

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA NAVAL



**Diseño de una embarcación tipo catamarán para el servicio turístico en la
bahía de Chimbote y Samanco**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO NAVAL**

AUTOR

José Luis Francisco Bances Pizarro

ASESOR

Manuel Arcenio Urcia Larios

<https://orcid.org/0000-0003-2330-1300>

Chiclayo, 2024

**Diseño de una embarcación tipo catamarán para el servicio turístico
en la bahía de Chimbote y Samanco**

PRESENTADA POR

José Luis Francisco Bances Pizarro

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO NAVAL

APROBADA POR

Luis Alberto Gonzales Bazán
PRESIDENTE

Lucio Antonio Llontop Mendoza
SECRETARIO

Manuel Arcenio Urcia Larios
VOCAL

Dedicatoria

“Dios demuestra su perfección el día que nos asigna a una madre, creo yo que el mayor acto de amor que tuvo conmigo fue darme el honor de ser tu hijo”. A mi madre Lidia que con su amor, consejos y apoyo incondicional fue mi motivación que me llevó a avanzar en cada uno de los procesos vividos, A mi padre Santos que, con su ejemplo de lucha constante, pasión y entrega siempre estuvo impulsándome para no rendirme y seguir con mis metas, Ly, Dianita, que siempre me ayudaron y me extendieron de su mano en los tiempos más difíciles, por provocar en mí el deseo de superación y ansias de triunfo en la vida.

Agradecimiento

A Dios en primer lugar por ser quien tiene el control de mi vida, guía mis pasos, me brinda la fuerza, salud y me permite seguir fortaleciéndome día a día. Agradezco especialmente a mis docentes, Ing. Manuel Urcia, por su valiosa enseñanza, paciencia, exigencia, por tomarse el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos y encaminarme siempre por el camino correcto, al Ing. Juárez por su apoyo incondicional y buena disposición a lo largo de la carrera universitaria, al Ing. Jiménez por la ayuda brindada y a todos los ingenieros de la facultad que de algún modo nos formaron para ser buenos y excelentes personas.

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE
INTERNET

1%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Politécnica de Madrid Trabajo del estudiante	1%
3	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Unviersidad de Granada Trabajo del estudiante	1%
5	oa.upm.es Fuente de Internet	1%
6	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
7	repositorio.upct.es Fuente de Internet	1%
8	sdot.pcm.gob.pe Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Southampton Solent University Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Lista de tablas	7
Lista de figuras	8
Lista de gráficos	9
Lista de anexos	10
Resumen	11
Abstract	12
1. Introducción	13
2. Objetivos	17
2.1. Objetivo general	17
2.2. Objetivos específicos	17
3. Marco teórico	17
3.1. Antecedentes	17
3.2. Bases teóricas científicas	20
3.2.1. Definición de embarcación de recreo	20
3.2.2. Estudio del catamarán	20
3.2.3. Fundamentos teóricos	25
4. Marco metodológico	32
4.1. Tipos y niveles de investigación	32
4.1.1. Enfoque	32
4.1.2. Tipo	32
4.2. Diseño de investigación	32
4.3. Población y muestra	32
4.3.1. Población:	32
4.4. Criterios y selección	33
4.5. Operación variable	33
4.5.1. Variable dependiente:	33
4.5.2. Variable independiente:	33
4.6. Técnicas e instrumentos de redacción de datos	33
4.6.1. Técnicas	33
4.6.2. Instrumentos	33
4.7. Procesamiento de recolección de datos	33
4.8. Procesamiento y análisis de datos	33
4.9. Matriz de consistencia	34
5. Análisis y diseño	34

5.1.	Análisis de la zona.....	34
5.1.1.	Entorno de la región	34
5.1.2.	Entorno de la zona proyecto.....	36
5.1.3.	Características socio económicas y turísticas de la zona	38
5.2.	Misión.....	41
5.2.1.	Logística de transporte	41
5.2.2.	Ruta	41
5.2.3.	Capacidad de carga.....	41
5.2.4.	Velocidad	42
5.3.	Función	42
5.3.1.	Sistema buque	42
5.3.2.	Dimensiones base.....	42
5.3.3.	Dimensiones principales	53
5.4.	Forma.....	53
5.4.1.	Forma geométrica.....	53
5.4.2.	Disposición de espacio	55
5.4.3.	Hidrostática	58
5.4.4.	Estructura del casco.....	65
5.5.	Performance.....	83
5.5.1.	Resistencia y potencia	83
5.5.2.	Balance de pesos	86
5.5.3.	Estabilidad.....	86
5.6.	Economía	103
5.6.1.	Realizar la evaluación económica del proyecto	103
5.7.	Proyecto	109
5.7.1.	Proyecto ejecutivo final.....	109
6.	Conclusiones	113
7.	Recomendaciones.....	114
8.	bibliografía	115
9.	Anexos.....	118

Lista de tablas

Tabla N° 1. Arribo a establecimiento de hospedaje según región	16
Tabla N° 2. Llegada anual de turistas internacionales	18
Tabla N° 3. Recorrido de acceso a la región	35
Tabla N° 4 Ubicación y superficie de los distritos de la provincia de Santa	37
Tabla N° 5. Límites de la provincia de Santa.....	37
Tabla N° 6. Límites de la bahía de Chimbote	38
Tabla N° 7. Límites de la bahía de Samanco	38
Tabla N° 8. Arribos de huéspedes nacionales y extranjeros 2016- 2018.....	39
Tabla N° 9. Lugares más visitados en la región Áncash.....	39
Tabla N° 10. Arribos a la ciudad de Áncash.....	40
Tabla N° 11. Características del turista que visitan Áncash	40
Tabla N° 12. Evolución de oferta de plazas - camas.....	41
Tabla N° 13. Condiciones iniciales	42
Tabla N° 14. Datos principales del buque White Bay.....	43
Tabla N° 15. Datos principales del buque Sstandarrd LH 33.....	43
Tabla N° 16. Datos principales del buque Wana	44
Tabla N° 17. Datos principales del buque Me-Mel.....	44
Tabla N° 18. Datos principales del buque George Bass II	45
Tabla N° 19. Datos principales del buque LH- 73 Sport	45
Tabla N° 20. Datos principales del buque CatMarine 39.....	46
Tabla N° 21. Base de datos de embarcaciones similares	46
Tabla N° 22. Dimensiones finales.....	53
Tabla N° 23 Características finales de la embarcación	58
Tabla N° 24 Datos hidrostáticos I.....	59
Tabla N° 25 Datos hidrostáticos II	60
Tabla N° 26 Características Hidrostáticas a distintos ángulos de escora a Máxima Carga	63
Tabla N° 27 Resumen de espesores mínimos de escantillonado	80
Tabla N° 28 Resumen de módulo de sección de escantillonado	80
Tabla N° 29 Resultados de resistencia y potencia.....	84
Tabla N° 30 Estimación de pesos.....	86
Tabla N° 31 Condición de carga 01.....	88
Tabla N° 32 Valores de estabilidad de la condición de carga 01	89
Tabla N° 33 Criterios de estabilidad de la condición de carga 01	92
Tabla N° 34 Condición de carga 02.....	92
Tabla N° 35 Valores de estabilidad de la condición de carga 02	93
Tabla N° 36 Criterios de estabilidad de la condición de carga 02.....	96
Tabla N° 37 Condición de carga 03.....	96
Tabla N° 38 Valores de estabilidad de la condición de carga 03	97
Tabla N° 39 Criterios de estabilidad de la condición de carga 03.....	100
Tabla N° 40 Estimación de ingresos a diez años	105
Tabla N° 41 Tabla de resumen de estimación de costos	106
Tabla N° 42 Tabla de retorno de inversión	108
Tabla N° 43 Tabla de ingreso bruto	108

Lista de figuras

Figura N° 1. Separación de cascos de un catamarán.....	22
Figura N° 2. Body Plans of Model 1 to 7 (Sahoo, Browne and Salas)	23
Figura N° 3. Catamarán deportivo	23
Figura N° 4. Catamarán crucero a vela “Hemisphere, Pendennis Shipyard”.	23
Figura N° 5. Catamarán dedicado al turismo en el lago Titicaca.....	24
Figura N° 6. Catamarán ferry de transporte de pasajeros de Tasmania, “Kilimanjaro IV”	24
Figura N° 7. Catamarán de alta velocidad de tipo SWATH, “SWATCH Planet”.....	24
Figura N° 8. Catamarán tipos SES.....	25
Figura N° 9. Catamarán tipo militar Wave Piercer	25
Figura N° 10. Fases de proyecto	27
Figura N° 11. Descomposición de la resistencia al avance.....	30
Figura N° 12. Estabilidad transversal del catamarán	31
Figura N° 13. Matriz de consistencia.....	34
Figura N° 14 Mapa de la provincia de Santa	37
Figura N° 15 Mapa de la zona proyecto.....	38
Figura N° 16 Parámetros geométricos del catamarán [Insel y Molland (1992)]	50
Figura N° 17 Componentes y coeficiente de resistencia total del catamarán	51
Figura N° 18 Resistencia total del catamarán por Método Sahoo, para distintas velocidades.	52
Figura N° 19 Modelamiento del catamarán en vistas diferentes.....	54
Figura N° 20 Modelamiento en 3D de los cascos del catamarán.....	55
Figura N° 21. Ventajas del aluminio.....	65
Figura N° 22 Utilidades de este aleación para producto laminado	65
Figura N° 23 Modelamiento del 3D estructuras del buque	79
Figura N° 24 Motor Yamaha f100bet	85
Figura N° 25 Especificaciones técnicas del motor.....	85
Figura N° 26 Criterio área bajo la curva	87
Figura N° 27 chaleco salvavidas para adulto	100
Figura N° 28 chaleco salvavidas para adulto	101
Figura N° 29 Aros Salvavidas.....	101
Figura N° 30 Balsa salvavidas	101
Figura N° 31 Bengala de emergencia.....	101
Figura N° 32 Torcha de seguridad	101
Figura N° 33 Extintor portátil	102
Figura N° 34 Detector de gas	102
Figura N° 35 Luces de señalización.....	102
Figura N° 36 Luces de navegación	102
Figura N° 37 Alarma.....	103
Figura N° 38 Plano línea de forma.....	109
Figura N° 39 Plano de Disposición de tanques.....	110
Figura N° 40 Plano de Disposición general	111
Figura N° 41 Plano de estructuras.....	112

Lista de gráficos

Gráfico N° 1. Llegada de turistas internacionales al Perú.....	13
Gráfico N° 2. Llegada de turistas internacionales, según país de residencia 2004- 2019.....	14
Gráfico N° 3. Relación L- B.....	47
Gráfico N° 4. Relación L –T	48
Gráfico N° 5. Relación B –T.....	48
Gráfico N° 6. Relación B – D	49
Gráfico N° 8 Curvas hidrostáticas.....	61
Gráfico N° 9 Curvas de los coeficientes	62
Gráfico N° 10 Curvas cruzadas KN	64
Gráfico N° 11 Resistencia- Velocidad	83
Gráfico N° 12 Potencia- Velocidad.....	83
Gráfico N° 13 Curvas GZ condición de carga 01	90
Gráfico N° 14 Plano de cargas primera condición	91
Gráfico N° 15 Curvas GZ condición de carga 02	94
Gráfico N° 16 Plano de cargas segunda condición	95
Gráfico N° 17 Curvas GZ condición de carga 03	98
Gráfico N° 18 Plano de cargas tercera condición	99

Lista de anexos

Anexo N° 1. Llegada de turistas extranjeros al Perú.....	118
Anexo N° 2. Llegada de turistas al Perú, según país de residencia.....	118
Anexo N° 3. Nuevas zonas de navegación.....	118
Anexo N° 4. Equipo de Salvamento.....	119
Anexo N° 5 Propiedades del aluminio frente al acero.....	119
Anexo N° 6 Características de las propiedades físicas y mecánicas del aluminio.....	119
Anexo N° 7 Valores del KV	120
Anexo N° 8 Series 500 wrought Aluminium.....	120
Anexo N° 9 Coeficiente de unión η	120
Anexo N° 10 Coeficiente en relación del Ka	120
Anexo N° 11 Factor de corrección de la curvatura.....	121
Anexo N° 12 Espesores mínimos.....	121
Anexo N° 13 Valores de k_1 para longitudinales del fondo.....	121
Anexo N° 14 Valores de k_1 para vagra central.....	122
Anexo N° 15 Valores de k_1 para cuadernas transversales.....	122
Anexo N° 16 Valores de k_1 para cuadernas reforzadas.....	122
Anexo N° 17 Coeficiente k_1 y altura de escantillonado h	122
Anexo N° 18 Valores de c	123
Anexo N° 19 Altura de escantillonado h (m).....	123
Anexo N° 20 Valor de K para buques pasajeros.....	123
Anexo N° 21 Estimación de costos de materiales.....	123
Anexo N° 22 Estimación de costos de materiales.....	124
Anexo N° 23 Estimación de costos de equipamiento de acomodaciones.....	124
Anexo N° 24 Estimación de costos de equipos de navegación.....	124
Anexo N° 25 Estimación de costos de instrumentos electrónicos.....	124
Anexo N° 26 Estimación de costos de construcción.....	125
Anexo N° 27 Estimación de costos de equipos varios.....	125
Anexo N° 28 Gastos del personal.....	125
Anexo N° 29 Gastos administrativos.....	125
Anexo N° 30 Códigos de estabilidad. Condición N°01.....	126
Anexo N° 31 Códigos de estabilidad. Condición N°02.....	126
Anexo N° 32 Códigos de estabilidad. Condición N°03.....	127
Anexo N° 33 Costo del motor Yamaha F100HP.....	128

Resumen

El presente proyecto analiza los actuales servicios turísticos y ventajas que ofrece la bahía de Chimbote y Samanco, así como también un desarrollo potencial en la demanda turística anual, todo ello con el fin de proponer un diseño de una embarcación que se rija a las exigencias turísticas de la zona y cumpliendo con normas de seguridad establecidas. La embarcación será de tipo catamarán por las buenas cualidades de estabilidad que posee y el área de cubierta que nos otorga, destinada para la recreación, construido en aluminio y propulsado a motor. La forma y el diseño del catamarán será realizada a partir del uso de una base de datos de embarcaciones con similares características, además de ello se contemplará la utilización de software navales para estimaciones de pesos y estabilidad. Cumpliendo de acuerdo a normativas se empleará el reglamento de la casa clasificatoria RINA para el cálculo del escantillonado, del mismo modo se realizará la evaluación de factibilidad económica para determinación de costos e ingresos posibles que tendría el proyecto y poder establecer la rentabilidad del mismo.

Palabras claves: Catamarán, seguridad, estabilidad, escantillonado.

Abstract

This project analyzes the current tourist services and advantages offered by the bay of Chimbote and Samanco, as well as a potential development in the annual tourist demand, all with the aim of proposing a design of a boat that meets the tourist requirements of the area and complying with established safety regulations. The boat will be of the catamaran type due to the good stability qualities it has and the deck area that it provides, intended for recreation, built in aluminum and powered by a motor. The shape and design of the catamaran will be made from the use of a database of boats with similar characteristics, in addition to that, the use of naval software will be considered for weight and stability estimates. Fulfilling according to regulations, the (RINA) classification house regulations will be used to calculate the scantling, in the same way the economic feasibility evaluation will be carried out to determine possible costs and income that the project would have and be able to establish its profitability.

Keywords: Catamaran, safety, stability, scantling.

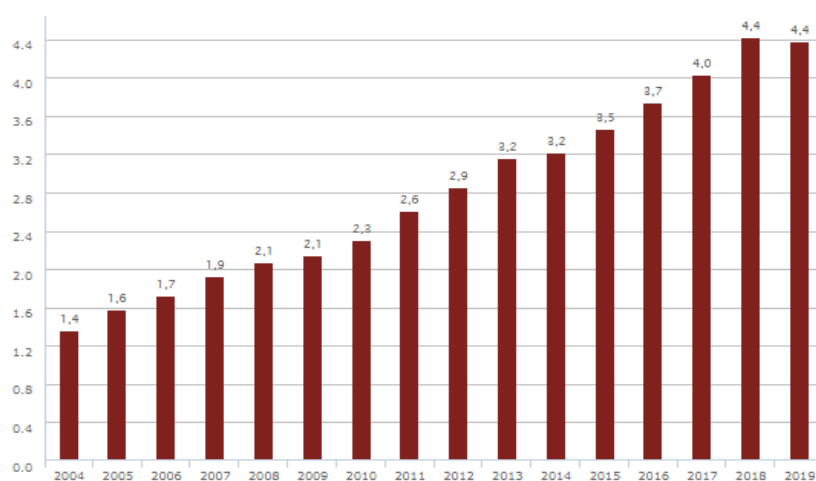
1. Introducción

La importancia del turismo tiene un desempeño fundamental para el crecimiento económico del país. El Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (Mincetur) informó que en los 6 primeros meses del 2019 llegaron un total de 2'177,142 turistas internacionales al Perú, lo que representó un incremento de 1.9% interanual con 40,461 turistas con respecto al periodo del 2018 y al termino de ese mismo año, sobrepasaron una cantidad de 4 millones de turistas que arribaron al Perú. De esta manera, el titular del Mincetur destaco el crecimiento de turistas procedentes de Chile; Estados Unidos; Ecuador; Colombia; Bolivia; México; España; Francia y Canadá. [1]

Gráfico N° 1. Llegada de turistas internacionales al Perú

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Llegada de turistas internacionales (millones)	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,1	2,3	2,6	2,9	3,2	3,2	3,5	3,7	4,0	4,4	4,4

Llegada de turistas internacionales



Fuente: Superintendencia Nacional de Migraciones

Grafico N°1 Llegada de turistas internacionales al Perú [2]

Fuente: Datos del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo 2019

Nuestra biodiversidad es una de las más ricas del mundo, en la cual sigue siendo reconocida por miles de turistas que aumentan cada año, y que ha sido históricamente la base y sustento de nuestro desarrollo, y actualmente representa gran parte de los ingresos económicos. Los datos revelados por la Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo (Dirceetur), en la ciudad de Ancash, nos confirma un aumento de un total del 50% en lo que corresponde al crecimiento turístico registrado durante el mes de marzo con respecto al año 2018, lo que nos hace imaginar mejoras en los servicios turísticos en esa ciudad, para promover un desarrollo turístico en el país [5].

Por consiguiente, la costa norte del Perú acogió una cantidad de 15.000 visitas, un flujo de veraneantes considerables, los mismos que se desplazaron principalmente a las playas de Chimbote, también a los balnearios de La Pozita, el Maracaná, La laguna 69 y de Tuquillo, así mismo visitaron el complejo arqueológico de Chavín de Huántar y el museo de Casma que también fue fruto de preferencia de los extranjeros. [5].

En la tabla N°1 se observa que la región Áncash reportó en el año 2018 un total de 573 252 arribos en su localidad, esto significó un incremento del 6.2% con respecto a la variación del promedio anual del 2017, obteniendo como resultado una captación de visitantes extranjeros del 9.3% y nacionales del 5.9%.

En el año 2018 en lo que respecta a los turistas nacionales se llegó a un porcentaje del 91% lo que hizo un total de 521 783 visitas procedentes de los lugares de Lima, Callao, La Libertad y Piura. Mientras que los turistas extranjeros llegaron a una cifra del 9% que representa a una cantidad de 51 469 visitas, procedentes de los países de China, Estados Unidos y Francia principalmente [6].

Tabla N° 1. Arribo a establecimiento de hospedaje según región

Región	2018			Variación promedio anual 2018-2017		
	Total	Extranjero	Nacional	Total	Extranjero	Nacional
Total	3 263 783	10.2	89.8	10.4	-2.8	12.1
Ica	1 085 225	23.2	76.8	5.6	-5.1	9.3
Ancash	573 252	9.0	91.0	6.2	9.3	5.9
Junín	556 178	1.1	98.9	14.1	-2.7	14.3
Huánuco	326 494	1.8	98.2	7.4	37.8	7.0
Ayacucho	295 278	2.5	97.5	32.7	-19.4	34.9
Apurímac	232 816	2.8	97.2	10.0	-3.7	10.5
Pasco	136 692	1.2	98.8	24.8	8.2	25.0
Huancavelica	57 848	2.2	97.8	7.9	-5.6	8.3

Elaboración propia

Fuente: Ministerio de comercio exterior y turismo 2018

La Subgerencia de Turismo y Promoción Mypes junto con la municipalidad provincial de santa en el departamento de Áncash promocionan cada año en verano un circuito de playas que ofrecen imponentes paisajes, así como la importancia de conocer los atractivos turísticos, la variedad cultural, mostrando la biodiversidad y espacios naturales que posee este puerto ancashino que son ideales para disfrutar variadas actividades.

Los balnearios que se mencionan corresponden a la jurisdicción de los distritos de Santa, nuevo Chimbote con la playa más concurrida Los Conchuelos que se encuentra en isla blanca y Samanco con la playa el dorado, la playa Vesique y caleta colorada, así como Chimbote, la capital provincial.

Las condiciones en las que se hallan las embarcaciones de madera tanto en sus condiciones técnicas, así como su estado actual y los servicios turísticos que ofrecen en la bahía, no son del todo agradables y garantizadas para el turista, ya que nos damos cuenta que son embarcaciones tipo chalanas adaptadas de un propósito distinto al servicio que les pertenece y es ahí cuando observamos la falta de embarcaciones turísticas exclusivamente para este fin, esto fue el motivo por el cual el desarrollo de esta propuesta de diseñar una embarcación tipo catamarán considerando como principal precedencia la seguridad ante cualquier riesgo a presentarse, teniendo en cuenta la estabilidad y la solidez en la navegación.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Diseñar una embarcación tipo catamarán para el servicio turístico en la bahía de Chimbote y Samanco

2.2. Objetivos específicos

- Analizar el entorno que ofrece la región y el ingreso de turistas en la zona de proyecto
- Diseñar la embarcación a través de la selección de buques modelos obteniendo las características y dimensiones finales de mi buque proyecto
- Elaborar el escantillonado de la embarcación respetando los registros de clasificación naval y el cálculo de estabilidad
- Realizar la evaluación económica del proyecto

3. Marco teórico

3.1. Antecedentes

El Perú posee un vasto mar, ríos y lagos todos ellos conforman atractivos turísticos para el desarrollo del turismo en nuestro país, teniendo como especial importancia el servicio de transporte turístico acuático. Por este motivo, surge la necesidad de conseguir que este servicio sea cada día más competitivo respondiendo a las exigencias de los viajeros nacionales y extranjeros. Por lo que es fundamental las preguntas sobre ¿Qué tanto a incrementado el turismo en el país, en los cinco últimos años? ¿Cuál es el impacto que generan las embarcaciones tipo catamarán existentes en otros países con fines turísticos? ¿Qué tan importante es potenciar la infraestructura de los puertos para el servicio turístico en el país? Farré en relación al fuerte impacto que se genera en los puertos y del transporte marítimo nos dice que el Perú tiene una infraestructura portuaria, fluvial y marítima que satisface las necesidades del turismo y comercio, pero que se requiere de una esencial implementación si es que se pretende multiplicar las cifras y llegar a puertos mayores, menores y caletas a lo largo de la costa peruana y sobre todo teniendo en consideración la gran transformación que se realiza en los puertos de otros países de América y Europa, en cuestiones de desarrollo ya que es un tema importante para mejorar las actividades náuticas, la cultura, así como las prestación de servicios turísticos en todo el mundo. [7]

Según el artículo “Desarrollo productivo del ámbito marítimo” indica que el turismo es una parte que colabora con el desarrollo del país y que es un factor superior en la lucha contra la pobreza debido a que es un importe que genera de empleos. El incremento en los años 2015 hasta el 2018 han sido de forma positiva cada vez más este segmento turístico con el flujo de los extranjeros que vienen a visitar nuestro país, como una oportunidad de crecimiento para pobladores de las zonas visitadas. Sin embargo, según las cifras oficiales del propio ministerio nos dice que la llegada de turistas residentes de otros países en el año 2019, disminuyo en 1.1 %, haciendo una comparativa con el año 2018 no se logró sobrepasar el flujo turístico. [8]

Seguidamente, se mostrará un resumen de los últimos cinco años en el que se reporta el incremento de llegada de extranjeros en el Perú, así como su crecimiento en porcentaje con respecto a años anteriores y los principales países de residencia.

Tabla N° 2. Llegada anual de turistas internacionales

Año	Flujo de turistas extranjeros	Crecimiento en % al año anterior	Países de residencia	Acumulado de turistas Ene- Dic
2015	3 455 709	7.5%	Chile	984 584
			Estados Unidos	545 212
			Ecuador	256 127
2016	3 744 461	8.4%	Chile	1 055 880
			Estados Unidos	586 479
			Ecuador	318 172
2017	4 032 339	7.7%	Chile	1 101 055
			Estados Unidos	598 685
			Ecuador	288 987
2018	4 419 430	9.6%	Chile	1 159 188
			Estados Unidos	641 280
			Ecuador	293 231
2019	4 371 787	-1.1%	Chile	1 196 234
			Estados Unidos	656 991
			Ecuador	339 486

Elaboración propia

Fuente: Superintendencia Nacional de Migraciones

En la investigación “Hacia un consenso en la definición y delimitación del turismo náutico como segmento del turismo” tiene un objetivo de carácter multifacético que define al turismo náutico

como un contenido complejo, que hasta la actualidad no está decidido o resuelto. El propio desarrollo de la industria ha impulsado a proponer por parte de los extranjeros un enfoque más amplio con respecto a las motivaciones y el favoritismo del viaje que tienen que ver con otras actividades náuticas como, el remo, el surf y la pesca deportiva, teniendo en cuenta que el turismo es una actividad múltiple, donde la recreación, el ocio en el medio marino son las causantes también para los viajes. Por otro lado, a la actividad de crucero se descarta y se le añade la venta, compra y alquiler de yates. Por lo que esto genera algún tipo de controversia en cuestiones de delimitar la industria del turismo náutico ya que afecta en cuestiones de encontrar algún tipo de información y genera confusiones al momento de establecer el concepto del impacto económico al evaluar el tamaño de la oferta o servicio turístico. [9]

En este documento “Ministerio concesiona catamarán en Salto para desarrollar turismo náutico en río Uruguay” muestra a una embarcación nueva con un diseño para una capacidad de diez pasajeros y dos tripulantes a bordo que fue construida en un astillero nacional a un costo de 42.000 dólares, esto con el fin de fomentar la cultura y el turismo náutico que están ubicadas en zonas del río de Uruguay. Este catamarán sumará dos embarcaciones más para que el llamado público ofrezca y considere las propuestas de negocios de los operadores privados y su experiencia en actividades vinculadas con el sector turístico y así potenciar los paseos en el río con otras actividades complementarias en tierra firme. [10]. Otra embarcación en el país de Paraguay fue presentada con motivo de fomentar entre los viajantes la posibilidad de apreciar la biodiversidad de la capital vista desde otro punto en el inicio del verano, se mostró como una “Alternativa turística a bordo de un catamarán para ver Asunción desde el río” El proyecto cumple con la misión de una travesía que ayude a descubrir los lugares más insólitos de la ciudad desde las caudalosas aguas de la bahía de Asunción. El tour de la embarcación tipo catamarán va camino a convertirse en un clásico del turismo en esa ciudad, donde en el mes de abril comparte un porcentaje de 40% de extranjeros y el 60% de personas de ese país. [11].

En el artículo “Barco con bandera extranjera podrán ofrecer servicios turísticos de carga y pasajeros” El Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC), impulsa el cabotaje a través de un reglamento que promueve el transporte náutico como incentivo a generar una opción de preferencia del transporte de pasaje y de carga en toda la costa del Perú. Como una oportunidad que ocasiona y se ajustan a la publicación de dicho reglamento en el cual se pueda aumentar o

incrementar el transporte de pasajeros, igual que la autorización de embarcaciones extranjeras, que solo requieran certificados de condiciones seguridad de transporte para operar y cumpla con las normas estrictas de conservar el medio ambiente, el trayecto es libre para las embarcaciones que usen los puertos del sistema portuario nacional. Todo esto autorizado y monitoreado, por medio de la Dirección de Autorizaciones en el Transporte acuático (DAT). [12]

3.2. Bases teóricas científicas

3.2.1. Definición de embarcación de recreo

La definición más apropiada para una embarcación de recreo según el real decreto 875/2014 determina como toda embarcación de un modelo cualquiera, independientemente de su sistema de propulsión, del cual tiene una dimensión que abarca entre 2.5 m a 24 m de eslora, proyectados o utilizado exclusivamente para fines deportivos o de recreo. [13]

3.2.2. Estudio del catamarán

3.2.2.1. Definición del catamarán

Según Aláez, Catamarán es el nombre que toma el buque que posee 2 cascos y que a través de los últimos tiempos ha poseído gran aceptación para el transporte de pasajeros en todo el mundo, expandiendo su uso y caracterizándose por conseguir elevadas velocidades y poseer una mayor área de cubierta a comparación de un buque tradicional de la misma dimensión. Inventado probablemente en Ceilán su uso logro extenderse hasta los lugares de la Polinesia y de la Micronesia, en la actualidad hay existencias de su uso en dichos lugares. [14]

3.2.2.2. Ventajas del catamarán

- El catamarán gracias a sus cualidades consigue una buena estabilidad transversal en comparación a buques convencionales. Una cuestión importante para el transporte de pasajeros.
- El espacio que posee en la cubierta un catamarán, en relación a una embarcación tradicional es mucho mayor, sea de la misma dimensión o del mismo desplazamiento.
- Un excelente giro al poner en maniobra las hélices, esto se debe a la ubicación en popa y a la distancia transversal que se hallan cada uno de los patines

3.2.2.3. Aplicaciones del catamarán

En los últimos años la aplicación se ha generado para construcciones de buques ferry los cuales poseen buena estabilidad y son capaces de realizar viajes cortos, su eslora puede venir desde los 20 m hasta los 40 m y son capaces de transportar a cientos de pasajeros a bordo.

Otro uso más habitual del catamarán es un yate de vela y esto se debe por la separación transversal de sus cascos que le genera estabilidad, a diferencia de un monocasco que utiliza el lastre para oponerse al par escorante producido por las velas

3.2.2.4. Resistencia al avance del catamarán

El catamarán en comparación de una embarcación tradicional de igual eslora o desplazamiento, tiene mayor resistencia al avance y esto se debe a que a bajas las velocidades prevalecen la resistencia de fricción, debido a que la superficie mojada es mayor y oponen mayor resistencia a la fricción que un monocasco, no obstante, su resistencia por la formación de olas es inferior a las que posee un buque tradicional, debido al diseño de su casco.

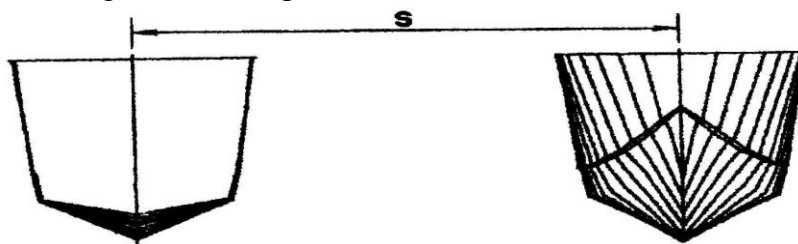
Su característica esencial y lo representa como complejidad superior, tiene como efecto la interferencia del agua que rodea a cada casco. Esta misma interferencia se debe al sistema de ola provocados por cada patín del catamarán, podrían disminuir o aumentar según la resistencia total de la embarcación, es por ello que debemos mencionar tres interferencias principales con respecto a la resistencia al avance.

- Interferencia debida a los sistemas de olas
- Interferencia producida por el cambio del flujo
- Interferencia a velocidad de planeo

3.2.2.5. Separación de casco de un catamarán

Igor Zotti, en el estudio realizado sobre “catamaranes con perfiles de cargas, bajo formación de olas”, nos hace mención de un parámetro en comparación de un monocasco equivalente, llama “S” a la separación o distancia de cascos, medida que se toma entre la línea de crujía de los semicascos, en los cuales tendremos que:

Figura N° 1. Separación de cascos de un catamarán



Fuente: Característica generales de un catamarán
 Datos: Igor Zotti

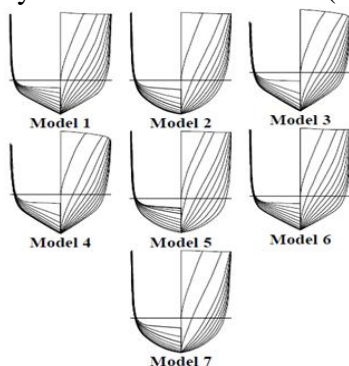
- ❖ Las relaciones de L/B (eslora/ manga) de un catamarán se reducen a más de la mitad con respecto a un monocasco, ya que cada monocasco simple presenta una relación L/B doble teniendo en cuenta la misma longitud
- ❖ El momento de inercia del área de la figura de flotación de un catamarán es muy elevado; esto da lugar a un alto valor del radio metacéntrico transversal y, por lo tanto, a una elevada estabilidad inicial, muy superior a la del monocasco convencional.
- ❖ La superficie de cubierta destinadas a la carga o a los pasajeros son mayores que las de un monocasco del 20% al 40%.
- ❖ La maniobrabilidad del catamarán es alta, con dos propulsores y dos timones, dispuestos para la distancia transversal apropiada en la popa.
- ❖ El peso de la súper estructura afecta a la estructura de conexión, que debe tener una resistencia adecuada para soportar las cargas de torsión generadas por las mismas.
- ❖ Los catamaranes, especialmente en los más pequeños, los volúmenes de semicascos tienen poco uso para el alojamiento de pasajeros o el transporte de mercancías a bordo, siendo utilizado principalmente para el alojamiento de los motores y otros equipos de a bordo.

3.2.2.6. Formas del casco de un catamarán

Una particularidad principal de un catamarán es diseñarse con su casco fino y esbelto a la vez, lo que diferencia de un monocasco con igual eslora, esto le permite disfrutar su superioridad con respecto a la resistencia al avance.

Para contrarrestar el crecimiento de la resistencia por la formación de ola y que el catamarán pueda alcanzar altas velocidades se recomienda diseñar el casco de forma más fina. A continuación, se muestra en la figura con las formas del casco de un catamarán:

Figura N° 2. Body Plans of Model 1 to 7 (Sahoo, Browne and Salas)



Fuente: Evaluación práctica de la resistencia de las formas del casco de los catamaranes de alta velocidad

3.2.2.7. Tipos de catamarán

- **Catamarán a vela:** Como uso más habitual de este tipo de embarcaciones son los de yate a vela, y tiene que ver con la ventaja que tiene el material ligero empleado en la construcción del casco que no aumenta el peso. En esta categoría se encuentran:
 - ✓ **Catamaranes deportivos:** Diseñado para uno o dos tripulantes. Disponen de un mástil con una tela elástica entre los semicascos, poseen altas velocidades.

Figura N° 3. Catamarán deportivo



Fuente: NauticExpo

- ✓ **Cruceros:** Como principales ventajas de esta categoría tenemos velocidades altas y un mínimo calado que lo posibilita navegar en profundidades menores.

Figura N° 4. Catamarán crucero a vela “Hemisphere, Pendennis Shipyard”.



Fuente: Charter World

- **Catamarán propulsado a motor:** Para este tipo de embarcaciones, aplicado a catamaranes impulsados, lo que requiere velocidad y gran área de cubierta. En esta categoría se destacan:
 - ✓ **Crucero:** Posee estabilidad, por ello los movimientos en el agua son: mínimos, recomendado para alojamientos y confort por el área amplia de cubierta.

Figura N° 5. Catamarán dedicado al turismo en el lago Titicaca



Fuente: All Ways Travel

- ✓ **Transporte de pasaje o ferry:** Su reconocimiento se debe a su gran velocidad y su amplia cubierta, para el transporte de pasajeros.

Figura N° 6. Catamarán ferry de transporte de pasajeros de Tasmania, “Kilimanjaro IV”



Fuente: Vessel Tracker

- **Catamarán SWATH (Small Water Plane Area Twin Hull):** Navegando a altas velocidades, dependiendo de su eslora pueden llegar a más de 35 nudos, caracterizado también por tener buen comportamiento en el mar. Este modelo de embarcación presenta:
 - Mayor área de cubierta e incluso estable ante mares severos.
 - Reducción a la resistencia por la formación de olas.
 - Bajos movimiento en el agua y buena estabilidad.

Figura N° 7. Catamarán de alta velocidad de tipo SWATH, “Swatch Planet”.



Fuente: Boating Magazine

- **Catamarán SES (Surface Effect Ship):** La característica de este catamarán es la forma de colchón de aire que es apoyo y que le proporciona alta velocidad llegando a pasar los 40 nudos y teniendo un buen comportamiento en el mar.

Figura N° 8. Catamarán tipos SES



Fuente: Fraser Aero Technology Company

- **Catamarán Wave Piercer:** La característica de esta nave es la cubierta entre los patines y su forma de tipo “V” para permitir atravesar la cresta de la ola, permitiendo navegar en peores condiciones y llegando a velocidades superiores. Catamarán de tipo militar.

Figura N° 9. Catamarán tipo militar Wave Piercer



Fuente: Cosas únicas

3.2.3. Fundamentos teóricos

3.2.3.1. Definiciones fundamentales de un buque

Considerada o definida como una estructura que está parcialmente sumergido en el agua, y parcialmente en el aire, cuerpo flotante, o totalmente sumergido; y satisface las cualidades denominadas como: flotabilidad, estabilidad, maniobrabilidad y comportamiento en la mar. Sus características son:

- ✓ Eslora (L): Distancia que recorre todo sentido longitudinal de proa a popa
- ✓ Manga (B): Distancia que recorre transversalmente de babor a estribor.
- ✓ Puntal (D): Distancia que recorre desde la quilla hasta la cubierta
- ✓ Calado (T): Distancia que recorre desde la línea de flotación hasta la línea base [15]

➤ **Tipos de embarcaciones según el casco**

- ✓ **Monocasco:** Casco de una embarcación que consta de una pieza solida o un único cuerpo, del cual depende la flotabilidad y en menor o mayor medida la navegabilidad y la gobernabilidad. Dentro de estos tipos de embarcaciones se hallan una gran diversidad de diseños.
- ✓ **Catamarán:** Embarcación o buque que se caracteriza por poseer dos cascos paralelos, que están separados y de igual tamaño, unidos por una plataforma generalmente siendo esta la cubierta. Se caractericen por su estabilidad que recae en sus dos quillas y por ser más ligeros que otro tipo de embarcaciones.
- ✓ **Trimarán:** Embarcación que consta de tres cuerpos flotantes, dos flotadores pequeños a los costados y un casco principal en el centro, unidos por una estructura transversal, que naturalmente es la cubierta. El cuerpo principal es donde reincide el mayor porcentaje de la flotabilidad y habitabilidad. [16]

➤ **Clasificación según su régimen de velocidades**

Fue Müller-Graf, quien llegó a la conclusión sobre el régimen de velocidades de 3 formas diferentes para un mejor entendimiento en cuestión de diseño.

- ✓ **Desplazantes:** $0.1 < Fn < 0.6$

Cuando se habla de cascos de catamaranes, hay que tener en cuenta algunas conclusiones sobre la resistencia al avance.

Para $0.3 < Fn < 0.6$, un catamarán con cascos proporcionado e igual tamaño ofrece una mejor resistencia al avance en relación a catamaranes con formas de casco asimétricas. El máximo de esta resistencia a la interferencia se produce en $Fn = 0.48$.

- ✓ **Semi - Desplazantes:** $0.6 < Fn < 1.2$

Las velocidades de los catamaranes y sus componentes de resistencia debido a sus 2 cascos aumentan muy rápido. Por este motivo se incluye también la resistencia a la fricción generado por la velocidad del fluido entre los patines.

- ✓ **Planeadoras:** $1.2 < Fn$

La resistencia de fricción es la mayor a la resistencia total, mientras que la resistencia a la ola se vuelve insignificante. [17]

3.2.3.2. Fases de proyecto

Resulta un proceso iterativo el proyecto de un buque, especialmente en sus primeras fases. El resultado final se postula, luego se analiza y se modifica. A su vez, el resultado modificado se vuelve a analizar y así sucesivamente hasta que se cumplan todos los requisitos del proyecto. La razón de tal iteración es que el diseño de la nave ha demostrado hasta ahora ser un proceso demasiado complejo para ser descrito por un conjunto de ecuaciones para ser resuelto directamente. En la fase de proyecto, el proyectista se mueve a lo largo de una serie de pasos en secuencia, cada una de las cuales se refiere a una actividad particular de síntesis o análisis, todo esto con el fin de seguir ordenadamente el desarrollo de proyecto y concluir de forma eficaz y prudente.

Figura N° 10. Fases de proyecto



Elaboración propia

Se detallará a continuación de forma breve algunos puntos de las fases de diseño:

- **Logística de transporte:** La logística, su origen proviene desde las actividades militares las cuales se practicaron desde hace muchos años en la antigüedad, consistían en transportar equipos, víveres, armas y ejercito de un lugar lejano a otro, hoy en día en lo que respecta el transporte marítimo radica en la combinación de variados medios que se pueden dar, como por ejemplo el transporte de pasajero, de mercancías, de materiales y provisiones necesarias para el proceso de coordinación y el almacenamiento de productos que se dirigen de un lugar a otro, llegando a un lugar determinado y en un tiempo preciso. La importancia de la llegada en el tiempo correcto y la puntualidad del envío son aspectos significativos también de la logística, ya que de esto depende también del éxito de factores en intercambios comerciales, la calidad de la logística, el saber de los procesos operativos y el medio portuario es la clave de la eficacia. [18]

- **Ruta:** Se entiende como ruta marítima aquella que es utilizada por las embarcaciones para ir de un continente a otro, de un país a otro o de un lugar a otro, sin perder el rumbo con el objetivo de transportar mercancías o pasajeros a bordo. [19]
- **Capacidad de carga:** Es aquella que hace referencia a la cantidad de carga de un buque, su medida del tamaño o la capacidad de carga es en toneladas, el tonelaje hace referencia estrictamente al cálculo del volumen de un barco. En algunos casos la capacidad significativa de carga es mayor por un precio menos costoso al momento de transportar algún tipo de carga, por lo que resulta más adecuado elegir este medio de transporte. [20]
- **Dimensiones base:** Con embarcaciones similares al que se desea diseñar realizar una tabla de base de datos con catamaranes de 9 a 12 metros de eslora. Con las dimensiones realizar graficas orientativas que nos serán de guía para las dimensiones finales
- **Dimensiones principales:** El dimensionamiento es uno de de los inicios fundamentales dentro de las fases del desarrollo del proyecto de un buque. Este término se remite a conseguir las dimensiones y particularidades esenciales del buque a partir de las especificaciones que brindan algunas de las mismas.

Casi siempre, la eslora es considerada como la característica principal de una embarcación, ya que al conocer este parámetro pueden proceder con relativa simplicidad las demás características importantes del buque.

Debemos tener en cuenta tres formas elementales para la obtención de la eslora:

- ✓ Explícitamente, cuando se encuentre una limitación sobre la especificación de la longitud o la dimensión de la eslora de la embarcación.
 - ✓ Desde la búsqueda de bases experimentales entre la eslora con la resistencia al avance. Usualmente la eslora se relaciona con el número de F_n , junto al coeficiente del bloque, estas fórmulas se relacionan y estas, procuran disponer una proporción entre la forma geométrica del casco y una potencia propulsiva moderado.
 - ✓ Comenzando desde relaciones de bases experimentales, que accedan a evaluar relaciones entre los parámetros esenciales. Conseguidas estas relaciones, la eslora puede calcularse mediante restricciones que exijan la singularidad más crítica del diseño. [21].
- **Disposición de espacio:** Son aquellos ambientes los cuales dispondrá la embarcación, de acuerdo a las características que brindará a bordo, así como también los lugares con la distribución correcta de cosas para su uso ya sea equipos, víveres, materiales y acomodaciones que tendrá el

buque, podría darse el caso de realizar la primera estimación de peso que tendrá la nave aun teniendo un desplazamiento y un calado no definitivo para la obtención de los primeros resultados.

- **Estructura del casco:** Se podrá utilizar la ayuda de alguna normativa o registro de clasificación en el cual garantice a la embarcación cumplir con los estándares exigentes, es en este punto donde se tiene que hacer los cálculos respectivos de los espesores mínimos del casco o también realizar la distribución de los refuerzos que posee el buque y que estos cumplan con alguna guía para una futura construcción de la embarcación. La utilización del Registro Italiano Navale (RINA) será conveniente para el desarrollo de este punto.

Existen sociedades que gestionan a través de un sistema de calidad la inspección y clasificación de buques, aunque estas sociedades no son gubernamentales, mantienen el objetivo de conservar y preservar de la vida de las personas en el mar, del mismo el resguardo del entorno natural marino, los parámetros eficientes en relación al diseño, en la construcción correcta del buque, en las plataformas offshore, así como su debido dimensionamiento y mantenimiento de las mismas.

RINA es una de las normas de clasificación internacional que existen y que nos brinda una vasta progresión de servicios para apoyar necesidades de conformidad, aprobación y certificación en la industria marina. [22]

Adicionalmente, existen otras normativas utilizadas y esto es para garantizar el apropiado escantillonado de la embarcación dadas a sus características son los siguiente:

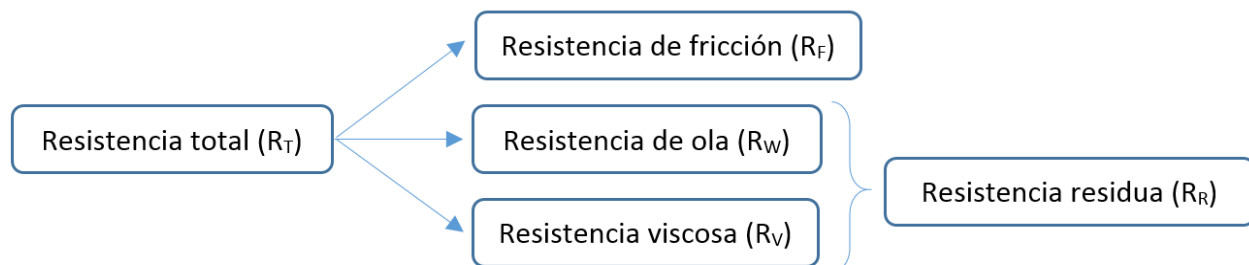
- ❖ American Bureau Shipping (ABS)
 - ❖ International Maritime Organization (IMO)
 - ❖ Código de seguridad de la vida en el mar (SOLAS)
 - ❖ Código internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL)
 - ❖ Código internacional de seguridad para naves a gran velocidad (NGV 2000)
- **Resistencia:** Para la hidrodinámica se considera como uno de los factores más importantes a tener en cuenta, ya que con su valor determinado podemos calcular la potencia requerida para que la embarcación llegue a la velocidad del diseño necesaria.

Hoy en día el procedimiento para clasificar la resistencia al avance de una embarcación ha ido evolucionando y mejorando en cada nuevo descubrimiento y por qué nace de la división de algunos componentes de la resistencia en función a los parámetros adimensionales que los que

necesitan. Tales el caso como el número de Reynolds y el número de Froude. Entonces la resistencia total se divide en:

Como se ve en el esquema a detalle de la descomposición.

Figura N° 11. Descomposición de la resistencia al avance



Elaboración propia
Fuente: Mayor 2009

Del esquema mostrado cabe resaltar que la descomposición mostrada se da en único caso tal y como se aprecia los componentes de resistencia sin apéndices, navegando por mares calmadas y sin la intervención del viento aparente. Pero en definitiva se debe tener en cuenta ya que el orden de magnitud de aquellos componentes varía dependiendo del buque y su condición que tiene en el momento de navegar, para ello se hará una breve explicación de cada uno de ellos.

- ✓ **Resistencia total al avance:** Fuerza que viene definida cuando un buque navega en mar calmo y está sujeta a fuerzas que actúan en sentido opuesto de la dirección de la nave. La resistencia de un buque en mar calmo es función de muchos factores, que corresponden a la velocidad, a la forma de la carena (eslora, manga, calado, etc.). consiste en expresar:

$$R_T = R_F + R_W + R_V$$

Donde:

R_F : Resistencia de fricción

R_W : Resistencia de ola

R_V : Resistencia viscosa

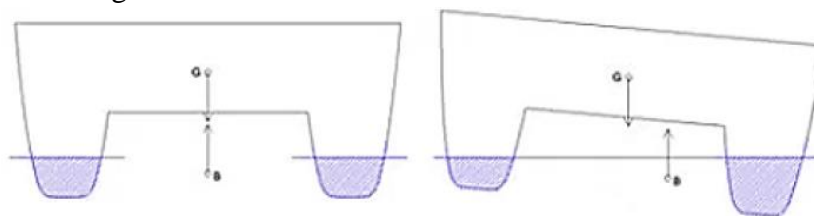
- ✓ **Resistencia de fricción:** Esta resistencia representa la fuerza que se debe impulsar a la carena para vencer la fricción que se genera del rozamiento de la superficie de la carena con el agua
- ✓ **Resistencia de ola:** Una segunda componente es la resistencia de la ola que representa a la embarcación moviéndose en el mar y generándose un sistema de olas sobre la superficie, esto conlleva a un consumo energético que se adhiere a la resistencia al avance, esto se debe a que las olas producen un cambio en el nivel del fluido que viene generado por variación de presiones.

- ✓ **Resistencia viscosa:** Una tercera componente es la resistencia viscosa que representa la fuerza que se le debe dar a la embarcación cuando vienen a generarse pequeños remolinos alrededor del buque, que vienen hacer la resistencia de separación en sustancia y esta resistencia viscosa está ligada a la formación de vórtices que se forman cerca de la carena y se desprende durante el avanzamiento.
- ✓ **Resistencia residual:** Es la suma de los componentes de la resistencia de la ola y la resistencia viscosa. Entonces la resistencia residual representa la energía que se vota en el mar para generar olas y vórtices. Por lo tanto, la ecuación sería. [23]

$$R_R = R_W + R_V$$

- **Balance de pesos:** Se hará una lista de los diferentes elementos que actúan sobre el peso total de la embarcación. Estos pesos pueden derivar de las personas, de una posible carga adicional, del motor, de los depósitos de combustible. Una vez hecho la lista con los diferentes elementos que efectúan al peso del catamarán, tendremos que ponerlos sobre el para estudiar la distribución del peso final del conjunto y poder asegurar que el buque no quede con escora o con asiento en popa o en proa desde un inicio
- **Estabilidad:** A comparación de un monocasco, el catamarán posee mejor estabilidad, la causa se debe a que embarcaciones de este tipo necesitan menor calado a diferencia del buque tradicional, para que exista equilibrio debemos tener en cuenta que el desplazamiento debe ser igual al empuje y el centro de gravedad debe estar en la vertical al igual del centro de carena.

Figura N° 12. Estabilidad transversal del catamarán



Autor: Clements T
Fuente: "Catamarán Concepts"

Donde:

G: Centro de gravedad

B: Centro de empuje

La figura, nos muestra que el modelo de la izquierda del centro de gravedad y el centro de empuje están en el mismo vertical, pero en sentidos diferentes, de esta manera podemos decir que el catamarán se encontrará en equilibrio [24].

- **Equipos de seguridad:** Son necesario ante cualquier eventualidad que se pueda producir al momento de navegar en ello podemos colocar equipos de seguridad indispensable para el uso de los pasajeros en los lugares apropiados de la embarcación.
- **Coste:** Finalmente se podrá realizar un acercamiento sobre el costo total del buque considerando materiales de construcción, elementos de acomodación y auxiliares que se integraron al proyecto.

4. Marco metodológico

4.1. Tipos y niveles de investigación

4.1.1. Enfoque

El diseño del catamarán turístico de la bahía de Chimbote y Samanco busca implementar en la industria marítima un nuevo diseño innovador de un enfoque cualitativo, por ser un proceso constructivo que nace de la idea lógica de desarrollar y promover el turismo en las bahías mencionadas.

4.1.2. Tipo

El tipo de investigación de mi proyecto será observacional por el simple hecho de no alterar las variables, la información recogida será motivo de estudio por que se utilizaran concepto de conocimiento como estabilidad, flotabilidad, seguridad ante problemas de naufragio y resistencia al avance

4.2. Diseño de investigación

Un catamarán turístico nos lleva a un diseño tecnológico ya que consiste en una embarcación nueva que rija las exigencias turísticas de la zona y que cumpla con las normas de seguridad establecidas en los buques pasajeros teniendo en cuenta la estabilidad por esta tipología de nave y por el área de cubierta que les otorga a los pasajeros a bordo

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población:

1716 promedio de embarcaciones en la región Ancash

4.3.2. Muestra:

Playas de la bahía de Chimbote y Samanco

4.4. Criterios y selección

El criterio de selección se evaluará mediante reglamentos internacionales donde se determinará la dimensiones y formas del casco del catamarán a través de software naval, planos, cálculos de estabilidad, resistencia al avance y potencia.

4.5. Operación variable

4.5.1. Variable dependiente:

Diseño de una embarcación tipo catamarán

4.5.2. Variable independiente:

Para el servicio turístico

4.6. Técnicas e instrumentos de redacción de datos

4.6.1. Técnicas

Se empleará para el diseño del catamarán recopilación de información a través de buques base como inspiración para las medidas iniciales y que sean semejantes al mismo perfil de misión, los mismos que nos acercaran al objetivo del proyecto

4.6.2. Instrumentos

Base de datos de embarcaciones tipo catamarán para las dimensiones principales de nuestro buque proyecto

4.7. Procesamiento de recolección de datos

Buscar información del escantillonado a través de los registros internacionales como principal tenemos en este proyecto el Det Norske Veritas (DNV) y adicionales (IMO, SOLAS MARPOL NVG 2000)

4.8. Procesamiento y análisis de datos

El diseño del proyecto del catamarán para el servicio turístico será justificado mediante software naval (Max Surf), en la cual evaluaremos la estabilidad, flotabilidad velocidad y autonomía de la embarcación de pasaje

4.9. Matriz de consistencia

Figura N° 13. Matriz de consistencia

TÍTULO	Diseño de una embarcación tipo catamarán para el servicio turístico en la bahía de Chimbote y Samanco
PROBLEMA	¿De qué manera influye el diseño de una embarcación tipo catamarán para el servicio turístico en la bahía de Chimbote y Samanco
OBJETIVOS	Objetivo general: Diseñar una embarcación tipo catamarán para el servicio turístico en la bahía de Chimbote y Samanco
	Objetivos Específicos: Analizar el entorno que ofrece la región y el ingreso de turistas en la zona de proyecto
	Diseñar la embarcación a través de la selección de buques modelos obteniendo las características y dimensiones finales de mi buque proyecto
	Elaborar el escantillonado de la embarcación respetando los registros de clasificación naval y el cálculo de estabilidad
	Realizar la evaluación económica del proyecto
HIPÓTESIS	Diseño de una embarcación tipo catamarán influye de manera significativa para el servicio turístico en la bahía de Chimbote y Samanco
VARIABLES	Independiente: Diseño de una embarcación tipo catamarán
	Dependiente: Para el servicio turístico en la bahía de Chimbote y Samanco
	No experimental
TIPO DE INVESTIGACIÓN	Transversal
	Descriptiva
POBLACIÓN	Perú

Elaboración propia

5. Análisis y diseño

5.1. Análisis de la zona

5.1.1. Entorno de la región

La zona donde se efectuará el análisis para ambas bahías está ubicada en la región de Áncash entre los departamentos de La libertad y Lima. Se busca emplear un servicio turístico mediante una embarcación tipo catamarán, el mismo que recorrerá pequeñas travesías, exhibiendo sitios y playas concurridas de la ciudad.

La ciudad está ubicada en los paralelos 08° 02' 51" y 10° 45' 15" de latitud sur, se extiende en una superficie de 35 915 km² representando el 8.2% del territorio nacional. De acuerdo las cifras del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la región de Ancash, registró en junio del 2017 una población de 1 083 519 habitantes de los cuales, 534 101 son hombres y 549 418 mujeres. Su territorio esta demarcado políticamente por veinte provincias y 166 distritos, teniendo como ciudad principal la capital Huaraz. Frente a sus costas registra una cantidad de dieciséis islas, entre la más destacable la isla blanca con 4.0 km². [25]

➤ **Limites:**

Norte: Dpto. Libertad

Este: Dpto. Huánuco

Sur: Dpto. Lima

Oeste: Océano Pacífico (Mar de Grau)

➤ **Acceso a la región:**

Por vía terrestre es la principal vía de comunicación para llegar a la región las cuales contamos con 4 formas para llegar a la ciudad de Áncash desde ciudades de la costa.

Como primera ruta de acceso a la región, tenemos Lima- Áncash la cual hace un recorrido total de 435 km por la toda la carretera panamericana norte pasando por las ciudades de Chancay hasta el desvío de Pativilca, en ascenso a la zona andina de Conococha y finalmente llegando a Huaraz como capital principal de la región

Como segunda ruta de acceso a la región, tenemos Lambayeque- Áncash la cual hace un recorrido total de 553 km por toda la carretera panamericana norte pasando por las ciudades Chiclayo hasta en descenso por la carretera hasta la ciudad de Pacasmayo y la ciudad de Trujillo llegando finalmente a Huaraz

Como tercera ruta de acceso a la región tenemos, La libertad- Áncash la cual hace un recorrido total de 331 km recorriendo toda la carretera panamericana norte pasando por la ciudad de Virú hasta llegar a la ciudad Chao, saliendo por la ciudad de Caraz y llegando finalmente a la capital de la región Huaraz

Como cuarta ruta de acceso a la región tenemos el tramo de Ica – Áncash la cual hace un recorrido total de 736 km saliendo desde la ciudad de Pisco, llegando hasta la ciudad de Lima y luego por toda la carretera panamericana norte pasando por las ciudades de Chancay hasta el desvío de Pativilca, en ascenso a la zona andina de Conococha y finalmente llegando a Huaraz como capital principal de la región [25]

Tabla N° 3. Recorrido de acceso a la región

Ruta	Longitud	Horas recorridas	Tipo de vía
Lima - Áncash	435 km	6 horas (Velocidad m 75 km/h)	Carretera asfaltada
Lambayeque - Áncash	553 km	9 horas (Velocidad m 60 km/h)	Carretera asfaltada
La Libertad- Áncash	331 km	5 horas (Velocidad m 60 km/h)	Carretera asfaltada
Ica - Áncash	736 km	11 horas (Velocidad m 70 km/h)	Carretera asfaltada

Elaboración propia

➤ **Servicios que presta la región**

La región ofrece diversidad de servicios y centros de comunicación, tanto para los pobladores y también para los viajeros que visitan la ciudad.

La ciudad posee todo tipo de compañías de telefonía como son: Movistar, Claro, Bitel, Entel, etc. A través de teléfonos públicos y locutorios que se ubican en todos los pequeños lugares de la ciudad.

La ciudad brinda gran variedad de servicios de hospedaje en todas sus provincias, entre los hoteles más conocido tenemos: “El Tumi”, “La Joya”, “Andino Club”. Así mismo brinda otro tipo de alojamientos como hosterías, posadas, hostales, etc. Otros servicios que se encuentra en la región son los servicios básicos como el de salud con hospitales, clínicas, además de consultorios, centros de salud y postas en la mayoría de sus provincias. También están presentes los servicios de seguridad como, patrulleros, comisarias, cuarteles y brigadas.

➤ **Ventajas de la región**

Para empezar a profundizar el estudio en desarrollo, se indicarán las ventajas que ofrece la región en su entorno en relación a otras ciudades del país, señalando así motivos de la decisión de esta zona para llevar a cabo el proyecto.

En la perspectiva del turismo, la zona andina se encuentra el parque nacional de Huascarán, con el bello paisaje de la cordillera blanca, con variedad de lagunas y hermosos lugares, también destacan: Huaraz, Laguna 69, Chavín, Chimbote, Caraz, Yungay, el museo regional de Áncash, Isla Blanca, Playas Vesique, Colorado entre otros.

5.1.2. Entorno de la zona proyecto

Los distritos de Chimbote y Samanco ambos pertenecientes a la provincia de santa, esta provincia, se localiza en el sector Noroeste de la provincia de Ancash y está conformada por las 20 provincias del departamento de Ancash, está dividida en 9 distritos y 16 islas en su superficie insular. Cuenta con una superficie aproximado de 4004.99 Km², que equivale al 11,18% del área total del departamento de Ancash.

Figura N° 14 Mapa de la provincia de Santa



Fuente: perutoptours- Mapa Santa

La capital de la provincia de Santa es la Ciudad de Chimbote, Como capital provincial, dispone de centros urbanos muy bien estructurados en la cual se desarrolla actividades económicas de servicios, convirtiéndose en un área organizada y articulada con las capitales distritales por contar con infraestructura vial bien cuidada. [26]

Tabla N° 4 Ubicación y superficie de los distritos de la provincia de Santa

Provincia y distritos	Capital	Altitud (msnm)	Ubicación Geográfica			
			Latitud Sur	Longitud Oeste	Superf Km ²	Región Natural
SANTA	Chimbote	4			4 004.99	
Chimbote	Chimbote	4	9° 4' 28.36"	78° 35' 36.88"	1461. 44	Costa
Samanco	Samanco	21	9° 15' 41.80"	78° 29' 47.76"	153. 98	Costa

Fuente: INEI

Elaboración propia

Tabla N° 5. Límites de la provincia de Santa

Norte	Este	Sur	Oeste
Prov. Virú	Prov. Corongo	Prov. Casma	Océano pacifico
Dpto. La Libertad	Prov. Huaylas		
Prov. Pallasca	Prov. Yungay		
Prov. Corongo			

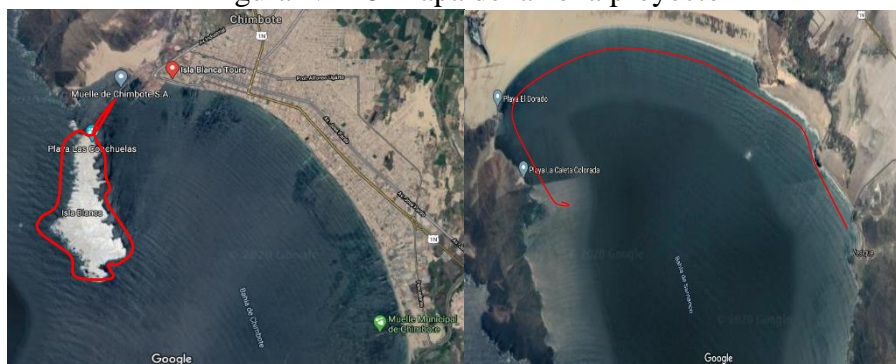
Fuente: Gobierno regional de Áncash

Elaboración propia

➤ Mapa de la zona proyecto

Se muestra a continuación la zona de servicio en un mapa donde se ubican ambas bahías, donde se puede ver el puerto de salida, así como el recorrido que ofrecerán.

Figura N° 15 Mapa de la zona proyecto



Fuente: Google maps

Tabla N° 6. Límites de la bahía de Chimbote

Norte	Dist. De Coishco
Este	Dist. De Macate
Sur	Dist. Nuevo Chimbote
Oeste	Océano Pacífico

Fuente: Gobierno regional de Áncash
Elaboración propia

Tabla N° 7. Límites de la bahía de Samanco

Norte	Dist. Nuevo Chimbote
Este	Dist. De Nepeña
Sur	Dist. De comandante Noel
Oeste	Océano Pacífico

Fuente: Gobierno regional de Áncash
Elaboración propia

5.1.3. Características socio económicas y turísticas de la zona

➤ Estructura económica

Según datos del INEI (2017), Áncash es la quinta economía del territorio peruano, al contribuir con el 4,1% al Valor Agregado Bruto (VAB) nacional. La valiosa región del país es superior en el suceso de algunos sectores como extracción de petróleo, gas y minerales, pesca y acuicultura, así como electricidad, gas y agua.

➤ Pesca y agricultura

La actividad pesquera hace representación del 1,2 % del VAB departamental y registró un promedio anual de 7,5 %, entre los años 2007 y 2017. Además, el departamento es la tercera ciudad en cuanto a contribución al VAB pesquero nacional más importante después de Piura y Lima.

➤ **Turismo**

La región dispone de variados recursos naturales y arqueológicos que hacen sustento el sector turístico, entre los conocidos tenemos: complejos arqueológicos (Sechín, Chavín de Huantar), su amplia diversidad (flora y fauna) que se puede apreciar en el Parque Nacional Huascarán

Tabla N° 8. Arribos de huéspedes nacionales y extranjeros 2016- 2018

ARRIBO DE HUÉSPEDES NACIONALES Y EXTRANJEROS A LOS ESTABLECIMIENTOS DE HOSPEDAJE COLECTIVO SEGÚN DEPARTAMENTO DE ÁNCASH 2016- 2018								
2016			2017			2018		
Nacional	Extranjero	Total	Nacional	Extranjero	Total	Nacional	Extranjero	Total
1 020 045	35 326	1 055 371	1 084 289	47 315	1 131 604	1 088 669	55 864	1 144 533

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Elaboración propia

➤ **Lugares más visitados por los extranjeros**

A continuación, se observa algunos lugares más concurridos por los turistas que constantemente arriban a la región de Áncash en busca de experiencias y explorar la industria turística que sean de su total satisfacción que lo sigan motivando y estimulando a más aventuras de viaje. [27]

Tabla N° 9. Lugares más visitados en la región Áncash

Huaraz	80.4%
Laguna 69	31.6%
Chavín	29.8%
Chimbote	23.4%
Caraz	20.7%
Yungay	20.4%

Elaboración propia

Fuente: Promperú - Perfil del Turista Extranjero 2018

➤ **Arribos internacionales y nacionales en la región Ancash**

La tabla N°10 tenemos información acerca de los arribos nacionales y extranjeros en porcentaje al departamento de Ancash, donde observamos que el flujo turístico es casi sostenible en el tiempo

Tabla N° 10. Arribos a la ciudad de Áncash

Países Emisores	Estados Unidos	16.7%
	Francia	9.1%
	España	8.4%
	Argentina	7.7%
	Alemania	7.7%
	Brasil	5.9%
	Canadá	4.7%
	Otros	39.7%
Regiones Emisoras	Lima	62.8%
	Ancash	20.4%
	La Libertad	9.6%
	Lambayeque	2.1%
	Junín	0.9%
	Huánuco	0.8%
	Otros	3.5%

Elaboración propia

Fuente Promperú- Perfil del turista extranjero 2018 [27]

Tabla N° 11. Características del turista que visitan Áncash

Sexo	56 % Masculino
	44 % Femenino
Edad	31 % De 15 a 24 años
	40% De 24 a 34 años
	13% De 35 a 44 años
	7 % De 45 a 54 años
	6 % De 55 a 64 años
	3 % De 65 años a mas
Motivo de viaje	69 % Vacaciones recreación u ocio
Tipo de alojamiento utilizado	1 % Hotel de 4 o 5 estrellas
	15 % Hotel de 3 estrellas
	29 % Hotel de 1 o 2 estrellas
	41 % Albergues / hostel
	18 % Camping
	9 % Casa de familiares
	3 % Departamento alquilado
Actividades realizadas	89 % Cultura
	76 % Naturaleza
	67 % Aventura
	4 % Sol y Playa

Fuente: Promperú 2018

Elaboración propia

Se indicó en la Tabla anterior las principales particularidades de los extranjeros que visitan la región de Ancash [27]

➤ **Evolución**

Tabla N° 12. Evolución de oferta de plazas - camas

Años	Evolución anual	Variación de promedio anual
2015	18 349	*
2016	19 218	4.7%
2017	19 729	2.65%
2018	20 261	2.7%

Elaboración propia

Fuente: Ministerio de comercio exterior y turismo 2018 [27]

5.2. Misión

5.2.1. Logística de transporte

La propuesta de este proyecto será destinada al transporte de pasajeros, al tratarse de una embarcación con fines turísticos debe cumplir con los criterios de estabilidad, además debe ofrecer espacios cómodos y confortables a las personas ante cualquier situación que se esté navegando, cuando haya posiblemente algún tipo de movimiento brusco o mareos que sufran los pasajeros a bordo, es por ello que la embarcación debe tener la seguridad ante cualquier eventualidad que se presente.

5.2.2. Ruta

La embarcación tendrá variadas rutas de navegación, realizará travesías por la bahía de Chimbote y Samanco ambas bahías como un tour costero en la zona.

Partiendo de la bahía de Chimbote recorrerá alrededor de la isla blanca, así como la visita de la playa Los Conchuelos ubicada en la misma zona y luego retornando al lugar de inicio.

En la bahía de Samanco realizando la salida desde playa Vesique, visitando playa El dorado y finalizando hasta llegar a caleta Colorada.

5.2.3. Capacidad de carga

La embarcación que se presenta está diseñada para alojar a una cantidad de 25 personas cómodamente sentadas, las cuales 23 son pasajeros, más un piloto y un guía teniendo como prioridad la comodidad y el confort para las personas a bordo.

5.2.4. Velocidad

La embarcación navegara aproximadamente a una velocidad de 12 nudos. Centrando la atención en una velocidad comfortable.

5.3. Función

5.3.1. Sistema buque

La embarcación será de tipo catamarán por su configuración ya antes explicada, constituido de dos cascos y una cubierta de unión, permitiéndole así tener un espacio amplio y una excelente estabilidad transversal comparándose ante un monocasco, por lo que son muy comunes en el servicio turístico. Deberá ser de un material ligero como lo es el aluminio, dadas a las buenas características del material nos brindará una alta velocidad lo que nos permitirá escoger un motor propulsor con menor potencia debido a que su resistencia al avance será menor, del mismo modo tendrá a su disposición todos los equipos de seguridad y salvamento a bordo preparado ante cualquier situación mientras está navegando. El catamarán tendrá dimensiones de una embarcación menor ajustándose a la realidad turística y demanda estimada de veraneantes que visitan la región.

5.3.2. Dimensiones base

Lo primero a realizar en este proyecto es la determinación de las dimensiones principales. Para ello debemos iniciar con la búsqueda de embarcaciones similares a la que estamos proponiendo, sea la misión, el perfil, y las características, seguidamente determinaremos las dimensiones principales del catamarán.

➤ Condiciones iniciales

A continuación, en la tabla N° 13, daré a conocer algunos parámetros importantes, considerando como valor fijo la eslora máxima, después se determinará las demás dimensiones esenciales del catamarán, con el método de regresión lineal elaborando para cada gráfico de dispersión una ecuación distinta, y luego como consecuencia tener las características preliminares de la embarcación.

Tabla N° 13. Condiciones iniciales

Eslora	10.0 m
Manga	5.7 m
Velocidad	12 nudos
Material del casco	Aluminio Naval

Elaboración propia

En la recopilación de datos existentes sobre embarcaciones se obtienen sus dimensiones principales, de este modo podemos tener una idea sobre cuáles serán las dimensiones necesarias de nuestro buque de proyecto.

Para ello se tomó la información de una base de datos de 7 catamaranes que tienen igual perfil de misión, datos que vienen reportados en las tablas 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 respectivamente.

Tabla N° 14. Datos principales del buque White Bay

Nombre del buque	White Bay
Tipo de buque	Catamarán turístico
Eslora máxima	12.5 m
Eslora de flotación	12.5 m
Manga	5 m
Calado de proyecto	0.75 m
Calado máximo	1.0 m
Puntal	1.7 m
Pasajeros	60 personas
Tripulación	1 personas
Capacidad de combustible	544 litros
Velocidad de servicio	18 nudos
Velocidad máxima	24 nudos
Motores principales	2 x Cummins QSB 6.7L
Potencia instalada	2 x 184 kW
Material de construcción	Aluminio Naval

Elaboración propia

Tabla N° 15. Datos principales del buque Sttandardr LH 33

Nombre del buque	Sttandardr LH 33
Tipo de buque	Catamarán turístico
Eslora máxima	9.99 m
Manga	5.5 m
Puntal	1.85 m
Calado de proyecto	0.9 m
Pasajeros	8 personas
Desplazamiento Δ	4.8 t
Motores diésel principales	2 Volvo Penta de 19 hp c/u
Depósito de combustible diésel	100 litros
Tanques de agua	2* 120 litros
Material de construcción	fibra de vidrio

Elaboración propia

Tabla N° 16. Datos principales del buque Wana

Nombre del buque	Wana
Tipo de buque	Catamarán turístico
Eslora máxima	12.5 m
Eslora de flotación	12.5 m
Manga	5.3 m
Calado de proyecto	1.01 m
Puntal	1.58 m
Pasajeros	90 personas
Tripulación	3 personas
Capacidad de combustible	1000 litros
Velocidad de servicio	22 nudos
Velocidad máxima	22 nudos
Motores principales	2 x Cummins QSB 6.7L
Potencia instalada	2 x 313 kW
Propulsión	2 hélices
Material de construcción	Aluminio Naval

Elaboración propia

Tabla N° 17. Datos principales del buque Me-Mel

Nombre del buque	Me- Mel
Tipo de buque	Catamarán turístico
Eslora máxima	12.5 m
Eslora de flotación	12.5 m
Manga	5.0 m
Calado de proyecto	0.9 m
Puntal	1.7 m
Pasajeros	60 personas
Tripulación	2 personas
Capacidad de combustible	944 litros
Velocidad de servicio	20 nudos
Velocidad máxima	22 nudos
Motores principales	2 x 184kW / 2600rpm
Potencia instalada	2 x 184 kW
Propulsión	2 hélices
Material de construcción	Aluminio Naval

Elaboración propia

Tabla N° 18. Datos principales del buque George Bass II

Nombre del buque	George Bass II
Tipo de buque	Catamarán turístico
Eslora máxima	16.5 m
Eslora de flotación	14.3 m
Manga	6.0 m
Calado máximo	1.3 m
Pasajeros	95 personas
Capacidad de combustible	3 000 litros
Capacidad de agua	500 litros
Peso muerto	10.8 t
Velocidad de servicio	26 nudos
Motores principales	2 x Volvo Penta
Potencia instalada	2 x 430 hp
Propulsión	2 hélices
Material de construcción	Aluminio Naval

Elaboración propia

Tabla N° 19. Datos principales del buque LH- 73 Sport

Nombre del buque	LH - 73 Sport
Tipo de buque	Catamarán turístico
Eslora máxima	11.1 m
Manga	5.5 m
Puntal	1.85 m
Calado de proyecto	0.85 m
Pasajeros	8 personas
Desplazamiento Δ	4.5 t
Motores diésel principales	2 Volvo de 20 hp c/u
Depósito de combustible diésel	100 litros
Tanques de agua	2* 120 litros
Material de construcción	fibra de vidrio

Elaboración propia

Tabla N° 20. Datos principales del buque CatMarine 39

Nombre del buque	CatMarine 39
Tipo de buque	Catamarán turístico
Eslora máxima	11.98 m
Manga	5.5 m
Calado de proyecto	0.98 m
Pasajeros	38 personas
Desplazamiento Δ	4.5 t
Motores diésel principales	2 Volvo diésel de 40 hp c/u
Depósito de combustible diésel	2 de 100 c/u litros
Tanques de agua	2*140 litros
Material de construcción	fibra de vidrio

Elaboración propia

En la tabla N° 21 se especifican los nombres, las características principales de cada catamarán y se reportan las respectivas relaciones de L/B y B/T :

Tabla N° 21. Base de datos de embarcaciones similares

Nombres	L_{OA} (m)	L_{WL} (m)	B (m)	T	L/B	B/T
White Bay	12.5	12.5	5.0	1.0	2.5	5.00
Wana	12.5	12.5	5.3	1.01	2.36	5.25
Me-Mel	12.5	12.5	5.0	0.90	2.5	5.56
George Bass II	16.5	14.3	6.0	1.3	2.4	4.62
Sttandard LH 33	9.99	9.99	5.5	0.90	1.8	6.11
LH – 73 Sport	11.1	11.1	5.5	0.85	2.0	6.47
CatMarine 39	11.98	11.98	5.5	0.98	2.2	5.61

Elaboración propia

Dónde: L_{OA} : Eslora fuera por fuera L_{WL} : Eslora de flotación

B: Manga

T: Calado

 L/B : Relación Eslora - Manga B/T : Relación Manga - Calado

Una vez concluida la tabla base de datos, se procede a la obtención de las medidas preliminares.

➤ **Eslora (L):**

Para ello, es necesario establecer un parámetro fijo, que condicionará todas las relaciones.

Considerando que la eslora es la medida característica de cada embarcación: Fijo una eslora de **10.00 m**.

Entonces con el valor de eslora establecido y mediante el método de la regresión lineal que relaciona ésta con las demás dimensiones, se obtendrán las primeras estimaciones de las dimensiones.

➤ **Manga (B):**

Gráfico N° 3. Relación L- B

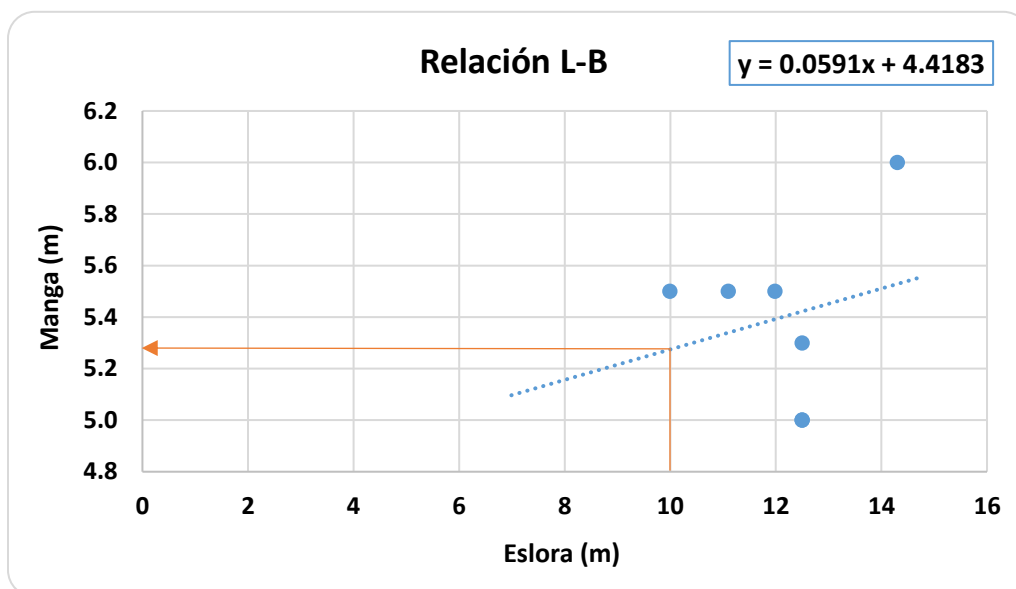


Gráfico N° 3: Relación Eslora – Manga; Excel
Fuente: Elaboración propia

De la ecuación se calcula el valor “Y”, correspondiente a la manga.

Siendo “X” el valor de la eslora, 10 metros, resolviendo la ecuación se obtiene un valor de:

$$Y = 0.0591 * X + 4.4183$$

$$Y = 0.0591 * 10 \text{ m} + 4.6837$$

$$Y = 5.00 \text{ m}$$

Considerando apropiado para el diseño una Manga **B = 4.8 m**

➤ **Calado (T):**

Gráfico N° 4. Relación L –T

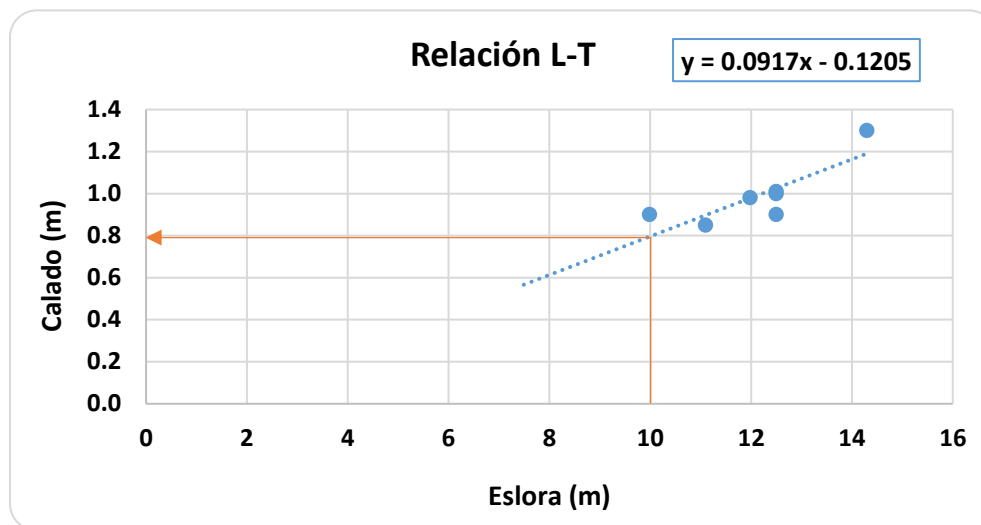


Gráfico N° 4: Relación Eslora – Calado; Excel
Fuente: Elaboración propia

De la ecuación se calcula el valor “Y”, correspondiente al calado.

Siendo “X” el valor de la eslora, 10 metros, resolviendo la ecuación se obtiene un valor de:

$$Y = 0.0917 * X - 0.1205$$

$$Y = 0.0917 * 10 \text{ m} - 0.1205$$

$$Y = 0.7965 \text{ m}$$

Calado $T = 0.80 \text{ m}$

Gráfico N° 5. Relación B –T

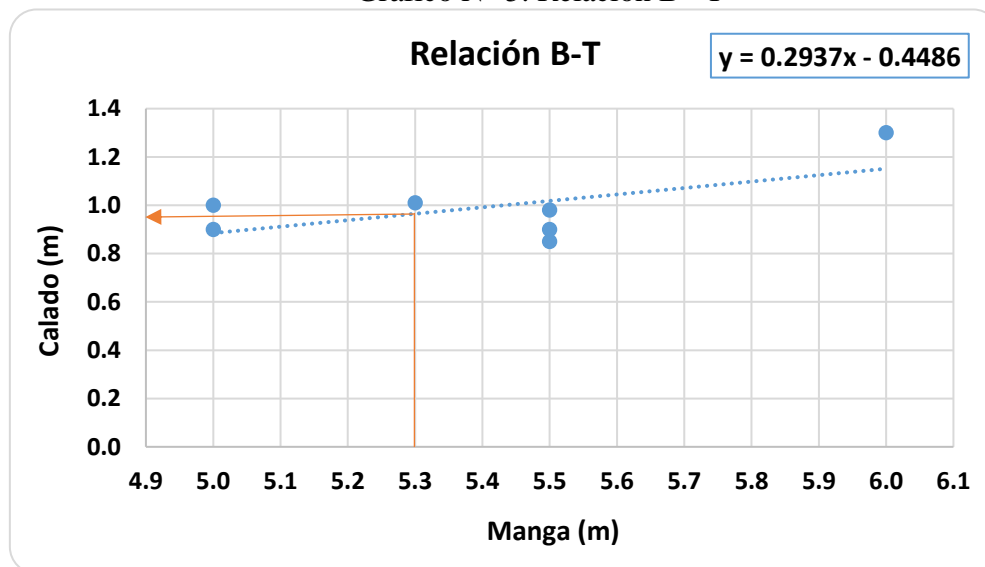


Gráfico N° 5: Relación Manga – Calado; Excel
Fuente: Elaboración propia

De la ecuación obtenida se calcula el valor “**Y**”, correspondiente al calado.

Siendo “**X**” el valor de la manga, 4.80 metros, resolviendo la ecuación se obtiene un valor de:

$$Y = 0.2937 * X - 0.4486$$

$$Y = 0.2937 * 4.80 \text{ m} - 0.4486$$

$$Y = 0.96 \text{ m}$$

Considerando apropiado para el diseño un **Calado $T = 0.96 \text{ m}$**

➤ **Puntal (D):**

Gráfico N° 6. Relación B – D

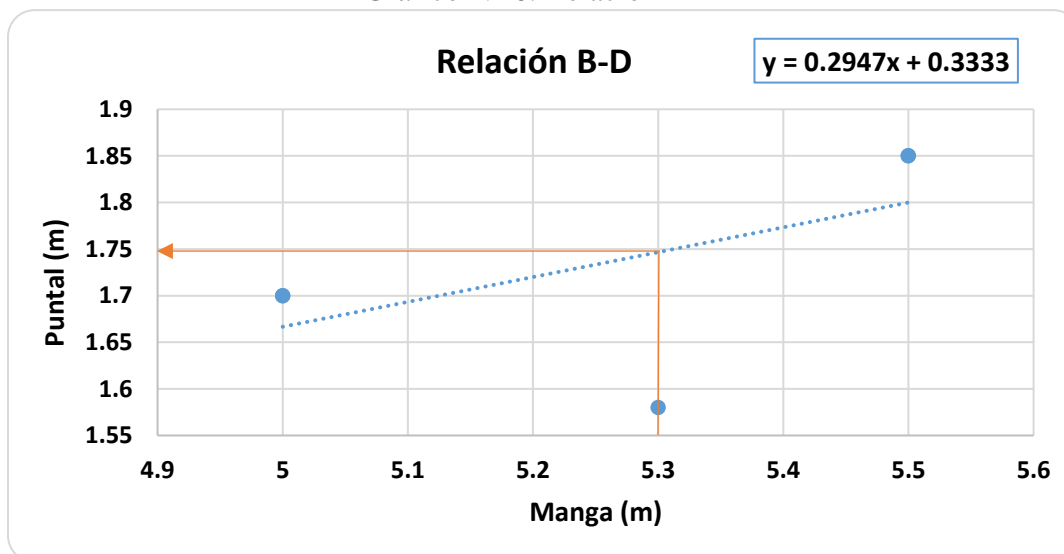


Gráfico N° 6: Relación Manga – Puntal; Excel

Fuente: Elaboración propia

De la ecuación se calcula el valor “**Y**”, correspondiente al puntal.

Siendo “**X**” el valor de la manga, 4.80 m metros, resolviendo la ecuación se obtiene un valor de:

$$Y = 0.2947 * X + 0.3333$$

$$Y = 0.2947 * 4.80 \text{ m} + 0.3333$$

$$Y = 1.7478 \text{ m}$$

Considerando apropiado para el diseño un **Puntal $D = 1.75 \text{ m}$** .

➤ **Eslora de flotación**

Teniendo en cuenta la información de la tabla N° 17 - Base de datos, considero una eslora de flotación de **$L_{WL} = 9.98 \text{ m}$** sea la medida más apropiada para el diseño.

➤ **Separación de cascos**

La separación de medida entre crujía de semicascos se realiza mediante la relación:

$$0.2 \leq \frac{s}{L_{WL}} \leq 0.4 \quad [28]$$

Donde:

s : Separación de cascos (medida entre crujía de semicascos)

L_{WL} : Eslora de flotación

Entonces:

$$0.2 \leq s/L_{wl} \leq 0.4$$

$$0.2 \leq s/9.98 \leq 0.4$$

$$0.2 \leq 0.33 \leq 0.4$$

$$s = 3.4$$

El valor de la relación $s/L_{wl} = 0.34$

➤ **Manga de proyecto de un casco:**

Conocida nuestra separación de casco (medida entre crujía) en metros, podemos nosotros determinar la manga de los semicascos, resultando como medida apropiada un valor de $b = 1.4 \text{ m}$

➤ **Parámetros geométricos del catamarán**

En el estudio realizado por Insel y Molland (1992) de la universidad Australian Maritime, presentan a detalles los parámetros basados para catamaranes como es en nuestro caso, con sus respectivos rangos de aplicación. [29]

Figura N° 16 Parámetros geométricos del catamarán [Insel y Molland (1992)]

<u>Geometric Parameters</u>	<u>$L/\nabla^{1/3}$</u>	<u>L/B</u>	<u>B/T</u>	<u>C_B</u>
<u>Range of Application</u>	<u>6 to 9</u>	<u>6 to 12</u>	<u>1 to 3</u>	<u>0.33 to 0.45</u>

Fuente: Evaluación práctica de la resistencia de las formas del casco de los catamaranes de alta velocidad

Donde:

L : Eslora máxima

∇ : Volumen desplazado

B : Manga de un casco

T : Calado

C_b : Coeficiente del bloque

Comprobando los rangos con nuestros datos obtenemos que cumple con todos los parámetros:

$$\frac{L}{B} = \frac{10}{1.4} = 7.14$$

$$\frac{B}{T} = \frac{1.4}{0.96} = 1.45$$

$$C_b = 0.332$$

Hallando ∇ :

$$\nabla = L * B * T * C_b$$

$$\nabla = 10 * 1.4 * 0.96 * 0.332$$

$$\nabla = 4.46$$

$$\frac{L}{\nabla^{1/3}} = \frac{10}{4.46^{1/3}} = 6.1$$

Como se puede observar, los parámetros geométricos del catamarán se encuentran dentro de los rangos de validez que pide el método, por ello podemos hacer el cálculo aproximado de los coeficientes y resistencia al avance aplicando el método de Prasanta K Sahoo a nuestro catamarán indicada por la siguiente figura. [30]

Figura N° 17 Componentes y coeficiente de resistencia total del catamarán

F_n	C_WCAT	C_WMONO	τ	Re	C_F	C_TCAT
0,2	6,389E-03	5,182E-03	1,233	1,05E+08	2,069E-03	9,699E-03
0,3	4,283E-03	3,985E-03	1,075	1,58E+08	1,953E-03	7,408E-03
0,4	5,493E-03	3,313E-03	1,658	2,10E+08	1,876E-03	8,495E-03
0,5	8,029E-03	5,335E-03	1,505	2,63E+08	1,820E-03	1,094E-02
0,6	4,777E-03	3,400E-03	1,405	3,15E+08	1,776E-03	7,619E-03
0,7	3,330E-03	2,633E-03	1,265	3,68E+08	1,740E-03	6,114E-03
0,8	2,600E-03	2,098E-03	1,239	4,20E+08	1,710E-03	5,335E-03
0,9	1,875E-03	1,898E-03	0,988	4,73E+08	1,683E-03	4,569E-03
1,0	1,542E-03	1,624E-03	0,950	5,25E+08	1,661E-03	4,199E-03

Fuente: Estimación y análisis paramétrico de resistencia al avance de embarcaciones catamaranes

La imagen mostrada va en función del Número de Froude. Para el nuestro caso, el valor de este número se halla mediante la siguiente fórmula:

$$F_n = \frac{v}{\sqrt{g * L_{WL}}}$$

Donde:

v : Velocidad en m/s

g : Gravedad m/s^2

L_{WL} : Eslora de flotación m

Reemplazando a nuestros datos se obtiene:

$$F_n = \frac{12 * 0.5144}{\sqrt{9.81 * 9.98}} = 0.62$$

Dado a que no existen valores para los coeficientes en un número de Froude de 0.62, se interpolará en base a los valores más cercanos a este. De esa forma se obtiene el siguiente resultado:

- ❖ Hallando el coeficiente de resistencia por formación de olas del catamarán

$$C_{W_{CAT}} = 4.777 * 10^{-3} + \left[\left(\frac{0.62 - 0.60}{0.70 - 0.60} \right) * (3.330 * 10^{-3} - 4.777 * 10^{-3}) \right]$$

$$C_{W_{CAT}} = 4.4876 * 10^{-3}$$

- ❖ Hallando el factor de interferencia de la resistencia por formación de olas

$$\tau = 1.405 + \left[\left(\frac{0.62 - 0.60}{0.70 - 0.60} \right) * (1.265 - 1.405) \right]$$

$$\tau = 1.377$$

- ❖ Hallando el número de Reynolds

$$R_e = 3.15 * 10^{-3} + \left[\left(\frac{0.62 - 0.60}{0.70 - 0.60} \right) * (3.68 * 10^{-3} - 3.15 * 10^{-3}) \right]$$

$$R_e = 3.256 * 10^{-3}$$

- ❖ Hallando el coeficiente de resistencia de fricción

$$C_F = 1.776 * 10^{-3} + \left[\left(\frac{0.62 - 0.60}{0.70 - 0.60} \right) * (1.740 * 10^{-3} - 1.776 * 10^{-3}) \right]$$

$$C_F = 1.7688 * 10^{-3}$$

- ❖ Hallando el coeficiente de resistencia total

$$C_{TCAT} = 7.619 * 10^{-3} + \left[\left(\frac{0.62 - 0.60}{0.70 - 0.60} \right) * (6.114 * 10^{-3} - 7.619 * 10^{-3}) \right]$$

$$C_{TCAT} = 7.318 * 10^{-3}$$

- ❖ Hallando la resistencia total

Figura N° 18 Resistencia total del catamarán por Método Sahoo, para distintas velocidades.

V(n)	R _{TCAT} (kp)
7,111	1665,8
10,667	2862,5
14,223	5835,7
17,779	11744,1
21,334	11776,1
24,890	12862,3
28,446	14660,0
32,001	15890,1
35,557	18029,8

Fuente: Estimación y análisis paramétrico de resistencia al avance de embarcaciones catamaranes

$$R_{TCAT} = 2862.5 + \left[\left(\frac{12 - 10.667}{14.223 - 10.667} \right) * (5835.7 - 2862.5) \right]$$

$$R_{TCAT} = 3977.032 \text{ kp}$$

➤ Hallando la superficie mojada de un casco con la siguiente formula aproximada

$$S = L * [1.5 * T + (0.09 + C_B) * B] \quad (m^2)$$

$$S = 10 * [1.5 * 0.96 + (0.09 + 0.332) * 1.4]$$

$$S = 20.5 \text{ m}^2$$

$$S = 42.0 \text{ m}^2 \text{ (Para ambos cascos)}$$

5.3.3. Dimensiones principales

Las características y dimensiones finales vienen reportadas en la siguiente Tabla N° 22.

Tabla N° 22. Dimensiones finales

Dimensiones obtenidas	
Eslora máxima (LOA)	10.0 m
Manga (B)	4.80 m
Calado (T)	0.96 m
Puntal (D)	1.75 m
Separación entre amuras internas en los cascos (s_D)	2.00 m
Manga de proyecto de un casco (b)	1.40 m
Distancia entre líneas de crujía (s)	3.40 m

Elaboración propia

5.4. Forma

5.4.1. Forma geométrica

Para un óptimo modelado del casco de una embarcación se deben considerar factores que son indispensables y que influyen en el diseño, para ello se tomaron principalmente la atención como la velocidad, la ruta, la logística del transporte en la cual deben cumplir con la misión y función ya antes mencionadas.

Por otra parte, cabe resaltar la estabilidad que tendrá la embarcación, es por ello que el casco debe proporcionarnos la estabilidad necesaria para que los pasajeros a bordo no sufran algún tipo de incomodidades al momento de la navegación.

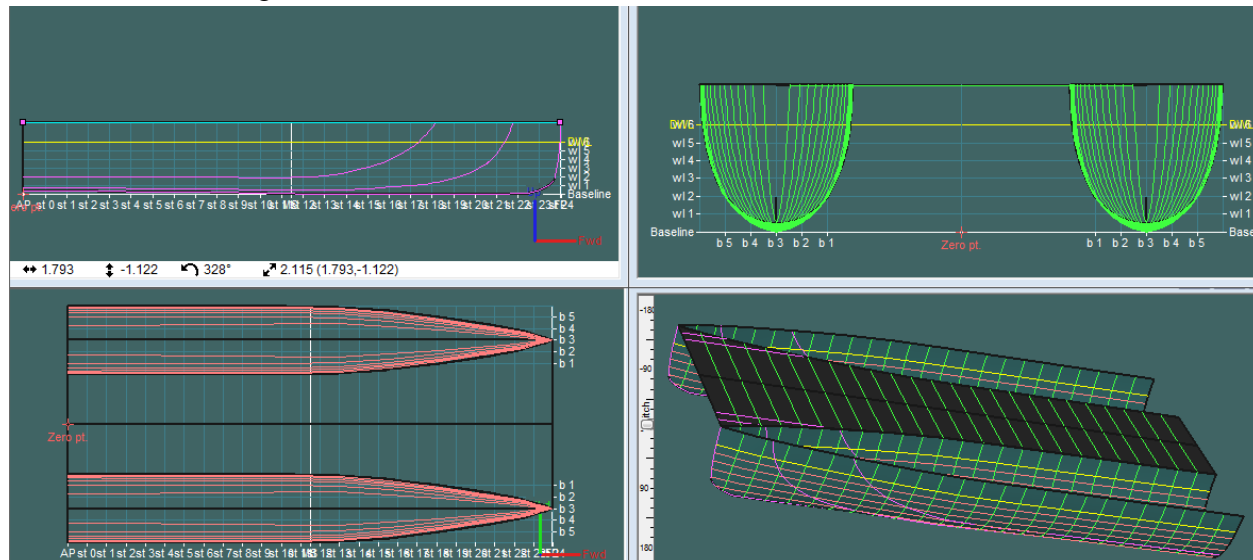
Para tener un mejor resultado será necesario de utilizar algunos recursos como un Software naval que nos proporcionen la ayuda en su modelamiento del casco

➤ Diseño de formas mediante software

- ✓ **Max surf:** Es un software naval para el diseño de embarcaciones, utilizado para la forma geométrica del casco. En este programa encontramos:
 - ❖ Max Surf Modeler:
 - ❖ Max Surf Resistance
 - ❖ Max Surf Estructure:
 - ❖ Max Surf Stability:
- ✓ **Rhinceros:** Software utilizado para el modelamiento en 3D de la nave de proyecto.
- ✓ **AutoCAD:** Programa de aplicación general utilizado para el diseño o dibujo de planos de líneas de formas, así como el plano de distribución general y otros planos requeridos de la embarcación.

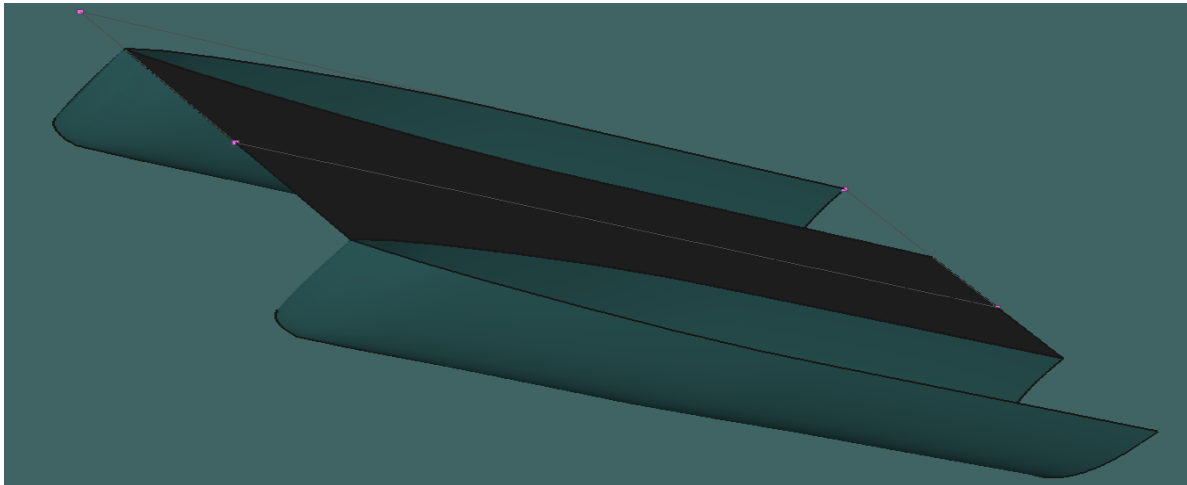
El modelamiento del casco se realizó mediante el software Max Surf, basándonos en embarcaciones de similares características, algunas consideraciones geométricas obtenidas y teniendo definidas las dimensiones principales de la nave a proyectar.

Figura N° 19 Modelamiento del catamarán en vistas diferentes



Elaboración Max Surf

Figura N° 20 Modelamiento en 3D de los cascos del catamarán



Elaboración Max Surf

5.4.2. Disposición de espacio

Una vez terminada la forma del casco y sabiendo la capacidad de carga, comenzaremos con la disposición de espacios necesarios de la embarcación para ello tendremos en cuenta los puntos mencionados anteriormente como logística de transporte y sistema buque. El catamarán dispone de las áreas o espacios siguientes:

➤ **En los cascos tendrá:**

- ✓ **Tanques de combustible:** De acuerdo a proyecto, tendremos un tanque para cada casco, calculado de la siguiente forma:

$$Capacidad_{combustible} = Autonomia \times Consumo \ Especifico \times BHP \ motor$$

$$Capacidad_{combustible} = 12 \ h \ * \ 368.5 \ \frac{g}{kWh} \ * \ 73.6 \ kW$$

$$Capacidad_{combustible} = 325459.2 \ g$$

$$Capacidad_{combustible} = 325.46 \ kg$$

$$(35\% \ por \ imprevistos) \ Capacidad_{combustible} = 439.4 \ kg$$

$$Capacidad_{combustible} = 0.5 \ t \ (cada \ casco)$$

- ✓ **Tanques de agua dulce:** En cada casco colocaremos un tanque de agua dulce cuya capacidad dependerá del número de pasajeros y tripulantes, números de días de navegación de ida y vuelta, es por ello que se recomienda el consumo diario de 0.03 t de agua potable para cada

pasajero a bordo. La capacidad de personas que tendrá la embarcación tanto como pasajeros y tripulantes como se mencionó anteriormente será de un total de 25 personas.

$$Capacidad_{Agua\ dulce} = N^{\circ}\ de\ personas \times \frac{Tn}{Persona} \times N^{\circ}\ Dias$$

$$Capacidad_{Agua\ dulce} = 25 \times 0.03 \times 1$$

$$Capacidad_{Agua\ dulce} = 0.75\ tn\ (Para\ ambos\ cascos)$$

$$Capacidad_{Agua\ dulce} = 0.4\ tn\ (Para\ cada\ casco)$$

- ✓ **Tanques de aguas grises:** En este caso toda embarcación está ligada a normas como MARPOL que velan y controlan la contaminación a causa de aguas sucias. Tenemos la siguiente expresión para determinar el volumen del estanque de retención de aguas negras.

$$Capacidad_{Agua\ grises} = C \times D \times T$$

Donde:

C: Desechos. Se considerará: 0.01 t

D: Número de días estimado: 1

T: Numero de tripulante y pasajeros que transportara la embarcación: 25

$$Capacidad_{Agua\ grises} = 0.01 \times 1 \times 25$$

$$Capacidad_{Agua\ grises} = 0.3\ t\ (Para\ el\ casco\ a\ babor)$$

- ✓ **Tanques de aguas negras:** Se dispondrá un tanque de 0.3 t (Para el casco a estribor)
- ✓ **Tanques de provisiones:** El catamarán brindará un pequeño refrigerio, asimismo ofrecerá un menú de comidas a pedido de los pasajeros, por lo tanto, llevará víveres a bordo, pero solamente de forma limitada.

Por ello, se considerará un promedio de consumo de 0,005 ton de víveres por persona a bordo.

$$Capacidad\ de\ provisiones = N^{\circ}\ de\ personas \times \frac{Tn}{Persona} \times N^{\circ}\ Dias$$

$$Capacidad\ de\ provisiones = 25 \times 0.005 \frac{Tn}{Persona} \times 1$$

$$Capacidad\ de\ provisiones = 0.130\ t\ (Para\ ambos\ cascos)$$

$$Capacidad\ de\ provisiones = 0.08\ t\ (Para\ cada\ casco)$$

➤ **Peso de Pasajero y tripulación**

- ✓ **Pasajeros y tripulación:** Como el proyecto se trata de una embarcación turística se determinó un peso de 0.09 toneladas por persona, por lo cual en nuestro caso será.

$$\text{Pasajero y tripulación} = 25 \text{ personas} \times 0.09 \frac{\text{Tn}}{\text{Persona}}$$

$$\text{Pasajero y tripulación} = 2.25 \text{ t}$$

➤ **En la cubierta principal:**

Contará con dos entradas por babor y estribor, estas puertas tendrán una medida de 80 cm de ancho, se incluye pasamanos y facilitadores de maniobra, los asientos estarán distribuidos y formados por 2 columnas dobles de cuatro, y en la parte popa de la embarcación cuenta con nueve butacas, en total 25 asientos, de los cuales ocho son desmontables y cuatro de ellos son acondicionada para personas discapacitadas.

La embarcación presentada para fines turísticos, así como para servicios particulares, poseerá de servicios higiénicos en cubierta para caballeros y damas, donde estará ubicada en popa central, tendrán ventanas al externo para una excelente ventilación y condicionada por espacios mínimos para discapacitados, las puertas incluirán agarraderas facilitando el acceso, de igual manera los sanitarios y los lavamanos han sido seleccionado con el debido cuidado para disminuir el gasto del agua al momento de ser utilizado, también se colocaran toallas, jabones, dentífricos y otros cosas más necesarias para el aseo personal, asimismo se ha dispuesto de una barra de bar ubicada en la popa central para que en los servicios privados se puedan servir refrigerios o menú a pedido del cliente y en los servicios de paseo acondicionada a tomar pedidos de los pasajeros y ser atendidos cómodamente por el personal a cargo.

El área de mando donde se ubicará el capitán será en la parte delantera para una amplia visión a la hora de navegar, tiene grandes ventanas de vidrio templado, un asiento y todos los equipos de navegación estarán alojados en esa parte.

En la tabla N° 23 se presentan algunas dimensiones y características del diseño, mediante resultados del Max surf, nos muestra lo siguiente:

Tabla N° 23 Características finales de la embarcación

Displacement	15.49	t
Volume (displaced)	15.112	m ³
Draft Amidships	0.96	m
Immersed depth	0.96	m
WL Length	9.98	m
Beam max extents on WL	4.751	m
Wetted Area	46.546	m ²
Max sect. area	1.91	m ²
Waterpl. Area	21.671	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0.793	
Block coeff. (Cb)	0.332	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.432	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.457	
LCB length	4.146	from zero pt. (+ve fwd) m
LCF length	4.16	from zero pt. (+ve fwd) m
LCB %	41.55	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
LCF %	41.684	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
KB	0.571	m
BMt	4.326	m
BML	9.117	m
GMt corrected	4.898	m
GML	9.689	m
KMt	4.898	m
KML	9.689	m
Immersion (TPc)	0.222	tonne/cm
MTc	0.15	tonne.m

Elaboración Max Surf

5.4.3. Hidrostática

Unas ves modeladas el casco en el software MAXSURFT se procede a exportar el archivo al programa HYDROMAX donde se calcularán las curvas hidrostáticas de la nave.

En este programa se nos permite obtener los valores hidrostáticos estimativos de la nave, con calados que fluctúan entre 0.5 m y 1.0 m que son, los rangos donde la embarcación estará operando, cabe destacar que estos valores pueden variar dependiendo de las condiciones en que esta opere. Además, se establecerá un trimado de 0 grados para la embarcación.

Tabla N° 24 Datos hidrostáticos I

	Unidades	Calado (m)								
		0.500	0.529	0.559	0.588	0.618	0.647	0.676	0.706	0.735
Displacement	t	6.012	6.557	7.113	7.679	8.255	8.84	9.434	10.03	10.64
Draft at FP	m	0.5	0.529	0.559	0.588	0.618	0.647	0.676	0.706	0.735
Draft at AP	m	0.5	0.529	0.559	0.588	0.618	0.647	0.676	0.706	0.735
Draft at LCF	m	0.5	0.529	0.559	0.588	0.618	0.647	0.676	0.706	0.735
WL Length	m	9.926	9.931	9.935	9.94	9.944	9.948	9.952	9.955	9.959
Beam max extents on WL	m	4.528	4.55	4.57	4.59	4.609	4.626	4.643	4.658	4.672
Wetted Area	m ²	28.322	29.621	30.915	32.202	33.487	34.766	36.044	37.319	38.592
Waterpl. Area	m ²	17.895	18.271	18.623	18.948	19.258	19.541	19.813	20.063	20.299
Prismatic coeff. (Cp)		0.778	0.779	0.781	0.782	0.783	0.784	0.785	0.786	0.787
Block coeff. (Cb)		0.261	0.267	0.273	0.279	0.285	0.29	0.294	0.299	0.304
Max Sect. area coeff. (Cm)		0.353	0.36	0.367	0.373	0.379	0.385	0.39	0.395	0.4
Waterpl. area coeff. (Cwp)		0.398	0.404	0.41	0.415	0.42	0.425	0.429	0.433	0.436
LCB from zero pt. (+ve fwd)	m	4.172	4.167	4.162	4.158	4.155	4.152	4.15	4.149	4.147
LCF from zero pt. (+ve fwd)	m	4.102	4.104	4.108	4.111	4.114	4.118	4.121	4.125	4.129
KB m	m	0.31	0.327	0.344	0.361	0.378	0.395	0.412	0.428	0.445
KG m	m	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
BMt m	m	9.088	8.518	8.012	7.559	7.154	6.786	6.453	6.148	5.87
BML m	m	18.871	17.701	16.662	15.732	14.901	14.146	13.465	12.84	12.271
GMt m	m	8.438	7.885	7.397	6.96	6.572	6.22	5.905	5.617	5.355
GML m	m	18.222	17.069	16.046	15.133	14.319	13.58	12.916	12.308	11.756
KMt m	m	9.398	8.845	8.357	7.92	7.532	7.18	6.865	6.577	6.315
KML m	m	19.182	18.029	17.006	16.093	15.279	14.54	13.876	13.268	12.716
Immersion (TPc)	tonne/cm	0.183	0.187	0.191	0.194	0.197	0.2	0.203	0.206	0.208
MTc	tonne.m	0.11	0.112	0.114	0.116	0.118	0.12	0.122	0.124	0.125

Elaboración Max Surf

Tabla N° 25 Datos hidrostáticos II

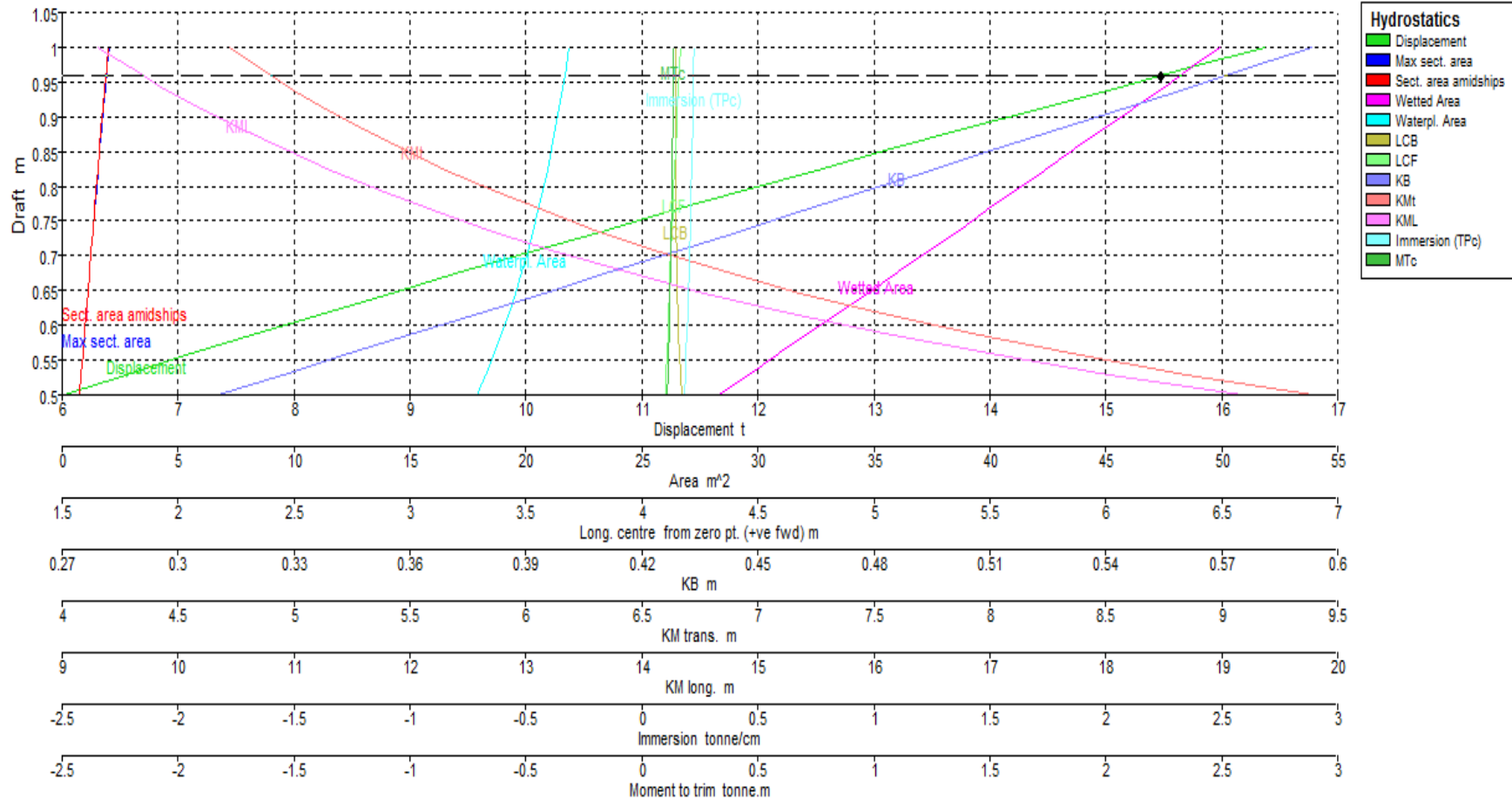
	Unidades	Calado (m)								
		0.765	0.794	0.824	0.853	0.882	0.912	0.941	0.971	1.000
Displacement	t	11.26	11.88	12.51	13.14	13.78	14.42	15.07	15.73	16.38
Draft at FP	m	0.765	0.794	0.824	0.853	0.882	0.912	0.941	0.971	1
Draft at AP	m	0.765	0.794	0.824	0.853	0.882	0.912	0.941	0.971	1
Draft at LCF	m	0.765	0.794	0.824	0.853	0.882	0.912	0.941	0.971	1
WL Length	m	9.962	9.965	9.968	9.971	9.973	9.976	9.978	9.98	9.983
Beam max extents on WL	m	4.685	4.698	4.709	4.719	4.729	4.738	4.746	4.754	4.76
Wetted Area	m ²	39.847	41.115	42.381	43.646	44.91	46.174	47.436	48.698	49.959
Waterpl. Area	m ²	20.52	20.727	20.921	21.103	21.272	21.432	21.578	21.72	21.844
Prismatic coeff. (Cp)		0.788	0.789	0.789	0.79	0.791	0.792	0.793	0.793	0.794
Block coeff. (Cb)		0.308	0.312	0.316	0.319	0.323	0.327	0.33	0.333	0.336
Max Sect. area coeff. (Cm)		0.405	0.41	0.414	0.418	0.422	0.426	0.429	0.433	0.436
Waterpl. area coeff. (Cwp)		0.44	0.443	0.446	0.448	0.451	0.453	0.456	0.458	0.46
LCB from zero pt. (+ve fwd)	m	4.147	4.146	4.146	4.145	4.145	4.146	4.146	4.147	4.147
LCF from zero pt. (+ve fwd)	m	4.133	4.137	4.141	4.145	4.149	4.153	4.157	4.161	4.166
KB m	m	0.462	0.478	0.495	0.511	0.528	0.544	0.561	0.577	0.594
KG m	m	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
BMt m	m	5.614	5.378	5.159	4.956	4.767	4.591	4.426	4.272	4.126
BML m	m	11.746	11.263	10.816	10.402	10.016	9.657	9.32	9.006	8.709
GMt m	m	5.116	4.896	4.694	4.508	4.335	4.176	4.027	3.889	3.759
GML m	m	11.248	10.782	10.351	9.953	9.584	9.242	8.921	8.624	8.343
KMt m	m	6.076	5.856	5.654	5.468	5.295	5.136	4.987	4.849	4.719
KML m	m	12.208	11.742	11.311	10.913	10.544	10.202	9.881	9.584	9.303
Immersion (TPc)	tonne/cm	0.21	0.212	0.214	0.216	0.218	0.22	0.221	0.223	0.224
MTc	tonne.m	0.127	0.128	0.13	0.131	0.132	0.134	0.135	0.136	0.137

Elaboración Max Surf

➤ **Curvas hidrostáticas**

Las curvas nos muestran el comportamiento del casco de la embarcación, a diferentes calados. Se muestran en el gráfico N° 7

Gráfico N° 7 Curvas hidrostáticas

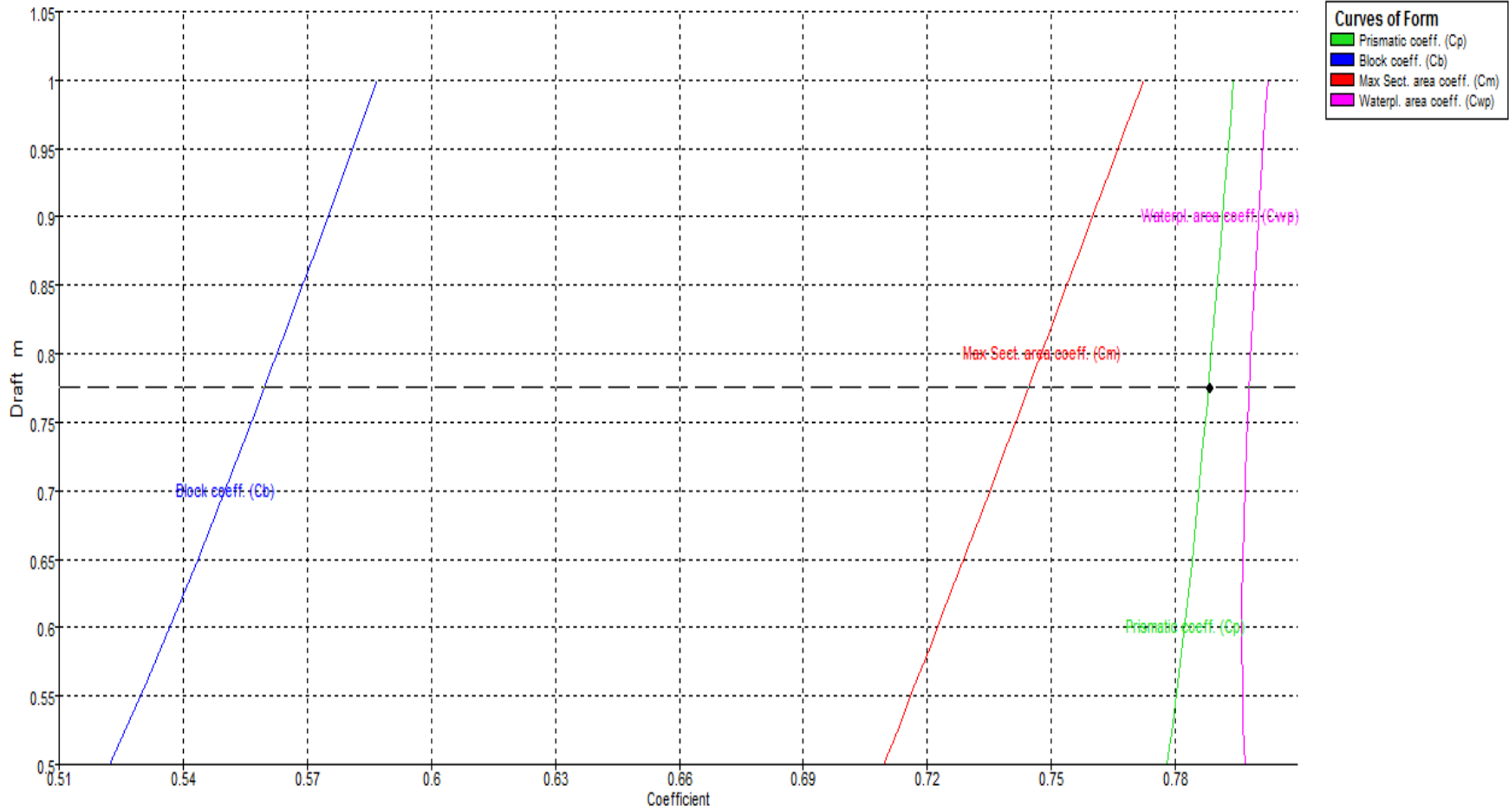


Draft = 0.959 m Displacement = 15.471 t

Elaboración Max Surf

➤ **Relación Calado- Coeficiente**

Gráfico N° 8 Curvas de los coeficientes



Draft = 0.775 m Prismatic coeff. (Cp) = 0.788
 Elaboración Max Surf

➤ **Cálculo de las curvas cruzadas**

Tabla N° 26 Características Hidrostáticas a distintos ángulos de escora a Máxima Carga

Desplazamientos	LCG	KN												
		t	m	5°	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
5	4.187	0.917	1.69	1.813	1.825	1.824	1.812	1.754	1.658	1.507	1.305	1.061	0.785	0.481
5.789	4.175	0.831	1.572	1.82	1.834	1.836	1.826	1.772	1.669	1.509	1.3	1.05	0.771	0.468
6.579	4.166	0.762	1.462	1.827	1.844	1.848	1.84	1.788	1.676	1.509	1.295	1.042	0.76	0.459
7.368	4.16	0.705	1.367	1.831	1.854	1.86	1.853	1.798	1.681	1.509	1.291	1.036	0.753	0.452
8.158	4.155	0.658	1.284	1.793	1.863	1.872	1.866	1.804	1.683	1.508	1.288	1.032	0.748	0.447
8.947	4.152	0.618	1.211	1.724	1.873	1.881	1.872	1.807	1.683	1.508	1.287	1.03	0.746	0.445
9.737	4.149	0.583	1.147	1.653	1.88	1.885	1.875	1.807	1.683	1.508	1.287	1.03	0.746	0.445
10.53	4.148	0.553	1.091	1.585	1.88	1.884	1.872	1.805	1.683	1.509	1.29	1.034	0.75	0.449
11.32	4.146	0.527	1.041	1.519	1.827	1.876	1.865	1.801	1.681	1.511	1.261	1.022	0.77	0.507
12.11	4.146	0.503	0.997	1.448	1.72	1.802	1.8	1.75	1.604	1.428	1.226	1.005	0.77	0.524
12.89	4.145	0.482	0.957	1.373	1.584	1.614	1.618	1.586	1.506	1.382	1.22	1.021	0.786	0.524
13.68	4.145	0.463	0.921	1.291	1.426	1.448	1.458	1.444	1.386	1.29	1.16	0.992	0.789	0.558
14.47	4.146	0.446	0.888	1.199	1.275	1.301	1.317	1.318	1.281	1.211	1.105	0.963	0.788	0.585
15.26	4.146	0.431	0.853	1.093	1.14	1.171	1.192	1.207	1.189	1.14	1.055	0.936	0.785	0.607
16.05	4.147	0.417	0.812	0.975	1.019	1.054	1.08	1.109	1.109	1.076	1.009	0.91	0.781	0.627
16.84	4.148	0.404	0.761	0.864	0.911	0.949	0.98	1.022	1.036	1.018	0.967	0.886	0.777	0.644
17.63	4.149	0.392	0.696	0.763	0.812	0.855	0.89	0.944	0.97	0.964	0.928	0.863	0.773	0.659
18.42	4.15	0.381	0.612	0.672	0.723	0.769	0.809	0.873	0.908	0.914	0.892	0.843	0.769	0.673
19.21	4.151	0.371	0.527	0.588	0.642	0.691	0.736	0.808	0.852	0.869	0.859	0.824	0.766	0.686
20	4.153	0.35	0.449	0.511	0.568	0.621	0.669	0.746	0.799	0.827	0.829	0.808	0.763	0.698

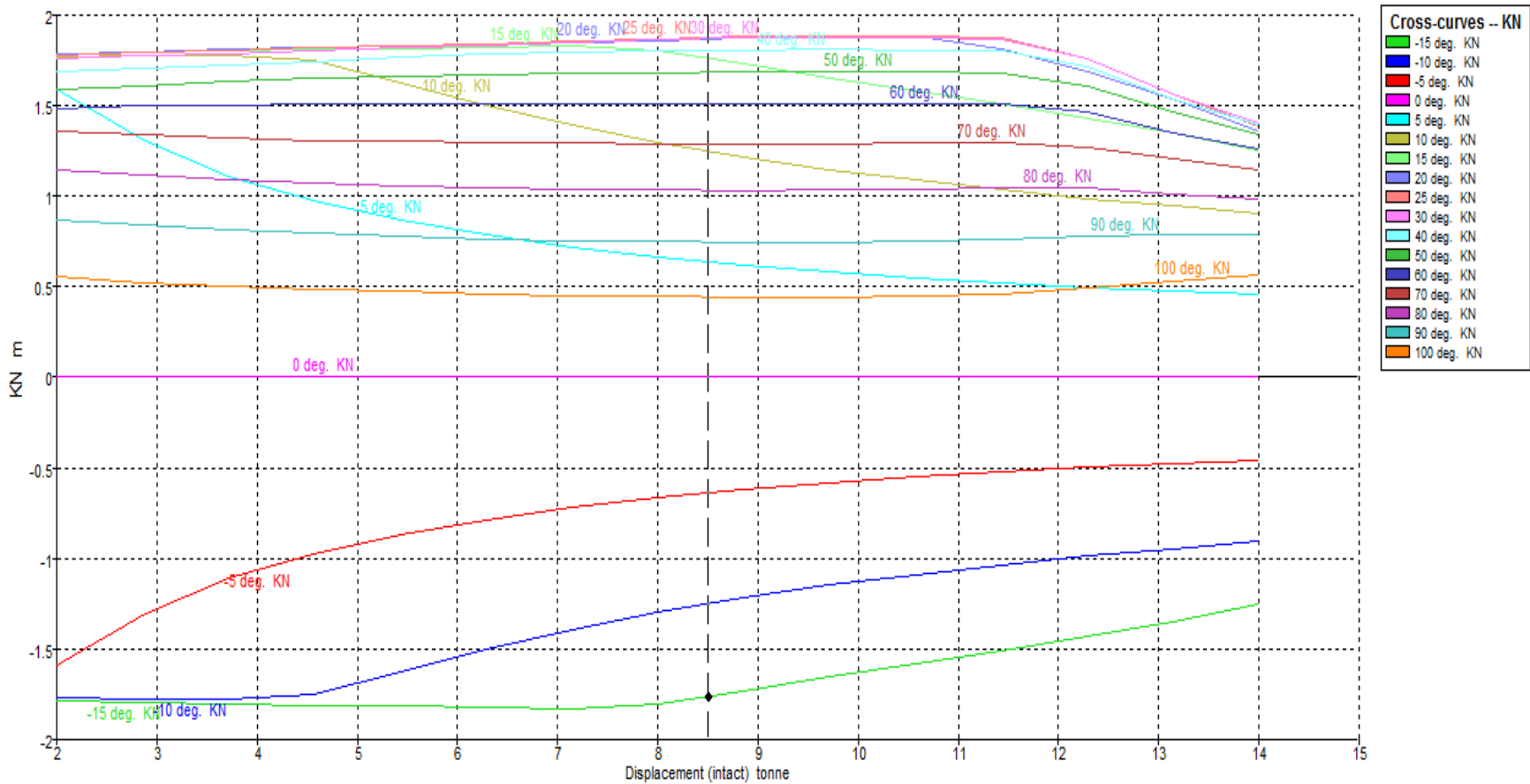
Elaboración Max Surf

Las curvas cruzadas KG=0 y Trim=0

Los brazos KN para variados ángulos de escora demuestra que la embarcación posee excelente estabilidad y no nos encontramos en un límite deficiente. Dado a que es un catamarán la parte de estabilidad estará asegurada.

Los cálculos realizados son para condiciones de diez desplazamientos que van de 5° hasta los 100°

Gráfico N° 9 Curvas cruzadas KN



-15 deg. KN = -1.763 m Displacement (intact) = 8.500 tonne

Elaboración Max Sur

5.4.4. Estructura del casco

Lo primero a realizar en esta parte es determinar la elección de la casa clasificadora la cual es Registro Italiano Navale (RINA). “Rules for classification of pleasure yachts – January 2011”- Part B Hull and Stability. Esta norma es reconocida internacionalmente por ello se compromete a la clasificación, certificación y verificación para embarcaciones de aluminio.

➤ Aluminio en el sector naval

Contamos con una variedad de materiales para la fabricación de cascos y estructuras sin embargo entre todos estos materiales destaca el aluminio, por sus buenas ventajas de mantenimiento, facilidad de manejo, vida del material y fácil versatilidad, frente a otros materiales. Con lo que respecta al costo hoy en día se ha reducido de forma considerable que resulta perfectamente la posible fabricación de embarcaciones con aluminio.

Figura N° 21. Ventajas del aluminio

Resistencia	Comparado con otro material ligero como puede ser la fibra, el aluminio presenta mejor comportamiento frente a posibles choques ya que posee una elevada ductilidad
Rigidez	Los cascos en aluminio se realizan soldando entre si todos los elementos que componen la estructura, lo que hace que sea compacta y rígida
Estanqueidad	Comparado con otro material igual de impermeables, la posibilidad de realizar las uniones mediante soldadura y sin necesidad de utilizar fijaciones mecánicas hacen que este material sea menos probable de sufrir filtraciones
Ligereza	las embarcaciones fabricadas con este material dotan de varias ventajas como mejor maniobrabilidad, mayor prestaciones y menor consumo
Mantenimiento	El excelente comportamiento en ambientes corrosivos, hacen que no sea necesario pintarlo para protegerlo, además las reparaciones son sencillas y garantizan una resistencia similar a la original
Certificaciones	Reglamentos con certificación de inspección como: Det Norske veritas, germanischer Lloyd, Bureau Veritas, American Bureau of shipping, Lloyds register of shipping
Ecología	La capacidad de reciclado del 100% de manera prácticamente ilimitada que posee el aluminio le hace no solo eficiente, si no también comprometido con el medio ambiente.

Elaboración propia

➤ Aleación del material para la fabricación de estructuras

Se elegirá la aleación que pertenece a la serie 5. Esta embarcación optara el aluminio 5083 H111 de acuerdo a la tabla:

Figura N° 22 Utilidades de esta aleación para producto laminado

Aleación	Característica	Usos
Aluminio 5083	Aleación fuerte con excelente resistencia a la corrosión y muy apta para la soldadura	En chapas y planchas, cascos de barcos, lanchas rápidas y yates, tanques y superestructuras. Etc.

Elaboración propia

➤ **Datos necesarios para la elaboración del escantillonado**

Los siguientes datos hallados para el cálculo, encontrados en la Part B, Ch1 Sec 5 “Symbols” son:

- ✓ **L**: Eslora de escantillonado en *m*, de la línea de flotación a plena carga.

$$L = 9.989 \text{ m}$$

- ✓ **L_{pp}**: Eslora entre perpendiculares, en *m*

$$L_{pp} = 9.98 \text{ m}$$

- ✓ **B**: Manga máxima en *m*, para embarcaciones de doble casco debe ser tomada igual al doble de la manga del casco simple

$$B = 2 * 1.4 \text{ m}$$

$$B = 2.8 \text{ m}$$

- ✓ **T**: Calado en *m*, medido verticalmente desde la línea base hasta la línea de flotación a plena carga

$$T = 0.96 \text{ m}$$

- ✓ **D**: Puntal en *m*, medido verticalmente desde la línea base hasta la cubierta principal

$$D = 1.75 \text{ m}$$

- ✓ **Δ**: Desplazamiento en *t*, hallada mediante la fórmula:

$$\Delta = 0.42 * L * B * T$$

$$\Delta = 0.42 * 9.98 * 2.8 * 0.96$$

$$\Delta = 11.27$$

- ✓ **C_b**: Coeficiente del bloque, hallada mediante la fórmula

$$C_b = \frac{\Delta}{1.025 * L * B * T}$$

$$C_b = \frac{11.27}{1.025 * 9.98 * 2.8 * 0.96}$$

$$C_b = 0.41$$

- ✓ **V**: Máxima velocidad en, *kn*

$$V = 12 \text{ kn}$$

- **Espacio entre cuadernas S_R**: En *m*, en la Pt B Ch 1 Sec 1, obtenido de la siguiente formula

$$S_R = 0.35 + 0.005 * L$$

S_R: Intervalo entre cuadernas

L: Eslora de escantillonado en (*m*)

$$S_R = 0.35 + 0.005 * 9.98$$

$$S_R = \mathbf{0.40\ m}$$

- **Mamparo de colisión:** Se colocará un mamparo de colisión estanco hasta la cubierta del mamparo, que se situará a una distancia de la perpendicular de proa de no menos del 5%, y no más del 10% de la eslora L_{pp} .

d_{mc} : Distancia del mamparo de colision:

$$d_{mc} = L_{pp} * 0.05$$

$$d_{mc} = 9.98 * 0.05$$

$$d_{mc} = \mathbf{0.499\ m}$$

$$d_{mc} = L_{pp} * 0.1$$

$$d_{mc} = 9.98 * 0.1$$

$$d_{mc} = \mathbf{0.998\ m}$$

$$\mathbf{8.982\ m < Mamparo\ de\ colision < 9.481\ m}$$
 (Cuaderna 22)

- **Aceleración del diseño**

- ✓ **Aceleración del centro de gravedad a_{CG} :** Expresado en g , y no debe ser inferior a:

$$a_{CG} = S * \frac{V}{L^{0.5}}$$

S : Asumir para yates Desplazantes el valor de $S = \mathbf{0.21}$

V : Velocidad maxima en, kn

L : Eslora de escantillonado (m)

$$a_{CG} = 0.21 * \frac{12}{9.98^{0.5}}$$

$$a_{CG} = \mathbf{0.80\ m/s^2}$$

- ❖ **Distribución longitudinal de la aceleración vertical:** Pt 1 Ch1 Sec 5, viene dado por

$$a_V = K_V * a_{CG}$$

K_V : Factor de distribución longitudinal $\mathbf{0.9}$. Hallada en los anexos

a_{CG} : Aceleración del centro de gravedad $\mathbf{0.80}$

$$a_V = 0.9 * 0.80$$

$$a_V = \mathbf{0.72\ m/s^2}$$

- ✓ **Aceleración transversal g :** Se puede obtener mediante la siguiente formula:

$$a_t = 2.5 * \frac{H_{sl}}{L} * \left[1 + 5 * \left(1 + \frac{V/L^{0.5}}{6} \right)^2 * \frac{r}{L} \right]$$

H_{sl} : altura de ola significativa permitida, en m, a velocidad V . $H_{sl} = 2 \text{ m}$

V : Máxima velocidad de servicio (kn). $V = 12 \text{ kn}$

r : Línea de flotación en el calado T , para yates de doble casco $r = 0.96 \text{ m}$

$$a_t = 2.5 * \frac{2}{9.98} * \left[1 + 5 * \left(1 + \frac{12/9.98^{0.5}}{6} \right)^2 * \frac{0.96}{9.98} \right]$$

$$a_t = 1.14 \text{ m/s}^2$$

➤ Cargas generales

✓ Momento de flexión longitudinal y fuerza de corte

a) Momento de flexión debido a cargas de mar en calma, cargas inducidas por olas y cargas de impacto

$$M_{bl,H} = M_{bl,S} = 0.55 * \Delta * L * (C_B + 0.7) * (1 + a_{CG})$$

Δ : Desplazamiento en t

C_B : Coeficiente de bloque

a_{CG} : Aceleración del centro de gravedad

$$M_{bl,H} = M_{bl,S} = 0.55 * 11.27 * 9.98 * (0.41 + 0.7) * (1 + 0.80)$$

$$M_{bl,H} = M_{bl,S} = 123.38 \text{ kN.m}$$

b) Momento de flexión debido a cargas de agua en reposo y las cargas inducidas por las olas.

$$M_{bl,H} = M_{s,H} + 0.95 * S * C * L^2 * B * C_B$$

$$M_{bl,S} = M_{s,S} + 0.55 * S * C * L^2 * B * (C_B + 0.7)$$

Donde:

$M_{s,H}$: Momento flector de la cresta en mar calma en, $kN.m$. Determinada de lo siguiente

$$M_{s,H} = 85 * C * L^2 * B * (C_B + 0.7) * 10^{-3}$$

$M_{s,S}$: Momento flector de la cavidad en mar calma en, $kN.m$. Determinada de lo siguiente

$$M_{s,S} = 63 * C * L^2 * B * (C_B + 0.7) * 10^{-3}$$

S : Asumir para yates Desplazantes el valor de $S = 0.21$

$$C = 6 + 0.02 * L$$

$$C = 6 + 0.02 * 9.98$$

$$C = 6.20$$

$$M_{s,H} = 85 * 6.20 * 9.98^2 * 2.8 * (0.41 + 0.7) * 10^{-3}$$

$$\mathbf{M_{s,H} = 163.09 \text{ kN.m}}$$

$$M_{s,S} = 63 * 6.20 * 9.98^2 * 2.8 * (0.41 + 0.7) * 10^{-3}$$

$$\mathbf{M_{s,S} = 120.88 \text{ kN.m}}$$

Entonces:

$$M_{bl,H} = 163.09 + 0.95 * 0.21 * 6.20 * 9.98^2 * 2.8 * 0.41$$

$$\mathbf{M_{bl,H} = 304.43 \text{ kN.m}}$$

$$M_{bl,S} = 120.88 + 0.55 * 0.21 * 6.20 * 9.98^2 * 2.8 * (0.41 + 0.7)$$

$$\mathbf{M_{bl,S} = 342.49 \text{ kN.m}}$$

c) Fuerza de corte: Hallada mediante la siguiente formula.

$$T_t = \frac{3.1 * M_{bl}}{L}$$

M_{bl} : Es el mayor entre $M_{bl,H}$ y $M_{bl,S}$ ya antes calculado

$$T_t = \frac{3.1 * 342.49}{9.98}$$

$$\mathbf{T_t = 106.38 \text{ kN}}$$

➤ Para el cálculo de la ola de diseño, se deben tomar los siguientes valores:

✓ Longitud de ola

$$\lambda = L$$

$$\lambda = \mathbf{9.98 \text{ m}}$$

✓ Altura de la ola

$$h = \frac{L}{15 + \frac{L}{20}}$$

$$h = \frac{9.98}{15 + \frac{9.98}{20}}$$

$$\mathbf{h = 0.64}$$

➤ Cargas transversales para yates de doble casco

✓ Momento flector transversal y fuerza de corte: En $kN.m$ y la fuerza de corte t_{bt} en kN

Se obtiene de la siguiente formula.

$$M_{bt} = \frac{\Delta * b * a_{CG} * g}{5}$$

$$T_{bt} = \frac{\Delta * a_{CG} * g}{4}$$

Δ : Desplazamiento t

b : Distancia transversal (m), entre los centros de los dos cascos;

a_{CG} : Aceleración del centro de gravedad

g : Aceleración de la gravedad 9.81 m/s^2

Calculando:

$$M_{bt} = \frac{11.27 * 3.4 * 0.80 * 9.81}{5}$$

$$M_{bt} = 59.95 \text{ kN.m}$$

$$T_{bt} = \frac{11.27 * 0.80 * 9.81}{4}$$

$$T_{bt} = 22.04 \text{ kN}$$

✓ **Momento de conexión de torsión transversal:** En kN.m , viene dado por:

$$M_{tt} = 0.125 * \Delta * L * a_{CG} * g$$

$$M_{tt} = 0.125 * 11.27 * 9.98 * 0.80 * 9.81$$

$$M_{tt} = 109.99 \text{ kN.m}$$

➤ **Presión de diseño para el fondo del casco:** La presión p , en kN/m^2 , para el escantillado del casco, las planchas y los refuerzos situados por debajo de la línea de flotación a plena carga debe considerarse al valor igual de:

$$p_1 = 0.24 * L^{0.5} * \left(1 - \frac{h_0}{2T}\right) + 10 * (h_0 + a * L)$$

h_0 : Distancia vertical (m), de pdr a la carga completa de la línea de flotación

$$h_0 = 0.96 \text{ m}$$

pdr : Punto de referencia, entendido como el borde inferior de la plancha o, en el caso de los refuerzos, el centro del área soportada por el refuerzo.

a : Función del coeficiente de la posición longitudinal de pdr, igual a:

$0.04 / (CB - 0.024)$ en el camino del PpAV

$$a = \frac{0.04}{0.41 - 0.024}$$

$$a = 0.1$$

$$p_1 = 0.24 * 9.98^{0.5} * \left(1 - \frac{0.96}{2 * 0.96}\right) + 10 * (0.96 + 0.1 * 9.98)$$

$$p_1 = 20.39 \text{ kN/m}^2$$

- **Presión de diseño para el lateral del casco:** La presión de diseño p , en kN/m^2 , para el escantillonado de las estructuras laterales situadas por encima de la línea de flotación a plena carga debe considerarse igual al valor de:

$$p_1 = 66.25 * (a + 0.024) * (0.15 * L - h_0)$$

$$p_1 = 66.25 * (0.1 + 0.024) * (0.15 * 9.98 - 0.96)$$

$$p_1 = 4.49 \text{ kN/m}^2$$

- **Factor del material K para el escantillonado de estructurales hechos en aluminio:** Que viene tomada de la siguiente formula.

$$K = \frac{110}{\eta * R_{p0.2}}$$

$R_{p0.2}$: Mínima garantía de tensión de rendimiento N/mm^2 del material original en condiciones de entrega para este caso $125 N/mm^2$. Ver en anexos

$R'_{p0.2}$: Mínima garantía de tensión de rendimiento N/mm^2 de metal en condiciones de soldadura, ver la condición 0 o H111 para las aleaciones de la serie 5000. Ver en anexos

η : Es el coeficiente de unión para el conjunto soldado, correspondiente a la aleación de aluminio considerado, en este caso 1. Ver tabla en anexos.

$$K = \frac{110}{1 * 125}$$

$$K = 0.88$$

- **Quilla**

- ✓ **Quilla horizontal:** El forro de la quilla debe tener una longitud b_{CH} , en mm , a lo largo del yate, no menor que el valor obtenido por la siguiente ecuación:

$$b_{CH} = 4.5 * L + 600$$

$$b_{CH} = 4.5 * 9.98 + 600$$

$$b_{CH} = 644.91 \text{ mm}$$

Y un espesor no menor del forro del fondo aumentado en 2 mm .

$$t_{CH} = 6.19 \text{ mm}$$

- **Fondo y Pantoque:** El espesor del forro del fondo y del pantoque no debe ser inferior a los valores t_1 y t_2 , en mm , calculados con las siguientes fórmulas:

$$t_1 = k_1 * k_2 * k_a * s * (p * K)^{0.5}$$

$$t_2 = 11 * s * (T * K)^{0.5}$$

$$k_1: 0,15, \text{ asumiendo que } p = p_1$$

$$p_1 = 20.39 \text{ hallada anteriormente}$$

k_a : Coeficiente en función de la relación S/s que figura en tabla, donde S es la dimensión mayor del forro, en m . Para este caso $k_a = 22.4$. Ver anexos

k_2 : Factor de corrección de la curvatura dado por $1 - h/s$ que debe tomarse no menos de 0.7, donde h es la distancia, en mm , medida perpendicularmente desde la distancia s hasta el punto más alto de la plancha entre los dos soportes. Para este caso $k_2 = 0.74$ Ver anexos.

$$t_1 = 0.15 * 0.74 * 22.4 * 0.4 * (20.39 * 0.88)^{0.5}$$

$$t_1 = \mathbf{4.19 \text{ mm}}$$

$$t_2 = 11 * 0.4 * (0.96 * 0.88)^{0.5}$$

$$t_2 = \mathbf{4.04 \text{ mm}}$$

- **Espesores mínimos:** Ver en anexos.

✓ **Quilla, Plancha del fondo:**

$$t_1 = 1.75 * L^{1/3} * K^{0.5}$$

$$t_1 = 1.75 * 9.98^{1/3} * 0.88^{0.5}$$

$$t_1 = \mathbf{3.53 \text{ mm}}$$

✓ **Plancha de costado:**

$$t_2 = 1.50 * L^{1/3} * K^{0.5}$$

$$t_2 = 1.50 * 9.98^{1/3} * 0.88^{0.5}$$

$$t_2 = \mathbf{3.03 \text{ mm}}$$

✓ **Forro de cubierta de resistencia abierta:**

$$t_3 = 1.50 * L^{1/3} * K^{0.5}$$

$$t_3 = 1.50 * 9.98^{1/3} * 0.88^{0.5}$$

$$t_3 = \mathbf{3.03 \text{ mm}}$$

✓ **Forro de cubierta inferior y cerrado**

$$t_4 = t_3 - 0.5$$

$$t_4 = 3.03 - 0.5$$

$$t_4 = \mathbf{2.53 \text{ mm}}$$

✓ **Mamparo delantero de superestructura de 1er nivel**

$$t_5 = t_1$$

$$t_5 = \mathbf{3.53 \text{ mm}}$$

✓ **Mamparo de superestructura**

$$t_6 = t_5 - 1.5$$

$$t_6 = 3.53 - 1.5$$

$$t_6 = \mathbf{2.03 \text{ mm}}$$

✓ **Mamparo de compartimentado estanco**

$$t_7 = t_2 - 0.5$$

$$t_7 = 3.03 - 0.5$$

$$t_7 = \mathbf{2.53 \text{ mm}}$$

✓ **Mamparo del tanque**

$$t_8 = t_2$$

$$t_8 = \mathbf{3.03 \text{ mm}}$$

✓ **Vagra central**

$$t_9 = 2.3 * L^{1/3} * K^{0.5}$$

$$t_9 = 2.3 * 9.98^{1/3} * 0.88^{0.5}$$

$$t_9 = \mathbf{4.65 \text{ mm}}$$

✓ **Varengas y vagras laterales**

$$t_{10} = 1.70 * L^{1/3} * K^{0.5}$$

$$t_{10} = 1.70 * 9.98^{1/3} * 0.88^{0.5}$$

$$t_{10} = \mathbf{3.43 \text{ mm}}$$

✓ **Pilares tubulares**

$$t_{11} = 0.05 * d$$

d: Diámetro del puntal, en (mm)

$$t_{11} = 0.05 * 150$$

$$t_{11} = 7.5 \text{ mm}$$

- **Planchas del costado:** El espesor no debe ser inferior a los valores t_1 y t_2 , en mm , calculados con las siguientes fórmulas:

$$t_1 = k_1 * k_2 * k_a * s * (p * K)^{0.5}$$

$$t_2 = 10 * s * (T * K)^{0.5}$$

Entonces:

$$t_1 = 0.15 * 0.74 * 22.4 * 0.4 * (4.49 * 0.88)^{0.5}$$

$$t_1 = 1.97 \text{ mm}$$

$$t_2 = 10 * 0.4 * (0.96 * 0.88)^{0.5}$$

$$t_2 = 3.68 \text{ mm}$$

- **Estructuras longitudinales**

- ✓ **Longitudinales del fondo:** El módulo de sección, no debe ser inferior al valor Z , en cm^3 , calculado con la siguiente fórmula:

$$Z = k_1 * s * S^2 * K * p$$

k_1 : 1.6 asumiendo $p = p_1$. Ver anexos

S : la longitud del refuerzo longitudinal, en m, es igual a la distancia entre las varengas.

$$Z = 1.6 * 0.4 * 1.2^2 * 0.88 * 20.39$$

$$Z = 16.53 \text{ cm}^3$$

- ✓ **Varengas**

$$Z_m = k_1 * b * S^2 * K * p$$

k_1 : Definido anteriormente $k_1 = 1.6$

b : Distancia media (m) entre las dos varengas adyacentes $b = 0.4$

$$Z_m = 1.6 * 0.4 * 1.2^2 * 0.88 * 20.39$$

$$Z_m = 17.69 \text{ cm}^3$$

- ✓ **Vagras**

❖ **Vagra lateral**

$$Z_{PC} = k_1 * b_{PC} * S^2 * K * p$$

k_1 : Definido anteriormente $k_1 = 1.6$

b_{PC} : La mitad de la distancia, en m, entre las dos vagras laterales $b_{PC} = 0.4$

$$Z_{PC} = 1.6 * 0.4 * 1.2^2 * 0.88 * 20.39$$

$$Z_{PC} = 16.53 \text{ cm}^3$$

❖ **Vagra central**

$$Z_{PL} = k_1 * b_{PL} * S^2 * K * p$$

k_1 : Definido anteriormente $k_1 = 1.6$

b_{PL} : La mitad de la distancia, en m, entre las dos vagras adyacentes $b_{PL} = 0.4$

$$Z_{PL} = 1.6 * 0.4 * 1.2^2 * 0.88 * 20.39$$

$$Z_{PL} = 16.53 \text{ cm}^3$$

➤ **Estructuras transversales**

✓ **Varengas ordinarias**

$$Z = k_1 * s * S^2 * K * p$$

k_1 : Definido anteriormente $k_1 = 1.6$

$$Z = 1.6 * 0.4 * 1.2^2 * 0.88 * 20.39$$

$$Z = 16.53 \text{ cm}^3$$

✓ **Vagra central**

$$Z_{PC} = k_1 * b_{PC} * S^2 * K * p$$

k_1 : 2,32 asumiendo $p = p_1$. Ver anexos

b_{PC} : La mitad de la distancia, en m, entre las dos vagras laterales $b_{PC} = 0.4$

$$Z_{PC} = 2.32 * 0.4 * 1.2^2 * 0.88 * 20.39$$

$$Z_{PC} = 23.97 \text{ cm}^3$$

✓ **Vagras laterales**

$$Z_{PL} = k_1 * b_{PL} * S^2 * K * p$$

k_1 : Definido anteriormente $k_1 = 1.6$

b_{PL} : La mitad de la distancia, en m, entre las dos vagras adyacentes $b_{PL} = 0.4$

$$Z_{PL} = 1.6 * 0.4 * 1.2^2 * 0.88 * 20.39$$

$$Z_{PL} = 16.53 \text{ cm}^3$$

➤ **Estructuras del costado**

✓ **Refuerzos ordinarios**

❖ **Cuadernas transversales**

$$Z = k_1 * s * S^2 * K * p$$

k_1 : 1,27 asumiendo $p = p_1$. Ver anexos

$$Z = 1.27 * 0.4 * 1.2^2 * 0.88 * 20.39$$

$$Z = 13.12 \text{ cm}^3$$

❖ **Refuerzos longitudinales**

$$Z = k_1 * s * S^2 * K * p$$

k_1 : 1,6 asumiendo $p = p_1$

$$Z = 1.6 * 0.4 * 1.2^2 * 0.88 * 20.39$$

$$Z = 16.53 \text{ cm}^3$$

➤ **Baos reforzados**

✓ **Cuaderna reforzada**

$$Z = k_1 * K_{CR} * s * S^2 * K * p$$

k_1 : 1.0 asumiendo $p = p_1$. Ver anexos

K_{CR} : 1.92 , para las cuadernas reforzadas que soportan los refuerzos longitudinales ordinarios

s : Espacio entre cuadernas reforzados o la mitad de la distancia entre las cuadernas reforzadas

$$s = 1.2$$

S : Distancia igual en m, entre los miembros que soportan el marco reforzado $S = 1.2$

$$Z = 1.0 * 1.92 * 1.2 * 1.2^2 * 0.88 * 20.39$$

$$Z = 59.52 \text{ cm}^3$$

✓ **Longitudinales reforzados**

$$Z = k_1 * K_{CR} * s * S^2 * K * p$$

s : El espacio entre los longitudinales reforzados hallado de la siguiente forma

$$s = 0.5 * D;$$

$$s = 0.5 * 1.75$$

$$s = 0.875$$

S : Distancia convencional, en m , igual a la distancia entre estructuras que soportan el longitudinal, compuesto de mamparos transversales o reforzados.

$$Z = 1.0 * 1.92 * s * S^2 * K * p$$

$$Z = 1.0 * 1.92 * 0.875 * 1.4^2 * 0.88 * 20.39$$

$$Z = 59.07 \text{ cm}^3$$

- **Espesor de cubierta:** El espesor del forro de la cubierta de intemperie, considerado que dicha cubierta es también una cubierta de resistencia, no debe ser inferior al valor t , en mm , calculado con la siguiente fórmula:

$$t = 2.5 * s * (L * K)^{0.5}$$

$$t = 2.5 * 0.4 * (9.98 * 0.88)^{0.5}$$

$$t = 2.96 \text{ mm}$$

- **Cubierta**

- ✓ **refuerzos de cubierta:** El módulo de sección de los refuerzos de cubierta de tipo longitudinal y transversal, calculado con la siguiente fórmula:

$$Z = 7.5 * C_1 * s * S^2 * K * h$$

C_1 : 1.44 para los longitudinales de la cubierta

s : Espacio de los refuerzos ordinarios transversales o longitudinales, en m

$$h = 0.64$$

$$Z = 7.5 * 1.44 * 0.4 * 4.4^2 * 0.88 * 0.64$$

$$Z = 47.39 \text{ cm}^3$$

- ✓ **Bao**

El módulo de sección no inferior al valor Z , en cm^3 , calculado con la siguiente fórmula:

$$Z = 7.5 * C_1 * s * S^2 * K * h$$

C_1 : 0.56 para Baos.

s : Espacio de los refuerzos ordinarios transversales o longitudinales, en m ;

$$h = 0.64$$

$$Z = 7.5 * 0.56 * 0.4 * 4.4^2 * 0.88 * 0.64$$

$$Z = 18.43 \text{ cm}^3$$

- **Mamparo**

- ✓ **Mamparo de colisión:** Debe tener un espesor no inferior al valor t_s en mm , calculado con la siguiente fórmula:

$$t_s = k_1 * s * (h * K)^{0.5}$$

El coeficiente k_1 y la altura de escantillonado h tienen los valores indicados en Anexos.

$$h_b = 1.756 \text{ m}$$

$$k_1 = 5.6$$

$$s = 0.4 \text{ m}$$

$$t_s = 5.6 * 0.4 * (1.756 * 0.88)^{0.5}$$

$$t_s = 2.78 \text{ mm}$$

- ✓ **Mamparo estanco:** El forro del mamparo estanco debe tener un espesor no inferior al valor t_s en mm , calculado con la siguiente fórmula:

$$t_s = k_1 * s * (h * K)^{0.5}$$

$$h_b = 1.756 \text{ m}$$

$$k_1 = 4.9$$

$$s = 0.4 \text{ m}$$

$$t_s = 4.9 * 0.4 * (1.756 * 0.88)^{0.5}$$

$$t_s = 2.44 \text{ mm}$$

- ✓ **Refuerzos ordinarios:** El módulo de sección de los refuerzos ordinarios no debe ser inferior al valor Z , en cm^3 , calculado con la siguiente fórmula:

$$Z = 14 * s * S^2 * h * c * K$$

s : Espacio entre los refuerzos en m.

S : Distancia en m, entre los miembros que soportan el refuerzo correspondiente **$S = 4.4$**

c : 0.78, hallado en anexos.

h : hallado anteriormente $h_b = 1.756 \text{ m}$

$$Z = 14 * 0.4 * 4.4^2 * 1.756 * 0.78 * 0.88$$

$$Z = 130.68 \text{ cm}^3$$

- ✓ **Baos reforzados:**

$$Z = C_1 * b * S^2 * h * c * K$$

C_1 : 11.4 para los mamparos estancos

b : Ancho, en m, de la zona del mamparo que reposa en la parte horizontal o en el refuerzo

S : Distancia en m, entre los miembros que soportan el refuerzo correspondiente = **1.2**

h : hallado anteriormente $h_b = 1.756 \text{ m}$

c : 0.78, hallado en anexos

$$Z = 11.4 * 1.25 * 1.2^2 * 1.756 * 0.78 * 0.88$$

$$Z = 24.73 \text{ cm}^3$$

➤ **Superestructura**

- ✓ **Cubierta de superestructura:** El forro de la cubierta de la superestructura no debe ser inferior al valor t , en mm , calculado con la siguiente fórmula:

$$t_s = 3.9 * s * (K * h)^{0.5}$$

s : Espacio de los refuerzos, en m $s = 0.8$

K : Factor definido anteriormente

h : Altura de escantillonado convencional, en m , cuyo valor debe tomarse no menos del valor indicado $h = 1.5$ Ver anexos.

$$t_s = 3.9 * 0.8 * (0.88 * 1.5)^{0.5}$$

$$t_s = 3.58 \text{ mm}$$

- **Refuerzos:** El módulo de sección Z , en cm^3 , de los refuerzos de cubierta ordinarios longitudinales como transversales no debe ser inferior al valor calculado de la fórmula:

$$Z = 6.5 * s * S^2 * h * K$$

S : La distancia convencional del refuerzo, igual a la distancia, en m , entre los elementos de soporte.

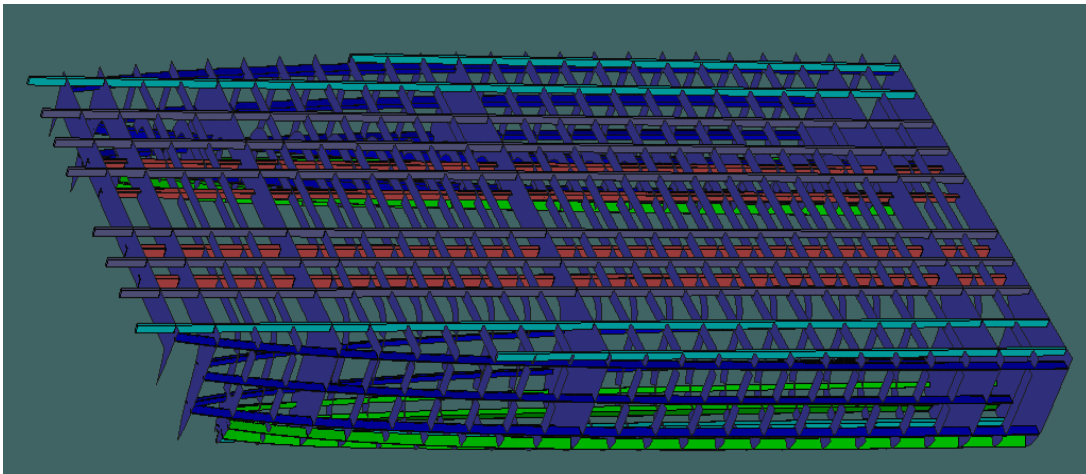
h : 1.5 Valor por tabla en anexos

s : Espacio de los refuerzos, en m $s = 1$

$$Z = 6.5 * 0.8 * 1.6^2 * 1.5 * 0.88$$

$$Z = 17.6 \text{ cm}^3$$

Figura N° 23 Modelamiento del 3D estructuras del buque



Fuente: Maxsurf Structure

Tabla N° 27 Resumen de espesores mínimos de escantillonado

Nombre del elemento	Formula	Valores en (m)	Factor del material (K)	Espesores mínimos en (mm)	Espesores redondeados en (mm)
Plancha del fondo	$t_1 = k_1 * k_2 * k_a * s * (p * K)^{0.5}$	$k_1 = 0.15$	0.88	$t_1 = 4.19$	5
		$k_2 = 0.74$			
		$k_a = 22.4$			
		$s = 0.4$			
		$p = 20.39$			
Plancha de costado	$t_2 = 1.50 * L^{1/3} * K^{0.5}$	$L = 9.98$	0.88	$t_2 = 3.03$	5
Plancha de cubierta	$t_3 = 1.50 * L^{1/3} * K^{0.5}$	$L = 9.98$	0.88	$t_3 = 3.03$	5
Plancha de superestructura	$t_5 = 1.75 * L^{1/3} * K^{0.5}$	$L = 9.98$	0.88	$t_5 = 3.53$	4
Plancha del Pantoque	$t_4 = t_1$	$L = 9.98$	0.88	$t_4 = 4.19$	5
Mamparo de colisión	$t_s = k_1 * s * (K * h)^{0.5}$	$k_1 = 5.6$	0.88	$t_s = 2.78$	5
		$s = 0.4$			
		$h = 1.756$			
Mamparo de estanco	$t_7 = t_2 - 0.5$	$L = 9.98$	0.88	$t_7 = 2.53$	5
Mamparo de tanque	$t_8 = t_2$	$L = 9.98$	0.88	$t_8 = 3.03$	5
Quilla	$t = t_1 + 2$	$L = 9.98$	0.88	$t = 6.19$	7
Vagra central	$t_9 = 2.3 * L^{1/3} * K^{0.5}$	$L = 9.98$	0.88	$t_9 = 4.65$	5
Vagra lateral	$t_{10} = 1.70 * L^{1/3} * K^{0.5}$	$L = 9.98$	0.88	$t_{10} = 3.43$	5
Varenga	$t_{10} = 1.70 * L^{1/3} * K^{0.5}$	$L = 9.98$	0.88	$t_{10} = 3.43$	5
Puntales	$t_{11} = 0.05 * d$	$d = 150 \text{ mm}$		$t_{11} = 7.50$	8

Elaboración propia

Tabla N° 28 Resumen de módulo de sección de escantillonado

Nombre del elemento	Módulo de sección	Unidades	Tipo de perfil	Medida (mm)
Cuadernas	$Z = 13.12$	cm^3	L	120x50x5
Baos de cubierta	$Z = 18.43$	cm^3	L	120x50x5
Baos de mamparo	$Z = 24.73$	cm^3	L	130x80x6
Longitudinales de cubierta	$Z = 47.39$	cm^3	I	80x50
Longitudinales de fondo	$Z = 16.53$	cm^3	L	100x50x8
Longitudinales de costado	$Z = 16.53$	cm^3	L	100x50x8
Varengas	$Z = 16.53$	cm^3	L	120x50x5
Vagra central	$Z = 16.53$	cm^3	L	120x50x5
Vagra lateral	$Z = 16.53$	cm^3	L	120x50x5
Superestructura	$Z = 17.57$	cm^3	L	100x50x8
Puntales			O	150x134

Elaboración propia

➤ Cálculo del peso en rosca del catamarán

Dado que la embarcación es tipo catamarán se procederá a calcular el peso en rosca de la embarcación de proyecto, por la formulación tradicional, y mediante una fórmula que se apta para catamaranes. Luego se procede calcular la media de los tres valores de los diferentes métodos obtenidos

✓ Método de D.G.M. Watson y A.W (Fórmula tradicional)

Está pensado para cálculos de pesos en material de acero, pero se indicará una correlación entre el peso del acero y el aluminio ya que va permitir realizar el cálculo del catamarán, que sabemos que cuenta con este tipo de material. Se sigue la siguiente fórmula:

$$P_{ST} = K * E^{1.36} * (1 + 0.5 * (CB80D - 0.7))$$

Donde:

$K = 0.038$ De acuerdo a “Practical Ship Design” de Watson para buques pasajeros. Ver anexos

$$E = L_{pp} * (B + D) + 0.85 * L_{pp} * (D - T) + 0.85 * 1.45 * L_{pp} - 11$$

$$E = 9.98 * (4.8 + 1.75) + 0.85 * 9.98 * (1.75 - 0.96) + 0.85 * 1.45 * 9.98 - 11$$

$$E = 73.4$$

$$CB80D = C_B + \frac{(1 - C_B) * (0.8 * D - T)}{3 * T}$$

$$CB80D = 0.332 + \frac{(1 - 0.332) * (0.8 * 1.75 - 0.96)}{3 * 0.96}$$

$$CB80D = 0.43$$

Reemplazando:

$$P_{ST} = 0.038 * 73.4^{1.36} * (1 + 0.5 * (0.43 - 0.7))$$

$$P_{ST} = 11.3$$

El libro nos indica que para embarcaciones de aluminio debemos sustituir el valor del peso en acero que forma 1 tonelada de aluminio que equivale 2.9 toneladas de acero

$$P_{AL} = \frac{11.3}{2.9}$$

$$P_{AL} = 3.9 \text{ t}$$

Por este método resulta para la embarcación un peso en aluminio de 3.9 toneladas

✓ Método de A. Osorio

Se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$W_{ST} = \left(\frac{L_{pp}}{10}\right)^{1.376} * \left(\frac{B * D}{100}\right)^{0.7449} * (0.0542 - 0.017 * C_B) * 1000$$

$$W_{ST} = \left(\frac{9.98}{10}\right)^{1.376} * \left(\frac{4.8*1.75}{100}\right)^{0.7449} * (0.0542 - 0.017 * 0.332) * 1000$$

$$W_{ST} = 7.65$$

Utilizando la conversión acero-aluminio:

$$W_{AL} = \frac{7.65}{2.9}$$

$$W_{AL} = 2.64 \text{ t}$$

Por este método resulta para la embarcación un peso en aluminio de 2.64 toneladas

✓ Método alternativo para catamaranes

Es un método obtenido del libro “Proyecto de buques y artefactos” de Fernando Junco en el “Calculo de desplazamiento y se adapta a catamaranes de la siguiente forma:

$$N_E = L_{pp} * (B + T) + 0.85 * L * (D - T) + 0.85$$

$$N_E = 9.98 * (4.8 + 0.96) + 0.85 * 10 * (1.75 - 0.96) + 0.85$$

$$N_E = 65.04$$

Entonces:

$$W_{STo} = K * N_E^{1.36}$$

$$W_{STo} = 0.038 * 65.04^{1.36}$$

$$W_{STo} = 10.52$$

El valor obtenido se corrige por el coeficiente del bloque

$$W_{ST} = W_{STo} * (1 + 0.5 * (C_B - 0.7))$$

$$W_{ST} = 10.52 * (1 + 0.5 * (0.332 - 0.7))$$

$$W_{ST} = 8.59$$

Utilizando la conversión acero-aluminio:

$$W_{AL} = \frac{8.59}{2.9}$$

$$W_{AL} = 2.96 \text{ t}$$

$$W_{AL} = 5.92 \text{ t (para ambos cascos)}$$

Por este método resulta para la embarcación un peso en aluminio de 5.92 toneladas

- Una vez calculado el peso del aluminio por los tres métodos distintos se hallará el valor final mediante un promedio para determinar el peso de nuestro catamarán

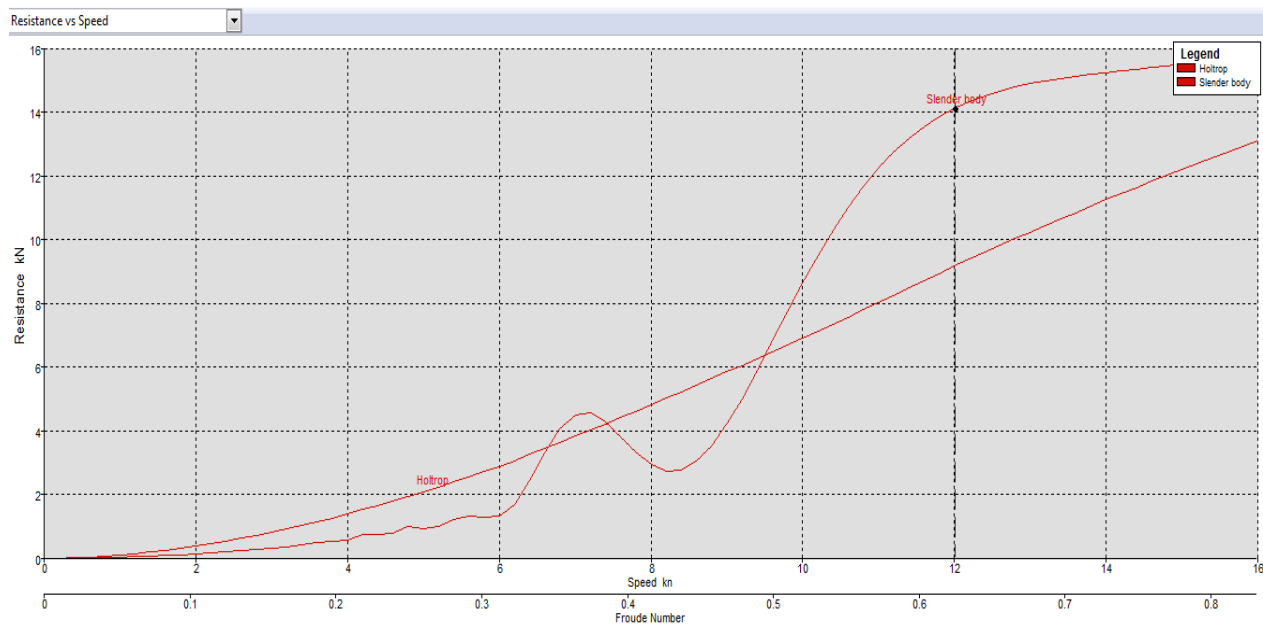
$$PT_{AL} = \left(\frac{3.9+2.64+5.92}{3}\right)$$

$$PT_{AL} = 4.2 \text{ toneladas}$$

5.5. Performance

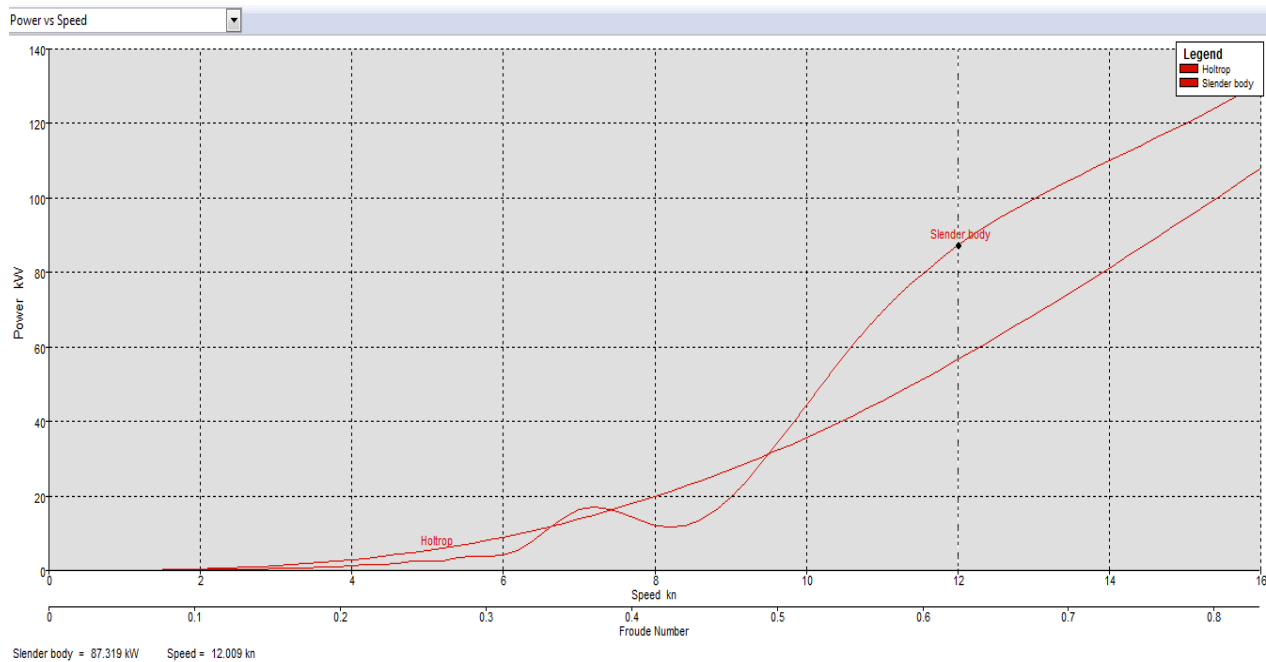
5.5.1. Resistencia y potencia

Gráfico N° 10 Resistencia- Velocidad



Datos del Max Surf

Gráfico N° 11 Potencia- Velocidad



Datos del Max Surf

Tabla N° 29 Resultados de resistencia y potencia

Speed (kN)	Froude No LWL	Froude No Vol.	Holtrop Resist (kN)	Holtrop Power (kW)	Slender Body Resist. (kN)	Slender Body Power. (kW)
2	0.104	0.209	0.4	0.403	0.1	0.144
2.4	0.125	0.251	0.6	0.679	0.2	0.252
2.8	0.146	0.293	0.7	1.053	0.3	0.401
3.2	0.166	0.334	0.9	1.539	0.4	0.619
3.6	0.187	0.376	1.2	2.146	0.5	0.923
4	0.208	0.418	1.4	2.886	0.6	1.169
4.4	0.229	0.46	1.7	3.77	0.7	1.694
4.8	0.25	0.501	1.9	4.806	1	2.491
5.2	0.27	0.543	2.2	6.007	1	2.657
5.6	0.291	0.585	2.6	7.379	1.3	3.885
6	0.312	0.627	2.9	8.945	1.3	4.098
6.4	0.333	0.669	3.3	10.741	2.4	8.055
6.8	0.354	0.71	3.6	12.754	4.1	14.298
7.2	0.374	0.752	4	14.934	4.6	16.913
7.6	0.395	0.794	4.4	17.309	3.8	14.98
8	0.416	0.836	4.8	19.874	2.9	12.137
8.4	0.437	0.878	5.2	22.626	2.8	12.027
8.8	0.458	0.919	5.6	25.576	3.5	16.066
9.2	0.478	0.961	6.1	28.725	5	23.764
9.6	0.499	1.003	6.5	32.07	6.8	33.738
10	0.52	1.045	6.9	35.609	8.7	44.546
10.4	0.541	1.087	7.4	39.34	10.3	55.125
10.8	0.562	1.128	7.8	43.365	11.7	64.852
11.2	0.582	1.17	8.3	47.645	12.7	73.44
11.6	0.603	1.212	8.7	52.073	13.5	80.839
12	0.624	1.254	9.2	56.631	14.1	87.186
12.4	0.645	1.295	9.6	61.308	14.5	92.708
12.8	0.666	1.337	10	66.1	14.8	97.557
13.2	0.686	1.379	10.5	71.003	15	101.914
13.6	0.707	1.421	10.9	76.013	15.2	105.999
14	0.728	1.463	11.3	81.125	15.3	109.893
14.4	0.749	1.504	11.7	86.335	15.4	113.842
14.8	0.77	1.546	12	91.633	15.5	117.83
15.2	0.79	1.588	12.4	97.012	15.6	122.105
15.6	0.811	1.63	12.8	102.46	15.7	126.337
16	0.832	1.672	13.1	107.965	15.9	130.939

Datos del Max surf

Teniendo en cuenta que para una velocidad de 12 kn obtenemos una potencia 87.186 kW, debemos tener en cuenta el rendimiento propulsivo de 0.60, entonces se tiene:

$$\frac{87.186}{0.60} = 145.3 \text{ kw}$$

$$\frac{145.3}{2} = 72.7 \text{ kw en cada motor}$$

Que equivalen a **97 hp**

➤ Maquinaria

Por ser una embarcación tipo catamarán, cuenta con dos motores iguales y ubicadas en popa, pero a su vez independiente de cada una, se seleccionarán dos motores marca YAMAHA F100BET, cumpliendo las siguientes características:

- ✓ Potencia de salida: 73.6 kW (100 HP)
- ✓ Rango máximo de RPM de funcionamiento: 5000 - 6000 RPM
- ✓ Capacidad de aceite: 3.7 L
- ✓ Consumo máximo de combustible: 31.9 l/hr (8.5 gal/hr)

El motor YAMAHA ofrece mayor potencia y mayor durabilidad, garantizando menor consumo de combustible y menos exigencias de mantenimiento. [31]

Figura N° 24 Motor Yamaha f100bet



Elaboración y fuente Yamaha Motor

Figura N° 25 Especificaciones técnicas del motor

Altura de espejo (pulgadas)	X: 20.30 U:25.3
Peso (aprox)	183 kg
Tipo de motor	L4, 60°, DOHC, 16 válvulas, 4T
Cilindrada	1596 cc
Calibre por carrera	79.0 x 81.4 mm
Arranque	Eléctrico
Combustible	Regular

Elaboración y fuente Yamaha motor

5.5.2. Balance de pesos

En toda embarcación encontramos varios elementos y equipos que influyen mucho en el cálculo del centro de gravedad del catamarán, la tabla N°28 presenta a máxima carga todos los pesos del catamarán, donde se incluye el peso del casco y estructura más la suma de pesos de los tanques, motores, pasajeros y tripulación, etc. todos los pesos se evaluarán forma individual.

Tabla N° 30 Estimación de pesos

Ítem	Cantidad	Peso unitario (ton)	Peso total (ton)
Casco y Estructura	1	4.2	4.2
Superestructura	1	1.5	1.5
Butacas	9	0.09	0.81
Sillas	16	0.06	0.96
Silla de bar	3	0.05	0.15
WC	1	0.03	0.03
Lavamanos	1	0.02	0.02
Frigobar	1	0.02	0.02
Microondas	1	0.03	0.03
Lavaplatos	1	0.02	0.02
Televisor 32"	1	0.008	0.008
DVD	1	0.001	0.001
Minicomponente	1	0.01	0.01
Chalecos salvavidas adultos	24	0.03	0.72
Chalecos salvavidas niños	10	0.025	0.25
Aros Salvavidas	4	0.0075	0.03
Balsas Salvavidas	4	0.2	0.8
Ancla	1	0.05	0.05
Winche	1	0.16	0.16
Pasajeros y tripulación	25	0.09	2.25
Provisiones Br	1	0.08	0.08
Provisiones Er	1	0.08	0.08
Motor Br	1	0.183	0.183
Motor Er	1	0.183	0.183
Tanque de combustible Br	1	0.5	0.5
Tanque de combustible Er	1	0.5	0.5
Tanques de aguas grises Br	1	0.3	0.3
Tanques de aguas negras Er	1	0.3	0.3
Tanques de Agua dulce Br	1	0.4	0.4
Tanques de Agua dulce Er	1	0.4	0.4

Elaboración propia

5.5.3. Estabilidad

➤ Criterios aplicar

Basándose en los criterios establecidos por la casa clasificadora correspondiente a Germanischer Lloyd (GL) y la resolución MSC.97(73) "INTERNATIONAL CODE OF SAFETY

FOR HIGH-SPEED CRAFT, 2000” (HSC 2000 CODE), específicamente a lo mencionado en el anexo 7 “Stability of Multihull Craft”, para el análisis de estabilidad, la embarcación deberá cumplir con estos criterios, específicamente a las embarcaciones de pasaje. [32]

➤ **Criterios de estabilidad transversal**

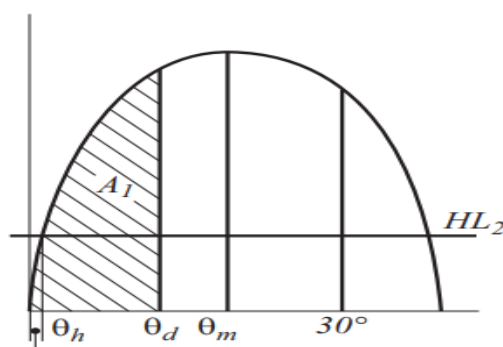
La reglamentación indica que la embarcación debe de cumplir con que el área bajo la curva GZ, debe de ser como mínimo:

$$A1 = 0.055 \times 30^\circ/\theta \text{ (m.rad)}$$

Donde θ se considera con el menor de los siguientes ángulos:

- **El ángulo de inundación**
- **El ángulo donde ocurre el máximo GZ**
- **30°**

Figura N° 26 Criterio área bajo la curva



Fuente: GL-High speed craft

Teniendo en cuenta, según lo indicado en el reglamento, el máximo GZ debe de ocurrir como mínimo a los 10° para todas las embarcaciones multicasco, incluyendo las de pasaje, por lo que también se considerara al momento del análisis.

También los resultados obtenidos, se compararán con los criterios de la OMI, en la resolución MSC 85/26/Add.1 ANNEX 2 Pág. 12, Capítulo 2 (criterios generales). [33]

Para buques de pasaje:

- ✓ El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no será inferior a 0,055 m.rad hasta un ángulo de escora $\theta = 30^\circ$ ni inferior a 0,09 m.rad hasta un ángulo de escora $\theta = 40^\circ$ o hasta el ángulo de inundación θ_f si éste es inferior a 40° . Además, el área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) entre los ángulos de escora de 30° y 40° o de 30° y θ_f , si este ángulo es inferior a 40° , no será inferior a 0,03 m.rad.

- ✓ El brazo adrizante GZ será como mínimo de 0,20 m a un ángulo de escora igual o superior a 30°.
- ✓ El valor del brazo adrizante máximo corresponderá a un ángulo de escora preferiblemente superior a 30° pero no inferior a 25°.
- ✓ La altura metacéntrica inicial GM no será inferior a 0,15 m.

Se aplicarán las condiciones de carga correspondientes a un buque de pasaje.

➤ **Condiciones de carga.**

Para esta condición realizaremos 3 situaciones distintas de riesgo con la capacidad completa de carga en el buque, para así estimar el análisis de estabilidad que la embarcación pueda tener en momento de la navegación:

- **Condición de carga 01:** Corresponde a la embarcación con la cantidad máxima de pasajeros y tripulantes, con los tanques de combustibles y agua dulce al 100% de su capacidad, llamada también como salida de puerto.

Tabla N° 31 Condición de carga 01

Ítem	Cantidad	Peso unitario	Peso total	X	Y	Z
Casco y Estructura	1	4.2	4.2	4	0	0.9
Superestructura	1	1.5	1.5	3	0	1.8
Pasajeros y tripulación	25	0.09	2.25	2.6	0	1.8
Motor Br	1	0.183	0.183	0.3	-1.7	0.25
Motor Er	1	0.183	0.183	0.3	1.7	0.25
Tanq. de combustible Br	100%	0.6	0.6	1.8	-1.65	0.75
Tanq. de combustible Er	100%	0.6	0.6	1.8	1.65	0.75
Tanq. aguas negras Er	0%	0.35	0	2.8	-1.65	0.4
Tanq. aguas grises Br	0%	0.35	0	2.8	1.65	0.4
Tanq. agua dulce Er	100%	0.45	0.45	4	-1.65	0.75
Tanq. agua dulce Br	100%	0.45	0.45	4	1.65	0.75
Provisiones Er	100%	0.08	0.08	4.6	-1.65	0.775
Provisiones Br	100%	0.08	0.08	4.6	1.65	0.775
Almacén Er	100%	2.1	2.1	6.548	-1.666	0.763
Almacén Br	100%	2.1	2.1	6.548	1.666	0.763
Total Loadcase			14.776	4.146	0	1.051
VCG fluid						1.051

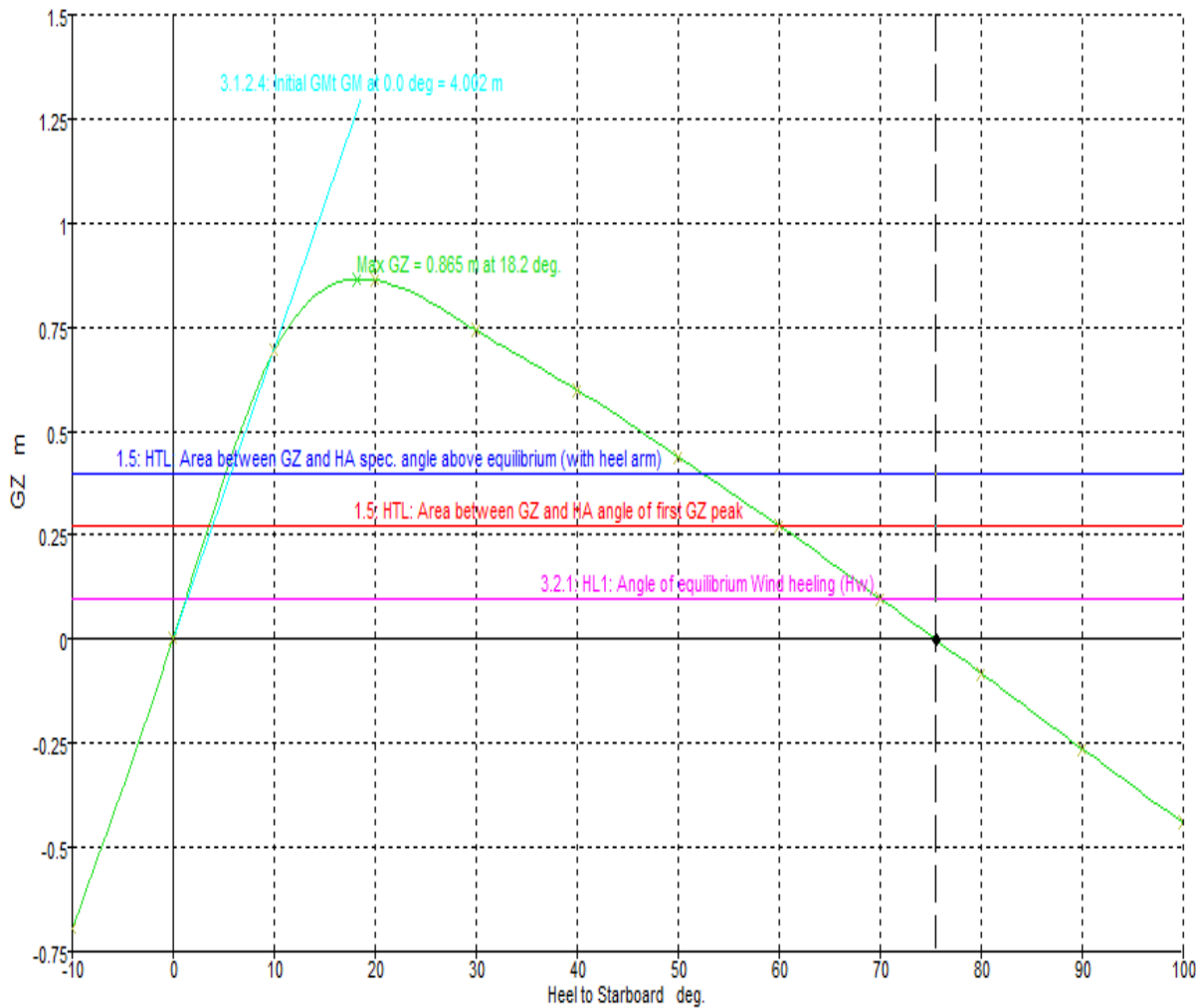
Datos de Max surf Stability
Elaboración propia

Tabla N° 32 Valores de estabilidad de la condición de carga 01

Heel to Starboard degrees	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80
GZ m	-0.693	0	0.693	0.862	0.742	0.599	0.44	0.273	0.098	-0.082
Area under GZ curve from zero heel m.deg	3.5437	0.0007	3.7031	11.898	20.0061	26.7086	31.9137	35.4808	37.3412	37.4236
Displacement t	14.78	14.78	14.78	14.78	14.78	14.78	14.78	14.78	14.78	14.78
Draft at FP m	0.909	0.928	0.909	1.067	1.414	1.847	2.424	3.301	4.931	9.574
Draft at AP m	0.92	0.928	0.92	1.113	1.447	1.838	2.341	3.067	4.415	8.308
WL Length m	1000%	9.977	9.995	9.99	9.99	9.99	9.99	9.991	9.992	9.992
Beam max extents on WL m	464%	4.742	4.636	2.971	2.2	2.071	1.916	1.717	1.488	1.314
Wetted Area m ²	4686%	46.86	46.864	67.275	83.777	92.609	98.412	102.298	103.406	103.794
Waterpl. Area m ²	2053%	21.512	20.533	9.337	9.74	10.419	11.435	12.499	12.333	11.793
Prismatic coeff. (Cp)	79%	0.792	0.794	0.797	0.796	0.794	0.79	0.784	0.782	0.781
Block coeff. (Cb)	48%	0.578	0.481	0.75	0.551	0.429	0.341	0.293	0.29	0.296
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	415%	4.146	4.145	4.143	4.143	4.147	4.151	4.158	4.166	4.171
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	420%	4.155	4.204	4.1	4.119	4.161	4.224	4.336	4.571	4.678
Max deck inclination deg	1000%	0.0005	10.0002	20.0015	30.0004	40	50.0007	60.0023	70.0033	80.0024
Trim angle (+ve by stern) deg	6%	0.0005	0.0601	0.2675	0.1871	-0.0523	-0.4794	-1.3408	-2.9602	-7.2285

Datos de Max surf Stability

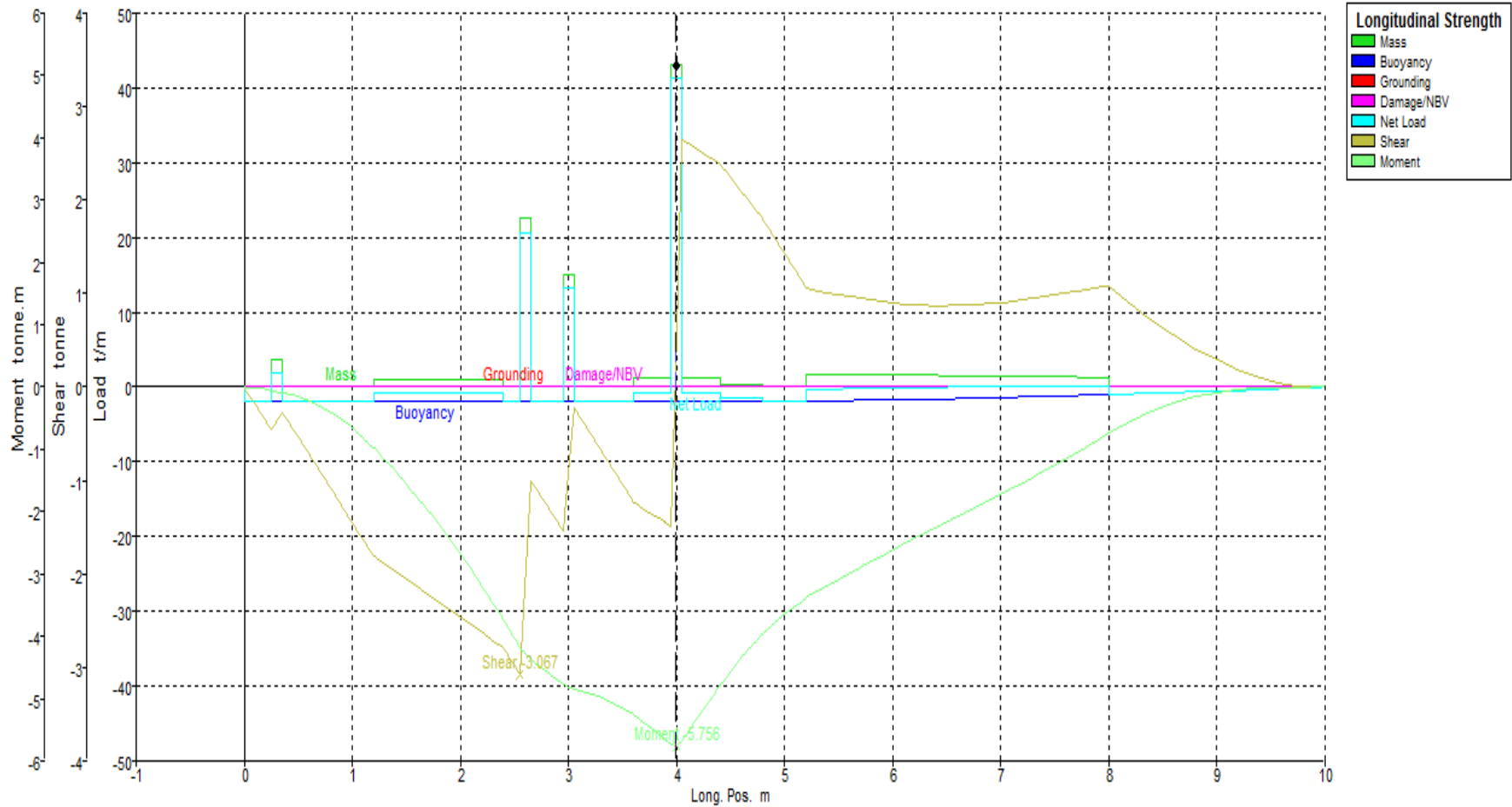
Gráfico N° 12 Curvas GZ condición de carga 01



GZ = -0.000 m Heel to Starboard = 75.479 deg. Area (from zero heel) = 37.61 m. deg.

Datos de Max surf Stability

Gráfico N° 13 Plano de cargas primera condición



Mass = 43.124 t/m Long. Pos. = 3.992 m

Datos de Max surf Stability

❖ Resultado de la condición de carga 01

Se presenta seguidamente para ambos casos los resultados logrados de estabilidad donde las condiciones mencionadas anteriormente cumplen con todos los criterios desarrollados. En anexos se mostrará a detalle los valores obtenidos por Maxsurf.

Tabla N° 33 Criterios de estabilidad de la condición de carga 01

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
HSC multi. Intact	1.1: Area from 0 to 30	5.1996	m.deg	10.3271	Pass	98.61
	1.2: Angle of maximum GZ	10	deg	18.2	Pass	81.82
	1.5: HTL: Area between GZ and HA	1.6043	m.deg	6.0717	Pass	278.46
	3.2.1: HL1: Angle of equilibrium	16	deg	1.3	Pass	92.14
Anexo 7 "Stability of Multihull Craft	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	20.0061	Pass	534.85
	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	26.7086	Pass	417.95
	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	6.7025	Pass	289.93
	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.2	m	0.742	Pass	271
	3.1.2.4: Initial GMT	0.15	m	4.002	Pass	2568

Elaboración propia y datos del Max surf Stability

- **Condición de carga 02:** Corresponde a la embarcación cuando llega a puerto, teniendo tanques de combustible al 20% y tanques de agua dulce al 40%, los pasajeros completos y sentados en cubierta, y los tanques de agua grises al 90%.

Tabla N° 34 Condición de carga 02

Ítem	Cantidad	Peso unitario	Peso total	X	Y	Z
Casco y Estructura	1	4.2	4.2	4.4	0	0.9
Superestructura	1	1.5	1.5	3.3	0	1.8
Pasajeros y tripulación	25	0.09	2.25	3.24	0	1.8
Motor Br	1	0.183	0.183	0.3	-1.7	0.25
Motor Er	1	0.183	0.183	0.3	1.7	0.25
Tanq. de combustible Br	20%	0.6	0.12	1.8	-1.65	0.47
Tanq. de combustible Er	20%	0.6	0.12	1.8	1.65	0.47
Tanq. aguas negras Er	80%	0.35	0.28	2.8	-1.65	0.6
Tanq. aguas grises Br	80%	0.35	0.28	2.8	1.65	0.6
Tanq. agua dulce Er	40%	0.45	0.18	4	-1.65	0.54
Tanq. agua dulce Br	40%	0.45	0.18	4	1.65	0.54
Provisiones Er	30%	0.08	0.024	4.6	-1.65	0.688
Provisiones Br	30%	0.08	0.024	4.6	1.65	0.688
Almacén Er	50%	2.1	1.05	6.521	-1.673	0.541
Almacén Br	50%	2.1	1.05	6.521	1.673	0.541
Total Loadcase			11.625	4.145	0	1.07
VCG fluid						1.129

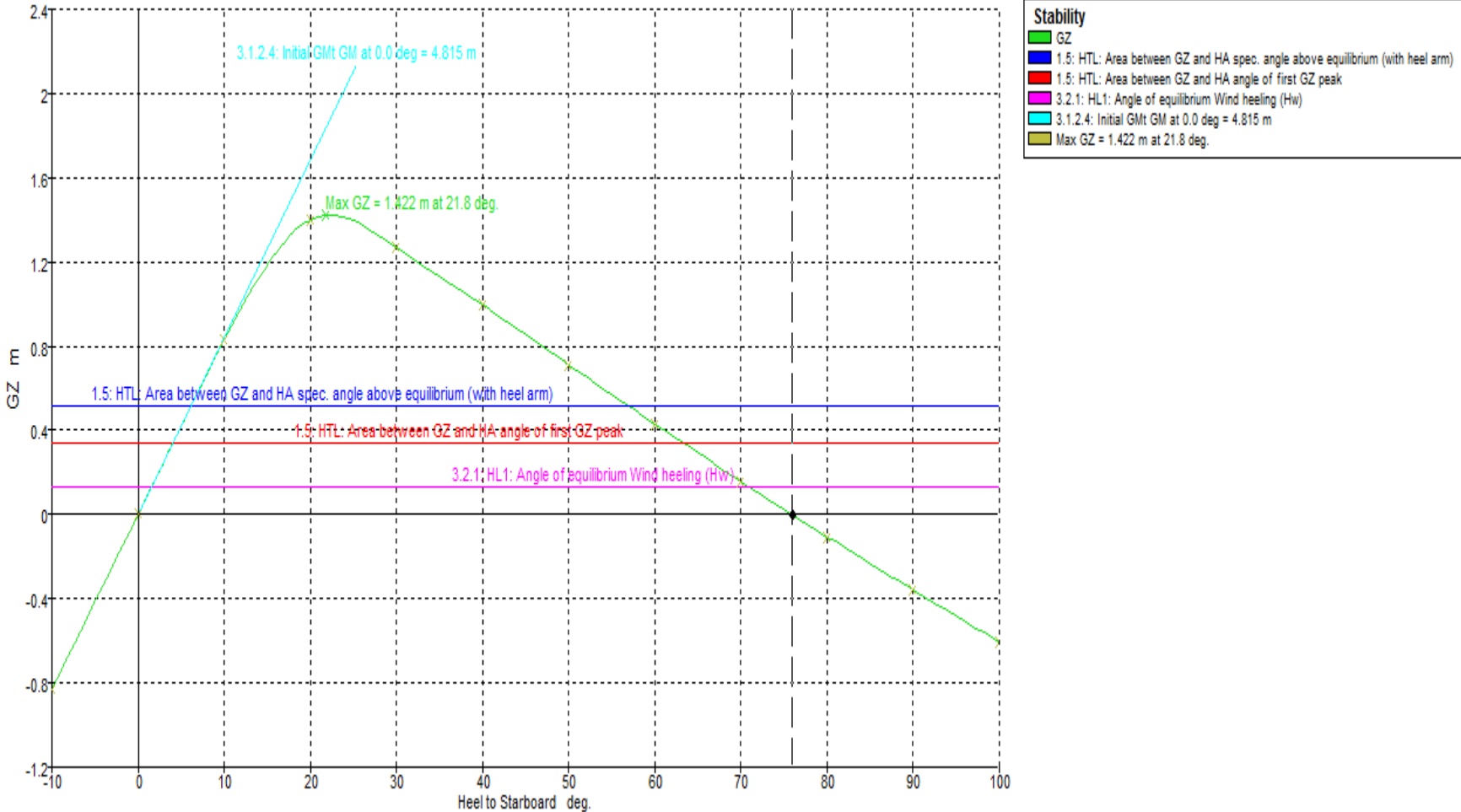
Datos de Max surf Stability
Elaboración propia

Tabla N° 35 Valores de estabilidad de la condición de carga 02

Heel to Starboard degrees	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80
GZ m	-0.827	0	0.827	1.401	1.268	0.995	0.711	0.43	0.157	-0.106
Area under GZ curve from zero heel m.deg	4.1491	0.0001	4.1754	15.801	29.5538	40.8601	49.3982	55.0964	58.0273	58.2735
Displacement t	11.62	11.62	11.62	11.62	11.63	11.62	11.62	11.62	11.63	11.62
Draft at FP m	0.758	0.782	0.758	0.666	0.024	-0.856	-1.956	-3.544	-6.442	-14.508
Draft at AP m	0.768	0.782	0.768	0.768	1.186	1.865	2.675	3.818	5.885	11.621
WL Length m	999%	9.964	9.987	9.999	10.034	10.153	10.189	9.778	9.42	9.288
Beam max extents on WL m	467%	4.693	4.667	3.747	2.515	2.048	1.9	1.692	1.448	1.339
Wetted Area m ²	3981%	40.594	39.808	41.114	43.718	49.488	52.572	54.101	55.167	56.066
Waterpl. Area m ²	2000%	20.647	19.995	10.074	3.67	4.149	4.506	4.283	4.075	3.821
Prismatic coeff. (Cp)	79%	0.788	0.79	0.795	0.732	0.619	0.536	0.514	0.509	0.504
Block coeff. (Cb)	43%	0.56	0.433	0.706	0.681	0.336	0.24	0.236	0.247	0.239
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	414%	4.145	4.145	4.136	4.028	3.866	3.712	3.59	3.502	3.458
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	414%	4.135	4.141	4.226	5.22	4.683	4.371	4.138	4.062	4.06
Max deck inclination deg	1000%	0.0046	10.0001	20.0073	30.4967	41.4212	51.9777	62.0235	71.6359	80.9047
Trim angle (+ve by stern) deg	5%	0.0046	0.0524	0.5853	6.6394	15.2498	24.8942	36.4147	51.0095	69.0964

Datos de Max surf Stability

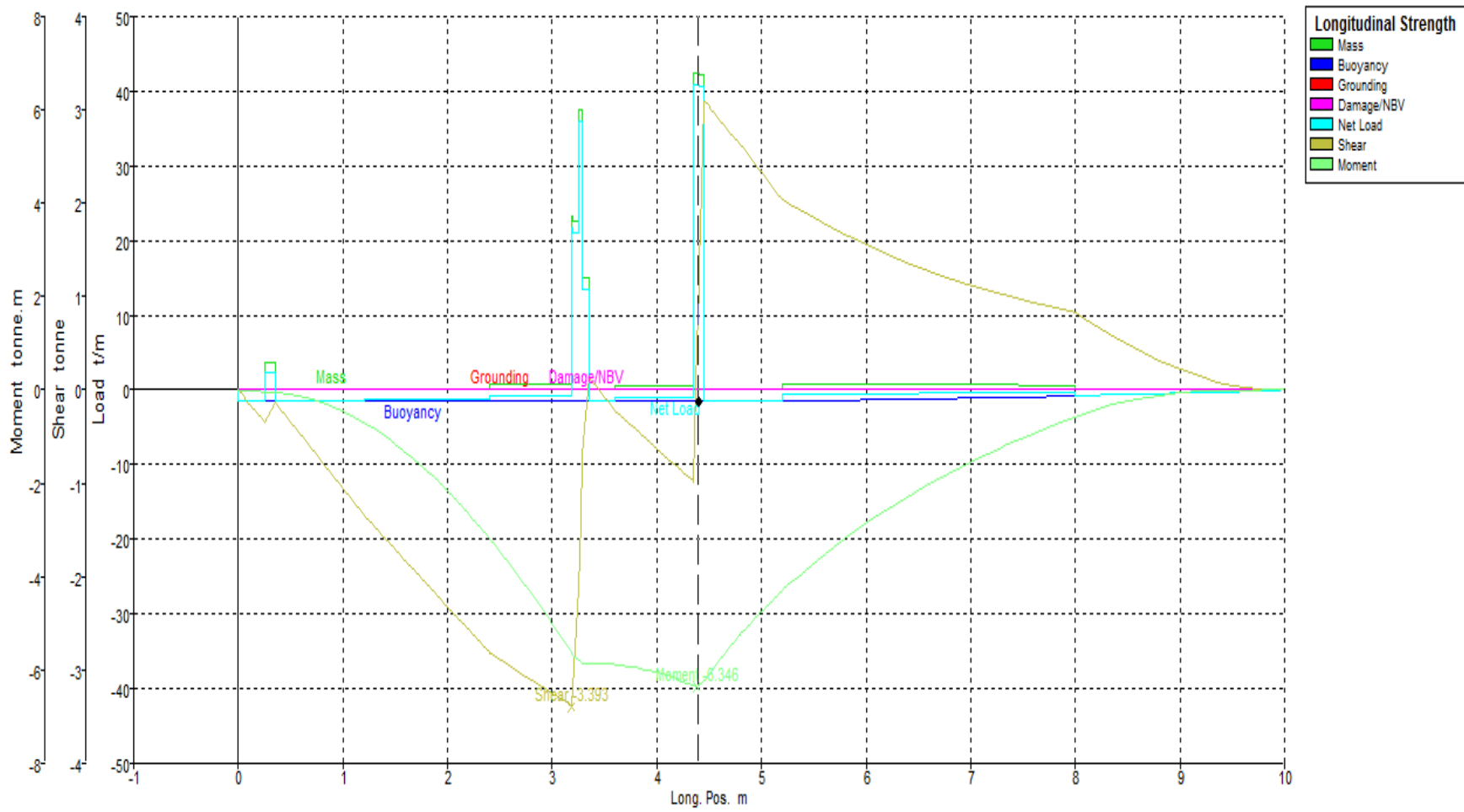
Gráfico N° 14 Curvas GZ condición de carga 02



GZ = -0.000 m Heel to Starboard = 75.933 deg. Area (from zero heel) = 58.49 m. deg.

Datos de Max surf Stability

Gráfico N° 15 Plano de cargas segunda condición



Buoyancy = -1.476 t/m Long. Pos. = 4.394 m

Datos de Max surf Stability

❖ Resultado de la segunda condición de carga

Se presenta seguidamente para ambos casos los resultados logrados de estabilidad donde las condiciones mencionadas anteriormente cumplen con todos los criterios desarrollados. En anexos se mostrará a detalle los valores obtenidos por Maxsurf.

Tabla N° 36 Criterios de estabilidad de la condición de carga 02

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
HSC multi. Intact	1.1: Area from 0 to 30	4.333	m.deg	18.3713	Pass	323.98
	1.2: Angle of maximum GZ	10	deg	21.8	Pass	118.18
	1.5: HTL: Area between GZ and HA	1.6043	m.deg	8.6868	Pass	441.47
	3.2.1: HL1: Angle of equilibrium	16	deg	1.5	Pass	90.32
Anexo 7 "Stability of Multihull Craft	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	29.5538	Pass	837.83
	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	40.8601	Pass	692.38
	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	11.3063	Pass	557.76
	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.2	m	1.268	Pass	534
	3.1.2.4: Initial GMt	0.15	m	4.815	Pass	3110

Elaboración propia y datos del Max Surf

- **Condición de carga 03:** Corresponde a la embarcación a plena carga con la cantidad máxima de pasajeros y tripulantes, con todos los tanques al 100 %

Tabla N° 37 Condición de carga 03

Ítem	Cantidad	Peso unitario	Peso total	X	Y	Z
Casco y Estructura	1	4.2	4.2	4	0	0.9
Superestructura	1	1.5	1.5	3.04	0	1.8
Pasajeros y tripulación	25	0.09	2.25	3	0	1.8
Motor Br	1	0.183	0.183	0.3	-1.7	0.25
Motor Er	1	0.183	0.183	0.3	1.7	0.25
Tanq. de combustible Br	100%	0.6	0.6	1.8	-1.65	0.75
Tanq. de combustible Er	100%	0.6	0.6	1.8	1.65	0.75
Tanq. aguas negras Er	100%	0.35	0.35	2.8	-1.65	0.65
Tanq. aguas grises Br	100%	0.35	0.35	2.8	1.65	0.65
Tanq. agua dulce Er	100%	0.45	0.45	4	-1.65	0.75
Tanq. agua dulce Br	100%	0.45	0.45	4	1.65	0.75
Provisiones Er	100%	0.08	0.08	4.6	-1.65	0.775
Provisiones Br	100%	0.08	0.08	4.6	1.65	0.775
Almacén Er	100%	2.1	2.1	6.548	-1.666	0.763
Almacén Br	100%	2.1	2.1	6.548	1.666	0.763
Total Loadcase			15.477	4.147	0	1.032
VCG fluid						1.032

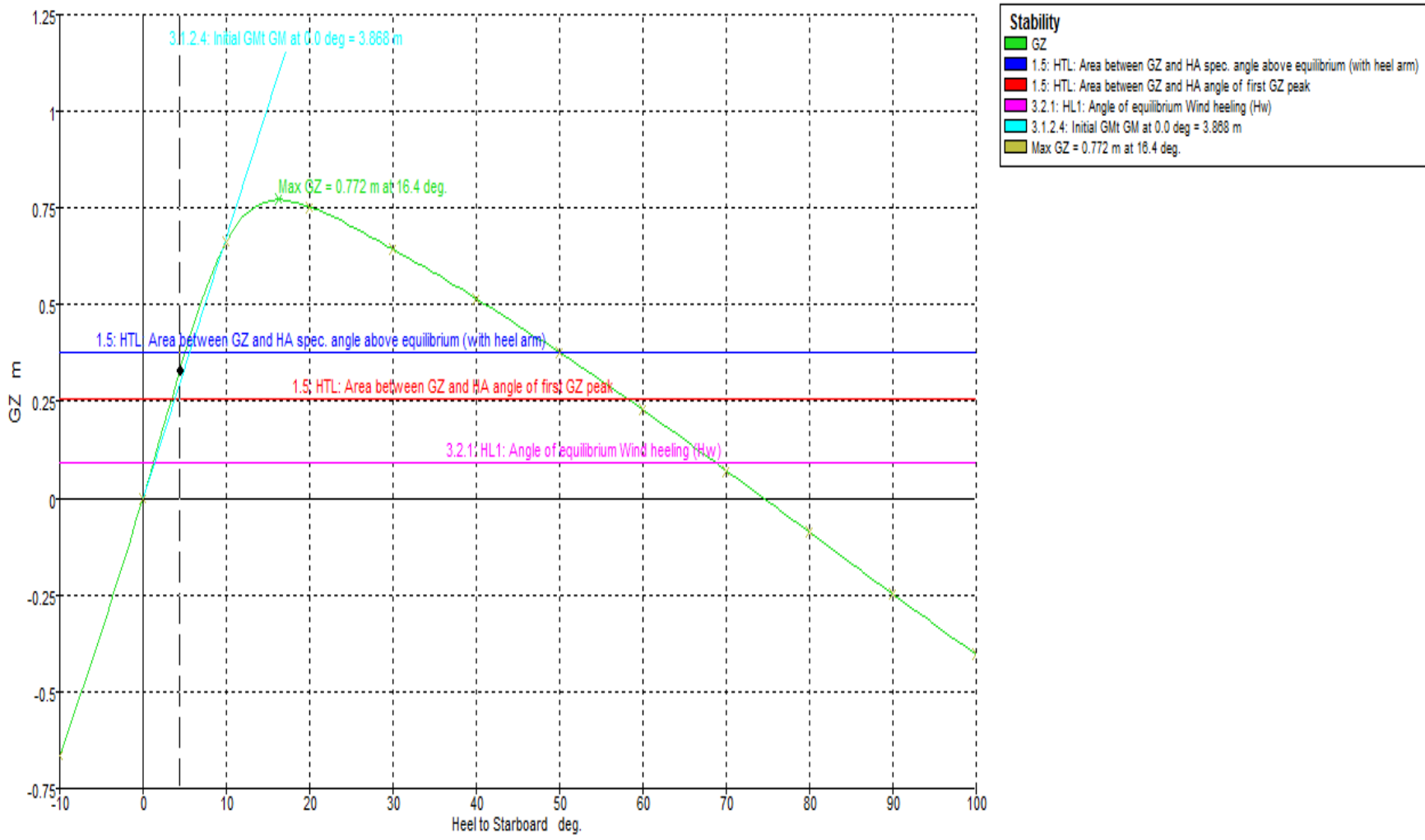
Datos de Max surf Stability
Elaboración propia

Tabla N° 38 Valores de estabilidad de la condición de carga 03

Heel to Starboard degrees	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80
GZ m	-0.664	0	0.664	0.753	0.644	0.516	0.376	0.228	0.072	-0.088
Area under GZ curve from zero heel m.deg	3.4115	0.0008	3.5973	11.0817	18.0997	23.9094	28.3747	31.3982	32.9022	32.821
Displacement t	15.48	15.48	15.48	15.48	15.48	15.48	15.48	15.48	15.48	15.48
Draft at FP m	0.942	0.96	0.942	1.147	1.498	1.929	2.508	3.387	5.022	9.726
Draft at AP m	0.956	0.959	0.956	1.185	1.523	1.921	2.435	3.194	4.636	8.793
WL Length m	1000%	9.98	9.997	9.99	9.99	9.99	9.99	9.99	9.991	9.991
Beam max extents on WL m	445%	4.751	4.448	2.788	2.2	2.081	1.922	1.725	1.494	1.333
Wetted Area m ²	4952%	48.221	49.529	73.12	88.186	96.245	101.573	104.108	104.986	105.366
Waterpl. Area m ²	1928%	21.669	19.273	9.839	10.308	11.074	12.211	12.606	12.495	12.269
Prismatic coeff. (Cp)	80%	0.793	0.795	0.797	0.796	0.794	0.791	0.788	0.787	0.786
Block coeff. (Cb)	53%	0.582	0.527	0.718	0.53	0.415	0.331	0.307	0.302	0.301
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	415%	4.147	4.146	4.145	4.145	4.147	4.151	4.157	4.16	4.163
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	425%	4.16	4.254	4.116	4.133	4.171	4.23	4.408	4.617	4.775
Max deck inclination deg	1000%	0.0033	10.0003	20.001	30.0002	40	50.0005	60.0015	70.0018	80.0013
Trim angle (+ve by stern) deg	8%	-0.0033	0.0802	0.2166	0.1436	-0.0465	-0.419	-0.965	-2.2119	-5.3362

Datos de Max surf Stability

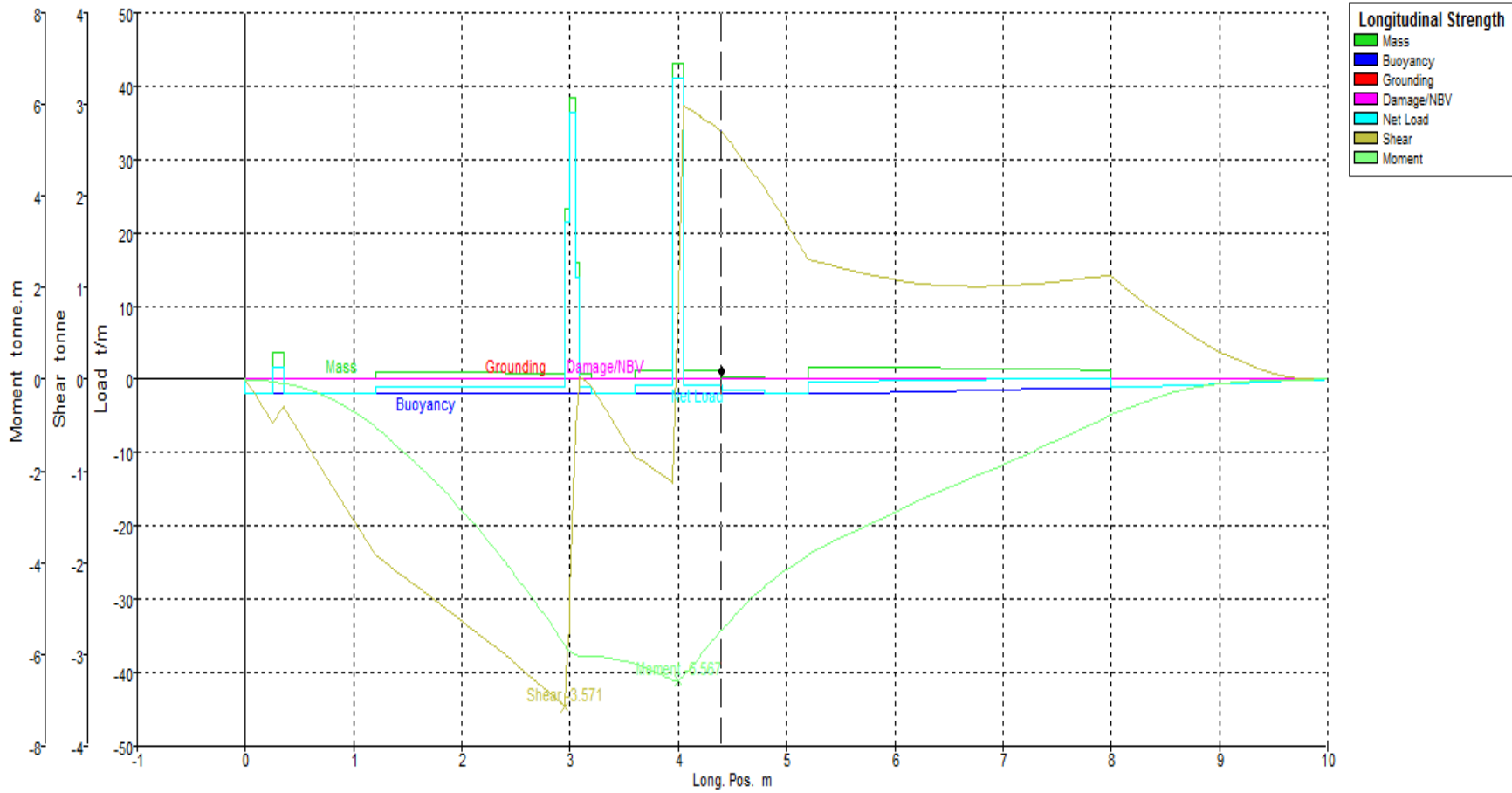
Gráfico N° 16 Curvas GZ condición de carga 03



GZ = 0.330 m Heel to Starboard = 4.394 deg. Area (from zero heel) = 0.7273 m. deg.

Datos de Max surf Stability

Gráfico N° 17 Plano de cargas tercera condición



Mass = 1.124 t/m Long. Pos. = 4.394 m

Datos de Max surf Stability

❖ **Resultado de la condición de carga 03**

Se presenta seguidamente para ambos casos los resultados logrados de estabilidad donde las condiciones mencionadas anteriormente cumplen con todos los criterios desarrollados. En anexos se mostrará a detalle los valores obtenidos por Maxsurf.

Tabla N° 39 Criterios de estabilidad de la condición de carga 03

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
HSC multi. Intact	1.1: Area from 0 to 30	5.7774	m.deg	8.3001	Pass	43.67
	1.2: Angle of maximum GZ	10	deg	16.4	Pass	63.64
	1.5: HTL: Area between GZ and HA	1.6043	m.deg	5.5893	Pass	248.39
	3.2.1: HL1: Angle of equilibrium	16	deg	1.2	Pass	92.43
Anexo 7 "Stability of Multihull Craft	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	18.0997	Pass	474.36
	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	23.9094	Pass	363.67
	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	5.8098	Pass	237.99
	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.2	m	0.644	Pass	222
	3.1.2.4: Initial GMt	0.15	m	3.868	Pass	2478.67

Elaboración propia y datos del Max Surf

➤ **Equipo de seguridad**

Respetando las exigencias actuales del SOLAS en su misión de preservar la vida de las personas en el mar y teniendo en cuenta que esta embarcación transportara pasajeros y navegara en la costa, se debe tener en cuenta los siguientes elementos de salvataje y unidades contraincendios.

➤ **Equipo de salvataje**

- ✓ **Chaleco Salvavidas de espuma para adulto (24):** Hecho con las correas cruz-cosidas para la durabilidad

Figura N° 27 Chaleco salvavidas para adulto



Fuente: NauticExpo

- ✓ **Chalecos salvavidas de espuma para niño (10):** Chaleco salvavidas boyante inherente con la flotabilidad máxima para niños en condiciones costeras ásperas

Figura N° 28 chaleco salvavidas para adulto



Fuente: NauticExpo

- ✓ **Aro salvavidas para barcos (4) / Solas:** Estructura del polietileno, cabido con un grabline de 3 milímetros.

Figura N° 29 Aros Salvavidas



Fuente: NauticExpo

- ✓ **Balsa salvavidas:** Fabricada con polietileno resistente UV y tiene alto color anaranjado visible con reflectores y cuerda flotante.

Figura N° 30 Balsa salvavidas



Fuente: NauticExpo

- ✓ **Bengala de emergencia color rojo**

Figura N° 31 Bengala de emergencia



Fuente: NauticExpo

- ✓ **Torcha de seguridad:** Alta potencia (1000 lúmenes) y bajo peso (242 gramos)

Figura N° 32 Torcha de seguridad



Fuente: NauticExpo

➤ **Sistema contra incendio**

- ✓ **Extintores portátiles en función de la eslora:** Dadas las dimensiones de la nave y la disposición de espacios se colocarán 2 extintores con válvula de comprobación de presión interna, resistente a la corrosión y fabricado en aluminio.

Figura N° 33 Extintor portátil



Fuente: Promonautica

- ✓ **Detector de gas:** Gran durabilidad y diseño especial que permite la detección de diferentes gases combustibles. De fácil instalación

Figura N° 34 Detector de gas



Fuente: Promonautica

➤ **Sistema de navegación**

- ✓ **Luces de señalizaciones:** Luz de interior y emergencia, con bombilla de Xenón, resistente a las vibraciones y con un peso de 1.8 kg

Figura N° 35 Luces de señalización



Fuente: NauticExpo

- ✓ **Luz de navegación:** Distancia visible para esloras de hasta 12 m con montaje vertical

Figura N° 36 Luces de navegación



Fuente: NauticExpo

- ✓ **Alarma:** El modelo TL7 es una luz de alarma intermitente montada en el panel y un controlador de alarma audible.

Figura N° 37 Alarma



Fuente: NauticExpo

5.6. Economía

5.6.1. Realizar la evaluación económica del proyecto

Se planteará con la finalidad de poder evaluar la factibilidad económica del proyecto trayendo consigo detalles sobre todos los costos de construcción, de materiales, de equipamiento e instrumentos del catamarán como embarcación de turismo.

Los puntos a tratar en este objetivo son:

- ✓ Definir el monto de inversión total que se requiere, así como también determinar el tiempo en el cual será realizada la obra
- ✓ Determinar el presupuesto de ingreso y egreso que implicara en el proyecto
- ✓ Analizar los costos y gastos que se ha de generar en el proyecto

➤ Aspectos financieros

❖ Fuentes de financiamiento:

Suponiendo que el proyecto se debe llevar a cabo a través de opciones financieras como:

- ✓ La totalidad de la inversión inicial obtenida mediante un préstamo en el banco.
- ✓ La totalidad de la inversión inicial generada por el privado.

➤ Cálculo de la demanda

Para realizar el cálculo de la demanda, contaremos con dos informaciones principales, para hacer la estimación de la eventual demanda y determinar el flujo de pasajeros por viaje de la embarcación.

- La embarcación tipo catamarán promediara en temporada alta un 80% de su capacidad por los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril
- La embarcación tipo catamarán promediara en temporada baja un 30% de su capacidad por los meses mayo, junio, julio, agosto, septiembre octubre y noviembre

❖ Cálculo del flujo de turistas

Como sabemos la embarcación tiene una capacidad máxima de 23 pasajeros por viaje y teniendo en cuenta la información brindada, se obtendría la siguiente cantidad de pasajeros por viaje:

$$T_A = 0.8 * 23$$

$$T_A = \mathbf{18}$$
 (Pasajeros por temporadas altas)

$$T_B = 0.3 * 23$$

$$T_B = \mathbf{7}$$
 (Pasajeros por temporadas bajas)

Esta cantidad estimada de pasajeros por viaje, se multiplica por los viajes diarios que ofrecerá la embarcación en la cual serán tres viajes por día, como resultado se obtendría 54 pasajeros por día en temporada alta y 21 pasajeros por día en temporada baja.

Para realizar el flujo estimado de turistas en el 1er año se hará multiplicando la cantidad total estimada de pasajeros por viaje y el número de días en que operará la embarcación al año, en este caso serán 300 días aprox.

Entonces se tiene que para temporada alta los días operacionales serán 110 y en temporadas bajas serán 190 días aprox.

Como consecuencia, tenemos:

$$X_1 = A * B$$

Donde:

X_1 : Flujo estimado de pasajeros en temporada alta.

A : Promedio diario estimado de pasajeros sumando dos viajes

B : Número de días operacionales.

$$X_1 = 54 \times 110$$

$$X_1 = \mathbf{5940}$$
 Pasajeros

$$X_2 = A * B$$

Donde:

X_2 : Flujo estimado de pasajeros en temporada baja.

A : Promedio diario estimado de pasajeros sumando dos viajes

B : Número de días operacionales.

$$X_2 = 21 * 190$$

$$X_2 = \mathbf{3990}$$
 Pasajeros

$$\text{Total: } X = X_1 + X_2$$

$$X = 5940 + 3990$$

$$X = \mathbf{9930 \text{ pasajeros anuales}}$$

Por consiguiente, el flujo diario promedio de pasajeros durante los meses de operación del catamarán serán los siguientes:

$$\text{N}^\circ \text{ de pasajeros diarios promedio: } \frac{X_1+X_2}{300} = \mathbf{33 \text{ pasajeros diarios}}$$

Con las cifras recabadas anteriormente e imaginando que, a consecuencia de la publicidad cumplida al servicio y el conocimiento progresivo del tour, generado por la divulgación de información de persona a persona que pueda haber sugerido este servicio, se tendrá un crecimiento en las cifras de pasajeros de un 5% con respecto al año anterior.

➤ **Estimación de ingresos**

Se muestra a continuación en la tabla los ingresos por años, desde el 2021 hasta el 2030 teniendo en cuenta la estimación del flujo de pasajeros que se realizó en el cálculo de la demanda en la parte superior. El costo cancelado por pasajero incluye el valor del pasaje más gasto promedio en costo de otros servicios como comidas y bebidas. Entonces, el gasto promedio estimado de cada persona será 14 dólares.

Tabla N° 40 Estimación de ingresos a diez años

Año	Pasajeros	Valor de pasaje más consumo	Ingreso anual
2021	9930	14	139020
2022	10427	14	145971
2023	10948	14	153270
2024	11495	14	160933
2025	12070	14	168980
2026	12673	14	177429
2027	13307	14	186300
2028	13973	14	195615
2029	14671	14	205396
2030	15405	14	215666

Elaboración propia

➤ **Estimación de costos**

Se realizará la estimación de costos del catamarán, considerando aquellos elementos que componen dicha embarcación, en el cual encontraremos todos los costos de construcción, costos

de materiales, costos de equipamiento, más costos directos y gastos generales mensuales, con el fin de generar una idea del costo total daremos el valor del dólar americano al cambio con la fecha 08 de octubre del 2020, 1 US\$ igual a 3.58 sol peruano

❖ **Inversión inicial**

Compuesta por los costos de materiales, costos de equipamiento general, costo de equipamiento de acomodaciones, costos de equipos de navegación, costos de instrumentos electrónicos, costos de construcción, y costos de equipos varios, todos estos se hallarán detalladamente en los anexos.

✓ **Costo total de construcción del catamarán**

En la siguiente tabla se mostrará el resumen de estimación costo total del catamarán. Cabe indicar que los valores de los 2 primeros ítems corresponden a precios exactos determinados, los otros ítems corresponden a precios estimativos obtenidos a través de catálogos de centros comerciales y otras embarcaciones de características similares.

Tabla N° 41 Tabla de resumen de estimación de costos

Ítem	Valor total U\$
Costo de materiales	50240.1
Costo de equipamiento general	26150.0
Costo de equipamiento de acomodaciones	6139.0
Costo de equipos de navegación	4699.8
Costo de instrumentos electrónicos	2042.0
Costo de construcción	24421.6
Costo de equipos varios	514.0
Costo total	114206.5

Elaboración propia

✓ **Capital de trabajo**

Se calculará en base a un mes de operación del catamarán. Comprendiendo las temporadas altas y bajas, abarcando los siguientes ítems

- **Combustible y lubricante**

Como son tres viajes al día, estimada para una autonomía de 12 horas. Al mes se multiplica por 26 días. El consumo es de 31.9 Lt/hr. Finalmente, el precio del Litro se calculó a 0.9 dólares. Según la fórmula:

$$\text{Costo mensual} = \text{consumo} \left(\frac{\text{Lt}}{\text{h}} \right) * \left(\frac{\text{h}}{\text{d}} \right) * \left(\frac{\text{d}}{\text{m}} \right) * \left(\frac{\text{Precio}}{\text{Lt}} \right)$$

$$\text{Costo combustible mensual} = 31.9 * 12 * 26 * 0.85$$

$$\text{Costo combustible mensual} = 9547.2 \text{ (dolares) como son 2 motores}$$

$$\text{Costo combustible mensual} = 19094.4 \text{ (dolares)}$$

El consumo de aceite lubricante se estima al 5 % del valor del Costo mensual del combustible:

$$\text{Costo combustible mensual} = 954.72 \text{ (dolares)}$$

Suma total seria: **20049.00 dolares**

- **Gasto del personal**

Tanto el capitán como el guía se contratarán por temporadas, los cargos y sueldos por un mes de operación se mostrarán detalladamente en los anexos.

2000.00 dólares

- **Mantenición. (Chequeo de equipos, y limpieza)**

190.00 dólares

- **Comidas y bebidas**

Por datos adquiridos del restaurant “Descalzi” en Lambayeque, que también ofrece servicio de bar, el gasto por comida por persona es de unos 2.78 dólares y el gasto de tragos por persona rodea los 1.95 dólares, entonces el costo mensual será:

8485.62 dólares

- **Gastos de administración y ventas. (Detallado en los anexos)**

900.00 dólares

- **Gastos varios**

Por cada ticket de pasaje al ser impresa a color tiene un valor de 0.28 dólares. Sabiendo que el total de pasajero por mes es 1794, se imprimen la misma cantidad de tickets, dando como costo mensual un valor de:

502.00 dólares

- **Publicidad y marketing (se describe en los gastos)**

1120.00 dólares

❖ **Suma total: 33 247.00 dólares**

- ❖ Por lo tanto, sumando el costo del catamarán, más el capital de trabajo, la inversión inicial asciende a: **147 453.50 dólares**

➤ **Retorno de inversión**

Se elaborará a partir de las consideraciones siguientes:

Tabla N° 42 Tabla de retorno de inversión

Inversión Mensual	Precio (dólares)
Combustible	20049
Personal	2000
Suma total	22049

Elaboración propia

➤ **Ingreso bruto**

Tabla N° 43 Tabla de ingreso bruto

Ingreso bruto mensual (En dólares U\$)	
Total de turistas (3 viajes de 23 personas a bordo)	69
Costo por persona	14
Ingreso bruto diario	966
Ingreso bruto mensual	25116

Elaboración propia

Resultando finalmente un ingreso mensual neto de:

$$25116 - 22049 = 3067 \text{ (dólares)}$$

➤ **Periodo de recuperación de la inversión**

Seria aproximadamente en **48 meses**, que equivalen a **4 años**

5.7. Proyecto

5.7.1. Proyecto ejecutivo final

Figura N° 38 Plano línea de forma

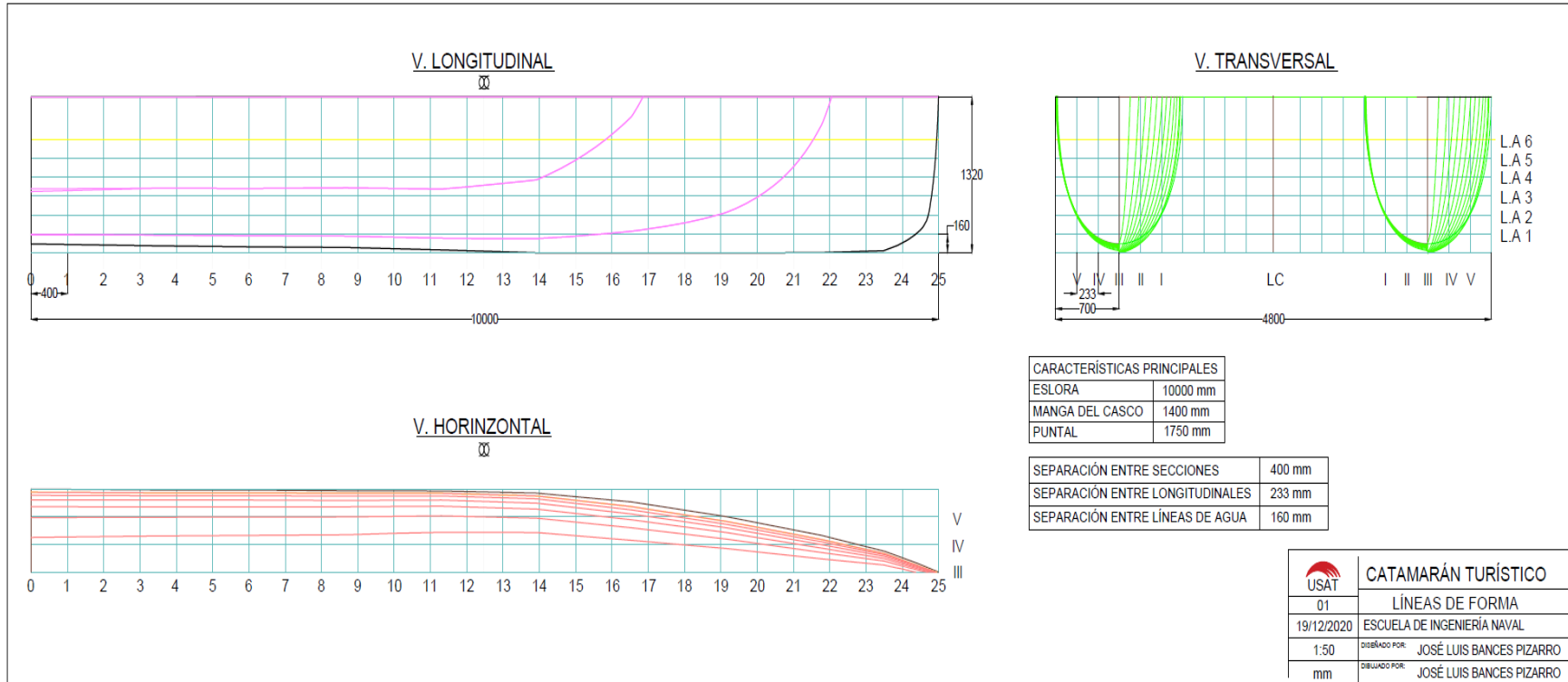


Figura N° 39 Plano de Disposición de tanques

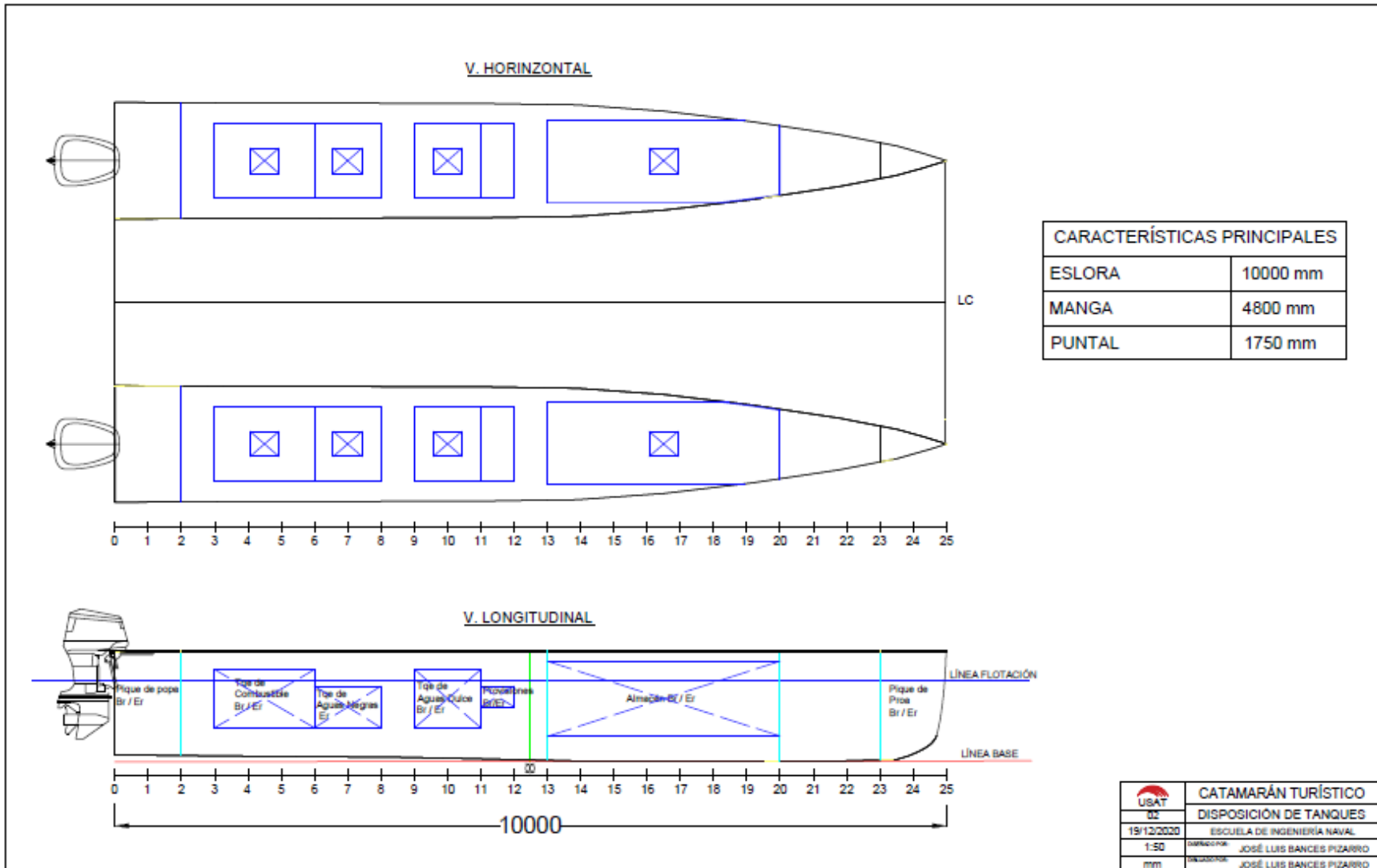


Figura N° 40 Plano de Disposición general

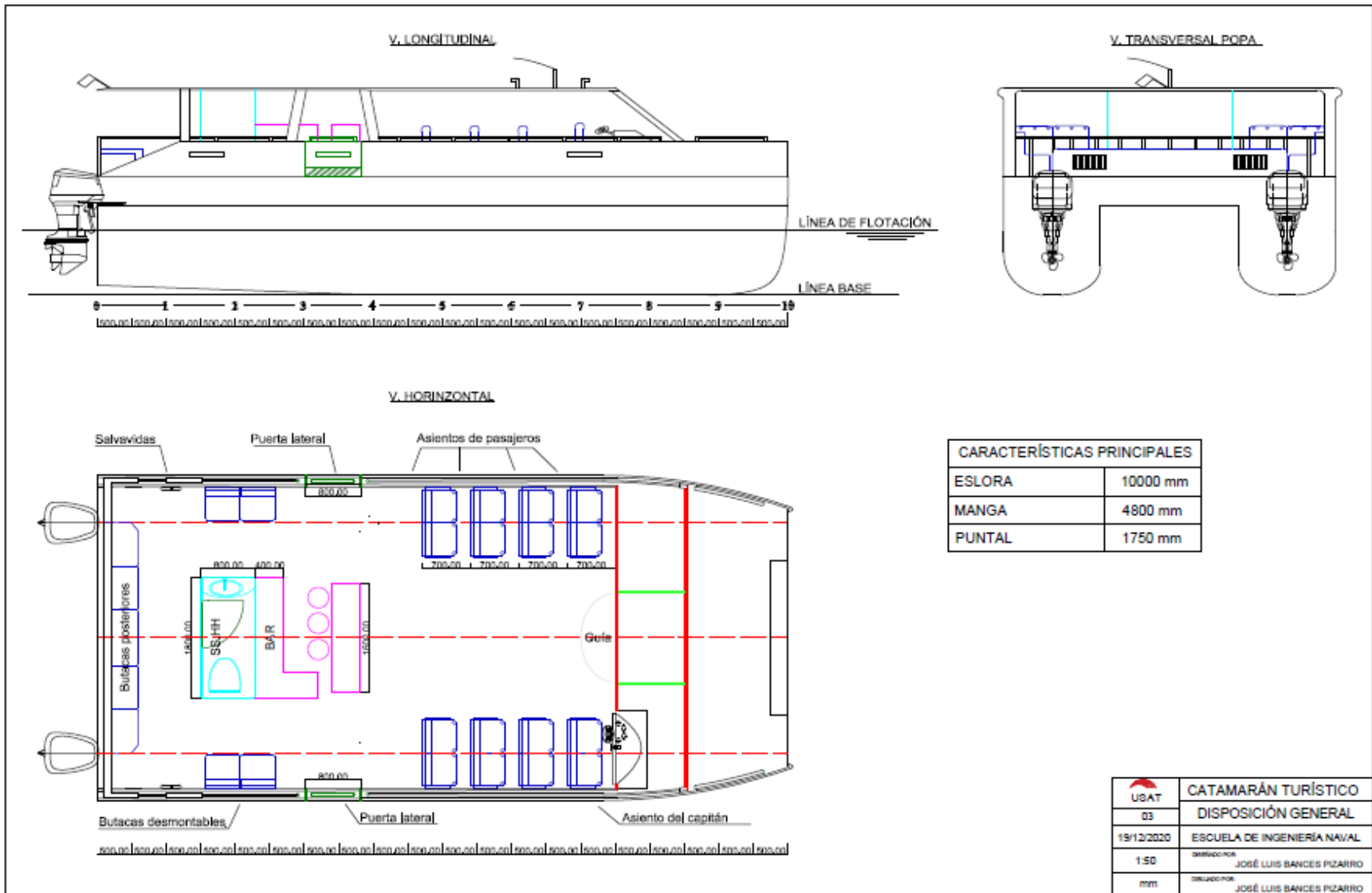
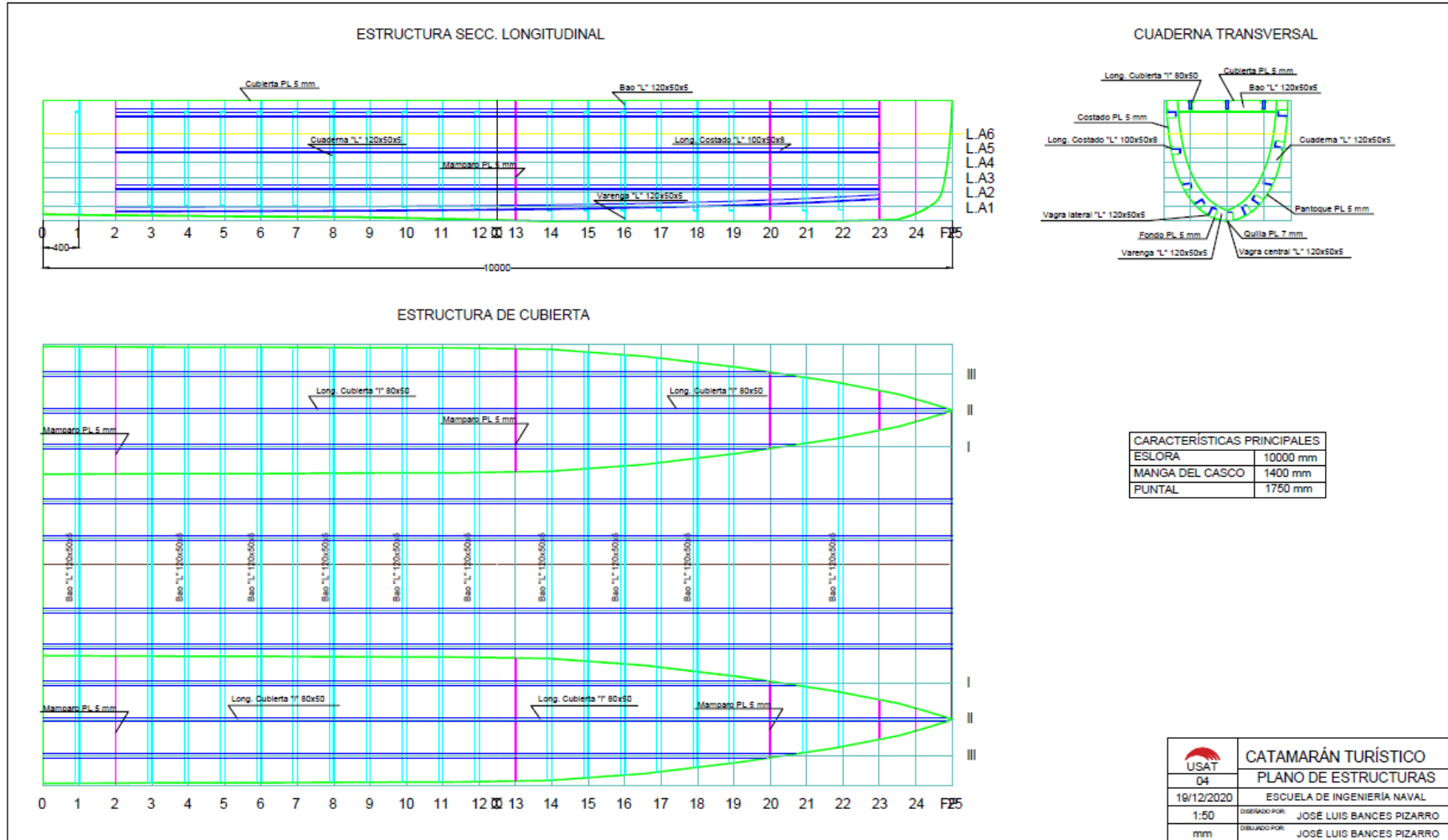


Figura N° 41 Plano de estructuras



6. Conclusiones

Se muestra una alternativa turística aprovechando la belleza de las bahías, manifestando que hay razones tanto sociales como económicas que posibilitarían la realización del proyecto del catamarán tratando de demostrar que la zona tiene una gran demanda potencial para el servicio turístico que se propone, basándose en información de organismos como: el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, y el Instituto Nacional Estadística e Informática.

Se determinó las dimensiones finales del catamarán de proyecto, tomando como modelos embarcaciones ya existentes que se caracterizaron por cumplir con el mismo perfil de misión en el cual quedaron registradas en la tabla N° 21 – Base de datos, la cual reportó las medidas de cada embarcación, con el fin de obtener gráficos, tablas y seguidamente realizar las formas geométricas del casco y los planos de construcción mediante software naval.

Se elaboró el escantillonado de la embarcación respetando la norma de la sociedad de clasificación del Registro Italiano Navale (RINA). Mediante fórmulas ya establecidas en la parte “Rules for the Classification of Pleasure Yachts- January 2011” y luego se realizó el estudio del análisis de estabilidad, concluyendo que la embarcación es estable para las condiciones en las que va a navegar, cumpliendo con los criterios establecidos por la Organización Marítima Internacional (OMI) y por la casa clasificadora correspondiente a Germanischer Lloyd (GL), específicamente a lo mencionado en el anexo 7 “Stability of Multihull Craft”.

La evaluación económica reveló que este proyecto turístico puede ser provechoso al ser implementado en las bahías de Chimbote y Samanco. Se mostraron cuadros sobre el equipamiento a bordo que tendría el catamarán comparándose con otras embarcaciones ya existentes. Así mismo por medio de esta información se determinó las estimaciones de los costos de cada elemento obtenidas de distintas fuentes, la cual me permitirá evaluar el tiempo de recupero de la inversión y las ganancias que generaría

7. Recomendaciones

Se recomienda realizar a detalle los sistemas a bordo del catamarán como como el sistema de achique, lastre, eléctrico, etc.

Por tratarse de una embarcación tipo catamarán al transporte de pasajeros, se recomienda realizar ensayos en canal de experiencias para obtener cifras más reales de la resistencia al avance, dado a que no existen series sistemáticas para catamaranes, por lo que se realiza estimaciones con los métodos convencionales

Por ser una embarcación turística se recomienda realizar un 3D sobre los interiores de la embarcación completa para la parte visual del proyecto, así mismo realizar a detalle sistemas a bordo, como el sistema eléctrico.

Se recomienda realizar a detalle los costos de los equipos a bordo, precisando tipos de préstamos bancarios para costear la construcción del catamarán de proyecto

8. bibliografía

- [1] J. L. segura, "GESTIÓN," *Más de 2 millones de turistas extranjeros llegaron al Perú en el primer semestre*, 30 Julio 2019.
- [2] C. E. Y. TURISMO, "Flujo de turistas internacionales e ingreso de divisas por turismo receptivo," 2019. [Online]. Available: <http://datosturismo.mincetur.gob.pe/appdatosTurismo/Content1.html>. [Accessed 21 Abril 2020].
- [3] M. D. C. E. Y. TURISMO, "Perú: Compendio de cifras de turismo," 2018.
- [4] P. D. TURISMO, "Perú considerado uno de los 'Mejores Países del Mundo' según prestigiosa revista," 7 Octubre 2019. [Online]. Available: <https://portaldeturismo.pe/noticia/peru-considerado-uno-de-los-mejores-paises-del-mundo-segun-prestigiosa-revista/>. [Accessed 25 Abril 2020].
- [5] P. D. TURISMO, "Visitas a atractivos de Áncash crecieron en más del 50 % durante Semana Santa," 23 Abril 2019. [Online]. Available: <https://portaldeturismo.pe/noticia/visitas-a-atractivos-de-ancash-crecieron-en-mas-del-50-durante-semana-santa/>. [Accessed 2 Mayo 2020].
- [6] C. B. Gutiérrez, "ANDINA," *Arribo de turistas a regiones del centro del Perú aumentó 10.4% en 2018*, 11 Junio 2019.
- [7] M. F. Perales, "EL IMPACTO DEL TURISMO EN PERÚ: análisis histórico de los impactos económico,," 2016. [Online]. Available: <https://n9.cl/1hnk>. [Accessed 28 04 2020].
- [8] E. peruano, "DECRETO SUPREMO," *Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional Marítima 2019-2030*, p. 01, Mayo 2020.
- [9] E. L. González, "Turismo Náutico: Estudio del comportamiento del consumidor y sus implicaciones prácticas," 15 Mayo 2017. [Online]. Available: https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/54024/2/0750453_00000_0000.pdf. [Accessed 11 Abril 2020].
- [10] U. Presidencia, "Desarrollo del turismo náutico fluvial," *Ministerio concede catamarán en Salto para desarrollar turismo náutico en río Uruguay*, p. 01, 25 Mayo 2016 .
- [11] A. EFE, "PARAGUAY TURISMO," *Alternativa turística a bordo de un catamarán para ver Asunción desde el río*, p. 01, 17 Abril 2017.
- [12] A. P. d. A. Maritimo, "BARCOS CON BANDERA EXTRANJERA PODRÁN OFRECER SERVICIOS DE CARGA Y DE PASAJEROS," 7 Agosto 2019. [Online]. Available: <https://www.apam-peru.com/web/barcos-con-bandera-extranjera-podran-ofrecer-servicios-de-carga-y-de-pasajeros/>. [Accessed 15 Abril 2020].
- [13] "Disposiciones generales," 11 Octubre 2014. [Online]. Available: <https://www.boe.es/boe/dias/2014/10/11/pdfs/BOE-A-2014-10344.pdf>. [Accessed 25 Abril 2020].
- [14] J. A. A. Zazurca, *Catamaranes de alta velocidad*, Cehiper, 1991.
- [15] J. O. Puig, *Teoría del buque flotabilidad y estabilidad*, Barcelona: EDICIONS UPC, 1994, pp. 17-18;26-28.

- [16] D. C. Chiew, "Diseño y cálculo de una embarcación sin licencia de 5 m de eslora," Octubre 2016. [Online]. Available: [file:///C:/Users/PC/Downloads/125421_TFG%20-%20Daniel%20Cao%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/125421_TFG%20-%20Daniel%20Cao%20(4).pdf). [Accessed 23 Abril 2020].
- [17] K. Geurts, "Resistance Prediction for Cruising Motor Catamarans," June 2009. [Online]. Available: <https://n9.cl/cnei>. [Accessed 15 Mayo 2020].
- [18] R. R. Alex Leon, Logística del transporte marítimo, Barcelona: CG Marge, SL, 2003.
- [19] J. F. ARANGO, "Ruta Marítima," 28 Octubre 2014. [Online]. Available: <https://learnfastlogistic.wordpress.com/2014/10/28/ruta-maritima/>. [Accessed 5 Mayo 2020].
- [20] N. Cabrera, "Los tipos de Embarcaciones de Carga más Comunes," 19 Febrero 2019. [Online]. Available: <https://www.shiplilly.com/es/blog/los-tipos-de-embarcaciones-de-carga-mas-comunes/>. [Accessed 15 Abril 2020].
- [21] R. Alavariño, J. Azpiroz and M. Meizoso, El proyecto básico del buque mercante, Madrid: Ingeniería Naval, 1997.
- [22] R. I. Navale, "RINA Rules," [Online]. Available: <https://www.rina.org/en/rules>. [Accessed 20 Mayo 10].
- [23] D. A. B. Mayor, Resistencia al avance del buque, Madrid: s.n., 2009.
- [24] C. T., "“Catamaran Concepts”, vessel stability 2009," 15 Junio 2009. [Online]. Available: <https://catamaranconcepts.com/2009/06/15/stability/>. [Accessed 12 Mayo 2020].
- [25] G. r. d. Ancash, "Plan regional para enfrentar la temporada de heladas y friaje," 2017. [Online]. Available: https://www.regionancash.gob.pe/rr_nn_pdf/grn.pdf. [Accessed 15 May 2020].
- [26] p. t. Gerencia regional de planeamiento, "Estudio de diagnostico y zonificacion de la provincia de santa," Ene 2014. [Online]. Available: <http://sdot.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/EDZ-Santa-Final.pdf>. [Accessed 17 May 2020].
- [27] M. d. C. E. y. Turismo, "Movimiento turistico Ancash," 2018. [Online]. Available: https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/turismo/estadisticas/ReporteTurismoRegional/RTR_Ancash.pdf. [Accessed 18 Junio 2020].
- [28] P. K. S. R. L. Marcos Salas, Experimental and CFD Study of Wave Resistance of High-Speed Round Bilge Catamaran Hull Forms, Cartagena: Ciencia y tecnología de buques, 2008.
- [29] M. S. A. S. Prasanta K Sahoo, "PRACTICAL EVALUATION OF RESISTANCE OF HIGH-SPEED CATAMARAN HULL FORMS-PART I," [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/233243424_Practical_evaluation_of_resistance_of_high-speed_catamaran_hull_forms-Part_I. [Accessed 21 Octubre 2020].
- [30] M. M. Martínez, "Estimación y análisis paramétrico de la resistencia al avance de embarcaciones catamaranes," 2016. [Online]. Available: <https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/5760/tfe-mar-est.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Accessed 15 Noviembre 2020].
- [31] Y. motor, "YAMAHA Revs Your Heart," [Online]. Available: <https://yamaha-motor.com.pe/f100bet/>. [Accessed 08 Agosto 2020].

- [32] H. 2. Code, "International Code of Safety for High-Speed Craft, 2000," [Online]. Available: <https://ardda.gov.az/uploads//images/qanunvericilik/Eng/codes/HSC%20CODE%202000.pdf>. [Accessed 06 Septiembre 2020].
- [33] O. M. Internacional, "ADOPTION OF THE INTERNATIONAL CODE ON INTACT STABILITY, 2008," 04 Diciembre 2008. [Online]. Available: https://www.navcen.uscg.gov/pdf/marcomms/imo/msc_resolutions/MSC267.pdf. [Accessed 06 Septiembre 2020].

9. Anexos

Anexo N° 1. Llegada de turistas extranjeros al Perú

Año	Flujo de turistas extranjeros	Crecimiento en % al año anterior
2019	4 371 787	-1.1%
2018	4 419 430	9.6%
2017	4 032 339	7.7%
2016	3 744 461	8.4%
2015	3 455 709	7.5%
2014	3 214 934	1.6%
2013	3 163 639	11.2%
2012	2 845 623	9.5%
2011	2 597 803	12.9%
2010	2 299 187	7.4%

Elaboración Propia

Fuente: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo

Anexo N° 2. Llegada de turistas al Perú, según país de residencia

País de Residencia	Ene - May		Flujo 2019 - 2018	Var. % 2019 / 2018	Part. % 2019
	2018	2019 P1			
Total Llegadas 1/	1 781 090	1 823 536	42 446	2,4	100,0
1 Chile	499 399	533 406	34 007	6,8	29,3
2 EE.UU.	245 036	258 921	13 885	5,7	14,2
3 Ecuador	109 446	139 261	29 815	27,2	7,6
4 Colombia	89 797	94 636	4 839	5,4	5,2
5 Argentina	100 169	90 427	-9 742	-9,7	5,0
6 Bolivia	64 256	79 938	15 682	24,4	4,4
7 Brasil	69 340	66 837	-2 503	-3,6	3,7
8 Venezuela	137 664	64 524	-73 140	-53,1	3,5
9 España	53 239	55 628	2 389	4,5	3,1
10 México	37 624	44 558	6 934	18,4	2,4
11 Canadá	38 369	41 922	3 553	9,3	2,3
12 Francia	36 403	41 600	5 197	14,3	2,3
13 Alemania	33 917	36 882	2 965	8,7	2,0
14 Reino Unido	30 229	28 214	-2 015	-6,7	1,5
15 Italia	24 603	23 851	-752	-3,1	1,3
Resto del Mundo	211 599	222 931	11 332	5,4	12,2

Fuente: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo

Anexo N° 3. Nuevas zonas de navegación

	NUEVAS ZONAS DE NAVEGACION.	DISTANCIA A COSTA.	ANTIGUAS CATEGORÍAS DE NAVEGACION.	CATEGORIA DE DISEÑOS PERMITIDOS.
NAVEGACIÓN OCEANICA.	ZONA 1.	SIN LÍMITE.	CAT. A.	DISEÑO A.
NAVEGACIÓN DE ALTA MAR.	ZONA 2.	HASTA 60 MILLAS.	CAT. B.	DISEÑO A , B.
	ZONA 3.	HASTA 25 MILLAS.	CAT. C.	DISEÑO A , B.
NAVEGACIÓN EN AGUAS COSTERAS.	ZONA 4.	HASTA 12 MILLAS.		DISEÑO A , B , C.
	ZONA 5.	HASTA 5 MILLAS.	CAT. D-1.	DISEÑO A , B , C.
	ZONA 6.	HASTA 2 MILLAS.	CAT. D-2.	DISEÑO A , B , C.
NAVEGACIÓN EN AGUAS PROTEGIDAS.	ZONA 7.	AGUAS PROTEGIDAS EN GENERAL.		DISEÑO A , B , C , D.

Fuente: Yumpu

Anexo N° 4. Equipo de Salvamento

MATERIAL.	ZONA DE NAVEGACION.							NOTAS.
	1	2	3	4	5	6	7	
BALSAS SALVAVIDAS.	X	X	X					ZONAS 1, 2, 3. Plazas para el 100% de personas autorizadas a transportar. Homologación SOLAS (R.D.809/99)ó equivalente.
CHALECO SALVAVIDAS.	X	X	X	X	X	X	X	ZONA 1. Chalecos para el 100% de personas más un 10%. En el resto de zonas chalecos para el 100% de las personas. Homologación SOLAS (R.D.809/99)ó "CE" (Directiva 89/686,R.D.1407/92).Flotabilidad: ZONA 1 275N; ZONAS 2, 3, 4 150N; y ZONAS 5, 6, 7 100N.
AROS SALVAVIDAS.	2	1	1	1				Para ZONA 1 al menos uno de los dos aros con luz y rabiza. Para ZONAS 2, 3, 4 uno con luz y rabiza. Homologaciones SOLAS (R.D.809/99)ó "CE" (Directiva 89/686,R.D.1407/92).
COHETES CON LUZ ROJA Y PARACAIDAS.	6	6	6	6				Homologación SOLAS (R.D.809/99).
BENGALAS DE MANO.	6	6	6	6	3	3		Homologación SOLAS (R.D.809/99).
SEÑALES FUMÍGENAS FLOTANTES.	2	2	1	1				Homologación SOLAS (R.D.809/99).

Fuente: Yumpu

Anexo N° 5 Propiedades del aluminio frente al acero

Propiedades	Aluminio	Acero
Densidad [g/cm ³]	2,699	7,86
Calor específico [J/g.°C]	0,900	0,444
Calor latente de fusión [J/kg].10 ⁶	0,400	0,275
Punto de fusión [°C]	660,2	1539
Punto de ebullición [°C]	2057	2750
Resistividad eléctrica a 20°C [Ω.m].10 ⁸	2,63	9,71
Módulo de elasticidad [kg/mm ²]	6700	20000
Carga de ruptura [kg/mm ²]	16-20	40

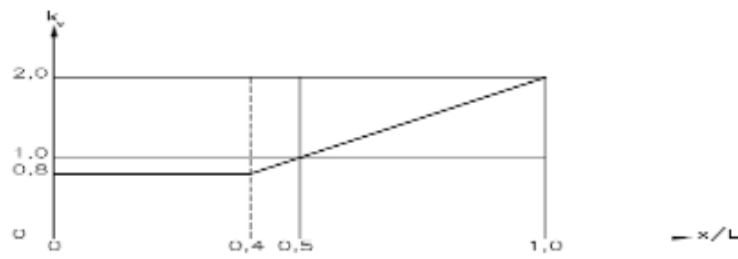
Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 6 Características de las propiedades físicas y mecánicas del aluminio

Propiedades físicas	Propiedades mecánicas
<ul style="list-style-type: none"> · Blanco · Alta reflectividad a la luz y al calor · Ligero · Alta conductividad eléctrica · Alta conductividad térmica (sólo superada por el cobre). Ventaja para ser utilizado en utensilios de cocina. · Resistencia a la corrosión, por la formación de una capa muy delgada de óxido de aluminio al entrar en contacto con el aire, la cual es insoluble en agua. · No es tóxico. 	<ul style="list-style-type: none"> · Resistencia a la ruptura (mejorada en aleaciones con cobre, magnesio, silicio, manganeso o zinc) · Resistencia a la tensión. · Resistencia a la flexión · Dureza (resistencia a la penetración) · Módulo de elasticidad constante en cualquier aleación.

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 7 Valores del K_V



Fuente: Registro Italiano Navale

$$\frac{x}{L} = \frac{4.2}{9.985} = 0.45$$

$$K_V = 0.9$$

Anexo N° 8 Series 500 wrought Aluminium

SERIES 5000 WROUGHT ALUMINIUM ALLOYS FOR WELDED CONSTRUCTION (Rolled products: Plates and Sections) Guaranteed mechanical characteristics (1)				
Alloy (2)	Temper (3)	Dimensions in mm	Minimum guaranteed yield stress $R_{p,0.2}$ at 0,2% N/mm ²	Minimum guaranteed tensile strength R_m N/mm ²
5083 (Plates)	0 or H111	$t \leq 6$	125	275
		$t > 6$	115	275
5083 (Sections)	0 or H111	All thicknesses	110	270

Fuente: Registro Italiano Navale

Anexo N° 9 Coeficiente de unión η

Aluminium alloys	η
Alloys without work-hardening treatment (series 5000 in annealed condition 0 or annealed flattened condition H111)	1

Fuente: Registro Italiano Navale

Anexo N° 10 Coeficiente en relación del K_a

Table 1

S/s	K_a
1	17,5
1,2	19,6
1,4	20,9
1,6	21,6
1,8	22,1
2,0	22,3
>2	22,4

Fuente: Registro Italiano Navale

$$S = 1.2$$

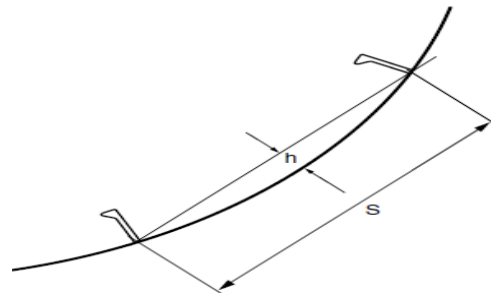
$$s = 0.4$$

$$S/s = 3$$

$$K_a = 22.4$$

Anexo N° 11 Factor de corrección de la curvatura

Figure 1



Fuente: Registro Italiano Navale

$$K_2 = 1 - h/s$$

$$k_2 = 1 - 0.11/0.4$$

$$k_2 = 0.74$$

Anexo N° 12 Espesores mínimos

Table 2

Member	Minimum thickness (mm)
Keel, bottom plating	$t_1 = 1,75 \cdot L^{1/3} \cdot K^{0,5}$
Side plating	$t_2 = 1,50 \cdot L^{1/3} \cdot K^{0,5}$
Open strength deck plating	$t_3 = 1,50 \cdot L^{1/3} \cdot K^{0,5}$
Lower and enclosed deck plating	$t_4 = t_3 - 0,5$
1st tier superstructure front bulkhead	$t_5 = t_1$
Superstructure bulkhead	$t_6 = t_5 - 1,5$
Watertight subdivision bulkhead	$t_7 = t_2 - 0,5$
Tank bulkhead	$t_8 = t_2$
Centre girder	$t_9 = 2,3 \cdot L^{1/3} \cdot K^{0,5}$
Floors and side girders	$t_{10} = 1,70 \cdot L^{1/3} \cdot K^{0,5}$
Tubular pillars	$t_{11} = 0,05 d \quad (1)$

(1) d = diameter of the pillar, in mm

Fuente: Registro Italiano Navale

Anexo N° 13 Valores de k_1 para longitudinales del fondo

$$Z = k_1 \cdot s \cdot S^2 \cdot K \cdot p$$

where:

k_1 : 1,6 assuming $p=p_1$

: 0,7 assuming $p=p_2$

S : conventional span of the longitudinal stiffener, in m, equal to the distance between floors.

Fuente: Registro Italiano Navale

Anexo N° 14 Valores de k_1 para vagra central

$$Z_{PC} = k_1 \cdot b_{PC} \cdot S^2 \cdot K \cdot p$$

where:

- k_1 : 2,32 assuming $p=p_1$
 : 1,43 assuming $p=p_2$
 K_{PC} : half the distance, in m, between the two side girders if supporting or equal to $B/2$ in the absence of supporting side girders
 S : conventional span of the centre girder, equal to the distance, in m, between the two supporting members (transverse bulkheads, floors).

Fuente: Registro Italiano Navale

Anexo N° 15 Valores de k_1 para cuadernas transversales

$$Z = k_1 \cdot s \cdot S^2 \cdot K \cdot p$$

where:

- k_1 : 1,27 assuming $p=p_1$
 : 1 assuming $p=p_2$
 S : conventional frame span, in m, equal to the distance between the supporting members.

Fuente: Registro Italiano Navale

Anexo N° 16 Valores de k_1 para cuadernas reforzadas

$$Z = k_1 \cdot K_{CR} \cdot s \cdot S^2 \cdot K \cdot p$$

where:

- k_1 : 1 assuming $p=p_1$
 : 0,7 assuming $p=p_2$
 K_{CR} : 1,92 for reinforced frames which support ordinary longitudinal stiffeners, or reinforced stringers;
 : 0,86 for reinforced frames which do not support ordinary stiffeners;
 s : spacing between the reinforced frames or half the distance between the reinforced frames and the transverse bulkhead adjacent to the frame concerned;
 S : conventional span, in m, equal to the distance between the members which support the reinforced frame.

Fuente: Registro Italiano Navale

Anexo N° 17 Coeficiente k_1 y altura de escantillonado h

Table 1 (1/1/2009)

Bulkhead	k_1	h (m)
Collision bulkhead	5,6	h_B
Watertight bulkhead	4,9	h_B
Deep tank bulkhead	5,5	h_T

Fuente: Registro Italiano Navale

Anexo N° 18 Valores de c

Table 2 (1/1/2009)

Bulkhead	h (m)	c
Collision bulkhead	h_B	0,78
Watertight bulkhead	h_B	0,63
Deep tank bulkhead	h_T	1

Fuente: Registro Italiano Navale

Anexo N° 19 Altura de escantillonado h (m)

Table 1

Type of bulkhead	h (m)
1 st tier front	1,5
2 nd tier front	1,0
Other bulkheads wherever situated	1,0

Fuente: Registro Italiano Navale

Anexo N° 20 Valor de K para buques pasajeros

Table 4.1

Type	K		Range of E	No. of ships in sample
	Mean value	Range		
Tankers	0.032	± 0.003	1500–40000	15
Chemical tankers	0.036	± 0.001	1900–2500	2
Bulk carriers	0.031	± 0.002	3000–15000	13
Container ships	0.036	± 0.003	6000–13000	3
Refrigerated cargo	0.034	± 0.002	4000–6000	6
Coasters	0.030	± 0.002	1000–2000	6
Offshore supply	0.045	± 0.005	800–1300	5
Tugs	0.044	± 0.002	350–450	2
Research ships	0.045	± 0.002	1300–1500	2
Ro-Ro ferries	0.031	± 0.006	2000–5000	7
Passenger ships	0.038	± 0.001	5000–15000	4
Frigates and corvettes	0.023	not known		

Fuente: Practical Ship Design” Watson

Anexo N° 21 Estimación de costos de materiales

Ítem	Cantidad	Unidad	U\$ unitario	Total U\$
Aluminio	6.0	toneladas	4500	27000
Soldadura	0.86	toneladas	3980	3423
Esquema antifouling				900
Esquema de pinturas epóxica				1350
Carpintería (materiales)				13000
			Sub total	46573
			10% margen	4657
			Total	50240

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 22 Estimación de costos de materiales

Ítem	Cantidad	Unidad	U\$ unitario	Total U\$
Motor	2	u.	10600	21200
Baterías	2	u.	200	400
Bombas	4	u.	900	3600
Generadores	1	u.	950	950
Costo Total				26150

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 23 Estimación de costos de equipamiento de acomodaciones

Ítem	Cantidad	u\$/Unidad	Total U\$
Butacas	9	195	1755
Asiento de capitán	1	1000	1000
Asiento de pasajeros	23	110	2530
WC	2	139	278
Lavadores	2	36	72
LCD 32"	1	194	194
DVD	1	33	33
Minicomponente	1	277	277
Costo Total			6139

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 24 Estimación de costos de equipos de navegación

Ítem	Cantidad	u\$/Unidad	Total U\$
Chalecos Salvavidas para adultos	24	58.3	1399.2
Chalecos Salvavidas para niños	10	43	430
Aros Salvavidas	4	36.59	146.36
Balsa salvavidas	4	600	2400
Extintor	2	27.7	55.4
Bengalas de mano	4	8.35	33.4
Linternas	2	16.7	33.4
Luces de navegación	5	22.3	111.5
Luces de señalización	4	18.5	74
Alarmas	1	16.52	16.52
Costo Total			4699.78

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 25 Estimación de costos de instrumentos electrónicos

Ítem	Cantidad	u\$/Unidad	Total U\$
Navegador GPS	1	742	742
Radar principal y ecosondas	1	1000	3742
Giro compas	1	150	150
Radio VHF	1	150	150
Costo Total			2042

Anexo N° 26 Estimación de costos de construcción

Ítem	Cantidad	Nº Horas	u\$/Unidad	Total U\$
Ingeniero	1	960	6.7	6532
soldadores	3	960	6.4	6244
Mecánico- Hidráulico	1	240	5.9	1516
Carpintero	1	480	4.2	2116
Ayudante del carpintero	1	480	3.8	1824
Pintor	1	240	4.0	960
Ayudante del pintor	1	240	3.6	864
Gasfitero	1	56	2.8	166.7
Guardiero	1	960	2.1	2016
Sub Total				22238.7
10 % de error por fecha de termino				2223.87
Costo total				24421.6

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 27 Estimación de costos de equipos varios

Ítem	Cantidad	U\$ unitario	Total U\$
Ancla	1	78	78
Winche	1	135	135
Cadenas y Cabo	2	138	276
Cuerda	1	25	25
Costo total			514

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 28 Gastos del personal

Cargo	Sueldo (dólares)
Capitán	1120
Guía	880
Total	2000

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 29 Gastos administrativos

Ítem	Valor total U\$
Contador	180
Secretaria	230
Útiles de escritorio	80
Arriendo local	250
Luz, internet	160
Total	900

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 30 Códigos de estabilidad. Condición N°01

Código	Criterio	Valor	Unidades	Actual	Estado	Margen %
HSC multi. Intact (Area from 0 to 30)	angle of max. GZ	18.2	deg	18.2	Pass	98.61
	higher heel angle	30	deg			
	shall not be less than (\geq)	5.1996	m.deg	10.3271		
HSC multi. Intact (Angle of maximum GZ)	shall not be less than (\geq)	10	deg	18.2	Pass	81.82
HSC multi. Intact (HTL: Area between GZ and HA)	Hpc + Hw	1.6043	m.deg	5.0633	Pass	215.61
	Ht + Hw	1.6043	m.deg	6.0717		278.46
HSC multi. Intact (HL1: Angle of equilibrium)	Wind heeling (Hw)	16	deg	1.3	Pass	92.14
	Total windage area		m ²	13.918		
A.749(18) (Area 0 to 30)	spec. heel angle	30	deg	30	Pass	534.85
	angle of vanishing stability	75.5	deg			
	shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	20.0061		
A.749(18) (Area 0 to 40)	spec. heel angle	40	deg	40	Pass	417.95
	shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	26.7086		
A.749(18) (Area 30 to 40)	spec. heel angle	30	deg	30	Pass	289.93
	spec. heel angle	40	deg	40		
	shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	6.7025		
A.749(18) (Initial GMt)	shall not be less than (\geq)	0.15	m	4.002	Pass	2568

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 31 Códigos de estabilidad. Condición N°02

Código	Criterio	Valor	Unidades	Actual	Estado	Margen %
HSC multi. Intact (Area from 0 to 30)	angle of max. GZ	21.8	deg	21.8	Pass	323.98
	higher heel angle	30	deg			
	shall not be less than (\geq)	4.333	m.deg	18.3713		
HSC multi. Intact (Angle of maximum GZ)	shall not be less than (\geq)	10	deg	21.8	Pass	118.18
HSC multi. Intact (HTL: Area between GZ and HA)	Hpc + Hw	1.6043	m.deg	8.099	Pass	404.83
	Ht + Hw	1.6043	m.deg	8.6868		441.47
HSC multi. Intact (HL1: Angle of equilibrium)	Wind heeling (Hw)	16	deg	1.5	Pass	90.32
	Total windage area		m ²	15.372		
A.749(18) (Area 0 to 30)	spec. heel angle	30	deg	30	Pass	837.83
	angle of vanishing stability	75.9	deg			
	shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	29.5538		
A.749(18) (Area 0 to 40)	spec. heel angle	40	deg	40	Pass	692.38
	shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	40.8601		
A.749(18) (Area 30 to 40)	spec. heel angle	30	deg	30	Pass	557.76
	spec. heel angle	40	deg	40		
	shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	11.3063		
A.749(18) (Initial GMt)	shall not be less than (\geq)	0.15	m	4.815	Pass	3110

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 32 Códigos de estabilidad. Condición N°03

Código	Criterio	Valor	Unidades	Actual	Estado	Margen %
HSC multi. Intact (Area from 0 to 30)	angle of max. GZ	16.4	deg	16.4	Pass	43.67
	higher heel angle	30	deg			
	shall not be less than (\geq)	5.7774	m.deg	8.3001		
HSC multi. Intact (Angle of maximum GZ)	shall not be less than (\geq)	10	deg	16.4	Pass	63.64
HSC multi. Intact (HTL: Area between GZ and HA)	Hpc + Hw	1.6043	m.deg	4.4873	Pass	179.71
	Ht + Hw	1.6043	m.deg	5.5893		248.39
HSC multi. Intact (HL1: Angle of equilibrium)	Wind heeling (Hw)	16	deg	1.2	Pass	92.43
	Total windage area		m ²	13.602		
A.749(18) (Area 0 to 30)	spec. heel angle	30	deg	30	Pass	474.36
	angle of vanishing stability	74.5	deg			
	shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	18.0997		
A.749(18) (Area 0 to 40)	spec. heel angle	40	deg	40	Pass	363.67
	shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	23.9094		
A.749(18) (Area 30 to 40)	spec. heel angle	30	deg	30	Pass	237.99
	spec. heel angle	40	deg	40		
	shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	5.8098		
A.749(18) (Initial GMt)	shall not be less than (\geq)	0.15	m	3.868	Pass	2478.67

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 33 Costo del motor Yamaha F100HP



Cotización N° 2020201030-01

Surquillo, 22 de noviembre de 2020

Señor
 JOSE LUIS BANCES PIZARRO
 DNI: 72538097
 LAMBAYEQUE
 Presente. -

Asunto: Cotización de Motor fuera de borda Yamaha

Estimado señor:

Agradecemos su interés en nuestros productos y de acuerdo a su solicitud le hacemos llegar nuestra oferta por los motores fuera de borda Yamaha en nuestra línea de 4 tiempos.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANT.	VALOR	
				UNITARIO	TOTAL
01	Motor Fuera de Borda Marca: Yamaha	UNIDAD	01	US\$ 10,400	US\$ 10,400
	Modelo: F100GETX (Mando a Distancia) Modelo: F100BETX (Mando en Pope)	UNIDAD	01	UD\$ 10,600	US\$ 10,600
LOS PRECIOS INCLUYEN IGV					

Especificaciones técnicas de acuerdo a la ficha técnica Adjunta

Validez de la Oferta : Treinta días.
 Plazo de entrega : Según stock
 Forma de pago : Contado. Depósito en Cta.

RG MARINE SAC RUC: 20801818785, AV. TOMÁS MARSANO 1193 - SURQUILL

BCP	CTA. CTE	CCI
SOLES	1942407385019	00219400240738501990
DOLARES	1942390729185	00219400239072918592

Tiempo de Garantía : 06 meses para uso comercial.

Nuestra Línea Yamaha se encuentra amparada por un eficiente Servicio Técnico, completo stock de repuestos que le garantizan una perfecta atención y la satisfacción a sus necesidades.

Agradeciendo su preferencia por nuestros productos, quedamos a la espera de sus gratas órdenes

Atentamente,

Jorge Gutierrez M.
 Gerente Comercial

Fuente: RG. MARINE S.A.C