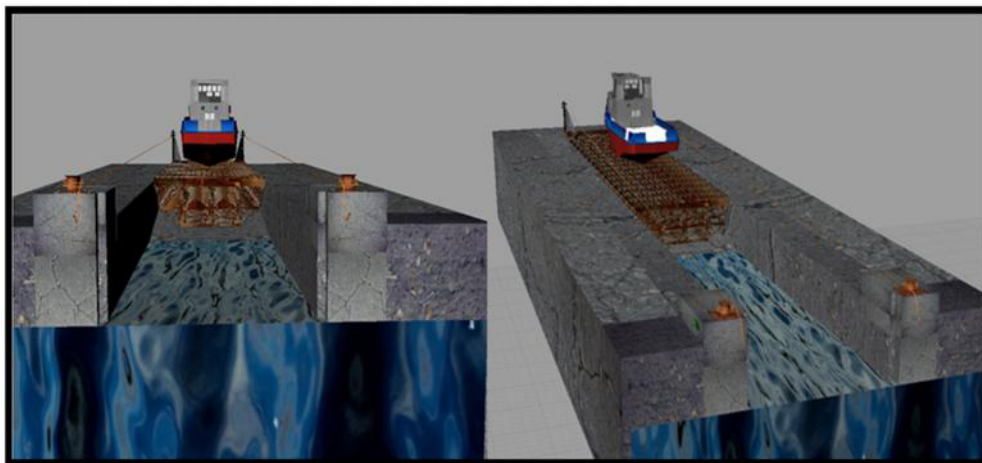
Ventajas

- Se solucionará en gran parte el problema de levantamiento de la plataforma.
- Este diseño permitirá desplazarse una mayor distancia haciendo que barcos de mayor calado puedan subir al varadero.
- Al aumentar la altura de la bita, el ángulo de inclinación de en las diferentes posiciones de arrastre es significativamente menor, lo cual garantiza que la fuerza de arrastre sea mayor que la de levantamiento.
- La fatiga del cable tanto de fricción como de tensión serán menores que con el diseño actual.

Desventajas

- No se evitará totalmente el problema de rozamiento del cable con el concreto lo cual hará que la vida útil del mismo disminuya.
- Al estar el cable en una posición alta al momento de tensar al cable al inicio de la operación de bajada de la plataforma, existe el riesgo de que el mismo.

Figura 2. 21. Tercer Diseño Propuesto



Fuente: Elaboración Propia

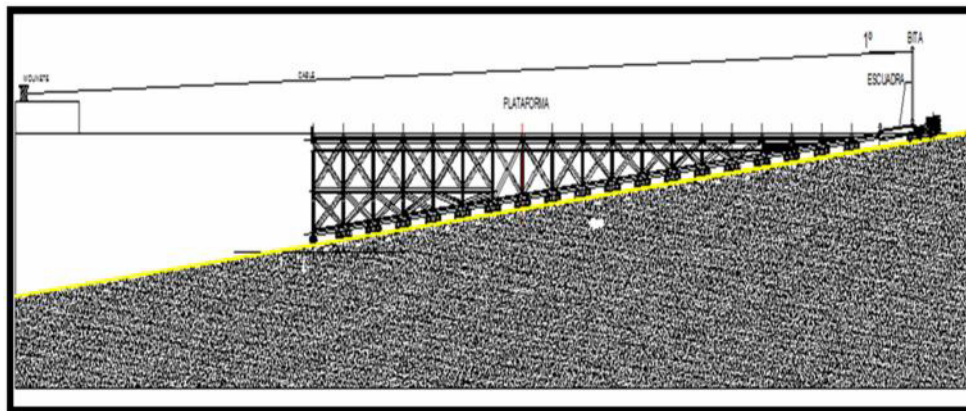
Condiciones de Trabajo

Al igual que los anteriores diseños, se tiene tres situaciones acordes a las distintas posiciones de la plataforma cuando va descendiendo en la rampa, dichas condiciones se presentan a continuación:

Parrilla en posición más alta

Esta situación ocurre cuando la parrilla de varada está en la parte superior del canal, en ese momento el cable tiene una inclinación inicial aproximada de 1° con respecto al eje x, lo que descompone la fuerza de tiro en:

Figura 2. 22. Posición más alta de la Parrilla



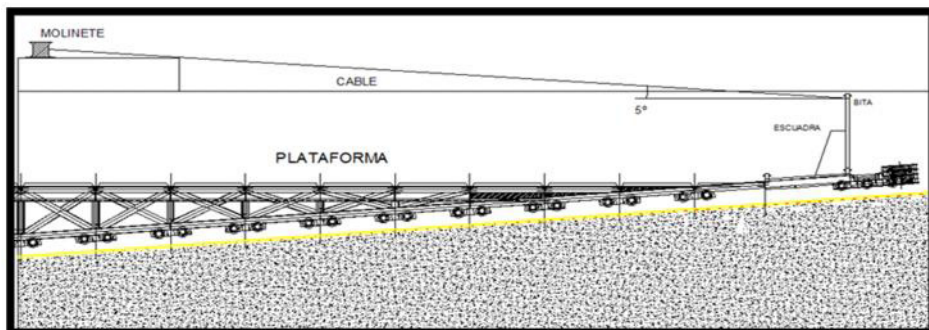
Fuente: Elaboración Propia

Se empieza a generar una fuerza con una inclinación por debajo del eje x lo que conlleva a que se empiece a generar una pequeña fuerza vertical negativa.

Parrilla en la mitad del canal

Esta situación ocurre cuando la parrilla de varado está en la mitad de su carrera de bajada, en ese momento el cable tiene una inclinación aproximada de 5° con respecto al eje x, lo que descompone la fuerza de tiro en:

Figura 2. 23. Posición de la Parrilla en la Mitad de la Rampa



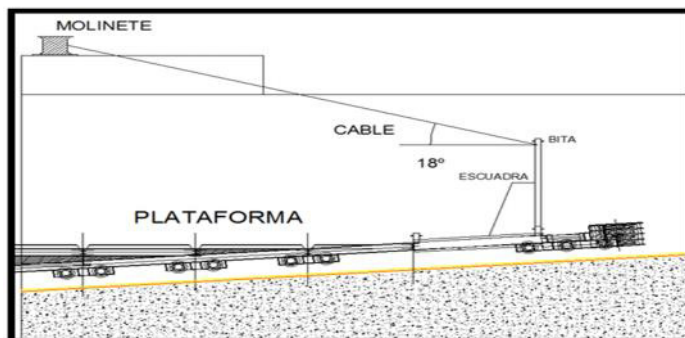
Fuente: Elaboración Propia

Se empieza a generar una fuerza con una inclinación por encima del eje x lo que conlleva a que se empiece a generar una pequeña fuerza de sustentación.

Parrilla en la parte más baja del canal

Esta situación ocurre cuando la parrilla de varado está en la parte inferior del canal, en ese momento el cable tiene una inclinación aproximada de 18° con respecto al eje x, lo que descompone la fuerza de tiro (tabla 2.13).

Figura 2. 24. Posición de la Parrilla en la Parte más Baja



Fuente: Elaboración Propia

En la situación final de maniobra se generan fuerzas de sustentación y arrastre, prevaleciendo la de arrastre lo que permitiría bajar la parrilla una cierta distancia más, pero se debe tomar en cuenta la fuerza vertical debido a que empezara a realizar un levantamiento de la plataforma.

Tabla 2.13: Fuerzas Generadas en las Distintas Posiciones de la Plataforma

	Grados de Inclinación		
	-1°	5°	18°
Fuerza	6,8	6,8	6,8
Fuerza de Sustentación	0,119	0,593	2,101
Fuerza de Arrastre	6,799	6,774	6,467

Fuente: Elaboración Propia

Descripción de las Partes del Sistema

Este diseño en comparación a los anteriores no requiere de muchos elementos, ya que únicamente al sistema actual se le aumenta la altura de la

bita de amarre que ocasionalmente será la misma altura de los dos anteriores diseños, por lo que solamente se hará una recapitulación de dichos elementos que aquí se emplean.

a) Cable de acero

Para elegir el cable, se escogió un cable de acero de 1 1/2" tipo 6x19 basándose en el cable elegido para el primer sistema, debido a que la carga aplicada es la misma. Los cálculos para la determinación del cable fueron realizados y resumidos en la tabla 2.3.

b) Bitá de amarre

Como se puede observar las cargas de trabajo son las mismas que en los dos anteriores diseños, por lo que se tomará la estructura de la bita realizada en el primer diseño para este, asegurándonos que la estructura es resistente y soportará la carga que en ella se ejerza (ver figura 2.15)

2.3. Ampliación de los Muros del Canal

Debido a la gran cantidad de sedimentación que actualmente se tiene en la entrada del canal, es necesario ampliar la longitud de los muros del canal para de esta manera poder lograr que dicha sedimentación no afecte en la maniobra de varada y desvarada de los buques, además que garantice que los diseños del nuevo sistema

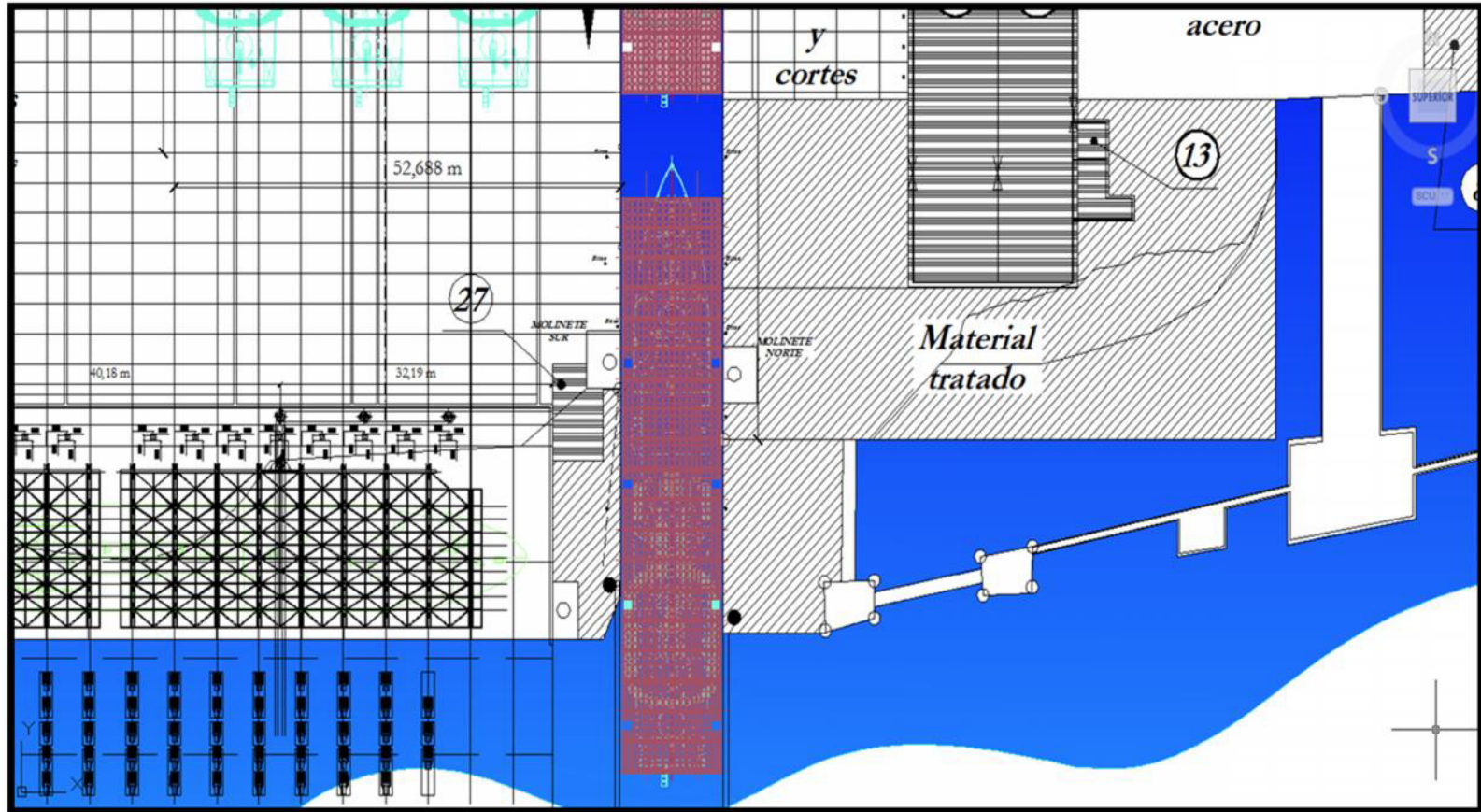
de bajada de la plataforma puedan cumplir con la cantidad de longitud que se ha previsto cada uno tenga al momento de ejecutarse la maniobra.

Acorde a la información proporcionada por ASTINAVE EP, los muros (norte y sur) deberán ser ampliados hasta que la longitud sea coincidente con el duque de amarre (dolphin) que posee la empresa para fondear las embarcaciones, esta condición supone que la longitud de ampliación será de 15 metros para el muro sur y de 12 metros para el muro norte.

En el ANEXO IV se muestra el cronograma de construcción en el que se debe ejecutar la obra de la implementación de ambos muros.

Como información adicional se tiene que la altura promedio de los muros es de aproximadamente 12 metros, los mismos que son los considerados para el presupuesto del costo de la implantación de los muros norte y sur.

Figura 2. 25 Plano de la Ampliación de los Muros Norte y Sur del Canal de Entrada al Varadero de ASTINAVE EP.



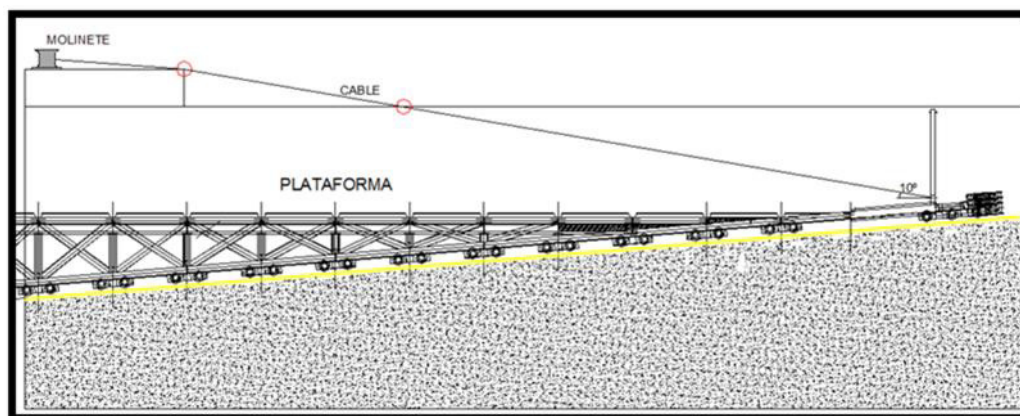
Fuente: ASTINAVE EP

2.4. Estimación del Incremento de Calado

Para poder calcular el incremento en la distancia de recorrido de la plataforma, primero se determinó la distancia actual que es 60 metros aproximadamente medidos desde el inicio del canal hasta el centro de la bita de amarre, con esta distancia se puede varar embarcaciones sobre los carros de transferencia de 2,80 metros de calado y sobre la cama de Madera un calado máximo de 3,5 metros (la altura de lo carros de transferencia es de 70 cm) en una marea de 12 ft.

En esta situación actual se tiene que el cable de acero forma un ángulo de 10 grados con la horizontal, presentando grandes problemas de fricción en los puntos señalados por círculos rojos en la figura 2.26.

Figura 2. 26. Estado Actual de la Plataforma.



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el aumento de calado correspondiente a cada diseño propuesto:

A. Primer diseño: Sistema de polea y Aumento de la Altura de la Bitá.

En este sistema propuesto se estudiara los siguientes casos:

- **Distancia de Recorrido 60 m**

Se determinó cual sería el comportamiento de la plataforma de varamiento en esta situación (ver figura 2.4), en el instante en que la plataforma se encuentra en la posición de 60 metros, el cable forma un ángulo de inclinación de 1 grado con respecto al eje x, lo que conlleva a que no se presenten problemas de rozamiento entre el cable y las paredes del costado de la rampa del canal.

- **Distancia de Recorrido 66 m**

Para esta situación se procedió aumentar el recorrido de la plataforma 6 metros, en esta situación el cable forma un ángulo de 2 grados, permitiendo así aprovechar de una mejor manera la fuerza de tiro generada por los molinetes y por consiguiente aumentar una altura (calado) de 52 cm.

Con este aumento en la distancia de recorrido, ahora se podrá varar sobre los carros de transferencia embarcaciones de 3,32 metros de calado y sobre la cama de madera de un máximo de 4 metros en una marea de 12 ft.

B. Segundo diseño: Cambio de Posición de los Molinetes, Polea y Aumento de Altura de la Bitá de Agarre.

En este sistema propuesto se estudiara los siguientes casos:

- **Distancia de Recorrido 60 m**

Cuando la distancia de recorrido de la plataforma es de 60 metros, con este diseño del cambio de posición de los molinetes y el aumento de la altura de la bitá de amarre, se tiene que el cable forma con la horizontal una inclinación de 1 grado.

- **Distancia de Recorrido 66 m**

Para esta situación se procedió aumentar el recorrido de la plataforma 6 metros. Como en la situación anterior el cable forma un ángulo de 2 grados, permitiendo varar embarcaciones sobre los carros de transferencia de 3,32 metros de calado y sobre la cama de Madera un calado máximo de 4 metros en una marea de 12 ft.

Se debe tener cuidado con este diseño debido a la inclinación del cable que se forma en la salida de la polea ya que si aumenta excesivamente la polea no trabajara como es debido ocasionando que el cable pueda salir del carril de la polea.

C. Tercer diseño: Aumento de Altura de la Bitá de Agarre.

En este sistema propuesto se estudió los siguientes casos:

- **Distancia de Recorrido 60 m**

Se determinó que para este caso, el cable forma un ángulo de inclinación de 4 grado con respecto al eje x. Como se puede observar en la figura 2.23 con este diseño se producirá el problema de rozamiento del cable de acero con el concreto del canal, que además es un problema que se tiene con el diseño actual.

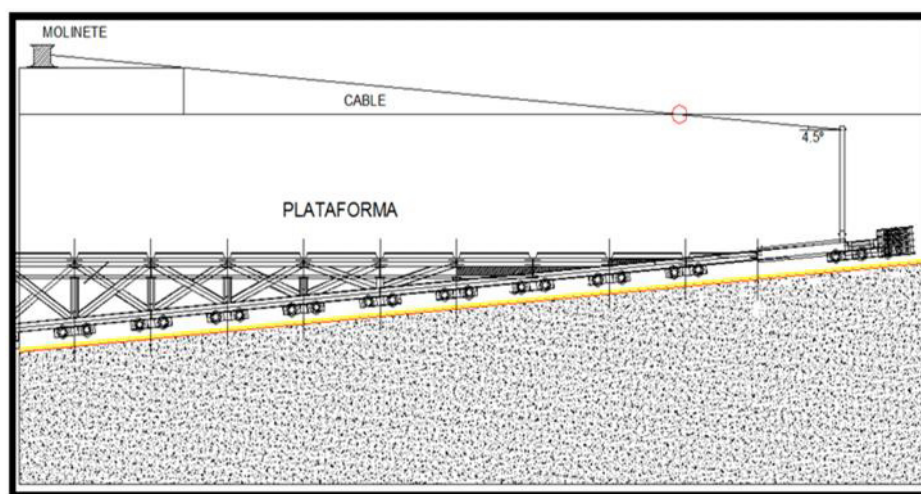
- **Distancia de Recorrido 66 m**

Para esta situación se procedió a aumentar el recorrido de la plataforma 6 metros, como se puede observar en la figura 2.23 en esta situación el cable forma un ángulo de 5 grados, el cual es mucho mayor en comparación con los diseños propuestos anteriormente. Por lo tanto hay que señalar que este punto se presenta el problema de fricción en dos partes del cable afectando la vida útil de funcionamiento, lo que conllevara a una futura ruptura del material.

- **Distancia de Recorrido 64,6 m**

Para esta situación se procedió a aumentar el recorrido de la plataforma 4,6 metros.

Figura 2. 27. Ubicación de la Plataforma a los 64,6 metros.



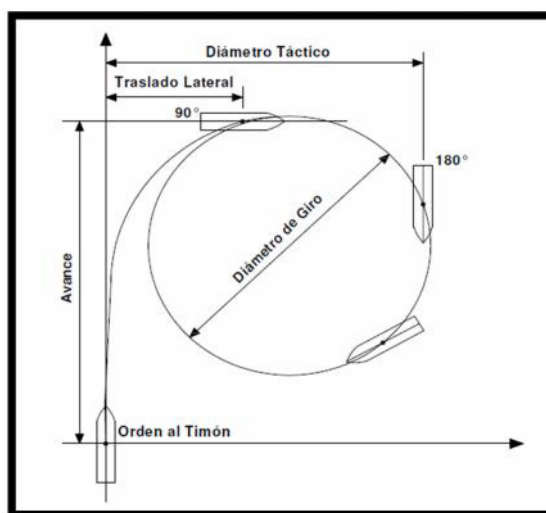
Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la figura 2.28 en esta situación el cable forma un ángulo de 4,5 grados, que es el máximo ángulo que se puede presentar antes que aparezca otro punto de rozamiento entre el cable y el concreto. En este se tiene un incremento en la distancia vertical de 40 cm. Lo que nos permitiría varar embarcaciones sobre los carros de transferencia de 3,2 metros de calado y sobre la cama de Madera un calado máximo de 3,9 metros en una marea de 12 ft.

2.4.1. Determinación del Radio de Giro de Ingreso al Canal

La maniobra de giro es la acción conjunta de la maquina propulsora y de la pala del timón, que ocasiona un cambio de sentido en la dirección de avance. La curva de giro de una embarcación está determinada por parámetros que acotan sus dimensiones para cada buque (figura 2.28).

Figura 2. 28. Radio de Giro de Embarcaciones



Fuente; <http://www.oannes.org.pe/upload/20111221104919830978153.pdf>

Para poder ingresar al canal de varamiento se debe tener muy en claro los siguientes conceptos:

DIAMETRO TACTICO: Es la distancia que se genera cuando la proa de la nave ha caído en 180° de su proa inicial.

DIAMETRO DE GIRO: Es la distancia que existe entre la separación de dos puntos opuestos de una circunferencia.

La capacidad de evolución para la maniobrabilidad es medida por la OMI de manera que el avance no debe exceder de 4,5 veces la eslora y el diámetro táctico no debe exceder de 5 veces la eslora en la curva de evolución. Por lo tanto como la máxima eslora que se puede varar es de hasta 70 m, se obtuvo el siguiente diámetro de giro:

Tabla 2.14. Diámetro de giro determinado

	DISTANCIA	UNIDAD
AVANCE	315	m
DIAMETRO TACTICO	350	m

Fuente: Elaboración propia.

Con la información obtenida se recomienda que se debe tener despejada y libre despejado de cualquier obstáculo una distancia de 350 m alrededor del ingreso al canal.

2.4.2. Porcentaje de Aumento del Calado Respecto al Diseño Actual

En la tabla 2.15 se muestra un resumen del calado que se puede obtener con cada diseño propuesto y un porcentaje de beneficio en comparación con el diseño actual y en el ANEXO II se presenta una tabla con las características de las dimensiones de los buques que pueden entrar al varadero una vez implementado el mejoramiento del sistema de bajada..

Tabla 2.15. Resumen de los Porcentajes del Aumento de Calado Respecto al Sistema Actual

	CALADO (m)		PORCENTAJE DE BENEFICIO (%)	
	Sobre Carros De Transferencia	Sobre Cama De Madera	Sobre Carros De Transferencia	Sobre Cama De Madera
PRIMER DISEÑO	3,32	4	18,6	14,9
SEGUNDO DISEÑO	3,32	4	18,6	14,9
TERCER DISEÑO	3,2	3,9	14,3	11,4

Fuente: Elaboración Propia

2.5. Determinación de la Capacidad de Levante de la Plataforma de Varada

Debido a que al aumentar el calado de las embarcaciones que ingresarán al varadero, fue necesario determinar la capacidad actual de levantamiento de la plataforma que posee ASTINAVE EP (ver ANEXO I).

Mediante el análisis de tensiones del cable y midiendo la capacidad del winche utilizado para la varada, se determinó que el sistema actual soporta levantar embarcaciones de hasta 813 Toneladas de desplazamiento, por ende permitirá el ingreso de los tipos de naves que se han proyectado ingresen al implementar el nuevo sistema de bajada.

CAPITULO III. ANÁLISIS ECONÓMICO

3.1. Costos de Implementación de los Sistemas

Antes de plantear los distintos enfoques que existen para abordar la inversión monetaria de un proyecto, es necesario establecer los tipos de costes que son considerados para la implementación del mismo.

- **Costes directos.-** Gastos de inversión en bienes muebles e inmuebles, personal, formación, etc. Se relacionan directamente con alguna o algunas de las actividades y resultados planificados.

- **Costes indirectos.-** No están relacionados directamente con actividades o resultados, sino con el conjunto de ellos. Se les suele llamar gastos de administración o de funcionamiento y se refieren al pago del alquiler de oficinas, electricidad, compra de ordenadores para administración, etc.

3.1.1. Costo de la Implementación del Primer Diseño Propuesto.

En la determinación del costo del primer diseño intervienen los rubros que se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 3.16: Costos Directos para la Implementación de las Poleas

MATERIALES				
<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Polea Hierro Gris $\phi= 1200$ mm	u	2	\$ 4.201,62	\$ 8.403,24
Polea Hierro Gris $\phi= 600$ mm	u	2	\$ 1.804,88	\$ 3.609,76
Cable 6x19 1 1/2"	mts	305	\$ 23,75	\$ 7.243,75
Soporte Base de Polea	u	4	\$ 126,32	\$ 505,28
Pernos Para Base	u	16	\$ 2,65	\$ 42,40
Arandelas	u	16	\$ 0,34	\$ 5,44
Tuercas	u	16	\$ 0,86	\$ 13,76
Electrodo E6013	kg	10	\$ 2,96	\$ 29,60
Subtotal				\$ 19.853,23

EQUIPO

<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Montacarga 2 Ton	hora	4	\$ 6,25	\$ 25,00
Soldadora Eléctrica de 350 AMP	día	2	\$ 50,00	\$ 100,00
Sierra Eléctrica Semi-Automática	día	2	\$ 42,00	\$ 84,00
Compresor de 4 HP	hora	4	\$ 0,95	\$ 3,80
Herramientas Menor	hora	16	\$ 1,20	\$ 19,20
Subtotal				\$ 207,00

MANO DE OBRA

<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Operador	hora	4	\$ 2,50	\$ 10,00
Soldador	hora	16	\$ 3,45	\$ 55,20
Ayudante	hora	16	\$ 2,25	\$ 36,00
Pintor	hora	4	\$ 2,80	\$ 11,20
Subtotal				\$ 102,40

TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (PL)				\$20.162,63
--------------------------------------	--	--	--	--------------------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.17. Costos Directos para la Instalación de las Bitas de Amarre

MATERIALES				
<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Tubo de Acero $\phi=5''$; CED 80	6 mts	2	\$ 351,79	\$ 703,58
Tubo de Acero $\phi=4''$; CED 80	6 mts	2	\$ 225,12	\$ 450,24
Tubo de Acero $\phi=2''$; CED 80	6 mts	1	\$ 75,54	\$ 75,54
Tubo de Acero $\phi=1\ 1/2''$; CED 80	6 mts	2	\$ 54,63	\$ 109,26
Electrodo E6013	kg	12	\$ 3,07	\$ 36,84
Pintura	gal	1	\$ 11,26	\$ 11,26
Subtotal				\$ 1.386,72

EQUIPO

<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Montacarga 2 Ton	hora	10	\$ 6,25	\$ 62,50
Soldadora Eléctrica de 350 AMP	día	5	\$ 50,00	\$ 250,00
Sierra Eléctrica Semi-Automática	día	5	\$ 42,00	\$ 210,00
Compresor de 4 HP	hora	8	\$ 0,95	\$ 7,60
Herramientas Menor	hora	40	\$ 1,20	\$ 48,00
Subtotal				\$ 515,60

MANO DE OBRA

<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Soldador	hora	10	\$ 3,45	\$ 34,50
Ayudante	hora	10	\$ 2,25	\$ 22,50
Pintor	hora	3	\$ 2,80	\$ 8,40
Subtotal				\$ 65,40

TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (BT)	\$ 1.967,72
--------------------------------------	--------------------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.18. Costo Total de la Implementación del Sistema

Total de Costos Directos: $CD = (PL + BT)$	\$ 22.130,35
(GG) Gastos Generales: 5% * CD	\$ 1.106,52
(U) Utilidades 15% (CD*GG)	\$ 3.485,53
(I) Impuesto a la Renta: 12% *CD	\$ 2.655,64
(F) Fiscalización: 0% (CD*GG*U)	\$ -
Total de Costos Indirectos (CI)	\$ 7.247,69

Total de Costos (CD + CI)	\$ 29.378,04
----------------------------------	---------------------

Fuente: Elaboración Propia

El costo total que se presenta en la tabla 3.3 pertenece a los elementos del primer diseño propuesto para el sistema de bajada, pero es necesario mencionar que se ha contemplado la ampliación de los muros para cada diseño, por lo tanto el presupuesto total para la implementación de cada sistema que se ha diseñado tiene que ir incluido el costo de la construcción de dichos muros, en las tablas 3.4 y 3.5 se presentan en detalle los rubros considerados el presupuesto de los muros.

Tabla 3.19. Presupuesto Referencial para la Construcción del Muro Sur

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
CONSULTORIA PARA DISEÑO DE MUROS	GLOBAL	1	\$ 10.700,00	\$ 10.700,00
OBRA DE CANSTRUCCION				
REPLANTEO Y NIVELACION	M2	65	\$ 1,14	\$ 74,10
EXCAVACION	M3	650	\$ 16,64	\$ 10.816,00
DESALOJO DE AGUA (mediante bombeo)	GLOBAL	1	\$ 2.074,00	\$ 2.074,00
TABLAESTACADO (PREVIO A ENCOFRADOS)	GLOBAL	1	\$ 2.638,00	\$ 2.638,00
SUMINISTRO PILOTES DE HORMIGON ARMADO(0,5x0,5x7m de altura)	U	14	\$ 967,00	\$ 13.538,00
HINCADA DE PILOTES	U	14	\$ 659,00	\$ 9.226,00
ENCOFRADOS RECTOS	M2	338	\$ 7,68	\$ 2.595,84
MEJORAMIENTO DE SUELO CON MATERIAL CLASIFICADO	M3	351	\$ 38,76	\$ 13.604,76
HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO	M3	70,2	\$ 193,00	\$ 13.548,60
HORMIGÓN SIMPLE ZAPTA CORRIDA $f'c= 250 \text{ Kg/cm}^2$	M3	26	\$ 255,65	\$ 6.646,90
HORMIGÓN SIMPLE PARAMENTO DE MURO $f'c= 250 \text{ Kg/cm}^2$	M3	70,2	\$ 255,65	\$ 17.946,63
HIERRO ESTRUCTURAL	KG	2877,18	\$ 2,68	\$ 7.710,84
DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE	GLOBAL	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 103.419,67
COSTOS INDIRECTOS			20%	\$ 20.683,93
SUB TOTAL DIRECTOS + INDIRECTOS				\$ 124.103,60
IVA			12%	\$ 14.892,43
TOTAL COSTO REFERENCIAL				\$ 138.996,03

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.20. Presupuesto Referencial para la Construcción del Muro Norte

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
<i>CONSULTORIA PARA DISEÑO DE MUROS</i>	GLOBAL	1	\$ 10.700,00	\$ 10.700,00
<i>OBRA DE CANSTRUCCION</i>				
<i>REPLANTEO Y NIVELACION</i>	M2	57,5	\$ 1,14	\$ 65,55
<i>EXCAVACION</i>	M3	575	\$ 16,64	\$ 9.568,00
<i>DESALOJO DE AGUA mediante bombeo</i>	GLOBAL	1	\$ 2.074,00	\$ 2.074,00
<i>TABLAESTACADO(PREVIO A ENCOFRADOS)</i>	GLOBAL	1	\$ 2.638,00	\$ 2.638,00
<i>SUMINISTRO PILOTES DE HORMIGON ARMADO(0,5x0,5x7m de altura)</i>	U	14	\$ 967,00	\$ 13.538,00
<i>HINCADA DE PILOTES</i>	U	14	\$ 659,00	\$ 9.226,00
<i>ENCOFRADOS RECTOS</i>	M2	299	\$ 7,68	\$ 2.296,32
<i>MEJORAMIENTO DE SUELO CON MATERIAL CLASIFICADO</i>	M3	310,5	\$ 38,76	\$ 12.034,98
<i>HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO</i>	M3	62,1	\$ 193,00	\$ 11.985,30
<i>HORMIGÓN SIMPLE ZAPTA CORRIDA $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$</i>	M3	23	\$ 255,65	\$ 5.879,95
<i>HORMIGÓN SIMPLE PARAMENTO DE MURO $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$</i>	M3	62,1	\$ 255,65	\$ 15.875,87
<i>HIERRO ESTRUCTURAL</i>	KG	2762,92	\$ 2,68	\$ 7.404,63
<i>DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE</i>	GLOBAL	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 95.586,60
COSTOS INDIRECTOS			20%	\$ 19.117,32
SUB TOTAL DIRECTOS + INDIRECTOS				\$ 114.703,92
IVA			12%	\$ 13.764,47
TOTAL COSTO REFERENCIAL				\$ 128.468,39

Fuente: Elaboración Propia

A continuación en la tabla 3.6 se presenta el costo total de implementar el primer diseño propuesto:

Tabla 3.21: Resumen del Total de Costos del Primer Diseño Propuesto

Total de Costo de Construcción del Muro Sur	\$ 138.996,03
Total de Costo de Construcción del Muro Norte	\$ 128.468,39
Total de Costos de las Poleas y Bitas de Amarre	\$ 29.378,04
TOTAL DE COSTOS	\$ 296.842,46

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. Costo de la Implementación del Segundo Diseño Propuesto.

Para la implementación del segundo diseño se tomaron en cuenta los siguientes rubros que se presentan en las siguientes tablas, cabe la pena mencionar que la ampliación de los muros del canal también son considerados y que ya fueron presentados en las tablas 3.4 y 3.5.

Tabla 3.22: Costos Directos para la Implementación de las Poleas

MATERIALES				
<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Polea Hierro Gris $\phi=1200$ mm	u	2	\$ 4.201,62	\$ 8.403,24
Cable 6x19 1 1/2"	mts	305	\$ 23,75	\$ 7.243,75
Soporte Base de Polea	u	4	\$ 126,32	\$ 505,28
Pernos Para Base	u	8	\$ 2,65	\$ 21,20
Arandelas	u	8	\$ 0,34	\$ 2,72
Tuercas	u	8	\$ 0,86	\$ 6,88
Electrodo E6013	kg	8	\$ 2,96	\$ 23,68
Subtotal				\$ 16.206,75

EQUIPO

<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Montacargas 2 Ton	hora	4	\$ 6,25	\$ 25,00
Soldadora Eléctrica de 350 AMP	día	2	\$ 50,00	\$ 100,00

Sierra Eléctrica Semi-Automática	día	1	\$ 42,00	\$ 42,00
Compresor de 4 HP	hora	2	\$ 0,95	\$ 1,90
Herramientas Menor	día	16	\$ 1,20	\$ 19,20
Subtotal				\$ 163,10

MANO DE OBRA

<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Operador	hora	4	\$ 2,50	\$ 10,00
Soldador	hora	16	\$ 3,45	\$ 55,20
Ayudante	hora	16	\$ 2,25	\$ 36,00
Pintor	hora	2	\$ 2,80	\$ 5,60
Subtotal				\$ 96,80

TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (PL)	\$ 16.466,65
--------------------------------------	--------------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.23: Costos Directos para la Implementación de las Bitas de Amarre

MATERIALES				
<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Tubo de Acero $\phi=5''$; CED 80	6 mts	2	\$ 351,79	\$ 703,58
Tubo de Acero $\phi=4''$; CED 80	6 mts	2	\$ 225,12	\$ 450,24
Tubo de Acero $\phi=2''$; CED 80	6 mts	1	\$ 75,54	\$ 75,54
Tubo de Acero $\phi=1\ 1/2''$; CED 80	6 mts	2	\$ 54,63	\$ 109,26
Electrodo E6013	kg	12	\$ 3,07	\$ 36,84
Pintura	gal	1	\$ 11,26	\$ 11,26
Subtotal				\$ 1.386,72

EQUIPO

<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Montacarga 2 Ton	hora	10	\$ 6,25	\$ 62,50
Soldadora Eléctrica de 350 AMP	día	5	\$ 50,00	\$ 250,00
Sierra Eléctrica Semi-Automática	día	5	\$ 42,00	\$ 210,00
Compresor de 4 HP	hora	8	\$ 0,95	\$ 7,60
Herramientas Menor	hora	40	\$ 1,20	\$ 48,00
Subtotal				\$ 515,60

MANO DE OBRA

<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Soldador	hora	10	\$ 3,45	\$ 34,50
Ayudante	hora	10	\$ 2,25	\$ 22,50
Pintor	hora	3	\$ 2,80	\$ 8,40
Subtotal				\$ 65,40
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (BT)				\$ 1.967,72

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.24: Total de Costos de Poleas y Bitas de Amarre

Total de Costos Directos: (PL + BT)	\$ 18.434,37
(GG) Gastos Generales: 5% * CD	\$ 921,72
(U) Utilidades 15% (CD*GG)	\$ 2.903,41
(I) Impuesto a la Renta: 12% *CD	\$ 2.212,12
(F) Fiscalización: 3% (CD*GG*U)	\$ 667,79
Total de Costos Indirectos (Poleas y Bitas) (CI)	\$ 6.705,04

Total de Costos (CD + CI)	\$ 25.139,42
----------------------------------	---------------------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.25: Costos de la Obra de Reubicación de las Casetas

<i>RUBRO</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Replanteo y Nivelación	M2	56,27	\$ 2,14	\$ 120,42
Excavación	M3	12,96	\$ 6,50	\$ 84,24
Hormigón Simple Replanteo	M3	0,43	\$ 155,00	\$ 66,65
Hormigón Simple Plinto f'c= 210 Kg/cm ²	M3	1,73	\$ 155,00	\$ 268,15
Hormigón Simple Riostras f'c= 210 Kg/cm ²	M3	4,47	\$ 160,00	\$ 715,20
Hormigón Simple Columnas f'c= 210 Kg/cm ²	M3	1,62	\$ 165,00	\$ 267,30
Hormigón Simple Vigas Superiores	M3	2,24	\$ 170,00	\$ 380,80
Hormigón Simple Losa f'c= 210 Kg/cm ²	M3	3,73	\$ 160,00	\$ 596,80
Hierro Estructural	KG	977,78	\$ 2,00	\$ 1.955,56
Paredes o Mampostería de Bloque	M2	46,96	\$ 12,00	\$ 563,52
Enlucido de Paredes	M2	110,22	\$ 5,00	\$ 551,10
Enlucido de Losa	M2	25,57	\$ 5,50	\$ 140,64
Filos	ML	36,46	\$ 2,50	\$ 91,15

Punto de Tomacorriente de 220V	U	3	\$ 22,00	\$ 66,00
Punto de Tomacorriente de 100V	U	3	\$ 18,00	\$ 54,00
Punto de Luz	U	2	\$ 18,00	\$ 36,00
Puerta Metálica (0,9x2m) INCLUYE CHAPA	U	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Protección de Hierro (2 DE 1,2x1,2m)	M2	2,88	\$ 48,00	\$ 138,24
Escalera Metálica	U	1	\$ 60,00	\$ 60,00
Reinstalación de Equipos y Máquinas	Global	1	\$ 426,00	\$ 426,00
Demolición de Estructuras	Global	1	\$ 1.320,00	\$ 1.320,00
Pintura	M2	141,54	\$ 4,50	\$ 636,93
Subtotal Costos Directos				\$ 8.738,70
Costos Indirectos			20%	\$ 1.747,74
Subtotal Costos Directos + Indirectos				\$ 10.486,44
IVA			12%	1258,3728
TOTAL COSTO REFERENCIAL (AMBAS CASSETAS)				\$ 23.489,63

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.26: Resumen del Total de Costos del Segundo Diseño Propuesto

Total de Costo de Construcción del Muro Sur	\$ 138.996,03
Total de Costo de Construcción del Muro Norte	\$ 128.468,39
Total de Costos de la Reubicación de Casetas	\$ 25.139,42
Total de Costos de las Poleas y Bitas de Amarre	\$ 23.489,63
TOTAL DE COSTOS	\$ 316.093,46

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3. Costo de la Implementación del Tercer Diseño Propuesto

Para el tercer diseño propuesto que consiste en el incremento de la altura de amarre se presenta en las siguientes tablas los rubros considerados y el valor de las tablas 3.4 y 3.5 para la ampliación de los muros que también son considerados para este diseño.

Tabla 3.27: Total de Costos de la Implementación de las Bitas de Amarre

MATERIALES				
<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Tubo de Acero $\phi=5''$; CED 80	6 mts	2	\$ 351,79	\$ 703,58
Tubo de Acero $\phi=4''$; CED 80	6 mts	2	\$ 225,12	\$ 450,24
Tubo de Acero $\phi=2''$; CED 80	6 mts	1	\$ 75,54	\$ 75,54
Tubo de Acero $\phi=1\ 1/2''$; CED 80	6 mts	2	\$ 54,63	\$ 109,26
Electrodo E6013	kg	12	\$ 3,07	\$ 36,84
Cable 6x19 1 1/2"	mts	305	\$ 20,72	\$ 6.319,60
Pintura	gal	1	\$ 11,26	\$ 11,26
Subtotal				\$ 7.706,32
EQUIPO				
<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Montacarga 2 Ton	hora	10	\$ 6,25	\$ 62,50
Soldadora Eléctrica de 350 AMP	día	5	\$ 50,00	\$ 250,00
Sierra Eléctrica Semi-Automática	día	5	\$ 42,00	\$ 210,00
Compresor de 4 HP	hora	8	\$ 0,95	\$ 7,60
Herramientas Menor	hora	40	\$ 1,20	\$ 48,00
Subtotal				\$ 578,10
MANO DE OBRA				
<i>Ítem</i>	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Soldador	hora	40	\$ 3,45	\$ 138,00
Ayudante	hora	40	\$ 2,25	\$ 90,00
Operador	hora	10	\$ 2,50	\$ 25,00
Pintor	hora	8	\$ 2,80	\$ 22,40
Subtotal				\$ 275,40
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (BT)				\$ 8.559,82
(GG) Gastos Generales: 5% * CD				\$ 427,99
(U) Utilidades 15% (CD+GG)				\$ 1.348,17
(I) Impuesto a la Renta: 12% *CD				\$ 1.027,18
(F) Fiscalización: 0% (CD+GG+U)				\$ -
Total de Costos Indirectos (CI)				\$ 2.803,34

Total de Costos (CD + CI)	\$ 11.363,16
----------------------------------	---------------------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.28: Resumen del Total de Costos del Tercer Diseño Propuesto

Total de Costo de Construcción del Muro Sur	\$	138.996,03
Total de Costo de Construcción del Muro Norte	\$	128.468,39
Total de Costos de las Bitas de Amarre	\$	11.363,16
TOTAL DE COSTOS	\$	278.827,58

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Evaluación Económica de los Sistemas

La evaluación económica de proyectos tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión en un proyecto antes de la implementación del mismo. En el mismo contexto la evaluación económica, es un método de análisis útil para adoptar decisiones racionales ante diferentes alternativas.

Es frecuente confundir la evaluación económica con el análisis o evaluación financiera. En este segundo caso se considera únicamente la vertiente monetaria de un proyecto con el objetivo de considerar su rentabilidad en términos de flujos de dinero. Mientras que la evaluación económica integra en su análisis tanto los costes monetarios como los beneficios expresados en otras unidades relacionadas con las mejoras en las condiciones de vida de un grupo.

Beneficios Monetarios.- Se refieren casi siempre a la rentabilidad de una inversión realizada, es decir a los beneficios financieros que se consiguen por una actividad empresarial o comercial.

Existen varios métodos denominados estáticos y dinámicos, los métodos dinámicos nos permiten conocer cómo se comporta la inversión y son los que involucran el tiempo y la vida útil a la cual se proyecta el desarrollo del proyecto.

Los métodos a usar son:

Valor Actual Neto (VAN).-Su cálculo básicamente envuelve en tomar la suma algebraica de ingresos y gastos para cada año de vida de la inversión. Estos valores se multiplicarán por el factor del valor actual para asegurar el valor actual para cada año. La suma de estos valores actuales es llamada Valor Actual Neto ó Valor Presente Neto.

En el costo de flujo de caja uniforme, donde la diferencia entre ingresos y egresos es la misma para cada año de la vida de la inversión, el factor del valor actual serial debe ser usado para descontar el flujo de caja (CASH FLOW) para cada año y sumarse estos valores para obtener un valor presente. El VAN es encontrado sustrayendo el valor de la inversión (Asumiendo el pago se lo hace hoy).

$$\text{VAN} = (\text{PSW} - i\% - N) (\text{Ingresos} - \text{Egresos}) - \text{Inversión} \quad \text{Ec. 3.1}$$

Alternativamente, si un equipo es considerado para que pueda existir un ahorro anual, por decir "Ahorro de combustible", esto básicamente equivale a un

ingreso ó ganancia. El valor actual será calculado con la ecuación (3.1) pero con “ahorros” sustituyendo a "ingresos”

Se entiende que una razón de interés tiene que asumirse para calcular el VAN. Si se genera un VAN mayor a cero esto indica que una razón de interés mayor que la supuesta está siendo generada. Si incrementamos la razón de interés tendremos un VAN menor y si continuamos el proceso sucesivamente tendremos valores del VAN más pequeños.

La razón de interés a la cual el VAN se hace igual a cero es la razón de interés actual ó razón de retorno de la inversión.

Tasa Interna de Retorno (TIR).- La tasa ó razón interna de retorno (TIR) mide el poder de ganancia de la inversión y elude la necesidad de seleccionar una razón de descuento. Por lo general, uno busca una TIR mayor que el costo de oportunidad de capital. Si tenemos varias alternativas de inversión nos decidiremos por aquella con mayor TIR.

La TIR puede calcularse con bastante precisión simplemente con una interpolación lineal (la relación entre la razón y factor de descuento no es lineal, por lo que existirá un error de interpolación). Sin embargo, si se escoge i_1 e i_2 en un rango no mayor al 5%, el error es despreciable.¹⁰

¹⁰[10] MARISCAL C., Formulación y Evaluación de Proyectos, págs. 25-70; Ecuador, 2005.

3.2.1. Cálculo del VAN y TIR del Primer Diseño Propuesto

Previo a la determinación del VAN y el TIR, es necesario determinar cuáles son las expectativas de ingresos y egresos anuales que se van a tener anualmente una vez que se haya implementado el diseño propuesto, que en este caso es el sistema conformado por las poleas y el incremento de altura de la bita de amarre.

Determinación de Ingresos: En la siguiente tabla se muestra las expectativas y valores de buques que tendrán la posibilidad de ingresar a las instalaciones de ASTINAVE EP:

Tabla 3.29: Expectativas de Ingresos de Buques Anualmente

# Buques	Período	Tipo de Buques	Valor Aprox. por Carenamiento
02	ENERO- JUNIO	LANCHA GUARDACOSTA	60000-70000
03	JULIO - AGOSTO	REMOLCADORES	35000-40000
04- 05	AGOSTO - SEPTIEMBRE	PESQUEROS	60000-86000
03	OCTUBRE - NOVIEMBRE	LANCHA MISILERA	95000
04	DICIEMBRE	PESQUEROS	86000

Fuente: Información Proporcionada por ASTINAVE EP

Con lo presentado en la tabla 3.14, a continuación se presentan los beneficios monetarios que la empresa percibiría anualmente:

Tabla 3.30: Ingreso Anual por Trabajos de Carenamiento

Mes	Carenamiento (\$)	Buques varados	(\$) TOTAL
Enero	\$ 60.000,00	2	\$ 120.000,00
Febrero	\$ 65.000,00	3	\$ 195.000,00
Marzo	\$ 70.000,00	2	\$ 140.000,00
Abril	\$ 70.000,00	2	\$ 140.000,00
Mayo	\$ 68.000,00	2	\$ 136.000,00
Junio	\$ 70.000,00	3	\$ 210.000,00
Julio	\$ 38.000,00	3	\$ 114.000,00
Agosto	\$ 85.000,00	5	\$ 425.000,00
Septiembre	\$ 75.000,00	4	\$ 300.000,00
Octubre	\$ 90.000,00	3	\$ 270.000,00
Noviembre	\$ 95.000,00	4	\$ 380.000,00
Diciembre	\$ 85.000,00	4	\$ 340.000,00
	Ingreso Anual	37	\$ 2.770.000,00

Fuente: Información Proporcionada por ASTINAVE EP

Determinación de Egresos: Para la determinación de egresos se han considerado los siguientes aspectos:

- Gastos Administrativos: 12% de ingresos
- Gastos por Producción 78 % de ingresos
- Garantía: 3% de ingresos
- Posibilidad de Rompimiento del Cable: 2 veces por año.
- Mantenimiento de los Muros (cada dos años).

Además acorde al cronograma de construcción de los muros, en el varadero no se podrá ingresar embarcaciones durante los meses marzo y abril, por lo que esto generaría un egreso adicional durante el primer año (ver ANEXO IV).

En la siguiente tabla se muestra los valores de los egresos que la empresa tiene anualmente:

Tabla 3.31: Egresos Anuales

Gastos de Producción	\$ 1.914.900,00
Gastos Administrativos	\$ 294.600,00
Rollo Cable de Acero 6x19 de 1/2"	\$ 14.487,50
Garantía (3%)	\$ 73.650,00
Limpieza del Canal	\$ 11.000,00
Mantenimiento de Muro	\$ 10.000,00
Total de Egresos (año impar)	\$ 2.308.637,50
Total de Egresos (año par)	\$ 2.318.637,50

Fuente: Elaboración Propia

Amortización de la Deuda: Para la ejecución del proyecto se prevé que la empresa adquiera un préstamo bancario del 60% del costo total de la obra y que el mismo sea pagado a un plazo de 3 años con una tasa de interés anual del 17%.

Tabla 3.32: Amortización de la Deuda

PRESTAMO %	60
VALOR DE DEUDA	\$ 178.105,48
TASA DEL BANCO	17,00%
AÑOS PRESTAMO	3
CUATO ANUAL	\$ 80.605,85

Vo	\$ 296.842,46
% RESIDUAL	30
Vr	\$ 89.053
N	10
AMORTIZACION	\$ 20.779

SEMESTRE	Saldo Inicial	Cuotas	Interés	Capital	Saldo Final	PW (20,0)	FCP
1	\$ 178.105,48	\$ 80.605,85	\$ 30.277,93	\$ 50.327,92	\$ 127.777,56	0,8333	\$ 80.606,6854
2	\$ 127.777,56	\$ 80.605,85	\$ 21.722,18	\$ 58.883,67	\$ 68.893,89	0,6944	\$ 55.976,2862
3	\$ 68.893,89	\$ 80.605,85	\$ 11.711,96	\$ 68.893,89	\$ 0,00	0,5787	\$ 46.646,9051
						VAN	\$ 183.229,8767

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se obtiene la razón de beneficio-costo.

Tabla 3.33: Razón de Beneficio-Costo

AÑO	CAPITAL	INGRESOS	EGRESOS	FVA	VALOR PRESENTE	
					INGRESOS	EGRESOS
0	\$ 118.736,99			1		118736,99
1		\$ 2.770.000,00	\$ 2.601.587,50	0,833	2.308.333	2.167.990
2		\$ 2.770.000,00	\$ 2.611.587,50	0,694	1.923.611	1.813.602
3		\$ 2.770.000,00	\$ 2.601.587,50	0,579	1.603.009	1.505.548
4		\$ 2.770.000,00	\$ 2.611.587,50	0,482	1.335.841	1.259.446
5		\$ 2.770.000,00	\$ 2.601.587,50	0,402	1.113.201	1.045.520
6		\$ 2.770.000,00	\$ 2.611.587,50	0,335	927.667	874.615
7		\$ 2.770.000,00	\$ 2.601.587,50	0,279	773.056	726.055
8		\$ 2.770.000,00	\$ 2.611.587,50	0,233	644.213	607.372
9		\$ 2.770.000,00	\$ 2.601.587,50	0,194	536.845	504.205
10	\$ 89.053	\$ 2.770.000,00	\$ 2.601.587,50	0,162	447.370	420.171
				VAN	11.702.200	11.043.262
				RAZON B/C	1,1	

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 3.18 la razón de costo beneficio es mayor que 1, por lo que se puede acotar con un primer criterio que el proyecto es viable.

A continuación se presenta el cálculo del VAN y el TIR:

Tabla 3.34. Cálculo del VAN y el TIR

Rubro / AÑO=>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión Inicial	\$ (118.736,99)										
Ingresos		2.490.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00
Egresos		2.601.587,50	2.611.587,50	2.601.587,50	2.611.587,50	2.601.587,50	2.611.587,50	2.601.587,50	2.611.587,50	2.601.587,50	2.611.587,50
Intereses Bancarios		\$ 30.277,93	\$ 21.722,18	\$ 11.711,96							
Amortización		\$ 20.779	\$ 20.779	\$ 20.779	\$ 20.779	\$ 20.779	\$ 20.779	\$ 20.779	\$ 20.779	\$ 20.779	\$ 20.779
UTILIDAD ANTES IMPUESTO		(162.644,40)	115.911,34	135.921,57	137.633,53	147.633,53	137.633,53	147.633,53	137.633,53	147.633,53	137.633,53
Impuesto		(40.661,10)	28.977,84	33.980,39	34.408,38	36.908,38	34.408,38	36.908,38	34.408,38	36.908,38	34.408,38
UTILIDAD LUEGO IMPUESTOS		(121.983,30)	86.933,51	101.941,17	103.225,15	110.725,15	103.225,15	110.725,15	103.225,15	110.725,15	103.225,15
Valor Residual											\$ 89.053
Flujo Neto	\$ (118.736,99)	(121.983,30)	86.933,51	101.941,17	103.225,15	110.725,15	103.225,15	110.725,15	103.225,15	110.725,15	192.277,88
PW											20%
VAN	\$										135.244,43
TIR											33,83%

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2. Cálculo del VAN y TIR del Segundo Diseño Propuesto

Previo a la determinación del VAN y el TIR, es necesario determinar cuáles son las expectativas de ingresos y egresos anuales que se van a tener anualmente una vez que se haya implementado el diseño propuesto, que en este caso es el sistema en el que se cambia la posición de los molinetes.

Determinación de Ingresos: Debido a que este diseño tiene un incremento de calado igual al del primer diseño, para esta parte se toma los mismos ingresos que ya fueron presentados en las tablas 3.14 y 3.15

Determinación de Egresos: Para la determinación de egresos se toman en cuenta al igual que los ingresos, los mismos que fueron ya presentados para el primer diseño (tabla 3.16).

Amortización de la Deuda: Para la ejecución del proyecto se prevé que la empresa adquiera un préstamo bancario del 60% del costo total de la obra y que el mismo sea pagado a un plazo de 3 años con una tasa de interés anual del 17%.

Tabla 3.35: Amortización de la Deuda y Valor Residual

PRESTAMO %	60
VALOR DE DEUDA	\$ 189.656,08
TASA DEL BANCO	17,00%
AÑOS PRESTAMO	3
CUATO ANUAL	\$ 85.833,35

Vo	\$ 316.093,46
% RESIDUAL	30
Vr	\$ 94.828
N	10
AMORTIZACION	\$ 22.127

SEMESTRE	Saldo Inicial	Cuotas	Interés	Capital	Saldo Final	PW (20,0)	FCP
1	\$ 189.656,08	\$ 85.833,35	\$ 32.241,53	\$ 53.591,82	\$ 136.064,26	0,8333	\$ 85.834,1818
2	\$ 136.064,26	\$ 85.833,35	\$ 23.130,92	\$ 62.702,42	\$ 73.361,84	0,6944	\$ 59.606,4920
3	\$ 73.361,84	\$ 85.833,35	\$ 12.471,51	\$ 73.361,84	\$ 0,00	0,5787	\$ 49.672,0767
						VAN	\$ 195.112,7504

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se hace la razón de beneficio-costos.

Tabla 3.36: Razón de Beneficio-Costo

AÑO	CAPITAL	INGRESOS	EGRESOS	FVA	VALOR PRESENTE	
					INGRESOS	EGRESOS
				20,00%		
0	\$ 126.437,38			1		126437,38
1		\$ 2.770.000,00	\$ 2.601.587,50	0,833	2.308.333	2.167.990
2		\$ 2.770.000,00	\$ 2.611.587,50	0,694	1.923.611	1.813.602
3		\$ 2.770.000,00	\$ 2.601.587,50	0,579	1.603.009	1.505.548
4		\$ 2.770.000,00	\$ 2.611.587,50	0,482	1.335.841	1.259.446
5		\$ 2.770.000,00	\$ 2.601.587,50	0,402	1.113.201	1.045.520
6		\$ 2.770.000,00	\$ 2.611.587,50	0,335	927.667	874.615
7		\$ 2.770.000,00	\$ 2.601.587,50	0,279	773.056	726.055
8		\$ 2.770.000,00	\$ 2.611.587,50	0,233	644.213	607.372
9		\$ 2.770.000,00	\$ 2.601.587,50	0,194	536.845	504.205
10	\$ 94.828	\$ 2.770.000,00	\$ 2.601.587,50	0,162	447.370	420.171
				VAN	11.707.976	11.050.962

RAZON B/C	1,1
------------------	------------

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 3.18 la razón de beneficio-costo es mayor que 1, por lo que se puede acotar con un primer criterio que el proyecto es viable.

A continuación se presenta el cálculo del VAN y el TIR:

Tabla 3.37: Cálculo del VAN y TIR del Segundo Diseño Propuesto

Rubro / AÑO=>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión Inicial	\$ (126.437,38)										
Ingresos		2.490.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00	2.770.000,00
Egresos		2.601.587,50	2.611.587,50	2.601.587,50	2.611.587,50	2.601.587,50	2.611.587,50	2.601.587,50	2.611.587,50	2.601.587,50	2.611.587,50
Intereses Bancarios		\$ 32.241,53	\$ 23.130,92	\$ 12.471,51							
Amortización		\$ 22.127	\$ 22.127	\$ 22.127	\$ 22.127	\$ 22.127	\$ 22.127	\$ 22.127	\$ 22.127	\$ 22.127	\$ 22.127
UTILIDAD ANTES IMPUESTO		(165.955,58)	113.155,03	133.814,45	136.285,96	146.285,96	136.285,96	146.285,96	136.285,96	146.285,96	136.285,96
Impuesto		(41.488,89)	28.288,76	33.453,61	34.071,49	36.571,49	34.071,49	36.571,49	34.071,49	36.571,49	34.071,49
UTILIDAD LUEGO IMPUESTOS		(124.466,68)	84.866,28	100.360,83	102.214,47	109.714,47	102.214,47	109.714,47	102.214,47	109.714,47	102.214,47
Valor Residual											\$ 94.828
Flujo Neto	\$ (126.437,38)	(124.466,68)	84.866,28	100.360,83	102.214,47	109.714,47	102.214,47	109.714,47	102.214,47	109.714,47	197.042,51
PW	20%										
VAN	\$ 121.948,90										
TIR	32,01%										

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3. Cálculo del VAN y TIR del Tercer Diseño Propuesto

Previo a la determinación del VAN y el TIR, es necesario determinar cuáles son las expectativas de ingresos y egresos anuales que se van a tener anualmente una vez que se haya implementado el diseño propuesto, que en este caso es el sistema conformado por el incremento de altura de la bita de amarre.

Determinación de Ingresos: Tomando como referencia la demanda de buques por períodos que se presentó en la tabla 3.14, a continuación se presentan para este diseño los ingresos que se prevé tener:

Tabla 3.38: Ingreso Anual por Trabajos de Carenamiento

Enero	\$	60.000,00	2	\$ 120.000,00
Febrero	\$	65.000,00	2	\$ 130.000,00
Marzo	\$	70.000,00	1	\$ 70.000,00
Abril	\$	70.000,00	2	\$ 140.000,00
Mayo	\$	68.000,00	2	\$ 136.000,00
Junio	\$	70.000,00	2	\$ 140.000,00
Julio	\$	38.000,00	3	\$ 114.000,00
Agosto	\$	85.000,00	2	\$ 170.000,00
Septiembre	\$	75.000,00	2	\$ 150.000,00
Octubre	\$	90.000,00	2	\$ 180.000,00
Noviembre	\$	95.000,00	3	\$ 285.000,00
Diciembre	\$	85.000,00	3	\$ 255.000,00
Ingreso Anual			26	\$ 1.890.000,00

Fuente: Elaboración Propia

Determinación de Egresos: Para la determinación de egresos se toman los que ya fueron presentados para los anteriores diseños

Tabla 3.39: Egresos Anuales

Gastos de Producción	\$ 1.333.800,00
Gastos Administrativos	\$ 205.200,00
Rollo Cable de Acero 6x19 de 1/2"	\$ 14.487,50
Garantía (3%)	\$ 51.300,00
Limpieza del Canal	\$ 11.000,00
Mantenimiento de Muro	\$ 10.000,00
Total de Egresos (año impar)	\$ 1.615.787,50
Total de Egresos (año par)	\$ 1.625.787,50

Fuente: Elaboración Propia

Amortización de la Deuda: Para la ejecución del proyecto se prevé que la empresa adquiera un préstamo bancario del 60% del costo total de la obra y que el mismo sea pagado a un plazo de 3 años con una tasa de interés anual del 17%.

Tabla 3.40: Amortización de la Deuda y Determinación del Valor Residual

PRESTAMO %	60
VALOR DE DEUDA	\$ 167.296,55
TASA DEL BANCO	17,00%
AÑOS PRESTAMO	3
CUATO ANUAL	\$ 75.714,01

Vo	\$ 278.827,58
% RESIDUAL	30
Vr	\$ 83.648
N	10
AMORTIZACION	\$ 19.518

SEMESTRE	Saldo Inicial	Cuotas	Interés	Capital	Saldo Final	PW (20,0)	FCP
1	\$ 167.296,55	\$ 75.714,01	\$ 28.440,41	\$ 47.273,60	\$ 120.022,95	0,8333	\$ 75.714,8479
2	\$ 120.022,95	\$ 75.714,01	\$ 20.403,90	\$ 55.310,11	\$ 64.712,83	0,6944	\$ 52.579,1768
3	\$ 64.712,83	\$ 75.714,01	\$ 11.001,18	\$ 64.712,83	\$ 0,00	0,5787	\$ 43.815,9806
						VAN	\$ 172.110,0053

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se hace la razón de beneficio-costos.

Tabla 3.41: Razón de Beneficio-Costo

RAZON BENEFICIO-COSTO						
AÑO	CAPITAL	INGRESOS	EGRESOS	FVA	VALOR PRESENTE	
				20,00%	INGRESOS	EGRESOS
0	\$ 111.531,03			1		111531,03
1		\$ 1.890.000,00	\$ 1.783.187,50	0,833	1.575.000	1.485.990
2		\$ 1.890.000,00	\$ 1.793.187,50	0,694	1.312.500	1.245.269
3		\$ 1.890.000,00	\$ 1.783.187,50	0,579	1.093.750	1.031.937
4		\$ 1.890.000,00	\$ 1.793.187,50	0,482	911.458	864.770
5		\$ 1.890.000,00	\$ 1.783.187,50	0,402	759.549	716.623
6		\$ 1.890.000,00	\$ 1.793.187,50	0,335	632.957	600.535
7		\$ 1.890.000,00	\$ 1.783.187,50	0,279	527.464	497.655
8		\$ 1.890.000,00	\$ 1.793.187,50	0,233	439.554	417.038
9		\$ 1.890.000,00	\$ 1.783.187,50	0,194	366.295	345.594
10	\$ 83.648	\$ 1.890.000,00	\$ 1.783.187,50	0,162	305.246	287.995
				VAN	8.007.421	7.604.936

RAZON B/C	1,05
------------------	-------------

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 3.18 la razón de costo beneficio es mayor que 1, por lo que se puede acotar con un primer criterio que el proyecto es viable.

A continuación se presenta el cálculo del VAN y el TIR:

Tabla 3.42: Cálculo del VAN y TIR del Tercer Diseño Propuesto

Rubro / AÑO:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión Inicial	\$ (111.531,03)										
Ingresos		1.680.000,00	1.890.000,00	1.890.000,00	1.890.000,00	1.890.000,00	1.890.000,00	1.890.000,00	1.890.000,00	1.890.000,00	1.890.000,00
Egresos		1.783.187,50	1.793.187,50	1.783.187,50	1.793.187,50	1.783.187,50	1.793.187,50	1.783.187,50	1.793.187,50	1.783.187,50	1.793.187,50
Intereses Bancarios		\$ 28.440,41	\$ 20.403,90	\$ 11.001,18							
Amortización		\$ 19.518	\$ 19.518	\$ 19.518	\$ 19.518	\$ 19.518	\$ 19.518	\$ 19.518	\$ 19.518	\$ 19.518	\$ 19.518
UTILIDAD ANTES IMPUESTO		(151.145,84)	56.890,67	76.293,39	77.294,57	87.294,57	77.294,57	87.294,57	77.294,57	87.294,57	77.294,57
Impuesto		(37.786,46)	14.222,67	19.073,35	19.323,64	21.823,64	19.323,64	21.823,64	19.323,64	21.823,64	19.323,64
UTILIDAD LUEGO IMPUESTOS		(113.359,38)	42.668,00	57.220,04	57.970,93	65.470,93	57.970,93	65.470,93	57.970,93	65.470,93	57.970,93
Valor Residual											\$ 83.648
Flujo Neto	\$ (111.531,03)	(113.359,38)	42.668,00	57.220,04	57.970,93	65.470,93	57.970,93	65.470,93	57.970,93	65.470,93	141.619,20
PW	20%										
VAN	\$ -2.255,96										
TIR	19,73%										

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Análisis de Resultados de la Evaluación Económica

Acorde a los valores obtenidos del VAN y TIR en el análisis económico de cada diseño, se procede a indicar lo siguiente:

- Para el primer diseño propuesto se obtuvo un valor actual neto (VAN) de \$ 135.244,43 y una tasa interna de retorno (TIR) de 33,83 %.
- Para el segundo diseño propuesto se obtuvo un valor actual neto (VAN) de \$ 121.948,90 y una tasa interna de retorno (TIR) de 32,01 %.
- Para el tercer diseño propuesto se obtuvo un valor actual neto (VAN) de \$ (2.255,96) y una tasa interna de retorno (TIR) de 19,73 %.

Se tomó como base una tasa de retorno del 20% como la opción más conservadora de mercado, debido a la expectativa que la empresa esperaría obtener (información proporcionada por la gerencia de producción de la empresa). Con este contexto se tiene que los dos primeros diseños propuestos (sistema de poleas y reubicación de casetas de los molinetes) superan el valor base y el tercer diseño propuestos (aumento de las alturas de la bita de amarre) no llega a la tasa base, esto nos ratifica que la evaluación económica da resultados viables en términos de rentabilidad para los sistemas mencionados.

CONCLUSIONES

- 1) Utilizando el programa SAP2000, se pudo diseñar y verificar el estado de carga simulando el comportamiento estructural de los elementos principales que posee cada sistema propuesto, bajo la aplicación de cargas reales de trabajo a los que están sometidos los sistemas.
- 2) La ampliación de los muros longitudinalmente de entrada al canal es imprescindible, en cuanto a la gran cantidad de sedimentos que posee el río Guayas, lo que no permitiría lograr el objetivo de bajar la plataforma para el varamiento de embarcaciones con mayor calado al que posee actualmente.
- 3) Mediante el análisis técnico realizado a los tres diseños propuestos, se concluye que la mejor propuesta visto desde una perspectiva de ingeniería de los tres sistemas planteados, es el de la implementación del sistema formado por poleas y el aumento de la altura de las bitas de agarre, debido a que la fricción del cable con las paredes del canal es menor en referencia al de los otros.
- 4) La proyección de naves que recibiría la planta centro de ASTINAVE EP, fue realizada en base a la demanda que actualmente posee la línea de negocio de mantenimiento y reparación de embarcaciones.

5) Tomando en cuenta el análisis técnico y económico se puede concluir que el diseño más favorable para incrementar la distancia de recorrido de la plataforma de varamiento, es el primer diseño propuesto, debido a que con este diseño se puede eliminar el problema de rozamiento del cable con el concreto, permitiéndole alargar su vida útil, los ángulos de inclinación que forma el cable de acero a diferentes distancias del canal son menores en comparación con los otros dos diseños propuestos lo que nos permitirá desplazar la plataforma una distancia mayor que la actual, en conjunto con el estudio de factibilidad se obtiene una relación costo beneficio mayor a 1 lo que nos permite tener una tasa interna de retorno (TIR) de 33,83% el cual es mayor a los valores de los dos diseños siguientes y a la tasa mínima esperada, permitiéndole a la empresa tener mayor utilidad, lo cual lo convierte en el diseño más viable para su implementación.

RECOMENDACIONES

- 1) La empresa Astinave Ep tiene una capacidad para varar aproximadamente 8 embarcaciones, en la actualidad no se aprovecha toda la capacidad del varadero ya que se tiene un aproximado de 3 embarcaciones máximas por mes, para lo cual con la implementación del primer diseño se recomienda que el departamento comercial debe aplicar estrategias para poder tener el varadero siempre activo, lo cual ayudara que las utilidades incrementen.
- 2) Recuperar la longitud de la plataforma, ya que al varar embarcaciones de mayor calado se debe tener una estructura totalmente rígida.
- 3) Contratar personal especializado para realizar los trabajos solicitados, lo cual conlleva a la disminución de los trabajos por garantía aumentando las ganancias.
- 4) Realizar un cronograma de planificación de los trabajos de embarcaciones que deben ser cumplido estrictamente.
- 5) Difundir este trabajo ya que es una base para el proyecto de aumento de capacidad de recorrido de la plataforma de ASTINAVE EP.

ANEXOS

ANEXO I–DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD MÁXIMA DE IZAJE DE LA PLATAFORMA

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL SISTEMA

A.- DESCRIPCION DEL MOTOR

ASTINAVE EP CENTRO para realizar la maniobra de varada consta con un motor diésel conectado a un Embrague + Inversor y un freno la cual tiene un sistema de reducción de 3:1, las características principales del motor son:

TABLA I. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL MOTOR

MARCA DEL MOTOR	ATLAS IMPERIAL	
MODELO	4HM1558	
SERIE	50178	
VELOCIDAD DE ROTACION DEL MOTOR	300	RPM
POTENCIA DEL MOTOR	200	HP
PRIMERA REDUCCION	1,96 : 1	
# DIENTES DE PIÑON 1ra REDUCCION	15	
# DIENTES DE ENGRANE 1ra REDUCCION	93	
# DIENTES DE PIÑON 2dra REDUCCION	15	
# DIENTES DE ENGRANE 2Da REDUCCION	81	
REDUCCION TOTAL	65,65 : 1	
ORDEN DE LAS POLEAS	4	

B.- DETERMINACION DEL TORQUE ORIGINAL DEL MOTOR

Para determinar el torque del motor se usa la siguiente ecuación:

$$\text{POTENCIA} = \text{TORQUE} * \text{RPM}$$

Por lo tanto el torque nominal entregado por el motor es:

$$\underline{\text{TORQUE (Q)} = 484 \text{ KG*m}}$$

Con la obtención de este dato se calculó el torque original que se le entrega al carrete del cable.

$$\text{TORQUE CARRETE} = \text{Q} * \text{REDUCCION TOTAL}$$

$$\text{TORQUE CARRETE} = 484 * 65,65$$

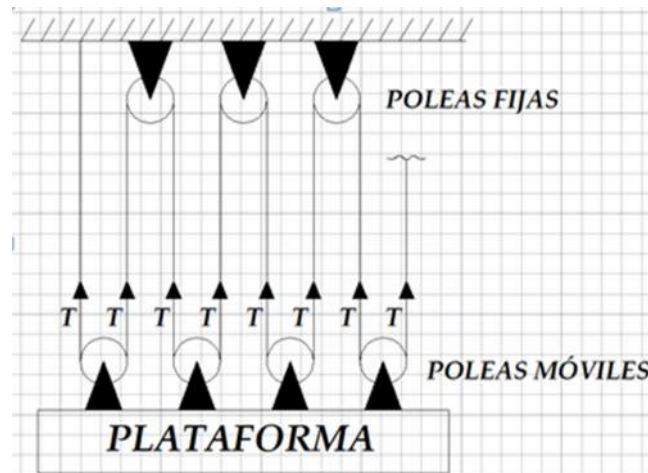
$$\underline{\text{TORQUE CARRETE} = 31774,6 \text{ KG*m}}$$

C.- DETERMINACION DE LA TENSION ORIGINAL DEL MOTOR

Al realizar la maniobra de varamiento, el cable se va enrollando en el carrete, por lo cual va aumentando su radio (Radio máximo 95 cm y radio mínimo 70 cm) y esto hace que cambie la tensión disponible, la fórmula para determinar esta tensión es:

$$\text{TENSION (T)} = \text{Q} * \text{RADIO}$$

El sistema de varada consta de una pateca de orden 4, de manera que la fuerza que se ejerce se incrementa en 8 veces.

FIGURA i. REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA DE POLEAS

Por lo tanto las tensiones obtenidas son:

TABLA II. TENSIONES PRESENTES EN EL CABLE

Tensión máxima original sobre la plataforma	363	tons
Tensión mínima original sobre la plataforma	268	tons

D.- DETERMINACION DE LA VELOCIDAD ORIGINAL DEL MOTOR

Como se explicó en el ítem C el carrete va variando su radio como va avanzando la maniobra de varamiento, y esto también hace que cambie su velocidad lineal, la fórmula para determinar esta velocidad es:

$$\text{VELOCIDAD (V)} = \text{RPM} * \text{RADIO}$$

El sistema de varada consta de una patea de orden 4, de manera que la velocidad se reduce en 8 veces.

Por lo tanto las velocidades obtenidas son:

TABLA III. VELOCIDADES REALES DEL MOTOR

Velocidad lineal del cable máxima	3,4	m/min
Velocidad lineal del cable mínima	2,5	m/min

DETERMINACION DE LA TENSION DISPONIBLE DE IZAJE**A.- DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE LA PLATAFORMA**

Para determinar la velocidad de la plataforma se tomó la cinemática del sistema como un movimiento rectilíneo uniforme (M.R.U.), donde el tiempo de operación fue obtenido midiendo el tiempo en 5 maniobras diferentes realizadas durante los meses de mayo junio y julio del año en curso. Los datos registrados fueron:

TABLA IV. VELOCIDAD DE IZAJE DE LA PLATAFORMA

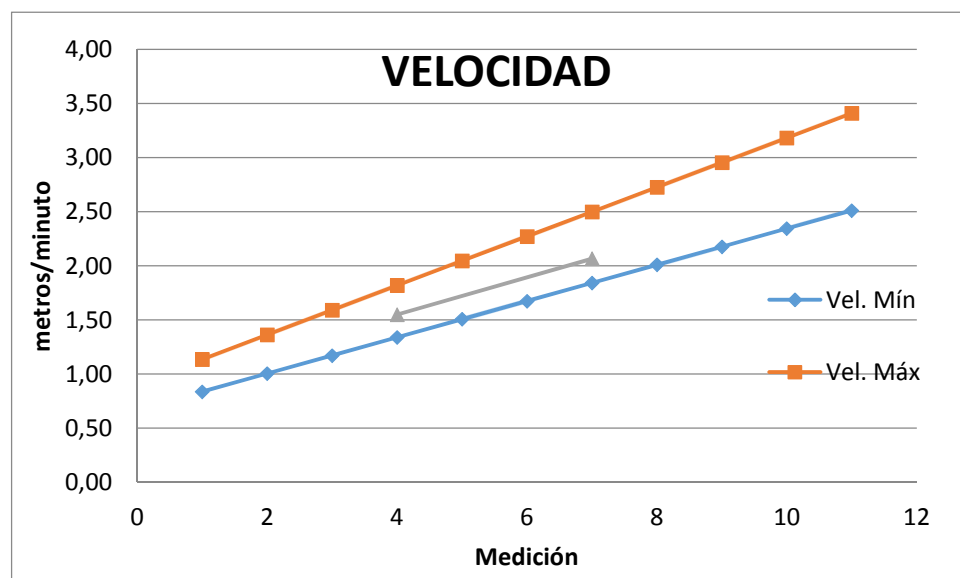
Distancia	Tiempo	Vel.
m	min	m/min
62	40	1,55
62	30	2,07

Como se explicó anteriormente la velocidad lineal del motor depende de las rpm que entrega, en la siguiente tabla se muestra las velocidades máximas y mínimas para diferentes situaciones.

TABLA V. VELOCIDADES DEL MOTOR

	Vel. Mín.	Vel. Máx.
RPM	m/min	m/min
100	0,84	1,14
120	1,00	1,36
140	1,17	1,59
160	1,34	1,82
180	1,51	2,05
200	1,67	2,27
220	1,84	2,50
240	2,01	2,73
260	2,18	2,95
280	2,34	3,18
300	2,51	3,41

Para el cálculo de la máxima y mínima se usó la expresión para los diferentes radios del carrete.

FIGURA ii. VELOCIDAD LINEAL DE LA PLATAFORMA

Como se nota en la FIGURA ii, la velocidad lineal medida de la plataforma, está dentro del rango de valores máximo y mínimo, de acuerdo a los datos obtenidos del sistema, de manera que dichos parámetros pueden considerarse como confiables.

B.- DETERMINACION DE LA TENSION DISPONIBLE

Para determinar la capacidad actual de izado de la plataforma durante el varamiento de una embarcación se usa la siguiente expresión:

$$\text{POTENCIA ACTUAL} = \eta * \text{POTENCIA ORIGINAL}$$

Donde:

η : Es la eficiencia del sistema

TABLA VI. POTENCIA DISPONIBLE EN EL SISTEMA

η	P	Q	T. max	T. min.
%	HP	Kg*m	Tons	tons
40	80	193,7	145,36	107,11
50	100	242,2	181,7	133,89
60	120	290,6	218,1	160,67
70	140	339,1	254,4	187,44
80	160	387,5	290,7	214,22
90	180	453,9	327,1	241

En la tabla anterior se determinó diferentes valores de potencia. Este valor de eficiencia es tomado debido al tiempo de operación de la maquina desgaste de sus elementos y entre otros factores. El torque disponible es:

TABLA VII. TORQUE DISPONIBLE CON 70% DE EFICIENCIA

Potencia	140	hp
Rpm	300	
Torque	339,1	kg*m

Finalmente con este valor de torque del motor de 339,1 Kg * m y la razón de reducción de 65.65:1 el torque entregado al carrete es de 22262 kg * m e igual como se mostró antes, las tensiones alcanzadas con una polea de 4 orden son de 254,4 Ton como máximo y 187,44 Ton mínimo.

REPRESENTACION DEL SISTEMA DE IZAJE

A.-COEFICIENTE DE ROZAMIENTO

El coeficiente de rozamiento o coeficiente de fricción expresa la oposición al deslizamiento que ofrecen las superficies de dos cuerpos en contacto. Es un coeficiente adimensional.

Existen dos tipos de rozamiento o fricción, la fricción estática (FE) y la fricción dinámica (FD). El primero es la resistencia que se debe superar para poner en movimiento un cuerpo con respecto a otro que se encuentra en contacto. El segundo, es la resistencia, de magnitud considerada constante, que se opone al movimiento pero una vez que éste ya comenzó. En resumen, lo que diferencia a un roce con el otro, es que el estático actúa cuando los cuerpos están en reposo relativo en tanto que el dinámico lo hace cuando ya están en movimiento.

Las ruedas de la plataforma están posicionadas sobre los rieles guías, por lo tanto los coeficientes de rozamiento por rodadura para acero sobre acero son:

TABLA VIII. COEFICIENTES DE ROZAMIENTO

	μ ESTÁTICO	μ DINÁMICO
1	0,18	0,067
2	0,19	0,012
3	0,16	0,008
4	0,18	0,009
5	0,15	-----
6	0,1	-----
7	0,15	-----

Con estos datos se tomó un valor promedio de coeficiente de 0,16 para el estático y 0,024 para el dinámico.

B.- CALCULO DE TENSION REQUERIDA

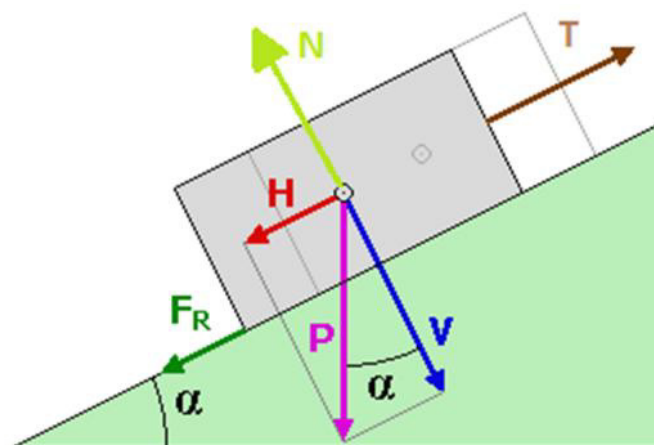
Un diagrama de cuerpo libre es una representación gráfica para analizar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo libre. Este diagrama es una herramienta para descubrir las fuerzas desconocidas que aparecen en las ecuaciones del movimiento del cuerpo. El diagrama facilita la identificación de las fuerzas y momentos que deben tenerse en cuenta para la resolución del problema. La representación gráfica del sistema es la que se presenta en la FIGURA iii:

FIGURA iii. REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA DE IZAJE



Para realizar el diagrama de cuerpo libre se consideró que la plataforma y el bloque forman un solo bloque por lo tanto consta de las siguientes fuerzas:

FIGURA iv. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE



Donde

T: Tensión

N: Fuerza Normal

Fr: Fuerza de rozamiento ($\mu \cdot N$)

P: Peso del bloque

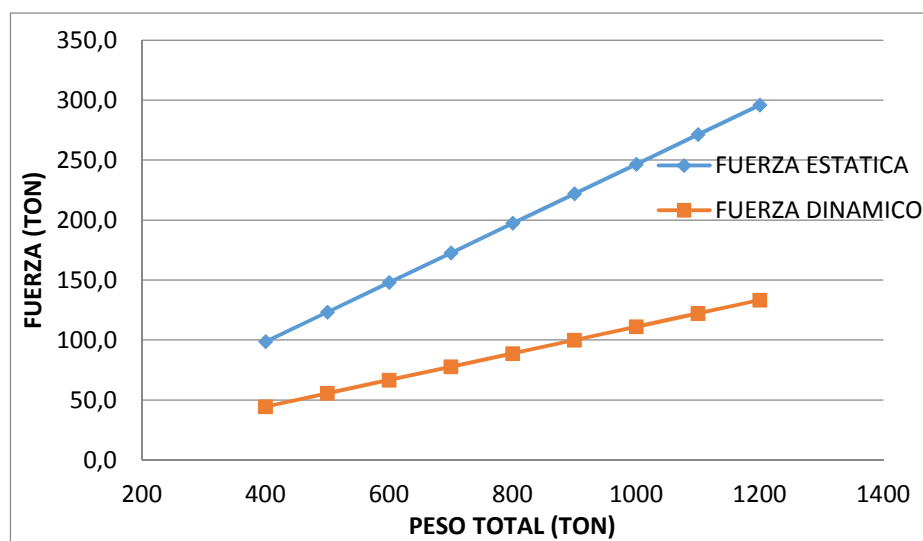
Resolviendo por sumatorias de fuerzas en el eje "x" y en el eje "y", se obtuvola fuerza necesaria para izar las siguientes condiciones de carga:

TABLA IX. DETERMINACIÓN DE FUERZAS EN DISTINTAS CONDICIONES DE CARGA.

Peso (TON)	Fuerza Estática (TON)	Fuerza Dinámica (TON)
400	98,6	44,4
500	123,3	55,5
600	147,9	66,6
700	172,6	77,7
800	197,2	88,9
900	221,9	100,0
1000	246,5	111,1
1100	271,2	122,2
1200	295,9	133,3

Graficando los valores de la tabla anterior se tienen:

FIGURA v. FUERZAS NECESARIAS PARA EL IZAJE



C.- CAPACIDAD MAXIMA DE IZAJE

Para determinar la capacidad máxima de izado de sistema hay que tomar en cuenta los siguientes pesos que la plataforma en conjunto con los carros de transferencia tiene un peso equivalente de 287 Ton, por lo tanto a los pesos determinados en la TABLA VIII, se sustrajo dicha carga para obtener el desplazamiento máximo de las embarcaciones que pueden entrar a varar. En la TABLA IX se presenta el máximo desplazamiento que deben tener las embarcaciones y las tensiones que se ejercen con esa condición:

TABLA X. CARGA MÁXIMA QUE PUEDE IZAR LA PLATAFORMA.

Buque	T MAX	T MIN
tons	tons	tons
713	246,5	111,1

ANEXO II – TIPOS DE EMBARCACIONES QUE SE PUEDEN VARAR EN LA PLANTA CENTRO CON LA APLICACIÓN DEL NUEVO SISTEMA

El tipo de embarcaciones que se pueden varar en la planta centro de
Astinave Ep son:

- Remolcadores
- Lanchas guardacostas
- Yates
- Catamaranes
- Pesqueros
- Corbetas.
- Tanqueros.
- Gabarras.
- Barcaza.

TABLA XI. CARGA MÁXIMA QUE PUEDE IZAR LA PLATAFORMA

NOMBRE DEL BUQUE	TIPO DE UNIDAD	L (m)	B (m)	T (m)	DESPLAZAMIENTO (TON)
ALTAR 8	BUQUE PESQUERO	53,51	8,7	3,4	577
ISLA ESPAÑOLA	L. GUARDACOSTA	45	10	2,5	325
EL ORO	CORBETA	62,3	9,3	2,5	696
SIRIUS	REMOLCADOR	24,15	7	3,15	211,26
GALAXY	YATE	56,4	8,6	3,2	654,34
QUISQUIS	TANQUERO	40,1	11,5	3	413
AMAZONIA	CATAMARAN	22	11	1,8	200

Con el incremento del calado se podrán varar embarcaciones con un calado de 4 metros, cuyas dimensiones son:

TABLA XII. CARGA MÁXIMA QUE PUEDE IZAR LA PLATAFORMA

NOMBRE DEL BUQUE	TIPO DE UNIDAD	L (m)	B (m)	T (m)	DESPLAZAMIENTO (TON)
IGNACIO MAR I	BUQUE PESQUERO	49,5	7,92	4	396
SIRIUS	REMOLCADOR	34,6	8,6	3,8	293
SAN CRISTOBAL	CARGA GENERAL	67	10,44	3,91	712,55

Como se muestra en la tabla anterior se pueden observar las dimensiones de las nuevas unidades que se pueden varar.

Pero en general se puede varar embarcaciones con las siguientes dimensiones como máximo.

TABLA XIII. CARGA MÁXIMA QUE PUEDE IZAR LA PLATAFORMA

TIPO DE UNIDAD	L (m)	B (m)	T (m)	DESPLAZAMIENTO (TON)
BUQUE	70	11,5	4	710

ANEXO III – ESTUDIO ECONOMICO SIN PROYECTO

El análisis de rentabilidad de la empresa en su actualidad, se realizó en base a estadísticas en el año 2010 y 2011

TABLA I. NÚMERO DE BARCOS ANUALES

Período	Número de Buques
2010	15
2011	24
PROMEDIO	19

Fuente: Información Proporcionada por ASTINAVE EP

Con lo presentado en la tabla I se determinó la rentabilidad de la empresa la cual se muestra a continuación:

TABLA II. INGRESOS ANUALES

Ingreso Anual			
Mes	Precio por Carenamiento (\$)	Buques varados	(\$) TOTAL
Enero	\$ 65.000,00	2	\$ 130.000,00
Febrero	\$ 70.000,00	2	\$ 140.000,00
Marzo	\$ 72.000,00	1	\$ 72.000,00
Abril	\$ 60.000,00	2	\$ 120.000,00
Mayo	\$ 61.000,00	1	\$ 61.000,00
Junio	\$ 60.000,00	2	\$ 120.000,00
Julio	\$ 35.000,00	2	\$ 70.000,00
Agosto	\$ 40.000,00	1	\$ 40.000,00
Septiembre	\$ 80.000,00	2	\$ 160.000,00
Octubre	\$ 90.000,00	1	\$ 90.000,00
Noviembre	\$ 90.000,00	1	\$ 90.000,00
Diciembre	\$ 81.000,00	2	\$ 162.000,00
	Ingreso Anual	19	\$ 1.255.000,00

Determinación de Egresos: Para la determinación de egresos se han considerado los siguientes aspectos:

- Gastos Administrativos: 12% de ingresos
- Gastos por Producción 78 % de ingresos
- Garantía: 3% de ingresos
- Posibilidad de Rompimiento del Cable: 2 veces por año.
- Mantenimiento de los Muros (cada dos años).

En la siguiente tabla se muestra los valores de los egresos que la empresa tiene anualmente:

TABLA III. EGRESOS ANUALES

Gastos de Producción	\$ 978.900,00
Gastos Administrativos	\$ 150.600,00
Rollo Cable de Acero 6x19 de 1/2"	\$ 21.731,25
Garantía (3%)	\$ 37.650,00
Limpieza del Canal	\$ 11.000,00
Mantenimiento de Muro	\$ 10.000,00
Total de Egresos (año impar)	\$ 1.199.881,25
Total de Egresos (año par)	\$ 1.209.881,25

En la tabla siguiente se muestra los ingresos netos de la Empresa

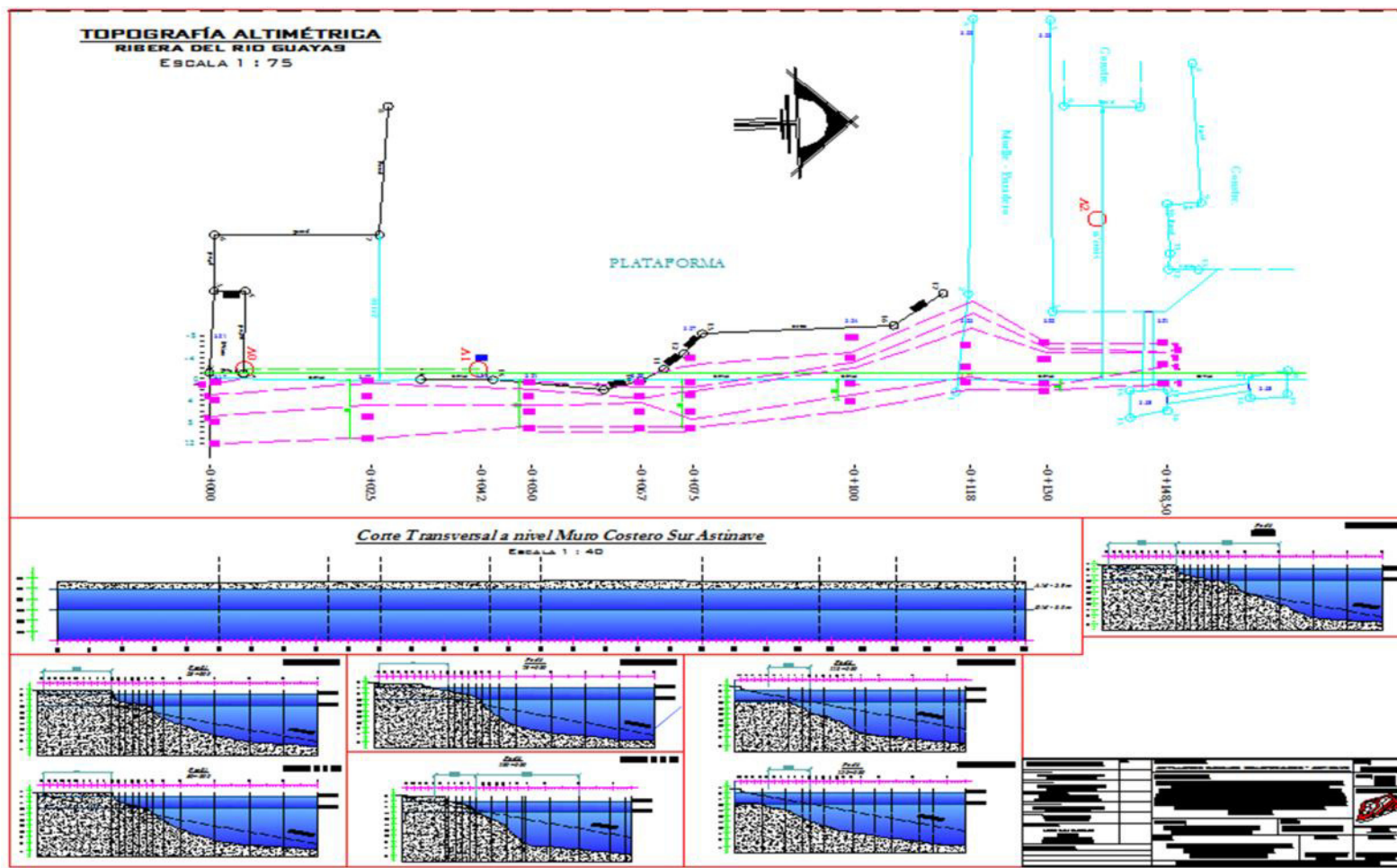
TABLA IV. EGRESOS ANUALES

INGRESO NETO AÑO IMPAR	\$ 55.118,75
INGRESO NETO AÑO PAR	\$ 45.118,75

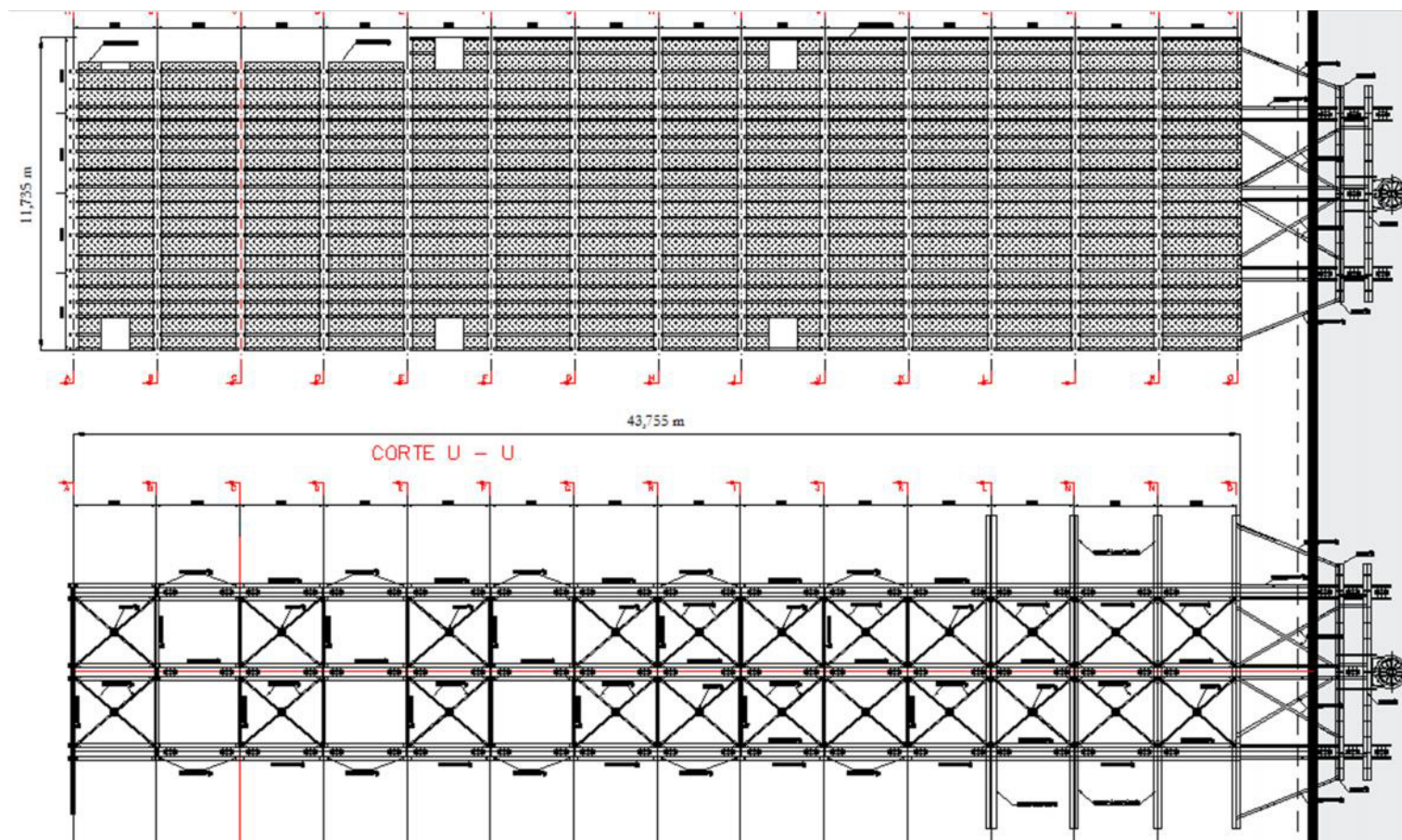
ANEXO IV- CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO PARA IMPLEMENTACIÓN DE MUROS DEL CANAL

RUBROS	TOTAL	%	TIEMPO EN MESES								TOTAL	
			MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8		
OBRA CIVIL		100										
REPLANTEO Y NIVELACION	139,65	90	139,65	-	-	-	-	-	-	-	-	139,65
			100,00									
EXCAVACION	20.384,00	80	-	10.192,00	10.192,00	-	-	-	-	-	-	20.384,00
				50,00	50,00							
DESALOJO DE AGUA mediante bombeo	4.148,00	70	1.368,84	1.368,84	1.410,32	-	-	-	-	-	-	4.148,00
			33,00	33,00	34,00							
TABLAESTACADO(PREVIO A ENCOFRADOS)	5.276,00	70	1.055,20	2.110,40	2.110,40	-	-	-	-	-	-	5.276,00
			20,00	40,00	40,00							
SUMINISTRO PILOTES DE HORMIGON ARMADO(C	27.076,00	60	-	27.076,00	-	-	-	-	-	-	-	27.076,00
				100,00								
HINCADA DE PILOTES	18.452,00	50	-	-	4.613,00	9.226,00	4.613,00	-	-	-	-	18.452,00
					25,00	50,00	25,00					
ENCOFRADOS RECTOS	4.892,16	40	-	-	-	4.892,16	-	-	-	-	-	4.892,16
						100,00						
MEJORAMIENTO DE SUELO CON MATERIAL CLA	25.639,74	30	-	-	-	12.819,87	12.819,87	-	-	-	-	25.639,74
						50,00	50,00					
HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO	25.533,90	20	-	-	-	-	19.150,43	6.383,48	-	-	-	25.533,90
							75,00	25,00				
HORMIGÓN SIMPLE ZAPTA CORRIDA f'c= 210 Kg	12.526,85	10	-	-	-	-	-	12.526,85	-	-	-	12.526,85
								100,00				
HORMIGÓN SIMPLE PARAMENTO DE MURO f'c=	33.822,50	0,0	-	-	-	-	-	8.455,63	16.911,25	8.455,63	-	33.822,50
								25,00	50,00	25,00		
HIERRO ESTRUCTURAL	15.115,47	0,0	-	-	-	-	-	3.778,87	7.557,74	3.778,87	-	15.115,47
								25,00	50,00	25,00		
DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE	6.000,00	0,0	-	-	-	-	-	-	1.500,00	4.500,00	-	6.000,00
									25,00	75,00		
SUMAN	199.006,27											199.006,27
INVERSION PARCIAL			2.563,69	40.747,24	18.325,72	26.938,03	36.583,30	31.144,82	25.968,99	16.734,49		199.006,27
INVERSION ACUMULADA			2.563,69	43.310,93	61.636,65	88.574,68	125.157,98	156.302,79	182.271,78	199.006,27		
PORCENTAJE PARCIAL AL 100 %			1,29	20,48	9,21	13,54	18,38	15,65	13,05	8,41		100,00
PORCENTAJE ACUMULADO			1,29	21,76	30,97	44,51	62,89	78,54	91,59	100,00		

ANEXO V- PLANO BATÍMETRICO PROPORCIONADO POR ASTINAVE EP



ANEXO VI- PLANO DE LA PLATAFORMA DE VARAMIENTO PROPORCIONADO POR ASTINAVE EP



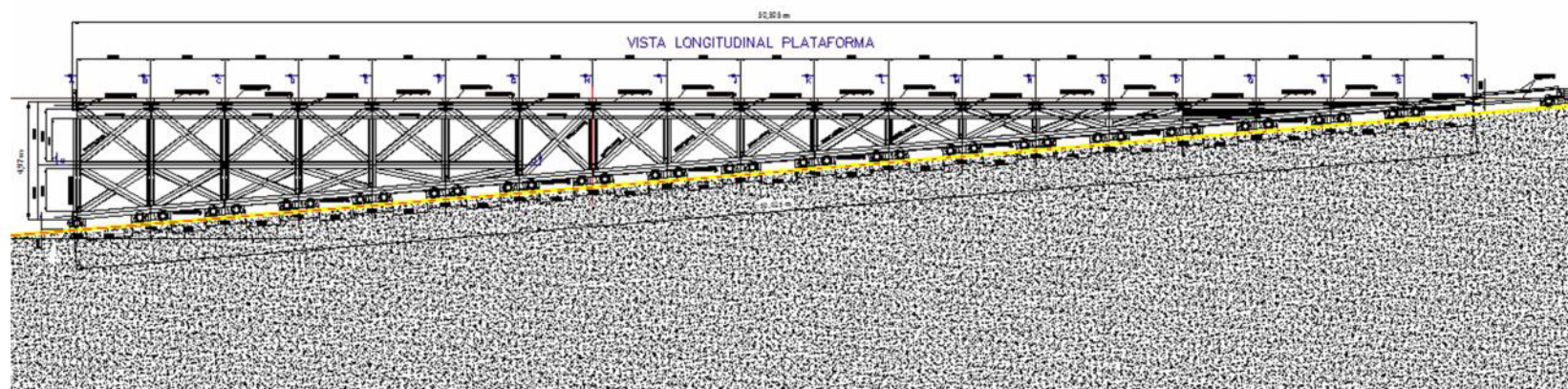
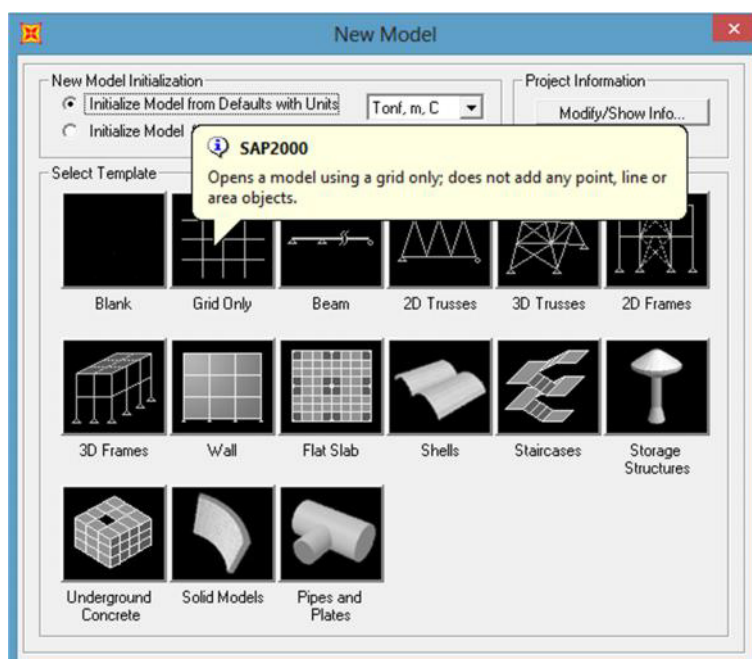


TABLE: ElementForces - Frames (BRAZOS DE LA POLEA)									
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	mm	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-mm	Kgf-mm	Kgf-mm
2	52,29	Carga Fp	LinStatic	-1341,69	0	281,64	0	38554,59	0
3	0	Carga Fp	LinStatic	-1370,22	0	44,38	0	38554,59	0
28	52,29	Carga Fp	LinStatic	-1370,76	0	21,67	0	36125,2	0
29	0	Carga Fp	LinStatic	-1353,69	0	-216,69	0	36125,2	0
2	52,29	COMBO 1	Combination	-1073,35	5,773E-14	225,31	-14,95	30843,67	-170,85
3	0	COMBO 1	Combination	-1096,17	0	35,5	14,95	30843,67	-170,85
28	52,29	COMBO 1	Combination	-1096,61	1,709E-13	17,34	-14,95	28900,16	-170,85
29	0	COMBO 1	Combination	-1082,96	0	-173,35	14,95	28900,16	-170,85
1	52,29	Carga Fp	LinStatic	-1446,22	0	-475,4	0	27110,98	0
2	0	Carga Fp	LinStatic	-1341,69	0	-719,31	0	27110,98	0
1	52,29	COMBO 1	Combination	-1156,97	-0,5	-380,32	-46,66	21688,78	-178,54
2	0	COMBO 1	Combination	-1073,35	-0,5	-575,45	-14,95	21688,78	-183,93
6	52,29	Carga Fp	LinStatic	-1427,99	0	105,51	0	21622,71	0
7	0	Carga Fp	LinStatic	-1424,61	0	-144,06	0	21622,71	0
29	52,29	Carga Fp	LinStatic	-1353,69	0	784,26	0	21285	0
30	0	Carga Fp	LinStatic	-1469,31	0	537,28	0	21285	0
35	0	Carga Fp	LinStatic	-1351,07	0	379,66	0	20557,41	0
34	52,29	Carga Fp	LinStatic	-1389,78	0	-545,59	0	19540,36	0
50	52,29	Carga Fp	LinStatic	-1363,71	0	-375,64	0	19290,67	0
46	52,29	Carga Fp	LinStatic	-1350,96	0	-368,58	0	18263,5	0
39	0	Carga Fp	LinStatic	-1349,43	0	364,37	0	17714,14	0
51	0	Carga Fp	LinStatic	-1411,87	0	539,4	0	17605,02	0

ANEXO VIII – DISEÑO DE LA POLEA EN SAP2000

Para modelar la polea en el programa SAP2000, es necesario seguir los siguientes pasos:

- 1) Lo primero que se hace cuando se diseña en SAP2000 es elegir las unidades con las que el diseñador se siente más cómodo trabajar, para este caso se ha creído conveniente trabajar en Kgf, cm, °C, esta opción se encuentra en la parte inferior derecha de la pantalla del programa
- 2) Una vez elegidas las unidades de trabajo, se procede a abrir un nuevo archivo: Barra de Menús >>File>>New File o a través de la combinación de teclasCtrl+N.



- 3) Seguido de la creación del nuevo archivo lo siguiente es elegir las características del nuevo modelo, para este trabajo se consideró un tipo de grilla en coordenadas

cilíndricas, debido a la forma circular de la polea. Aparece la siguiente ventana donde se introducen las medidas de la polea que se está diseñando.

Section	Parameter	Value
Coordinate System Name	Coordinate System Name	GLOBAL
	Coordinate System Name	GLOBAL
Number of Grid Lines	along Radius	4
	along Theta	19
	along Z	1
Grid Spacing	along Radius	40,
	along Theta (deg)	20,
	along Z	300,
First Grid Line Location	along Radius	0,
	along Theta (deg)	0,
	along Z	0,

Para este caso se determinó que el número de bazos sea de 9 y cada brazo con divisiones para modelar los mismos como si se tratasen de secciones variables.

- 4) Se definen las características del material con el que se diseña: Barra de Menús>> Define>>Materials>>Add New Material... Aparece la siguiente ventana donde se introducen los datos del material.

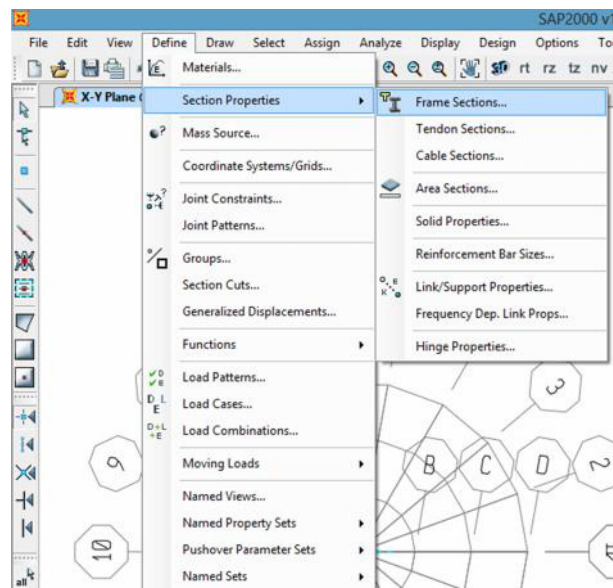
The image shows a 'Material Property Data' dialog box with the following fields and values:

General Data	
Material Name and Display Color	Hierro Griss [Color: Blue]
Material Type	Steel
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	7.8E-03
Mass per Unit Volume	7.954E-06
Units: Kgf, cm, C	
Isotropic Property Data	
Modulus of Elasticity, E	2038901,9
Poisson's Ratio, U	0,3
Coefficient of Thermal Expansion, A	1,170E-05
Shear Modulus, G	784193,
Other Properties for Steel Materials	
Minimum Yield Stress, Fy	2531,0507
Minimum Tensile Stress, Fu	4077,8038
Effective Yield Stress, Fye	3796,576
Effective Tensile Stress, Fue	4485,5842

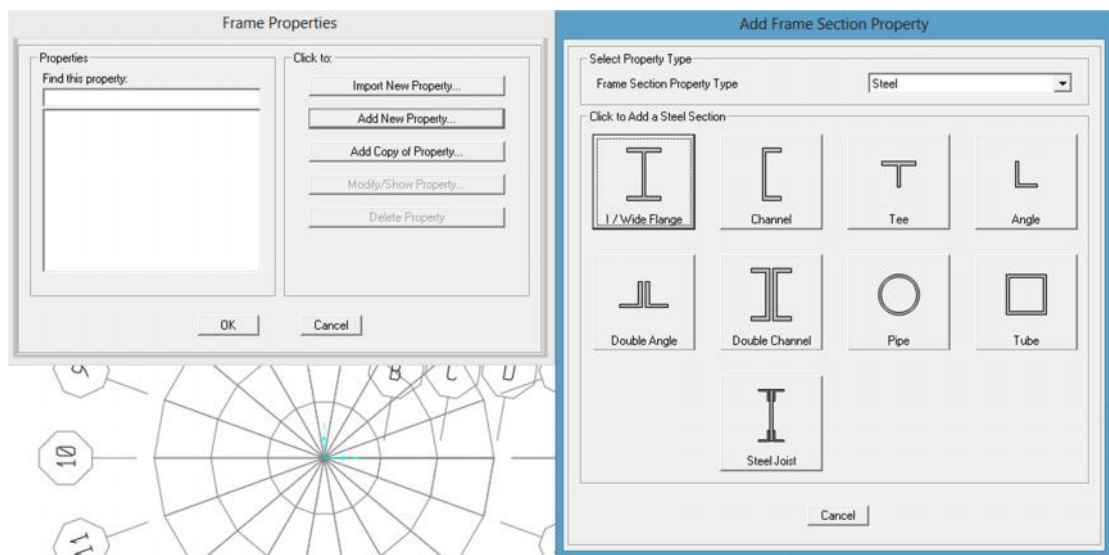
Switch To Advanced Property Display:

Buttons: OK, Cancel

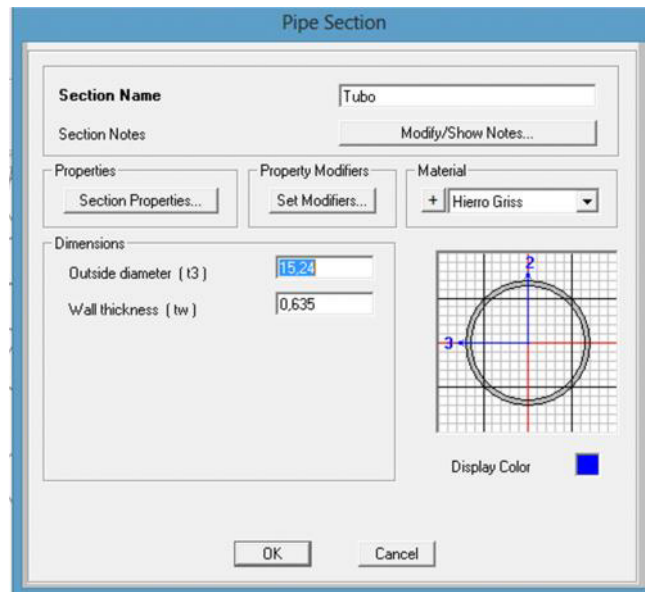
- 5) El siguiente paso es definir las secciones de los elementos que conforman la polea, para este caso son los tubos y las secciones rectangulares que conforman la llanta y el cubo: Barra de Menús>> Define >>SectionProperties>>FrameSection...



- 6) Aparece la ventana FrameProperties, donde se presiona el botón “Add New Property”, que a su vez proporciona la ventana AddFrameSectionProperty que es donde se elige la forma del elemento.



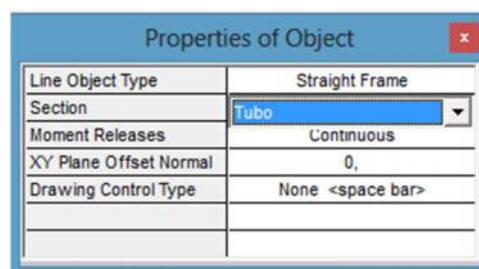
- 7) Una vez elegida la forma del elemento, se definen en el caso de los tubos el material, el diámetro y el espesor y en el caso de la pista de rodadura una sección rectangular donde se especifica el material, el ancho y el espesor.



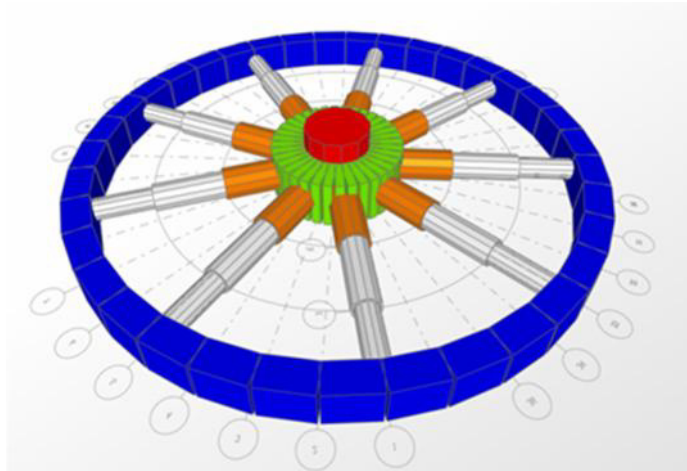
- 8) Una vez creadas las secciones se las dibuja sobre la grilla creada en las posiciones correspondientes (espaciado ya definido), para esto en la parte izquierda de la pantalla del programa se encuentra ubicada barra de menús rápidos donde se presiona el botón con el ícono “DrawFrame/Cable”



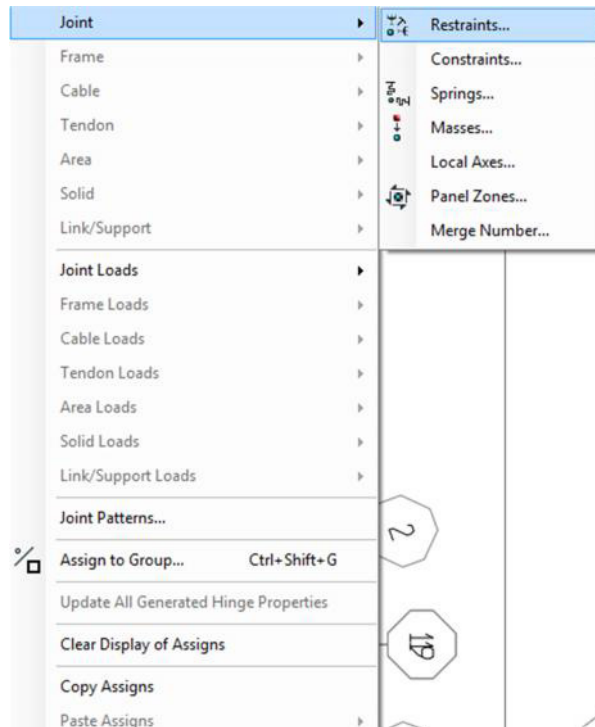
- 9) Se elige de la ventana Properties of Object, la sección que se quiere asignar.



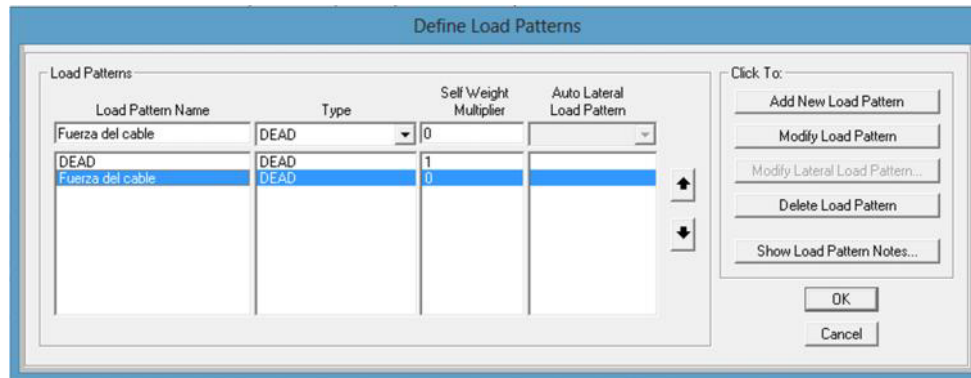
- 10) Luego de asignar todas las secciones y elementos correspondientes se tiene el siguiente gráfico:



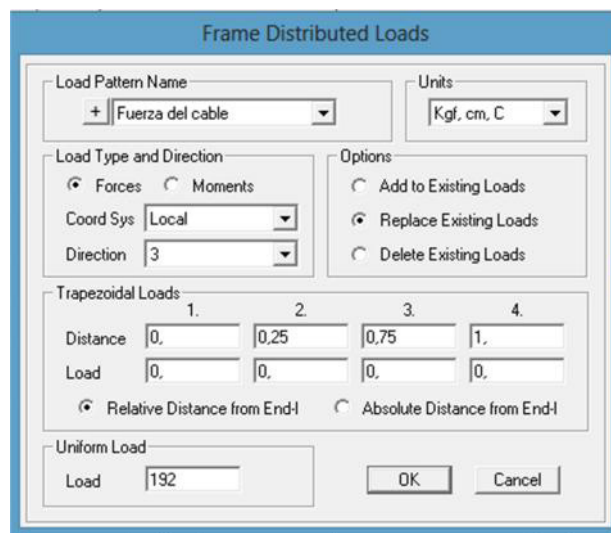
11) El siguiente paso es definir los apoyos de los elementos, para esto se seleccionan los puntos donde se unen los tubos y el cubo del eje: Barra de Menús >> Assign >> Joint >> Restraints... En la ventana que aparece se elige la de empotramiento.



- 12) Con los apoyos definidos y la polea diseñada, se define el caso de carga en la barra de menús la opción Define >> Load Patterns...

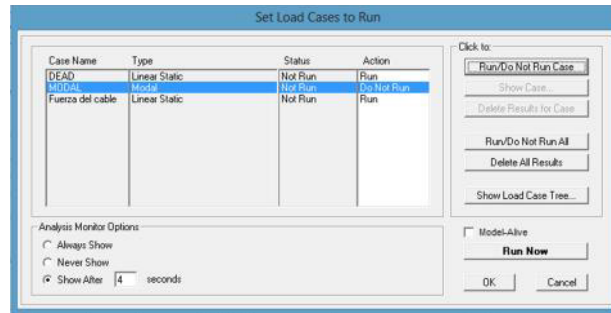


- 13) Para la asignación de carga se debe seleccionar los elementos de la llanta hasta que completen el ángulo de contacto del cable, luego asignar esta carga en el sistema de coordenadas local eje 3: Barra de Menús >>Assign>>FrameLoads>>Distributed...



- 14) Con la carga asignada se ejecuta el análisis de la estructura: Barra de Menús >>Analyze>>RunAnalyse.. o presionando el comando F5. Aparece la siguiente

ventana donde se elige los casos que intervienen y los que no, en este caso no se considera la carga Modal.



- 15) Finalmente se ejecuta la evaluación del diseño, para obtener si el mismo cumple con los parámetros de las normas AISC-LRFD99 o cualquier otra que elija el diseñador: Barra de Menús >>Design>> Steel FrameDesign>>StartDesign/Check of Structure.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] PHD CAPRACE J., “Notas de Clase del Curso Producción de Buques”, Launching Systems. FIMCBOR, ESPOL, 2012.
- [2] BEER P., JOHNSTON E., EISENBERG E., “Mecánica Vectorial Para Ingenieros, 8va Edición”. McGraw-Hill, México, 2008.
- [3] HIBBELER R. C., “Mecánica Vectorial Para Ingenieros Dinámica, 10ma Edición”. Prentice-Hall, México, 2009.
- [4] ASTM, Annual Book of ASTM Standards, Section 01”Iron and Steel Products”, 2010.
- [5] ARMIJOS M., RAMÍREZ R., Diseño de Teleférico de 2000 Metros de Longitud Ubicado en la Colonia los Llanganates de la Parroquia Río Negro, Cantón Baños, Provincia de Tungurahua; Tesis de Grado; EPN; Quito; 2000
- [6] SHIGLEY J., Manual de Diseño Mecánico 4ta Edición; McGraw-Hill; México; 2003.
- [7] HERNÁNDEZ E., Manual de Aplicación de Programa SAP2000 v14; CSI Caribe, 2008.
- [8] BRESLER L., Diseño de Estructuras de Acero 2da Edición; Editorial Limusa; México; 1995.
- [9] INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2002 ‘Standards for ship Maneuverability’ (resolution MSC.137 (76)). 13 1 December, 2002.
- [10] MARISCAL C., Formulación y Evaluación de Proyectos, págs. 25-70; Ecuador, 2005.

- [11] <http://www.incamet.com.ar/manual/menú.htm>
- [10] http://trefilcable.com/?gclid=CneHtr3V4JECFRGogodp1y_gA
- [12] <http://ing.unne.edu.ar/dep/eol/fundamento/tema/T11d.pdf>