

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

Análisis técnico y económico
de un dique flotante modular auto-carenable

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Nombre de la titulación
Ingeniero Naval

Presentado por:
Daniela Andrea Morocho Lindao
Víctor Salomón Vera Cortés

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a: mi Madre por haber aguantado no tenerme al 100% disponible para ella, la adoro; a mi hermana por apoyarme y demostrarme su amor en cosas pequeñas como en hacerme el desayuno mientras yo seguía escribiendo; a mi padre y a mi abuela Colombia que, aunque no alcanzaron a estar durante la escritura de este proyecto siempre recibí su apoyo; a Betsy por tenerme paciencia desde los 4 años porque soy insoportable; a mi tío Cesáreo y a mi Mami Grace.

Daniela Morocho Lindao

A mi Dios, aquel que me acompañó desde el inicio de mi carrera y quién guía mis pasos hasta el día de hoy. He sentido su amor en el abrazo de mi madre y su apoyo desde las palabras de aliento de mi hermana y hermanos, con mi más sincero amor.

Víctor Vera Cortés

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a nuestro tutor, el Ing. Hugo Jama y al Ing. Jorge Faytong por habernos guiado durante el desarrollo de este Proyecto Integrador.

Y a Astinave EP por abrirnos sus puertas y por retroalimentar nuestro proyecto.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Daniela Andrea Morocho Lindao* y *Víctor Salomón Vera Cortés* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Daniela Andrea
Morocho Lindao

Víctor Salomón Vera
Cortés

EVALUADORES

.....
Nadia R. Muñoz Agila MSc.

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Hugo J. Jama Aveiga Ing.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Los diques flotantes de la empresa Astinave están por cumplir su vida útil debido a la falta de mantenimiento, sus grandes dimensiones dificultan la posibilidad de que reciban mantenimiento dentro del país. Por lo que estos, deben trasladarse a otros países generando gastos en transporte e inoperatividad. Por lo tanto, se propuso el análisis técnico y económico de un dique flotante autocarenable a partir de su diseño preliminar.

El presente trabajo tiene tres componentes: 1) análisis de la influencia del movimiento de las grúas en la estabilidad del dique donde se empleó las normas de la OMI y LR, y el software Maxsurf (Stability); 2) diseño de la conexión ala – pontón donde se hizo uso de las normas de la AISC, y ANSYS (Módulo Estructural); y en el 3) análisis de rentabilidad del proyecto se utilizó los criterios del PRI y TIR.

Para la estabilidad se identificó que no se cumplen los criterios en la condición de desplazamiento ligero, por lo que se concluye que los tanques del pontón deben estar llenos al 25% para procurar la estabilidad. El diseño de la unión fue completado exitosamente empleando pernos A490 de 38 mm de diámetro y un espaciamiento de 150 mm.

En relación con el análisis económico se determinó que un crédito del 40% no sería rentable, por lo que se sugiere que se apele a un préstamo total o mínimo del 90% para que el proyecto sea rentable con un período de recuperación de inversión máximo de 11 años.

Palabras Clave: Dique Flotante, Autocarenable, Estabilidad, Diseño de Conexión, Rentabilidad.

ABSTRACT

The floating docks of Astinave EP company are close to reach their useful life due to lack of maintenance; their large dimensions make it difficult for them to receive maintenance within the country. Therefore, these must be transferred to other countries, generating expenses in transportation and inoperability. Therefore, the technical and economic analysis of a self-maintenance floating dock is proposed from its preliminary design.

The present work has three components: 1) analysis of the influence of the movement of the cranes on the stability of the dock where the IMO and LR rules were applied, and the Maxsurf (Stability) software; 2) design of the wing-pontoon connection where AISC standards and ANSYS (Structural Module) were employed; and in the 3) profitability analysis of the project, the PRI and TIR criteria were used.

For stability, it was identified that the criteria are not attained in the light displacement condition, so it is concluded that the pontoon tanks must be 25% full to ensure stability. The connection design was successfully completed using 38mm diameter A490 bolts with a 150mm spacing.

In relation to the economic analysis, it was determined that a 40% loan would not be profitable, so it is suggested that a total or minimum loan of 90% be used for the project to be profitable with a maximum investment recovery period of 11 years.

Keywords: *Floating Dock, Self-maintenance, Stability, Connection Design, Profitability.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE PLANOS.....	XI
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Dique Flotante Convencional	3
1.4.2 Dique Flotante Modular auto-carenable	4
1.4.3 Preparación de un diseño.....	4
1.4.4 Análisis Económico	7
1.4.5 Entidades Reguladoras	9
CAPÍTULO 2.....	11
2. Metodología	11
2.1 Requerimientos del cliente	11
2.2 Diseño preliminar de un dique flotante modular auto-carenable	12
2.2.1 Características Principales del Dique	12

2.2.2	Arreglo Estructural.....	13
2.2.3	Sistemas Auxiliares	13
2.2.4	Estimación de Pesos	13
2.3	Análisis de Estabilidad.....	14
2.3.1	Especificaciones técnicas de la grúa.....	14
2.3.2	Selección de grúa.....	14
2.3.3	Propiedades Hidrostáticas del Dique.....	16
2.3.4	Condiciones críticas de operación.....	16
2.3.5	Regulaciones para uso de grúas de embarcaciones y diques flotantes	16
2.4	Proceso de diseño de Conexión de Módulos	20
2.4.1	Geometría analizada	20
2.4.2	Cargas Aplicadas	20
2.4.3	Condiciones de fronteras.....	22
2.4.4	Condiciones analizadas.....	23
2.4.5	Convergencia	26
2.4.6	Cálculo del Esfuerzo cortante analítico para un modelo simplificado	26
2.4.7	Proceso de selección del mecanismo de conexión de módulos.....	28
2.4.8	Procedimiento para el diseño de detalle de la conexión cumpliendo estándares de AISC	29
2.5	Análisis económico.....	29
2.5.1	Flujo de Caja	30
2.5.2	Escenarios de análisis.....	30
2.5.3	Egresos	30
2.5.4	Ingresos.....	31
2.5.5	Beneficio Social.....	31
CAPÍTULO 3.....		32
3.	Resultados y Análisis	32

3.1	Evaluación de criterios de estabilidad	32
3.1.1	Cargas básicas y dinámicas	32
3.1.2	Condiciones de carga de la grúa	34
3.2	Diseño de conexión de módulos	37
3.2.1	Esfuerzo Cortante Analítico	37
3.2.2	Esfuerzo Cortante empleando Elementos Finitos	39
3.2.3	Convergencia de las mallas empleadas	41
3.2.4	Fuerzas empleadas en el diseño	41
3.2.5	Espaciamiento de la conexión	44
3.3	Análisis Económico	45
3.3.1	Financiamiento	45
3.3.2	Proyección de ingresos y egresos	45
3.3.3	Flujo de caja	45
3.3.4	Beneficio Social	48
CAPÍTULO 4.....		49
4.	Conclusiones y Recomendaciones	49
4.1	Conclusiones	49
4.2	Recomendaciones	50
BIBLIOGRAFÍA.....		
APÉNDICES.....		

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTINAVE	Astilleros Navales Ecuatorianos
ARD	Auxiliary Repair Dock
IACS	International Association of Classification Societies
FEM	Finite Element Method
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno
PRI	Período de Recuperación de la Inversión
OMI	Organización Marítima Internacional
AISC	American Institute of Steel Construction
LR	Lloyd's Register
S.W.L	Safety Working Load

SIMBOLOGÍA

m	Metros
t	Toneladas
Cp	Coefficiente Prismático
Cb	Coefficiente de bloque
Cm	Coefficiente de sección media
KB	Posición vertical del centro de boyantez
Mm	Milímetros
W	Web (Alma)
F	Flange (Ala)
Cm	centímetros
Z _m	Módulo Seccional Mínimo según la normativa de LR
h _B	Cabezal de la bomba
Q	Caudal
Gpm	galones por minuto
S	Segundos
V	Voltaje
Hz	Hertz
Kg	Kilogramos
T	Calado
L _s	<i>Eslora máxima a recibir en el dique</i>
L _D	<i>Eslora del dique flotante</i>
A	<i>Capacidad de levante del dique en t (2.4.2.2 Cargas Dinámicas)</i>
L _H	Longitud de distribución del peso de la embarcación
F _h	Factor de elevación
V _h	Velocidad de izado en m/s, no debe ser mayor a 1,0 m/s
C _i	Coefficiente que depende de la rigidez de la grúa (0,3: grúas de brazo y 0,6: grúas pórtico.)
ρ	Presión en N/m ²
V _s	Velocidad del viento en m/s, para condiciones de estiba se debe tomar 63 m/s
A	Área efectiva de la estructura en el plano perpendicular al viento en m ²
ρ	Presión del viento en N/m ²

C_f	Coeficiente de fuerza en la dirección del viento
F_w	Fuerza debido al viento en Newtons
X_0	Posición Inicial en el eje longitudinal
X_f	Posición Inicial en el eje longitudinal
V	<i>Fuerza Cortante</i>
Q_b	<i>Primer momento de Inercia</i>
I_c	<i>Segundo momento de Inercia</i>
τ	Esfuerzo Cortante
A_i	Área del elemento hasta el corte
d_i	Posición del centroide del elemento
R_n	Resistencia de Tracción o Corte (N)
F_n	Tracción o Corte Nominal (MPa)
A_b	Área transversal del perno

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Espiral de Diseño	4
Figura 1.2 Altura Metacéntrica.....	6
Figura 1.3 Movimiento del centro de gravedad	7
Figura 2.1 Acercamiento con ASTINAVE EP el 29 de octubre de 2021	12
Figura 2.2 Grúa de pluma rígida.....	15
Figura 2.3 Valores del factor de izado	17
Figura 2.4 Aceleración de giro.....	18
Figura 2.5 Fuerzas producidas por el movimiento del dique	19
Figura 2.6 Movimientos del barco.....	20
Figura 2.7 Vista en Perspectiva de sección analizada. Modelo 3D Rhinoceros	21
Figura 2.8 Distribución de peso de la embarcación para escenario de arrufo standard	22
Figura 2.9 Distribución de peso de la embarcación para escenario de quebranto standard	22
Figura 2.10 Condiciones de frontera de una sección transversal	23
Figura 2.11 Condición I de análisis – Desplazamiento Ligero	24
Figura 2.12 Condición II de análisis – A máximo calado	24
Figura 2.13 Condición III de análisis.....	25
Figura 2.14 Condición IV de análisis – De desacople	25
Figura 2.15 Sección Transversal Simplificada.....	27
Figura 2.16 Opción 1 Arreglo de conexión	28
Figura 2.17 Opción 2 Arreglo de conexión	28
Figura 2.18 Opción 3 Arreglo de conexión	29
Figura 3.1 Sistemas de Referencias.....	39
Figura 3.2 Esfuerzos Cortante sobre la Unión Ala – Pontón	40
Figura 3.3 Esfuerzo Cortante sobre los caminos analizados.....	40
Figura 3.4 Convergencia de Esfuerzo Cortante en Arrufo	42
Figura 3.5 Convergencia de Esfuerzo Cortante en Quebranto.....	43
Figura 3.6 Conexión Ala – Pontón.....	44
Figura 3.7 Pronóstico de Costos Directos	46
Figura 3.8 Pronósticos de Ingresos	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Características principales de los diques.....	1
Tabla 1.2 Tasa Referenciales de interés de préstamos	9
Tabla 2.1 Dimensiones Principales	12
Tabla 2.2 Características de las bombas de los sistemas.....	13
Tabla 2.3 Pesos y Boyantez en toneladas	14
Tabla 2.4 Características de la grúa.....	15
Tabla 2.5 Puntos a evaluar según distribución de carga analizada.....	23
Tabla 2.6 Cargas Involucradas por cada condición.....	26
Tabla 2.7 Resumen de escenarios analizados.....	26
Tabla 2.8 Datos de las Mallas Empleadas	26
Tabla 2.9 Escenarios de análisis	30
Tabla 2.10 Resumen de costos de construcción en ASTINAVE	31
Tabla 3.1 Calculo de cargas	32
Tabla 3.2 Movimientos del dique	33
Tabla 3.3 Fuerzas debido al movimiento del dique	33
Tabla 3.4 Combinación de cargas Caso 2 LR.....	34
Tabla 3.5 Criterios de estabilidad para condición de trabajo	35
Tabla 3.6 Criterios de estabilidad para condición ligera	36
Tabla 3.7 Criterios de estabilidad para condición ligera (Tanques al 25%).....	37
Tabla 3.8 Fuerza y Momento en los cortes del dique	38
Tabla 3.9 Fuerza y Momento en los cortes del dique	39
Tabla 3.10 Esfuerzo Cortante para cada condición en MPa	39
Tabla 3.11 Información de la Mallas empleadas en el análisis de ANSYS.....	41
Tabla 3.12 Fuerzas Cortante y Normal.....	41
Tabla 3.13 Comparación de resultados del diseño de conexión con trabajos similares	44
Tabla 3.14 Análisis de Sensibilidad en Precios	47
Tabla 3.15 Análisis de Sensibilidad en Costos	47
Tabla 3.16 Análisis de Sensibilidad en Precios	48
Tabla 3.17 Análisis de Sensibilidad en Costos	48

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Línea de formas de Dique Flotante de 160m	79
PLANO 2 Curvas Hidrostáticas de Dique Flotante de 160 m	81
PLANO 3 Arreglo General de Dique Flotante de 160 m	83
PLANO 4 Arreglo General de Dique Flotante de 160 m	85
PLANO 5 Circuito de Sistema Auxiliar de Contraincendios de Dique Flotante de 160 m	87
PLANO 6 Circuito de Sistema Auxiliar de Maniobra de Dique Flotante de 160 m.....	89
PLANO 7 Curvas Hidrostáticas de Dique Flotante de 120 m	91
PLANO 8 Radio de cobertura de las grúas	93
PLANO 9 Detalle de Conexión Ala - Pontón	95

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Astilleros Navales Ecuatorianos, ASTINAVE EP, es una empresa pública cuya misión es desarrollar, producir y mantener soluciones sustentables para potenciar defensa, seguridad y los sectores marítimos e industrial. Entre sus actividades principales se encuentra la construcción y el mantenimiento de embarcaciones. Además, cuenta con una planta ubicada en el centro de Guayaquil y dos diques flotantes al sur de la ciudad.

El primero de estos diques, ARD-24, fue comprado a Estados Unidos, quién lo empleaba para reparaciones en el océano durante la Segunda Guerra Mundial. Más tarde, en 1984 se incorporó a la Armada del Ecuador y fue bautizado con el nombre de Río Napo. Desde entonces se ubicó en el área de la Base Naval Sur para brindar servicios de mantenimiento y reparación de buques.

Debido al aumento de actividades del dique, se gestionó en el 2001 la compra del dique ARD-26. El cual pertenece al mismo grupo del ARD 24, es decir, también es de segunda mano y originario de Estados Unidos. En el año 2005 pasó a llamarse Río Orellana y fue ubicado al lado del dique Río Napo.

En la página web de Astinave EP se pueden encontrar las características principales de estos diques y se detallan en Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Características principales de los diques
[ASTINAVE EP, 2020]

Nombre	Dique Río Orellana	Dique Río Napo
Capacidad de levante [t]	6000	3600
Eslora útil [m]	110	100
Manga útil [m]	16	16
Calado útil [m]	7	6

Estos diques fueron diseñados por la armada estadounidense con fines militares y sus espacios y acomodaciones responden a necesidades distintas a las que

actualmente se requieren en las actividades del astillero. Esto limita la capacidad de producción a la que se podría llegar en un dique flotante con los espacios adecuados a su actividad comercial.

Los diques de Astinave anualmente brindan sus servicios aproximadamente a 45 embarcaciones. En vista que ambos diques están por cumplir su tiempo de vida útil, se piensa en alternativas de diques flotantes que beneficien a la empresa técnica y económicamente.

Con el fin de darle a conocer a la industria naval la mejor alternativa, el presente trabajo se enfoca en detallar las ventajas técnicas y económicas que tendría la implementación de un dique flotante modular auto-carenable. Además, con el análisis económico, la estimación de costos, el análisis de la TIR y el PRI pretende dar al inversionista una herramienta útil para la toma de decisiones.

1.1 Descripción del problema

Las sociedades de clasificación IACS, recomiendan que los diques deben recibir mantenimiento al menos cada 5 años. Sin embargo, tanto el dique Río Napo como el dique Río Orellana llevan muchos años sin recibir los respectivos servicios de carenamiento como es sugerido.

Dado que en Ecuador no se cuenta con las instalaciones para atender embarcaciones de tal envergadura, estas deben salir a países como Chile, Perú o Panamá para recibir estos servicios. Solamente en el año 2001 esta travesía tuvo un costo aproximado de 5 millones de dólares, hoy en día estos servicios pueden alcanzar los 7.5 millones. No obstante, el riesgo de zozobra es inminente puesto que al ser trasladados hasta estos países se pueden presentar fallas estructurales por las faltas de mantenimiento, dejando así parte del astillero inoperativo por varios meses y afectando sus ingresos.

1.2 Justificación del problema

Dado que los diques están llegando a su tiempo de vida útil, ASTINAVE EP está pensando en la adquisición y/o construcción de diques flotantes que ya no cuenten

con los problemas antes mencionados. Por esto, el presente trabajo está enfocado en dar solución al problema de mantenimiento de los diques, proponiendo la implementación de un dique flotante modular auto-carenable. Finalmente, se analizará la rentabilidad y la viabilidad de la construcción bajo distintos escenarios, con la finalidad de incentivar a la industria naval ecuatoriana en invertir en proyectos que conduzcan al desarrollo del País.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar el diseño preliminar de un dique flotante modular auto-carenable viable técnica y económicamente, que satisfaga las reglas de la Sociedad Clasificadora Lloyd's Register.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Analizar la influencia de la implementación de grúas fijas utilizando criterios de estabilidad de la OMI y de Lloyd's Register con la finalidad de que el diseño garantice la integridad del dique.
2. Diseñar la conexión entre módulos utilizando análisis de elementos finitos para que se facilite el auto-carenamiento del dique.
3. Analizar la rentabilidad de la construcción y operación del dique empleando criterios de tasa interna de retorno y periodo de recuperación de inversión.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Dique Flotante Convencional

Un dique flotante convencional es una estructura marina robusta capaz de varar en su interior un barco de menores dimensiones, está compuesto en su mayoría por tanques de lastre que le permiten variar su nivel de calado para que otro barco ingrese y reciba mantenimientos. A los diques flotantes estructuralmente continuos se los conoce también como diques convencionales ya que su construcción data del siglo XVII y son los diques más comunes a nivel mundial. (Girbau, 2012)

1.4.2 Dique Flotante Modular auto-carenable

Los diques flotantes auto-carenables cumplen la misma función que un dique flotante convencional. Sin embargo, su estructura está compuesta de dos partes; las paredes o alas del dique que son piezas continuas longitudinales, y los pontones que son secciones que dividen la estructura del fondo y que se conectan rígidamente a las alas del dique. Este arreglo le da la ventaja de ser auto-carenable ya que le permite colocar secuencialmente las secciones del fondo sobre la cubierta para las reparaciones de su obra viva. (Volney, 1957)

1.4.3 Preparación de un diseño

1.4.3.1 Espiral de diseño

La espiral de diseño (Figura 1.1) pretende ilustrar el proceso iterativo de diseño que esta compuesto por diseño conceptual, preliminar, contractual y de detalle.

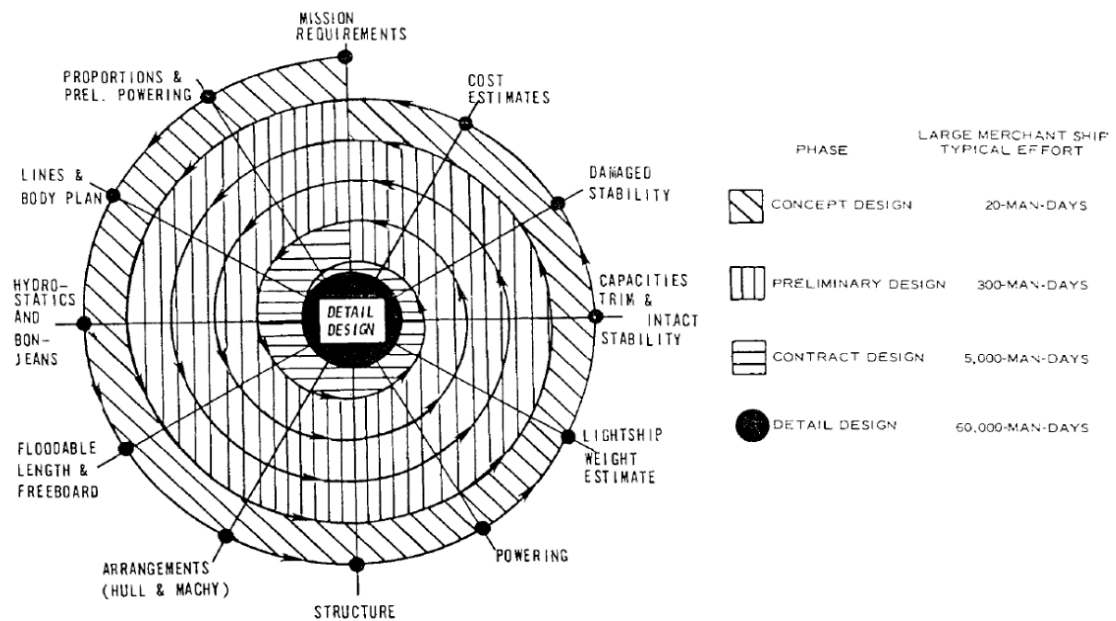


Figura 1.1 Espiral de Diseño

[Evans, 1959]

1.4.3.1.1 Diseño conceptual

En este diseño se tiene como objetivo determinar las características principales de la embarcación, tales como eslora, manga, puntal, velocidad, desplazamiento entre otras que se consideren pertinentes. El diseño conceptual es empleado para

realizar una aproximación de costos para decidir si se debe continuar con el diseño preliminar.

1.4.3.1.2 Diseño preliminar

El diseño preliminar es donde se refina las características obtenidas en el diseño conceptual con el objetivo de disminuir costos y mejorar el rendimiento. Las características de la embarcación como eslora, manga, potencia y peso muerto no deberían sufrir de modificaciones después de finalizar este diseño. (Evans, 1959)

1.4.3.2 Estabilidad

Para definirla vamos a considerar que un cuerpo flota en equilibrio y asumimos que una fuerza o momento produce un pequeño cambio en su posición, tres situaciones pueden ocurrir cuando la fuerza o momento cesa o actúa:

1. El cuerpo retorna a su posición inicial, se dice que la condición de equilibrio es *estable*.
2. La posición del cuerpo continúa cambiando. Decimos en este caso que la condición de equilibrio es *inestable*. En otras palabras, esto significa que el cuerpo puede zozobrar.
3. El cuerpo permanece en la posición desplazada hasta que una pequeña perturbación haga que se aleje o retorne a la posición inicial, esto se conoce como situación de equilibrio *neutro*. (Biran, 2003).

1.4.3.3 Momento escorante

El momento escorante se define como el momento que tiende a volcar el barco incrementando su ángulo de escora. El momento escorante se presenta con mucha frecuencia cuando se realizan movimiento de pesos a bordo, generalmente cuando hace uso de grúas. (Barrass & Derrett, 2006)

1.4.3.4 Altura Metacéntrica (GM)

Consideremos un barco flotando en aguas tranquilas como se muestra en la Figura 1.2. El centro de gravedad y boyantez son G y B respectivamente, las verticales a través de los centros de flotabilidad en dos ángulos consecutivos de escora se

cruzan en un punto llamado metacentro. La distancia vertical entre G y M se conoce como altura metacéntrica. Si G está debajo de M, se dice que el barco tiene una altura metacéntrica positiva, y si G está por encima de M se dice que la altura metacéntrica es negativa.

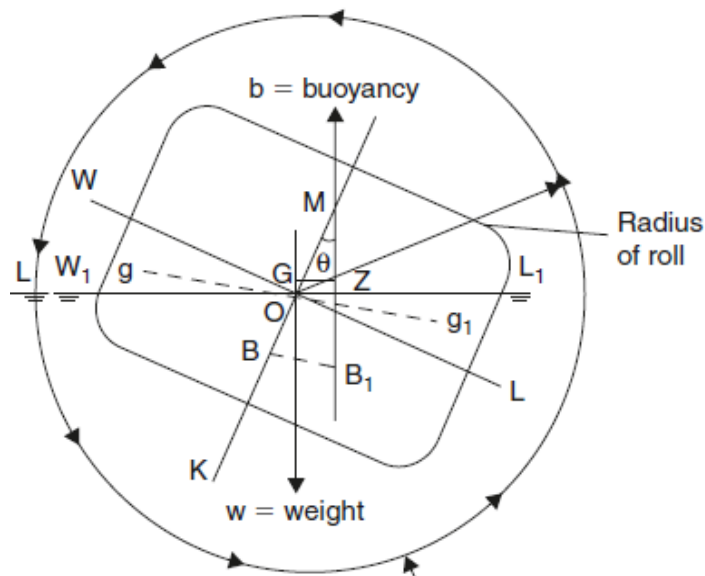


Figura 1.2 Altura Metacéntrica
[Barrass & Derrett, 2006]

La altura metacéntrica (GM) es una medida de que tan estable es un cuerpo flotante, mientras mayor sea esta distancia, mayor será la estabilidad inicial del cuerpo para evitar volcarse. (Barrass & Derrett, 2006)

1.4.3.5 Movimiento de Pesos por una Grúa

Cuando una grúa se encuentra en operación el centro de gravedad del dique se mueve automáticamente en función de la posición y la magnitud de la carga, estas a su vez están relacionadas directamente con el ángulo y la longitud de la pluma de la grúa, como se esperaría en base al concepto de movimiento de pesos. Ver Figura 1.3. (Marín López J. , 2018)

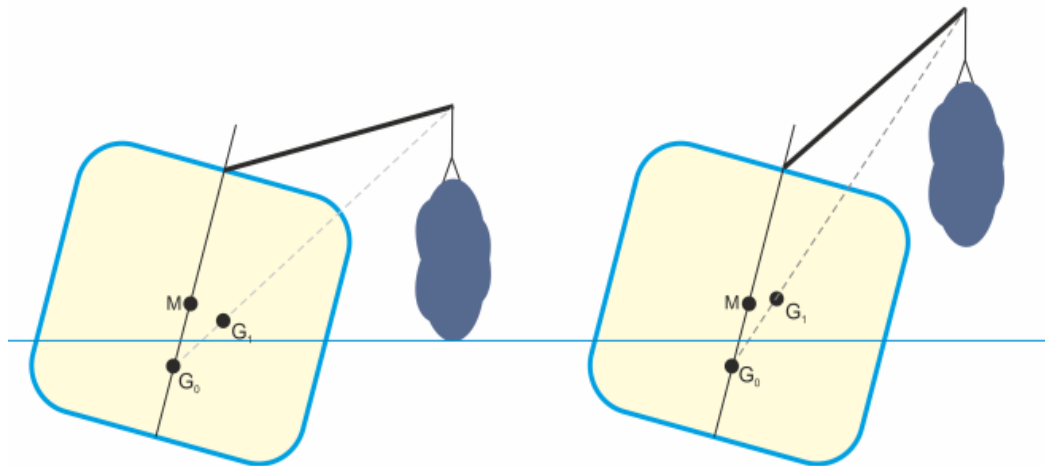


Figura 1.3 Movimiento del centro de gravedad
[Khasnabis, 2019]

1.4.3.6 ANSYS-Método de Elementos Finitos (FEM)

Ansyst es un software comercial que emplea el método de elementos finitos para realizar simulaciones de tipo estructural y no estructurales. Los problemas típicos en el área estructural son análisis de esfuerzos, flexión y análisis de vibración. El método de elementos finitos permite al diseñador obtener resultados muy rápidos utilizando la programación, antes del desarrollo de este método los problemas simples tomaban muchas horas para ser resueltos.

El método de elementos finitos permite detectar esfuerzos, vibración y problemas térmicos durante el proceso de diseño y evaluar los cambios antes de la construcción del prototipo, cuando se usa apropiadamente puede reducir el número de prototipos que se necesiten construir. (Logan, 2007)

1.4.4 Análisis Económico

1.4.4.1 Valor Actual Neto (VAN)

El valor del dinero cambia con respecto al tiempo, este valor se ve modificado por diversos factores como inflación de la moneda por periodos, tasas altas de intereses y modificación de la moneda empleada en el territorio. Horne (1997) Para conocer si una inversión es rentable, se recomienda llevar todos los valores del flujo

de caja a un tiempo inicial. (Altuve, 2004) Si el resultado es positivo la inversión debería realizarse, caso contrario no es sugerido. (Johnson, 1998)

1.4.4.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Según Guerra (1992), la tasa interna de retorno “es aquella tasa de interés que hace que el valor actualizado de los ingresos sea igual al valor actualizado de los costos, es decir que hace que el VAN sea igual a cero”. Esto quiere decir que, si se toma en consideración solo los valores actuales de costos e ingresos la TIR será ese porcentaje que se reducirá de los ingresos actuales para que el VAN sea nulo, por lo tanto, la TIR será un indicador de la rentabilidad del proyecto.

1.4.4.3 Periodo de recuperación de inversión (PRI)

Se conoce como periodo de recuperación de inversión al tiempo requerido para recuperar la inversión realizada para la ejecución de un proyecto. Para calcularlo se requiere dividir la inversión para el ingreso por la unidad de tiempo en la que se desea calcular la tasa interna de retorno. (Canales, 2015)

1.4.4.4 Flujo de Caja

Es empleada en el área financiera como una herramienta cuya finalidad es llevar un registro de los ingresos y gastos dentro de un intervalo de tiempo. Facilita la visualización del comportamiento de los ingresos y gastos usuales de la empresa, permitiendo identificar posibles riesgos de liquidez. (Emprende, B., 2010)

1.4.4.5 Utilidad Bruta y Utilidad Neta

La utilidad bruta es la diferencia entre el ingreso con el costo del servicio o producción del bien en venta, y se considera que este valor depende del volumen comercializado y del precio de venta al público. Mientras que, para obtener la utilidad neta es necesario restarle a la utilidad bruta los gastos administrativos, impuestos y otros gastos que tenga la empresa. (Ávila, 2007 & Ochoa, 2009)

1.4.4.6 Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio representa el volumen de venta necesario para que el ingreso por ventas iguale a los costos totales, conformado por costos fijos y variables. Es

decir, es la mínima cantidad de venta para evitar que el negocio entre en un área de déficit. (Martínez Medina, 2015)

1.4.4.7 Interés de Préstamos

La Corporación Financiera Nacional presenta una tabla de tasas de interés anual para distintos tipos de adjudicatarios, en la cual se muestra que para proyectos de inversión pública la máxima tasa de interés es de 9.33% (Tabla 1.2). Según Machuca (2022), los bancos internacionales permiten hacer préstamos a un 6% de interés.

**Tabla 1.2 Tasa Referenciales de interés de préstamos
[Corporación Financiera Nacional, 2021]**

Tasa efectiva	% Anual
Tasa efectiva máxima inversión pública	9.33%
Tasa efectiva máxima microcrédito acumulación ampliada	23.5%
Tasa efectiva máxima vivienda interés público	4.99%
Tasa efectiva máxima inmobiliario	11.3%
Tasa efectiva máxima educativo	9.5%

1.4.5 Entidades Reguladoras

Para el presente proyecto se va a tener en consideración a tres entidades reguladoras, orientadas a criterios que debe cumplir el diseño de una embarcación o estructura flotante.

1.4.5.1 Organización Marítima Internacional (OMI)

Es un organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que mediante un compendio de resoluciones, convenios y códigos pretende velar por la seguridad de la vida humana en el mar, del cuidado del medio ambiente e integridad de las embarcaciones. La OMI presenta un conjunto de normas que comprende criterios de estabilidad que una embarcación debe cumplir para garantizar su seguridad. (Mankabady, 1986)

1.4.5.1.1 Regulaciones de la OMI

La Organización marítima internacional indica que cuando se realizan maniobras de izaje a bordo se debe considerar las condiciones más desfavorables para el

análisis de la estabilidad, por lo tanto, se aplicaron los siguientes criterios de estabilidad:

- a. El ángulo de escora de equilibrio no será mayor que el ángulo de escora estático máximo para el que está diseñado el dispositivo de izado.
- b. Durante las operaciones de izado en aguas tranquilas, la distancia mínima entre el nivel del agua y la cubierta continua más alta que encierra el casco estanco, teniendo en cuenta el asiento y la escora en cualquier posición a lo largo de la eslora del buque, no será inferior a 0,50 m. (Organización Marítima Internacional, 2016)

1.4.5.2 Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS)

Actualmente, el rol de las sociedades de clasificación es velar por la seguridad de las embarcaciones, esto comprende aspectos desde la construcción y los estándares de operación. Además, presenta requerimientos a nivel técnico que deben ser satisfechos para precautelar la seguridad de la tripulación. Dentro de esta asociación se encuentra Bureau Veritas (1828), Det Norske Veritas (1864), Registro Italiano Navale (1861) y Lloyd's Register of Shipping (1760). (Boisson, 1994)

1.4.5.3 Instituto Americano de Construcción de Acero (AISC)

La AISC es un instituto técnico sin fines de lucro fundado en 1921 enfocado en el diseño con acero estructural y la industria de la construcción en los Estados Unidos. Mediante el desarrollo de códigos, información oportuna, investigación, asistencia técnica y estandarización busca convertir al acero estructural en el material de elección en las actividades de construcción. (American Institute of Steel Construction, 2016)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

En el presente capítulo se exponen los cambios de los requerimientos del cliente realizado al diseño original de un dique de eslora de 160 m a uno de 120 m. Para el análisis de estabilidad se determinaron las condiciones de maniobra más críticas de operación y los parámetros considerados en base a las regulaciones de operación de grúas de LR. Para el diseño de la conexión de módulos, se seleccionó la geometría a analizar, se determinó sus condiciones de frontera y las cargas aplicadas, se discutió las condiciones de maniobra más críticas a nivel estructural que se emplearon en el análisis de elementos finitos. Para el análisis económico se determinaron los distintos escenarios de los cuales detalla su respectivo flujo de caja en el siguiente capítulo.

2.1 Requerimientos del cliente

Inicialmente el diseño preliminar del dique modular autocarenable estaba siendo diseñado según los requerimientos del Ing. Gerardo Hidalgo, jefe de los Diques, quien tenía la visión de que el dique amplie su mercado a barcos de mayor eslora y que reciba a dos embarcaciones simultáneamente.

El diseño inicial del dique flotante contaba con 160 m de eslora dividido en 8 módulos de 20 metros cada uno, con el fin de cumplir con los requerimientos iniciales. Luego de haber presentado el diseño preliminar en una reunión con el gerente general de ASTINAVE (Figura 2.1) se presentó interés por el desarrollo del proyecto.

Se solicitó el análisis técnico y económico de un dique con similares características, pero considerando solo 6 módulos que corresponderían a 120m de eslora. Este cambio responde a los resultados obtenidos en un estudio de mercado realizado por la empresa para determinar las dimensiones principales del buque tipo que atenderá el nuevo dique. (ASTINAVE Astilleros Navales Ecuatorianos - Gerencia de Proyectos, 2021)



Figura 2.1 Acercamiento con ASTINAVE EP el 29 de octubre de 2021
[Elaboración Propia, 2021]

2.2 Diseño preliminar de un dique flotante modular auto-carenable

A continuación, se presentan los datos del diseño inicial del dique con 8 módulos y del diseño actual con 6 módulos, 160 y 120 metros de eslora respectivamente.

2.2.1 Características Principales del Dique

En la Tabla 2.1 se muestra una tabla comparativa de las dimensiones principales del dique para cuando el diseño es de una eslora de 160 m y de 120 m.

Tabla 2.1 Dimensiones Principales
[Elaboración Propia, 2021]

Desplazamiento (t)	28121	21941
Volumen (desplazado) (m ³)	28121	21941
Calado (m)	13.25	13.25
Puntal (m)	14.25	14.25
Eslora Línea de agua (m)	160.00	120.00
Max. Manga (m)	29.00	29.00
Max sect. Área (m ²)	185.97	185.97
Área de Plano de Flotación (m ²)	1280.00	1280.00
Coefficiente Prismático. (C _p)	0.988	0.583
Coefficiente de Bloque. (C _b)	0.457	0.464
KB (m)	4.701	4.660

2.2.2 Arreglo Estructural

El escantillonado del dique flotante no se vio afectado por el cambio de eslora, debido a que sus formulaciones de clasificación de Lloyd's Register solo dependen del francobordo y calado. Como consecuencia su módulo seccional también se mantuvo.

Un resumen de los elementos estructurales presentes en el dique se encuentran en el APÉNDICE A con los elementos estructurales utilizados se obtuvo un módulo seccional de 3.5 m^3 con un factor de seguridad de 1.5.

2.2.3 Sistemas Auxiliares

Las características técnicas de las bombas de los sistemas auxiliares (Tabla 2.2) no presentaron variación por la disminución de la eslora. El motivo es que el cabezal por pérdida de las tuberías que ya no fueron utilizadas para el modelo de 120 m es despreciable en comparación a los demás cabezales.

Tabla 2.2 Características de las bombas de los sistemas
[Elaboración Propia, 2021]

N° Item	Descripción	h_B (m)	Q (gpm)
1	Bomba de agua dulce	14	10
2	Bomba contraincendios	30	220
3	Bomba de Maniobra	100	8000

2.2.4 Estimación de Pesos

Fue necesario verificar si al reducir la eslora se cumplía con la capacidad de levante. Teniendo 120m la capacidad de levante si se satisface dejando una holgura de aproximadamente 3000 t que podrían ser empleados en el diseño de detalle, esto se puede observar en la Tabla 2.3

Tabla 2.3 Pesos y Boyantez en toneladas
[Elaboración Propia, 2021]

Descripción	Dique 160 m	Dique 120 m
Eslora del Dique Flotante m	160	120
Peso Estructural	4871.4	3653.55
Keel Blocks	381.6	286.2
Grúas	136	102
Maquinarias	132.81	132.81
Sistemas Auxiliares	11.48	11.48
Personas	3.75	3.75
Tuberías	179.6	140.3
Total	5716.64	4403.39
Boyantez a T=3.2,m	16185	12138.75
Capacidad de levante	10468.36	7735.36
Levante requerido	4600	4600
Holgura para pesos no determinados	5868.36	3088.66

2.3 Análisis de Estabilidad

2.3.1 Especificaciones técnicas de la grúa

La capacidad de las grúas instaladas a bordo del dique cumple con los requerimientos establecidos por la empresa, en la reunión mantenida con el gerente general de Astinave se estableció que las grúas deben ser capaces de mover 10 toneladas de peso a una distancia máxima de 25 metros en su radio de acción. Dado que el dique tiene instaladas 3 grúas en su cubierta principal tal como se muestra en el PLANO 8 Radio de cobertura de , estas son capaces de trasladar pesos en toda la superficie de la cubierta de varamiento.

2.3.2 Selección de grúa

En la industria marina existen diferentes tipos de grúas que se utilizan a bordo de las embarcaciones, cada tipo de grúa presenta sus ventajas y desventajas de acuerdo con el tipo de operación que realizan. Para la operación del dique se seleccionó una grúa de pluma rígida como la que se muestra en la Figura 2.2 por su facilidad de operación y su bajo costo en relación con otro tipo de grúas.

Es importante mencionar que las grúas también cuentan con certificaciones de casas clasificadoras, esta se encarga de verificar que el diseño estructural de la grúa sea el adecuado para manipular la carga máxima sin riesgo de fallas. La grúa seleccionada cuenta con la certificación de LR y sus características se muestran en la Tabla 2.4.



Figura 2.2 Grúa de pluma rígida
[Pellegrini, 2013]

Tabla 2.4 Características de la grúa
[Pellegrini, 2013]

Carga General S.W.L	58.8 kN (6 t)
Levantamiento de municiones S.W.L	19.6 kN (2t)
Alcance máximo	25 m
Alcance mínimo	4.5 m
Máxima velocidad del gancho a plena carga	0-30 m/min (0.5m/s)
Mínima velocidad del gancho a plena carga	0-3 m/min (0.05m/s)
Velocidad del gancho carga ligera	0 – 100 m/min
velocidad de giro máxima a plena carga	0.6 rpm
velocidad de giro fluencia completamente cargada	0.04 rpm
Ángulo de rotación	360° sin límites
Viaje de gancho	45 m
Registro	LR
Área de clasificación	Segura
Potencia Eléctrica	440V – 60Hz
Ángulos de embarcación	Escora/Trimado 5°/2°

2.3.3 Propiedades Hidrostáticas del Dique

En el PLANO 2 que se encuentra en el APÉNDICE I e en el APÉNDICE C se encuentran las curvas hidrostáticas y la estimación del centro de gravedad para las dos condiciones de operación de la grúa respectivamente; cuando se encuentra brindando mantenimiento a la embarcación de diseño, y cuando está completamente vacío en su condición de desplazamiento ligero.

2.3.4 Condiciones críticas de operación

Teniendo en cuenta la variación del centro de gravedad y su influencia en la curva de brazos adrizantes, se analizó la estabilidad del dique para distintas posiciones de la pluma de la grúa. Para esto se utilizó el software Maxsurf Stability como herramienta de análisis para verificar que se cumplan los requerimientos de los entes reguladores en las dos condiciones de trabajo.

2.3.5 Regulaciones para uso de grúas de embarcaciones y diques flotantes

2.3.5.1 Regulaciones de Lloyd's Register

En la sección "*Code for Lifting Appliances in a Marine Environment, Chapter 4, Section 2*" Lloyds Register menciona que las grúas están sometidas a dos tipos de cargas, las cargas básicas y las cargas dinámicas.

Las cargas básicas a su vez se subdividen en dos; la carga muerta, propia del peso que se desea mover, para este caso 10 toneladas, y las cargas vivas que son producto de cualquier movimiento del peso durante su traslado. Para estimar la carga viva se puede multiplicar la carga muerta por un factor de 1,4.

Por otra parte, las cargas dinámicas son producto de los factores externos que puedan afectar el funcionamiento de la grúa, tales como; Fuerza de izado, Fuerza de giro, Fuerza centrífuga, Fuerzas debido al movimiento del barco y la Fuerza del viento. A continuación, se describe cómo influyen cada una de estas fuerzas a la estabilidad del dique.

2.3.5.1.1 Fuerza de Izado

Las fuerzas dinámicas debida al izado son las impuestas a la estructura por impacto y acelerando la carga viva desde el reposo hasta una velocidad de izado constante. Para tener en cuenta este efecto en la estabilidad del dique, la carga viva se multiplicó por un factor de elevación F_h y fue calculado con la siguiente fórmula:

$$F_h = 1 + C_l V_h \quad (2.1)$$

Donde:

F_h = Factor de elevación

C_l = Coeficiente de rigidez de la grúa (0,3: grúas de brazo y 0,6: grúas pórtico.)

V_h = Velocidad de izado de la carga

En la Figura 2.3 se muestra la gráficamente como varía este factor con respecto a la velocidad de izado.

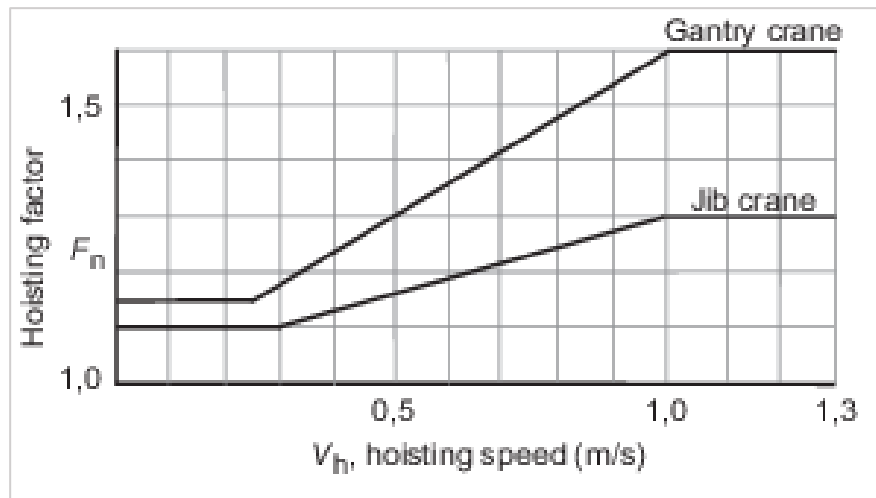


Figura 2.3 Valores del factor de izado

[LR, 2019]

2.3.5.1.2 Fuerza de giro

Se consideraron las fuerzas de inercia que actúan sobre la carga y la estructura de la grúa resultantes durante el giro. La aceleración de giro o la velocidad de giro y el tiempo de frenado deben ser proporcionados por el fabricante. Ya que este dato no está disponible, LR recomienda usar el valor de 0,6 m/s².

En la Figura 2.4 se muestra el porcentaje de la aceleración nominal que se debe aplicar a la carga. Dado que el SWL de la grúa son 10 toneladas, se consideró el 100% de dicha aceleración.

2.3.5.1.3 Fuerza centrífuga

En general, los efectos de las fuerzas centrífugas actuando en la estructura de la grúa es muy pequeña que pueden considerarse despreciables.

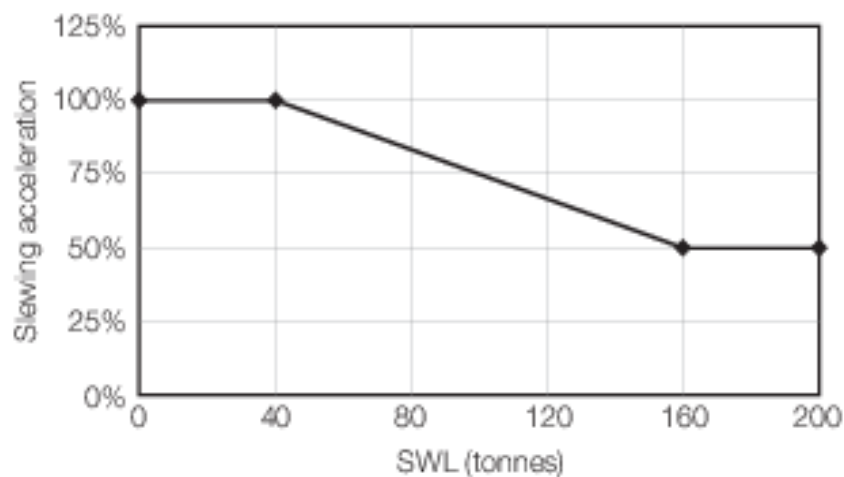


Figura 2.4 Aceleración de giro
[LR, 2019]

2.3.5.1.4 Fuerzas producidas por el movimiento del dique

Las grúas del dique fueron diseñadas para funcionar de manera segura y eficiente en un puerto o en un entorno de aguas tranquilas con un ángulo de escora de 5° y un ángulo de asiento de 2° simultáneamente.

Las aceleraciones debidas al movimiento del barco se calcularon utilizando la formulación de la Figura 2.6. Mientras que las fuerzas ejercidas se calcularon con la formulación de la

2.3.5.1.5 Fuerza del viento

La presión del viento actuando en la estructura se calculó con la siguiente formula:

$$\rho = 0,613 V_s^2 \quad (2.2)$$

Donde:

ρ = Presión del viento en N/m²

Vs= Velocidad del viento en m/s, en condiciones de estiba se debe tomar 63 m/s

Mientras que la fuerza del viento que actúa sobre la estructura de la grúa se calculó con la siguiente expresión:

Source	Component of force, in Newtons		
	Normal to deck	Parallel to deck	
		Transverse	Longitudinal
STATIC			
Roll	$W \cos \phi$	$W \sin \phi$	
Pitch	$W \cos \psi$		$W \sin \psi$
Combined	$W \cos (0,71\phi) \cos (0,71\psi)$	$W \sin (0,71\phi)$	$W \sin (0,71\psi)$
DYNAMIC			
Roll	$0,07024 W \frac{\phi}{T_r^2} y$	$0,07024 W \frac{\phi}{T_r^2} z_r$	
Pitch	$0,07024 W \frac{\psi}{T_p^2} x$		$0,07024 W \frac{\psi}{T_p^2} z_p$
Heave:			
Roll	$0,05 W \frac{L_{pp}}{T_h^2} \cos \phi$	$0,05 W \frac{L_{pp}}{T_h^2} \sin \phi$	
Pitch	$0,05 W \frac{L_{pp}}{T_h^2} \cos \psi$		$0,05 W \frac{L_{pp}}{T_h^2} \sin \psi$
Combined	$0,05 W \frac{L_{pp}}{T_h^2} \cos(0,71\phi) \cos(0,71\psi)$	$0,05 W \frac{L_{pp}}{T_h^2} \sin(0,71\phi)$	$0,05 W \frac{L_{pp}}{T_h^2} \sin(0,71\psi)$
Symbols			
<p>y = transverse parallel to deck from centreline of ship to centreline of crane, in metres</p> <p>x = longitudinal distance parallel to deck from centre of pitching motion, taken to be at longitudinal centre of flotation, to centreline of crane, in metres</p> <p>z_r = distance normal to deck from centre of rolling motion, taken to be at the vertical centre of gravity of the ship, to the vertical centre of gravity of the crane, in metres</p> <p>z_p = distance normal to deck from centre of pitching motion to centre of gravity of crane, in metres</p> <p>W = weight of crane or its component part, in Newtons</p> <p>ϕ and ψ are in degrees</p>			

Figura 2.5 Fuerzas producidas por el movimiento del dique

[LR, 2019]

$$F_w = A \rho C_f \quad (2.3)$$

Donde:

F_w = Fuerza debido al viento en Newtons

A = Área efectiva de la estructura en el plano perpendicular al viento en m²
 C_f = Coeficiente de fuerza en la dirección del viento

Motion	Maximum single amplitude	Period in seconds
Roll	$\varphi = \sin^{-1} \theta$ see Note	$T_r = \frac{0,7B}{\sqrt{GM}}$
Pitch	$\psi = 12e^{-\frac{L_{pp}}{300}}$	$T_p = 0,5\sqrt{L_{pp}}$
Heave	$\frac{L_{pp}}{80}$ m	$T_h = 0,5\sqrt{L_{pp}}$
where $\theta = \sin(\varphi)$ $= (0,45 + 0,1\frac{L}{B})(0,54 - \frac{L}{1270})$ <i>L</i> = length of ship between perpendiculars, in metres <i>B</i> = moulded breadth of ship, in metres <i>GM</i> = transverse metacentric height of loaded ship, in metres ψ = is to be taken as not greater than 8°		
Note φ need not exceed 30° and is not to be taken less than 22°.		

Figura 2.6 Movimientos del barco
 [LR, 2019]

2.4 Proceso de diseño de Conexión de Módulos

Lo que caracteriza a este dique modular es su capacidad de separar su pontón en secciones para su auto - carenamiento. Esta conexión existe entre la sección del pontón y el ala del dique.

2.4.1 Geometría analizada

La geometría analizada (Figura 2.7) contiene la zona de unión entre el ala y el pontón. Se tomó una sección de 3.60 m de la viga buque, la cual está conformada por 3 cuadernas.

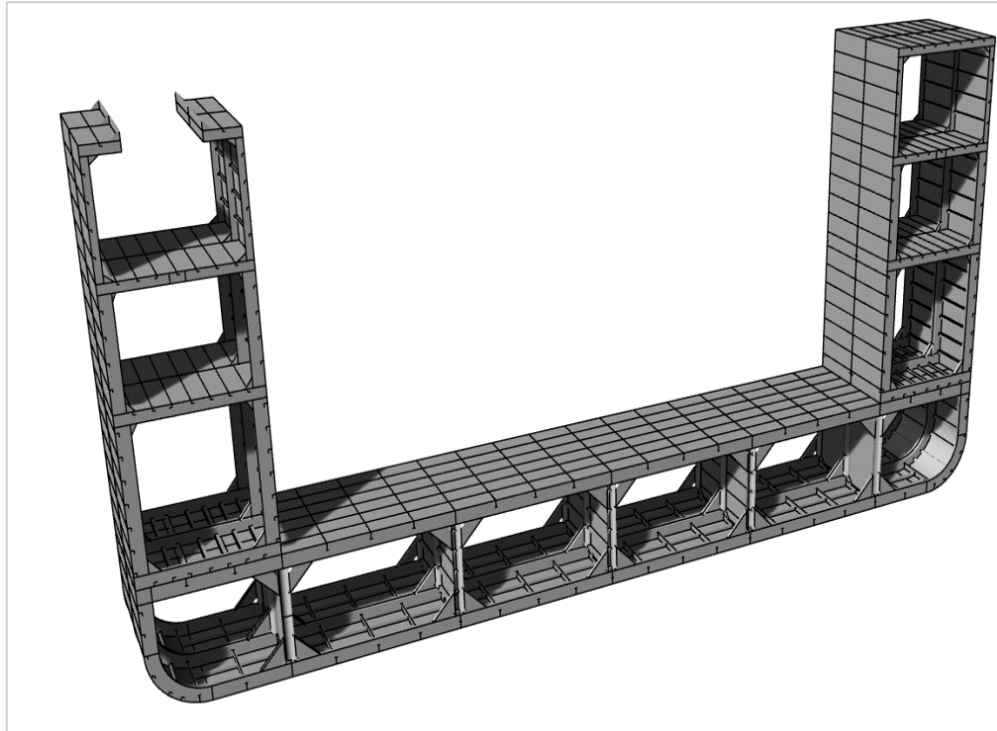
2.4.2 Cargas Aplicadas

2.4.2.1 Cargas Estáticas

En las cargas estáticas fueron considerados:

- Peso del Dique

- Peso de la Embarcación
- Presión Hidrostática
- Presión de los tanques



**Figura 2.7 Vista en Perspectiva de sección analizada. Modelo 3D Rhinoceros
[Elaboración propia]**

2.4.2.2 Cargas Dinámicas

En las cargas dinámicas fueron considerados los escenarios de Arrufo y Quebranto producidos por la embarcación sobre el pontón.

La distribución estándar de carga de la embarcación en los escenarios ya mencionados fue tomada de la normativa de Lloyd's Register (LR, 2019). Donde indica que la distribución para el escenario de arrufo puede considerarse como en la Figura 2.8, mientras que la Figura 2.9 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** representa la distribución de carga para el escenario estándar de Quebranto.

$$L_s = 0.8L_D \quad (2.4)$$

$$L_H = 1.2L_D \quad (2.5)$$

Donde:

L_S = Eslora máxima del barco a recibir

L_D = Eslora del dique

L_H = Longitud de distribución del peso de la embarcación

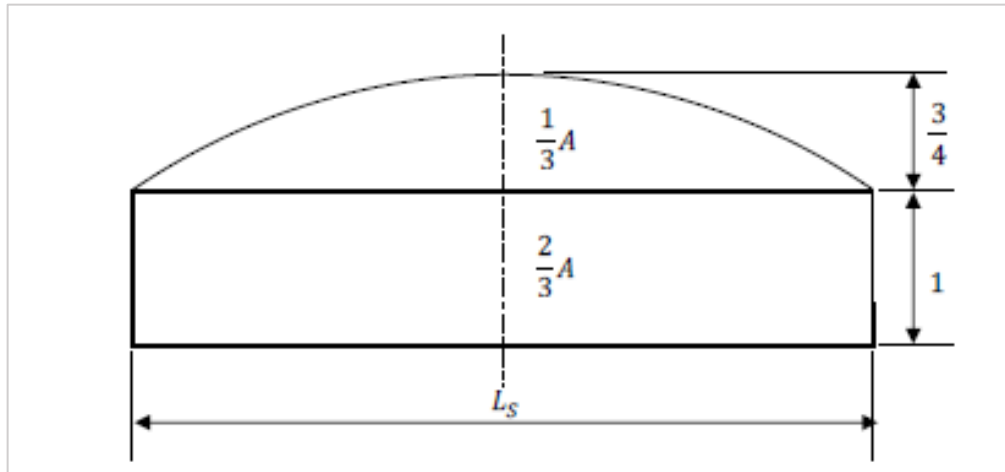


Figura 2.8 Distribución de peso de la embarcación para escenario de arrufo standard
[LR, 2019]

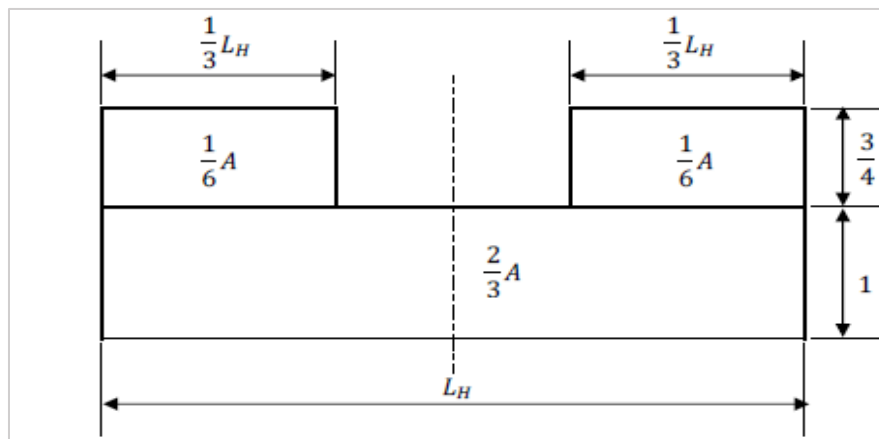


Figura 2.9 Distribución de peso de la embarcación para escenario de quebranto standard
[LR, 2019]

2.4.3 Condiciones de fronteras

Para las condiciones de frontera se empleó las condiciones indicadas en el trabajo de Pei en el 2005 (Figura 2.10). Para el cálculo de los momentos aplicados en los

cortes, se tomó la distribución de carga y se obtuvo la función de momento flector dependiente en el eje longitudinal. Finalmente, se evaluó la función de momento flector en las posiciones de interés como se muestra en la Tabla 2.5, el origen del sistema de referencia está ubicado en popa, en la línea de crujía y en la línea base del dique.

A= 4600 toneladas

Tabla 2.5 Puntos a evaluar según distribución de carga analizada
[Elaboración propia]

Distribución de carga	X_0 (m)	X_f (m)
Arrufo	58.2	61.8
Quebranto	0	3.6

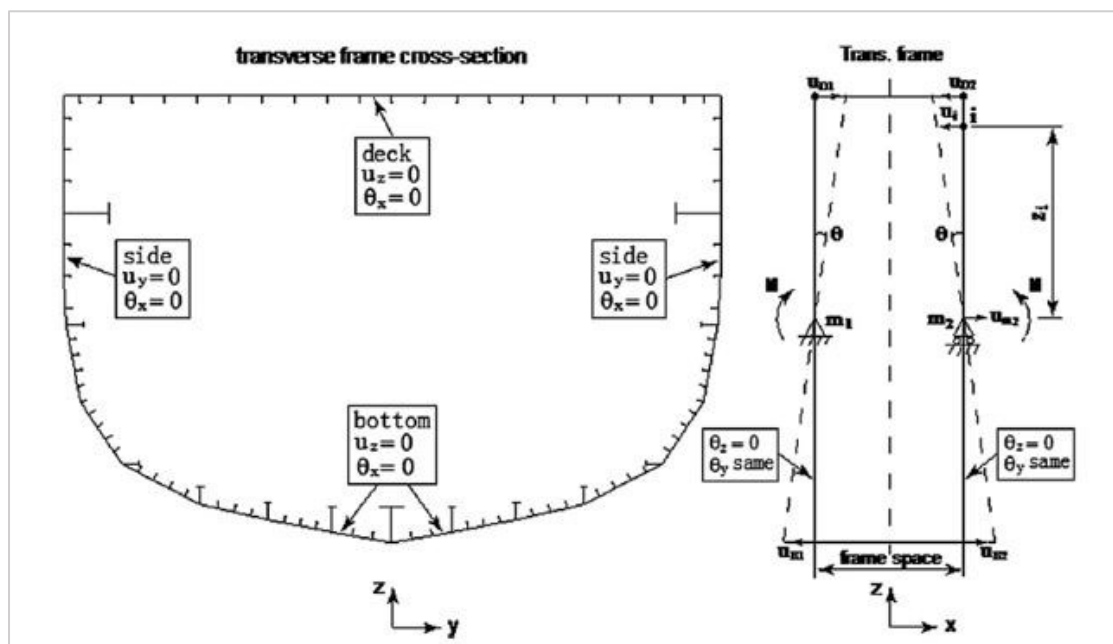


Figura 2.10 Condiciones de frontera de una sección transversal
[Pei Z, 2005]

2.4.4 Condiciones analizadas

En base al trabajo previo de diseño (Morocho & Vera, 2021) donde se consideraron 4 condiciones principales de análisis como se muestra en la Figura 2.11, Figura 2.12, Figura 2.13 y Figura 2.14. De las mencionadas condiciones fueron escogidas las condiciones: de trabajo y de desacoplamiento, debido a que experimentan mayor cantidad de cargas como se puede observar en la Tabla 2.6.

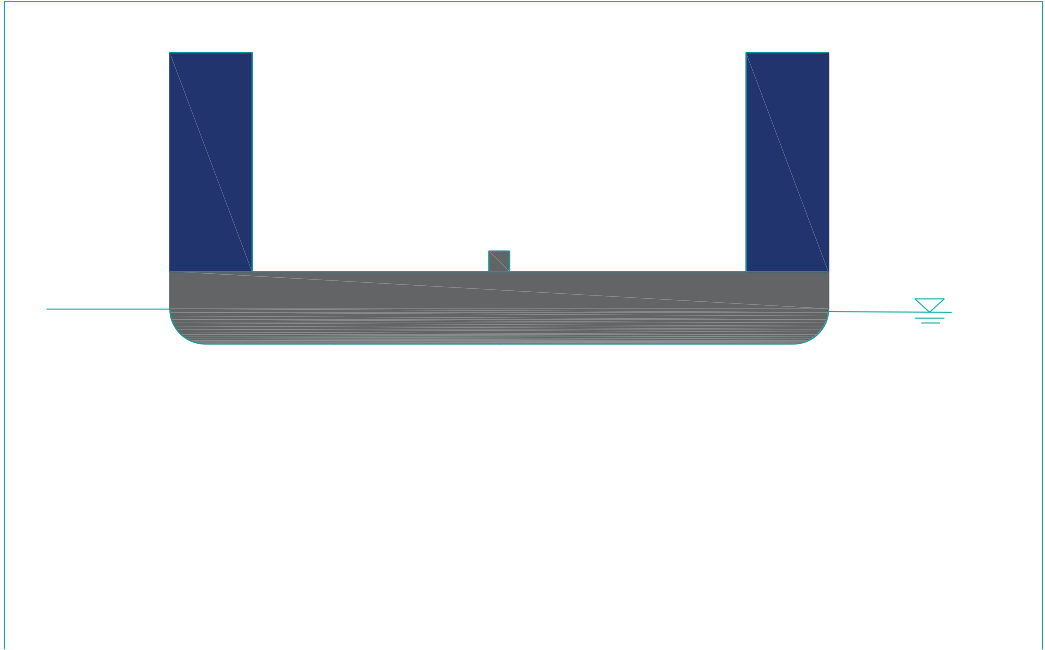


Figura 2.11 Condición I de análisis – Desplazamiento Ligero
[Elaboración propia]

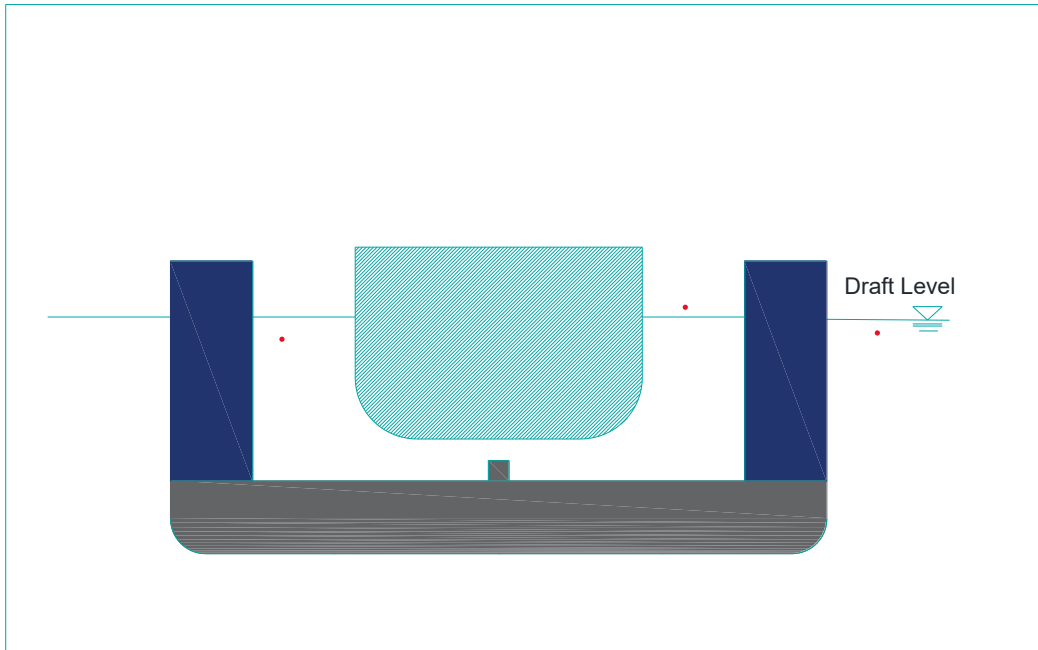


Figura 2.12 Condición II de análisis – A máximo calado
[Elaboración propia]

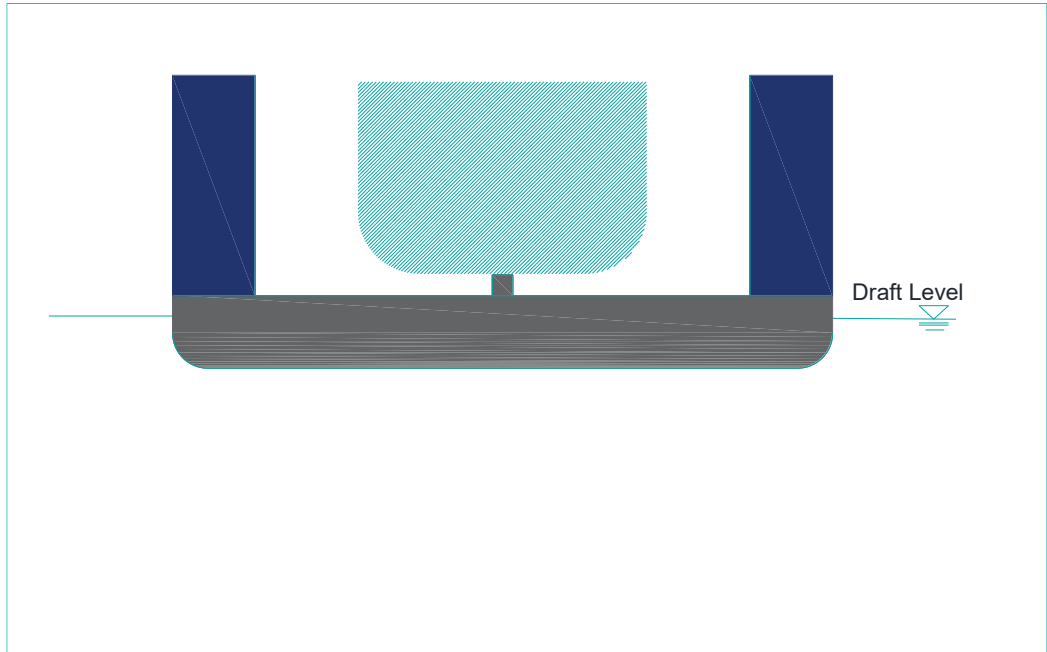


Figura 2.13 Condición III de análisis
[Elaboración propia]

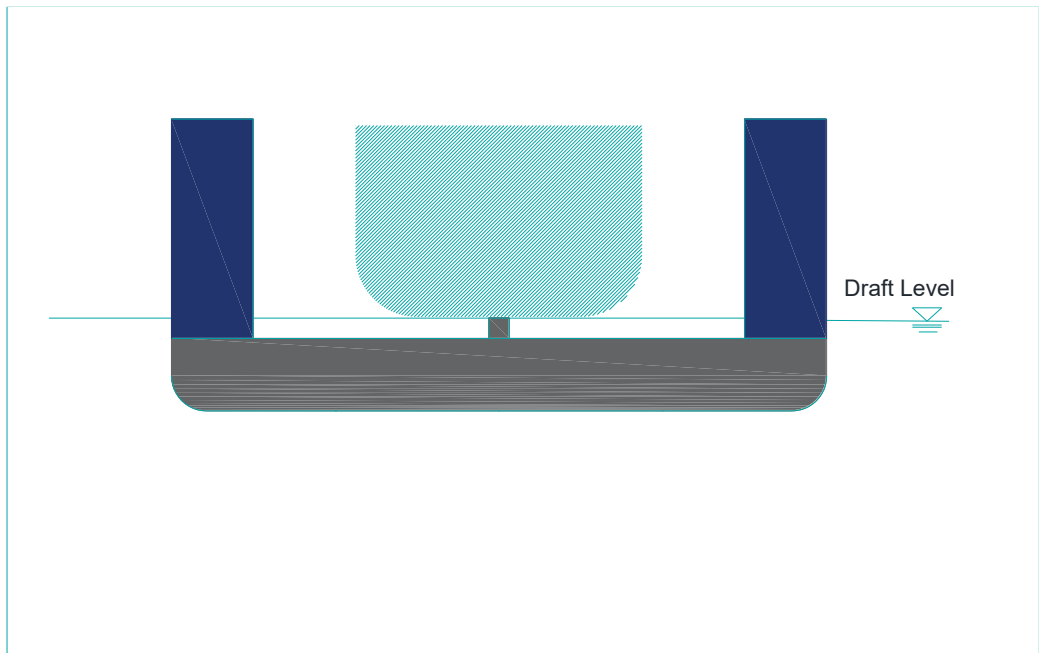


Figura 2.14 Condición IV de análisis – De desacople
[Elaboración propia]

Tabla 2.6 Cargas Involucradas por cada condición
[Elaboración propia]

Condición	Cargas	
	Estáticas	Peso de embarcación
1	✓	x
2	✓	x
3	✓	✓
4	✓	✓

El calado para las condiciones de trabajo y de desacople son de 3.2 m y 5.0 m respectivamente. Los escenarios analizados se resumen en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7 Resumen de escenarios analizados
[Elaboración propia]

Escenario	Condición de maniobra	Distribución de carga
I	Desacoplamiento	Arrufo
II	Desacoplamiento	Quebranto
III	De Trabajo	Arrufo
IV	De Trabajo	Quebranto

2.4.5 Convergencia

Para cada uno de los escenarios simulados en ANSYS para comprobar su convergencia a un resultado, se realizaron 5 mallas (Ver Tabla 2.8).

Tabla 2.8 Datos de las Mallas Empleadas
[Elaboración propia]

Malla	N° Elementos	N° Nodos
1	74368	73157
2	160381	159475
3	259067	258226
4	259055	258338
5	464035	463732

2.4.6 Cálculo del Esfuerzo cortante analítico para un modelo simplificado

Para estimar el esfuerzo cortante en la zona de unión del ala - pontón se realizaron las siguientes simplificaciones al modelo del dique (Figura 2.15):

- Se consideró solo las planchas y su espesor
- Los mamparos longitudinales no fueron considerados
- Se realizó cortes de aberturas en la cubierta superior

El esfuerzo cortante fue estimado con la ecuación 2.3, donde para calcular V se integró la ecuación de distribución de carga para arrufo y quebranto, mientras que para el cálculo de Q_b (Primer momento de inercia) y I_c (Segundo momento de inercia) se emplearon las ecuaciones 2.4 y 2.5 respectivamente.

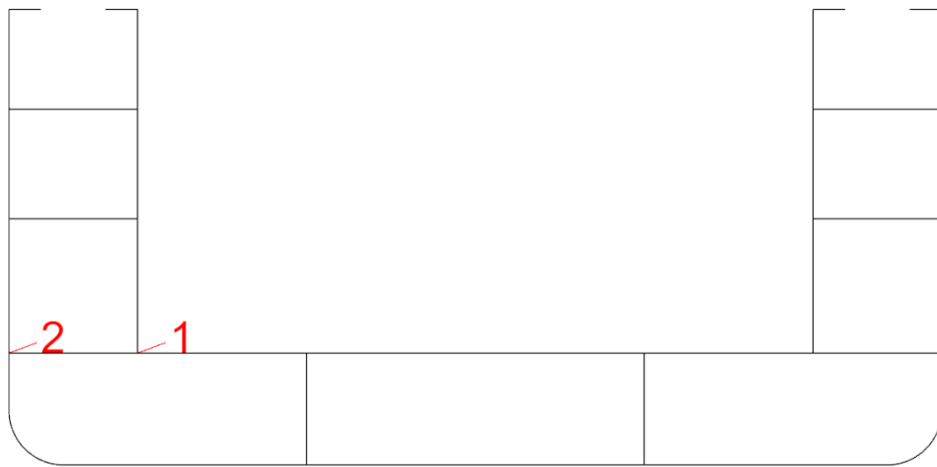


Figura 2.15 Sección Transversal Simplificada
[Elaboración propia]

Finalmente, se obtuvo como resultado el esfuerzo cortante en la zona que se desea analizar. El esfuerzo cortante tomado de este método se comparó con el resultado obtenido del análisis realizado con elementos finitos.

$$\tau = \frac{VQ_b}{I_c b} \quad (2.3)$$

$$Q_b = Ay' \quad (2.4)$$

$$I_c = \bar{I} + A_i d_i^2 - A_i \bar{y}^2 \quad (2.5)$$

2.4.7 Proceso de selección del mecanismo de conexión de módulos

De la tesis de masterado *Structural Design and Stability of a 6,000 ton Capacity Floating Dock as per DNV-GL Rules* se discute tres tipos de conexiones entre pontón y ala de un dique flotante modular, estas opciones se pueden visualizar en: la Figura 2.16, Figura 2.17 y Figura 2.18.

La opción 3 fue escogida por favorecer a la estanquidad y por su rigidez (Gangadharan Midhun, 2018). Por lo tanto, el diseño se realizó en base a esa configuración de conexión.

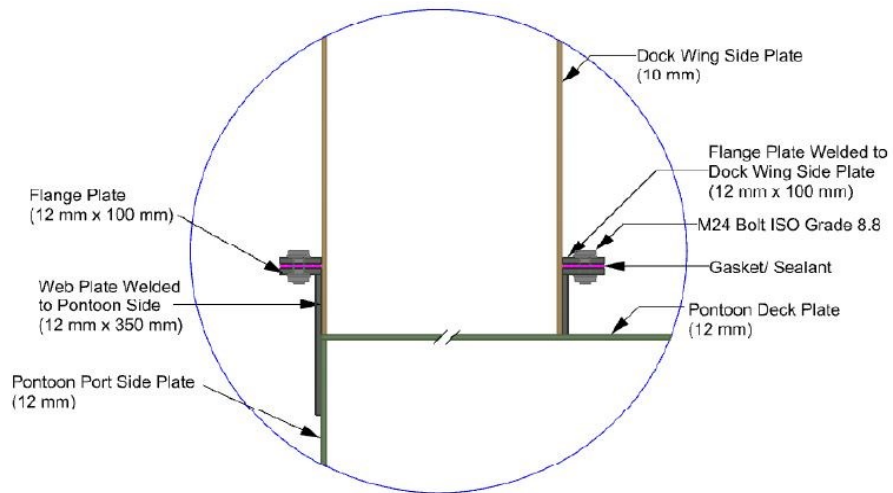


Figura 2.16 Opción 1 Arreglo de conexión
[Gangadharan Midhun, 2018]

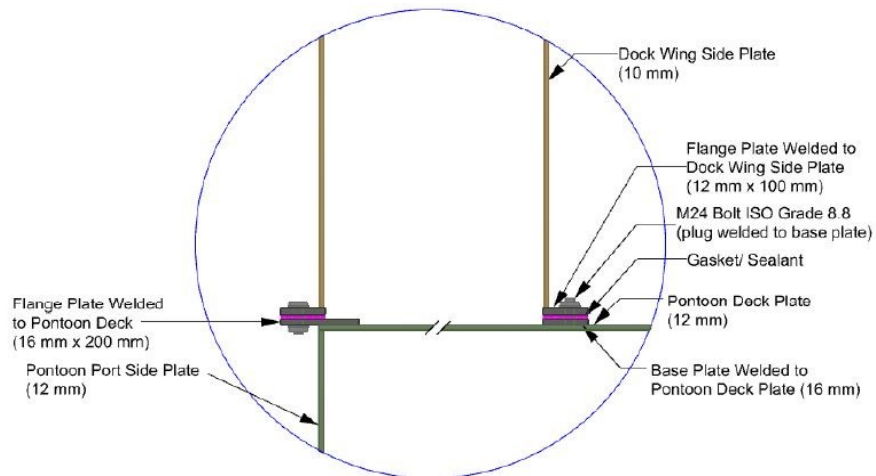


Figura 2.17 Opción 2 Arreglo de conexión
[Gangadharan Midhun, 2018]

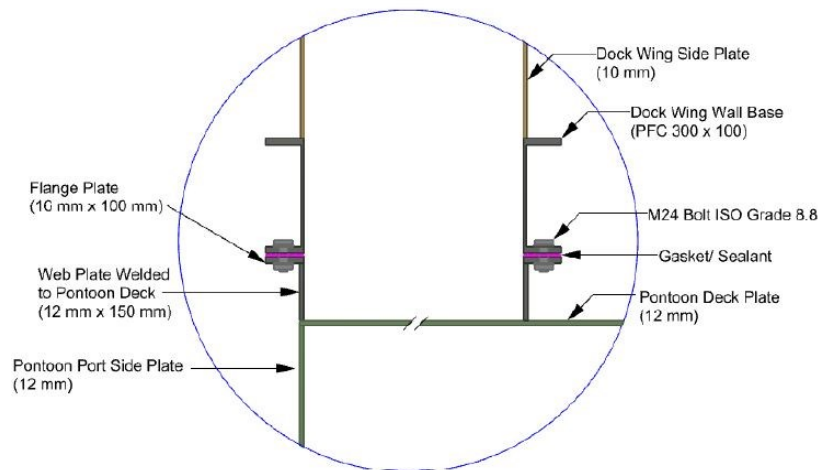


Figura 2.18 Opción 3 Arreglo de conexión
[Gangadharan Midhun, 2018]

2.4.8 Procedimiento para el diseño de detalle de la conexión cumpliendo estándares de AISC

Para el diseño de la conexión se tuvo en consideración sus componentes como los placas y el perno. Según Gangadharan las placas verticales y el perno se encuentran en tensión, mientras que las placas horizontales experimentan corte. (AISC, 2010)

2.4.8.1 Formulación para el área de las placas y el perno

$$R_n = F_n A_g \quad (2.6)$$

Donde:

R_n = Resistencia de Tracción o Corte (N)

F_n = Tracción o Corte Nominal (MPa)

2.5 Análisis económico

El análisis económico se realizó bajo dos criterios:

- Período de recuperación de inversión PRI.
- Tasa interna de retorno TIR.

Para el cálculo de ambas se requirió tener el flujo de caja de la actividad del dique en un periodo de 20 años, aplicando un préstamo del 40% de la inversión total.

2.5.1 Flujo de Caja

Para determinar el comportamiento del flujo de caja se estimó los ingresos y egresos del dique bajo distintas condiciones basado en los datos históricos de los diques Orellana y Napo desde 2014 hasta el 2019.

2.5.2 Escenarios de análisis

El resumen de los escenarios analizados se encuentra en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9 Escenarios de análisis
[Elaboración propia]

Condición	Análisis de Sensibilidad	Porcentaje de Variación
1	Costos	0%
2	Costos	+5%
3	Costos	+10%
4	Ingresos	-10%
5	Ingresos	+5%
6	Ingresos	+10%

2.5.3 Egresos

Los egresos están compuestos por:

- Costos Fijos
- Costos Variable (Por servicio)
- Costos de construcción

2.5.3.1 Costos Fijos y Variables

Con respecto a los costos fijos y variables en el escenario estándar (+0% de variación) se asumirá que son iguales a los del actual dique Orellana en periodo anual. La variación de los costos se justifica por la inflación futura, y situaciones no predecibles (Ej: Una crisis económica, una pandemia).

2.5.3.2 Costos de Construcción

En la Tabla 2.10 se encuentra un resumen de los costos del APÉNDICE B, donde se detalla cada uno de los ítems mencionados.

Tabla 2.10 Resumen de costos de construcción en ASTINAVE
[Elaboración propia]

Estructura y Pintura	\$	21,021,104.08
Tuberías	\$	82,155.70
Grúas	\$	2,550,000.00
Maquinaria	\$	963,118.00
Total	\$	24,616,377.77

2.5.4 Ingresos

Se aplicó la variación de ingresos debido a que el precio puede verse afectado debido a la demanda. Además, esta variación le permite al inversionista tener una visión de las opciones que tiene para aumentar las ganancias de su inversión o contrarrestar los efectos de un aumento de costos.

2.5.5 Beneficio Social

Se analizó y cuantificó el beneficio social que implica la construcción de un dique flotante modular.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se evaluó los criterios de estabilidad del dique aplicando cargas estáticas y dinámicas a las grúas en condiciones extremas, por otro lado, se diseñó la conexión ala – pontón empleando valores de fuerzas obtenidas del análisis de elementos finitos en ANSYS. Finalmente, se analizó la rentabilidad del proyecto bajo los criterios de TIR y VAN.

3.1 Evaluación de criterios de estabilidad

3.1.1 Cargas básicas y dinámicas

La estimación de las cargas aplicadas se obtuvo tomando la formulación de LR para cada una de las fuerzas que actúan en la maniobra de izaje. En la Tabla 3.1 se muestran los resultados para cada una de estas fuerzas.

Tabla 3.1 Calculo de cargas
[Elaboración propia]

Carga muerta SWL	10	ton
Carga viva	14	ton
CI	0.3	
Vh	0.5	m/s
Fh	1.15	
Fuerza de izaje	16.1	ton
Acc. de giro	0.6	m/s ²
Fuerza de giro	6	ton
Velocidad de viento	20	m/s
Presión del viento	245.2	N/m ²
A	30	m ²
Fuerza del viento	0.75	ton

Además, se consideraron las fuerzas que experimenta la carga debido al movimiento oscilatorio del dique, específicamente al movimiento de balanceo como se muestra en las Tabla 3.2 y Tabla 3.3.

Tabla 3.2 Movimientos del dique
[Elaboración propia]

	Amplitud		Periodo T [s]	
	Rad	Degrees	Δ ligero	Δ trabajo
Tetha	0.3848	22.05		
Roll	0.3950	22.63	3.63	5.36
Pitch	0.1396	8	5.48	5.48
Heave	1.5		5.48	5.48

Para estimar la fuerza que se debe aplicar a la carga como consecuencia de estos movimientos LR brinda la siguiente formulación para la combinación de estos efectos.

$$\text{Movimiento combinado} = \text{Estático combinado} + 0.8 (\text{Roll dinámico} + \text{Pitch dinámico}) + \text{Heave dinámico combinado. (3.1)}$$

$$\text{Movimiento combinado} = 592955.6 \text{ N} = 60.46 \text{ ton}$$

Tabla 3.3 Fuerzas debido al movimiento del dique
[Elaboración propia]

Fuente		Componente de la fuerza en Newtons		
		Normal a la cubierta	Transversal	Longitudinal
Estático	Roll	307748.11	128312.38	
	Pitch	330181.22		46403.94
	Combinado	318824.82	92293.76	32999.98
Dinámico	Roll	562570.33	602753.93	
	Pitch	249811.73		93679.40
	Heave:			
	Roll	61549.62	25662.48	
	Pitch	66036.24		9280.79
	Combinado	63764.96	18458.75	6600.00

Esta fuerza de 60.46 ton corresponde a la fuerza horizontal producto de este movimiento. La combinación más desfavorable que considera LR para estas cargas es la que se muestra en la Ecuación 3.2, la cual combina el factor de trabajo, la carga muerta, carga viva, fuerza de izaje, fuerzas por balanceo, fuerzas por giro y la influencia del viento.

$$F_d [L_g + F_h (L_1 + L_{h1}) + L_{h2} + L_{h3}] + L_w \quad (3.2)$$

Donde:

Fd = Factor de servicio

Lg = Carga muerta

Fh = Factor de izaje

Lh1 = Componente horizontal de la carga viva debido a la escora

Lw = Carga del viento

Tabla 3.4 Combinación de cargas Caso 2 LR
[Elaboración propia]

Fd	1.05	
Lg	10	Ton
Li	14	Ton
Fh	1.15	
Lh1	60.46	Ton
Lh2	6	Ton
Lh3	0	Ton
Case 2	107.46	Ton

3.1.2 Condiciones de carga de la grúa

Para el análisis de estabilidad se consideraron los escenarios más desfavorables que pueden ocurrir en la vida útil del dique. Esto es, que las 3 grúas estén operando al mismo tiempo, que todas estén moviendo el peso en un mismo sentido con el mismo ángulo de la pluma, y que estén manipulando la carga máxima resultante de la combinación de cargas igual a 107.04 ton (Ver Tabla 3.4)

Donde:

Fd= Factor de servicio

Lg = Carga muerta

Fh= Factor de izaje

Lh1= Componente horizontal de la carga viva debido a la escora

Lw= Carga del viento

Además, se consideró el movimiento de estos pesos en las dos condiciones de operación del dique, cuando está carenando a la embarcación de diseño y cuando está en desplazamiento ligero. Dado que la ubicación de las grúas no es igual en babor ni estribor (Ver PLANO 8 en APÉNDICE I), se analizaron los criterios de estabilidad para los dos casos, cuando las grúas se orienten hacia babor y para cuando estén orientadas hacia estribor.

Cada vez que la grúa cambia de posición, su centro de gravedad y el centro de gravedad de la carga tendrán una ubicación diferente. En las tablas del APÉNDICE C se resumen las posiciones del centro de gravedad en el sistema de referencia local de la grúa y global del dique para evaluar los criterios de estabilidad en cada condición.

3.1.2.1 Condición de trabajo

Esta condición corresponde al carenamiento de la embarcación de diseño, para esto se ubicó el peso de 4500 ton a una altura de 8 metros desde la quilla del dique, o lo que es lo mismo, a 3 metros desde la quilla de la embarcación.

Utilizando Maxsurf Stability se evaluaron los criterios de estabilidad para el dique utilizando la ubicación de los pesos que se muestra en el APÉNDICE E, y colocando para cada caso la ubicación del centro de gravedad correspondiente tanto para la grúa como para la carga.

Tabla 3.5 Criterios de estabilidad para condición de trabajo
[Elaboración propia]

Ángulo de la pluma (grados)	Radio (metros)	Grúas orientadas a estribor	Grúas orientadas a Babor
0	25.00	Pass	Pass
15	24.15	Pass	Pass
30	21.65	Pass	Pass
45	17.68	Pass	Pass
60	12.50	Pass	Pass
75	6.47	Pass	Pass
80	4.34	Pass	Pass

En la Tabla 3.5 se observa que cuando la embarcación de diseño se encuentra sobre el dique, el mismo es estable para cualquier situación. Aunque todas las grúas estén soportando la carga máxima, estén orientadas en el mismo sentido y expuestas a las condiciones más desfavorables, no existe riesgo de zozobra.

3.1.2.2 Condición de desplazamiento ligero

En esta condición se consideró el funcionamiento de las grúas cuando no se encuentra ninguna embarcación sobre el dique, esto hace que su calado disminuya y a su vez la posición del centro de gravedad.

En la Tabla 3.6 se muestran los resultados de esta condición. Se observa que la estabilidad del dique se ve comprometida en cualquier posición y orientación de las grúas, específicamente el criterio que exige que el ángulo al que se da el máximo GZ sea mayor o igual a 25 grados no se cumple.

Tabla 3.6 Criterios de estabilidad para condición ligera
[Elaboración propia]

Ángulo de la pluma (grados)	Radio (metros)	Grúas orientadas a estribor	Grúas orientadas a Babor
0	25.00	Fail	Fail
15	24.15	Fail	Fail
30	21.65	Fail	Fail
45	17.68	Fail	Fail
60	12.50	Fail	Fail
75	6.47	Fail	Fail
80	4.34	Fail	Fail

Para satisfacer todos los criterios y permitir que las grúas puedan operar sin ningún riesgo de pérdida de estabilidad, se evaluaron nuevamente estos criterios, pero ahora llenando hasta un 25% los tanques de lastre del dique con el fin de ganar calado y bajar la posición del centro de gravedad, de esta manera se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Criterios de estabilidad para condición ligera (Tanques al 25%)

[Elaboración propia]

Ángulo de la pluma (grados)	Radio (metros)	Grúas orientadas a estribor	Grúas orientadas a Babor
0	25.00	Pass	Pass
15	24.15	Pass	Pass
30	21.65	Pass	Pass
45	17.68	Pass	Pass
60	12.50	Pass	Pass
75	6.47	Pass	Pass
80	4.34	Pass	Pass

Finalmente, habiendo evaluado los criterios de estabilidad asumiendo los escenarios más desfavorables que se pudieran presentar y obteniendo resultados positivos para ambos casos, se puede concluir que la operación de estas grúas es segura para este dique en las dos condiciones de trabajo, siempre y cuando en su condición ligera los tanques de lastre se llenen al menos al 25%.

3.2 Diseño de conexión de módulos

3.2.1 Esfuerzo Cortante Analítico

Para el esfuerzo cortante analítico se empleó la ecuación 2.3.

3.2.1.1 Primer Momento de Inercia

En base a la simplificación de la sección transversal del dique flotante, se realizó el cálculo empleando la ecuación 2.4. Se estimaron dos valores para el primer momento de inercia, uno en el punto uno y otro en el punto dos (Ver Figura 2.15) para verificar que el esfuerzo cortante analítico y los obtenidos por el análisis de elementos finitos se encuentren dentro del mismo orden de magnitud.

$$Q_1=0.2415 \text{ m}^3$$

$$Q_2=0.3087 \text{ m}^3$$

3.2.1.2 Segundo Momento de Inercia

Este cálculo fue realizado en el APÉNDICE D, de donde se obtiene que el Segundo Momento de Inercia es 27.81m^4

3.2.1.3 Fuerza Cortante

En la deducción de las ecuaciones para la fuerza cortante y momento flector, son en base al sistema de referencia de L_H y L_s para quebranto y arrufo respectivamente, por lo que en la Figura 3.1 se representa estos sistemas de referencia junto con el sistema de referencia del Dique (L_D). Las ecuaciones fueron evaluadas en la zona donde es aplicada mayor carga sobre la cubierta del pontón, en sección media para arrufo y en popa para quebranto.

3.2.1.3.1 Arrufo

Teniendo en consideración la fuerza de boyante, el peso del dique y la carga de la embarcación en distribución de parábola (Figura 2.8), la Ecuación 3.2 representa la distribución de carga en t/m, la cual fue evaluada en los cortes del dique y en la zona de interés para la comparación. La Tabla 3.8 está elaborada con el Sistema de referencia de L_D .

$$P(x) = 6.39 - x + 0.01x^2 \quad (3.2)$$

Tabla 3.8 Fuerza y Momento en los cortes del dique
[Elaboración propia]

x(m)	V (MN)	M (MN.m)
58.2	4.22	-55.5
60.9	4.68	-67.55
61.8	4.84	-71.8

3.2.1.3.2 Quebranto

El mismo proceso fue empleado para la Ecuación de la carga de la Condición de Quebranto en t/m (Figura 2.9). La Tabla 3.9 está elaborada con el Sistema de referencia de L_D .

$$P(x) = -37.27 \quad (3.3)$$

Tabla 3.9 Fuerza y Momento en los cortes del dique
[Elaboración propia]

x(m)	V (MN)	M (MN.m)
0	4.38	-26.3
2.7	5.37	-31.8
3.6	5.7	-44.4

Finalmente, se estima el esfuerzo cortante en dos puntos distintos para cada condición, en $x=60.9$ m para arrufo y en $x=2.7$ m para quebranto (Tabla 3.10) para la respectiva comprobación con los valores obtenidos en el análisis de elementos finitos.

Tabla 3.10 Esfuerzo Cortante para cada condición en MPa
[Elaboración propia]

Condición	Punto 1	Punto 2
Arrufo	3.39	4.33
Quebranto	3.89	4.97

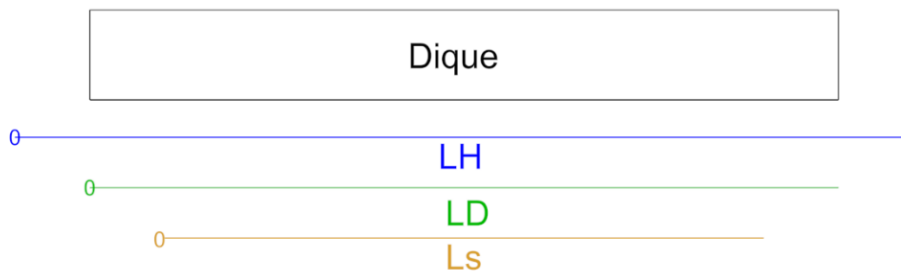


Figura 3.1 Sistemas de Referencias
[Elaboración propia]

3.2.2 Esfuerzo Cortante empleando Elementos Finitos

La zona de interés del esfuerzo cortante es la plancha que separa el pontón del ala. En la Figura 3.2 se es visible que los máximos esfuerzos están presentes cerca de la pared interna del ala. Por lo tanto, se registró los esfuerzos cortantes a lo largo de $y=10.72$ m (babor) y en $y=-10.72$ m (estribor) siendo el origen la línea de crujía.

Para validar los resultados obtenidos mediante el análisis de elementos finitos realizados en el software ANSYS se tomó los valores de un path sobre $x=2.7\text{m}$ para quebranto y $x=60.8\text{ m}$ para arrufo.

El comportamiento del esfuerzo para arrufo y quebranto se pueden observar en la Figura 3.3. Estos esfuerzos se encuentran dentro del orden de magnitud de los obtenidos por el método analítico, por lo tanto, los resultados obtenidos a través del análisis de elementos finitos son coherentes.

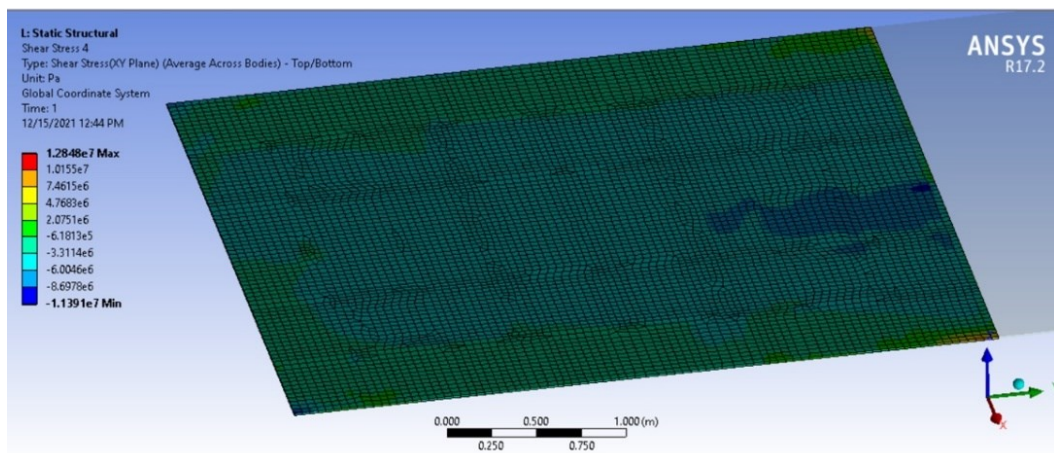


Figura 3.2 Esfuerzos Cortante sobre la Unión Ala – Pontón
[Elaboración propia]

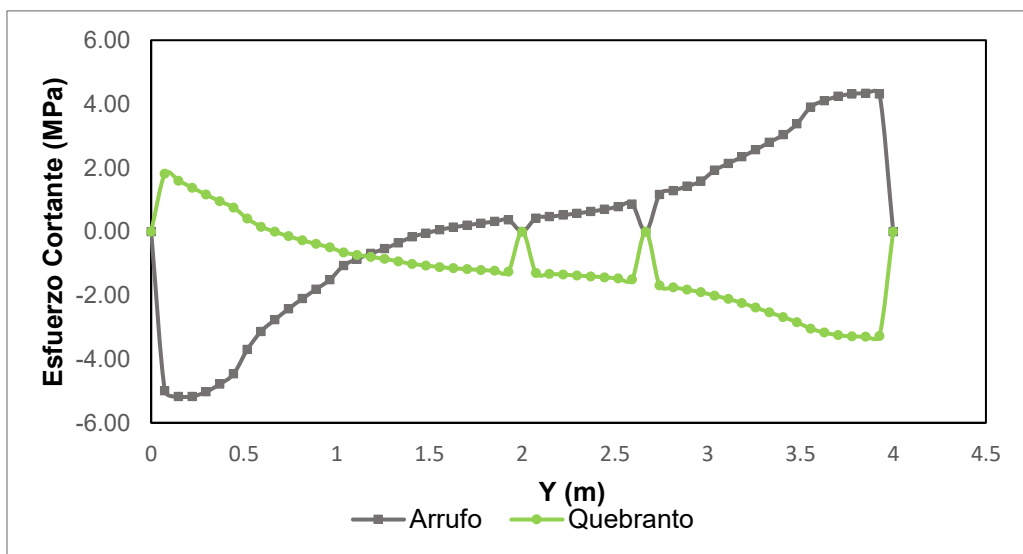


Figura 3.3 Esfuerzo Cortante sobre los caminos analizados
[Elaboración propia]

3.2.3 Convergencia de las mallas empleadas

Para determinar que se llegó a una convergencia se empleó las mallas presentes en la Tabla 3.11.

En la Figura 3.4 y en la Figura 3.5 se observa como el valor para el esfuerzo cortante evaluado en las posiciones de $y=2.7\text{m}$ y $y=3.3\text{m}$, converge para la condición de desacople y trabajo. Por lo que se puede deducir que el resultado obtenido mediante el análisis de elementos finitos es confiable.

Tabla 3.11 Información de la Mallas empleadas en el análisis de ANSYS

Malla	Max Tamaño [mm]	N° Nodos	Tiempo	Memoria usada [GB]	Calidad de la malla
1	25	73157	33s	2.26	0.88431
2	16	159475	1m 4s	4.93	0.92080
3	12	258226	2m 15s	7.68	0.95208
4	10	463732	14m 9s	6.89	0.96477

3.2.4 Fuerzas empleadas en el diseño

En la Tabla 3.12 se registra el resumen de la fuerza cortante y la de tensión experimentada en la unión de ala – pontón, para cada una de las condiciones analizadas. Estas fuerzas fueron obtenidas a partir de los valores de esfuerzos obtenidos del análisis de elementos finitos.

Tabla 3.12 Fuerzas Cortante y Normal
[Elaboración propia]

Condiciones	Fuerza Cortante (N)		Fuerza Normal (N)
	Babor	Estribor	
Arrufo-Desacoplamiento	1,65E+07	8,97E+05	4,24E+04
Arrufo-Trabajo	1,65E+07	7,06E+05	5,77E+04
Quebranto-Desacoplamiento	-1,06E+07	5,85E+05	4,70E+05
Quebranto-Trabajo	-1,06E+07	3,94E+05	5,48E+05

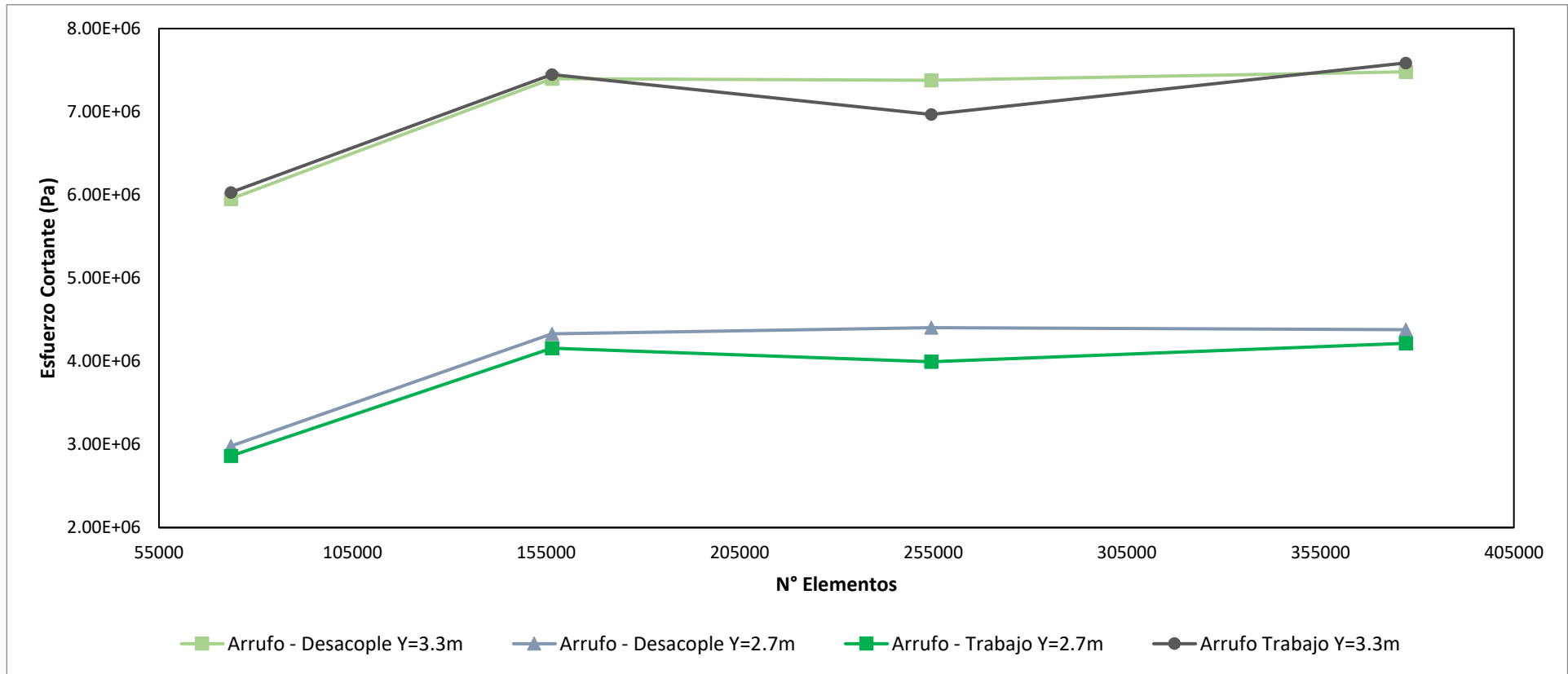


Figura 3.4 Convergencia de Esfuerzo Cortante en Arrufo
[Elaboración propia]

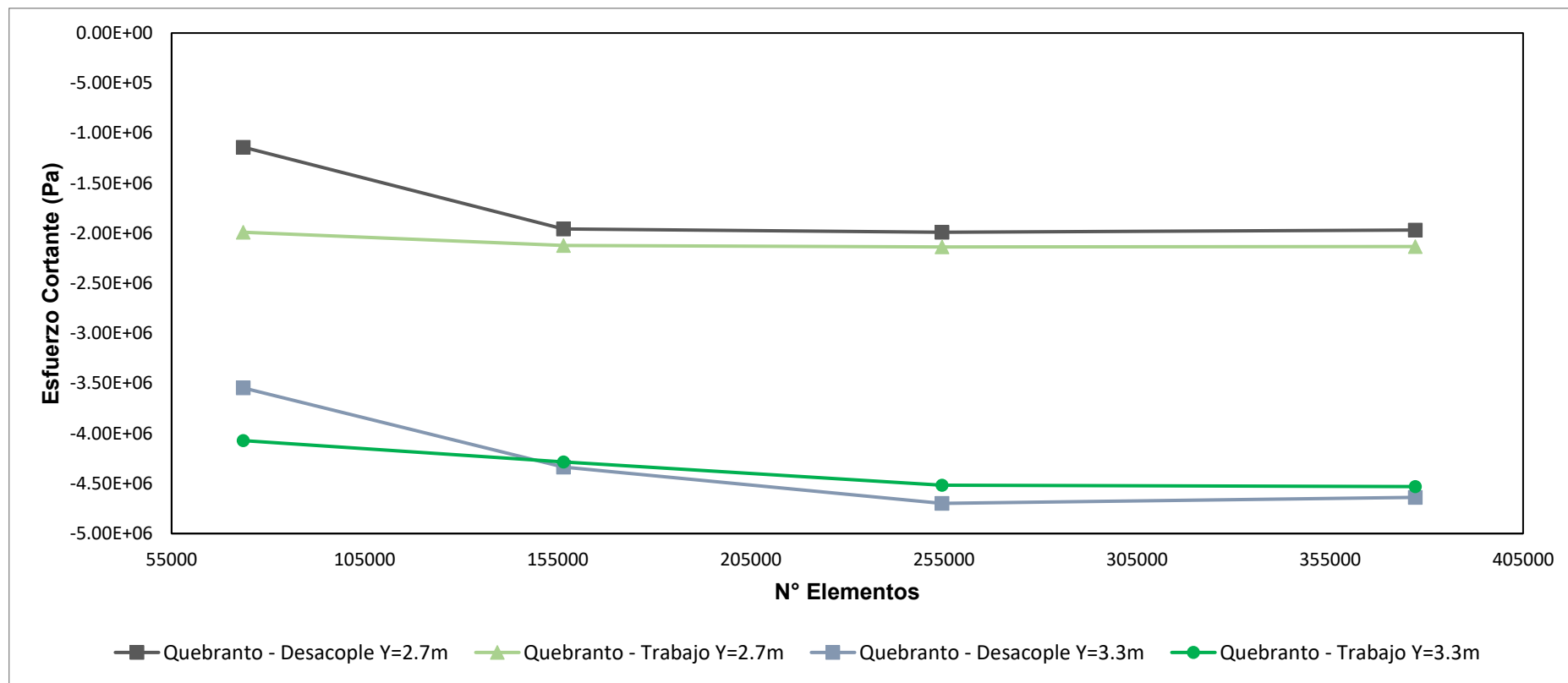


Figura 3.5 Convergencia de Esfuerzo Cortante en Quebranto
 [Elaboración propia]

3.2.5 Espaciamiento de la conexión

En las normas AISC J3.3 se requiere que el espaciamiento entre centros de los conectores debe ser al menos 3 veces mayor que el diámetro del conector. Luego de realizar un proceso iterativo se concluyó que un espaciamiento adecuado es de 150 mm con un diámetro de perno de 38 mm como se describe en la Sección 3.2.3 El dimensionamiento de los conectores se encuentra en el APÉNDICE G.

En la Figura 3.6 se observa un modelado tridimensional de la conexión ala – pontón.

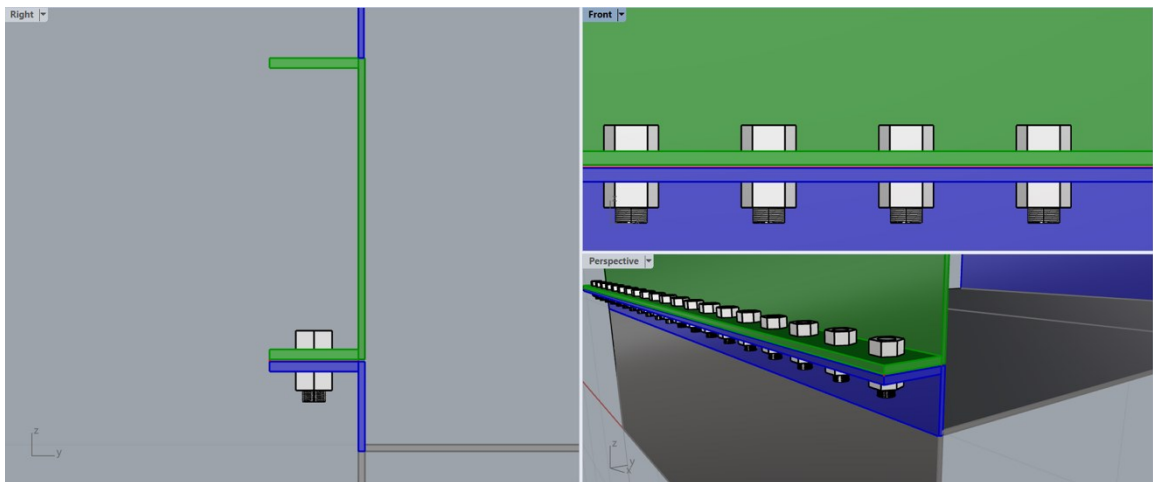


Figura 3.6 Conexión Ala – Pontón
[Elaboración propia]

Los resultados obtenidos en este trabajo de tesis y los obtenidos en la de Gangadharan Midhun (Ver Figura 2.20) están dentro del mismo orden de magnitud, esta comparación es visible en la Tabla 3.13

Tabla 3.13 Comparación de resultados del diseño de conexión con trabajos similares

[Elaboración Propia]

Descripción	Gangadharan (2018)	Actual
Diámetro de Perno (mm)	24	38
Espesor Platina (mm)	10	18

Descripción	Gangadharan (2018)	Actual
Ancho Platina (mm)	100	160

3.3 Análisis Económico

3.3.1 Financiamiento

Para la construcción de este proyecto es necesario realizar una inversión aproximada de 25 millones de dólares como se muestra en la Tabla 2.10, la estimación de los costos se realizó considerando que el dique se construye en el Ecuador y tomando como referencia las cotizaciones realizadas a los distintos proveedores las cuales se encuentran en el APÉNDICE F.

A los 25 millones del presupuesto referencial se le incluyó un valor adicional de 2.2 millones que corresponde a los costos de operación del primer año. Por lo cual, la inversión inicial necesaria para poner en marcha el proyecto sería de 27.2 millones de dólares.

Por la magnitud del préstamo y conociendo la utilidad bruta de los diques, se consideró que el plazo del préstamo sea de 20 años para que sea posible el pago de las anualidades al 6% de interés como se indica en el capítulo 1.

3.3.2 Proyección de ingresos y egresos

Esta proyección fue realizada utilizando la función pronóstica de Excel que aplica una regresión lineal a los valores históricos para estimar los valores futuros. En la Figura 3.7 y en la Figura 3.8 se muestran los ingresos y egresos proyectados que tendrá el dique en los próximos 20 años.

3.3.3 Flujo de caja

Para el análisis de los criterios de rentabilidad como la tasa interna de retorno, el valor actual neto y el periodo de recuperación de inversión se tomó en consideración dos escenarios al elaborar los flujos de caja. El primer escenario analiza la influencia de la variación de los precios en la rentabilidad del Proyecto,

mientras que el segundo escenario analiza la influencia de la variación de los costos de los servicios brindados por el dique.

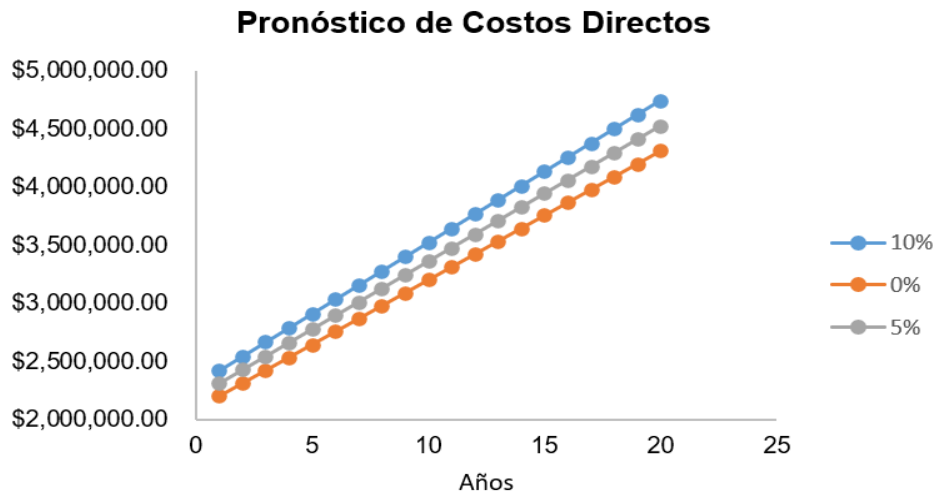


Figura 3.7 Pronóstico de Costos Directos
[Elaboración propia]

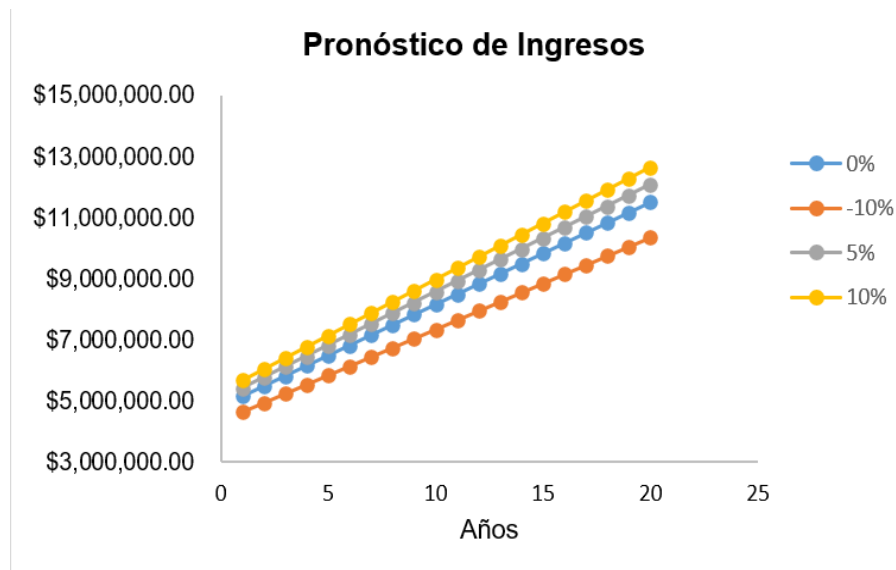


Figura 3.8 Pronósticos de Ingresos
[Elaboración propia]

3.3.3.1 Escenario 1. Variación de los Ingresos del dique

En la Tabla 3.14 se muestra los resultados obtenidos para la VAN, TIR y PRI del proyecto cuando existe una variación de los ingresos del -10%, +5% y +10%.

Cuando los ingresos disminuyen 10% el proyecto es automáticamente rechazado debido a que su valor actual neto y la tasa interna de retorno son negativos. Los escenarios con flujo de caja estándar, aumento del 5% y 10% de los ingresos presentan valores negativos para el VAN por lo cual se considera no rentable.

Tabla 3.14 Análisis de Sensibilidad en Precios
[Elaboración propia]

Variación Ingresos	VAN	TIR	PRI	Decisión sobre el proyecto
-10%	(\$9,019,694.03)	7.14%	-	RECHAZAR
0	(\$6,141,550.71)	10.63%	-	RECHAZAR
5%	(\$4,702,479.06)	12.22%	-	RECHAZAR
10%	(\$3,263,407.40)	13.74%	-	RECHAZAR

3.3.3.2 Escenario 2. Variación de los Costos de Servicios

En la Tabla 3.15 se muestra los resultados obtenidos para la VAN, TIR y PRI del proyecto cuando existe una variación de los costos del +5% y +10%.

El proyecto no es rentable cuando existe una variación en los costos, pero evitar un aumento en los costos en un periodo de 20 años es poco probable.

Tabla 3.15 Análisis de Sensibilidad en Costos
[Elaboración propia]

Variación Costos	VAN	TIR	PRI	Decisión sobre el proyecto
0%	(\$6,141,550.71)	10.63%	-	No invertir
5%	(\$6,883,997.45)	9.84%	-	No invertir
10%	(\$7,523,650.60)	9.14%	-	No invertir

El detalle de los flujos de caja de donde provienen los resultados de las Tablas del APÉNDICE H.

En la Tabla 3.16 y Tabla 3.17 se presentan los resultados obtenidos del análisis de sensibilidad cuando el préstamo es del 90% de la inversión inicial. Donde se evidencia que el proyecto es rentable para la mayoría de los escenarios excepto cuando sus ingresos disminuyen a un 10%. Para un escenario estándar se recupera la inversión en 11 años con una tasa interna de retorno del 23%.

Tabla 3.16 Análisis de Sensibilidad en Precios**[Elaboración propia]**

Variación Ingresos	VAN	TIR	PRI	Decisión sobre el proyecto
-10%	(\$1,295,185.03)	11.96%	-	No invertir
5%	\$3,022,029.24	28.68%	8	Invertir
10%	\$4,461,101.60	34.44%	5	Invertir

Tabla 3.17 Análisis de Sensibilidad en Costos**[Elaboración propia]**

Variación Costos	VAN	TIR	PRI	Decisión sobre el proyecto
0%	\$1,582,958.29	23.07%	11	Invertir
5%	\$840,511.54	20.12%	13	Invertir
10%	\$200,858.40	17.73%	18	Invertir

3.3.4 Beneficio Social

Para cuantificar su beneficio social se estimó la diferencia en USD del mantenimiento de un BAE en el exterior con un mantenimiento en este dique. Según datos, registrados sería de \$2,872,000.00. Además, de brindar la confidencialidad nacional que requiere un BAE.

Por otro lado, en el dique laboran aproximadamente 100 personas, por lo que la no adquisición o construcción de un dique flotante que reemplace el actual afectaría al estado laboral de aquellas personas.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debido a la inviabilidad técnica de brindar mantenimiento a los diques flotantes del Ecuador dentro del territorio nacional, estos deben trasladarse a otros países como Perú, Panamá o Chile. Estos traslados implican costos de movilización y periodos inoperativos superiores a 60 días, en los cuales el dique no generará ningún ingreso, de hecho, solo generaría gastos.

Por lo tanto, se propuso efectuar el diseño a detalle de la conexión ala – pontón que le permitirá al dique separarse en secciones y ser autocarenable, estos resultados fueron comparados con un diseño similar. Asimismo, se determinó los niveles de llenado mínimo de los tanques del pontón para que las grúas puedan operar de manera segura en cualquier condición de maniobra del dique a partir de su diseño preliminar previamente realizado.

Además, se analizó la rentabilidad de la construcción de un dique flotante modular autocarenable en el país con el objetivo de mostrarle al inversionista, su nivel de riesgo y requerimientos de financiamiento a solicitar.

4.1 Conclusiones

1. A partir del análisis de estabilidad con todas las grúas en operación se concluye que la condición de trabajo es totalmente segura, mientras que la condición de desplazamiento ligero requerirá que los pontones se encuentren llenos al 25% para satisfacer los criterios de estabilidad de la OMI y LR.
2. Se ha desarrollado el diseño de la conexión ala – pontón con un modelo patentado que le permitirá al dique ser autocarenable utilizando las formulaciones y las reglas de la American Institute of Steel Construction e implementando software de ingeniería como el módulo estructural de ANSYS.

3. Del análisis económico se puede concluir que se requiere que el crédito financiero brindado sea total para que la construcción de este dique flotante sea rentable o un mínimo del 90%. En el caso de que solo sea posible acceder a un préstamo del 40% o menor, que es lo usual que brindan los establecimientos financieros, se deberá considerar un máximo de 15 millones de dólares en la inversión inicial.
4. La operación de este dique generará alrededor de 100 plazas de empleo que podrán ser ocupados por soldadores, pintores, ingenieros, personal administrativo, además de empleos indirectos derivados de las operaciones de mantenimiento

4.2 Recomendaciones

1. Optimizar los procesos productivos del dique flotante con la finalidad de incrementar los ingresos anuales y reducir el tiempo de recuperación de la inversión. Debido a que esta acción tendrá un impacto positivo en la utilidad neta del dique y la rentabilidad analizada en este proyecto puede ser sometida a una nueva iteración.
2. Analizar el impacto de costos ocasionados por las demoras en los trámites aduaneros para la importación de equipos empleados en las reparaciones. Con el objetivo de sugerir cambios en estos procesos y preparar al dique para una competencia a nivel internacional.
3. Analizar la factibilidad económica de la implementación de un sistema hidráulico de sujeción lateral para las embarcaciones. Esto con la intención de realizar la desvarada y varada de otro buque en una sola maniobra. Al eliminar el tiempo dedicado a la elaboración de camas convencionales, el dique podría recibir dos o tres embarcaciones adicionales al año favoreciendo notoriamente sus ingresos.

4. Determinar las especificaciones técnicas que debe tener la empaquetadura de la unión al pontón considerando las condiciones climáticas a las que estará expuesta para evitar filtraciones de agua.

BIBLIOGRAFÍA

- AISC. (2010). *Specification for Structural Steel Buildings*. American Institute of Steel Construction.
- Altuve, J. (2004). *El uso del valor actual neto y la tasa interna de retorno para la valoración de las decisiones de inversión*. Actualidad contable FACES, 7(9), 7-17.
- American Institute of Steel Construction. (8 de Diciembre de 2016). *About us: AISC*. Obtenido de <https://www.aisc.org/about-us/>
- ASTINAVE. (19 de Febrero de 2020). *Capacidad Instalada*. Obtenido de planta sur: <https://www.astinave.com.ec/planta-sur/>
- ASTINAVE EP. (19 de Febrero de 2020). *Astinave Planta Sur*. Obtenido de Capacidad Instalada: <https://www.astinave.com.ec/planta-sur/>
- Ávila. (2007). *Contabilidad de costos*. Madrid: McGrawHill.
- Barrass, B., & Derrett, D. (2006). *Ship Stability for Masters and Mates*. Oxford: Elsevier.
- Biran, A. (2003). *Ship Hydrostatics and Stability*. Oxford: Elsevier.
- Boisson, P. (1994). *Classification societies and safety at sea: Back to basics to prepare for the future*. *Marine Policy*. 18(5),363-377.
- Canales, R. (2015). *Criterios para la toma de decisión de inversiones*. Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas, 101-117.
- Corporación Financiera Nacional. (30 de Diciembre de 2021). *Corporación Financiera Nacional*. Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/tasaDEinteres/tasa-de-interes-actual.pdf>
- El Diario ec. (13 de Junio de 2017). *El Diario*. Obtenido de El segundo dique flotante del país está en Manabí: <https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/436310-el-segundo-dique-flotante-del-pais-esta-en-manabi/>
- Emprende, B. (2010). *Define y proyecta el flujo de caja de tu empresa*.
- Evans, J. H. (1959). *Basic Design Concepts*. Naval Engineers Journal.
- G., G. (1992). *Manial de Administración de Empresas Agropecuarios*. Costa Rica: Colección de Libros y Materiales Educativos, IICA.
- Gangadharan Midhun, K. (2018). *Structural Design and Stability of a 6000 ton capacity dock as per DNV - GL Rules*. Szczecin.
- Jama, I. H. (14 de Octubre de 2021). Datos de mantenimiento de un dique. (D. Morocho Lindao, & V. Vera Cortés, Entrevistadores)

- Johnson, R. y. (1998). *Administración Financiera*. México: CECSA.
- Khasnabis, S. (1 de 10 de 2019). *Marine Insight*. Obtenido de Marine Insight: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/heavy-lifting-operations-and-vessel-stability/>
- Logan, D. (2007). *A First Course in the Finite Element Method*. Wisconsin: Thomson.
- LR. (2019). Rules for Classification of Floating Docks. Rule Finder.
- LR. (2020). Common Structural Rules.
- Mankabady, S. (1986). *The International Maritime Organization, Volume 1: International Shipping Rules*.
- Martínez Medina, I. V. (2015). *Competitividad privada, costos de producción y análisis del punto de equilibrio de unidades representativas de producción porcina*. Revista mexicana de ciencias pecuarias.
- Morocho, D., & Vera, V. (2021). *Diseño Preliminar de un dique flotante de capacidad de levante de 6000 t*. Guayaquil.
- Ochoa, S. G. (2009). *Administración Financiera*. México D.F: Litográfica Ingramex.
- Pei Z, F. (2005). *Application of idealized structural unit methos to progressive collpase analysis of a ship's hull girder under longitudinal bending*. Korea: Int J offshore Polar Eng (ISOPE).
- Valdés Navarro, J. (14 de Agosto de 2020). *Valco Industrial*. Obtenido de Uniones de tuberías, diferentes formas de unir tubos: <http://valcoindustrial.com.mx/2020/08/14/uniones-de-tuberias-diferentes-formas-de-unir-tubos/>

APÉNDICES

APÉNDICE A

DATOS ESTRUCTURALES

Tabla A.1 Resumen de Escantillonado de dique de 160 y 120 m
[Elaboración propia]

Item N°	Descripción	Escantillonado (mm)
Pontón		
1	Planchaje	12
2	Girders Longitudinales	T section; W:200x12 ;F:100x16
3	Refuerzos Transversales	T section; W:400x16 ;F:220x20
4	Stiffeners	L section; W:100x10 ;F:100x10
Entre Cubierta 100 y 200		
5	Planchaje	10
6	Girders Laterales	T section; W:400x16 ;F:250x16
7	Girders de cubierta	T section; W:350x16 ;F:250x16
8	Stiffeners	L section; W:100x10 ;F:100x10
Entre Cubierta 200 y 300		
9	Planchaje	8
10	Girders Laterales	T section; W:350x12 ;F:150x16
11	Girders de cubierta	T section; W:300x12 ;F:150x12
12	Stiffeners de cubierta	L section; W:80x8 ;F:80x8
12	Stiffeners de costado	L section; W:80x8 ;F:80x8
Entre Cubierta 300 y 400		
13	Planchaje	8
14	Girders Laterales	T section; W:200x16 ;F:100x16
15	Girders de cubierta	T section; W:250x10 ;F:100x10
12	Stiffeners de cubierta	L section; W:70x6 ;F:70x6
12	Stiffeners de costado	L section; W:70x6 ;F:70x6

APÉNDICE B

DESGLOSE DE COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE DIQUE DE 120 M

Tabla B.2 Costos de Pintura Obra Viva de Dique de 120 m

[Elaboración propia]

ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA OBRA VIVA				Área (m ²)	3842.14
Capa	Nombre Producto	Tasa de Rendimiento (m ² /litro)	Cant (litros)	Precio (\$/litro)	Precio (\$)
Primer	Hempadur Quattro 17634	5.76	667.04	9.97	6650.37
Sellador	Hempadur Quattro 17634	5.76	667.04	9.97	6650.37
Sellador	Hempadur 45182	6.13	626.78	16.28	10203.93
Pintura Antifouling Capa 1	Hempel's Antifouling Globic 9000 78950	3.87	992.80	26.26	26070.97
Pintura Antifouling Capa 2	Hempel's Antifouling Globic 9000 78950	3.87	992.80	26.26	26070.97
				Total Obra Viva (\$)	75646.62

Tabla B.3 Costos de Pintura BOOTOP de Dique de 120 m [Elaboración propia]

ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA BOOTOP				Área (m ²)	6215.55
Capa	Nombre Producto	Tasa de Rendimiento (m ² /litro)	Cant (litros)	Precio (\$/litro)	Precio (\$)
Primer	Hempadur Quattro 17634	5.76	1079.09	9.97	10758.51
Sellador	Hempadur 45182	6.13	1013.96	16.28	16507.20
Sellador	Hempadur 45182	6.13	1013.96	16.28	16507.20
Pintura Antifouling Capa 1	Hempel's Antifouling Globic 9000 78950	3.87	1606.09	26.26	42175.80
Pintura Antifouling Capa 2	Hempel's Antifouling Globic 9000 78950	3.87	1606.09	26.26	42175.80
				Total Bootop (\$)	128124.53

Tabla B.4 Costos de Pintura TopSides de Dique de 120 m [Elaboración propia]

ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA TOPSIDES				Área (m ²)	4115.16
Capa	Nombre Producto	Tasa de Rendimiento (m ² /litro)	Cant (litros)	Precio (\$/litro)	Precio (\$)
Primer	Hempadur Quattro 17634	4.8	857.33	9.97	8547.53
Sellador	Hempadur Quattro 17634	4.8	857.33	9.97	8547.53
Pintura	Hempathane Topcoat 55210	10.2	403.45	22.38	9029.15
				Total TopSides (\$)	26124.21

Tabla B.5 Costo de Adquisición de Tuberías de Dique de 120 m [Elaboración propia]

	Cantidad (m)	Precio por metro	Precio total
Entre 2 y 6 pulgadas	642.37	\$12.50	\$ 8,029.63
Entre 6 y 8 pulgadas	0	\$15.00	-
Mayores a 8 pulgadas	157.65	\$20.00	\$ 3,153.00
Subtotal			\$ 11,182.63

Tabla B.6 Costo de Instalación de Tuberías de Dique de 120 m [Elaboración propia]

	Cantidad	P.U	P.T
Tuberías 2''	31	\$ 60.23	\$ 1,867.13
Tuberías 3''	2	\$ 132.94	\$ 265.88
Tuberías 4''	66	\$ 169.41	\$ 11,181.06
Tuberías 5''	3	\$ 185.00	\$ 555.00
Tuberías 1''	7	\$ 50.00	\$ 350.00
Tuberías (>8'')	157.65	\$ 360.00	\$ 56,754.00
Subtotal			\$ 70,973.07

Tabla B.7 Costo de Equipos de Dique de 120 m [Elaboración propia]

	Cantidad	P.U	P.T
Bomba de 20 gpm-Sistema de Agua Dulce	2	\$ 287.00	\$ 574.00
Bomba de 220 gpm - Sistema Contraincendios	2	\$ 3,157.00	\$ 6,314.00
Bomba de 8000 gpm- Sistema de Maniobra	8	\$ 114,800.00	\$ 918,400.00
Generador - Cuarto de Generadores	1	\$ 6,330.00	\$ 6,330.00
Torno GURUTZPE 14000/800 volteo - Taller 200	2	\$ 6,000.00	\$ 12,000.00
Torno Convencional de Precisión - Taller 200	2	\$ 6,000.00	\$ 12,000.00
Balanceador dinámico computarizado con radio de volteo de 1000mm y peso de hasta 5t - Taller 200	1	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00
Subtotal			\$ 963,118.00

APÉNDICE C

POSICIONES DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL DIQUE A EVALUAR EN CADA CONDICIÓN

Tabla C.8 CG para grúas de estribor orientadas a babor
[Elaboración propia]

		CG de la grúa				CG de la carga			
		Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical	
Angulo de la pluma (grados)	Radio (metros)	CG local	CG global	CG local	CG global	CG local	CG global	CG local	CG global
0	25.00	3.73	10.27	0.00	20.00	25.00	-11.00	0.00	20.00
15	24.15	3.61	10.39	0.97	20.97	24.15	-10.15	6.47	26.47
30	21.65	3.23	10.77	1.87	21.87	21.65	-7.65	12.50	32.50
45	17.68	2.64	11.36	2.64	22.64	17.68	-3.68	17.68	37.68
60	12.50	1.87	12.13	3.23	23.23	12.50	1.50	21.65	41.65
75	6.47	0.97	13.03	3.61	23.61	6.47	7.53	24.15	44.15
80	4.34	0.65	13.35	3.68	23.68	4.34	9.66	24.62	44.62

Tabla C.9 CG para grúas de babor orientadas a babor [Elaboración propia]

		CG de la grúa				CG de la carga			
		Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical	
Angulo de la pluma (grados)	Radio (metros)	CG local	CG global	CG local	CG global	CG local	CG global	CG local	CG global
0	25.00	3.73	-17.73	0.00	20.00	25.00	-39.00	0.00	20.00
15	24.15	3.61	-17.61	0.97	20.97	24.15	-38.15	6.47	26.47
30	21.65	3.23	-17.23	1.87	21.87	21.65	-35.65	12.50	32.50
45	17.68	2.64	-16.64	2.64	22.64	17.68	-31.68	17.68	37.68
60	12.50	1.87	-15.87	3.23	23.23	12.50	-26.50	21.65	41.65
75	6.47	0.97	-14.97	3.61	23.61	6.47	-20.47	24.15	44.15
80	4.34	0.65	-14.65	3.68	23.68	4.34	-18.34	24.62	44.62

Tabla C.10 CG para grúas de estribor orientadas a estribor [Elaboración propia]

		CG de la grúa				CG de la carga			
		Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical	
Angulo de la pluma (grados)	Radio (metros)	CG local	CG global	CG local	CG global	CG local	CG global	CG local	CG global
0	25.00	3.73	17.73	0.00	20.00	25.00	39.00	0.00	20.00
15	24.15	3.61	17.61	0.97	20.97	24.15	38.15	6.47	26.47

		CG de la grúa				CG de la carga			
		Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical	
Angulo de la pluma (grados)	Radio (metros)	CG local	CG global	CG local	CG global	CG local	CG global	CG local	CG global
30	21.65	3.23	17.23	1.87	21.87	21.65	35.65	12.50	32.50
45	17.68	2.64	16.64	2.64	22.64	17.68	31.68	17.68	37.68
60	12.50	1.87	15.87	3.23	23.23	12.50	26.50	21.65	41.65
75	6.47	0.97	14.97	3.61	23.61	6.47	20.47	24.15	44.15
80	4.34	0.65	14.65	3.68	23.68	4.34	18.34	24.62	44.62

Tabla C.11 CG para grúas de babor orientadas a estribor [Elaboración propia]

		CG de la grúa				CG de la carga			
		Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical	
Angulo de la pluma (grados)	Radio (metros)	CG local	CG global	CG local	CG global	CG local	CG global	CG local	CG global
0	25.00	3.73	-10.27	0.00	20.00	25.00	11.00	0.00	20.00
15	24.15	3.61	-10.39	0.97	20.97	24.15	10.15	6.47	26.47
30	21.65	3.23	-10.77	1.87	21.87	21.65	7.65	12.50	32.50
45	17.68	2.64	-11.36	2.64	22.64	17.68	3.68	17.68	37.68
60	12.50	1.87	-12.13	3.23	23.23	12.50	-1.50	21.65	41.65
75	6.47	0.97	-13.03	3.61	23.61	6.47	-7.53	24.15	44.15
80	4.34	0.65	-13.35	3.68	23.68	4.34	-9.66	24.62	44.62

APÉNDICE D

CÁLCULOS Y DATOS PARA EL DISEÑO DE CONEXIÓN ALA – PONTÓN

Tabla D.12 Cálculo del Segundo Momento de Inercia
[Elaboración propia]

Unidades		[mm]			[mm ²]	[mm ³]	[mm ⁴]	
#	Descripción	bi	hi	Di	Ai	Ai*di	Ai*di ²	Ix
1	H1	4000	8	14250	32000	4.56E+08	6.498E+12	1.71E+05
2	H2	8000	8	11125	64000	7.12E+08	7.921E+12	3.41E+05
3	H3	8000	10	8000	80000	6.40E+08	5.12E+12	6.67E+05
4	H4	29000	12	3500.00	348000	1.22E+09	4.263E+12	4.18E+06
5	H5	29000	12	0.00	348000	0.00E+00	0	4.18E+06
6	V1	32	3125	12687.50	100000	1.27E+09	1.6097E+13	8.138E+10
7	V2	32	3125	9562.50	100000	9.56E+08	9.1441E+12	8.138E+10
8	V3	40	4500	5750.00	180000	1.04E+09	5.9513E+12	3.0375E+11
9	V4	48	3500	0.00	168000	0.00E+00	0	1.715E+11
Σ					1420000	6286000000	5.4995E+13	6.3802E+11

Tabla D.13 Tensión Nominal de Conectores y Partes Roscadas, kfg/cm² (AISC, 2010)

Descripción del Conector	Tensión de Tracción Nominal, F _{nt} , kfg/cm ² (MPa)	Tensión de Corte Nominal en Conexiones de Tipo Aplastamiento, F _{nt} , kfg/cm ² (MPa)
Pernos A307	3160 (310)	1900 (188)
Grupo A (ej. Pernos A325), cuando la rosca no está excluida en el plano de corte.	6320 (620)	3800 (372)
Grupo A (ej. Pernos A325), cuando la rosca está excluida en el plano de corte.	6320 (620)	4780 (469)
Grupo B (ej. Pernos A490), cuando la rosca no está excluida en el plano de corte.	7950 (780)	4780 (469)
Grupo A (ej. Pernos A490), cuando la rosca está excluida en el plano de corte.	7950 (780)	5900 (579)

APÉNDICE E

DATOS INGRESADOS A MAXSURF

Tabla E.14 ubicación de pesos del dique
[Elaboración propia]

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert.Arm m
Estructural	1	3,500,000	3,500,000	-0,564	0,110	4,490
Barco	1	0,000	0,000	0,000	0,000	8,000
Bomba sistema agua dulce EB	1	0,075	0,075	24,550	-12,000	8,370
Bomba sistema agua dulce BB	1	0,075	0,075	24,550	12,000	8,370
Tuberías agua dulce EB	1	0,413	0,413	40,000	-14,500	12,800
Tuberías agua dulce BB	1	0,796	0,796	20,000	14,500	12,800
Bomba contraincendio EB	1	0,035	0,035	64,220	-12,000	7,070
Bomba containcendio BB	1	0,035	0,035	64,220	12,000	7,070
Tuberías contraincendio EB	1	6,673	6,673	4,800	-14,500	11,250
Tuberías contraincendio BB	1	6,673	6,673	4,800	14,500	11,250
Bomba Maniobra 1 EB	1	1,408	1,408	-53,880	-12,500	7,900
Bomba Maniobra 2 EB	1	1,408	1,408	-46,430	-12,500	7,900
Bomba Maniobra 3 EB	1	1,408	1,408	46,430	-12,500	7,900
Bomba Maniobra 4 EB	1	1,408	1,408	53,880	-12,500	7,900
Bomba Maniobra 1 BB	1	1,408	1,408	-53,880	12,500	7,900
Bomba Maniobra 2 BB	1	1,408	1,408	-46,430	12,500	7,900
Bomba Maniobra 3 BB	1	1,408	1,408	46,430	12,500	7,900
Bomba Maniobra 4 BB	1	1,408	1,408	53,880	12,500	7,900
Tuberías maniobra EB	1	82,521	82,521	0,000	-10,500	3,500
Tuberías maniobra BB	1	82,521	82,521	0,000	10,500	3,500
Grua 1 E	1	34,000	34,000	-40,000	17,730	20,000
Carga 1E	1	107,000	107,000	-40,000	39,000	20,000
Grua 2 B	1	34,000	34,000	0,000	-10,270	20,000
Carga 2 B	1	107,000	107,000	0,000	11,000	20,000
Grua 3 E	1	34,000	34,000	40,000	17,730	20,000
Carga 3 E	1	107,000	107,000	40,000	39,000	20,000
Generador 1 EB	1	16,800	16,800	-35,460	-12,000	8,800
Generador 2 EB	1	16,800	16,800	-25,100	-12,000	8,800
Generador 1 BB	1	16,800	16,800	-35,460	12,000	8,800
Generador 2 BB	1	16,800	16,800	-25,100	12,000	8,800

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Fresadora Universal ARSENAL FPU	1	3,175	3,175	-16,000	-11,000	12,200
Fresadora Universal ARSENAL FPU	1	3,175	3,175	-16,000	-14,000	12,200
Mandriladora N°1 3200 -Taller 2	1	34,300	34,300	-12,500	-12,000	12,000
Torno GURUTZPE 14000/800 volteo	1	10,000	10,000	-5,600	-12,500	12,200
Torno GURUTZPE 14000/800 volteo	1	10,000	10,000	5,800	-12,500	12,200
Torno Convencional de Precisión	1	1,430	1,430	11,850	-12,000	11,900
Torno Convencional de Precisión	1	1,430	1,430	13,350	-12,000	11,900
Balanceador dinámico computariz	1	1,280	1,280	15,200	-12,000	12,000
Máquina de HidroBlasting 55000	1	0,820	0,820	-0,200	12,000	12,000
Tank 07	25%	367,491	91,873	-49,998	-2,625	0,437
Tank 08	25%	367,491	91,873	-49,998	2,625	0,437
Tank 09	25%	635,062	158,765	-49,998	-9,571	0,470
Tank 10	25%	635,062	158,765	-49,998	9,571	0,470
Tank 11	0%	359,991	0,000	-41,024	-12,500	3,500
Tank 12	0%	359,991	0,000	-41,024	12,500	3,500
Tank 13	25%	367,500	91,875	-29,998	-2,625	0,437
Tank 14	25%	367,500	91,875	-29,998	2,625	0,437
Tank 15	25%	635,078	158,769	-29,998	-9,571	0,470
Tank 16	25%	635,078	158,769	-29,998	9,571	0,470
Tank 17	0%	324,326	0,000	-20,783	-12,500	3,500
Tank 18	0%	360,000	0,000	-20,783	12,500	3,500
Tank 19	25%	367,500	91,875	-9,998	-2,625	0,437
Tank 20	25%	367,500	91,875	-9,998	2,625	0,437
Tank 21	25%	635,078	158,769	-9,998	-9,571	0,470
Tank 22	25%	635,078	158,769	-9,998	9,571	0,470
Tank 23	0%	326,757	0,000	-0,783	-12,500	3,500
Tank 24	0%	360,000	0,000	-0,783	12,500	3,500
Tank 25	25%	367,500	91,875	10,002	-2,625	0,437
Tank 26	25%	367,500	91,875	10,002	2,625	0,437
Tank 27	25%	635,078	158,769	10,002	-9,571	0,470
Tank 28	25%	635,078	158,769	10,002	9,571	0,470
Tank 29	0%	326,757	0,000	19,217	-12,500	3,500
Tank 30	0%	360,000	0,000	19,217	12,500	3,500
Tank 31	25%	367,500	91,875	30,002	-2,625	0,437
Tank 32	25%	367,500	91,875	30,002	2,625	0,437
Tank 33	25%	635,078	158,769	30,002	-9,571	0,470

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert.Arm m
Tank 34	25%	635,078	158,769	30,002	9,571	0,470
Tank 35	0%	324,326	0,000	39,217	-12,500	3,500
Tank 36	0%	360,000	0,000	39,217	12,500	3,500
Tank 37	25%	367,491	91,873	50,002	-2,625	0,437
Tank 38	25%	367,491	91,873	50,002	2,625	0,437
Tank 39	25%	635,062	158,765	50,002	-9,571	0,470
Tank 40	25%	635,062	158,765	50,002	9,571	0,470
Tank 41	0%	359,991	0,000	59,370	-12,500	3,500
Tank 42	0%	359,991	0,000	59,370	12,500	3,500
TankD1	85%	23,520	19,992	2,400	-12,500	8,893
TankFW2	95%	190,000	180,500	12,400	12,500	9,484
TankD2	85%	23,520	19,992	2,400	12,500	8,893
TankFW1	95%	190,000	180,500	12,400	-12,500	9,484
Total Loadcase			7,655,582	0,026	1,305	4,121
FS correction						2,471
VCG fluid						6,592

APÉNDICE F

COTIZACIONES



**IMPORT ACEROS INDUSTRIA
METALMECANICA**

RUC: **1792628431001**

Dirección: **N77 Antonio Castillo OE1 346 y Av OE1 C Juan de
Selis**

Celular: **0997 800 636 099 126 7562**
www.importaceros.com
info@importaceros.com.ec

Cliente: **MOROCHO LINDAO DANIELA ANDREA**

R.U.C.: 0931563977001

Dirección: PASCUALES SOL 6

Telefonos: 096 013 4673 /

Cotización

CT00057877

PBX: 2 486 287

Fecha: 18-08-2021

Descripción	Cantidad	P.V.P	% Dcto	Valor Neto	Valor Total
TUBO CEDULA 40 NEGRO S/C 2" DE 6 MTRS	1.00	60.23	0.00	60.23	60.23
TUBO CEDULA 40 NEGRO S/C 3 " DE 6 MTRS	1.00	132.94	0.00	132.94	132.94
TUBO CEDULA 40 NEGRO S/C 4" DE 6 MTRS	1.00	169.41	0.00	169.41	169.41

Peso Total Kgs : **196.80**

Peso Total QQ : **4.33**

Favor girar cheque cruzado a nombre de **IMPORT ACEROS INDUSTRIA METALMECANICA**

Son: ****Cuatrocientos Seis Con 9/100****

Sub/Total: 362.58

Descuentos: 0.00

Valor Neto.: 362.58

I.V.A.: 43.50

(=) Total Cotizado: *******406.09**

APROBADO:

M.E.P. - PELLEGRINI MARINE EQUIPMENTS s.r.l.

Via F. Busoni 9 - 37050 Vallese di Oppeano (VR) - ITALY

Tel. +39 045 508877 - Fax +39 045 508855

info@mepel.it - www.mepel.it

Rea 179412 - OP. ESTERO VR16000 - P.iva 01404500231



Verona (Italy), 22/12/2021

Ref: FG/eb

Budgetary Quotation n. 8193/21

Customer: **ASTINAVE**

Ref.: Enquiry by email dated 18/12/2021

➤ **Scope of supply:**

The supply includes the following equipment:

- No. 1 Deck crane model CHCD 6-25, Electro-Hydraulic, stiff boom type – SWL 6T @ 25 m, as per attached layout 1511873.

➤ **Commercial Terms:**

- | | |
|-----------------------|---|
| • Delivery Time: | 12 months from purchase order |
| • Delivery Terms: | Ex-works Vallese di Oppeano (Verona), Italy |
| • Quotation validity: | 31 st July 2022 |
| • Country of origin: | Italy |
| • Payment: | TBD |
| • Warranty: | Twelve (12) months after commissioning or
eighteen (18) months after delivery whichever
comes earlier |
| • Price (Euro): | 750.000,00/each |

➤ **Battery limits:**

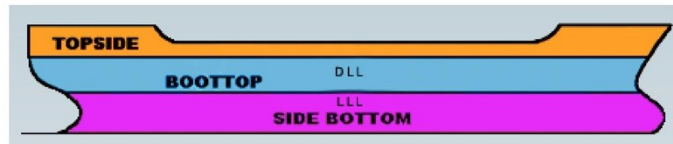
The scope of supply will not include:

- on-board installation and commissioning;
- the external electrical cables and hoses to the equipment;
- the electrical power supply to switchboard;
- training;
- spare parts.

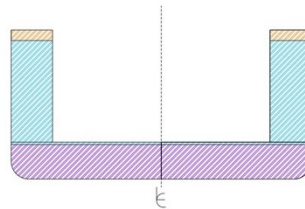
Victor Vera
Daniela Morocho

Cotización de plan de pintura

Para la ejecución de esta tarea es necesario determinar las diferentes secciones del dique, para el plan de pintura el barco se divide en 3 secciones diferentes, el Topside corresponde al área que está expuesta al sol todo el tiempo y en ningún caso es sumergida, el Boottop corresponde al área entre la línea de máximo calado y la línea de calado normal de la embarcación y finalmente el Side Bottom que es el área que permanece sumergida todo el tiempo.



Definir estas áreas para nuestra embarcación es importante porque de eso dependerá el plan de pintura que se vaya a aplicar, es decir, el tipo de pintura y la cantidad de capas por cada tipo. A continuación, se muestra un esquema de la división de las áreas que han sido consideradas en el dique para la cotización.



Se procedió a enviar la solicitud de la cotización a empresas como METAIN, PYRELSAS y HEMPEL, sin embargo, en el plazo previsto no se recibió respuesta de ningún proveedor. Por lo cual, se procedió a tomar como referencia valores del mercado muy cercanos a la presente fecha provistos a astilleros del país. Además, para conocer la cantidad de capas que se aplican y el tipo de pintura, se tomó como referencia el plan sugerido por Hempel para una embarcación similar, donde se puede notar que presenta una secuencia distinta para cada una de estas tres secciones, especifica el producto e indica el rendimiento aproximado en metros cuadrados por cada litro.

SIDE BOTTOM

Hempel (Germany) GmbH
Hafenstraße 9
22389 Hamburg
Germany
hempel.de

Tel: +49 41 01 707 0
Fax: +49 41 01 700 34
Email: sales_marine_de@hempel.com



5 of 51

Specification

Project:	Newbuilding 8090 for Ecuador / Delivery Germany							
Ref. no.:								
Area:	Immersed							
Description:	Hull outside below waterline							
Size:	1,230 m ²	Environment	Immersed	Standard				
Substrate:	New steel							
Treated Area%	Product		Shade		Film Thickness (mic)		Application Method	TSR (m ² /litr)
	Name	No.	Name	No.	Wet	Dry		
100 - FC	Hempadur Quattro 17634	17634	Light beige	22090	175	125		5,76
100 - FC	Hempadur Quattro 17634	17634	Venetian Red BS 445	50630	200	125		6,66
100 - FC	Hempadur 45182	45182	Light khaki brown NCS 3070-Y10R	25150	175	75		6,13
100 - FC	Hempel's Antifouling Globic 9000 78950	78950	Dark brown	60600	275	150	Airless Spraying	3,87
100 - FC	Hempel's Antifouling Globic 9000 78950	78950	Brownish red	51110	275	150	Airless Spraying	3,87
					Total DFT			625

Victor Vera
Daniela Morocho

Hempel (Germany) GmbH
Haderslebener Str. 9
D-25421 Pinneberg
Germany
hempel.de
Tel: +49 41 01 707 0
Fax: +49 41 01 77 340 34
Email: sales_marino_de@hempel.com



6 of 51

Overcoating Intervals

RH%	DFT (µm)	Product							
		-10°C / 14°F Min -Max	0°C / 32°F Min -Max	5°C / 41°F Min -Max	10°C / 50°F Min -Max	20°C / 68°F Min -Max	30°C / 86°F Min -Max	40°C / 104°F Min -Max	
-	125.0	Hempadur Quattro 17634 17634							
-	-	36h-90d	18h-90d	13h-90d	8h-60d	4h-30d	3h-22.5d	120m-15d	
-	125.0	Hempadur Quattro 17634 17634							
-	-	36h-90d	18h-90d	13h-90d	8h-60d	4h-30d	3h-22.5d	120m-15d	
-	75.0	Hempadur 45182 45182							
-	-	38h-45d	19h-22.5d	14h-16.5d	8.5h-10d	4h-5d	3h-4d	2h-60h	
-	150.0	Hempel's Antifouling Globic 9000 78950 78950							
-	-	71h-No max	33h-No max	26h-No max	20h-No max	11h-No max	8h-No max	5.5h-No max	
-	150.0	Hempel's Antifouling Globic 9000 78950 78950							

BOOTTOP

Hempel (Germany) GmbH
Haderslebener Str. 9
D-25421 Pinneberg
Germany
hempel.de
Tel: +49 41 01 707 0
Fax: +49 41 01 77 340 34
Email: sales_marino_de@hempel.com



8 of 51

Specification

Project:	Newbuilding 8090 for Ecuador / Delivery Germany		
Ref. no.:			
Area:	Immersed		
Description:	Boottop		
Size:	1 m ²	Environment	Immersed Standard
Substrate:	New steel		

Treated Area%	Product		Shade		Film Thickness (mic)		Application Method	TSR (m ² /litr)
	Name	No.	Name	No.	Wet	Dry		
100 - FC	Hempadur Quattro 17634	17634	Light beige	22090	175	125		5.76
100 - FC	Hempadur Quattro 17634	17634	Venetian Red BS 445	50630	200	125		5.68
100 - FC	Hempadur 45182	45182	Light khaki brown NCS 3070-Y10R	25150	175	75		6.13
100 - FC	Hempel's Antifouling Globic 9000 78950	78950	Jet Black RAL 9005	19990	275	150	Airless Spraying	3.87
100 - FC	Hempel's Antifouling Globic 9000 78950	78950	Jet Black RAL 9005	19990	275	150	Airless Spraying	3.87
					Total DFT	625		

Hempel (Germany) GmbH
Haderslebener Str. 9
D-25421 Pinneberg
Germany
hempel.de
Tel: +49 41 01 707 0
Fax: +49 41 01 77 340 34
Email: sales_marino_de@hempel.com



9 of 51

Overcoating Intervals

RH%	DFT (µm)	Product							
		-10°C / 14°F Min -Max	0°C / 32°F Min -Max	5°C / 41°F Min -Max	10°C / 50°F Min -Max	20°C / 68°F Min -Max	30°C / 86°F Min -Max	40°C / 104°F Min -Max	
-	125.0	Hempadur Quattro 17634 17634							
-	-	36h-90d	18h-90d	13h-90d	8h-60d	4h-30d	3h-22.5d	120m-15d	
-	125.0	Hempadur Quattro 17634 17634							
-	-	36h-90d	18h-90d	13h-90d	8h-60d	4h-30d	3h-22.5d	120m-15d	
-	75.0	Hempadur 45182 45182							
-	-	38h-45d	19h-22.5d	14h-16.5d	8.5h-10d	4h-5d	3h-4d	2h-60h	
-	150.0	Hempel's Antifouling Globic 9000 78950 78950							
-	-	71h-No max	33h-No max	26h-No max	20h-No max	11h-No max	8h-No max	5.5h-No max	
-	150.0	Hempel's Antifouling Globic 9000 78950 78950							

Victor Vera
Daniela Morocho

TOPSIDES

Hempel (Germany) GmbH
Hafenstraße 5
D-25421 Pirneberg
Germany
hempel.de

Tel: +49 41 01 707 0
Fax: +49 41 01 77 340 34
Email: sales_morrocho_de@hempel.com



11 of 51

Specification

Project:	Newbuilding 8090 for Ecuador / Delivery Germany							
Ref. no.:								
Area:	Severe							
Description:	TOPSIDES							
Size:	700 m ²	Environment:	Severe	Standard:				
Substrate:	New steel							
Treated Area's	Product		Shade		Film Thickness (mic)		Application Method	TSR (m ² /ltr)
	Name	No.	Name	No.	Wet	Dry		
100 - FC	Hempadur Quattro 17634	17634	Light beige	22090	225	150	Airless Spraying	4,80
100 - FC	Hempadur Quattro 17634	17634	Venetian Red BS 445	50630	225	150	Airless Spraying	4,73
100 - FC	Hempathane Topcoat 55210	55210	Grey	11480	100	90	Airless Spraying	10,20
					Total DFT:	350		
Overcoating Intervals								
RH%	DFT (µm)	Product						
		-10°C / 14°F	0°C / 32°F	5°C / 41°F	10°C / 50°F	20°C / 68°F	30°C / 86°F	40°C / 104°F
		Min -Max	Min -Max	Min -Max	Min -Max	Min -Max	Min -Max	
	150.0	Hempadur Quattro 17634 17634						
	-	4h-90d	23h-90d	17h-90d	11h-60d	5h-30d	4h-22.5d	2.5h-15d
	150.0	Hempadur Quattro 17634 17634						
	-	4h-54d	23h-27d	17h-19.5d	11h-12d	5h-6d	4h-4.5d	2.5h-72h
	50.0	Hempathane Topcoat 55210 55210						

Considerando el mismo plan de pintura en nuestro dique y tomando el precio referencial con el que cuentan los astilleros, se puede calcular el costo de pintura que se tendrá en el dique considerando el área expuesta a la salinidad (obra viva, obra muerta y cubierta), en las siguientes tablas se muestra el resumen de los cálculos:

DESCRIPCION	UNIDAD	STOCK BODEGA CENTRO	STOCK BODEGA SUR	STOCK BODEGA PROYECTOS	STOCK OTRAS BODEGAS	STOCK TOTAL	COSTO ACTUAL	COSTO REFERENCIAL
PINTURA HEMPADUR 45182-25150	LITRO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	\$ 11,40	\$ 16,28
CP PINTURA HEMPADUR QUATTRO 17634-50630 ROJO	LITRO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	\$ 9,97	\$ 9,97
CP PINTURA ANTIFOULING GLOBIC 78900-19990	LITRO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	\$ 26,26	\$ 26,26
PINTURA HEMPATHANE TOPCOAT 55210-11480	LITRO	0,00	0,00	0,00		0,00	\$ 0,00	\$ 22,38

APÉNDICE G

DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS CONECTORES

Dimensionamiento del Perno

Empleando la ecuación 2.6 y los datos de la Tabla G. 1, se verifica en la Tabla G. 2 como el diámetro del perno seleccionado soporta los esfuerzos máximos experimentados en la unión ala – pontón (Ver Tabla 3.12), empleando un factor de seguridad de 2, dado que se está diseñando con el método de esfuerzos permisibles. El perno seleccionado puede soportar una fuerza de 401 kN la cual es mayor al mínimo requerido de 371 kN.

Tabla G. 1 Datos del dimensionamiento del perno [Elaboración propia]

Longitud analizada (mm)	3600	Fuerza en cada sección (kN)	309
N° Divisiones	24	Diámetro nominal (mm)	38
Distancia entre centros (mm)	150	Espaciamiento mínimo	CUMPLE

Tabla G. 2 Resultados del dimensionamiento del perno [Elaboración propia]

Ab(m²)	Fn Cortante (MPa)	Fn Tensión (MPa)	Rn_{cortante}/2 (kN)	Rn_{tensión}/2 (kN)
1.13E-03	579	780	328	442
			CUMPLE	CUMPLE

Dimensionamiento de la Platinas

En la Tabla G. 3, Tabla G. 4, Tabla G. 5 y Tabla G. 6 se encuentran los parámetros de diseño requeridos para las platinas con relación a los esfuerzos experimentados en el análisis de elementos finitos.

Tabla G. 3 Parámetros en tensión de los conectores [Elaboración propia]

Platina en Tensión						
Espesor (mm)	Ancho (mm)	Fy (MPa)	Fu (MPa)	db (mm)	Ag (mm²)	An (mm²)
18	130	355	480	42	2340	1591.2

Tabla G. 4 Deformación y Ruptura por tensión [Elaboración propia]

Deformación por Tensión		Ruptura por tensión	
Rn (N)	830700	Rn (N)	763776
Factor de Seguridad	1.5	Factor de Seguridad	1.5
Rn/SF Fuerza permisible (kN)	554	Rn/SF Fuerza Permissible (kN)	509
Comparación	CUMPLE	Comparación	CUMPLE

Tabla G. 5 Parámetros en corte de los conectores [Elaboración propia]

Platina en cortante						
Espesor (mm)	Ancho (mm)	Fy (MPa)	Fu (MPa)	db (mm)	Ag (mm ²)	An (mm ²)
18	160	355	480	37	2880	1958.4

Tabla G. 6 Deformación y Ruptura por Corte [Elaboración propia]

Deformación por Tensión		Ruptura por tensión	
Rn (N)	613440	Rn (N)	564019.2
SF	1.5	SF	1.5
Rn/SF Allowable Strenght (kN)	409	Rn/SF Allowable Strength (kN)	376
Comparación	CUMPLE	Comparación	CUMPLE

APÉNDICE H

FLUJOS DE CAJA

Tabla H. 1 Flujo de caja para escenario estándar

Año	UAPT	Part Trabajadores	Utilidad Antes de Impuestos	Impuesto	Utilidad Neta	Depreciación	Amortización Deudas	Flujo de Caja	VNA
0								\$16.320.613,95	
1	\$1.843.302,78	-\$538.926,00	\$1.304.376,78	-\$326.094,20	\$978.282,59	\$96.311,80	-\$204.918,34	\$869.676,05	\$743.312,86
2	\$2.085.638,50	-\$538.926,00	\$1.546.712,50	-\$386.678,12	\$1.160.034,37	\$96.311,80	-\$224.037,22	\$1.032.308,96	\$1.497.428,55
3	\$2.329.758,00	-\$538.926,00	\$1.790.832,00	-\$447.708,00	\$1.343.124,00	\$96.311,80	-\$244.939,89	\$1.194.495,91	\$2.243.236,62
4	\$2.575.827,73	-\$538.926,00	\$2.036.901,73	-\$509.225,43	\$1.527.676,30	\$96.311,80	-\$267.792,78	\$1.356.195,32	\$2.966.970,32
5	\$2.624.029,63	-\$538.926,00	\$2.085.103,63	-\$521.275,91	\$1.563.827,72	\$96.311,80	-\$292.777,85	\$1.367.361,67	\$3.590.639,23
6	\$3.074.562,63	-\$538.926,00	\$2.535.636,63	-\$633.909,16	\$1.901.727,47	\$96.311,80	-\$320.094,02	\$1.677.945,26	\$4.244.767,04
7	\$3.327.644,24	-\$538.926,00	\$2.788.718,24	-\$697.179,56	\$2.091.538,68	\$96.311,80	-\$349.958,79	\$1.837.891,69	\$4.857.144,06
8	\$3.583.512,23	-\$538.926,00	\$3.044.586,23	-\$761.146,56	\$2.283.439,67	\$96.311,80	-\$382.609,95	\$1.997.141,52	\$5.425.894,76
9	\$3.842.426,57	-\$538.926,00	\$3.303.500,57	-\$825.875,14	\$2.477.625,43	\$96.311,80	-\$418.307,45	\$2.155.629,77	\$5.950.583,11
10	\$3.901.651,49	-\$538.926,00	\$3.362.725,49	-\$840.681,37	\$2.522.044,12	\$96.311,80	-\$457.335,54	\$2.161.020,37	\$6.400.156,13
11	\$3.503.751,53	-\$538.926,00	\$2.964.825,53	-\$741.206,38	\$2.223.619,14	\$0,00	-\$500.004,95	\$1.723.614,20	\$6.706.631,51
12	\$4.640.425,02	-\$538.926,00	\$4.101.499,02	-\$1.025.374,76	\$3.076.124,27	\$96.311,80	-\$546.655,41	\$2.625.780,66	\$7.105.682,23
13	\$4.914.644,80	-\$538.926,00	\$4.375.718,80	-\$1.093.929,70	\$3.281.789,10	\$96.311,80	-\$597.658,36	\$2.780.442,55	\$7.466.840,63
14	\$5.193.623,16	-\$538.926,00	\$4.654.697,16	-\$1.163.674,29	\$3.491.022,87	\$96.311,80	-\$653.419,88	\$2.933.914,79	\$7.792.561,39
15	\$3.801.563,76	-\$538.926,00	\$3.262.637,76	-\$815.659,44	\$2.446.978,32	\$96.311,80	-\$714.383,96	\$1.828.906,16	\$7.966.102,95
16	\$5.767.672,93	-\$538.926,00	\$5.228.746,93	-\$1.307.186,73	\$3.921.560,19	\$96.311,80	-\$781.035,98	\$3.236.836,01	\$8.228.613,59
17	\$6.063.760,42	-\$538.926,00	\$5.524.834,42	-\$1.381.208,60	\$4.143.625,81	\$96.311,80	-\$853.906,64	\$3.386.030,98	\$8.463.323,41
18	\$6.366.646,74	-\$538.926,00	\$5.827.720,74	-\$1.456.930,18	\$4.370.790,55	\$96.311,80	-\$933.576,13	\$3.533.526,23	\$8.672.668,52

Año	UAPT	Part Trabajadores	Utilidad Antes de Impuestos	Impuesto	Utilidad Neta	Depreciación	Amortización Deudas	Flujo de Caja	VNA
19	\$6.676.966,22	-\$538.926,00	\$6.138.040,22	-\$1.534.510,06	\$4.603.530,17	\$96.311,80	-\$1.020.678,78	\$3.679.163,19	\$8.858.970,59
20	\$5.293.860,85	-\$538.926,00	\$4.754.934,85	-\$1.188.733,71	\$3.566.201,13	\$96.311,80	-\$1.115.908,11	\$2.546.604,83	\$8.969.186,51

Tabla H. 2 Flujo de caja para escenario con +5% en costos

Año	UAPT	Part Trabajadores	Utilidad Antes de Impuestos	Impuesto	Utilidad Neta	Depreciación	Amortización Deudas	Flujo de Caja	VNA
0								-\$16.430.644,65	
1	\$1.733.272,09	-\$538.926,00	\$1.194.346,09	-\$298.586,52	\$895.759,56	\$96.311,80	-\$204.918,34	\$787.153,03	\$672.780,37
2	\$1.970.058,01	-\$538.926,00	\$1.431.132,01	-\$357.783,00	\$1.073.349,01	\$96.311,80	-\$224.037,22	\$945.623,59	\$1.363.571,21
3	\$2.208.627,73	-\$538.926,00	\$1.669.701,73	-\$417.425,43	\$1.252.276,29	\$96.311,80	-\$244.939,89	\$1.103.648,21	\$2.052.656,66
4	\$2.449.147,66	-\$538.926,00	\$1.910.221,66	-\$477.555,41	\$1.432.666,24		-\$267.792,78	\$1.164.873,46	\$2.674.291,44
5	\$2.491.799,77	-\$538.926,00	\$1.952.873,77	-\$488.218,44	\$1.464.655,33	\$96.311,80	-\$292.777,85	\$1.268.189,28	\$3.252.726,71
6	\$2.936.782,99	-\$538.926,00	\$2.397.856,99	-\$599.464,25	\$1.798.392,74	\$96.311,80	-\$320.094,02	\$1.574.610,52	\$3.866.570,66
7	\$3.184.314,80	-\$538.926,00	\$2.645.388,80	-\$661.347,20	\$1.984.041,60	\$96.311,80	-\$349.958,79	\$1.730.394,61	\$4.443.130,15
8	\$3.434.633,00	-\$538.926,00	\$2.895.707,00	-\$723.926,75	\$2.171.780,25	\$96.311,80	-\$382.609,95	\$1.885.482,10	\$4.980.082,22
9	\$3.687.997,55	-\$538.926,00	\$3.149.071,55	-\$787.267,89	\$2.361.803,66	\$96.311,80	-\$418.307,45	\$2.039.808,01	\$5.476.579,11
10	\$3.741.672,68	-\$538.926,00	\$3.202.746,68	-\$800.686,67	\$2.402.060,01	\$96.311,80	-\$457.335,54	\$2.041.036,27	\$5.901.190,95
11	\$3.338.222,93	-\$538.926,00	\$2.799.296,93	-\$699.824,23	\$2.099.472,70	\$0,00	-\$500.004,95	\$1.599.467,75	\$6.185.591,88
12	\$4.469.346,63	-\$538.926,00	\$3.930.420,63	-\$982.605,16	\$2.947.815,48	\$96.311,80	-\$546.655,41	\$2.497.471,87	\$6.565.142,99
13	\$4.738.016,63	-\$538.926,00	\$4.199.090,63	-\$1.049.772,66	\$3.149.317,97	\$96.311,80	-\$597.658,36	\$2.647.971,41	\$6.909.094,40
14	\$5.011.445,19	-\$538.926,00	\$4.472.519,19	-\$1.118.129,80	\$3.354.389,40	\$96.311,80	-\$653.419,88	\$2.797.281,31	\$7.219.646,22
15	\$3.613.836,00	-\$538.926,00	\$3.074.910,00	-\$768.727,50	\$2.306.182,50	\$96.311,80	-\$714.383,96	\$1.688.110,34	\$7.379.827,92

Año	UAPT	Part Trabajadores	Utilidad Antes de Impuestos	Impuesto	Utilidad Neta	Depreciación	Amortización Deudas	Flujo de Caja	VNA
16	\$5.574.395,38	-\$538.926,00	\$5.035.469,38	-\$1.258.867,34	\$3.776.602,03	\$96.311,80	-\$781.035,98	\$3.091.877,85	\$7.630.582,31
17	\$5.864.933,08	-\$538.926,00	\$5.326.007,08	-\$1.331.501,77	\$3.994.505,31	\$96.311,80	-\$853.906,64	\$3.236.910,47	\$7.854.955,54
18	\$6.162.269,61	-\$538.926,00	\$5.623.343,61	-\$1.405.835,90	\$4.217.507,71	\$96.311,80	-\$933.576,13	\$3.380.243,38	\$8.055.219,34
19	\$6.467.039,31	-\$538.926,00	\$5.928.113,31	-\$1.482.028,33	\$4.446.084,98	\$96.311,80	-\$1.020.678	\$3.521.718,00	\$8.233.548,85
20	\$5.078.384,14	-\$538.926,00	\$4.539.458,14	-\$1.134.864,54	\$3.404.593,61	\$96.311,80	-\$1.115.908	\$2.384.997,30	\$8.336.770,46

Tabla H. 3 Flujo de caja para escenario con +10% en costos

Año	UAPT	Part Trabajadores	Utilidad Antes de Impuestos	Impuesto	Utilidad Neta	Depreciación	Amortización Deudas	Flujo de Caja	VNA
0								-\$16.540.675,3	
1	\$1.623.241,4	-\$538.926,0	\$1.084.315,4	-\$271.078,8	\$813.236,5	\$96.311,8	-\$204.918,3	\$704.630,0	\$602.247,9
2	\$1.854.477,5	-\$538.926,0	\$1.315.551,5	-\$328.887,9	\$986.663,6	\$96.311,8	-\$224.037,2	\$858.938,2	\$1.229.713,9
3	\$2.087.497,4	-\$538.926,0	\$1.548.571,4	-\$387.142,9	\$1.161.428,6	\$96.311,8	-\$244.939,9	\$1.012.800,5	\$1.862.076,7
4	\$2.322.467,6	-\$538.926,0	\$1.783.541,6	-\$445.885,4	\$1.337.656,2	\$96.311,8	-\$267.792,8	\$1.166.175,2	\$2.484.406,2
5	\$2.359.569,9	-\$538.926,0	\$1.820.643,9	-\$455.161,0	\$1.365.482,9	\$96.311,8	-\$292.777,8	\$1.169.016,9	\$3.017.607,8
6	\$2.799.003,3	-\$538.926,0	\$2.260.077,3	-\$565.019,3	\$1.695.058,0	\$96.311,8	-\$320.094,0	\$1.471.275,8	\$3.591.167,9
7	\$3.040.985,4	-\$538.926,0	\$2.502.059,4	-\$625.514,8	\$1.876.544,5	\$96.311,8	-\$349.958,8	\$1.622.897,5	\$4.131.909,8
8	\$3.285.753,8	-\$538.926,0	\$2.746.827,8	-\$686.706,9	\$2.060.120,8	\$96.311,8	-\$382.609,9	\$1.773.822,7	\$4.637.063,3
9	\$3.533.568,5	-\$538.926,0	\$2.994.642,5	-\$748.660,6	\$2.245.981,9	\$96.311,8	-\$418.307,5	\$1.923.986,2	\$5.105.368,7
10	\$3.581.693,9	-\$538.926,0	\$3.042.767,9	-\$760.692,0	\$2.282.075,9	\$96.311,8	-\$457.335,5	\$1.921.052,2	\$5.505.019,4
11	\$3.172.694,3	-\$538.926,0	\$2.633.768,3	-\$658.442,1	\$1.975.326,2	\$0,0	-\$500.004,9	\$1.475.321,3	\$5.767.345,9
12	\$4.298.268,2	-\$538.926,0	\$3.759.342,2	-\$939.835,6	\$2.819.506,7	\$96.311,8	-\$546.655,4	\$2.369.163,1	\$6.127.397,3
13	\$4.561.388,5	-\$538.926,0	\$4.022.462,5	-\$1.005.615,6	\$3.016.846,8	\$96.311,8	-\$597.658,4	\$2.515.500,3	\$6.454.141,8

Año	UAPT	Part Trabajadores	Utilidad Antes de Impuestos	Impuesto	Utilidad Neta	Depreciación	Amortización Deudas	Flujo de Caja	VNA
14	\$4.829.267,2	-\$538.926,0	\$4.290.341,2	-\$1.072.585,3	\$3.217.755,9	\$96.311,8	-\$653.419,9	\$2.660.647,8	\$6.749.524,6
15	\$3.426.108,2	-\$538.926,0	\$2.887.182,2	-\$721.795,6	\$2.165.386,7	\$96.311,8	-\$714.384,0	\$1.547.314,5	\$6.896.346,5
16	\$5.381.117,8	-\$538.926,0	\$4.842.191,8	-\$1.210.548,0	\$3.631.643,9	\$96.311,8	-\$781.036,0	\$2.946.919,7	\$7.135.344,6
17	\$5.666.105,7	-\$538.926,0	\$5.127.179,7	-\$1.281.794,9	\$3.845.384,8	\$96.311,8	-\$853.906,6	\$3.087.790,0	\$7.349.381,3
18	\$5.957.892,5	-\$538.926,0	\$5.418.966,5	-\$1.354.741,6	\$4.064.224,9	\$96.311,8	-\$933.576,1	\$3.226.960,5	\$7.540.563,8
19	\$6.257.112,4	-\$538.926,0	\$5.718.186,4	-\$1.429.546,6	\$4.288.639,8	\$96.311,8	-\$1.020.678	\$3.364.272,8	\$7.710.920,7
20	\$4.862.907,4	-\$538.926,0	\$4.323.981,4	-\$1.080.995,4	\$3.242.986,1	\$96.311,8	-\$1.115.908	\$2.223.389,8	\$7.807.148,0

Tabla H. 4 Flujo de caja para escenario con -10% en ingresos

Año	UAPT	Part Trabajadores	Utilidad Antes de Impuestos	Impuesto	Utilidad Neta	Depreciación	Amortización Deudas	Flujo de Caja	VNA
0								-\$16.320.613,9	
1	\$1.327.769,5	-\$538.926,0	\$788.843,5	-\$197.210,9	\$591.632,6	\$96.311,8	-\$204.918,3	\$483.026,1	\$412.842,8
2	\$1.536.684,0	-\$538.926,0	\$997.758,0	-\$249.439,5	\$748.318,5	\$96.311,8	-\$224.037,2	\$620.593,1	\$866.194,5
3	\$1.747.382,2	-\$538.926,0	\$1.208.456,2	-\$302.114,1	\$906.342,2	\$96.311,8	-\$244.939,9	\$757.714,1	\$1.339.288,8
4	\$1.960.030,7	-\$538.926,0	\$1.421.104,7	-\$355.276,2	\$1.065.828,5	\$96.311,8	-\$267.792,8	\$894.347,5	\$1.816.557,4
5	\$1.974.811,3	-\$538.926,0	\$1.435.885,3	-\$358.971,3	\$1.076.914,0	\$96.311,8	-\$292.777,8	\$880.447,9	\$2.218.139,6
6	\$2.391.923,1	-\$538.926,0	\$1.852.997,1	-\$463.249,3	\$1.389.747,8	\$96.311,8	-\$320.094,0	\$1.165.965,6	\$2.672.677,9
7	\$2.611.583,4	-\$538.926,0	\$2.072.657,4	-\$518.164,4	\$1.554.493,1	\$96.311,8	-\$349.958,8	\$1.300.846,1	\$3.106.113,8
8	\$2.834.030,1	-\$538.926,0	\$2.295.104,1	-\$573.776,0	\$1.721.328,1	\$96.311,8	-\$382.609,9	\$1.435.030,0	\$3.514.785,1
9	\$3.059.523,2	-\$538.926,0	\$2.520.597,2	-\$630.149,3	\$1.890.447,9	\$96.311,8	-\$418.307,5	\$1.568.452,3	\$3.896.552,2
10	\$3.085.326,9	-\$538.926,0	\$2.546.400,9	-\$636.600,2	\$1.909.800,6	\$96.311,8	-\$457.335,5	\$1.548.776,9	\$4.218.755,7
11	\$2.654.005,6	-\$538.926,0	\$2.115.079,6	-\$528.769,9	\$1.586.309,7	\$0,0	-\$500.004,9	\$1.086.304,8	\$4.411.911,3

Año	UAPT	Part Trabajadores	Utilidad Antes de Impuestos	Impuesto	Utilidad Neta	Depreciación	Amortización Deudas	Flujo de Caja	VNA
12	\$3.757.257,9	-\$538.926,0	\$3.218.331,9	-\$804.583,0	\$2.413.748,9	\$96.311,8	-\$546.655,4	\$1.963.405,3	\$4.710.298,1
13	\$3.998.056,4	-\$538.926,0	\$3.459.130,4	-\$864.782,6	\$2.594.347,8	\$96.311,8	-\$597.658,4	\$2.093.001,2	\$4.982.163,1
14	\$4.243.613,5	-\$538.926,0	\$3.704.687,5	-\$926.171,9	\$2.778.515,6	\$96.311,8	-\$653.419,9	\$2.221.407,5	\$5.228.781,9
15	\$2.818.132,8	-\$538.926,0	\$2.279.206,8	-\$569.801,7	\$1.709.405,1	\$96.311,8	-\$714.384,0	\$1.091.333,0	\$5.332.336,5
16	\$4.750.820,7	-\$538.926,0	\$4.211.894,7	-\$1.052.973,7	\$3.158.921,0	\$96.311,8	-\$781.036,0	\$2.474.196,9	\$5.532.996,3
17	\$5.013.487,0	-\$538.926,0	\$4.474.561,0	-\$1.118.640,2	\$3.355.920,7	\$96.311,8	-\$853.906,6	\$2.598.325,9	\$5.713.104,7
18	\$5.282.952,0	-\$538.926,0	\$4.744.026,0	-\$1.186.006,5	\$3.558.019,5	\$96.311,8	-\$933.576,1	\$2.720.755,2	\$5.874.296,9
19	\$5.559.850,2	-\$538.926,0	\$5.020.924,2	-\$1.255.231,1	\$3.765.693,2	\$96.311,8	-\$1.020.678,8	\$2.841.326,2	\$6.018.173,3
20	\$4.143.323,6	-\$538.926,0	\$3.604.397,6	-\$901.099,4	\$2.703.298,2	\$96.311,8	-\$1.115.908,1	\$1.683.701,9	\$6.091.043,2

Tabla H. 5 Flujo de caja para escenario con +10% en ingresos

Año	UAPT	Part Trabajadores	Utilidad Antes de Impuestos	Impuesto	Utilidad Neta	Depreciación	Amortización Deudas	Flujo de Caja	VNA
0								\$16.320.613,95	
1	\$2.101.069,41	-\$538.926,00	\$1.562.143,41	-\$390.535,85	\$1.171.607,56	\$96.311,80	-\$204.918,34	\$1.063.001,02	\$908.547,88
2	\$2.360.115,75	-\$538.926,00	\$1.821.189,75	-\$455.297,44	\$1.365.892,32	\$96.311,80	-\$224.037,22	\$1.238.166,90	\$1.813.045,58
3	\$2.620.945,89	-\$538.926,00	\$2.082.019,89	-\$520.504,97	\$1.561.514,92	\$96.311,80	-\$244.939,89	\$1.412.886,83	\$2.695.210,52
4	\$2.883.726,25	-\$538.926,00	\$2.344.800,25	-\$586.200,06	\$1.758.600,19	\$96.311,80	-\$267.792,78	\$1.587.119,21	\$3.542.176,76
5	\$2.948.638,78	-\$538.926,00	\$2.409.712,78	-\$602.428,19	\$1.807.284,58	\$96.311,80	-\$292.777,85	\$1.610.818,54	\$4.276.889,06
6	\$3.415.882,42	-\$538.926,00	\$2.876.956,42	-\$719.239,10	\$2.157.717,31	\$96.311,80	-\$320.094,02	\$1.933.935,09	\$5.030.811,59
7	\$3.685.674,65	-\$538.926,00	\$3.146.748,65	-\$786.687,16	\$2.360.061,49	\$96.311,80	-\$349.958,79	\$2.106.414,50	\$5.732.659,17

Año	UAPT	Part Trabajadores	Utilidad Antes de Impuestos	Impuesto	Utilidad Neta	Depreciación	Amortización Deudas	Flujo de Caja	VNA
8	\$3.958.253,27	-\$538.926,00	\$3.419.327,27	-\$854.831,82	\$2.564.495,46	\$96.311,80	-\$382.609,95	\$2.278.197,31	\$6.381.449,60
9	\$4.233.878,25	-\$538.926,00	\$3.694.952,25	-\$923.738,06	\$2.771.214,19	\$96.311,80	-\$418.307,45	\$2.449.218,53	\$6.977.598,55
10	\$4.309.813,80	-\$538.926,00	\$3.770.887,80	-\$942.721,95	\$2.828.165,85	\$96.311,80	-\$457.335,54	\$2.467.142,11	\$7.490.856,34
11	\$3.928.624,47	-\$538.926,00	\$3.389.698,47	-\$847.424,62	\$2.542.273,85	\$0,00	-\$500.004,95	\$2.042.268,91	\$7.853.991,62
12	\$5.082.008,59	-\$538.926,00	\$4.543.082,59	-\$1.135.770,65	\$3.407.311,95	\$96.311,80	-\$546.655,41	\$2.956.968,34	\$8.303.374,30
13	\$5.372.939,01	-\$538.926,00	\$4.834.013,01	-\$1.208.503,25	\$3.625.509,76	\$96.311,80	-\$597.658,36	\$3.124.163,20	\$8.709.179,41
14	\$5.668.628,00	-\$538.926,00	\$5.129.702,00	-\$1.282.425,50	\$3.847.276,50	\$96.311,80	-\$653.419,88	\$3.290.168,42	\$9.074.451,14
15	\$4.293.279,23	-\$538.926,00	\$3.754.353,23	-\$938.588,31	\$2.815.764,92	\$96.311,80	-\$714.383,96	\$2.197.692,76	\$9.282.986,19
16	\$6.276.099,03	-\$538.926,00	\$5.737.173,03	-\$1.434.293,26	\$4.302.879,77	\$96.311,80	-\$781.035,98	\$3.618.155,59	\$9.576.422,23
17	\$6.588.897,15	-\$538.926,00	\$6.049.971,15	-\$1.512.492,79	\$4.537.478,36	\$96.311,80	-\$853.906,64	\$3.779.883,52	\$9.838.432,77
18	\$6.908.494,10	-\$538.926,00	\$6.369.568,10	-\$1.592.392,03	\$4.777.176,08	\$96.311,80	-\$933.576,13	\$3.939.911,75	\$10.071.854,34
19	\$7.235.524,22	-\$538.926,00	\$6.696.598,22	-\$1.674.149,55	\$5.022.448,66	\$96.311,80	-\$1.020.678,78	\$4.098.081,69	\$10.279.369,22
20	\$5.869.129,47	-\$538.926,00	\$5.330.203,47	-\$1.332.550,87	\$3.997.652,60	\$96.311,80	-\$1.115.908,11	\$2.978.056,30	\$10.408.258,16

Tabla H. 6 Flujo de caja para escenario con +20% en ingresos

Año	UAPT	Part Trabajadores	Utilidad Antes de Impuestos	Impuesto	Utilidad Neta	Depreciación	Amortización Deudas	Flujo de Caja	VNA
0								-\$16.320.613,95	
1	\$2.358.836,04	-\$538.926,00	\$1.819.910,04	-\$454.977,51	\$1.364.932,53	\$96.311,80	-\$204.918,34	\$1.256.325,99	\$1.073.782,90
2	\$2.634.593,01	-\$538.926,00	\$2.095.667,01	-\$523.916,75	\$1.571.750,26	\$96.311,80	-\$224.037,22	\$1.444.024,84	\$2.128.662,62
3	\$2.912.133,78	-\$538.926,00	\$2.373.207,78	-\$593.301,95	\$1.779.905,84	\$96.311,80	-\$244.939,89	\$1.631.277,75	\$3.147.184,41
4	\$3.191.624,77	-\$538.926,00	\$2.652.698,77	-\$663.174,69	\$1.989.524,08	\$96.311,80	-\$267.792,78	\$1.818.043,10	\$4.117.383,20
5	\$3.273.247,93	-\$538.926,00	\$2.734.321,93	-\$683.580,48	\$2.050.741,45	\$96.311,80	-\$292.777,85	\$1.854.275,40	\$4.963.138,89

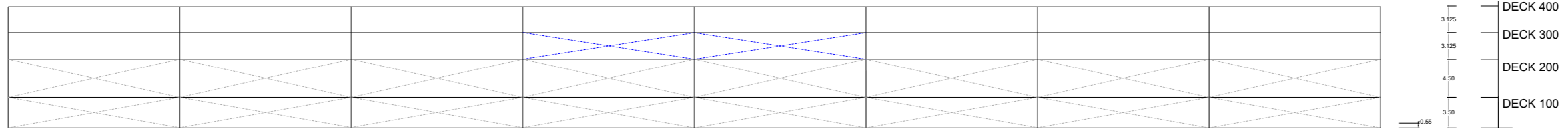
Año	UAPT	Part Trabajadores	Utilidad Antes de Impuestos	Impuesto	Utilidad Neta	Depreciación	Amortización Deudas	Flujo de Caja	VNA
6	\$3.757.202,20	-\$538.926,00	\$3.218.276,20	-\$804.569,05	\$2.413.707,15	\$96.311,80	-\$320.094,02	\$2.189.924,93	\$5.816.856,14
7	\$4.043.705,07	-\$538.926,00	\$3.504.779,07	-\$876.194,77	\$2.628.584,30	\$96.311,80	-\$349.958,79	\$2.374.937,31	\$6.608.174,27
8	\$4.332.994,32	-\$538.926,00	\$3.794.068,32	-\$948.517,08	\$2.845.551,24	\$96.311,80	-\$382.609,95	\$2.559.253,09	\$7.337.004,45
9	\$4.625.329,93	-\$538.926,00	\$4.086.403,93	-\$1.021.600,98	\$3.064.802,95	\$96.311,80	-\$418.307,45	\$2.742.807,29	\$8.004.613,99
10	\$4.717.976,11	-\$538.926,00	\$4.179.050,11	-\$1.044.762,53	\$3.134.287,58	\$96.311,80	-\$457.335,54	\$2.773.263,84	\$8.581.556,55
11	\$4.353.497,41	-\$538.926,00	\$3.814.571,41	-\$953.642,85	\$2.860.928,56	\$0,00	-\$500.004,95	\$2.360.923,61	\$9.001.351,73
12	\$5.523.592,17	-\$538.926,00	\$4.984.666,17	-\$1.246.166,54	\$3.738.499,63	\$96.311,80	-\$546.655,41	\$3.288.156,02	\$9.501.066,38
13	\$5.831.233,21	-\$538.926,00	\$5.292.307,21	-\$1.323.076,80	\$3.969.230,41	\$96.311,80	-\$597.658,36	\$3.467.883,85	\$9.951.518,19
14	\$6.143.632,84	-\$538.926,00	\$5.604.706,84	-\$1.401.176,71	\$4.203.530,13	\$96.311,80	-\$653.419,88	\$3.646.422,05	\$10.356.340,90
15	\$4.784.994,69	-\$538.926,00	\$4.246.068,69	-\$1.061.517,17	\$3.184.551,52	\$96.311,80	-\$714.383,96	\$2.566.479,36	\$10.599.869,43
16	\$6.784.525,13	-\$538.926,00	\$6.245.599,13	-\$1.561.399,78	\$4.684.199,35	\$96.311,80	-\$781.035,98	\$3.999.475,17	\$10.924.230,87
17	\$7.114.033,88	-\$538.926,00	\$6.575.107,88	-\$1.643.776,97	\$4.931.330,91	\$96.311,80	-\$853.906,64	\$4.173.736,07	\$11.213.542,13
18	\$7.450.341,47	-\$538.926,00	\$6.911.415,47	-\$1.727.853,87	\$5.183.561,60	\$96.311,80	-\$933.576,13	\$4.346.297,27	\$11.471.040,16
19	\$7.794.082,21	-\$538.926,00	\$7.255.156,21	-\$1.813.789,05	\$5.441.367,16	\$96.311,80	-\$1.020.678,78	\$4.517.000,18	\$11.699.767,85
20	\$6.444.398,10	-\$538.926,00	\$5.905.472,10	-\$1.476.368,03	\$4.429.104,08	\$96.311,80	-\$1.115.908,11	\$3.409.507,77	\$11.847.329,82

APÉNDICE I
PLANOS

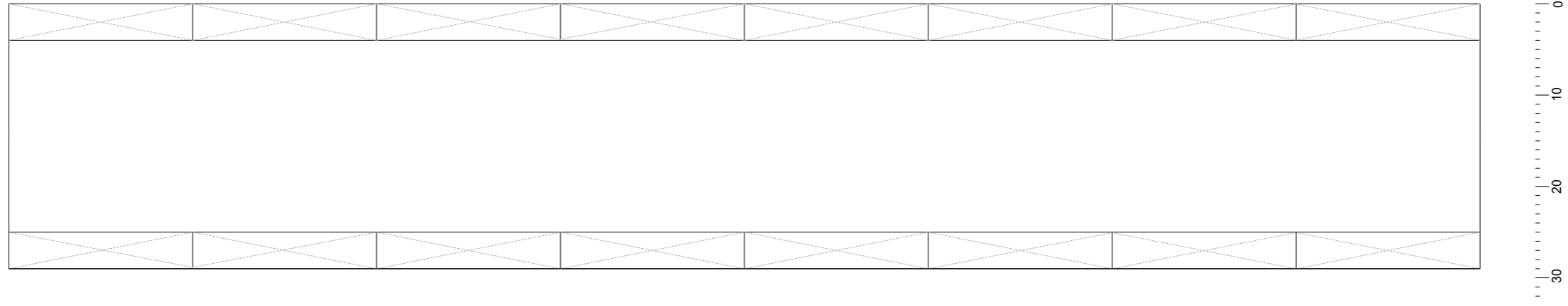
PLANO 1 Línea de formas de Dique Flotante de 160m

PLANO DE LÍNEAS DE FORMAS

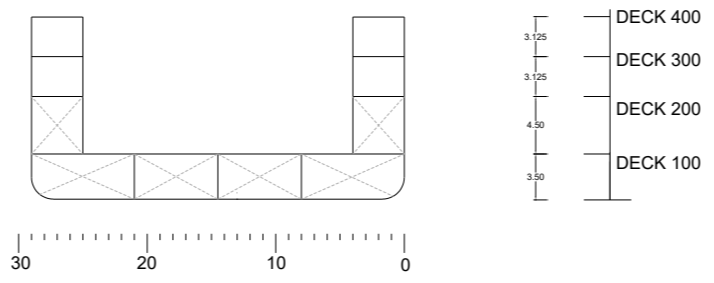
STARBOARD VIEW




PLAN VIEW -DECK 200



MIDSHIP SECTION

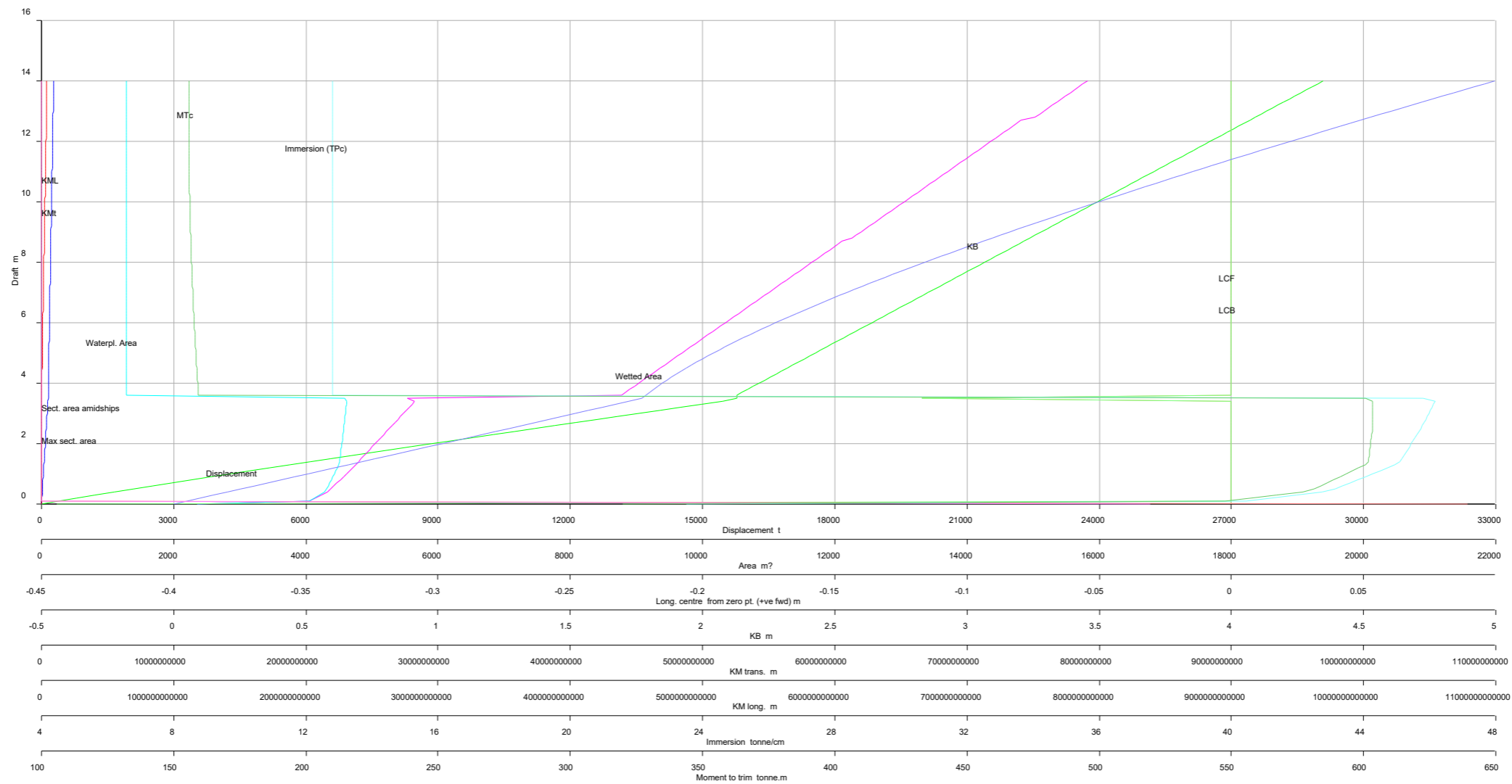


Main Dimensions	
Lenght Over All	160.00 m
Beam	29.00 m
Internal Beam	21.00 m
Depht	14.25 m
Max Draft	13.25 m
 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL	
Floating Drydock	
DRAWN BY: Daniela Marocho L.; Victor Vera C. DATE: 25/06/21	
Parallel: 1	SCALE: 1:830
FORMAT: A3	

PLANO 2 Curvas Hidrostáticas de Dique Flotante de 160 m

Dique Flotante

Curvas Hidrásticas



Dimensiones Principales

Eslora	160.00 m
Manga	29.00 m
Manga Interna	21.00 m
Puntal	14.25 m
Max. Calado	13.25 m

espol

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

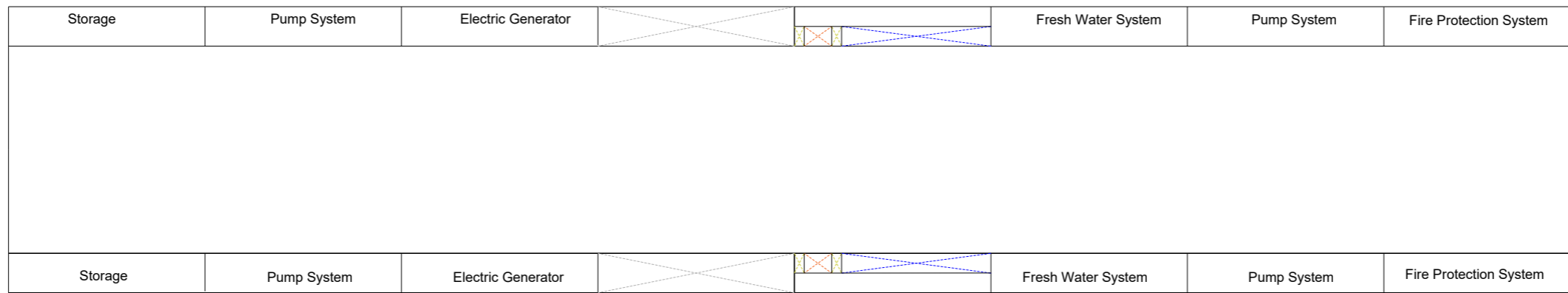
Dique Flotante

DRAWN BY: Daniela Morochó L.; Víctor Vera C. Fecha: 29/06/21
 Parallel: 1 SCALE: 1:251 FORMAT: A4

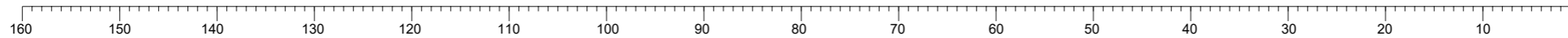
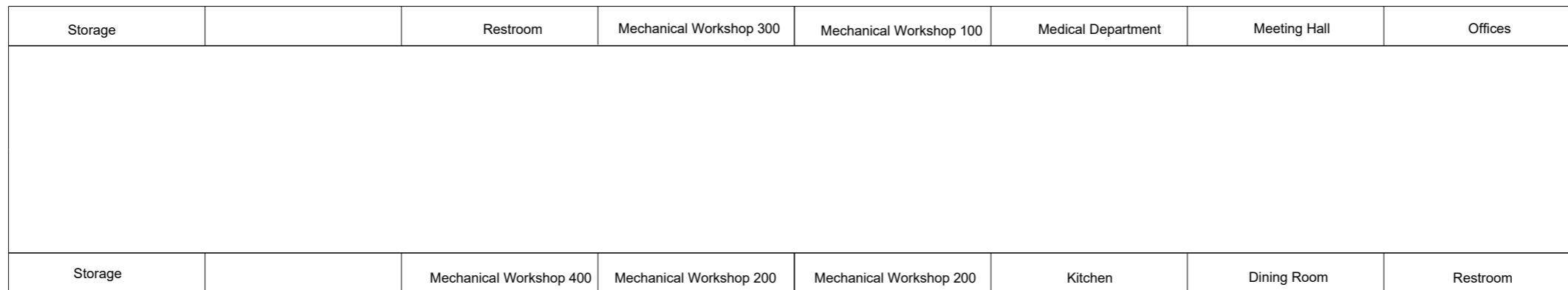
PLANO 3 Arreglo General de Dique Flotante de 160 m

GENERAL ARRANGEMENT

PLAN VIEW -DECK 300



PLAN VIEW -DECK 400



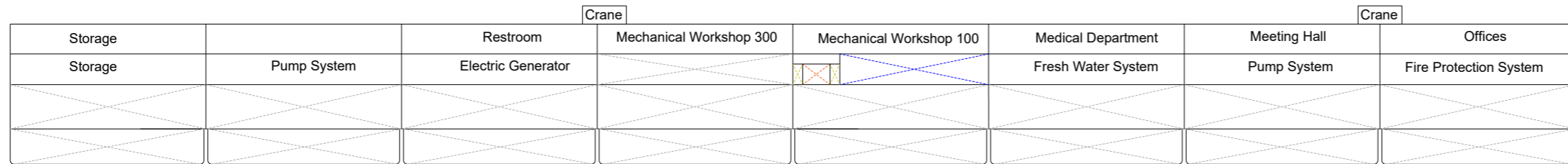
-  Water Ballast Tank
-  Fuel Tank
-  Fresh Water Tank
-  Cofferdam

Main Dimensions	
Lenght Over All	160.00 m
Beam	29.00 m
Internal Beam	21.00 m
Depht	14.25 m
Max Draft	13.25 m
espol ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL	
Floating Drydock	
DRAWN BY: Daniela Moracho L.; Victor Vera C. DATE: 25/06/21	
Paralel: 1	SCALE: 1:830
7	8
FORMAT: A3	

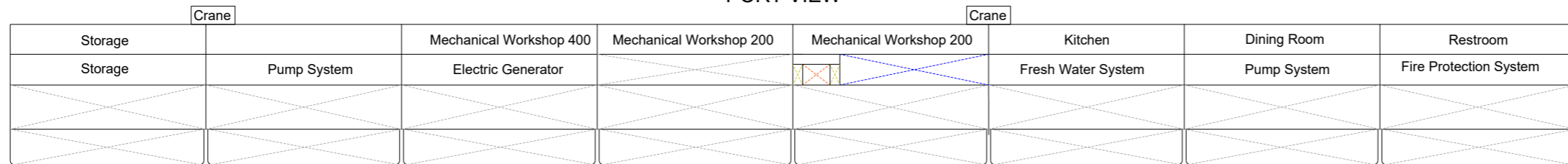
PLANO 4 Arreglo General de Dique Flotante de 160 m

GENERAL ARRANGEMENT

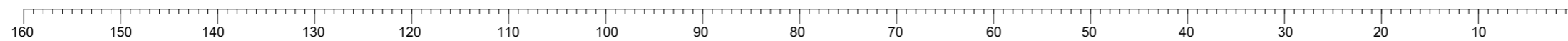
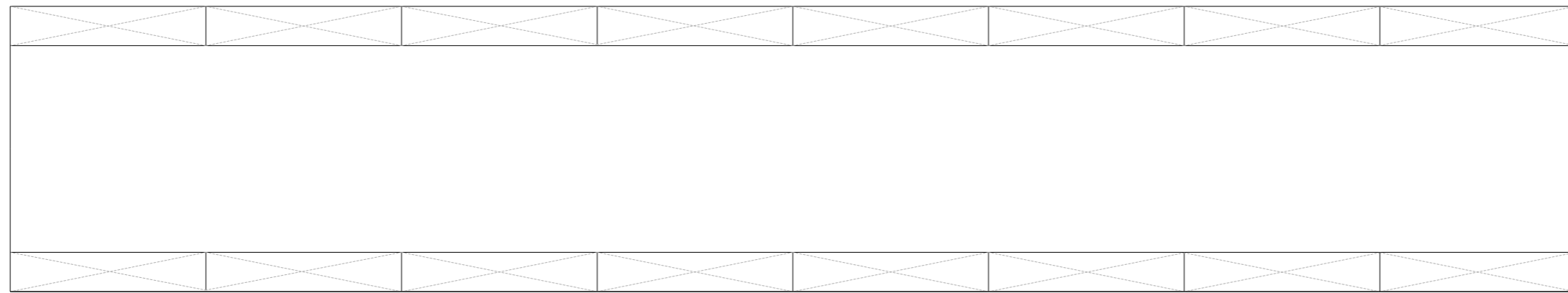
STARBOARD VIEW



PORT VIEW

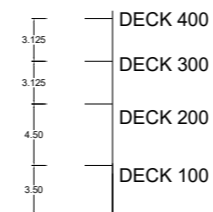
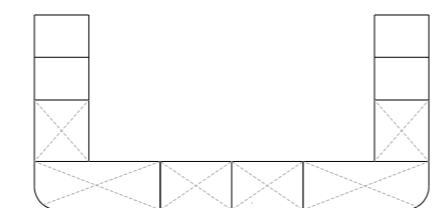


PLAN VIEW -DECK 200



MIDSHIP SECTION

- Water Ballast Tank
- Fuel Tank
- Fresh Water Tank
- Cofferdam



Main Dimensions

Lenght Over All	160.00 m
Beam	29.00 m
Internal Beam	21.00 m
Depht	14.25 m
Max Draft	13.25 m

espol ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Floating Drydock

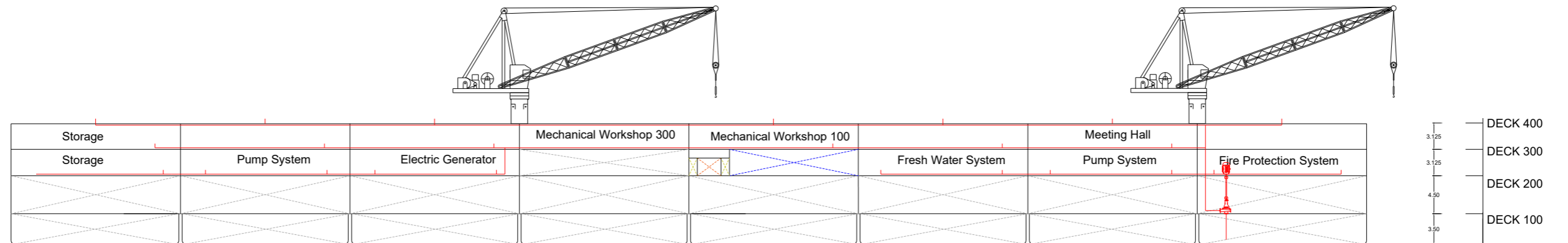
DRAWN BY: Daniela Moracho L.; Victor Vera C. DATE: 25/06/21

Parallel: 1 SCALE: 1:830 FORMAT: A3

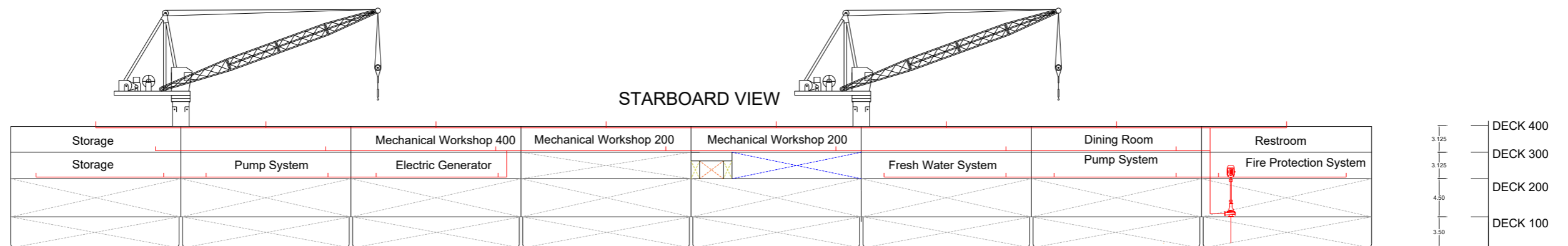
PLANO 5 Circuito de Sistema Auxiliar de Contraincendios de Dique Flotante de 160 m


CIRCUITO DE TUBERÍAS CONTRA INCENDIO

PORT VIEW



STARBOARD VIEW



-  Water Ballast Tank
-  Fuel Tank
-  Fresh Water Tank
-  Cofferdam

Main Dimensions

Lenght Over All	160.00 m
Beam	29.00 m
Internal Beam	21.00 m
Depht	14.25 m
Max Draft	13.25 m

espol

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Floating Drydock

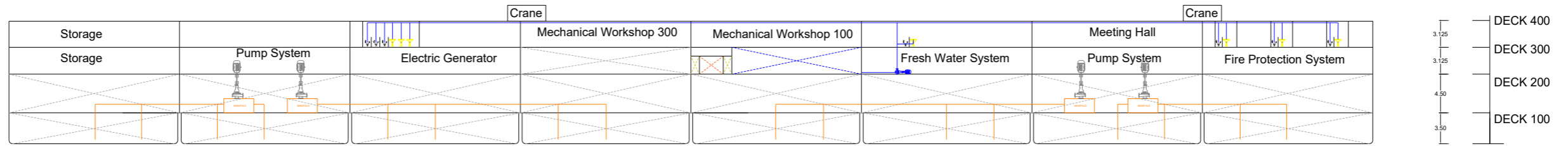
DRAWN BY: Daniela Marocho L.; Victor Vera C. DATE: 25/06/21

Parallel: 1 SCALE: 1:830 FORMAT: A3

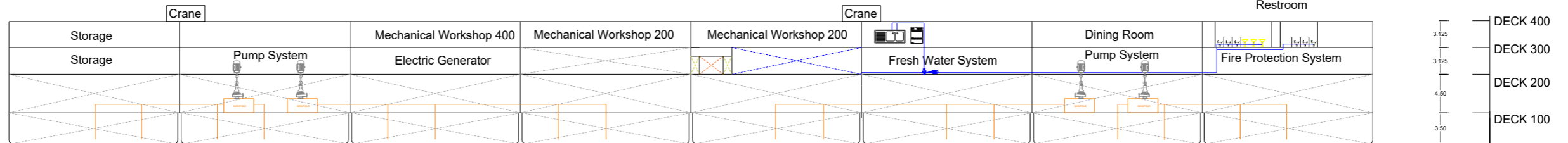
PLANO 6 Circuito de Sistema Auxiliar de Maniobra de Dique Flotante de 160 m

CIRCUITO DE TUBERÍAS MANIOBRA

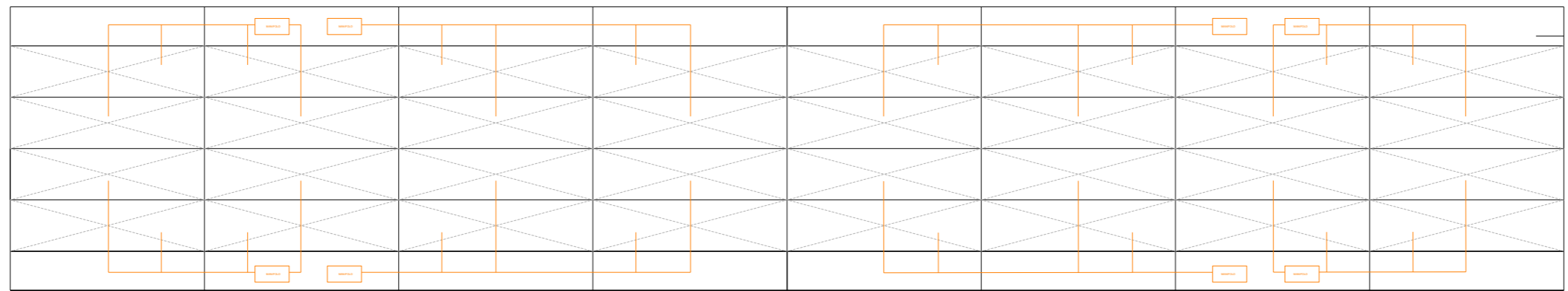
PORT VIEW



STARBOARD VIEW



PLAN VIEW -DECK 100



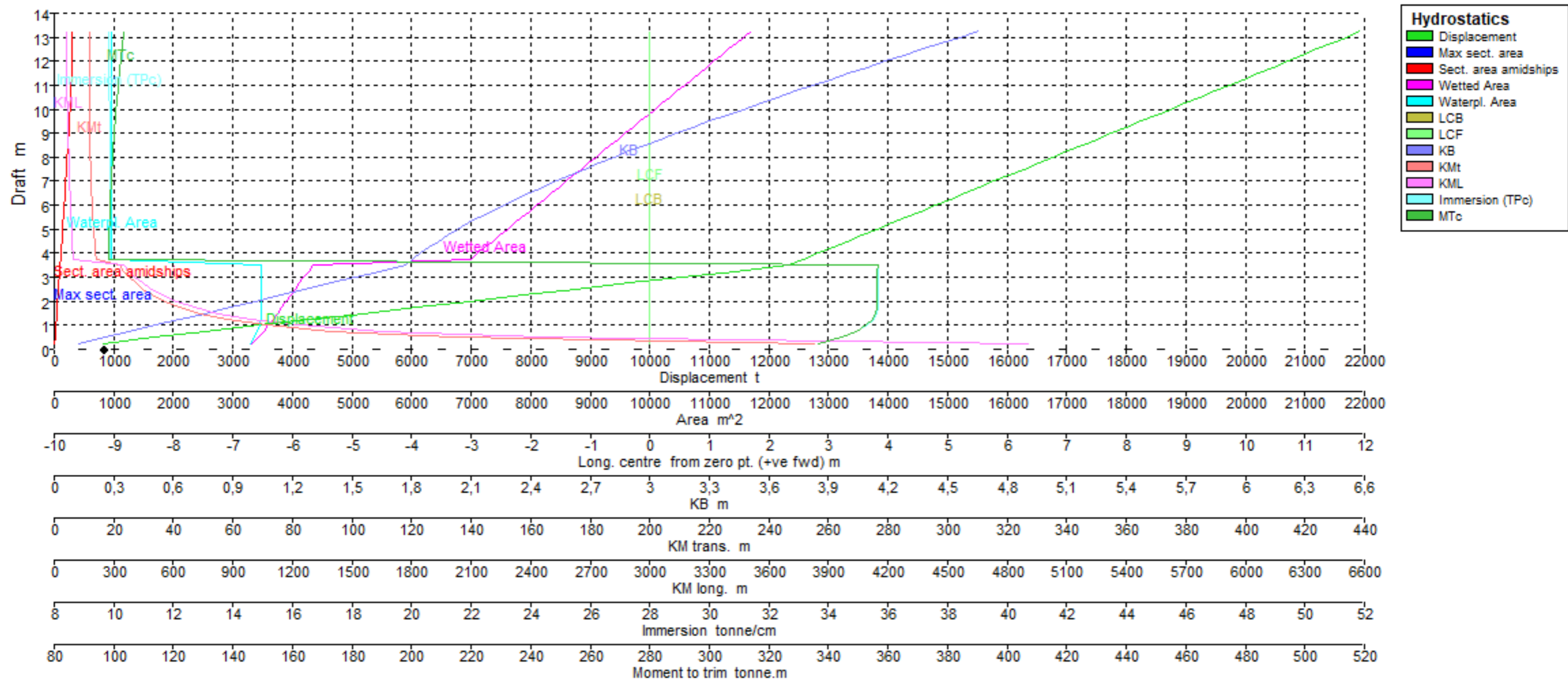
-  Water Ballast Tank
-  Fuel Tank
-  Fresh Water Tank
-  Cofferdam

Main Dimensions

Lenght Over All	160.00 m
Beam	29.00 m
Internal Beam	21.00 m
Depht	14.25 m
Max Draft	13.25 m

espol ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL	
Floating Drydock	
DRAWN BY: Daniela Morocha L.; Victor Vera C. DATE: 25/06/21	
Parallel: 1	SCALE: 1:830
FORMAT: A3	

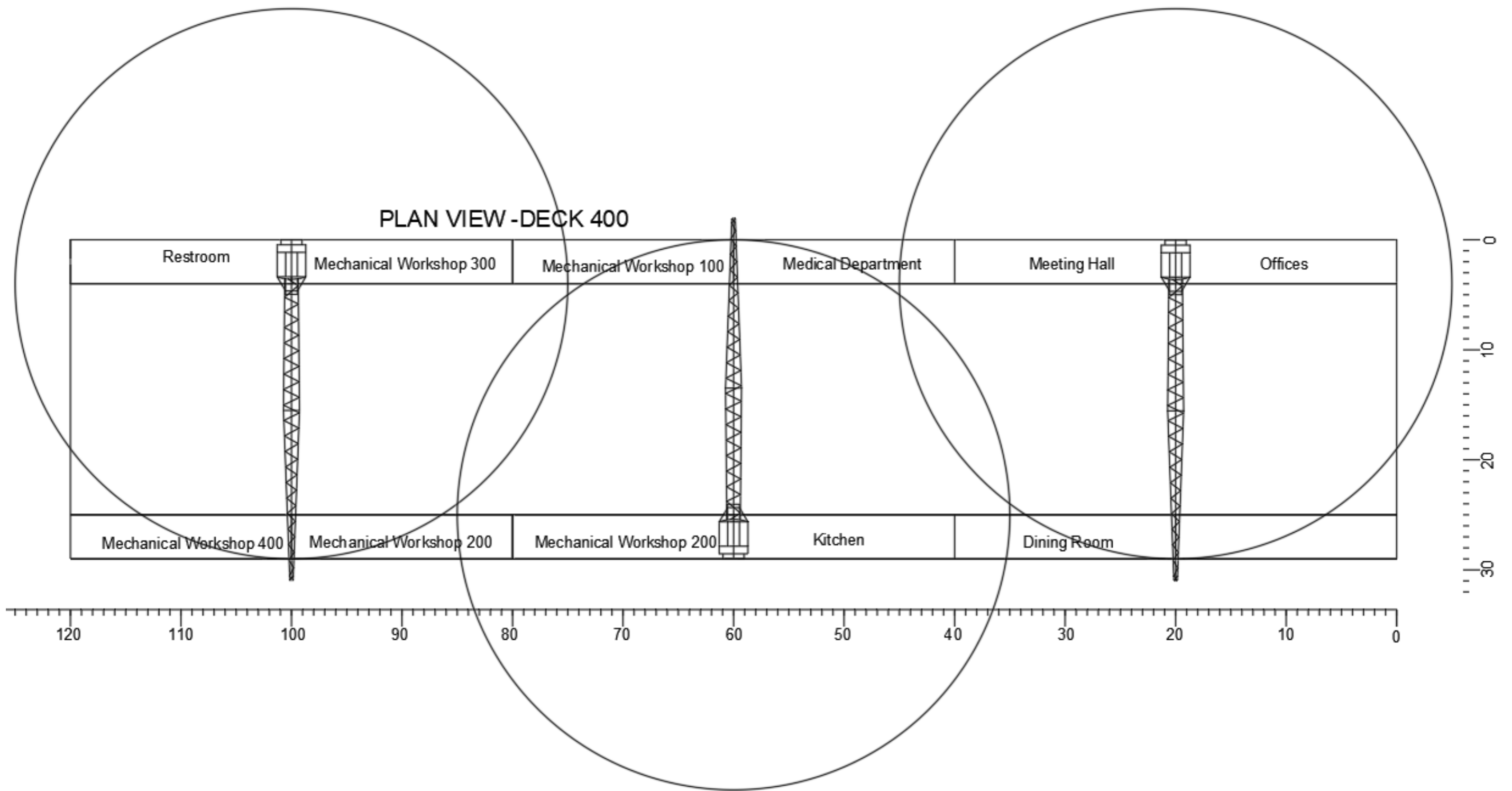
PLANO 7 Curvas Hidrostáticas de Dique Flotante de 120 m



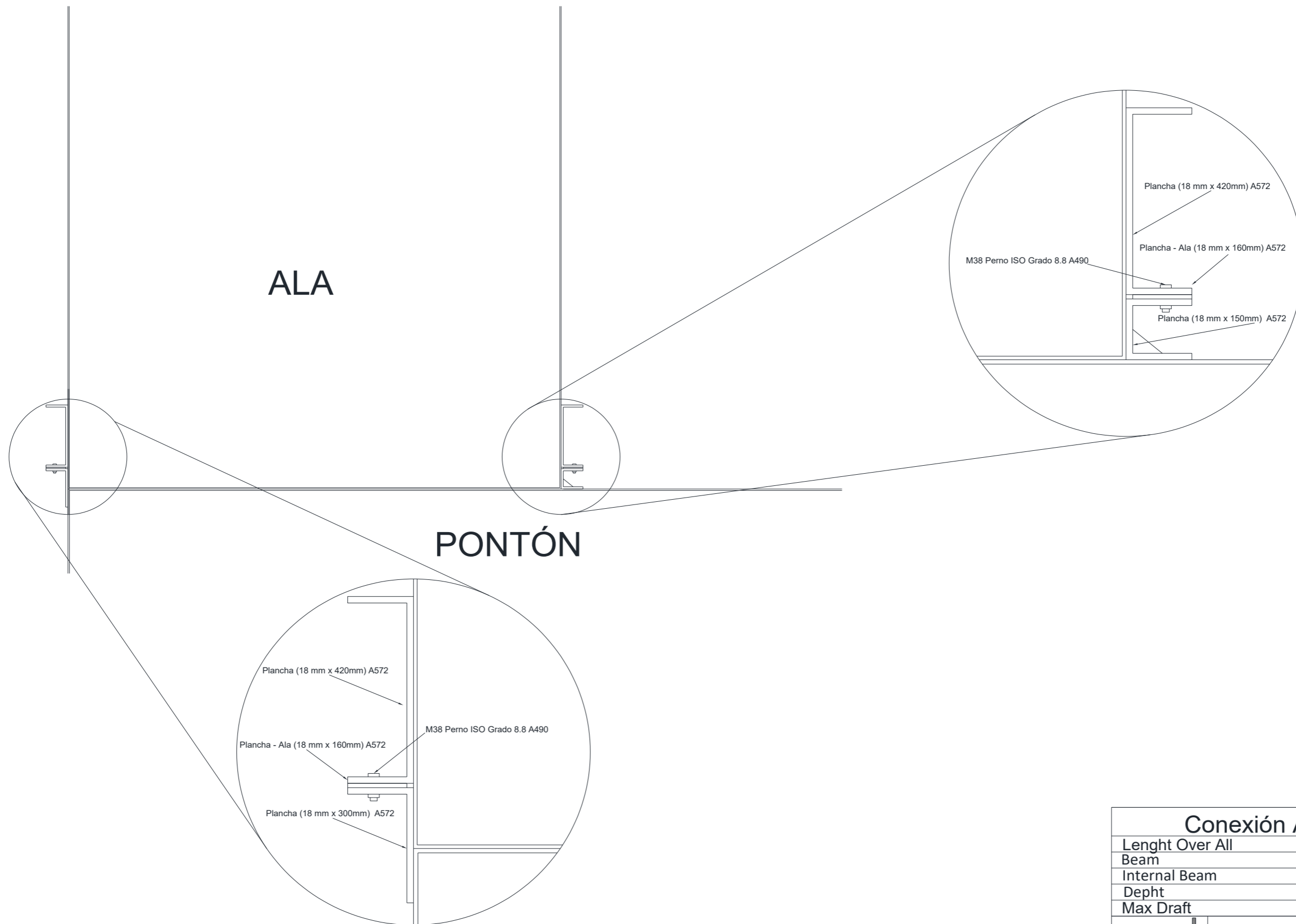
Draft = 0,000 m Displacement = 824,080 t


PLANO 8 Radio de cobertura de las grúas

PLAN VIEW - DECK 400



PLANO 9 Detalle de Conexión Ala - Pontón



Conexión Ala - Pontón	
Lenght Over All	120.00 m
Beam	29.00 m
Internal Beam	21.00 m
Depht	14.25 m
Max Draft	13.25 m
 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL	
Floating Drydock	
DRAWN BY: Daniela Morocho L.; Victor Vero C.	DATE: 21/01/22
Parallel: 1	SCALE: 1:42
	FORMAT: A4