

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



**DISEÑO SOSTENIBLE DE UNA EMBARCACIÓN TURÍSTICA TIPO  
CATAMARÁN PARA EL LITORAL SUR PERUANO**

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

**AUTOR**

**MARIA TERESA TUESTA ARRIOLA**

**ASESOR**

**MANUEL ARCENIO URCIA LARIOS**

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

**Chiclayo, 2018**

# **DISEÑO SOSTENIBLE DE UNA EMBARCACIÓN TURÍSTICA TIPO CATAMARÁN PARA EL LITORAL SUR PERUANO**

PRESENTADA POR:

**MARIA TERESA TUESTA ARRIOLA**

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

**INGENIERO NAVAL**

APROBADA POR:

Wilson Alejandro Jiménez Zuloeta

PRESIDENTE

Edwin Arturo Juárez Marchena

SECRETARIO

Manuel Arcenio Urcia Larios

ASESOR

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecimientos a mi familia, a mis profesores y a mis amigos quienes estuvieron siempre apoyándome para el término de esta etapa.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	12
II.	MARCO TEÓRICO.....	16
	2.1 Antecedentes .....	16
	2.2. Fundamentos Teóricos .....	18
	2.2.1. Dimensionamiento .....	18
	2.2.2. Limitaciones Dimensionales .....	19
	2.2.3. Catamarán .....	19
	2.2.4. Estima del peso de la embarcación y el desplazamiento.....	23
	2.2.5. Estabilidad de naves multicasco.....	25
	2.2.6. Sociedad De Clasificación .....	30
	2.2.7. Resistencia al Avance y propulsión .....	34
	2.2.8. Sistema Fotovoltaico .....	35
	2.2.9. Compartimentación .....	37
	2.3. Definición de Términos .....	41
III.	ANÁLISIS Y DISEÑO .....	43
	3.1. Análisis .....	43
	3.1.1. Descripción del Sector .....	43
	3.1.2. Requerimientos de diseño .....	46
	3.1.3. Autonomía y velocidad .....	51
	3.1.4. Consumo a bordo .....	51
	3.1.5. Sistemas y equipamiento.....	52
	3.1.6. Estructura y divisiones .....	60

3.2. Diseño .....	65
3.2.1. Dimensionamiento del Buque .....	65
3.2.2. Diseño de formas.....	71
3.2.3. Distribución General .....	73
3.2.4. Diseño del sistema fotovoltaico .....	82
IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	89
4.1. Cálculos de estabilidad .....	89
4.2. Predicción de la potencia y la elección del aparato motor.....	105
4.3 Módulo de resistencia de la sección maestra .....	111
4.4. Economía del proyecto .....	113
V. CONCLUSIONES .....	115
VI. RECOMENDACIONES .....	116
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
VIII. ANEXOS .....	120

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Llegada de visitantes a las islas Ballestas 2015-2017 .....	14
Tabla 2 Cuadro de turistas que llegan a Paracas del 2014 al 2016.....	47
Tabla 3 Consumo a bordo.....	52
Tabla 4 Características técnicas.....	65
Tabla 5 Especificaciones técnicas del buque Spirit of Queenstown .....	66
Tabla 6 Especificaciones técnicas del buque Titiroa.....	66
Tabla 7 Especificaciones técnicas del buque Ocean Odyssey.....	67
Tabla 8 Especificaciones técnicas del buque Amaroo.....	67
Tabla 9 Especificaciones técnicas del buque Cobia .....	68
Tabla 10 Especificaciones técnicas del buque Fantasea Sunrise.....	68
Tabla 11 Especificaciones técnicas del buque Lady Jane Franklin.....	69
Tabla 12 Relación L/B de los buques similares .....	69
Tabla 13 Radiación incidente promedio mensual en una superficie inclinada con dirección ecuatorial (kWh/m <sup>2</sup> /día).....	82
Tabla 14 Características de la embarcación .....	89
Tabla 15 Características Hidrostáticas .....	90
Tabla 16 Cálculo de las curvas cruzadas .....	93
Tabla 17 Cálculo de las curvas cruzadas 2 .....	94
Tabla 18 Cálculo de las curvas cruzadas 3 .....	94
Tabla 19 Condición de carga 01 .....	95
Tabla 20 Condición de carga 02 .....	97
Tabla 21 Condición de carga 03 .....	99
Tabla 22 Condición de carga 04 .....	101
Tabla 23 Condición de carga .....	102

Tabla 24 Condición de carga 06 .....	104
Tabla 25 Características de la embarcación .....	106
Tabla 26 Resistencia y potencia. Método Holtrop .....	108
Tabla 27 Módulo de resistencia de la sección maestra.....	111
Tabla 28 Inversión Mensual (US\$) .....	114
Tabla 29 Ingreso Bruto Mensual (US\$) .....	114
Tabla 30 Periodo de recuperación de la inversión (US\$).....	114

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Flujo de turistas internacionales 2004-2016 .....	12
Figura 2 Llegada de visitantes a las islas Ballestas 2015-2017.....	29
Figura 3 Tipos de compartimentación .....	37
Figura 4 Recorrido de tours Islas Ballestas .....	43
Figura 5 Embarcación la hacienda III.....	44
Figura 6 Embarcación Mikeira.....	45
Figura 7 Proyección estimada de turistas que visitan las Islas Ballestas en el mes de Junio (menor demanda) Periodo 2015 - 2022 .....	47
Figura 8 chaleco Salvavidas .....	53
Figura 9 Aro Salvavidas .....	53
Figura 10 Aro Salvavidas con luz y rabiza.....	54
Figura 11 Cohete .....	54
Figura 12 Bengala de mano .....	55
Figura 13 Balde de señales fumiguíneas .....	55
Figura 14 Balsa Salvavidas.....	56
Figura 15 Balsa Salvavidas.....	57
Figura 16 Extintor portátil .....	58
Figura 17 Detector de gases.....	59
Figura 18 Balde contraincendios .....	59
Figura 19 Líneas de forma en Maxsurf .....	72
Figura 20 Modelado en Maxsurf .....	72
Figura 21 Salón principal Disposición A .....	74
Figura 22 Salón principal Disposición B.....	74
Figura 23 Lavabo.....	75

Figura 24 Grifería .....	76
Figura 25 Inodoro .....	76
Figura 26 Cocina de dos hornillas a gas .....	77
Figura 27 Lavatorio .....	78
Figura 28 Conservadora de 200 Lt .....	78
Figura 29 Silla del capitán .....	80
Figura 30 Solarium de la segunda cubierta .....	81
Figura 31 Cantidad de incidencia de energía solar diaria según el grado de inclinación....	83
Figura 32 características de controladores de carga .....	87
Figura 33 Consumo de energía según horario .....	87
Figura 34 Curvas Hidrostáticas .....	91
Figura 35 Curvas cruzadas o curvas de brazos KN .....	92
Figura 36 GZ condición de carga 01 .....	96
Figura 37 GZ condición de carga 02 .....	98
Figura 38 GZ condición de carga 03 .....	100
Figura 39 GZ condición de carga 04 .....	101
Figura 40 GZ condición de carga 05 .....	103
Figura 41 GZ condición de carga 06 .....	105
Figura 42 Resistencia vs Velocidad (Holtrop) .....	107
Figura 43 Potencia vs Velocidad (Holtrop).....	107
Figura 44 Motor.....	110

## RESUMEN

EL sector turístico en nuestro país cada vez se hace más atractivo, por lo que se hace necesario reforzar e innovar los actuales servicios que se destinan para ésta actividad, razón que motivó a elaborar el presente proyecto denominado Diseño Sostenible de un Catamarán turístico para el litoral sur peruano , el cual tendrá como objetivo general desarrollar una propuesta de diseño sostenible para una embarcación turística de tipo catamarán, teniendo a su vez como como objetivos específicos : Diseñar las formas básicas del casco, teniendo en cuenta la estabilidad para seguridad y confort de los pasajeros y tripulación; Calcular los parámetros estructurales del diseño de la embarcación y Proponer la incorporación de un sistema fotovoltaico (paneles solares) al diseño de la embarcación.

Se considerarán como base científica para el desarrollo del presente proyecto la normativa vigente del Convenio Internacional para la Seguridad de la vida en el mar (SOLAS) y el reglamento de la sociedad americana de clasificación American Bureau of Shipping (ABSAL); asimismo el presente proyecto beneficiará a la población del área turística en mención e impulsará el desarrollo de la industria naval en el Perú.

**Palabras clave:** Catamarán, seguridad, turismo, fotovoltaico, estabilidad.

## **ABSTRACT**

The tourism sector in our country is becoming increasingly attractive, so it is necessary to strengthen and innovate the current services that are intended for this activity, which motivated the development of this project called Sustainable Design of a tourist catamaran for the coast Peruvian south, which will have as a general objective to develop a sustainable design proposal for a catamaran-type tourist boat, having in turn as specific objectives: Design the basic forms of the hull, taking into account the stability for safety and comfort of the passengers and crew; Calculate the structural parameters of the design of the vessel and propose the incorporation of a photovoltaic system (solar panels) to the design of the vessel.

The current regulations of the International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) and the regulations of the American classification society American Bureau of Shipping (ABSAL) will be considered as scientific basis for the development of this project; also the present project will benefit the population of the tourist area in mention and will promote the development of the naval industry in Perú.

**Keywords:** Catamaran, security, tourism, photovoltaic, stability.

## I. INTRODUCCIÓN

El turismo tiene un papel importante en el desarrollo económico del Perú. Según cifras del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (Mincetur), al término del 2016 arribaron al Perú más de 3 millones de turistas extranjeros, en tanto el total de peruanos o residentes en el país que hace viajes dentro del territorio supera a aproximadamente los 7 millones de personas.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
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

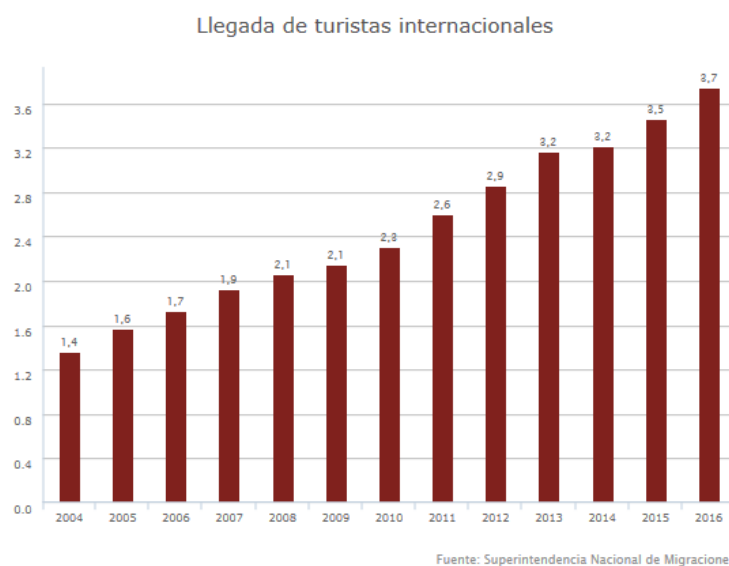


Figura 1 Flujo de turistas internacionales 2004-2016

Fuente: Datos de turismo del ministerio de turismo 2017

A esto se suma la reciente elección del Perú como el ‘Mejor Destino Verde’ de Sudamérica, en los World Travel Awards Latin America 2017, reconoce no solo la diversidad de nuestra oferta turística de naturaleza, sino también los esfuerzos que se realizan en temas de protección y conservación de los recursos naturales, sumado al desarrollo social y económico de las comunidades locales [2]. En suma, dicho premio destaca los avances del turismo sostenible en

el país y nos pone en la mira de millones de turistas de todo el mundo que apuestan por esa práctica, principalmente de los europeos que valoran cada vez más la sostenibilidad como un criterio para tomar decisiones de viaje.

“Si bien hay muchos segmentos de mercado, las principales motivaciones de los europeos que viajan a Perú y Ecuador se centran en el descubrimiento, la cultura, la naturaleza y la aventura, acentuando en la calidad, el confort y la sostenibilidad”, indica Rainforest Alliance en su informe.

Nuestro país, presenta una gran biodiversidad y riqueza cultural, que sigue siendo descubierta por el turista extranjero y/o nacional, aumentando significativamente cada año, y; enfocándose no solo en las principales ciudades sino también en las visitas a las reservas, parques, santuarios y refugios de vida silvestre. Sernanp, considera que éstas visitas en el Perú aumentarán en la próxima década a un promedio de 17 por ciento anual; lo que nos indica que centrarnos en las mejoras de los servicios turísticos en estas zonas, sería una inversión para las empresas privadas, así como un notable desarrollo en la calidad turística que el país puede brindar [3].

Las áreas protegidas más visitadas durante el 2016 han sido Las islas Ballestas (sector de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras), la Reserva Nacional de Paracas, el Parque Nacional Huascarán, el Santuario Histórico de Machu Picchu, el Parque Nacional Tingo María y la Reserva Nacional Tambopata [3]. En la tabla N°1 se puede observar la creciente demanda en los últimos dos años y el aumento que se ha ido dando por año; donde obtenemos una tasa de crecimiento por año aproximadamente del 14% anual con respecto al año anterior, lo que significa que nuestra demanda proyectada para los siguientes años aumentará significativamente. La presencia de visitantes nacionales en un 80% y extranjeros en un 20% significó unos US\$ 5 millones en divisas para Paracas, monto superior en un 30% a los registrado en el 2015. [4]

Tabla 1 Llegada de visitantes a las islas Ballestas 2015-2017 (mediados)

	2015			2016			2017		
	Nacion al	Extranjer o	Tota l	Nacion al	Extranjer o	Tota l	Nacion al	Extranjer o	Tota l
Enero	16 074	3 594	19 668	11 697	2 122	13 819	13 490	4 773	18 263
Febrero	16 716	1 980	18 696	9 687	2 025	11 712	11 540	3 576	15 116
Marzo	11 180	4 840	16 020	7 267	2 345	9 612	7 112	5 074	12 186
Abril	9 387	3 307	12 694	3 585	3 731	7 316	10 127	6 883	17 010
Mayo	3 082	3 018	6 100	4 008	3 975	7 983			
Junio	2 134	2 453	4 587	2 706	3 718	6 424			
Julio	3 649	3 698	7 347	8 006	6 667	14 673			
Agosto	6 259	4 300	10 559	8 986	8 122	17 108			
Septiembr e	1 849	3 228	5 077	3 152	4 861	8 013			
Octubre	1 798	1 826	3 624	6 016	4 831	10 847			
Noviembr e	1 733	1 586	3 319	7 051	5 133	12 184			
Diciembr e	1 889	1 771	3 660	4 364	3 766	8 130			
<b>Total</b>	<b>75 750</b>	<b>35 601</b>	<b>111 351</b>	<b>76 525</b>	<b>51 296</b>	<b>127 821</b>	<b>42 269</b>	<b>20 306</b>	<b>62 575</b>

FUENTE: Capitanía del Puerto de Pisco 2017 MINCETUR/VMT/DGIETA

La reserva Nacional de Paracas (RNP) es una de las dos Áreas Naturales Protegidas (ANPs) categorizada, que protege muestras representativas de nuestros ecosistemas marino-costeros y que por ahora se encuentra en pleno auge turístico [5]; sin embargo; podríamos decir que la Bahía de Paracas y la infraestructura que posee no está acorde con las exigencias turísticas del momento y, se carece de adecuadas instalaciones y servicios turísticos calificados para suplir ciertas necesidades.

La reserva Nacional de Paracas en su mayoría está cubierta por agua, y uno de los principales atractivos turísticos se realiza a bordo de embarcaciones que recorren la bahía, mostrando la gran biodiversidad en esta zona y la variedad cultural que aquí se presenta [6].

En el presente trabajo se muestra la realidad de la zona, los actuales servicios turísticos que se ofertan y el estado técnico en el que se encuentran estas embarcaciones, que en muchos casos

son naves adaptadas de un propósito diferente al servicio que ofrecen, dando a conocer claramente la ausencia de embarcaciones turísticas con grandes propiedades de navegación, seguridad y confort a bordo, como complemento de los destinos turísticos en el litoral sur de la costa del Perú; lo que nos motiva a desarrollar una propuesta de diseño sostenible para una embarcación turística de tipo catamarán, que permita mejorar la calidad de los servicios turísticos actuales en la Bahía de Paracas; teniendo en cuenta el diseño de las formas básicas del casco, la estabilidad, los parámetros estructurales y la elección del aparato motor.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

En la investigación optimización hidrodinámica de un casco de catamarán con un bulbo central, tomando en cuenta su resistencia y el rendimiento seakeeping, da a conocer que el uso de un bulbo central, colocado entre los semicascos de un catamarán mejora sus características de seakeeping y resistencia. La mayor parte de las pruebas realizadas por el autor (Zotti, 2003) y (Bertorello et al, 2004) consideró bulbos colocadas en posiciones fijas, para no extenderse fuera del perfil del casco. Cuando un bulbo sobresale por debajo del fondo del casco o adelanta la perpendicular de proa, la resistencia y el movimiento vertical se reducen efectivamente. A partir de una investigación científica sobre resistencia, 18 diferentes condiciones del bulbo han sido examinadas, se han elegido tres configuraciones entre las que dan los mejores resultados numéricos y se verificaron mediante pruebas experimentales. Las pruebas de resistencia y seakeeping en mar en olas regulares se realizó en un modelo a escala de 1:20 y la mejor configuración fue definida [7].

En el estudio paramétrico de un catamarán de vías navegables interiores con bajo nivel de latencia " menciona que la estela que producen los barcos durante su navegación puede causar daños ambientales. La estela es un problema importante para ingenieros navales y para los astilleros navales que se concentran en diseños amigables con el medio ambiente. Este documento presenta los resultados de un estudio paramétrico de la forma de un casco de un catamarán para obtener formas de casco que produzcan una menor estela o embarcaciones a baja velocidad que navegan en aguas internas. El estudio utiliza una simulación de dinámica de fluidos computacional (CFD) y se llevaron a cabo experimentos modelo para la validación de la configuración del software CDF. El estudio se concentra en la forma asimétrica del casco del catamarán. La investigación se lleva a cabo en dos configuraciones de forma de casco; Las configuraciones Flat Side Inward (FSI) y Flat Side Outward (FSO). La investigación se realiza en una forma de casco con una relación de longitud a haz ( $L / B$ ) de 12,20, 15,2 y 18,3 y una relación de separación a longitud ( $S / L$ ) de 0,2, 0,3 y 0,4. Los resultados basados en los criterios de altura de oleaje en varios cortes longitudinales han demostrado que las configuraciones de FSO tienen un lavado de estela más bajo en comparación con la configuración de FSI.

Considerando las relaciones  $L / B$  y  $S / L$ , la forma del casco con una separación más grande o una relación  $L / B$  más alta produce alturas de ola más bajas [8].

Las características hidrodinámicas de los buques de alta velocidad multicascos, incluido el efecto de aguas poco profundas, dice que el objetivo de este trabajo es investigar las características hidrodinámicas de barcos catamarán y trimarán de alta velocidad a diferentes velocidades y profundidades finitas utilizando las técnicas de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD). El método de Panel de origen de Rankine tridimensional con condición de límite de superficie libre no lineal se utiliza para capturar el flujo de potencial de superficie libre alrededor del casco del barco. Se determinan y comparan el patrón de onda, la resistencia a las olas, el hundimiento y el recorte para variar la separación lateral y longitudinal del casco con profundidades de agua variables para investigar el espaciado y los efectos de profundidad en el barco multicasco. Los resultados calculados muestran un aumento significativo en la resistencia total para agua de profundidad finita en comparación con aguas profundas. También se ha encontrado un aumento significativo en el hundimiento y recorte en el caso de aguas poco profundas para ambos buques [9].

En el estudio de la hidrodinámica de los cascos de un solo ángulo de planeo y sus configuraciones de catamarán dice que los cascos de planeo asimétricos se usan a menudo en catamaranes de alta velocidad. En este estudio, se aplica un método de flujo de potencial linealizado para modelar hidrodinámica estable de cascos asimétricos individuales y sus configuraciones de catamarán. Los resultados numéricos se validan con datos experimentales disponibles y correlaciones empíricas. Los resultados del cálculo paramétrico se presentan para el coeficiente de sustentación y el centro de presión para la geometría variable del casquillo, los espaciamientos y los regímenes de velocidad. Se encuentra que el coeficiente de sustentación aumenta con espaciamientos más pequeños en el casco y disminuye a mayores números de Froude y mayores ángulos de deadrise [10].

En el estudio experimental de la influencia de la separación de los cascos sobre la resistencia en un catamarán de 32.5 metros no da a conocer un factor para determinar la óptima separación entre cada casco y así disminuir la resistencia total al avance. Se ha tomado como ejemplo al

catamarán “Cormorant Evolution” de 32.5 metros de eslora; y, por medio del método de Yokoo y Tasaki, se va a determinar la interferencia por pruebas de arrastre en su modelo a escala con motor. Para este estudio se tomaron tres condiciones de separaciones entre los semicascos, considerando la velocidad de diseño y condiciones de carga; la disminución en la resistencia por interferencia cuando la separación es mayor en condiciones de carga ligera y pesada del modelo; en cambio para una velocidad de diseño, la resistencia total aumenta por producirse mayor interferencia entre los cascos.[11].

## **2.2. Fundamentos Teóricos**

### **2.2.1. Dimensionamiento**

El dimensionamiento es una de las primeras etapas dentro del desarrollo del proyecto [12], es esencial realizar un dimensionamiento de este. Este término se refiere a la obtención de las dimensiones y características principales del buque a partir de los requerimientos en alguna de ellas. Se considera que la eslora es la característica más importante, ya que a partir de ella se pueden obtener de manera más sencilla las otras dimensiones principales de la embarcación.

Para determinar la eslora se puede considerar tres diferentes formas:

- Evidentemente, cuando exista una restricción de la dimensión de la eslora o una especificación sobre la longitud del buque.
- A partir de relaciones de base experimental que ligan la eslora con la resistencia al avance. En general estas fórmulas relacionan la eslora con el número de Froude y el coeficiente de bloque. Estas fórmulas pretenden establecer un equilibrio entre la geometría del buque y la potencia propulsiva.
- Y, por último, desde las relaciones entre las dimensiones principales durante la base experimental. Una vez obtenidas éstas, la eslora se puede obtener a partir de los principales requerimientos establecidos en el proyecto.

### **2.2.2. Limitaciones Dimensionales**

Las dimensiones principales del buque están sometidas a determinadas limitaciones que pueden ser requerimientos del astillero [12]. Las limitaciones dimensionales pueden imponer una restricción en la eslora, manga, calado o puntal, o bien en varias dimensiones.

Una limitación en la eslora puede ser impuesta por las dimensiones de los muelles. También puede aparecer por la necesidad de girar el barco en un paso estrecho. En cualquier caso, se debe tener en cuenta si fuera necesario las consecuencias de estas limitaciones para el diseño, en el caso de que esta pueda llevar a una eslora menor que la que sería deseable si no existiera esta limitación.

En este caso, como nos presentamos ante un proyecto turístico, la estabilidad se considera punto importante de estudio, donde se deben evaluar los factores de acumulación de carga y zonas de tránsito fluido, además que limita el número de cubiertas que pueden disponerse, y por tanto determina las dimensiones del buque. El transporte de personas a bordo indica especial cuidado en el cumplimiento de las normas, considerando especialmente los equipos de salvamento exigidos por la normativa, el confort a bordo y la habitabilidad deben de tener igual prioridad por el tipo de embarcación del proyecto.

### **2.2.3. Catamarán**

Catamarán, se denomina a el buque de dos cascos, unidos entre sí por una estructura transversal. Aunque fue probablemente inventado en Ceilán, su uso se extendió a la mayoría de las islas de la Polinesia y de la Micronesia en donde todavía se sigue utilizando. Se consideró por mucho tiempo que este tipo de embarcación no tenía un buen comportamiento en relación a un monocasco, debido a que su resistencia a la marcha era mucho mayor a velocidades bajas. Además, aunque la estabilidad transversal de un catamarán es muy buena, el resto de sus movimientos no difieren excesivamente de los de una embarcación de un solo casco. Por si fuera poco, la robusta estructura de unión entre los cuerpos de un catamarán hace que la embarcación sea muy pesada. Además, su altura sobre la superficie del agua limita, debido a la posibilidad de impacto, la capacidad de la embarcación para navegar en mares agitados.

A pesar de estos inconvenientes el catamarán ha gozado, en los últimos años, de una gran popularidad extendiéndose su uso especialmente a la zona de buques rápidos de poco desplazamiento. Esto debido principalmente a la posibilidad que tiene de alcanzar altas velocidades y a que el área de cubierta por tonelada de desplazamiento es mucho mayor que la que tendría un buque monocasco de la misma eslora o del mismo desplazamiento.

Las ventajas del catamarán sobre el buque monocasco se basan en el simple principio de dividir el desplazamiento entre dos cuerpos que se colocan paralelos entre sí, separados transversalmente una cierta distancia y que se conectan por medio de una estructura unión. Con ello se consigue:

- Que la relación entre el desplazamiento y la eslora de cada uno de los cuerpos del catamarán sea menor que la que tendría la embarcación de un solo casco de la misma eslora o del mismo desplazamiento. Por lo tanto, se puede proyectar cada uno de sus cuerpos de manera que su resistencia a alta velocidad sea mínima, sin tener que preocuparse excesivamente de la pérdida de estabilidad que lleva consigo el que las formas sean excesivamente finas.
- Que el momento de inercia de la flotación sea grande, por lo que la estabilidad transversal de un catamarán es mucho mayor que la de un buque monocasco de la misma eslora o del mismo desplazamiento.
- Que el área útil de cubierta sea mayor que la de un monocasco de la misma eslora o del mismo desplazamiento.
- Un buen momento de giro al maniobrar con las hélices, ya que al estar situadas en la popa de cada uno de los cascos están bastante separadas transversalmente.

Además, debido a la buena estabilidad y a la gran área de cubierta de los catamaranes, se tiene mayor libertad que la que se tendría si se proyectara un buque monocasco, cuando se está encajando la disposición general” [13].

### **2.2.3.1. Características y ventajas de un catamarán**

Dentro de las embarcaciones turísticas los catamaranes de paseo ofrecen una gran estabilidad y grandes espacios confort a diferencias de las demás embarcaciones monocascos. Estas

características estructurales y de estabilidad los hacen ser muy apetecidos por los turistas en general [14].

El tamaño y forma del catamarán queda determinados de acuerdo con el perfil de misión de la nave, esto quiere decir a la zona de operación de la nave, y su tamaño en función de la demanda de servicio.

Las ventajas que presenta un catamarán en relación a un monocasco

- La relación velocidad/potencia de un catamarán es mucho mejor que la de los buques convencionales, lo que permite alcanzar altas velocidades con una potencia instalada menor. Además, el ahorro de combustible en relación con un monocasco equivalente es considerable.
- El catamarán, dadas sus características, consigue una buena compartimentación y reserva de flotabilidad, lo cual mejora la seguridad del buque. Una cuestión importante a la hora de transportar pasaje.
- El catamarán, por sus dimensiones y relación eslora/manga, ofrece una plataforma muy adecuada para instalar la zona de habilitación.
- El catamarán presenta una excelente maniobrabilidad, lo que facilita las labores de atraque y desatraque, reduciendo el tiempo de cada viaje y equipos extra como hélices de proa.
- Al tener unas formas más finas, la formación de olas es menor. Como se ha comentado anteriormente, las olas formadas son un factor a tener en cuenta al navegar.

#### **2.2.3.2. Factores que intervienen en el diseño de un catamarán**

Se tiene que tomar en cuenta factores que determinan el diseño de la nave propuesta [14], estos son:

- Flujo probable de pasajeros por día en operación normal.
- Tipo de servicio que ofrecerá a los pasajeros en los viajes.
- Número de cubiertas que dispondrá.
- Distancia que recorrerá el catamarán en sus viajes.
- Velocidad de servicio.

- Tipo de propulsores que utilizará la embarcación.
- Condiciones climatológicas típicas en la zona de operación.
- Condiciones de los muelles de embarque y desembarque.

### **2.2.3.3. Patines de catamarán**

Los requisitos para el dimensionamiento de los patines son [14]:

- Dar el empuje suficiente a la cubierta.
- Ofrecer una resistencia al avance suficientemente baja para poder alcanzar velocidad exigida.
- Tener un comportamiento hidrodinámico aceptable.
- Tener un volumen suficientemente para alojar los motores.

La primera decisión que se debe tomar en esta etapa inicial de diseño es si los cascos van a ser simétricos o no simétricos. A continuación, se justifica la elección de cascos simétricos:

- En algunos casos se ha conseguido con cascos asimétricos que el incremento de resistencia al avance debido a las interferencias entre cascos fuera menor que en el caso de cascos simétricos, pero aún no se conoce con certeza como debe ser el diseño para conseguir este efecto.
- La fabricación de cascos simétricos es mucho más fácil y barata, ya que de un único molde podemos sacar los dos patines, obteniendo un notable ahorro en los costes de fabricación de moldes.
- La mayoría de los autores recomiendan trabajar con cascos simétricos, ya que el estudio de los fenómenos de interferencia se encuentra mucho más avanzado. De hecho, en este proyecto el estudio hidrodinámico sólo hace cascos simétricos.
- Los cascos asimétricos presentan menores interferencias, pero por lo general requieren de amplias cubiertas. Esta situación hace que la manga de estos buques sea muy grande lo que minimiza el efecto de la interferencia entre los cascos, pero complica su operatividad en ciertos puertos.

#### 2.2.3.4. Fenómenos hidrodinámicos especiales en catamaranes – fenómeno de splash

Ocurre cuando la separación entre cascos es pequeña y la velocidad del buque alta. El flujo en el interior del túnel puede sufrir un bloqueo que produce un rápido ascenso del nivel de agua (fenómeno splash). El peligro de este fenómeno es que puede llegar a golpear la cubierta húmeda. Se calcula el número de Froude al que esto ocurrirá en catamarán de diseño [15].

$$f_{rb} = \sqrt{\frac{10}{\left(\left(\frac{S}{S - C_p \cdot b}\right)^2 - 1\right) \cdot \frac{L}{b}}}$$

Donde:

- L = Eslora
- b = manga del patín
- S = distancia entre las crujías de ambos cascos
- C<sub>p</sub>= Coeficiente prismático

#### 2.2.4. Estima del peso de la embarcación y el desplazamiento

La ley fundamental por la cual un cuerpo puede flotar es el principio de Arquímedes, que dice que todo cuerpo completo o parcialmente sumergido recibe un empuje vertical hacia arriba igual al peso del volumen que desplaza, esta fuerza pasa por el centro de carena, y depende de la densidad del líquido desplazado, entonces tenemos que [15]:

$$E = \nabla \rho g$$

Todo buque tiene un peso, y para que flote, el empuje debe ser igual al peso.

La estimación del peso del buque (o, mejor dicho, la masa del buque) y la posición del centro de gravedad de la nave es una parte fundamental del diseño preliminar.

El peso total del buque se puede dividir inicialmente en dos partes:

El peso del buque vacío (peso en rosca)

El peso muerto

$$W_{total} = W_{rosca} + W_{peso\ muerto}$$

El *peso muerto* es básicamente un requisito de diseño, mientras que el *Peso en rosca* es lo que debe ser estimada.

El peso en rosca representa el "sesgo" del peso del buque necesarios para llevar la carga útil requerida, tal como lo entrega astillero al final de la construcción, sin tripulación, ni carga consumible (víveres, combustible, agua, lastre, etc.

El alcance de la determinación de la masa de rosca es obtener una estimación del desplazamiento del buque una vez que nos han dado el peso muerto.

Se prevé que la estimación de la *masa en rosca* es una tarea que requiere, en general, de una experiencia considerable si se ha llevado a cabo con un alto grado de precisión.

Por supuesto, el alto grado de precisión se obtiene a través del proceso de diseño, siendo este el mejor.

Sin embargo, alcanzar un alto nivel de confianza para la estimación de la masa de rosca es necesaria una experiencia significativa y, por lo general, una buena base de datos de partida.

El peso en rosca se puede subdividir teniendo en cuenta las siguientes categorías:

$$W_{rosca} = W_{Estructuras} + W_{Equipamiento} + W_{Maquinaria}$$

Luego, el peso muerto en nuestro caso se subdivide de la siguiente forma:

$$W_{muerto} = W_{pasajeros} + W_{tripulacion} + W_{combustible} + W_{viveres} + W_{liquidos} + W_{margen}$$

## **2.2.5. Estabilidad de naves multicasco**

### **2.2.5.1. Criterios de estabilidad sin avería**

Toda nave multicasco tendrá una buena estabilidad, incluso en mar con oleaje fuerte, para poder resistir el efecto producido por la aglomeración de pasajeros o por las maniobras de giro a gran velocidad que se describen en 1.4. Se considerará que la estabilidad de la nave es suficiente si ésta cumple con lo dispuesto en el presente párrafo [15].

#### **2.2.5.1.1. Área bajo la curva GZ**

El área (A1) bajo la curva GZ hasta el ángulo  $\theta$  será como mínimo igual a:

$$A1 = 0,055 \times 30^\circ / \Theta \quad (\text{m. rad})$$

Donde:

$\Theta$  es el menor de los ángulos siguientes:

- ángulo de inundación descendente
- ángulo al que se da el GZ máximo
- $30^\circ$

#### **2.2.5.1.2. GZ máximo**

El valor máximo de GZ corresponderá a un ángulo de  $10^\circ$  como mínimo.

#### **2.2.4.1.3. Escora producida por el viento**

El brazo escorante producido por el viento se supondrá constante a todos los ángulos de inclinación y se calculará como se indica a continuación [15]:

$$HL_1 = \frac{P_v \cdot A \cdot Z}{9800 \Delta} \quad (m)$$

$$HL_2 = 1,5 HL_1 (m)$$

Donde:

$$P_i = 500 (V_w/26)^2 \quad (N/m^2)$$

Siendo:

$V_w$  = velocidad del viento correspondiente a las peores condiciones previstas

$A$  = área lateral proyectada de la porción de la nave que se encuentra por encima de la flotación mínima de servicio ( $m^2$ )

$Z$  = distancia vertical entre el centro de  $A$  y un punto situado en la mitad del calado mínimo de servicio (m)

$\Delta$  = desplazamiento (t).

#### **2.2.5.1.4. Escora producida por la aglomeración de pasajeros o un giro a gran velocidad**

La escora producida por la aglomeración de pasajeros en una banda de la nave o un giro a gran velocidad, tomándose de estos valores el mayor, se aplicará junto con el brazo escorante producido por el viento ( $HL_2$ ).

##### **2.2.5.1.4.1. Escora producida por la aglomeración de pasajeros**

El ángulo de escora producido por la aglomeración de pasajeros en una banda no excederá de  $10^\circ$ .

Se supondrá un peso mínimo de 75 kg por pasajero, si bien se permitirá aumentar este valor, a reserva de que lo apruebe “la administración”.

La altura del centro de gravedad de los pasajeros se supondrá igual a 1 metro por encima del nivel de cubierta estando los pasajeros de pie. Si es necesario, se tendrán en cuenta la brusca y el arrufo de la cubierta; y 0.3 metros por encima de los asientos estando los pasajeros sentados [15].

Además, el ángulo de escora debido a una maniobra de giro no excederá de 10° si se calcula utilizando la fórmula siguiente:

$$M_R = 0,2 \cdot \frac{V_0^2}{L_{wl}} \cdot \Delta \cdot \left(KG - \frac{d}{2}\right)$$

Donde:

$M_R$  = Momento escorante (kN.m)

$V_0$  = Velocidad de servicio (m/s)

$L_{wl}$  = Eslora en la flotación del buque (m)

$\Delta$  = Desplazamiento

$d$  = Calado medio (m)

$KG$  = Altura del centro de gravedad sobre la línea de base (m)

#### **2.2.5.1.4.2. Escora producida por un giro a gran velocidad**

Cuando se calcule la magnitud de la escora producida por los efectos de un giro a gran velocidad, el brazo se determinará utilizando bien la fórmula siguiente o un método equivalente elaborado especialmente para el tipo de nave de que se trate o en ensayos o datos obtenidos en pruebas con modelos [15].

$$TL = \frac{1}{g} \cdot \frac{V_0^2}{R} \cdot \left(KG - \frac{d}{2}\right) \quad (m)$$

Donde:

TL = brazo debido al giro (m)

Vo = velocidad de la nave en el giro (m/s)

R = radio de giro (m)

KG = altura del centro de gravedad por encima de la quilla (m)

d = calado medio (m)

g = aceleración debida a la gravedad

#### **2.2.5.1.5. Balance producido por las olas**

Se determinará matemáticamente el efecto sobre la seguridad de la nave del balance en mar encrespada. Al realizar los cálculos, el área residual bajo la curva GZ (A2), es decir, más allá del ángulo de escora ( $\Theta_h$ ), será como mínimo de 0,028 m.rad hasta el ángulo de balance  $\Theta_r$ . A falta de pruebas con modelos u otros datos, se tomará  $\Theta_r$  como  $15^\circ$ , o un ángulo ( $\Theta_d - \Theta_h$ ), si éste es menor [15].

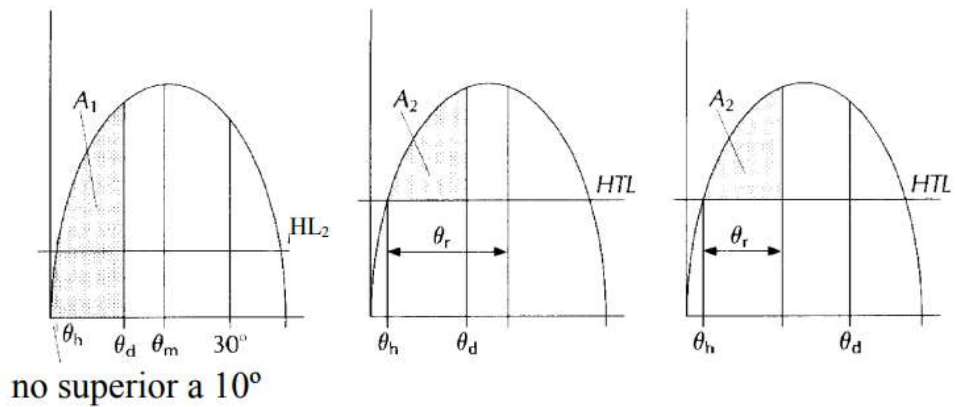


Figura 2 Llegada de visitantes a las islas Ballestas 2015-2017

Fuente: Código internacional de seguridad para naves de alta velocidad 2008

$HL_2$  = Brazo escorante producido por el viento + ráfagas

$HTL$  = Brazo escorante producido por el viento + ráfagas + (aglomeración de pasajeros o giro)

$HL_3$  = Brazo escorante producido por el viento

$HL_4$  = Brazo escorante producido por el viento + aglomeración de pasajeros

$\Theta_m$  = Angulo al que se da el GZ máximo

$\Theta_d$  = Angulo de inundación descendente

$\Theta_r$  = Angulo de balance

$\Theta_e$  = Angulo de equilibrio, ignorando los efectos del viento, la aglomeración de pasajeros o el giro

$\Theta_h$  = Angulo de escora debido a los brazos escorantes  $HL_2$ ,  $HTL$ ,  $HL_3$  o  $HL_4$

$A_1 >$  Área prescrita en 1.1

$A_2 > 0,028 \text{ m.rad}$

### **2.2.6. Sociedad De Clasificación**

El origen de las sociedades de clasificación en el sector naval se basa en la necesidad de los armadores y las compañías aseguradoras marítimas de un ente independiente, con la capacidad técnica necesaria para determinar si el diseño y la construcción del buque son normativamente seguros. [16].

En el sector naval, el certificado de clasificación es el documento que acredita que un buque y sus componentes han sido diseñados y construidos de acuerdo con las reglas y el criterio establecido por la sociedad de Clasificación y, por tanto, también cumplirá con las reglas definidas por la organización Marítima Internacional (OMI) si dicha sociedad de clasificación es miembro de OMI.

Cada buque debe pasar por inspecciones anuales, y un riguroso control que se da cada años, con el fin de cumplir con los impuesto por la norma y mantener los requisitos que le indica la Sociedad de Clasificación.

El proceso de homologación de las Sociedades de Clasificación hace referencia a todos aquellos elementos y equipos instalados a bordo, para los cuales los reglamentos nacionales o internacionales señalan la verificación por parte de la autoridad homologadora. Por lo tanto, los componentes eléctricos, en concreto los dispositivos de protección y maniobra, deben incluir los certificados de homologación que acrediten el cumplimiento de todos los parámetros ambientales y eléctricos de importancia. La expedición de la certificación es la parte final del proceso de verificación que, como norma, incluye el análisis de la especificación del producto o de la norma de referencia, la verificación del cumplimiento con el diseño original acreditado mediante los informes de las pruebas realizadas por un laboratorio acreditado, la definición de los controles necesarios durante el proceso de fabricación y la inspección final. Si se sigue este procedimiento, en el que la Sociedad de Clasificación acredita que se han superados todos los requisitos bajo cualquier condición, se expide un certificado de homologación del producto que certifica su idoneidad para el uso en aplicaciones marinas.

Los inicios de las Sociedades de Clasificación nacen en la segunda mitad del siglo XVIII cuando, en 1764, cuando se fundó en Londres Lloyd's Register. En 1828, se fundó Bureau Veritas y en 186, en la ciudad de Génova se fundó el Registro Italiano Navale, RINA.

El certificado de Clasificación en el sector naval se convirtió en un documento importante en varios países, puesto que confirma que el diseño y construcción están hechos bajo las normas y criterios técnicos adecuados, que aseguran que el buque puede llevar a cabo la actividad por la cual ha sido concebido.

### **2.2.6.1. Registro De Clasificación**

#### **2.2.6.1.1. Resistencia estructural en multicascos**

Resistencia longitudinal de la viga-casco: Considerar en catamaranes o embarcaciones de doble casco, las siguientes modificaciones en la Parte 3, capítulo 2, sección 1/1 del presente registro [17], las cuales son:

- a. B (manga total) debe tomarse como la suma de la manga en la línea de flotación para cada casco.
- b. cuando se requiere que el yate cumpla con los requisitos de estabilidad de daños, la condición de supervivencia se debe considerar con un momento de flexión inducido por una ola en el cual B debe tomarse como la manga total.
- c. los elementos enumerados en la Parte 3, capítulo 2, sección 1/1.7 pueden incluirse en el cálculo de la resistencia longitudinal para la sección transversal total de los cascos, con la adición de la estructura del puente transversal. Se debe considerar la longitud sobre la cual la estructura de la cubierta de unión se vuelve completamente efectiva.

#### **2.2.6.1.2. Módulo de Sección**

El módulo de sección de la viga del casco requerido en la sección media debe ser no menor que el dado por la siguiente formula [17]:

$$SM = C_1 C_2 L^2 B (C_b + 0.7) K_3 C Q$$

Donde:

$$C_1: 0.044L + 3.75$$

$$C_2: 0,01$$

*L*: eslora de cálculo en metros, definida en 3.1.1.

*B*: manga, en metros, definida en la sección 3.1.1.

*V*: velocidad máxima en aguas tranquilas, en nudos.

*C<sub>B</sub>*: coeficiente de bloque, no menor a 0.45.

$$K_3: \left( 0.70 + 0.30 \left[ \frac{V\sqrt{L}}{2.36} \right] \right), \text{ éste valor no debe ser menor de 1 ni mayor de 1.30.}$$

*C*: 0.90 para yates de aluminio.

Esfuerzo Transversal en catamarán

Las cargas transversales del casco son determinadas en las siguientes ecuaciones:

$$M_{tb} = K_1 \Delta B_{cl} (1 + n_{cg})$$

$$M_u = K_2 \Delta L (1 + n_{cg})$$

$$Q_1 = K_1 \Delta (1 + n_{cg})$$

Donde:

$M_{tb}$  = Momento máx. de la estructura transversal que une los cascos.

$M_u$  = Momento torsor que actúa sobre la estructura transversal de unión.

$Q_t$  = Fuerzas verticales.

Espesores Mínimos

El espesor mínimo requerido para planchas, puentes y mamparos no debe ser menor a lo obtenido en las siguientes ecuaciones:

a. Plancha del fondo

$$t_{al} = 0.70\sqrt{L \cdot q_a} + 1.0 \text{ mm}$$

Donde:

$t_{al}$  = espesor requerido para yates de aluminio

$L$  = Longitud del yate

$q_a = 115/\sigma_{ya'} (12/\sigma_{ya'} \quad 1700/\sigma_{ya'})$  para aluminio

$\sigma_{ya} =$

b. Plancha lateral

$$t_{al} = 0.62\sqrt{L \cdot q_a} + 1.0 \text{ mm}$$

c. Plancha del puente

$$t_{al} = 0.62\sqrt{L \cdot q_a} + 1.0 \text{ mm}$$

d. Plancha del puente

$$t_{al} = 0.52\sqrt{L \cdot q_a} + 1.0 \text{ mm}$$

e. Los espesores mínimos en general de cada uno de los elementos de la estructura del buque en aluminio, no deben ser menores a las siguientes condiciones:

6,00 mm para las planchas del fondo

5,00 mm para los laterales del casco

5,00 mm para las cubiertas exteriores

4,00 mm para cubiertas internas y planchas de los interiores

4,00 mm para casetas y superestructuras

4,00 mm para todas las otras locaciones

### **2.2.7. Resistencia al Avance y propulsión**

En general, en la zona de bajos valores del número de Froude (baja velocidad) la resistencia al avance de un catamarán es mayor que la de una embarcación de un solo casco de la misma eslora o del mismo desplazamiento debido a que para esas velocidades predomina la resistencia de fricción. Para velocidades mayores en las que la resistencia por formación de olas juega el papel principal es difícil decir de antemano lo que puede ocurrir. En el mejor de los casos el incremento en superficie mojada de los cuerpos dobles sobre los sencillos ronda el cuarenta por ciento. Cuando se trata de catamaranes navegando a velocidades en las que se produce planeo, la diferencia en superficie mojada con la de un monocasco de la misma eslora o del mismo desplazamiento es mínima debido a que en esa situación solamente es el fondo de la embarcación el que está en contacto con el agua [12].

Sin embargo, la característica fundamental de la resistencia al avance de los buques con más de un casco y la que, sin duda, representa la mayor complejidad es la que aparece como consecuencia de la interferencia entre los flujos que rodean a cada uno de los cuerpos. La interferencia es de dos clases la que se debe a la de los sistemas de olas que generan cada uno de los cuerpos y la que aparece como consecuencia del cambio en el flujo alrededor de un casco debido a la presencia del otro. Este último fenómeno existiría incluso aunque no hubiera superficie libre.

En cualquier caso, se recalca que la resistencia de un monocasco es función únicamente de su geometría, de un catamarán depende de la separación entre sus cascos. De aquí nace el que no existan series sistemáticas, pues de nada sirve tener resultados de unas formas si la separación los cambia completamente. En general, la resistencia es mayor cuando la distancia entre los cascos es menor y va disminuyendo a medida que la distancia transversal entre ellos se va haciendo mayor, llegándose a un punto en que, aunque se aumente la separación, la resistencia ya no disminuye.

Es también importante decir que el aumento de la separación entre los cascos de un catamarán lleva aparejada un gran incremento en el peso, ya que la estructura de unión debe hacerse más resistente cuanto más distancia haya entre los cascos

El cálculo de la influencia de la separación en el valor de la resistencia se hace por medio de un factor de interferencia que no es más que la diferencia entre la resistencia al avance del catamarán y el doble de la que tendría uno de sus cascos navegando aislado. Conociendo ese valor el cálculo de la resistencia de un catamarán sería muy sencillo. La dificultad estaría en que los factores de interferencia obtenidos para una serie de catamaranes no sirven para otra si la separación es diferente, aunque las formas de los cascos individuales sean parecidas. Por tanto, una serie sistemática de catamaranes no sirve más que para el casco particular para el que se hizo y para las separaciones para la que se ensayó y no tiene mayor utilidad.

Por eso el mejor procedimiento, al menos por el momento, de conocer el comportamiento de un catamarán es haciendo ensayo con modelos. De esta manera se puede determinar la separación óptima para unas ciertas formas, así como estudiar un montón de alternativas. El mayor inconveniente de este procedimiento es que el coste es muy elevado y, en muchas ocasiones, quizás no merezca la pena hacerlo, especialmente cuando se están analizando diferentes alternativas en la fase inicial del proyecto.”

#### **2.2.8. Sistema Fotovoltaico**

La energía solar transforma directamente la luz que recibimos del sol en electricidad, por medio de celdas compuestas por silicio que al reaccionar con ella se genera el efecto

fotovoltaico, de esta manera se logra energía de manera limpia, que no genera ruidos y renovables.

El principal elemento de un sistema para convertir la energía solar en energía eléctrica es la célula fotovoltaica. Todas las células solares funcionan por el mismo principio: un fotón incide en la superficie superior de la célula, impacta con los electrones ubicados en la última capa atómica del silicio.

Las células solares cuya eficiencia ronda entre el 18% y 22%, son las de tipo monocristalino, donde cada célula se corta con un fino espesor a partir de una barra de silicio que ha recibido un tratamiento específico, estas células se identifican porque presentan un color negro uniforme en el panel. Existen también las células de tipo policristalino, que combinan diferentes cortes pequeños de silicio. El tipo policristalino es algo menos eficiente que el monocristalino en condiciones ideales de radiación, pero es algo mejor cuando el sol alcanza ángulos más bajos de incidencia sobre el panel. Es en la práctica el tipo más usado debido a que sus costos son más bajos, aunque no tolera la incidencia de sombras.

En la instalación de paneles solares se tiene en cuenta la orientación de éstos; en tierra, los paneles solares podrían orientarse siguiendo la posición del sol para conseguir el máximo rendimiento a todas horas del día. Navegando, debido al movimiento aleatorio del barco y a su rumbo variable, la mejor opción consiste en orientar horizontalmente el panel. Como es extraño que en la embarcación instale un sistema de seguimiento del sol, debido a los altos costos que implica, lo recomendable es colocarlos en plano horizontal con una inclinación de  $0^\circ$ .

Algunos paneles son demasiado sensibles a la presencia de sombras como los monocristalinos y amorfos, incluso una estrecha sombra de un stay o un obenque puede reducir voltaje de salida. La solución siempre reside en ubicar las placas solares en los lugares donde tenemos garantizada una insolación sin sombras, especialmente en las horas centrales del día; de igual forma asegurarnos la ventilación de ellos debido a que la temperatura de operación óptima es de  $25^\circ\text{C}$ .

### 2.2.9. Compartimentación

Un buque con casco metálico no puede resistir a cualquier avería sin subdivisión del espacio interior hecha con mamparos estancos al agua [16]. La compartimentación, por lo tanto:

- Limita el volumen inundable después de una avería y sus efectos en flotabilidad, estabilidad y asiento.
- Limita la difusión del incendio y permite inundar los espacios inválidos de las llamas.
- Protege órganos vitales del buque (ejemplo: máquinas)

Los reglamentos internacionales de compartimentación nacen con el primer convenio SOLAS seguido del hundimiento del Titanic en 1912, pero el progreso hasta 1929 es lento. En 1929 se formula el método basado en el criterio de servicio por los buques de pasaje. En 1984 se comienza a hablar de estabilidad, que es mejorada en 1960, 1974 y especialmente en 1990. En 1974 nace la primera compartimentación con método probabilístico como alternativa para buques de pasaje y en 1990 para buques de carga (seca). Desde 1990 el progreso es continuo y en 2007 el nuevo método probabilístico armonizado se termina.

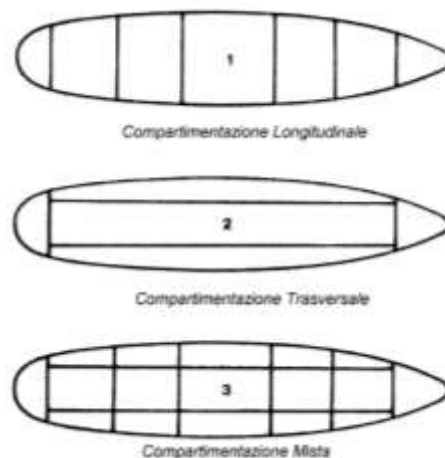


Figura 3 Tipos de compartimentación

Fuente: SOLAS 2009

### **Mamparos de pique de proa y espacios de máquina, túneles de ejes, etc. en los buques de pasaje.**

Se coloca un mamparo de pique de proa o de colisión que será estanco hasta la cubierta de cierre. Este mamparo estará situado a una distancia de la perpendicular de proa no inferior al 5% de la eslora del buque ni superior a 3 m más el 5% de la eslora del buque.

Cuando cualquier parte del buque que quede debajo de la flotación se prolongue por delante de la perpendicular de proa, como por ejemplo ocurre con una proa de bulbo, las distancias estipuladas se medirán desde un punto situado:

- A mitad de dicha prolongación.
- A una distancia igual al 1,5 por ciento de la parte de la eslora del buque que quede por delante de la perpendicular de proa.
- A una distancia de 3 metros por delante de la perpendicular de proa.

Existen también reglas particulares aplicables cuando el buque posee una superestructura larga a proa, una rampa de proa, etc.

Habrán asimismo instalados un mamparo en el pique de popa y mamparos que separen el espacio de máquinas, estancos hasta la cubierta de cierre. El mamparo del pique de proa podrá, sin embargo, formar bayoneta por debajo de la cubierta de cierre, a condición de que con ello no disminuya el grado de seguridad del buque en lo que respecta a compartimentado,

Se instaló un mamparo de colisión que será estanco hasta la cubierta de francobordo. Este mamparo estará situado a una distancia de la perpendicular de proa no inferior al 5 % de la eslora del buque o a 10 metros si esta segunda magnitud es menor y, salvo cuando la Administración permita otra cosa, dicha distancia no será superior al 8% de la eslora del buque.

Se instaló mamparos estancos hasta la cubierta de francobordo que separen a proa y a popa el espacio de máquinas de los espacios de carga y de pasajeros.

Se proveyó un doble fondo (en caso de varada) que, en la medida compatible con los requerimientos del proyecto y la óptima utilización del buque, vaya del mamparo del pique de proa al mamparo del pique de popa.

En los casos en que se exija la instalación de un doble fondo, la altura de éste será la que la Administración juzgue satisfactoriamente y el techo de este, se prolongará hasta los costados del buque de manera que proteja los fondos hasta la curvatura del pantoque.

La profundidad establecida para los pozos que formen parte de los medios de drenaje de las bodegas, será la medida necesaria para realizar su labor.

#### **. Material de Construcción - Aluminio Naval**

Las aleaciones de aluminio se usan mucho en superestructuras de buques mercantes y buques de guerra, en arreglo de interiores, equipo y maquinaria. Su uso es debido a que es liviano puesto que su peso específico es una tercera parte del acero, un casco y superestructura de aluminio suelen pesar menos que la mitad que una construcción de acero con una resistencia equivalente. El reducido peso se traduce en niveles más altos de capacidad, velocidad, eficiencia energética y autonomía e inherentemente confiere una maniobrabilidad superior. La ventaja es incluso mayor en barcos de menos de 30 metros (en los que el peso del casco es más crítico) como consecuencia del espesor mínimo de las láminas [19].

#### **Fuerza**

Un casco de aluminio aguantará cargas límite considerablemente más altas que un casco comparable hecho de plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP) y, puesto que el aluminio es menos frágil, el riesgo de que el casco se agujeree es menor. Además, los agujeros pequeños no se amplían con la presión externa como en el caso del GRP. El aluminio tiene una mayor eficiencia estructural (relación rigidez-densidad) que el acero y, con magnesio como principal elemento de aleación, la resistencia a la fatiga figura entre las más altas de todas las aleaciones de aluminio.

## **Resistencia**

Una de sus mejores propiedades que tiene el aluminio es la resistencia a la corrosión porque este es un metal sumamente reactivo, que podría esperarse que se corroa rápidamente en agua del mar o en otro medio corrosivo. Sin embargo, el producto de la corrosión es una película de óxido protector inerte, con gran fuerza de adhesión e invisible. Esta película se forma instantáneamente sobre la superficie de aluminio y de sus aleaciones y se vuelve a formar inmediatamente allí donde sufre daño. La película de óxido protege el aluminio en muchos ambientes, entre ellos el agua del mar, con tal de que las condiciones sigan siendo oxidantes.

El tipo más común de corrosión que se encuentra en las aleaciones de aluminio marino es la picadura. Este tipo de ataque requiere en muchos casos nula atención, ya que la picadura es muy suave y lo picado puede no continuar, dejando la superficie un poco áspera.

## **Maleabilidad**

Por supuesto, el aluminio es muy fácil de manejar y muy versátil -fácil de cortar, doblar, laminar en frío y de maquinar con herramientas estándar.

Las aleaciones se pueden soldar rápidamente utilizando procesos de soldadura GMA-W o GTA-W.

El aluminio es más resistente a la distorsión durante la soldadura que el acero; además, las uniones soldadas propiamente dichas son muy dúctiles para la subsiguiente deformación en frío. En resumen, estos factores brindan enormes ahorros de costes al constructor.

## **Corrosión**

La excelente resistencia a la corrosión es una de sus características más importantes. Las soldaduras de estos productos suelen ser tan resistentes a la corrosión como la aleación padre. En ciertas condiciones, tales como la exposición a altas temperaturas, es posible que las aleaciones con un porcentaje igual o superior al 3% de magnesio sean susceptibles a corrosión intergranular y corrosión por exfoliación, aunque las incidencias son poco frecuentes y completamente evitables.

## **Reciclabilidad**

El reciclado del aluminio es un proceso complejo, en el que intervienen diversos factores. Tanto sus canales de recuperación como sus aplicaciones y mercados presentan múltiples posibilidades. El papel del recuperador se convierte en fundamental, ya que se encuentra en el centro del “ciclo” y colabora en forma decisiva para darle el mejor uso posible a un material que puede ser reciclado prácticamente en un 100%.

### **2.3. Definición de Términos**

#### **Diseño Sostenible**

Es un término amplio que contempla las implicaciones sociales y económicas de los materiales utilizados, el diseño y los procesos de producción. Poniendo un ejemplo un producto no es “sostenible” solo por ser de papel reciclado 100% sino porque en su proceso de producción se redujo emisión de gases y desechos, se planeó un ciclo de vida para el producto o pieza publicitaria, y además se mejoraron condiciones de trabajo y de vida para los trabajadores.

#### **Turismo**

Es el movimiento realizado por personas de un sitio a otro, donde no poseen un lugar fijo de residencia, es decir se encuentran fuera de su lugar de domicilio, y no están motivados por actividades lucrativas sino más bien por actividades recreativas.

#### **Buque, nave o embarcación de pasaje**

Un buque utilizado para el transporte de pasajeros; integrado por el casco y superestructura, que cuenta con gobierno y propulsión propia. Se incluyen sus partes integrantes y accesorios, tales como aparejos, máquinas e instrumentos, que sin formar parte de la estructura misma se emplean en su servicio tanto en el río como en el puerto.

## **Solas 74/78**

Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar de 1974 y su protocolo de 1978.

En [8] nos dice que la finalidad del código Solas es recomendar criterios de estabilidad y otras medidas que garanticen la seguridad operacional de todos los buques a fin de reducir al mínimo los riesgos para los mismos, el personal de a bordo y el medio ambiente.

### **Eslora**

Eslora de cálculo (L)

L es la distancia en metros en la línea de carga máxima en verano, desde la línea de crujía hasta el eje del timón. L no debe ser menor al 96% ni mayor al 97% de la eslora en la línea de verano máxima.

### **Manga**

B es la mayor distancia transversal, perpendicular al plano de crujía, dada en metros.

### **Puntal**

D es la distancia tomada a la mitad de la longitud L, desde la línea de quilla hasta la parte superior de la cubierta en el costado del yate.

### **Calado**

Es la distancia medida a la mitad de la longitud L, desde la quilla hasta la línea de flotación de verano.

### III. ANÁLISIS Y DISEÑO

#### 3.1. Análisis

##### 3.1.1. Descripción del Sector

###### 3.1.1.1. Entorno de la región

El sector para el cual se está proponiendo el diseño es Paracas, provincia de Pisco, departamento de Ica, a 260 kilómetros al sur de Lima, en Perú. Paracas es una pequeña ciudad y distrito muy cercano al mar, el atractivo de este balneario es su clima y playa. El nombre de Paracas significa “lluvia de arena”, pues en este lugar los vientos son portadores de arena, estos vientos pueden alcanzar una velocidad de 32 kilómetros por hora. Paracas abarca una superficie de 335,000 hectáreas, de las cuales 117,406 son de tierra firme y 217,594 de aguas marinas. El clima es típico del desierto con temperaturas superiores a los 30°C, y en invierno, la temperatura desciende hasta 10°C en las noches. Paracas ha sido declarada reserva regional para aves migratorias.

###### 3.1.1.2. Mapa de la zona de proyecto

La zona de recorrido se muestra en un mapa de la Bahía de Paracas, donde se pueden ver el puerto de salida y los principales atractivos alrededor de ésta.



Figura 4 Recorrido de tours Islas Ballestas

Fuente: Mystery tours 2017

### **3.1.1.3. Accesos a la región**

El acceso a Paracas es por carretera, atravesando Pisco por el norte, actualmente existe una ruta de flujo constante que atraviesa esta reserva, también se encuentra cerca el Puerto de San Martín.

### **3.1.1.4. Servicios que presenta la región**

Actualmente tenemos una variedad de servicios turísticos en el país, dentro de éstos también encontramos los que ofrecen tours guiados a bordo de embarcaciones; sean lanchas deportivas, veleros, catamaranes, o pequeñas embarcaciones adaptadas para el transporte de pasajeros.

Con respecto a las Islas Ballestas y la Reserva nacional de Paracas, se puede identificar dos tipos de embarcaciones que han logrado captar al público y a las empresas de turismo.

En una primera opción tenemos, La Hacienda III [6], una lancha deportiva adaptada para el transporte de 30 personas cómodamente sentadas, esta embarcación cuenta con techo rígido GRP soportado por marcos de acero inoxidable, las ventanas tienen marco de aluminio anodizado en los tres lados, asientos integrados GRP; posee además inodoro náutico – eléctrico y fregadero FRP con grifo de agua, su sistema de dirección es hidráulico, e indica que es conducida por un marinero profesional. El tour que se realiza a bordo de esta embarcación dura 1:45 horas, el costo es de 40 dólares, incluye chaleco salvavidas, guía bilingüe, una botella de agua, asistencia permanente y traslados in/out.



Figura 5 Embarcación la hacienda III

Fuente: Tour Islas Ballestas Servicio Vip 2017

Una segunda alternativa como servicio turístico ofrecido en las islas Ballestas y Bahía de Paracas, es aquel a bordo de Mikeira tal como refiere Giacometti<sup>1</sup> promotora de turismo acuático; la oferta turística de esta nave varía según el tiempo que dura el recorrido, el tipo de servicio, y la zona que se va a visitar. Como primera opción, tenemos el tour que se realiza por las Islas Ballestas, dura aproximadamente 04 horas, el costo es de 100 nuevos soles por persona, se realizan sólo sábados y domingos, dentro del recorrido está incluido una bebida y un guía bilingüe. Una segunda opción a bordo del Mikeira es “Sunset por el candelabro”, tiene una duración de 03 horas, el costo es de 75.00 nuevos soles por persona, se realiza de martes a domingos, incluye una bebida y un guía bilingüe. Ambos tours se realizan con 20 pasajeros como mínimo. Y la última y tercera opción se llama “Paracas bay cruise adventure”, tiene una duración de 02 horas, el costo es de 60.00 nuevos soles por persona, se realiza de miércoles a viernes, está incluida la bebida y un guía bilingüe. Este tour se realiza con 25 personas como mínimo.

Esta embarcación, de tipo catamarán tiene 16 metros de eslora y 7 metros de manga con una autonomía de 28 horas, cuenta con dos motores marinos marca Hyundai de 120 HP, equipos de navegación y seguridad completos, además de radar, equipos de navegación GPS, ecosonda y radio banda marina. Posee dos cubiertas y amplios salones, para 90 personas. En la primera cubierta, la embarcación cuenta con cómodos y confortables asientos, un amplio salón, bar de bebidas heladas y meriendas; en la segunda cubierta encontramos un ambiente amplio y protegido; tiene además asientos en zona de proa.

<sup>1</sup> (S. Giacometti [comunicación personal]. 2 de agosto del 2017)



Figura 6 Embarcación Mikeira

Fuente: Comunicación por correo electrónico <sup>1</sup>

### **3.1.2. Requerimientos de diseño**

Una embarcación turística para realizar recorridos por la bahía de Paracas sea como tours costeros o para eventos privados. Deberá ser de tipo catamarán, para transportar entre 50 y 80 personas, y adaptarse para las dos opciones de servicio mencionadas en líneas más arriba; así mismo estar acondicionada para el confort a bordo de los pasajeros, y disponer de todos los equipos para cualquier eventualidad mientras se está navegando, adaptado además para discapacitados (Según el Real Decreto 1544/2007 por el que se regulan las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los modos de transporte para personas con discapacidad). La embarcación tendrá dos cubiertas, ambas con servicios higiénicos y bar independiente, la cabina de mando se ubicará en la segunda cubierta; la embarcación contará además con un área para cargar celulares por medio de paneles solares, a la cual denominaremos “ecophone”; se habilitará también un tópicó en caso se presente una urgencia mientras se está navegando.

#### **3.1.2.1. Número de pasajeros**

La propuesta de diseño que presentaremos es una embarcación diseñada para alojar a 72 personas cómodamente, 60 pasajeros y 12 de tripulación; con una autonomía de 24 horas, preparada para en caso de emergencia tener la capacidad de albergar y transportar 120 personas.

Una primera data nos arrojará el número máximo de pasajeros con fines turísticos que podrá llevar nuestra embarcación, éste ha sido determinado, proyectando la demanda estimada de turistas que visitarán la zona elegida en los próximos años, en este caso la Bahía de Paracas, tours por las islas Ballestas o a la reserva nacional de Paracas.

Tabla 2 Cuadro de turistas que llegan a Paracas del 2014 al 2016 (Figuras, y una proyección al 2021)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Enero	19 668	13 819	18 263	20964	24065	27625	31711	36401
Febrero	18 696	11 712	15 116	17352	19918	22864	26246	30128
Marzo	16 020	9 612	12 186	13988	16057	18433	21159	24289
Abril	12 694	7 316	17 010	19526	22414	25729	29535	33904
Mayo	6 100	7 983	9164	10519	12075	13861	15911	18265
Junio	4 587	6 424	7374	8465	9717	11154	12804	14698
Julio	7 347	14 673	16843	19335	22194	25477	29246	33571
Agosto	10 559	17 108	19638	22543	25878	29705	34099	39142
Septiembre	5 077	8 013	9198	10559	12120	13913	15971	18333
Octubre	3 624	10 847	12451	14293	16407	18834	21620	24818
Noviembre	3 319	12 184	13986	16055	18430	21155	24285	27877
Diciembre	3 660	8 130	9333	10713	12297	14116	16204	18601
<b>Total</b>	<b>111 351</b>	<b>127 821</b>	<b>146727</b>	<b>168430</b>	<b>193342</b>	<b>221939</b>	<b>254767</b>	<b>292449</b>

Esta tabla presenta que el número de turistas tiende a incrementar.

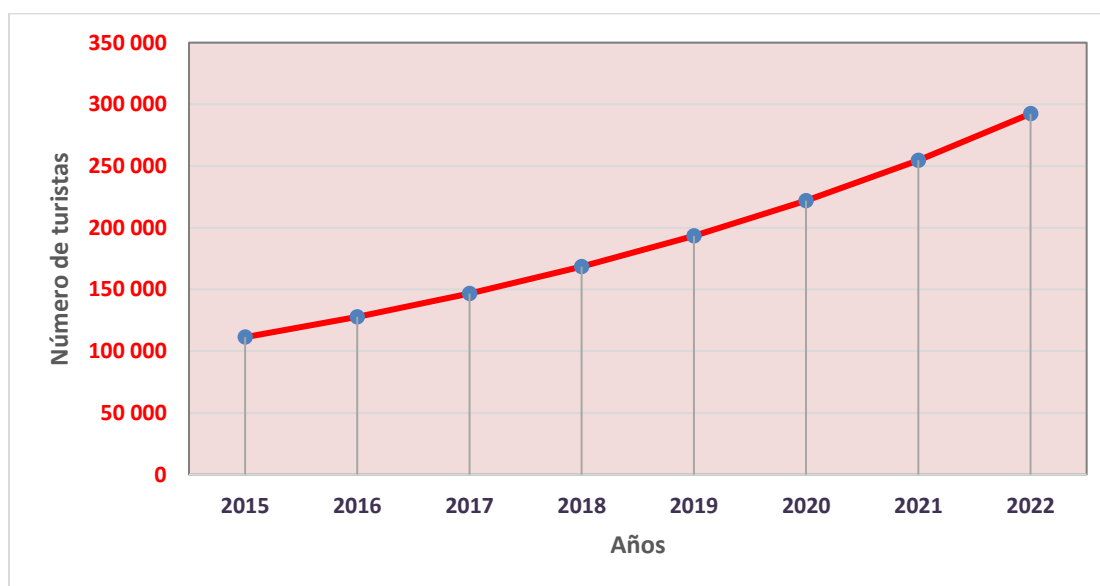


Figura 7 Proyección estimada de turistas que visitan las Islas Ballestas en el mes de Junio (menor demanda) Periodo 2015 – 2022

Se consideró un segundo valor de 120 personas tal como se describió al inicio, pues se ha visto necesario que en caso de una emergencia in situ, nacional o en caso se requiera; nuestra embarcación proyectada pueda transportar una carga máxima de pasaje, y pueda servir como embarcación de transporte de pasajeros o de carga, en cualquiera de los casos si fuera necesario.

### **3.1.2.2. Áreas y espacios considerados**

La embarcación turística que se está proponiendo deberá alcanzar los estándares de un servicio de clase A que logre satisfacer las necesidades básicas y de confort de un turista exigente para los diferentes servicios que ofrecerá. Se ha considerado por lo tanto las siguientes áreas comunes:

#### **Primera Cubierta**

En la cubierta principal o primera cubierta se dispondrá de un amplio salón acristalado con cómodos sillones abatibles agrupados de a dos en los extremos y girados ligeramente hacia el exterior; hacia la parte de popa estarán ubicados los S.S.H.H., y en el área central en tipo isla se ubicará en la barra del bar, detrás de éste algunos espacios libres como almacén y cocina. En esta cubierta estará además el tóxico y una oficina administrativa que podría ser acondicionada dependiendo el servicio.

Considerando los dos servicios que brindará nuestra embarcación, se ha considerado que el salón de la cubierta principal puede acondicionarse para eventos particulares. En este caso el mobiliario se acomodará a los requerimientos del cliente y se dispondrá a colocar mesas grupales de acuerdo con el tipo de evento solicitado.

#### **Puente de Gobierno**

El puente de gobierno se sitúa a proa de la segunda cubierta, estará acristalado de tal manera que la visión sea la mayor posible; en su interior estarán todos los dispositivos necesarios para el gobierno del buque y control de su sistema de propulsión. Tendrá además un camarote con baño único para el capitán.

## **Segunda Cubierta**

Estarán ubicados un salón principal, solárium, una barra, S.S.H.H. y el puente de mando.

### **3.1.2.2.1. Eslora**

Para el cálculo de la eslora se tendrán en cuenta parámetros parecidos a los de la manga:

- Los cascos deben ser capaces de dar el empuje suficiente a la cubierta.
- Debe haber espacio suficientemente a proa para alojar los equipos de la maniobra de amarre y fondeo.
- El comportamiento en la mar mejora con la eslora.

### **Manga del patín**

La ventaja del catamarán frente al monocasco, en lo que a resistencia al avance se refiere, es que, al poder repartir su obra viva en dos cascos diferentes, estos pueden ser mucho más esbeltos y ofrecer así menor resistencia al avance que el monocasco de capacidad equivalente. Se debe por tanto diseñar los patines tan estrechos como sea posible. Además, la estabilidad transversal también mejora enormemente.

La limitación principal es que en el interior de este casco ha de haber suficiente espacio para las distintas zonas y equipos que en él se alojarán. En este proyecto estas zonas serán: cámara de máquinas y tanques. Los tanques se pueden adaptar fácilmente a cualquier espacio que sobre dentro de los cascos. Sin embargo, en la cámara de máquinas, el motor principal debe entrar en la posición adecuada, y esto obliga a tener manga suficiente para que quepa el motor y haya un espacio suficiente para que los técnicos de mantenimiento y operarios de máquinas puedan acceder a las diferentes partes del motor. Se debe conocer cuáles pueden ser las posibles dimensiones del motor a instalar.

Para seleccionar el motor habría que comenzar realizando una predicción de potencia que indicará el motor a instalar para conseguir la velocidad objetivo. Dado que faltan la mayoría de los datos necesarios para realizar dicha predicción, se buscarán motores similares a los instalados en los catamaranes similares al del proyecto.

## **Manga total**

Esta dimensión va a depender de la distancia entre patines, y este es el factor clave en el diseño de un catamarán. La presencia de un casco en las proximidades del otro produce una serie de interferencias entre ambos que suelen traducirse en un incremento en la resistencia al avance del conjunto, siendo importante analizar cuál debe ser la separación entre patines que minimice la mencionada interferencia.

Dichas interferencias dependen de las formas del casco, de la separación entre patines y de la velocidad del catamarán. Por estos motivos la distancia óptima es distinta para cada proyecto, y no existen fórmulas que determinen con exactitud esta medida para nuestro proyecto.

Se debe tener en cuenta también que las separaciones muy grandes supondrían problemas de acceso y maniobra en diferentes puertos, así como importantes problemas estructurales. Se considera que como mínimo la anchura del túnel entre patines debe ser 1.25 veces la manga del patín, pero no debemos olvidar que este valor se presenta como un mínimo, y que de todos los estudios se deduce que a mayor distancia entre patines menores interferencias.

### **3.1.2.2.3. Volúmenes necesarios en los patines**

En los cascos de los patines se alojarán los diferentes tanques y los motores principales; así como también se dispondrá de camarotes para la tripulación, y una conservadora tipo almacén para el volumen de comida necesario.

### **3.1.2.2.4. Sala de máquinas**

La altura de la cámara de máquinas vendrá dada por la suma de la altura del motor más la altura de la bancada más la altura que hay que dejar por encima del motor para el escape.

### **3.1.2.2.5. Tanques**

Estarán alojados dentro de los patines, repartidos el volumen total en ambos. Además de considerar el agua dulce y un tanque de aguas oleaginosas, tanques para el combustible, agua de lastre y las aguas negras.

### **3.1.3. Autonomía y velocidad**

Autonomía de la nave

La nave está proyectada para una autonomía de 24 horas.

#### **Velocidad**

Uno de los factores más importantes que influyen en el estudio técnico de la embarcación es la velocidad, ya que ella determina el tiempo de operación y a su vez los consumos de combustible, aceite, agua y provisiones para los viajes.

Además, para su determinación se debe tomar en cuenta las condiciones normales en las que se desarrollarán los viajes, probables vientos y corrientes a las que pueda estar sometida la embarcación.

### **3.1.4. Consumo a bordo**

El consumo a bordo está indicado en la tabla nº3, donde se indican los diferentes equipos para los sistemas a bordo.

Tabla 3 Consumo a bordo

TABLA DE CONSUMO A BORDO				CONSUMO TOTAL A BORDO (W)	17242.6	
SISTEMA DE ILUMINACIÓN A BORDO				TOTAL	1837.6	
ITEM 1	NOMBRE	CANT.	HORARIO DE USO	POT. UNIT.(W)	POT. TOTAL	HORAS (H)
1.1	LUCES DE NAVEGACION	3	6:00 pm - 10:00 pm	10	120	4.0
1.2	LUCES PARA OFICINA ADMINISTRATIVA	4	6:00 pm - 8:00 pm	3	24	2.0
1.3	LUZ PARA EL TÓPICO	4	6:00 pm - 8:00 pm	3	24	2.0
1.4	LUZ DE BAÑOS	8	6:00 pm - 8:00 pm	3	72	3.0
1.5	LUZ DE LA COCINA	5	6:00 pm - 10:00 pm	5	100	4.0
1.6	LUZ DE ALMACENES	11	6:00 pm - 10:00 pm	10	440	4.0
1.7	LUZ EN LA CABINA DE MANDO	6	6:00 pm - 10:00 pm	10	240	4.0
1.8	LUZ EN LA BARRA DEL SOLARIUM	8	6:00 pm - 10:00 pm	3	96	4.0
1.9	LUZ EN LA BARRA	6	6:00 pm - 10:00 pm	3	72	4.0
1.1	LUZ EN EL SALÓN PRINCIPAL	20	6:00 pm - 10:00 pm	8	640	4.0
1.11	LUZ PARA MESA (CAPITAN)	2	6:00 pm - 10:00 pm	1.2	9.6	4.0
EQUIPAMIENTO BARRA Y COCINA				TOTAL	5000	
ITEM 2	NOMBRE	CANT.		POT. UNIT.(W)	POTENCIA TOTAL	HORAS (H)
2.0	LICUADORA	1		400	400	1.0
2.1	REFRIGERADORA	1		500	2500	5.0
2.3	HORNO MICROONDAS	2		700	2100	1.5
SISTEMA DE FONDEO				TOTAL	500	
ITEM 3	NOMBRE	CANT.		POT. UNIT.(W)	POTENCIA TOTAL	HORAS (H)
3.0	MOLINETE	1	al estar en puerto	500	500	1.0
EQUIPAMIENTO CONFORT				TOTAL	8520	
ITEM 4	NOMBRE	CANT.		POT. UNIT.(W)	POTENCIA TOTAL	HORAS (H)
4.0	TV	2	8:00 - 10:00 12:00-2:00 4:00 - 6:00	65	780	6.0
4.1	LAPTOP	1	8:00 - 10:00 12:00-2:00 4:00 - 6:00	100	600	6.0
4.2	EQUIPO DE SONIDO	1	8:00 - 10:00 12:00-2:00 4:00 - 6:00	300	2700	9.0
4.3	CELULARES	60	8:00 - 11:00 12:00-3:00 4:00 - 7:00	9.25	4440	8.0
ELECTRÓNICA NAUTICA				TOTAL	1395	
ITEM 5	NOMBRE	CANT.		POT. UNIT.(W)	POTENCIA TOTAL	HORAS (H)
5.1	GPS	1	8:00 - 11:00 12:00-3:00 4:00 - 7:00	20	180	9.0
5.2	radar (plotter)	1	8:00 - 11:00 12:00-3:00 4:00 - 7:00	80	720	9.0
5.4	radar (sensor)	1	8:00 - 11:00 12:00-3:00 4:00 - 7:00	20	180	9.0
5.5	Sonda	1	8:00 - 11:00 12:00-3:00 4:00 - 7:00	10	90	9.0
5.6	VHF	1	8:00 - 11:00 12:00-3:00 4:00 - 7:00	25	225	9.0

Fuente: elaboración propia

### 3.1.5. Sistemas y equipamiento

Por considerarse una embarcación de pasaje, para navegación en aguas costeras, y siguiendo las exigencias actuales del SOLAS (Ver Anexo 1, 2, 3, 4 y 5), se ha considerado sea obligatorio contar con los siguientes equipos a bordo en cada uno de los diferentes sistemas que se consideran a bordo de la nave:

## 1. Equipo de salvamento

- chaleco salvavidas: para el 100% de personas más un 10%.



Figura 8 chaleco salvavidas

Fuente: Promonautica 2017

- Aros salvavidas: Dos aros salvavidas, de los cuales al menos uno de los 2 aros con luz y rabiza, ver figura 8.



Figura 9 Aro Salvavidas

Fuente: Promonautica 2017



Figura 10 Aro Salvavidas con luz y rabiza

Fuente: Promonautica 2017

- Cohetes con luz roja y paracaídas



Figura 11 Cohete

Fuente: Promonautica 2017

- Bengalas de mano



Figura 12 Bengala de mano

Fuente: Promonautica 2017

- Señales fumiguíneas flotantes



Figura 13 Balde de señales fumiguíneas

Fuente: Promonautica 2017

- Balsas salvavidas (no considerado dentro del SOLAS, pero se considera dentro del proyecto para emergencias que puedan suscitarse)



Figura 14 Balsa Salvavidas

Fuente: Promonautica 2017

## 2. Equipo de navegación

- Luces y marcas de navegación



Figura 15 Balsa Salvavidas

Fuente: [www.navales.net](http://www.navales.net)

- Compás
- Prismáticos
- Cartas y libros náuticos
- Bocina de niebla
- Campana
- Pabellón nacional
- Linterna de distancia
- Espejo de señales
- Reflector de radar
- Código de señales

### 3. Armamento diverso

- Caña de timón de emergencia
- Estachas de amarre al muelle
- Bichero
- Remo
- Inflador
- Juego de reparación de pinchazos
- Botiquín para personal: estará considerado dentro del tópico de urgencias.
- Botiquín para pasajeros: estará considerado dentro del tópico de urgencias.
- Líneas de fondeo: para 26 metros de eslora mínimo 26 metros de cadena

### 4. Prevención de vertidos de aguas sucias

- Depósito de retención de aguas sucias: los conductos deberán disponer de válvulas con cierre hermético con precintos o dispositivos mecánicos de cierre.
- Equipos para desmenuzar y desinfectar
- Equipos de tratamiento

### 5. Achique y contraincendios

- Extintores portátiles en función de la eslora: según las características de la embarcación y la distribución de áreas se requieren 6 extintores.



Figura 16 Extintor portátil

Fuente: Promonautica 2017

- Extintores portátiles en función de la potencia instalada: en función de la potencia instalada, es necesario 2 del de tipo 24-B.
- Instalación fija de extinción de incendios
- Detector de gases



Figura 17 Detector de gases

Fuente: Promonautica 2017

- Baldes contra incendios: más de 3 baldes



Figura 18 Balde contraincendios

Fuente: Promonautica 2017

- Extractor de gases: extractor antideflagrante en motores interiores que utilicen combustible del grupo 1.
- Bombas de achique: una bomba antideflagrante.
- Baldes de achique: se pueden considerar los de contraincendios.

### **3.1.6. Estructura y divisiones**

[7] Nos dice que las instalaciones eléctricas y de máquinas, el equipo eléctrico y mecánico, las tuberías, cables y otros accesorios correspondientes responderán a un proyecto y a una construcción adecuada para el servicio a que estén destinados. Irán instalados y protegidos de modo que se reduzca al mínimo todo peligro para las personas que pueda haber a bordo y al medioambiente, considerándose en ese sentido a las piezas móviles, las superficies calientes y otros riesgos. En el proyecto se tendrán en cuenta los materiales de construcción utilizados, los fines a que el equipo esté destinado, las condiciones de trabajo y ambientales en las cuales se utilizará.

#### **Estructura**

La resistencia y el método de construcción del forro del buque, las superestructuras, las casetas, troncos de maquinarias, puertas y otras estructuras, además del equipo, deben permitir que el buque resista cualquiera de las condiciones previstas en el servicio para que el cual fue proyectado y deben satisfacer las exigencias mínimas dispuestas por la Autoridad marítima.

Toda nave o embarcación con propulsión mecánica estará provisto de un mamparo de colisión que cumpla con las exigencias mínimas obligatorias dispuesto por la Autoridad Marítima y los espacios de máquinas estarán rodeados por mamparos que permitan y brinden una protección adecuada. Dichos mamparos se extenderán hasta la cubierta de francobordo. Los buques de madera también estarán provistos de estos mamparos, los que serán estancos en la medida de lo posible.

Los ejes de propulsión, cojinetes y descansos deberán estar situados exclusivamente en los espacios de máquinas que contienen los medios de propulsión, al menos que estén encerrados en posiciones estancas o en espacios que la Autoridad Marítima considere satisfactorio. La

Autoridad Marítima puede eximir de los requerimientos del presente párrafo a las naves y embarcaciones que estén sujetos a limitaciones de espacio, siempre que se demuestre que la inundación inicial de los espacios mencionados se puede controlar fácilmente y que la seguridad de la nave no está en peligro.

### **Mamparos de colisión**

A los efectos de la presente regla, en las naves de carga, de pasajeros, carga/pasajeros se instalará un mamparo de colisión que será estanco hasta la cubierta de francobordo. Este mamparo estará situado, en la medida de lo posible, a una distancia de la perpendicular de proa no inferior al 5% de la eslora (L) del buque, pero no superior al 8% de la eslora (L) del buque. Si se demuestra satisfactoriamente que no es posible situar el mamparo de colisión a una distancia de la perpendicular de proa de 8% de la eslora (L) del buque, la Autoridad Marítima puede autorizar una distancia mayor, siempre que si se atraviesa el volumen del mamparo que se ubica en la proa cuando el buque esté completamente cargado, la línea de flotación no exceda una línea trazada en el forro a 76 mm bajo el canto superior de la cubierta estanca.

La cantidad de tuberías que atraviesen el mamparo de colisión deberá ser la menor posible. Estas tuberías deberán estar provistas de válvulas adecuadas, accionables desde encima de la cubierta de francobordo, y el cuerpo de la válvula irá asegurado al mamparo en el interior del pique de proa.

En los casos en que haya instalada una superestructura larga a proa, el mamparo de colisión se prolongará de forma estanca a la intemperie hasta la cubierta inmediatamente superior a la de francobordo. No se autorizarán registros, puertas, escotillas, conductos de ventilación ni aberturas de ningún otro tipo en el mamparo de colisión bajo la cubierta de francobordo. Cuando un pañol de cadena esté situado a proa del mamparo de colisión o se prolongue hacia el pique de proa, deberá ser estanco y estar provisto de medios eficientes de secado por bombeo.

El pañol de cadena no se deberá utilizar para otro propósito que no sea almacenar las cadenas del anda.

## **Subdivisión de los buques de pasaje**

Toda nave dedicada al transporte de pasajeros, con una eslora superior a o igual a 20 m, que transporta más de 50 pasajeros, estará provisto de mamparos estancos, instalados de manera tal que si el buque sufre daños en cualquiera de sus compartimientos en su eslora desde la quilla a la cubierta, que no se extienden a un mamparo transversal delimitando el daño longitudinal, debe ser capaz de flotar en condiciones estables manteniendo la línea de margen por sobre el nivel de agua y flotar en condiciones estables en etapas intermedias de inundación.

En caso de que un buque no cuente con una cubierta de cierre continua, la eslora inundable se puede determinar en cualquier punto en una línea de margen continúa asumida que en ningún punto esté a menos de 76 mm bajo la parte superior de cubierta en el lado en que los mamparos involucrados y el fono son estancos.

### **Mamparos estancos, cubiertas, puertas, coférdanes, etc...**

Todo mamparo estanco de compartimentado, transversal o longitudinal, estará construido de manera que pueda hacer frente, con un margen adecuado de resistencia, a la presión debida a la máxima carga de agua que podría tener que soportar si el buque sufriese una avería y, por lo menos, a la presión debida a una carga de agua que llegue hasta la línea de margen. La construcción de estos mamparos habrá de ser satisfactoria a juicio de la Autoridad Marítima.

Cuando haya cuadernas o baos que atraviesen una cubierta o un mamparo estancos, la estructura de tales cubiertas o mamparos será estanca.

El número de aberturas practicadas en los mamparos estancos se reducirá al mínimo compatible con el proyecto de la nave y con el funcionamiento normal de éste. Estas aberturas estarán provistas de dispositivos de cierre considerados satisfactorios a juicio de la Autoridad Marítima. Las puertas estancas serán tan resistentes como la parte del mamparo no perforado en que se hallen situadas.

Toda nave dedicada al transporte de hidrocarburos que cuente con pique de proa, doble fondo (incluidas las quillas de cajón) y los doble cascos se deberán someter a pruebas estructurales

para la verificación de la presión que puede soportar estructuralmente, verificar si los cordones de soldadura se encuentran en buenas condiciones, etc....

Los tanques destinados a contener líquidos y que formen parte del compartimentado del buque se probarán en cuanto a estanquidad con una carga de agua que corresponda a  $2/3$  del espacio medido desde el canto superior de la quilla hasta la línea de margen, a través del tanque. De todas formas, la altura de la carga encima de la tapa del tanque deberá ser, en ningún caso, inferior a 0,9 m.

Las pruebas mencionadas en los párrafos anteriores están diseñadas para verificar que la estructura de los mamparos es estanca y de ninguna manera deberán ser consideradas como pruebas para aprobar la condición adecuada de los compartimentos para contener líquidos combustibles o ser usadas para propósitos para los cuales es necesaria una prueba más rigurosa, teniendo en cuenta la altura que el líquido podría alcanzar en el tanque o en las tuberías adyacentes.

### **Equipos y medios de protección**

Las tapas con bisagras de las escotillas, registros y otras aberturas, deberán estar provistas con dispositivos para evitar que se cierren accidentalmente. En particular, las tapas pesadas situadas sobre escotillas que correspondan a salidas de escape se puedan abrirse desde ambos lados del panel. La dimensión de las escotillas deberá permitir que una persona, en caso de emergencia, pueda escapar rápida y fácilmente hacia un lugar seguro. Cuando sea posible, las escotillas ubicadas en los espacios de carga y en los espacios de máquinas deberán tener una dimensión que facilite las operaciones de escape. Las amuradas, pasamanos y cabos salvavidas deben ser de tamaño y resistencia suficientes, satisfactorios a juicio de la Autoridad Marítima, para brindar protección a las personas cuando la nave por efecto del oleaje esté balanceándose y cabeceando violentamente.

## **Medios de evacuación**

Todo espacio estanco de más de 4 m de largo con acceso a los pasajeros o usado por la tripulación de manera regular tendrá al menos dos medios de escape, uno de los cuales no será una puerta estanca.

Los dos medios de escape requeridos estarán ampliamente separados y, en lo posible, en extremos o lados opuestos del espacio para reducir al mínimo la posibilidad de que un incidente bloquee ambas salidas. Los medios de escape pueden incluir salidas normales y salidas de emergencia, pasillos, escaleras, escalas, tapas y ventanas. La cantidad y tamaño de los medios de escape de cada espacio será suficiente para la rápida evacuación en caso de emergencia del máximo de personas que puedan ocupar el espacio en todas las condiciones de servicio. El tamaño de los escapes será el que el armador de acuerdo a diseño de sus planos presente y sea aprobado por la Autoridad Marítima.

En toda nave dedicada al transporte de pasajeros, la suma del ancho de todas las puertas y pasillos utilizados como medio de escape desde un espacio no será inferior a 8 mm multiplicados por el número de pasajeros para el que se proyectó el espacio con una abertura mínima libre de 800 mm como mínimo. Las puertas o los pasillos utilizados solamente por miembros de la tripulación tendrán una abertura libre de al menos 700 mm.

Cuando una tapa de cubierta se utiliza como medio de escape, no debe tener un diámetro inferior a 450 mm y debe estar equipada con un dispositivo de suelta y retención de acción rápida para sostener la tapa en un espacio abierto.

## 3.2. Diseño

### 3.2.1. Dimensionamiento del Buque

#### Estimación de las dimensiones principales: Primera aproximación

Para la elección del primer tentativo de las dimensiones principales de nuestra embarcación se ha considerado:

- a. Emplear una embarcación modelo la cual presenta las características indicadas en la tabla 3.

Tabla 4 Características técnicas

Lwl	35,867 m
Bwl	11,334 m
T	1,58 m
WS	272,2 m <sup>3</sup>
$\Delta$	137 tn
S/Lwl	0,225

Esta embarcación modelo, es la base de un estudio realizado y probado en la Universidad de Trieste, estudiada por el Doctor Igor Zotti. De éstos datos hemos determinado lo siguiente; la separación transversal entre crujías es igual a S: 8,07 m; el coeficiente de bloque de un solo casco es igual a 0,36 (empleando 68,5 tn como desplazamiento) y su relación L/B es de 3,16.

Se determina por consiguiente emplear el valor 0,255 en la relación S/Lwl para determinar la manga de cada casco y la distancia entre ambos. Así mismo usaremos la relación L/B para determinar la eslora de la embarcación.

- b. Se empleará también una base de datos de 07 embarcaciones similares que realizan el mismo servicio turístico, los datos de las características se pueden ver en las tablas 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 respectivamente.

Tabla 5 Especificaciones técnicas del buque Spirit of Queenstown

Nombre del Buque	Spirit of Queenstown
Tipo de Buque	Catamarán turístico
Eslora Total	27,3 m
Eslora de flotación	25,7 m
Manga	8,0 m
Calado de proyecto	1,2 m
Calado Máximo	1,8 m
Puntal	2,5 m
Pasajeros	170 personas
Tripulación	4 personas
Capacidad de combustible	4800 litros
Capacidad de agua	500 litros
Velocidad de servicio	23 nudos
Máxima velocidad	27 nudos
Motores Principales	2 x Yanmar 6HYM-WET
Potencia Instalada	2 x 478kW (650hp)2100rpm
Propulsión	2 hélices
Generador	2 x Mase IS34T 33.7kVa
Material de construcción	Aluminio Naval

Tabla 6 Especificaciones técnicas del buque Titiroa

Nombre del Buque	Titiroa
Tipo de Buque	Catamarán turístico
Eslora Total	24,00 m
Eslora de flotación	22,00 m
Manga	7,5 m
Calado de proyecto	1,00 m
Calado Máximo	1,80 m
Puntal	2,40 m
Pasajeros	150 personas
Tripulación	7 personas
Capacidad de combustible	6000 litros
Velocidad de servicio	25 nudos
Máxima velocidad	30 nudos
Motores Principales	2 x MTU 12V2000 M70
Potencia Instalada	2 x 788kW 2100rpm
Propulsión	2 hélices
Material de construcción	Aluminio Naval

Tabla 7 Especificaciones técnicas del buque Ocean Odyssey

Nombre del Buque	Ocean Odyssey
Tipo de Buque	Catamarán turístico
Eslora Total	20,00 m
Eslora de flotación	22,70 m
Manga	8,23 m
Calado de proyecto	1,70 m
Pasajeros	153 personas
Capacidad de combustible	3420 litros
Capacidad para agua potable	2000 litros
Velocidad de servicio	20 nudos
Propulsión	2 hélices

Tabla 8 Especificaciones técnicas del buque Amaroo

Nombre del Buque	Amaroo
Tipo de Buque	Catamarán turístico
Eslora Total	23,90 m
Eslora de flotación	23,20 m
Manga	7,50 m
Calado de proyecto	0,65 m
Calado Máximo	0,85 m
Puntal	1,95 m
Pasajeros	147 personas
Tripulación	3 personas
Capacidad de combustible	4000 litros
Capacidad de agua	900 litros
Velocidad de servicio	25 nudos
Máxima velocidad	27 nudos
Motores Principales	2 x Yanmar 6HYM-WET
Potencia Instalada	2 x 441kW 2100rpm
Propulsión	2 hélices
Material de construcción	Aluminio Naval

Tabla 9 Especificaciones técnicas del buque Cobia

Nombre del Buque	Cobia
Tipo de Buque	Catamarán turístico
Eslora Total	24,00 m
Eslora de flotación	23,80 m
Manga	8,50 m
Calado de proyecto	1,10 m
Calado Máximo	1,70 m
Puntal	2,75 m
Pasajeros	194 personas
Tripulación	5 personas
Capacidad de combustible	4000 litros
Capacidad de agua	500 litros
Velocidad de servicio	25 nudos
Máxima velocidad	27 nudos
Motores Principales	2 x Yanmar 6AYM-GET
Potencia Instalada	2 x 618kW 1900rpm
Propulsión	2 hélices
Material de construcción	Aluminio Naval

Tabla 10 Especificaciones técnicas del buque Fantasea Sunrise

Nombre del Buque	Fantasea Sunrise
Tipo de Buque	Catamarán turístico
Eslora Total	24,00 m
Eslora de flotación	23,80 m
Manga	8,50 m
Calado de proyecto	1,10 m
Calado Máximo	1,70 m
Puntal	2,75 m
Pasajeros	195 personas
Tripulación	5 personas
Capacidad de combustible	6000 litros
Capacidad de agua	1000 litros
Velocidad de servicio	26 nudos
Máxima velocidad	28 nudos
Motores Principales	2 x Yanmar 6AYM-GET
Potencia Instalada	2 x 618kW
Generadores	2 x Izuzu 6 BG1 72 kVA
Propulsión	2 hélices
Material de construcción	Aluminio Naval

Tabla 11 Especificaciones técnicas del buque Lady Jane Franklin

Nombre del Buque	Lady Jane Franklin
Tipo de Buque	Catamarán turístico
Eslora Total	25,50 m
Eslora de flotación	23,00 m
Manga	8,50 m
Calado de proyecto	1,90 m
Calado Máximo	1,70 m
Pasajeros	226 personas
Capacidad de combustible	6000 litros
Capacidad de agua	2000 litros
Velocidad de servicio	25 nudos
Máxima velocidad	30 nudos
Desplazamiento	25 toneladas
Motores Principales	2 x CAT 3412E
Potencia Instalada	2 x 1100hp
Propulsión	2 hélices
Material de construcción	Aluminio Naval

Siendo éstas embarcaciones similares al diseño que se va a proponer, Obtenemos:

Tabla 12 Relación L/B de los buques similares

L	Lwl	B	T	L/B	B casco
27,30	25,70	8,00	1,20	3,2	2,2
24,00	22,00	7,50	1,00	2,9	2,6
20,00	22,70	8,23	1,70	2,8	3,1
23,90	23,20	7,50	0,65	3,1	2,3
24,00	23,80	8,50	1,10	2,8	3,1
24,00	23,80	8,50	1,10	2,8	3,1
25,50	23,00	8,50	1,70	2,7	3,3

Donde:

L, Lwl, B y T son valores dados.

L/B: son obtenidos para comparar valores.

B casco: es la manga individual de cada casco.

- De la embarcación Lady Jane Franklin que se tomó en cuenta en la base de datos, se ha determinado el coeficiente de bloque, empleando el desplazamiento que nos viene dado. ( $\Delta=25$  toneladas). Se debe tener en cuenta que las formas del casco de esta embarcación son para una carena planeadora y con velocidades mayores a 20 nudos. (Ver tabla n°11)

$$C_B = \frac{\Delta}{\rho L B T}$$

$$C_B = 0,19.$$

#### Determinación de la eslora total

Para la elección de la eslora consideraremos la siguiente fórmula en función del coeficiente de bloque  $C_B$ , del calado, y de la relación L/B.

$$L = \sqrt{\frac{\frac{Q_L}{K} * \frac{L}{B}}{\gamma * C_B * T}}$$

Donde:

$$\frac{K}{Q_L} = \Delta; \text{ se ha considerado } 50 \text{ tn.}$$

$$\frac{L}{B} = 3,16; \text{ valor tomado del buque modelo.}$$

$$C_B = 0,19; \text{ de la base de datos.}$$

$$T = 1,2; \text{ promedio de la base datos.}$$

Reemplazando en la fórmula, y habiendo elegido oportunamente L/B,  $C_B$ , y T, se puede determinar L. ( $\gamma = 1.025 \text{ tn/m}^3$ )

$$L = 26,11 \text{ metros.}$$

#### Determinación de la manga

Tenemos de nuestra relación L/B = 2,9 de la base de datos, entonces obtenemos que B=9,00 metros.

### Determinación de S (distancia entre crujías)

$$S = 0,225(26,11)$$

$$S = 5,68 \text{ metros.}$$

### Determinación de la manga de cada casco

$$B_{patin} = B - S$$

$$B_{patin} = 9,00 \text{ metros} - 5,68 \text{ metros}$$

$$B_{patin} = 3,32 \text{ metros}$$

### **3.2.2. Diseño de formas**

Uno de los factores que influye para que el proyecto de la nave adquiera especial consideración, es que se consiga reducir los costos de operación de esta, lo que se significa, por una parte, disminuir la potencia instalada con el consiguiente ahorro en el consumo de combustible, sin que esto implique una alteración de la velocidad de operación.

Para el logro de dicho propósito, es posible utilizar algunos recursos como: una optimización de la forma del casco, incorporación de apéndices adecuados, reducir los pesos de la embarcación, etc.

#### **Cálculo y diseño asistido por computadora**

Maxsurf: Software para diseño naval, utilizado para definir las formas del casco obtenido del plano de líneas.

Hydromax: Software utilizado para evaluar el comportamiento hidrodinámico y la estabilidad transversal inicial y a grandes ángulos de escora.

Hullspeed: Software para diseño naval para calcular la resistencia y potencia propulsora.

Autocad: Programa de diseño de aplicación general utilizado para dibujar los planos requeridos por el proyecto.

Rhinoceros: Software de diseño utilizado para el modelamiento 3D del catamarán turístico.

## Líneas de forma

Para diseñar las líneas de forma del catamarán se ha empleado el software naval Maxsurf, teniendo en cuenta las consideraciones geométricas obtenidas en el dimensionamiento y los requerimientos; se realizó un primer modelo el cual estuvo sometido a una serie de iteraciones en el diseño para conseguir la geometría adecuada. Ver anexo 13.

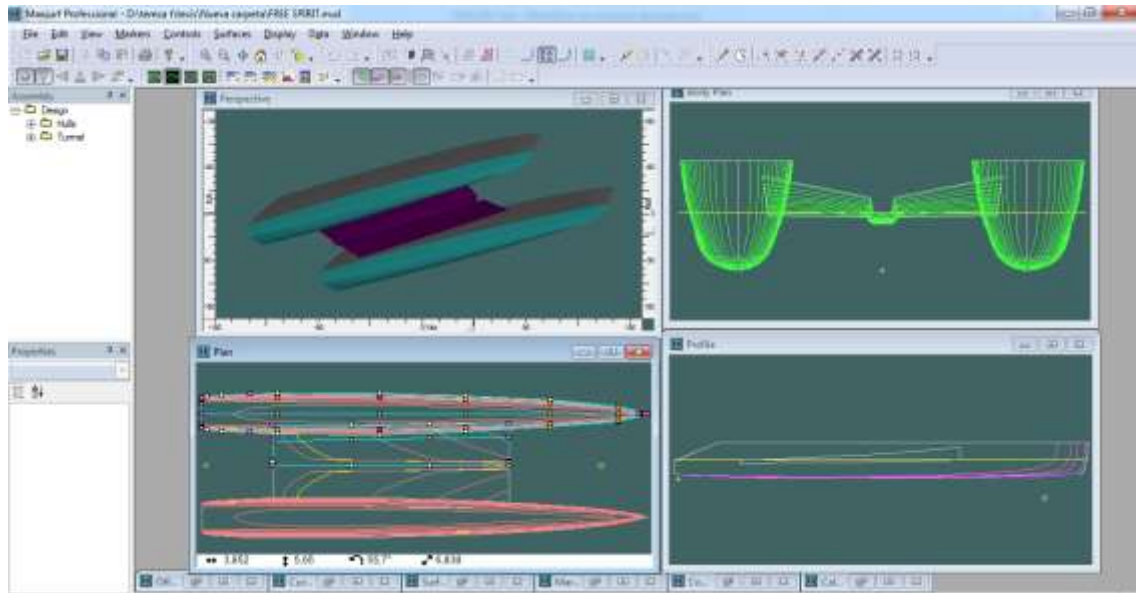


Figura 19 Líneas de forma en Maxsurf

Fuente: Propia

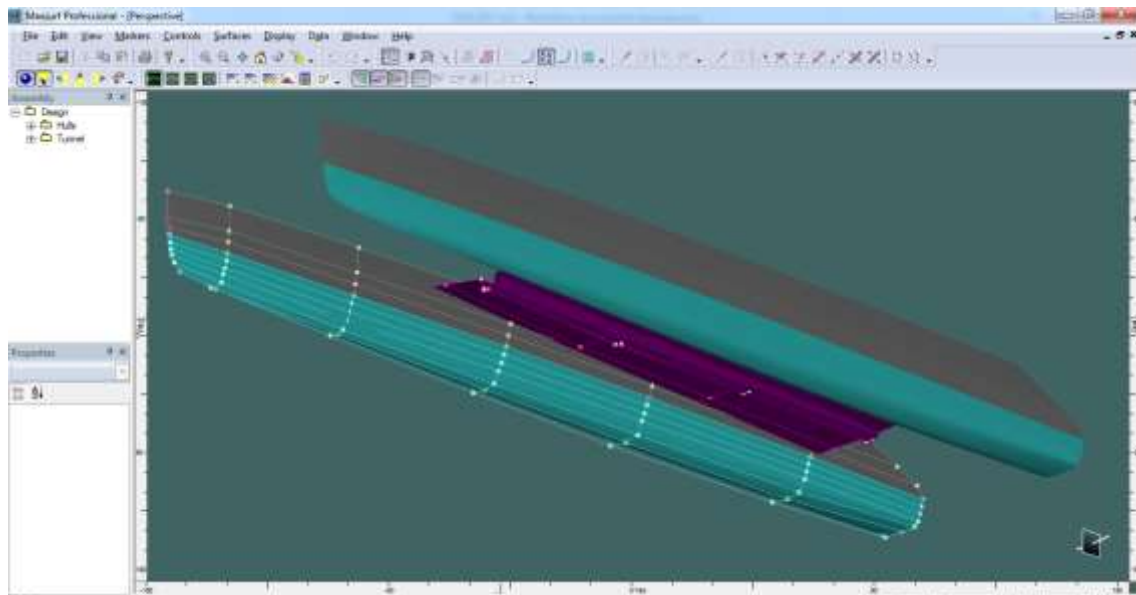


Figura 20 Modelado en Maxsurf

Fuente: Propia

### 3.2.3. Distribución General

Determinadas las formas del casco y establecidos los diferentes espacios que se requieren a bordo, se desarrollará la disposición general del catamarán turístico.

De acuerdo a los requerimientos del armador, nuestra embarcación debe disponer de los siguientes espacios o áreas: Ver anexo 14.

a. En los patines para:

1. Aparato motor
2. Tanques de combustibles
3. Tanques de agua potable
4. Camarotes de tripulación
5. Almacenes

b. En la primera cubierta

1. Salón principal

Ubicado en la cubierta principal, tiene un área de 90 m<sup>2</sup>; cuenta con dos accesos, por estribor y babor respectivamente: la distribución de asientos está formada por dos columnas dobles de ocho, estos 32 asientos están girados 20° hacia el exterior, y son desmontables. Además de 15 asientos distribuidos en 5 mesas de 3 asientos cada una, ubicados en la zona central del salón.

Como se mencionó en la etapa de Análisis de Diseño, la embarcación será presentada también para prestar servicios particulares; en este caso la disposición de mesas y/o sillas será planteada por el cliente, con el condicionante de tener un aforo máximo de 60 personas.

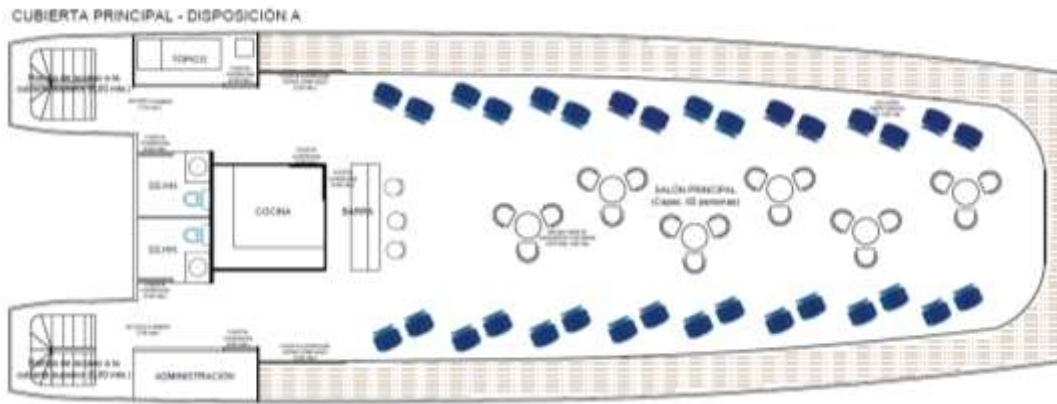


Figura 21 Salón principal Disposición A

Fuente: Propia

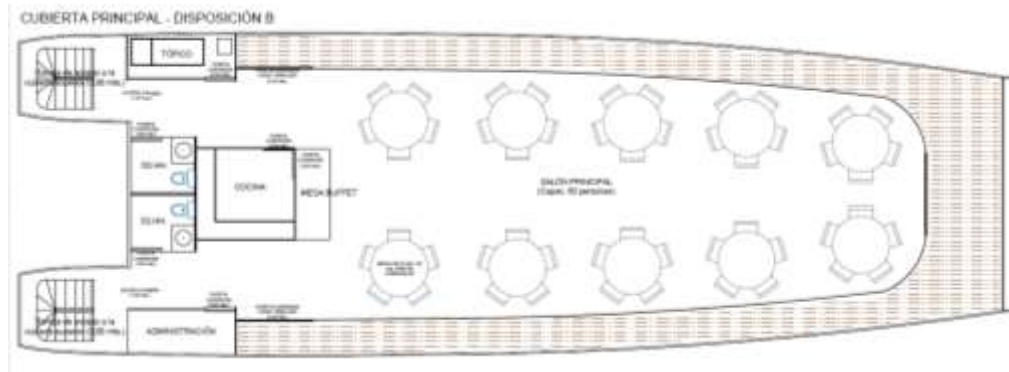


Figura 22 Salón principal Disposición B

Fuente: Propia

## 2. SS.HH.

Los servicios higiénicos en la primera cubierta están ubicados en popa central de la embarcación, se han dispuesto dos cuartos de baños, uno de damas y el otro de caballeros; ambos poseen ventanas hacia el exterior para una mejor ventilación. El área de cada cuarto de baño es de 1,20 m<sup>2</sup>, condicionada por las distancias mínimas para discapacitados (sillas de ruedas), asimismo las puertas tienen 0.80 m de ancho ideal en estos casos, se incluye los pasamanos facilitadores de maniobras. Los inodoros y lavatorios han sido seleccionados cuidadosamente con el fin de disminuir el consumo de agua y energía cada vez que son usados, ver anexos 6 y 7. Se ha previsto también colocar toallas de mano, jabón de olor, dentífrico, y otros enseres necesarios para el aseo personal.



Figura 23 Lavabo

Fuente: Promonautica 2017



Figura 24 Grifería

Fuente: Promonautica 2017



Figura 25 Inodoro

Fuente: wartsila 2017

### 3. Tópico

Se consideró habilitar un tópico de enfermería en caso se presente alguna urgencia mientras se está navegando, tiene un área 3,20 m<sup>2</sup> con ventana hacia el exterior. Acondicionado con un escritorio y silla abatibles; una camilla empotrada en la pared, la cual es desmontada en caso se requiera; el botiquín de primeros auxilios empotrado en la pared y algunos instrumentos básicos para evaluar signos vitales del paciente.

### 4. Cocina

La cocina tiene un área de 6,24 m<sup>2</sup>, con dos puertas corredizas, colocadas al frente y la izquierda de esta área. El espacio es reducido puesto que los servicios se ofrecen no requieren un área mayor. Se consideró por lo tanto habilitarla de un lavatorio, un horno microondas, una pequeña cocina de alcohol, una conservadora, licuadora, cafetera y un hervidor eléctrico. El mobiliario será abatible y de fácil montaje para poder facilitar el tránsito y/o el reparto de alimentos.



Figura 26 Cocina de dos hornillas a gas

Fuente: Promonautica 2017



Figura 27 Lavatorio

Fuente: Promonautica 2017



Figura 28 Conservadora de 200 Lt

Fuente: Promonautica 2017

## **5. Oficina administrativa**

Ubicado al lado derecho de la embarcación hacia popa, tiene un área de 3,20 m<sup>2</sup>, está acondicionado con información turística de la Bahía de Paracas y otros puntos de Perú, aquí estará además personal de la empresa en caso se presente un reclamo durante el tour y puedan ser atendidos en el momento, y/o facilitar alguna información adicional.

## **6. Barra**

La barra de la cubierta principal está ubicada en la zona central de la embarcación, delante de la cocina, se ha considerado que sea desmontable y/o abatible para que en los servicios privados pueda servir como mesa buffet o mesa principal o simplemente se puede desmontar totalmente, eso a disposición del cliente.

Para el servicio del tour, está acondicionada para tomar los pedidos de los pasajeros y ser atendidos cómodamente por un personal de la tripulación.

### **c. En la segunda cubierta**

#### **1. Cabina de mando**

La cabina de mando está ubicada en la cubierta superior de la embarcación, para poder una mejor visión a la hora de estar navegando; posee un área de 7,90 m<sup>2</sup>, grandes ventanales de vidrio templado, dos sillas de mando, y todos los instrumentos de navegación estarán instalados aquí; se ha acondicionado también un sofá para invitados.



Figura 29 Silla del capitán

Fuente: [navales.net](http://navales.net) 2017

## **2. Camarote y baño del capitán**

El camarote y baño del capitán están colocados dentro de la cabina de mando, con un área de 1,20 m<sup>2</sup>; es un lugar para el descanso y privacidad de éste. Se ha considerado este espacio, puesto que, a diferencia de los pasajeros, el estará más tiempo a bordo, necesitando descanso y comodidad para continuar con su trabajo satisfactoriamente.

## **3. Solárium**

La segunda cubierta, es considerada el solárium de la embarcación por estar techada solamente el 40% de su área total, y el restante acondicionado para tomar el sol. Posee un área total de 90 m<sup>2</sup>, acondicionada cómodamente para 30 pasajeros; posee 4 sillas para tomar el sol, 4 sofás circulares para tomar el sol, dos sofás en L para 5 pasajeros y 4 mesas dobles. El acceso es por la popa de la embarcación, se han dispuesto dos rampas en cada casco, para facilitar asimismo el acceso de algún pasajero en condición especial. Cabe mencionar además que todo el contorno está protegido por una baranda en acero inoxidable de 5 cuerpos.

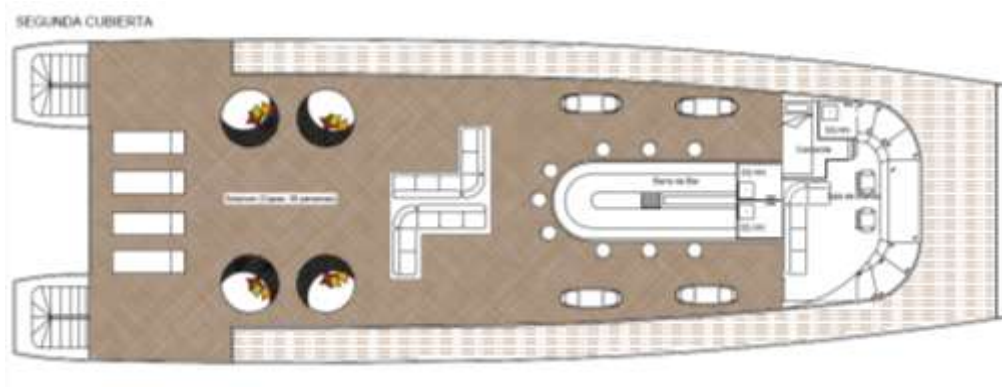


Figura 30 Solarium de la segunda cubierta

Fuente: Elaboración Propia

#### 4. SS.HH.

Los baños están colocados detrás de la cabina de mando, colocados uno a cada lado, para damas y caballeros respectivamente; tienen un área de  $1,15 \text{ m}^2$  cada uno

El inodoro y el lavatorio serán los mismos que se utilizaron en la primera cubierta, de igual manera acondicionada con los enseres de aseo personal como toallas, jabón de olor, dentífrico, entre otros.

#### 5. Barra

La barra, está ubicada al centro de la embarcación, tiene un área de  $9,30 \text{ m}^2$ ; dispuesta de un grill, microondas, cafetera, conservadora, muebles para menaje y espacios para almacenar alimentos y/o bebidas; el estéreo estará ubicado también en esta área. Se ha considerado que la cubierta de éste espacio sea cubierto por paneles solares, los cuáles suministrarán energía para algunos artefactos o electrodomésticos que se deseen utilizar y/o incluso acondicionado para cargar celulares.

### 3.2.4. Diseño del sistema fotovoltaico

#### Caracterización del recurso solar

Para realizar el cálculo del sistema fotovoltaico se procedió a detallar la ubicación del proyecto, que en este caso será en la bahía de paracas que se ubica en la latitud  $-13.787$  y longitud  $-76.279$ . Estos se ingresan al centro de datos de ciencia atmosférica de la NASA el cual otorgó datos mensuales de radiación incidente promedio mensual en  $\text{kWh/m}^2/\text{día}$ .

Tabla 13 Radiación incidente promedio mensual en una superficie inclinada con dirección ecuatorial ( $\text{kWh/m}^2/\text{día}$ )

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio anual
SSE HRZ	7,36	7,44	7,23	6,5	5,3	3,97	3,63	4,01	5,21	6,45	6,93	7,23	5,92

Fuente: NASA Meteorología de superficie y energía solar

#### Inclinación de paneles solares fotovoltaicos

Para este proyecto se determinó que la inclinación de los paneles sería de  $0^\circ$  debido a que la embarcación es una unidad móvil y si a los paneles se le otorga cierto valor de inclinación, no habrá una óptima producción de energía, ya que en el movimiento esa pendiente podría desfavorecer a la captación de radiación.

Los datos de radiación e inclinación se analizan en la figura n° 30 donde se determina la cantidad de energía que incidirá sobre el panel con la inclinación dada.

		Promedio diario mensual (kWh/m <sup>2</sup> )												Ga(β)							
PAIS	Localidad	Latitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PromDiano anual	Ga(β)					
Ejercicio		-13.787	7.36	7.44	7.23	6.5	5.3	3.97	3.63	4.01	5.21	6.45	6.93	7.23	5.92	2.161					
Letitud, φ (°) =		-13.787																			
Inclinación, β (°) =		0																			
Orientación, α (°) =		180																			
Coeficiente ρ =		0.4																			
		Orientación hacia el Ecuador (valores negativos para el Hemisferio sur)																			
		Coeficiente de reflexión del suelo (0,2 por defecto), (0,4 para reflexión en mar)																			
		(°)		Elevación Elevación		(rad)		(°)		(Wh/m2)		(Wh/m2)		(Wh/m2)		(Wh/m2)		(Wh/m2)		(Wh/m2)	
Mes	Día	Eps.α	Declinac	(α=0)	(α=180)	Ws	Ws	Bodn(β)	Gdn(β)	Ktm	Kdm	Sdm(0)	Sdm(β)	Bdm(α,β)	Ddm(α,β)	Rdm(α,β)	Gdm(α,β)	RESULTADOS			
1	17	1.032	-20.92	0.09	97.1	-56.3	-1.66	-95.38	11.256	7368	0.6539	0.2611	1922	5438	5385	1919	0	7,394			
2	46	1.023	-13.29	0.06	89.5	-82.9	-1.63	-93.32	11.036	7440	0.6742	0.2382	1772	5688	5616	1774	0	7,390			
3	75	1.009	-2.42	0.01	78.6	-73.6	-1.58	-96.59	10.392	7239	0.6957	0.2139	1546	5684	5634	1551	0	7,194			
4	105	0.992	9.41	-0.04	66.8	-85.6	-1.53	-87.67	9.302	6509	0.6988	0.2104	1367	5133	5082	1370	0	6,452			
5	135	0.977	18.79	-0.08	57.4	-95.0	-1.49	-85.21	8.187	5300	0.6474	0.2685	1423	3877	3828	1422	0	5,250			
6	161	0.969	23.01	-0.10	53.2	-99.2	-1.47	-84.02	7.616	3979	0.5213	0.4110	1632	2338	2300	1627	0	3,926			
7	196	0.968	21.18	-0.10	55.0	-97.4	-1.46	-84.54	7.830	3638	0.4636	0.4761	1728	1992	1868	1725	0	3,592			
8	228	0.977	13.45	-0.06	62.8	-89.7	-1.51	-86.63	8.761	4018	0.4577	0.4828	1936	2074	2039	1939	0	3,977			
9	258	0.991	2.22	-0.01	74.0	-78.4	-1.56	-89.46	9.896	5210	0.5265	0.4051	2110	3100	3059	2116	0	5,176			
10	289	1.009	-9.97	0.04	86.2	-66.2	-1.61	-92.47	10.766	6450	0.5991	0.3230	2084	4366	4321	2087	0	6,408			
11	319	1.023	-19.15	0.09	95.4	-57.1	-1.66	-94.89	11.151	6939	0.6215	0.2977	2063	4867	4817	2062	0	6,879			
12	345	1.031	-23.12	0.10	99.3	-53.1	-1.68	-96.01	11.253	7239	0.6425	0.2740	1981	5249	5196	1976	0	7,172			
									Promedio diario (Wh/m2)	5,780	5929	Promedio diario (Wh/m2)					4086	5,883	Promedio diario		
									Valor anual (kWh/m2)	3,570	2,154	Valor anual (kWh/m2)					1481	2,147	Inclinación anual		

Figura 31 Cantidad de incidencia de energía solar diaria según el grado de inclinación

Fuente: Curso de energía solar fotovoltaica de la universidad de Jaén – España

Para realizar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico se tomará el mes con menor radiación promedio que en este caso es el mes de Julio con 3,592 Wh/m<sup>2</sup>.

### Caracterización del consumo energético

El dimensionamiento también requerirá el consumo diario que generará la embarcación que en este caso es de 17 242.6 Watts. (Ver tabla nº3)

### Cálculo del acumulador

### Capacidad de batería útil

$$C_{B, \text{útil}} = \text{Consumo diario} \times \text{Días de autonomía}$$

$$C_{B, \text{útil}} = 17242,6 \text{ W} \times 2 \text{ Días}$$

$$C_{B, \text{útil}} = 34485,2 \text{ W} \cdot \text{Día}$$

### Capacidad de batería útil en Amperio. Hora

$$C_{B,\text{útil}}(Ah) = \frac{\text{Capacidad}_{\text{Batería,útil}}}{\text{Voltaje}_{\text{NOMINAL}}}$$

$$C_{B,\text{útil}}(Ah) = \frac{34485.2}{24}$$

$$C_{B,\text{útil}}(Ah) = 1436,88 \text{ Ah}$$

### Capacidad nominal de la batería

$$C_{B,Nom} = \frac{\text{Capacidad}_{\text{Batería útil}}}{\text{Profundidad de descarga máxima}}$$

$$C_{B,Nom} = \frac{1436,88}{0,75}$$

$$C_{B,Nom} = 1915,84 \text{ Ah}$$

### Número de baterías en paralelo

Para este arreglo fotovoltaico se consideró una batería de 250 Ah (ver anexo 17)

$$Nbp = \frac{C_{B,Nom}}{\text{capacidad de batería}}$$

$$Nbp = \frac{1915,84}{250}$$

$$Nbp = 7,66 \text{ baterías en paralelo}$$

$$Nbp \approx 8 \text{ baterías en paralelo}$$

### Número de baterías en serie

$$Nbs = \frac{\text{Voltaje nominal del sistema}}{\text{Voltaje nominal de las baterías}}$$

$$Nbs = \frac{24v}{12v}$$

$$Nbs = 2 \text{ baterías}$$

### **Cantidad total de baterías**

*Total de baterías = baterías en serie x baterías en paralelo*

$$Total \text{ de baterías} = 2 \times 8 = 16 \text{ baterías}$$

### **Cálculo del generador fotovoltaico**

$$Potencia \text{ nominal del sistema} = \frac{\text{factor de seguridad} \times \text{consumo diario}}{\text{Radiación promedio mínima del lugar}}$$

$$\text{Factor de seguridad} = 1.05$$

$$Potencia \text{ nominal del sistema} = \frac{1.05 \times 17242,6}{3,592}$$

$$Potencia \text{ nominal del sistema} = 5040,29 \text{ Watts}$$

### **Potencia del generador considerando pérdidas**

$$Potencia \text{ considerando pérdidas} = \frac{5040,29}{0,65}$$

$$Potencia \text{ considerando pérdidas} = 7754,29$$

### **Número de módulos en serie**

$$\text{módulos en serie} = \frac{\text{voltaje nomina del sistema}}{\text{voltaje nominal del panel}}$$

$$\text{módulos en serie} = \frac{24}{24} = 1 \text{ módulo en serie}$$

### **Número de módulos en paralelo**

Especificaciones del panel en anexo 16 y anexo 18

$$\text{Módulos en paralelo} = \frac{\text{potencia considerando pérdidas}}{\text{potencia máxima} \times \text{módulos en serie}}$$

$$\text{módulos en paralelo} = \frac{7754,29}{250 \times 1}$$

$$\text{módulos en paralelo} = 31,01$$

$$\text{módulos en paralelo} \approx 31 \text{ paneles}$$

### **Potencia nominal del generador**

$$\text{Potencia del generador} =$$

$$\text{módulos en serie} \times \text{módulos en paralelo} \times \text{potencia máxima}$$

$$\text{Potencia del generador} = 7\,750 \text{ W}$$

### **Corriente máxima del generador fotovoltaico**

$$\text{Corriente máxima} = \text{paneles en paralelo} \times \text{corriente del panel}$$

$$\text{Corriente máxima} = 31 \times 8,27 \text{ A}$$

$$\text{Corriente máxima} = 256,37 \text{ Amperios}$$

### **Cálculo de controlador de carga**

$$\text{Corriente de controlador} =$$

$$\text{factor de seguridad} \times \text{corriente máxima del generador}$$

$$\text{Corriente máxima} = 282,007 \text{ Amperios}$$

Controlador de carga BlueSolar	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Tensión de la batería	Selección automática 12 / 24 / 48 V (se necesita una herramienta de software)				
Corriente de carga nominal	45 A	60 A	70 A	85 A	100 A
Potencia FV máxima, 12V 1a,b)	650 W	860 W	1000 W	1200 W	1450 W
Potencia FV máxima, 24V 1a,b)	1300 W	1720 W	2000 W	2400 W	2900 W
Potencia FV máxima, 48V 1a,b)	2600 W	3440 W	4000 W	4900 W	5800 W
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				

Figura 32 características de controladores de carga

Fuente: Victron energy 2017

Dado que el sistema requiere 282 Amperios, se necesitarán 2 controladores de carga de 100 A y un controlador de 85 A, conectados en paralelo.

### Cálculo del inversor

Según la figura 26 el inversor debe operar en un rango normal de 929.4 a 1277.4 Watts, con un pico máximo de 3488.4 Watts.

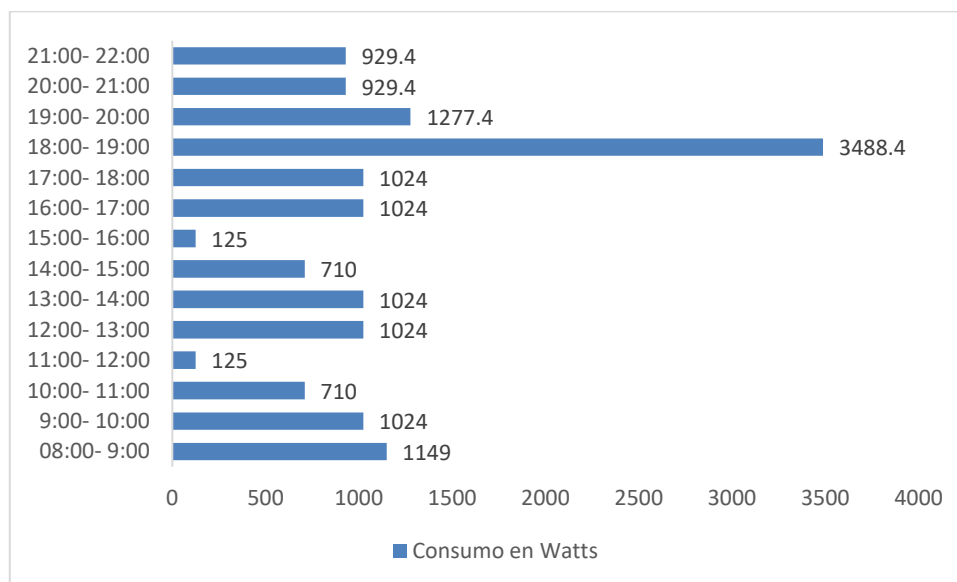


Figura 33 Consumo de energía según horario

Fuente: Tabla de consumo a bordo

Para ello se seleccionó un inversor con las siguientes características.

Inversor / Conversor de Onda Sinodal Pura. ENERGIT

- Voltaje de Ingreso: 12V - 24V - 36V - 48V DC
- Rango de Voltaje de Ingreso: +/- 10%
- Voltaje de Salida: 220 VAC
- Rango de Voltaje de Salida: +/- 3%
- Frecuencia: 50 - 60 Hz +/- 3%
- Potencia: 2000W - 2kW (Potencia Real)
- Peak Power: 4000W
- Formato de Onda: Onda Sinodal Pura.
- Eficiencia: > 99%, En plena Carga.
- Sistema de protección: Sistema de protección por bajo, alto voltaje y sistema de protección por sobrecarga.

Para la elección del inversor se tendrá en cuenta los picos de potencia analizados al realizar la caracterización de cargas. De esta forma se observa que el pico de potencia llega a los 3488,4 watts durante una hora, por ello se seleccionó un inversor con un pico de potencia que opera en 4000 watts de potencia.

## IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 4.1. Cálculos de estabilidad

Las características hidrostáticas obtenidas para el modelo final son las que se muestran a continuación, para un calado (T) igual a 1,2 m.

Tabla 14 Características de la embarcación

Descripción	Valor	Unidades
Displacement	70,284	tonne
Volume	68,57	m <sup>3</sup>
Draft to Baseline	1,199	M
Immersed depth	1,199	M
Lwl	25,736	M
Beam wl	8,022	M
WSA	155,463	m <sup>2</sup>
Max cross sect area	3,429	m <sup>2</sup>
Waterplane area	80,881	m <sup>2</sup>
Cp	0,777	--
Cb	0,571	--
Cm	0,746	--
Cwp	0,808	--
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	10,665	M
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	10,983	M
LCB from zero pt. (+ve fwd) % Lbp	41,441	%
LCF from zero pt. (+ve fwd) % Lbp	42,674	%
KB	0,718	M
KG	0	M
BMt	11,195	M
BMI	52,489	M
GMt	11,913	M
GMI	53,207	M
KMt	11,913	M
KMI	53,207	M
Immersion (TPc)	0,829	tonne/cm
MTc	1,453	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	14,613	tonne.m

Fuente: elaboración propia

Tabla 15 Características Hidrostáticas

<b>Draft Amidsh. m</b>	<b>0,500</b>	<b>0,750</b>	<b>1,000</b>	<b>1,250</b>	<b>1,500</b>	<b>1,750</b>	<b>2,000</b>
Displacement tonne	19,17	35,50	54,14	74,50	95,87	117,7	139,6
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,500	0,750	1,000	1,250	1,500	1,750	2,000
Draft at AP m	0,500	0,750	1,000	1,250	1,500	1,750	2,000
Draft at LCF m	0,500	0,750	1,000	1,250	1,500	1,750	2,000
Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
WL Length m	25,798	25,885	25,936	25,669	25,159	24,557	23,966
WL Beam m	7,637	7,781	7,904	8,053	8,195	8,282	8,352
Wetted Area m <sup>2</sup>	79,642	108,013	136,265	164,058	191,762	219,526	247,542
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	58,840	68,401	76,970	81,802	84,780	85,469	85,374
Prismatic Coeff.	0,697	0,743	0,767	0,779	0,782	0,780	0,774
Block Coeff.	0,489	0,543	0,561	0,573	0,576	0,581	0,583
Midship Area Coeff.	0,740	0,750	0,746	0,747	0,746	0,754	0,761
Waterpl. Area Coeff.	0,770	0,804	0,818	0,806	0,784	0,757	0,731
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	10,392	10,484	10,589	10,680	10,784	10,907	11,037
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	10,432	10,716	10,839	11,004	11,279	11,588	11,889
KB m	0,318	0,460	0,604	0,747	0,887	1,024	1,157
KG m	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
BMt m	29,589	18,597	13,760	10,697	8,680	7,140	6,020
BML m	140,724	90,068	66,205	49,885	38,429	29,904	23,850
GMt m	28,707	17,857	13,164	10,243	8,367	6,964	5,977
GML m	139,842	89,329	65,609	49,432	38,116	29,728	23,807
KMt m	29,907	19,057	14,364	11,443	9,567	8,164	7,177
KML m	141,042	90,529	66,809	50,632	39,316	30,928	25,007
Immersion (TPc) tonne/cm	0,603	0,701	0,789	0,838	0,869	0,876	0,875
MTc tonne.m	1,042	1,232	1,380	1,431	1,420	1,359	1,291
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	9,603	11,064	12,438	13,318	13,999	14,302	14,560
Max deck inclination deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: elaboración propia

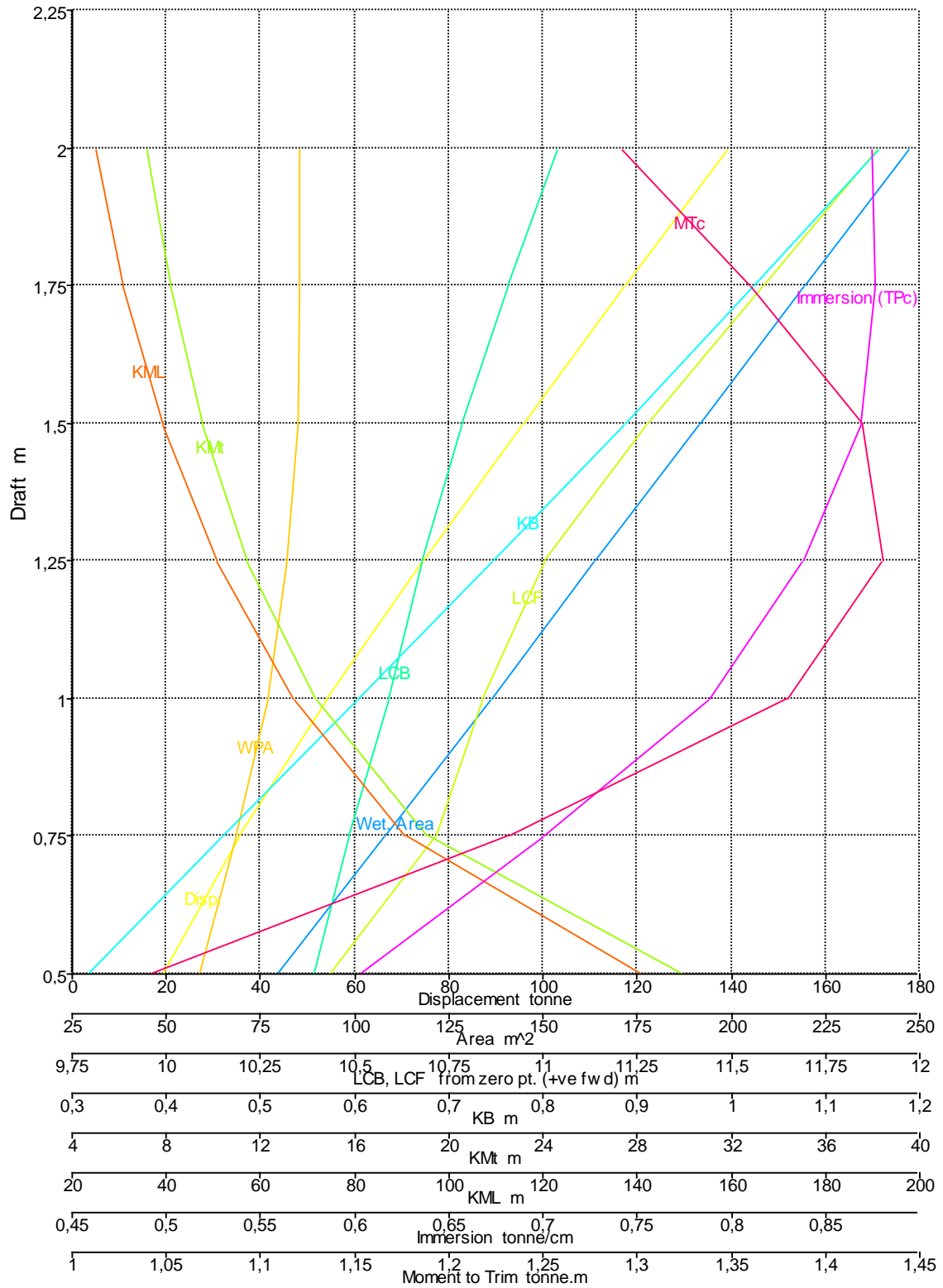


Figura 34 Curvas Hidrostáticas

Fuente: elaboración propia

### Curvas Cruzadas KG=0 y Trim=0.

Las curvas cruzadas sirven para determinar la estabilidad de la nave a distintos ángulos de escora, pasando por distintos desplazamientos. Las curvas de Brazos KN para distintos ángulos de escora nos indicará si el buque presenta una buena estabilidad o si por el contrario estamos en un límite bajo. En este caso, por ser una embarcación multicasco (catamarán) la estabilidad transversal está garantizada.

Se ha calculado los brazos en condiciones para 10 desplazamientos desde 5° hasta 90° grados.

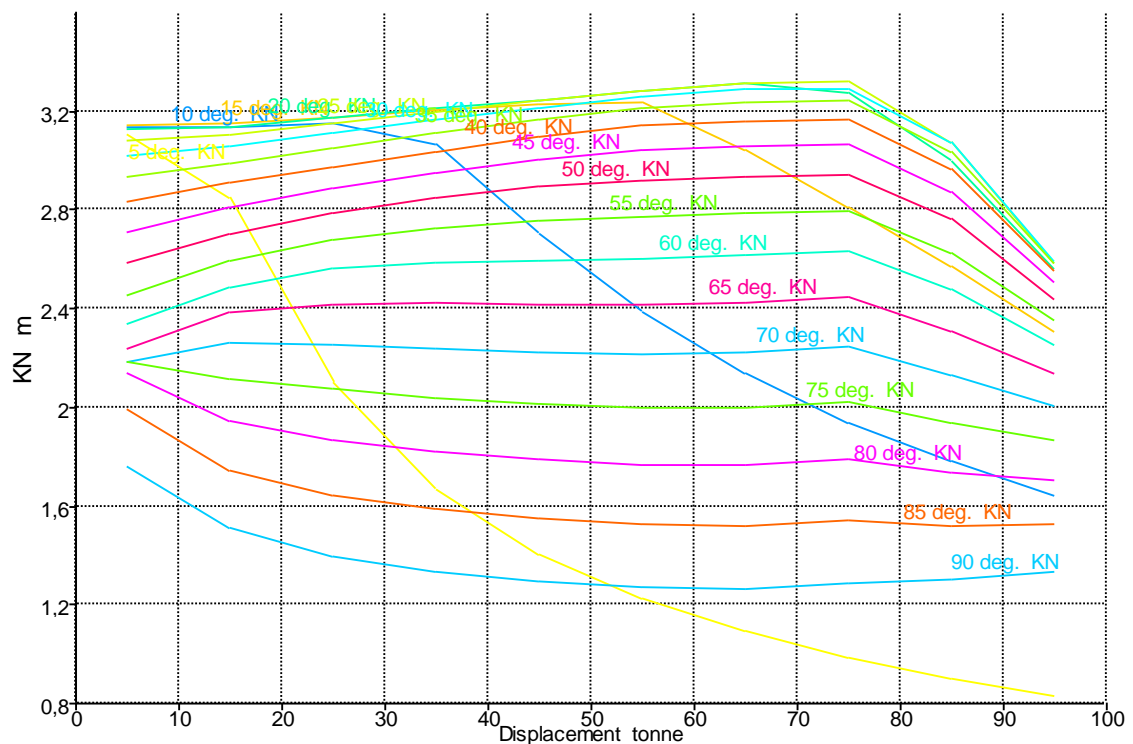


Figura 35 Curvas cruzadas o curvas de brazos KN

Fuente: elaboración propia

Tabla 16 Cálculo de las curvas cruzadas

Desplazamiento (toneladas)	5.0 deg.	10.00 deg.	15.00 deg.	20.00 deg.	25.00 deg.	30.00 deg.
5	3,10	3,14	3,14	3,13	3,08	3,02
15	2,85	3,14	3,15	3,14	3,11	3,06
25	2,10	3,15	3,18	3,17	3,15	3,11
35	1,66	3,07	3,20	3,21	3,20	3,16
45	1,40	2,71	3,23	3,25	3,24	3,21
55	1,22	2,39	3,23	3,28	3,28	3,26
65	1,09	2,14	3,05	3,31	3,32	3,29
75	0,99	1,94	2,81	3,28	3,32	3,29
85	0,90	1,78	2,57	3,00	3,08	3,07
95	0,83	1,65	2,31	2,56	2,58	2,59

Fuente: elaboración propia

Tabla 17 Cálculo de las curvas cruzadas 2

Desplazamiento (toneladas)	35.00 deg.	40.00 deg.	45.00 deg.	50.00 deg.	55.00 deg.	60.00 deg.
5	2,93	2,83	2,71	2,59	2,46	2,34
15	2,99	2,91	2,81	2,71	2,59	2,49
25	3,05	2,97	2,89	2,79	2,68	2,56
35	3,11	3,04	2,95	2,85	2,73	2,59
45	3,17	3,10	3,01	2,89	2,76	2,60
55	3,21	3,14	3,04	2,92	2,77	2,61
65	3,24	3,16	3,06	2,93	2,79	2,62
75	3,24	3,17	3,07	2,94	2,80	2,63
85	3,04	2,97	2,88	2,76	2,63	2,48
95	2,58	2,55	2,50	2,43	2,35	2,25

Fuente: elaboración propia

Tabla 18 Cálculo de las curvas cruzadas 3

Desplazamiento (toneladas)	65.00 deg.	70.00 deg.	75.00 deg.	80.00 deg.	85.00 deg.	90.00 deg.
5	2,24	2,19	2,19	2,14	1,99	1,76
15	2,38	2,27	2,12	1,94	1,74	1,51
25	2,42	2,26	2,07	1,87	1,64	1,40
35	2,42	2,24	2,04	1,82	1,59	1,34
45	2,42	2,22	2,01	1,79	1,55	1,30
55	2,42	2,22	2,00	1,77	1,53	1,28
65	2,43	2,22	2,00	1,77	1,52	1,27
75	2,45	2,24	2,02	1,79	1,54	1,29
85	2,31	2,13	1,94	1,73	1,52	1,30
95	2,14	2,01	1,87	1,70	1,53	1,34

Fuente: elaboración propia

Condiciones de carga:

Se tendrá en cuenta 06 situaciones diferentes de riesgo con la carga a bordo.

Condición de carga 01: cuando el buque sale de muelle, tanques llenos, pasajeros completos sentados en ambas cubiertas.

Tabla 19 Condición de carga 01

	Cantidad	Peso (tn)	Total de peso	Posic. Longitudinal	Posic. transversal	Posic. vertical
Casco	1	8,00	12,00	12,50	0,00	1,10
Superestructura	1	3,00	3,00	12,50	0,00	3,80
Sala de máquinas	1	0,80	0,80	4,50	3,00	0,60
Sala de máquinas	1	0,80	0,80	4,50	-3,00	0,60
Pasajeros en cubierta principal	40	0,08	3,00	12,50	0,00	2,10
Pasajeros en cubierta solárium	20	0,08	1,50	12,50	0,00	3,00
Cocina	1	0,60	0,80	4,50	0,00	3,00
Barra cubierta principal	1	0,30	0,30	8,00	0,00	2,80
Barra cubierta solárium	1	0,20	0,30	8,00	0,00	2,80
Tanques agua potable	1	0,20	0,20	20,00	3,00	0,60
Tanques agua potable	1	0,20	0,20	20,00	-3,00	0,60
Tanques aguas negras	1	0,20	0,20	8,00	-3,00	0,60
Tanques aguas negras	1	0,20	0,20	8,00	-3,00	0,60
Tanques combustibles	1	0,10	0,10	5,00	3,00	0,60
Tanques combustibles	1	0,10	0,10	5,00	-3,00	0,60
Total, Loadcase			23,50			

Fuente: elaboración propia

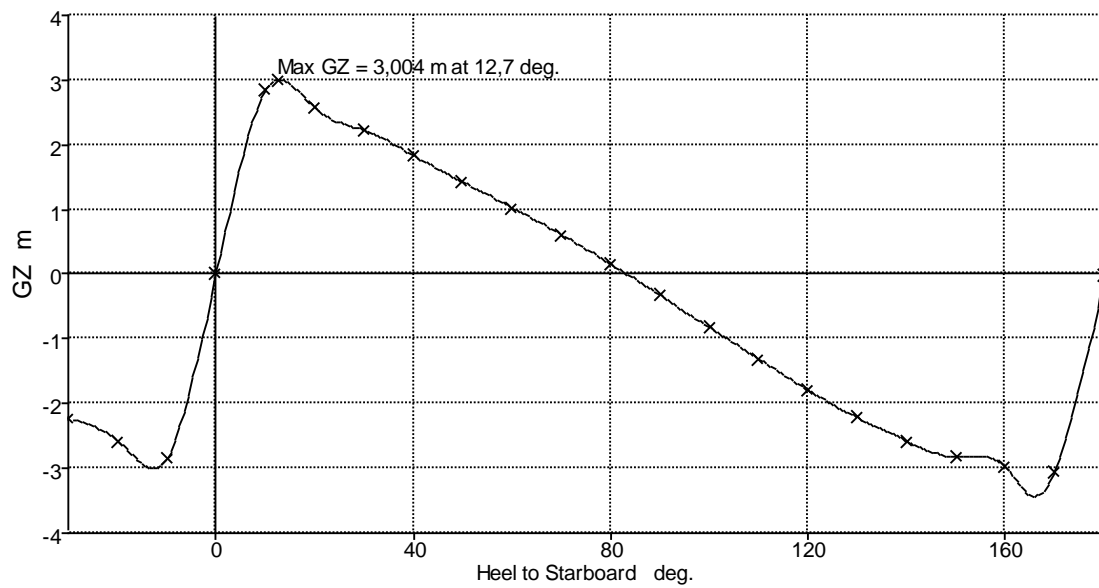


Figura 36 GZ condición de carga 01

Fuente: elaboración propia

Revisión SOLAS (maxsurf): acceptable

Condición de carga 2:

Cuando los pasajeros están aglomerados a un costado (sea babor o a estribor) de la embarcación. Esta situación podría darse porque los pasajeros visualizaron algo y están haciendo fotografías.

Tabla 20 Condición de carga 02

	Cantidad	Peso (tn)	Total de peso	Posic. Longitudinal	Posic. transversal	Posic. vertical
Casco	1	8,00	12,00	12,50	0,00	1,10
Superestructura	1	3,00	3,00	12,50	0,00	3,80
Sala de máquinas	1	0,80	0,80	4,50	3,00	0,60
Sala de máquinas	1	0,80	0,80	4,50	-3,00	0,60
Pasajeros en cubierta principal	40	0,08	3,00	12,50	3,00	2,10
Pasajeros en cubierta solárium	20	0,08	1,50	12,50	3,00	3,00
Cocina	1	0,60	0,80	4,50	0,00	3,00
Barra cubierta principal	1	0,30	0,30	8,00	0,00	2,80
Barra cubierta solárium	1	0,20	0,30	8,00	0,00	2,80
Tanques agua potable	1	0,20	0,20	20,00	3,00	0,60
Tanques agua potable	1	0,20	0,20	20,00	-3,00	0,60
Tanques aguas negras	1	0,20	0,20	8,00	-3,00	0,60
Tanques aguas negras	1	0,20	0,20	8,00	-3,00	0,60
Tanques combustible	1	0,10	0,10	5,00	3,00	0,60
Tanques combustible	1	0,10	0,10	5,00	-3,00	0,60
Total Loadcase			23,50			

Fuente: elaboración propia

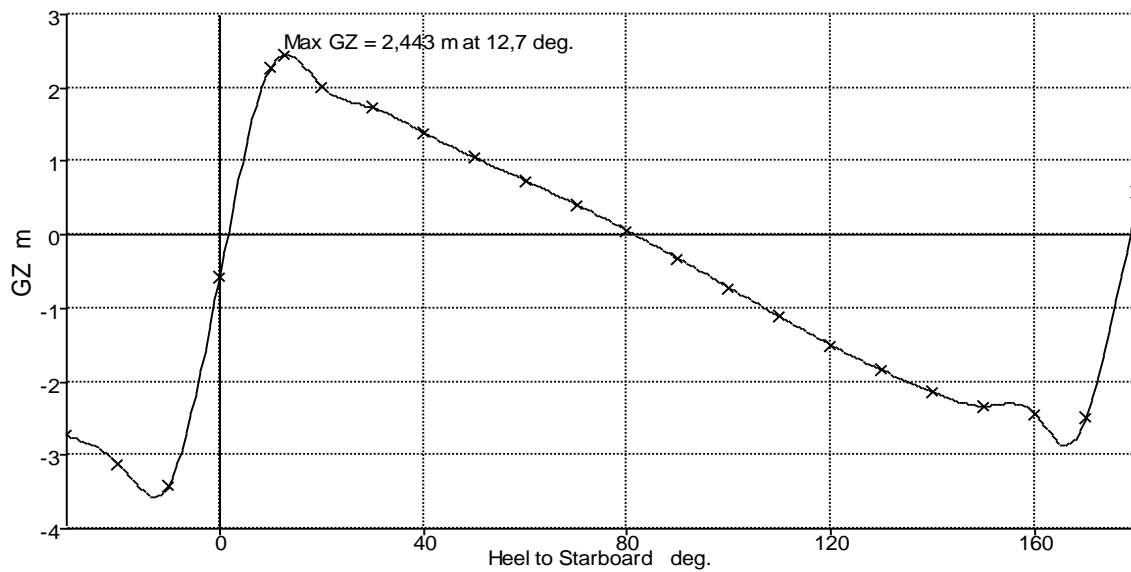


Figura 37 GZ condición de carga 02

Fuente: elaboración propia

Revisión SOLAS (maxsurf): acceptable

Condición de carga 3:

Cuando los pasajeros están aglomerados hacia la proa de la embarcación, pero ubicados a un costado de ésta (sea babor o estribor). Esta situación podría darse porque los pasajeros visualizaron algo y están haciendo fotografías.

Tabla 21 Condición de carga 03

	Cant idad	Peso (tn)	Total de peso	Posic. Longitudinal	Posic. transversal	Posic. vertical
Casco	1	8,00	12,00	12,50	0,00	1,10
Superestructura	1	3,00	3,00	12,50	0,00	3,80
Sala de máquinas	1	0,80	0,80	4,50	3,00	0,60
Sala de máquinas	1	0,80	0,80	4,50	-3,00	0,60
Pasajeros en cubierta principal	40	0,08	3,00	21,00	3,00	2,10
Pasajeros en cubierta solárium	20	0,08	1,50	21,00	3,00	3,00
Cocina	1	0,60	0,80	4,50	0,00	3,00
Barra cubierta principal	1	0,30	0,30	8,00	0,00	2,80
Barra cubierta solárium	1	0,20	0,30	8,00	0,00	2,80
Tanques agua potable	1	0,20	0,20	20,00	3,00	0,60
Tanques agua potable	1	0,20	0,20	20,00	-3,00	0,60
Tanques aguas negras	1	0,20	0,20	8,00	-3,00	0,60
Tanques aguas negras	1	0,20	0,20	8,00	-3,00	0,60
Tanques combustible	1	0,10	0,10	5,00	3,00	0,60
Tanques combustible	1	0,10	0,10	5,00	-3,00	0,60
Total Loadcase			23,50			

Fuente: elaboración propia

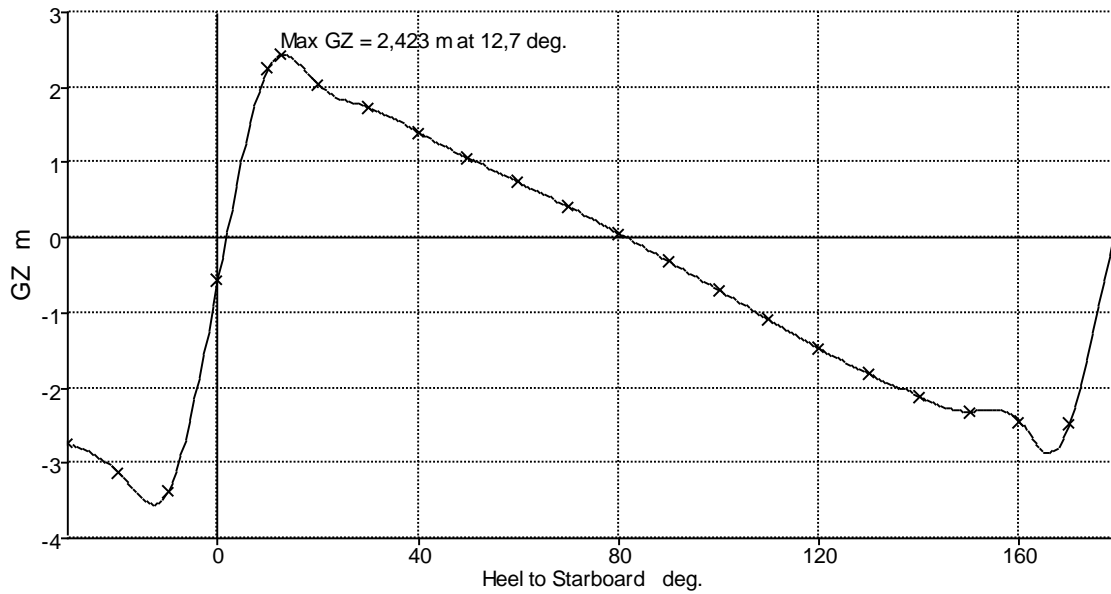


Figura 38 GZ condición de carga 03

Fuente: elaboración propia

Revisión SOLAS (maxsurf): acceptable

Condición de carga 4:

Cuando los pasajeros están aglomerados hacia popa de la embarcación. Está condición podría darse porque los espectadores visualizaron algo o en los momentos de embarque y desembarque.

Tabla 22 Condición de carga 04

	Cant idad	Peso (tn)	Total de peso	Posic. Longitudinal	Posic. transversal	Posic. vertical
Casco	1	8,00	12,00	12,50	0,00	1,10
Superestructura	1	3,00	3,00	12,50	0,00	3,80
Sala de máquinas	1	0,80	0,80	4,50	3,00	0,60
Sala de máquinas	1	0,80	0,80	4,50	-3,00	0,60
Pasajeros en cubierta principal	40	0,08	3,00	5,00	3,00	2,10
Pasajeros en cubierta solárium	20	0,08	1,50	5,00	3,00	3,00
Cocina	1	0,60	0,80	4,50	0,00	3,00
Barra cubierta principal	1	0,30	0,30	8,00	0,00	2,80
Barra cubierta solárium	1	0,20	0,30	8,00	0,00	2,80
Tanques agua potable	1	0,20	0,20	20,00	3,00	0,60
Tanques agua potable	1	0,20	0,20	20,00	-3,00	0,60
Tanques aguas negras	1	0,20	0,20	8,00	-3,00	0,60
Tanques aguas negras	1	0,20	0,20	8,00	-3,00	0,60
Tanques combustible	1	0,10	0,10	5,00	3,00	0,60
Tanques combustible	1	0,10	0,10	5,00	-3,00	0,60
Total Loadcase			23,50			

Figura 39 GZ condición de carga 04

Fuente: elaboración propia

Revisión SOLAS (maxsurf): aceptable

Condición de carga 5:

Cuando la embarcación presta servicios de recepción en la cubierta principal, y la carga se concentra en el salón de recepciones hacia un costado del salón.

Tabla 23 Condición de carga

	Cantidad	Peso (tn)	Total de peso	Posic. Longitudinal	Posic. transversal	Posic. vertical
Casco	1	8,00	12,00	12,50	0,00	1,10
Superestructura	1	3,00	3,00	12,50	0,00	3,80
Sala de máquinas	1	0,80	0,80	4,50	3,00	0,60
Sala de máquinas	1	0,80	0,80	4,50	-3,00	0,60
Pasajeros en cubierta principal	60	0,08	4,50	12,50	3,00	2,10
Pasajeros en cubierta solarium	0	0,08	0,00	5,00	3,00	3,00
Cocina	1	0,60	0,80	4,50	0,00	3,00
Barra cubierta principal	1	0,30	0,30	8,00	0,00	2,80
Barra cubierta solarium	1	0,20	0,30	8,00	0,00	2,80
Tanques agua potable	1	0,20	0,20	20,00	3,00	0,60
Tanques agua potable	1	0,20	0,20	20,00	-3,00	0,60
Tanques aguas negras	1	0,20	0,20	8,00	-3,00	0,60
Tanques aguas negras	1	0,20	0,20	8,00	-3,00	0,60
Tanques combustible	1	0,10	0,10	5,00	3,00	0,60
Tanques combustible	1	0,10	0,10	5,00	-3,00	0,60
Total Loadcase			23,50			

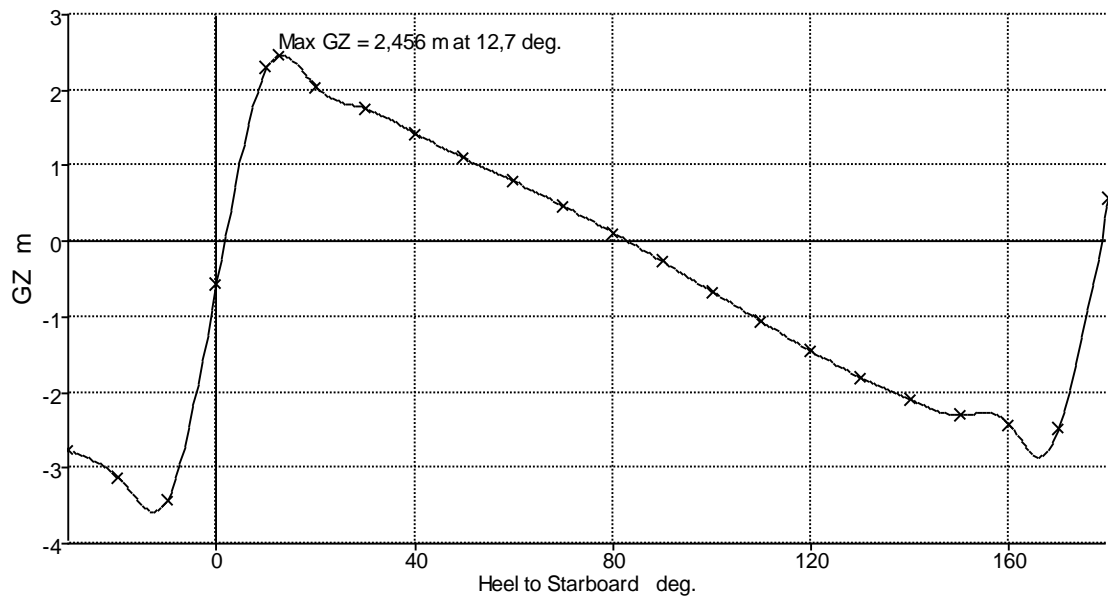


Figura 40 GZ condición de carga 05

Fuente: elaboración propia

Revisión SOLAS (maxsurf): acceptable

Condición de carga 6:

Cuando la embarcación presta servicios particulares y la carga se concentra en la segunda cubierta, donde se encuentra el solárium.

Tabla 24 Condición de carga 06

	Cantidad	Peso (tn)	Total de peso	Posic. Longitudinal	Posic. Transversal	Posic. vertical
Casco	1	8,00	12,00	12,50	0,00	1,10
Superestructura	1	3,00	3,00	12,50	0,00	3,80
Sala de máquinas	1	0,80	0,80	4,50	3,00	0,60
Sala de máquinas	1	0,80	0,80	4,50	-3,00	0,60
Pasajeros en cubierta principal	0	0,08	0,00	12,50	3,00	2,10
Pasajeros en cubierta solarium	30	0,08	2,25	12,50	3,00	3,00
Cocina	1	0,60	0,80	4,50	0,00	3,00
Barra cubierta principal	1	0,30	0,30	8,00	0,00	2,80
Barra cubierta solarium	1	0,20	0,30	8,00	0,00	2,80
Tanques agua potable	1	0,20	0,20	20,00	3,00	0,60
Tanques agua potable	1	0,20	0,20	20,00	-3,00	0,60
Tanques aguas negras	1	0,20	0,20	8,00	-3,00	0,60
Tanques aguas negras	1	0,20	0,20	8,00	-3,00	0,60
Tanques combustible	1	0,10	0,10	5,00	3,00	0,60
Tanques combustible	1	0,10	0,10	5,00	-3,00	0,60
Total Loadcase			21,25			

Fuente: elaboración propia

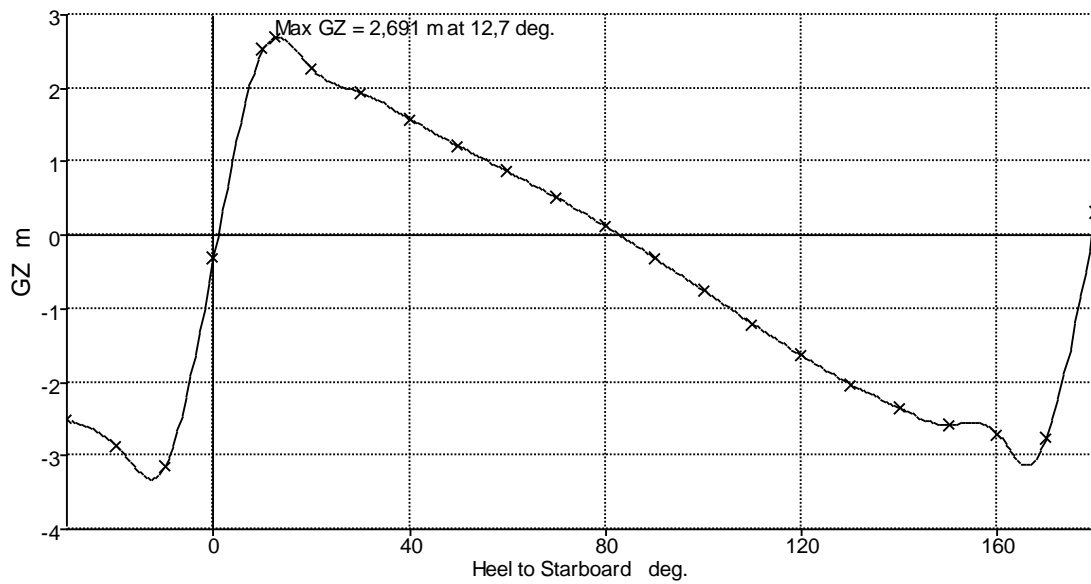


Figura 41 GZ condición de carga 06

Fuente: elaboración propia

Revisión solas (maxsurf): acceptable

#### 4.2. Predicción de la potencia y la elección del aparato motor

El cálculo de la potencia propulsora se realizará de manera teórica, es decir que no se realiza un estudio experimental para obtener la potencia a instalar (canal de pruebas). Para los cálculos teóricos se utiliza el software naval Hullspeed para la estimación de la potencia efectiva. Este programa utiliza la misma modelación del casco efectuada para los cálculos de las características hidrodinámicas y estabilidad en los apartados anteriores, y se realiza la predicción de la potencia basándose en el método de Holtrop.

Tabla 25 Características de la embarcación

Descripción	Valores	Unid.	Holtrop
LWL	25,936	m	25,936 (low)
Beam	7,904	m	7,904 (high)
Draft	1	m	1 (low)
Displaced volume	52,777	m <sup>3</sup>	52,777
Wetted area	136,234	m <sup>2</sup>	136,234
Prismatic coeff.	0,761		0,761
Waterplane area coeff.	0,375		0,375
1/2 angle of entrance	15,15	deg.	15,15
LCG from midships(+ve for'd)	-2,14	m	-2,14
Transom area	2,212	m <sup>2</sup>	2,212
Transom wl beam	7,902	m	--
Transom draft	0,731	m	--
Max sectional area	2,675	m <sup>2</sup>	--
Bulb transverse area	0,002	m <sup>2</sup>	0,002
Bulb height from keel	0	m	0
Draft at FP	1	m	1
Deadrise at 50% LWL	0	deg.	--
Hard chine or Round bilge	Hard chine		--
Frontal Area	0	m <sup>2</sup>	
Headwind	0	kts	
Drag Coefficient	0		
Air density	0,001	tonne/m <sup>3</sup>	
Appendage Area	0	m <sup>2</sup>	
Nominal App. length	0	m	
Appendage Factor	1		
Correlation allow.	0,0004		
Kinematic viscosity	1,1883E-06	m <sup>2</sup> /s	
Water Density	1,026	tonne/m <sup>3</sup>	

Fuente: Hullspeed 2017

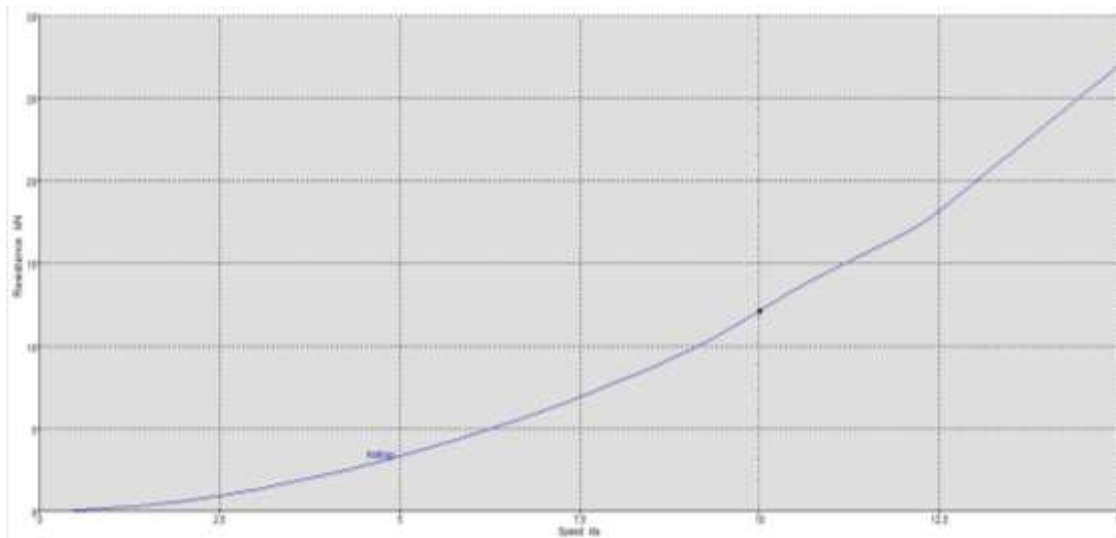


Figura 42 Resistencia vs Velocidad (Holtrop)

Fuente: Hullspeed 2017

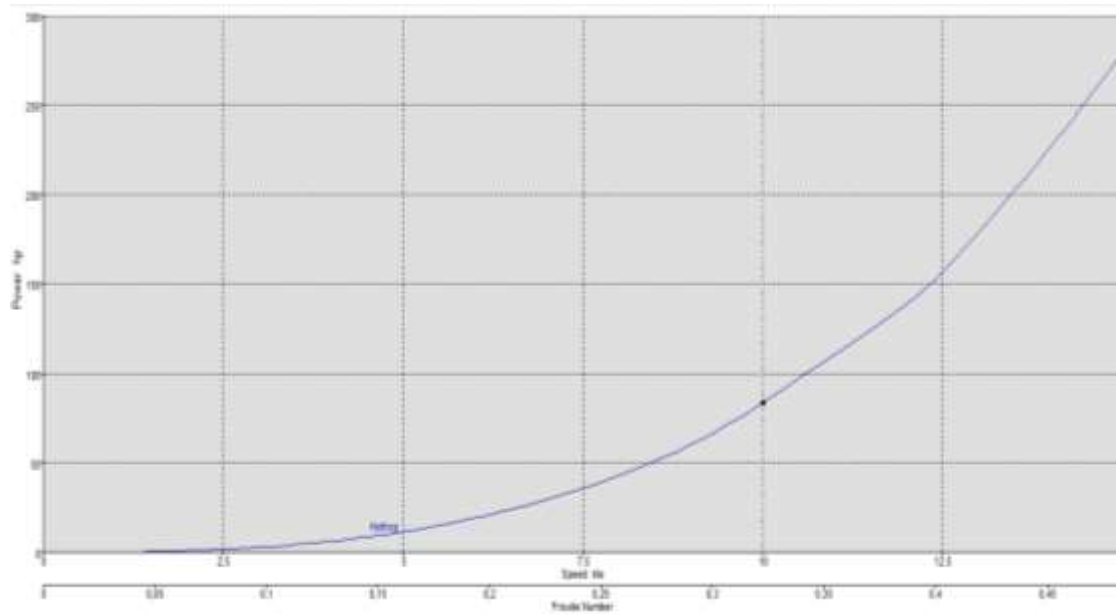


Figura 43 Potencia vs Velocidad (Holtrop)

Fuente: Hullspeed 2017

Tabla 26 Resistencia y potencia. Método Holtrop

Velocidad	Resistencia kN	Potencia kw
0	--	--
0,375	0,03	0,01
0,75	0,1	0,05
1,125	0,21	0,16
1,5	0,36	0,37
1,875	0,54	0,7
2,25	0,77	1,19
2,625	1,02	1,85
3	1,31	2,7
3,375	1,62	3,78
3,75	1,97	5,09
4,125	2,34	6,67
4,5	2,75	8,52
4,875	3,17	10,67
5,25	3,63	13,14
5,625	4,11	15,94
6	4,61	19,09
6,375	5,14	22,62
6,75	5,7	26,56
7,125	6,29	30,92
7,5	6,91	35,75
7,875	7,56	41,09
8,25	8,24	46,92
8,625	8,94	53,22
9	9,69	60,19
9,375	10,53	68,13
9,75	11,47	77,18
10,125	12,47	87,11
10,5	13,44	97,32
10,875	14,32	107,4
11,25	15,13	117,43
11,625	15,94	127,83
12	16,8	139,11
12,375	17,77	151,7
12,75	19,08	167,78
13,125	20,4	184,74
13,5	21,73	202,39

13,875	23,06	220,73
14,25	24,39	239,75
14,625	25,71	259,44
15	27,04	279,78

Fuente: Hullspeed 2017

Si se considera un rendimiento propulsivo de 0,5, la potencia total será de:

$$\frac{139,11}{0,5} = 278,22 \text{ hp}$$

Por lo tanto según Holtrop la potencia para ambos cascos la potencia total a instalar sería de:

$$278,22 \cdot 2 = 556,44 \text{ hp}$$

Sin embargo, teniendo en cuenta el fenómeno de interferencia negativa, la potencia habrá que incrementarla en un 10%, por lo que se obtiene:

$$\frac{556,44}{0,90} = 618,26 \text{ hp}$$

Siendo esta el 90% de la MCR. Por lo tanto, la potencia total a instalar será de:

$$\frac{618,26}{0,90} = 686,96 \text{ hp}$$

Entonces, cada patín deberá tener un motor con potencia de:

$$\frac{686,96}{2} = 343,48 \text{ hp}$$

### **Elección del motor:**

El motor será seleccionado teniendo en cuenta que el sistema propulsivo es Diesel - eléctrico; y considerando el espacio en sala de máquinas de la popa en cada casco, el motor que se ha elegido es de 350 hp, de la marca Nanni. Ver Anexo 9 y 10.



Figura 44 Motor

Fuente: nannidiesel 2017

### 4.3 Módulo de resistencia de la sección maestra

Tabla 27 Módulo de resistencia de la sección maestra

N°	NOMBRE DEL ELEMENTO	N°	D H	D V	Ár ea	Y GP	Mo. Estático	STEINER =M <sub>T</sub>	I <sub>XG</sub>	I <sub>XX</sub>
1	FORRO DEL COSTADOS DEL CASCO EXTERIOR	2	0,012	1,500	0,036	1,1600	0,04176	0,04844	0,00675	0,05519
2	FORRO DEL COSTADOS DEL CASCO INTERIOR	2	0,012	0,990	0,024	0,8600	0,02043	0,01757	0,00194	0,01951
3	FORRO DEL FONDO	4	1,000	0,014	0,056	0,2100	0,01176	0,00247	0,00000	0,00247
4	CUBIERTA	2	1,600	0,010	0,032	0,9500	0,03040	0,02888	0,00000	0,02888
5	TECHO DE CUBIERTA	1	0,010	2,280	0,023	1,6700	0,03808	0,06359	0,00988	0,07346
6	FORRO DEL COSTADOS DE CABINA	2	0,012	1,440	0,035	2,6300	0,09089	0,23905	0,00597	0,24502
7	PUENTE ENTRE CASCOS	1	0,012	3,380	0,041	1,4640	0,05938	0,08693	0,03861	0,12555
8	LONGITUDINALES DE FONDO 1	4	0,060	0,040	0,010	0,1600	0,00154	0,00025	0,00000	0,00025
9	LONGITUDINALES DE FONDO 2	4	0,060	0,040	0,010	0,3300	0,00317	0,00105	0,00000	0,00105
10	LONGITUDINALES DE COSTADOS 1	4	0,050	0,030	0,006	0,5600	0,00336	0,00188	0,00000	0,00188
11	LONGITUDINALES DE COSTADOS 2	4	0,050	0,030	0,006	0,8600	0,00516	0,00444	0,00000	0,00444
12	LONGITUDINALES DE COSTADOS 3	4	0,050	0,030	0,006	1,1600	0,00696	0,00807	0,00000	0,00807
13	LONGITUDINALES DE COSTADOS 4	2	0,050	0,030	0,003	1,4600	0,00438	0,00639	0,00000	0,00640
14	LONGITUDINALES DE COSTADOS 5	2	0,050	0,030	0,003	1,7600	0,00528	0,00929	0,00000	0,00929
15	LONGITUDINALES DE PUENTE ENTRE CASCOS	6	0,030	0,020	0,004	1,4600	0,00526	0,00767	0,00000	0,00767
16	LONGITUDINALES DE CUBIERTA	6	0,030	0,020	0,004	1,9000	0,00684	0,01300	0,00000	0,01300
17	LONGITUDINALES DE COSTADO DE CABINA 1	2	0,020	0,015	0,001	1,9800	0,00119	0,00235	0,00000	0,00235
18	LONGITUDINALES DE COSTADO DE CABINA 2	2	0,020	0,015	0,001	2,2800	0,00137	0,00312	0,00000	0,00312
19	LONGITUDINALES DE COSTADO DE CABINA 3	2	0,020	0,015	0,001	2,5800	0,00155	0,00399	0,00000	0,00399
20	LONGITUDINALES DE COSTADO DE CABINA 4	2	0,020	0,015	0,001	2,8800	0,00173	0,00498	0,00000	0,00498

21	LONGITUDINALES DE TECHO DE CABINA	5	0,015	0,020	0,002	3,3400	0,00501	0,01673	0,00000	0,01673
22	QUILLA DE CASCO	2	0,060	0,100	0,012	0,0500	0,00060	0,00003	0,00001	0,00004
23	QUILLA DE PUENTE	1	0,060	0,100	0,006	1,4500	0,00870	0,01262	0,00001	0,01262
					0,318		0,35478	0,58279	0,06317	0,64597

De la tabla obtenemos las sumatorias de áreas, del momento estático, del momento de inercia Bari céntrico, del momento de transporte y del momento de inercia total:

<u>Sumatorias</u>	
$\Sigma A_i$	0,318
$\Sigma M_{oi}$	0,355
$\Sigma I_{xg}$	0,063
$\Sigma MT$	0,063
$\Sigma I_{xx}$	0,646

Momento de Inercia de sección respecto al eje neutro

$$I_{nn} = 0,25012 \text{ m}^4$$

Módulo de la sección maestra con respecto a la cubierta

$$W_P = 0,1095 \text{ m}^3$$

Módulo de la sección maestra con respecto al fondo

$$W_F = 0,2242 \text{ m}^3$$

La sigma admisible para el aluminio es 240 MPa, entonces se realiza la siguiente ecuación, el momento máximo calculado es 105242 tn.m.

$$\sigma_{flex.max} = \frac{M_{flex.max.}}{W} \leq \sigma_{admissible}$$

$$\sigma_{flex.max} = \frac{105,242 \text{ t.m}}{0.1095} \leq \sigma_{admissible}$$

$$\sigma_{flex.max} = 97,97 \text{ MPa} \leq \sigma_{admissible}$$

#### 4.4. Economía del proyecto

##### 4.4.1. Costo de la embarcación

Para conocer el costo de la embarcación fue necesario, solicitar una cotización a un reconocido astillero en la ciudad de Iquitos, con experiencia en construcción en aluminio naval y en buques similares.

Se le solicitó por lo tanto estimar el costo de la embarcación de aluminio de 26,11 metros de eslora, 9 metros de manga, puntal de 2,20, y una superestructura de 4,80 metros de alto. Incluirá también en el monto total lo concerniente al aparato motor.

Así mismo incluir en el monto total todos los sistemas y habitabilidad excepto el sistema fotovoltaico que será encargado por una empresa adicional. Ver anexo 11 y 12.

**Costo total:** 5'000,000.00 cinco millones de dólares americanos.

##### 4.4.2. Retorno de inversión – ROI

El retorno de la inversión se elaboró teniendo en cuenta las siguientes consideraciones desfavorables.

1. Costo del pasaje 25\$ (el costo real es de 35\$), 3 viajes diarios con un máximo de 120 personas (son 60 personas por cada viaje, un total de 180 en condiciones óptimas).

Tabla 28 Inversión Mensual (US\$)

Inversión mensual	Precio (US\$)
Alimentación	5000
Combustible	30000
Personal	3000
<b>Inversión mensual</b>	<b>38000</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29 Ingreso Bruto Mensual (US\$)

Ingreso Bruto Mensual (En dólares US\$)	
Cantidad de turistas (3 viajes de 40 personas a bordo)	120
Costo por persona	25
<b>Ingreso Bruto Diario</b>	<b>3000</b>
<b>Ingreso Bruto Mensual (En dólares US\$)</b>	<b>90000</b>

Fuente: Elaboración propia

Obtenemos, por lo tanto un ingreso Neto Mensual de **52,000 US\$ dólares** americanos.

Entonces, tenemos:

Tabla 30 Periodo de recuperación de la inversión (US\$)

Periodo de recuperación de inversión de la embarcación de pasajeros (meses)	97
Periodo de recuperación de inversión de la embarcación de pasajeros (años)	8

Fuente: Elaboración propia

## V. CONCLUSIONES

1. La embarcación de tipo catamarán tiene 26,11 metros de eslora, 9 metros de manga y 2,20 metros de puntal; con una velocidad de 12 nudos, autonomía de 24 horas, ésta embarcación está implementada para el transporte de 60 pasajeros seguros y cómodos para el transporte turístico en la Bahía de Paracas, además de eventuales servicios particulares; la estabilidad transversal en catamaranes, hace que este tipo de naves sea muy segura para buques de pasaje, considerándose también muy atractivo por la amplia área que se ofrece sobre la cubierta principal, para los salones y otras áreas comunes.

4. El material de construcción será aluminio, que además de sus buenas características físicas, es 100% reciclable sin pérdida de sus características.

5. El sistema fotovoltaico que se propone, es una alternativa ecológica que se propone instalar en la embarcación, la cual generará 17,2426 kW con 2 días de autonomía, el cual presenta 18 baterías de 250 Ah, 31 paneles fotovoltaicos de 250 W, que cubren un área de 52m<sup>2</sup> aproximadamente; 3 controladores de carga MPPT (2 de 100 A y 1 de 85 A), un inversor de 2 kW con potencia pico de 4 kW y un pozo a tierra para embarcaciones. Estos equipos permitirán abastecer al sistema de iluminación, navegación y equipos electrónicos a bordo. El costo es de US\$ 15 000.00 dólares americanos y se considera atractivo a la inversión.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Optar por nuevos diseños no convencionales como una opción que posee grandes cualidades de estabilidad, seguridad y confort a bordo para diversos servicios y actividades que se desarrollan en el país.
2. A los armadores y dueños de embarcaciones turísticas que consideren dentro de los parámetros y requerimientos de diseño las normativas de seguridad establecidas en el SOLAS y en el registro de clasificación para la construcción de embarcaciones de pasaje.
3. Las autoridades deben poner atención en los destinos turísticos de mayor crecimiento para controlar un servicio de calidad, además garantice la seguridad de los usuarios.
4. Indagar sobre las diferentes fuentes de energía y su aplicabilidad con la finalidad de mejorar el diseño propuesto.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO TIENEN UN PAPEL IMPORTANTE EN DESARROLLO ECONÓMICO DEL PERÚ, MINCETUR: Ministerio de comercio exterior y turismo. [EN LÍNEA]. Disponible en: <https://www.mincetur.gob.pe/mincetur-comercio-exterior-y-turismo-tienen-un-papel-importante-en-desarrollo-economico-del-peru/> [Accedido: 12-oct-2017]

[2] Perú: turismo sostenible atrae cada vez más al viajero europeo, Portal de turismo. [EN LÍNEA]. Disponible en: <http://www.portaldeturismo.pe/noticia/peru-turismo-sostenible-atrae-cada-vez-mas-al-viajero-europeo> [Accedido: 12-oct-2017]

[3] Áreas Naturales Protegidas reciben más del 30% del flujo turístico en Perú, Andina. [EN LÍNEA]. Disponible en: <http://andina.pe/agencia/noticia-areas-naturales-protegidas-reciben-mas-del-30-del-flujo-turistico-peru-674786.aspx> [Accedido el 12-oct-2017]

[4] Paracas, SERNANP: servicio nacional de áreas protegidas por el estado. [EN LÍNEA]. Disponible en: <http://www.sernanp.gob.pe/de-paracas> [Accedido el 12-oct-2017]

[5] Reserva nacional de paracas, SERNANP: servicio nacional de áreas protegidas por el estado. [EN LÍNEA]. Disponible en: <http://www.sernanp.gob.pe/documents/10181/104923/Booklet+Paracas.pdf/a95603b4-309c-4812-9dd9-b3a8bff4ab72> [Accedido el 12-oct-2017]

[6] Emotion tour Perú, “Tour islas ballestas servicio VIP”, 2017. [EN LÍNEA]. Disponible en: <https://www.emotiontourperu.com/package/tour-islas-ballestas-servicio-vip-muelle-privado/> [accedido el 15-oct-2017]

[7] Zotti, I. “Hydrodynamic optimization of a catamarán hull with a central bulb considering its resistance and seakeeping performance” *DINMA, university of Trieste*. Nº 11. pp 25-29. 2012.

[8] Yaakob, O.B., A. Nasirudin, Abdul Ghania, Mat Lazim, Abd Mukti, and Y.M. Ahmed “Parametric study of a low wake-wash inland waterways catamarán” *Sharif University of Technology. Scientia Iranica*. Vol. 19, nº 3, pp. 463-471. Apr 2012.

[9] Nabila, Naz and Mashud Karim. “Investigation of Hydrodynamic Characteristics of High Speed Multihull Vessels including Shallow Water Effect” *Elsevier, Procedia engineering*. nº 194, pp. 51-58. 2017.

[10] Ghazi S., Bari, Konstantin and I. Matveev. “Hydrodynamics of single-deadrise hulls and their catamaran configurations” *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*. nº 9. Pp. 305-314. Nov 2017.

[11] Marín, José, Jorge Chávez, Antonio Lucín. “Estudio experimental de la influencia de separación de cascos sobre la resistencia en un catamarán de 32,5 metros. *Escuela superior politécnica del litoral*. 09-01.5863. 2013.

[12] R. Alvariño, et al. *El proyecto básico del buque mercante 2<sup>da</sup> edición*. Madrid, España: Fondo editorial de ingeniería naval, 2007.

[13] J. Alaez, “Catamaranes de alta velocidad”. Canal de experiencias hidrodinámicas el Pardo, nº130, Abr. 1991.

[14] P. Wellmann, “Anteproyecto y estudio de factibilidad de un catamarán para el lago Llanquihue”, trabajo de fin de grado, Universidad Austral de Chile, 2006.

[15] *Código de estabilidad sin avería para todos los tipos de buque*. NGV 2000 (código internacional para naves de gran velocidad), 2008.

[16] *Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar*. SOLAS, 2004.

[17] *Guide for building and classing, Yachts, hull construction and equipment*, AMERICAN BUREAU OF SHIPPING (ABS), part 3, 2017.

[18] J. Schallenberg ,et al.,” Energías renovables y eficiencia energética”, instituto tecnológico de canarias, 2008 [En línea]. Disponible en: <https://issuu.com/cienciacanaria/docs/libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energeti>

[19] Jara, ‘’*Apuntes de materiales en medios marinos*’’, enero-2006 [en línea] <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6053/32/MATERIALES%20EN%20MEDIOS%20MARINOS.pdf>. [Accedido el 2 – nov- 2017]

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1

#### Zona categoría y diseño según 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.

## ANEXO 2

Debido al cambio en las zonas de navegación se establecen cambios en el equipo obligatorio de las embarcaciones en lo referente a materias de Salvamento, Navegación, Armamento, Achique y Contra incendios y Prevención de vertidos de aguas sucias.

A continuación se especifica el material obligatorio necesario a bordo atendiendo a las materias antes mencionadas y a sus correspondientes zonas.

### I. 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).

## ANEXO 3

### 2. EQUIPO DE NAVEGACION.

MATERIAL.	ZONAS DE NAVEGACIÓN.							NOTAS.
	1	2	3	4	5	6	7	
LUCES Y MARCAS DE NAVEGACIÓN.	X	X	X	X	X	X	X	Homologación COLREG 72; ZONAS 5, 6, 7 en navegación diurna pueden no ser homologadas. En navegación diurna, hasta 12 millas y/o eslora menor de 7 m, podrá llevar linterna eléctrica de luz blanca con pilas de repuesto, en lugar de luces.
COMPÁS.	2	2	1	1				Para ZONAS 1 y 2, uno de gobierno con iluminación y uno de marcaciones. Con tabla de desvíos. Para ZONAS 3 y 4 uno de gobierno. Homologación: R.D. 809/99.
CORREDERA.	1	1						De hélice, eléctrica ó de presión con totalizador, o bien un GPS.
SEXTANTE.	1							Con tablas necesarias para la navegación astronómica.
CRONÓMETRO.	1							
COMPÁS DE PUNTAS.	1	1						
TRANSPORTADOR.	1	1						
REGLA DE 40 cm.	1	1						
PRISMÁTICOS.	1	1	1	1				
CARTAS Y LIBROS NÁUTICOS.	1	1	1	1				De los mares por donde navegue y los portulanos de los puertos que utilice. Obligatorio Cuaderno de Faros y Derrotero de la zona por donde navegue, Anuario de Mareas (excepto en el Mediterráneo), Manual de primeros auxilios, Reglamento de Radiocomunicaciones, Código de señales para navegaciones en ZONA I.
BOCINA DE NIEBLA.	1	1	1	1	1	1	1	A presión manual ó accionada por gas en recipiente a presión. En este caso con membrana y recipiente de gas con respaldos.
CAMPANA.	1	1	1	1				A partir de 15 m. de eslora el peso será de 5 Kg. Para menos de 15 m. no es obligada pero dispondrán de medios para producir sonido eficaz.
PABELLÓN NACIONAL.	1	1	1	1	1	1	1	
CÓDIGO DE BANDERAS.	1	1						Como mínimo las banderas "C" y "N". Las dimensiones mínimas serán 60x50 cm. Para la ZONA I.
LINTERNA ESTANCA.	2	2	1	1				Con bombilla y juego de pilas de repeto.
DIARIO DE NAVEGACIÓN.	1							
ESPEJO DE SEÑALES.	1	1	1	1	1	1	1	
REFLECTOR DE RADAR.	1	1	1	1				Sólo en embarcaciones de casco no metálico.
CÓDIGO DE SEÑALES.	1	1	1	1	1	1	1	Si monta aparatos de radiocomunicaciones.

**ANEXO 4**

**3. ARMAMENTO DIVERSO.**

MATERIAL.	ZONAS DE NAVEGACIÓN.							NOTAS.																																																							
	1	2	3	4	5	6	7																																																								
CAÑA DE TIMÓN DE EMERGENCIA.	X	X	X	X	X	X	X	En embarcaciones de vela y en las de a sólo motor si es gobernado a distancia, excepto si es fuera borda o de transmisión en Z.																																																							
ESTACHAS DE AMARRE AL MUELLE.	2	2	2	2	2	2	2	En su caso, longitud y resistencia adecuada a la estora.																																																							
BICHERO.	1	1	1	1	1	1	1																																																								
REMO.	1	1	1	1	1	1	1	Uno de longitud suficiente y dispositivo de boga. Para estora inferior a 8 m., un par de zaguales.																																																							
INFLADOR.	X	X	X	X	X	X	X	Embarcaciones neumáticas, rígidas y semirrígidas.																																																							
JUEGO REPARACION DE PINCHAZOS.	X	X	X	X	X	X	X	Embarcaciones neumáticas, rígidas y semirrígidas.																																																							
BOTIQUÍN.	X	X	X	X	X	X	X	Con tripulación contratada botiquines A, B y C según alejamiento de costa y tiempo de navegación (R.D. 258/99 y Orden PRE/930/2002).																																																							
BOTIQUÍN.	X	X	X	X	X			Sin tripulación contratada. Para ZONA 1 botiquín tipo C, completado según duración, lugares de viaje, y número de personas. Para ZONA 2 botiquín tipo C (R.D. 258/99 y Orden PRE/930/2002). Para ZONAS 3 Y 4 botiquín tipo balsa salvamento (R.D. 258/99 y Orden PRE/930/2002); Para ZONA 5 botiquín nº4, según Orden 4.12.80.																																																							
LÍNEAS DE FONDEO.	X	X	X	X	X	X	X	Obligado como mínimo 5 veces la estora. Para más de 6 m. como mínimo la longitud de cadena será la de la estora. Menos de 6 m. puede ser sin cadena.																																																							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Estora (m)</th> <th colspan="4">Peso del ancla (Kg)</th> </tr> <tr> <th colspan="4">Ø de cadena (mm).</th> <th colspan="4">Ø de la estacha (mm).</th> </tr> <tr> <th>L.</th> <th>P.A.</th> <th>D.C.</th> <th>D.E.</th> <th>L.</th> <th>P.A.</th> <th>D.C.</th> <th>D.E.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>3,5</td> <td>6</td> <td>10</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>10</td> <td>6</td> <td>10</td> <td>9</td> <td>14</td> <td>8</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>20</td> <td>8</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>33</td> <td>10</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>46</td> <td>10</td> <td>14</td> <td>21</td> <td>58</td> <td>12</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table>				Estora (m)				Peso del ancla (Kg)				Ø de cadena (mm).				Ø de la estacha (mm).				L.	P.A.	D.C.	D.E.	L.	P.A.	D.C.	D.E.	3	3,5	6	10	5	6	6	10	7	10	6	10	9	14	8	12	12	20	8	12	15	33	10	14	18	46	10	14	21	58	12	16		
Estora (m)				Peso del ancla (Kg)																																																											
Ø de cadena (mm).				Ø de la estacha (mm).																																																											
L.	P.A.	D.C.	D.E.	L.	P.A.	D.C.	D.E.																																																								
3	3,5	6	10	5	6	6	10																																																								
7	10	6	10	9	14	8	12																																																								
12	20	8	12	15	33	10	14																																																								
18	46	10	14	21	58	12	16																																																								

**4. PREVENCIÓN DE VERTIDOS DE AGUAS SUCIAS**

MATERIAL	ZONA DE NAVEGACIÓN							NOTAS
	1	2	3	4	5	6	7	
DEPOSITOS DE RETENCIÓN DE AGUAS SUCIAS	X	X	X	X	X	X	X	Si están dotadas de aseo, depósitos permanentes. Conexión universal a tierra. Conductos que atraviesen el casco. Válvulas de cierre hermético con precintos o dispositivos mecánicos de cierre.
EQUIPOS PARA DESMENUZAR Y DESINFECTAR	X	X	X	X	X	X	X	Si están dotadas de aseo, equipos homologados o aprobados. En caso de descargas de aguas desmenuzadas o desinfectadas en zonas permitidas.
EQUIPOS DE TRATAMIENTO	X	X	X	X	X	X	X	Si están dotadas de aseo, equipos homologados o aprobados. En caso de descargas de aguas tratadas en zonas permitidas.

ANEXO 5

**5. ACHIQUE Y CONTRAINCENDIOS**

MATERIAL	ZONA DE NAVIGACIÓN							NOTAS
	1	2	3	4	5	6	7	
EXTINTORES PORTÁTILES EN FUNCIÓN DE LA ESLORA	X	X	X	X	X	X	X	Cabina cerrada < 10m uno del tipo 21-B; Con o sin cabina entre 10 y 15 m uno del tipo 21-B; Con o sin cabina entre 15 y 20 m dos del tipo 21-B; Con o sin cabina entre 20 y 24 m tres del tipo 21-B; Para embarcaciones de lista 0ª y eslora > 10 m uno más de los indicados. Peso min. Extintores 2 Kg de polvo seco (peso equivalente si es otro agente extintor).
EXTINTORES PORTÁTILES EN FUNCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA	X	X	X	X	X	X	X	< A 150 kw uno del tipo 21-B; entre 150 y 300 Kw uno del tipo 34-B (con un motor); Dos del tipo 21-B (con dos motores); Entre 300 y 450 Kw uno del tipo 55-B (con un motor) o dos del tipo 24-B (con dos motores); > 450 Kw con un motor uno tipo 55-B y además el número de extintores necesarios para cubrir la potencia del motor por encima de los 450 Kw.; Con dos motores uno del tipo 55-B por cada motor (que puede ser 34-B si la potencia de cada uno es inferior a 300 Kw.) y además el número de extintores necesarios para cubrir la potencia total instalada; Para eslora < 10 m, estos extintores cumplirán con lo exigido en función de la eslora. Para motores fueraborda < 20 kw en zonas 6 y 7, no se exigirá extintor. Con instalación fija de extinción, un extintor por cada cuarta parte de la potencia. Peso min. de extintores : 2 Kg de polvo seco (peso equiv. Si es otro agente extintor).
INSTALACIÓN FIJA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	X	X	X	X	X	X	X	En embarcaciones con motores que utilicen combustible del grupo 1º. No son admisibles los gases halógenos como agente extintor.
DETECTOR DE GASES	X	X	X	X	X	X	X	Si tiene n instalaciones de gas combustible.
BALDES CONTRAINCENDIOS	2	2	1	1				Zonas 1 y 2 y eslora > 20 m, tres baldes.
EXTRACTOR DE GASES	X	X	X	X	X	X	X	Extractor antideflagrante en motores interiores que utilicen combustible del grupo 1.
BOMBAS DE ACHIQUE	2	2	2	1	1	1	1	Zonas 1,2 y 3 una manual y otra accionada con cualquier fuente de energía. En las zonas 4,5 y 6 una bomba. En zona 7 una bomba manual o eléctrica, para estoras menores o iguales a 6 m, con cámaras de flotabilidad podrá sustituirse por un achicador. En veleros en Zonas 1-6 al menos una bomba será manual y fija, operable desde la bañera. Capacidades: (a 10 KPaj): 10 l/min. eslora <= 6 m.; 15 l/min. para estoras 6-12 m.; 30 l/min. para eslora >=12m. Manuales: la capacidad indicada con 45 embotadas por minuto. En espacios con motores o tanques de combustible del grupo 1 las bombas serán antideflagrantes.
BALDES DE ACHIQUE	2	2	2	1	1	1		Pueden ser los de contraincendios.



# AVT 13B Vacuum flush toilet

Bulkhead mounted



PRODUCT LEAFLET

Wärtsilä Water Systems has supplied waste water treatment systems to the marine & offshore market for over 50 years. Our operational experience and market-led innovation and technology means that we can deliver a range of unrivalled waste water treatment products. Mindful of the environment, we work to ensure that all our products meet the highest standards of compliance. Wärtsilä has developed an enviable reputation for reliable equipment, backed up by an efficient spares and service capability.

The Wärtsilä vacuum flush toilet has been designed to be mechanically simple, operationally reliable and stylish in appearance. It uses air to drive waste through the toilet and vacuum piping to the treatment tank or intermediate collection tank. By using only approximately 1 litre of water, a dramatic reduction in the amount of waste water is realised.

This contemporarily styled toilet has a built-in vacuum breaker and flush memory. The control mechanism can be accessed without removing the bowl.

**FEATURES**

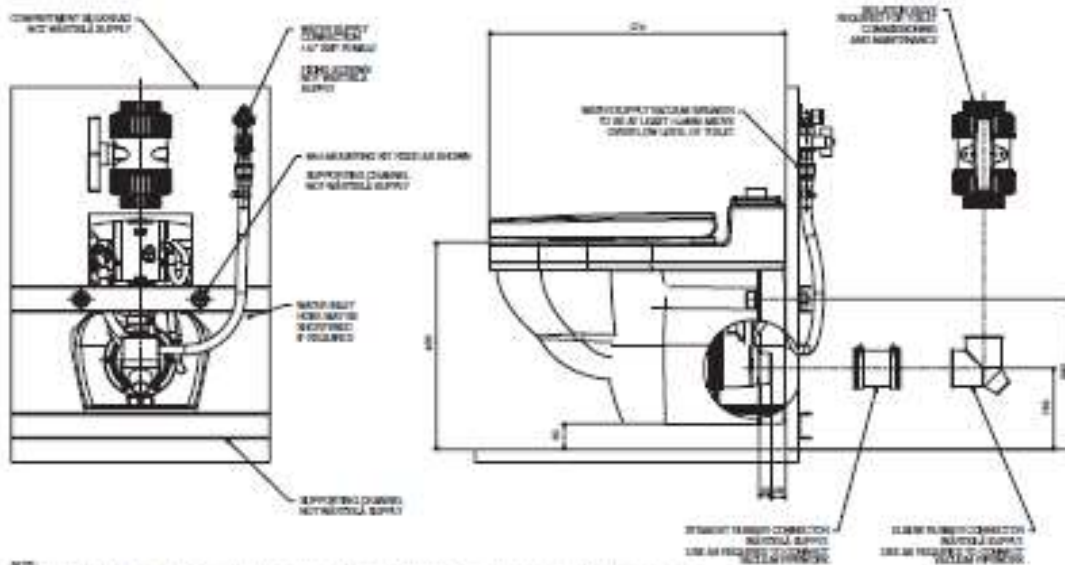
- Contemporary styling
- Minimum space requirements
- Low water consumption
- Simple to install - supplied complete, ready to connect
- Quiet operation
- Maintenance in-situ
- Easy deck cleaning



# ANEXO 7

Fig.1 Installation data and interface requirements

Fully Installed Weight: 22 kg  
Dimensions (mm)



- NOTE:
- VACUUM BREAKER CAN BE MOUNTED AT ANY CONVENIENT LOCATION BUT MUST BE A MINIMUM OF 100mm ABOVE THE OVERFLOW LEVEL OF THE TOILET
  - SUPPORTING CHANNEL SECTIONS NOT MOUNTED SUPPLY
  - SUPPORTING CHANNEL SECTIONS TO BE SECURELY FASTENED TO WALL STRUCTURE AT EACH END
  - FLUSH CONTROL ASSEMBLY IS REMOVABLE FROM THE TOILET BOWL. WATER VALVE AND BRASS DISCHARGE VALVE ARE ACCESSIBLE FROM THE REAR TOILET END
  - FLUSH STRAIGHT AND ELBOW CONNECTORS TO BE USED ACCORDING TO CUSTOMER REQUIREMENTS
  - CUSTOMER CONNECTIONS REQUIRE NO REGULATION
- NEEDLE VALVE (MOUNTED SUPPLY) TO TOILET WATER VALVE WITHIN THE BOWL.  
 1/2" BSP WATER SUPPLY TO WALL PLATE (ELBOW 1/2" BSP FEMALE)  
 VACUUM BREAKER (LINE) TO TOILET BRASS DISCHARGE VALVE
- THE QUANTITY OF FLUSHING WATER USED IS CONTROLLED BY A GATED PLUG ON THE TOILET WATER VALVE IN THE BOWL. THE CORRECT QUANTITY OF WATER SHOULD BE TO  $\pm 0.5$  LITRE CHANGE THE GATED PLUG AS NEEDED TO ACHIEVE THIS FROM THE 1/2" BSP WATER SUPPLY PRESSURE.

### OPERATION

The toilet is activated by pressing and releasing the push-button located at the rear of the bowl. The toilet is equipped with a vacuum circuit that automatically controls the flush cycle. The controls have timing circuitry which allows the discharge valve to open and empty the contents of the bowl. Simultaneously, the water valve opens causing water to flow into and rise the bowl. The water valve remains open long enough after the discharge valve has closed for a residual pool to accumulate in the bowl. In the event of vacuum drop, the unit's memory registers the push-button activation and completes the flush cycle once the vacuum is restored to the appropriate level.

### MATERIAL SPECIFICATION

Bowl: Vitreous china, white  
 Seal & cover: Impact resistant plastic  
 Mechanism: Plastic - ABS  
 Mechanism: Rubber - EPDM

### OPERATING DATA

Operating vacuum: -0.4 bar to -0.6 bar  
 Water pressure: 1.5 bar to 6.0 bar  
 Water consumption: 1 litre to 1.5 litres/flush

### NOTES

- Additional reinforcements may be required depending upon the bulkhead thickness and material.
- Vacuum breaker, 90° elbow or straight connector and all mechanism and bowl inlet connecting hoses are supplied with the toilet.

www.wartsila.com

wastewater@wartsila.com

WÄRTSILÄ AB is a registered trademark. Copyright © 2015 Wartsila Corporation. Specifications are subject to change without prior notice.



# ANEXO 8

Accesorios & Velería

Acabillaje Wichard

## 48

### LUCES DE NAVEGACIÓN CON LED

**1- LUCES DE NAVEGACIÓN CON LED HIGH POWER**

- ▶ Especialmente desarrolladas para ahorrar energía y mejorar la visibilidad.
- ▶ Para embarcaciones de hasta 20 m. Visibilidad: 2-3 millas.
- ▶ Muy bajo consumo de energía: 4 a 5 W.
- ▶ Funcionan con 10-30 VDC.
- ▶ Clase IP67.
- ▶ Cuerpo de policarbonato y de acero inoxidable.

Ref.	Modelo	Ángulo luz	LED	Altura mm	Ø mm	Ancho mm
919191	Verde	112,5º	5 x 1 W	115	100	95
919192	Rojo	112,5º	5 x 1 W	115	100	95

ILUMINACIÓN EXTERIOR CON LED

**1- FOCOS CON 3 LED HIGH POWER**

- ▶ Focos multibanda para interiores y exteriores.
- ▶ LED protegidos por un cristal esférico y protección contra las interferencias.
- ▶ Con clase IP67 se pueden instalar al exterior.
- ▶ Focos con 3 LED de 1 W, producen una luz comparable a una halógena de 20 W.
- ▶ Funcionan con 10-30 VDC.
- ▶ LED con luz blanca cálida (2700°K) o blanca fría (5000°K).
- ▶ Se pueden fijar directamente con un tornillo a empotrados en la pared.
- ▶ Cuerpo de aluminio anodizado con 3 acabados disponibles: aluminio, cromado y blanco.

Ref.	Acabado	Color luz	Ø exterior mm	Ø interior mm	Altura mm	Profundidad mm
919197	Aluminio	Blanca cálida	47	30	40	34
919198	Aluminio	Blanca fría	47	30	40	34
919199	Blanco	Blanca cálida	47	30	40	34
919200	Blanco	Blanca fría	47	30	40	34

**2- PLAFONES CON LED HIGH POWER**

- ▶ Plafones multibanda para interiores y exteriores.
- ▶ Plafones con 3 x 1 LED de 3 W, producen una luz comparable a una halógena de 20 W.
- ▶ Con clase IP67 se pueden instalar al exterior.
- ▶ Funcionan con 10-30 VDC o con 10-30 VAC.
- ▶ LED con luz blanca cálida (2700°K).
- ▶ Tipo rotativo, disponibles: 0,3 mm y 100 mm de altura, 3 opciones con tornillos.
- ▶ Cuerpo de aluminio anodizado con 3 acabados disponibles: cromado, aluminio y blanco.

Ref.	Acabado	Color luz	Ø exterior mm	Ø interior mm	Altura mm	Profundidad mm
919201	Cromado	Blanca cálida	93	6,5	40	30
919202	Blanco	Blanca cálida	93	6,5	40	30
919203	Cromado	Blanca cálida	108	6,5	40	30
919204	Blanco	Blanca cálida	108	6,5	40	30

**3- BARRAS CON 3 LED HIGH POWER**

- ▶ Barras con 3 LED de 1 W, producen una luz comparable a una halógena de 20 W.
- ▶ Funcionan con 10-30 VDC.
- ▶ 3 W de consumo.
- ▶ Con clase IP67 se pueden instalar al exterior.
- ▶ LED con luz blanca cálida (2700°K).
- ▶ Cuerpo de aluminio anodizado.

Ref.	Color luz	Longitud mm	Ancho mm	Altura mm
919205	Blanca cálida	21 mm	24 mm	1 mm

ILUMINACIÓN INTERIOR CON LED

**1- PLAFONES CON 3 LED HIGH POWER**

- ▶ Plafones empotrables con 3 LED de 1 W, producen una luz comparable a una halógena de 20 W.
- ▶ Funcionan con 10-30 VDC.
- ▶ Clase IP64.
- ▶ Focos de luz blanca cálida (2700°K) con luminarias a 4P.
- ▶ Cuerpo de aluminio anodizado con 3 acabados disponibles: aluminio, cromado y blanco.

Ref.	Acabado	Color luz	Ø exterior mm	Ø interior mm	Altura mm	Profundidad mm
919206	Aluminio	Blanca cálida	76	2	47	20
919207	Cromado	Blanca cálida	76	2	47	20
919208	Blanco	Blanca cálida	76	2	47	20

**2- PLAFONES CON LED HIGH POWER**

- ▶ Plafones empotrables con 1 LED de 3 W, producen una luz comparable a una halógena de 20 W.
- ▶ Funcionan con 10-30 VAC o 10-30 VDC.
- ▶ Clase IP64.
- ▶ LED con luz blanca cálida (2700°K).
- ▶ Cuerpo de latón con 2 acabados disponibles: latón y cromado.

Ref.	Acabado	Color luz	Ø exterior mm	Ø interior mm	Altura mm	Profundidad mm
919401	Cromado	Blanca cálida	80	2	40	24
919402	Latón	Blanca cálida	80	2	40	24

**3- PLAFONES CON LED HIGH POWER ORIENTABLES**

- ▶ Plafones empotrables con 1 LED de 3 W orientable, producen una luz comparable a una halógena de 20 W.
- ▶ Funcionan con 10-30 VAC o 10-30 VDC.
- ▶ Clase IP64.
- ▶ LED con luz blanca cálida (2700°K).
- ▶ Cuerpo de latón con 2 acabados disponibles: latón y cromado.

Ref.	Acabado	Color luz	Ø exterior mm	Ø interior mm	Altura mm	Profundidad mm
919403	Cromado	Blanca cálida	80	2	40	24
919404	Latón	Blanca cálida	80	2	40	24

# T8V SERIES

Propulsion

Shaft Line

Water Jet



## PERFORMANCE DATA

Model	kW	hp	rpm	l/h	Rating
T8V.320	235	320	3800	40.7	M6
T8V.350	257	350	3800	46.7	M6
T8V.370	272	370	3800	53.6	M6

## ENGINE OVERVIEW

<b>Configuration</b>	8 cylinders V design 90° 4 stroke Diesel
<b>Fuel system</b>	Common Rail Direct injection
<b>Displacement</b>	4.5 l [275 cu in]
<b>Bore &amp; Stroke</b>	86 x 96 mm [3.39 x 3.78 in]
<b>Intake</b>	Twin turbocharger & Intercooler
<b>Cooling</b>	Closed cooling with heat exchanger
<b>Gearbox</b>	Shaft line, Stern Drive or Water jet
<b>Emissions</b>	IMO Annex VI compliant, RCD2 2013/53/EU, EPA marine Tier 3

## ANEXO 10

### DIMENSIONS & WEIGHT

<b>Max length</b>	1389 mm [54.6 in]
<b>Length clutch</b>	1032 mm [40.6 in]
<b>Width</b>	841 mm [33.1 in]
<b>Height</b>	756 mm [29 in]
<b>Dry weight</b>	435 kg [959 lbs]

### FEATURES & BENEFITS

- Toyota engine base
- Robust design
- Compact package
- High power density
- Easy routine servicing
- Installation flexibility
- 4 valves per cylinder
- Internal balancers

ANEXO 11 - Cotización



**CONSTRUCCIONES BEIRUTH S.A.C.**

RUC N° 20567248004

DISEÑO, CONSTRUCCION Y REPARACION DE EMBARCACIONES DE ALUMINIO Y ACERO NAVAL, SERVICIO DE METAL MECANICA, INSPECCION, CALIBRACION Y PERITAJE.

Iquitos, 03 de diciembre del 2017

**COTIZACIÓN N° 012-PT**

Señor.- Tuesta Arriola, María Teresa  
CONASSA S.R.L

**ASUNTO.- COTIZACIÓN DE UN EMBARCACION EN ALUMINIO NAVAL +  
02 MOTORES DE 350 HP**

Estimado señor:

Grato es dirigirme a usted para saludarle muy cordialmente y al mismo tiempo informarle sobre la cotización por la venta:

**EMBARCACIÓN TIPO CATAMARÁN DE 26 METROS CON 02 MOTORES DE 350 HP.**

**MEDIDAS PRINCIPALES DE LA EMBARCACIÓN**

ESLORA: 26.00 METROS  
MANGA: 9.00 METROS  
PUNTAL: 2.20 METROS

**MATERIAL: ALUMINIO NAVAL 5052-H34**

**TIPO DE CASCO: Catamarán**

**SUPERESTRUCTURA**

**TODOS LOS SISTEMAS NAVEGACIÓN, FONDEO, ELECTRICO,  
ANTIINCENDIO (EXCEPTO SISTEMA FOTOVOLTAICO)**

**CONFORT ADICIONAL**

**APARATO MOTOR**

**Entrega:**

La entrega del casco de la embarcación se realiza en 240 días hábiles desde la firma del contrato.

El equipamiento de la nave con sistemas, motores, se realiza en 120 días adicionales.

La entrega de la nave se estima para 360 días calendario.

---

Calle Pablo Rosel N° 200 (Puerto Don Jose)

Celular: 965987080

E-mail: manzur\_josel\_91@hotmail.com

**ANEXO 12 - Cotización**



**CONSTRUCCIONES BEIRUTH S.A.C.**

**RUC Nº 20567248004**

**DISEÑO, CONSTRUCCION Y REPARACION DE EMBARCACIONES DE ALUMINIO Y ACERO  
NAVAL, SERVICIO DE METAL MECANICA, INSPECCION, CALIBRACION Y PERITAJE.**

**COSTO TOTAL: 5'000,000.00 MILLONES DE DÓLARES.**

El precio total de la embarcación es de 5, 000, 000 cinco millones de dólares

**NOTA:**

Dicho trabajo tendrá una duración máxima de 400 días calendario.

El precio indicado no incluye IGV (por la ley de la exoneración).

La forma de pago es de 80% de adelanto y el otro 20% a la entrega de la nave.

El pago se realizara por depósito a la cuenta corriente de la empresa:

**SCOTLABANK**

Cta. Cte.: 4105494

CCI: 009-754-000004105494-31

CONSTRUCCIONES BEIRUTH S.A.C

**INTERBANK**

Cta. Cte.: 7453001303649

CCI: 003-745-003001303649-73

CONSTRUCCIONES BEIRUTH S.A.C

Agradeciéndoles anticipadamente su atención a la presente, nos despedimos de ustedes.

Muy Atentamente,

**CONSTRUCCIONES BEIRUTH S.A.C**

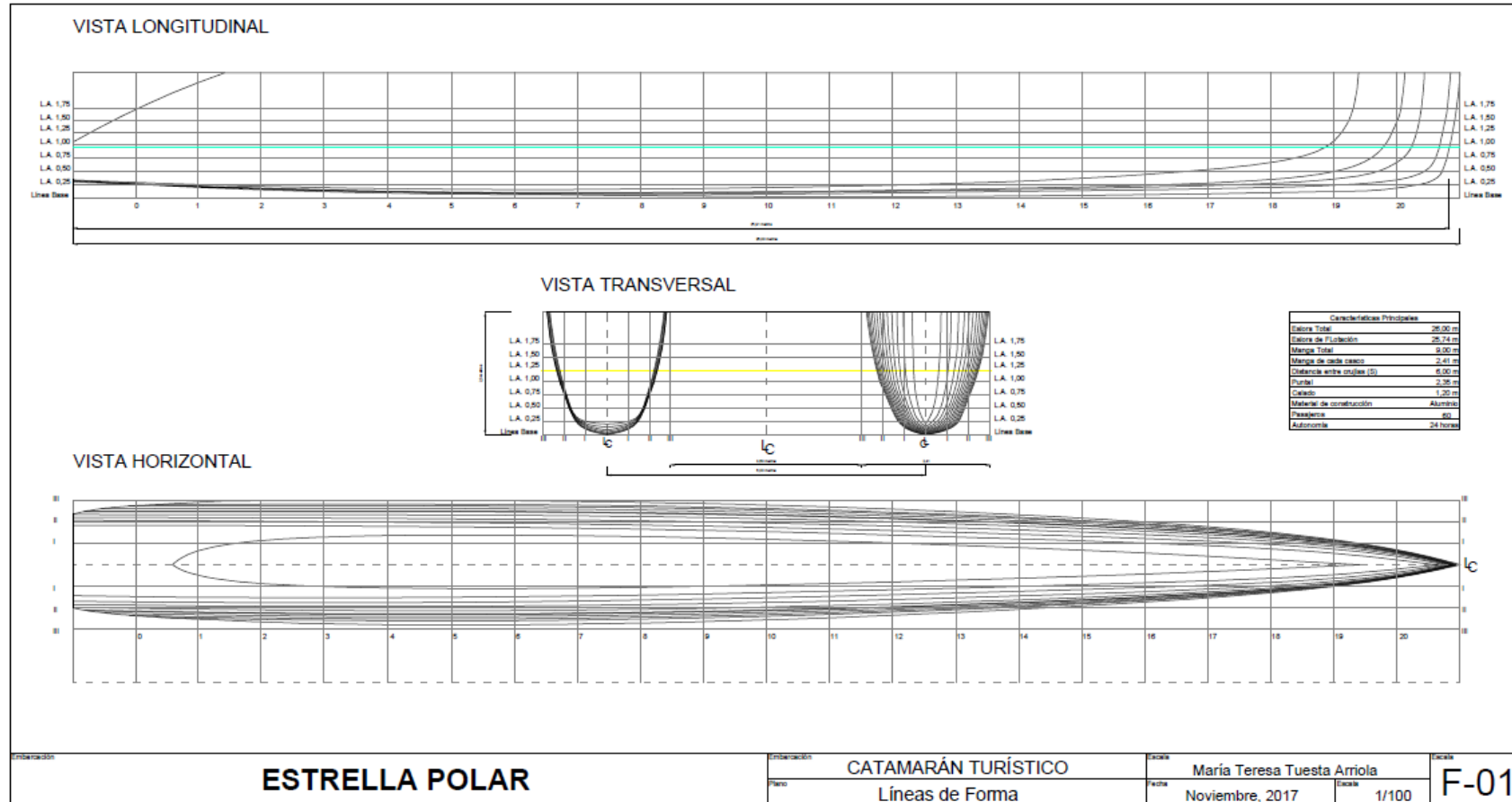
---

Calle Pablo Rosel N° 200 (Puerto Don Jose)

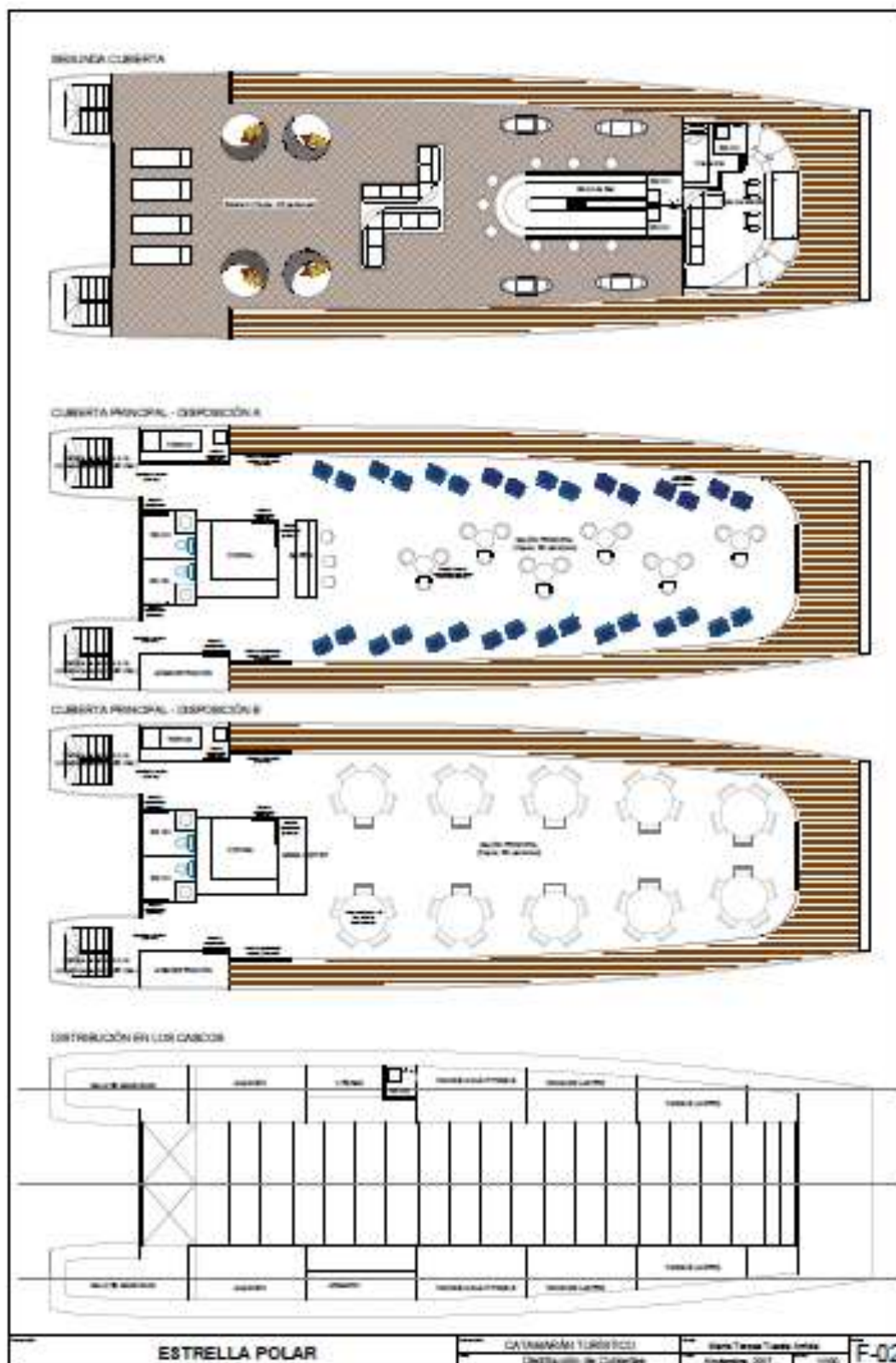
Celular: 963987080

E-mail: manzur\_josi\_91@hotmail.com

# ANEXO 13 – Plano de formas

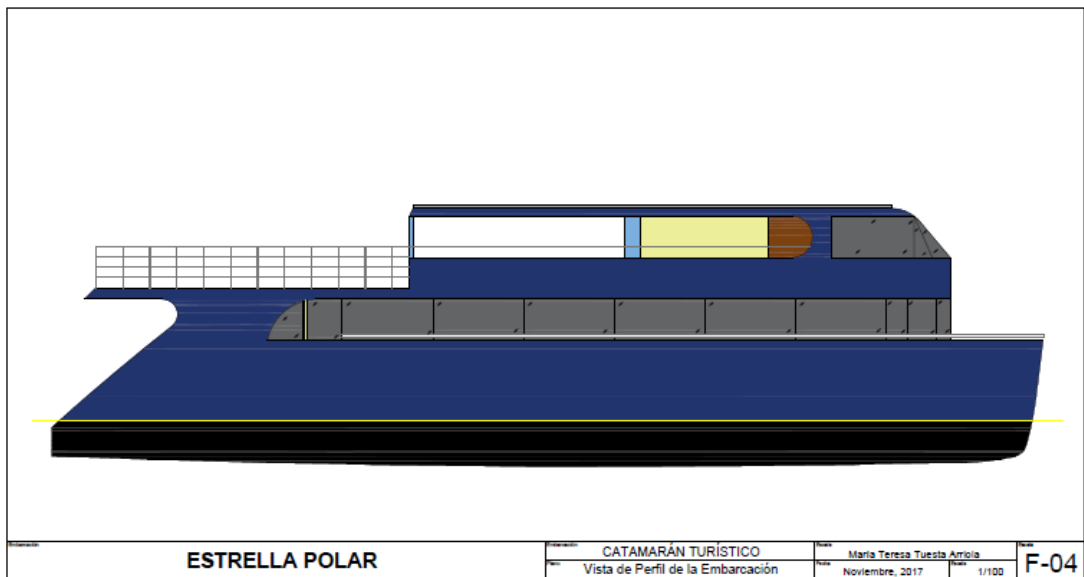


# ANEXO 14 Plano de Distribución



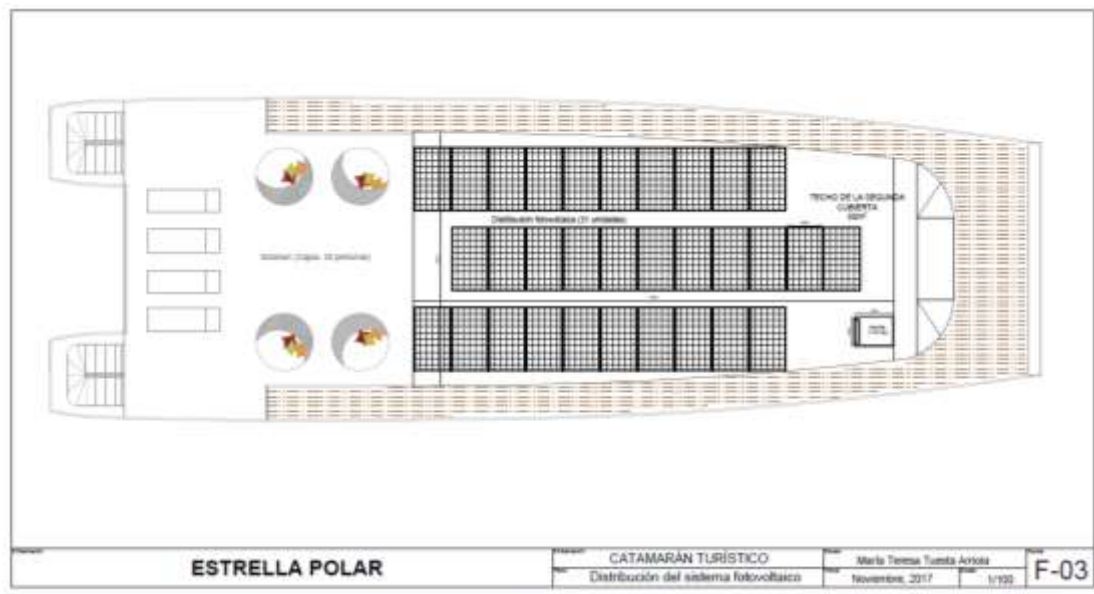
## ANEXO 15

### Vista de Perfil de la Embarcación



## ANEXO 16

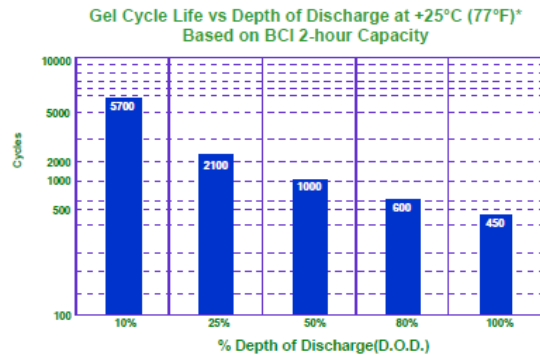
### Distribución del Sistema Fotovoltaico



# ANEXO 17

## CARACTERÍSTICAS DE LA BATERÍA

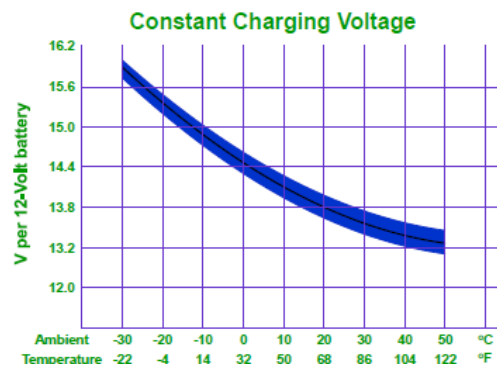
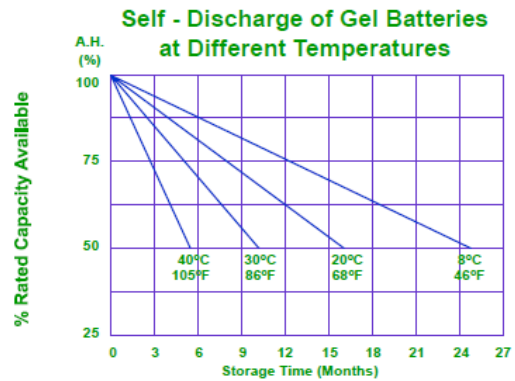
Battery Model	Capacity C/20 1.75VPC	Capacity C/8 1.75VPC	CCA @ -18°C 0°F	CCA @ 0°C 32°F	Short Circuit Amps	Internal Resistance Milli-Ohms	Female Terminal Type	Battery weight		Overall Battery Dimensions					
								KG	lbs	Length		Width		Height	
EBG26 / 12-30G	26	20.1	190	250	1100	10.8	F-M6	9.4	20.7	6.54	166	4.96	126	6.93	176
EBG31 / 12-40G	33	25.6	240	320	1500	7.3	F-M6	12.0	26.4	7.72	166	5.16	131	6.26	159
EBG40 / 12-50G	40	31.0	260	350	1700	6.0	F-M6	14.0	30.8	7.80	196	6.54	166	6.69	170
EBG228P / 12-60G	55	42.6	280	380	1900	5.6	F-M6	18.7	41.1	9.02	229	5.43	138	6.43	214
EBG24 / 12-70G	75	58.1	410	550	2100	5.4	F-M6	25.0	55.0	10.2	259	6.62	168	6.50	215
EBG80 / 12-80G	80	61.9	460	620	2400	4.5	F-M6	28.0	61.6	10.2	259	6.62	168	6.50	215
EBG27 / 12-90G	90	69.7	510	680	2650	4.3	F-M6	30.0	66.2	12.0	305	6.62	168	6.50	215
EBG100 / 12-100G	100	77.4	580	780	2900	3.9	F-M6	31.0	68.4	12.0	305	6.62	168	6.50	215
EBG31 / 12-110G	110	85.1	710	960	3000	3.4	F-M6	33.0	72.8	13.1	332	6.86	174	6.67	220
EBG120 / 12-120G	120	92.9	760	1020	3300	3.1	F-M6	35.0	77.2	16.1	408	6.90	175	9.21	234
EBG135 / 12-135G	135	105	850	1150	3650	3.0	F-M8	39.6	87.5	13.4	340	6.81	173	11.3	288
EBG150 / 12-150G	150	116	970	1300	4200	2.9	F-M8	45.0	99.2	18.9	480	6.70	170	9.45	240
EBG40 / 12-160G	160	124	1020	1350	4450	2.8	F-M8	52.2	115	20.9	530	8.23	209	6.67	220
EBG80 / 12-200G	200	155	1240	1670	5400	2.2	F-M8	65.0	143	20.5	520	9.37	238	6.67	220
EBG80 / 12-230G	232	180	1400	1870	5900	2.1	F-M8	75.0	165	20.5	520	10.6	269	6.27	210
<b>EBG250 / 12-250G</b>	<b>250</b>	<b>194</b>	<b>1500</b>	<b>2010</b>	<b>6300</b>	<b>2.0</b>	<b>F-M8</b>	<b>80.0</b>	<b>176</b>	<b>20.5</b>	<b>520</b>	<b>10.6</b>	<b>269</b>	<b>6.67</b>	<b>220</b>
EBGGC2 / 6-200G	200	155	1200	1600	5000	2.3	F-M8	31.0	68.4	12.6	320	6.82	173	9.06	230



### BATTERY CYCLING ABILITY

The EverExceed's Deep Cycle Gel Rang Battery excels in cycling applications. Deep Cycle Gel Range batteries are capable of 5000+ charge / discharge cycles depending on the depth of discharge.

TYPICAL CYCLIC PERFORMANCE	
CAPACITY WITHDRAWN	CYCLES
100%	450
80%	600
50%	1000
25%	2100
10%	5700



CARACTERÍSTICAS DEL PANEL SOLAR

# Sunmodule<sup>®</sup> Plus SW 250 - 260 poly



PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS (STC)\*

		SW 250	SW 255	SW 260
Maximum power	$P_{max}$	250 Wp	255 Wp	260 Wp
Open circuit voltage	$U_{oc}$	37.6 V	38.0 V	38.4 V
Maximum power point voltage	$U_{mp}$	30.5 V	30.9 V	31.4 V
Short circuit current	$I_{sc}$	8.81 A	8.88 A	8.94 A
Maximum power point current	$I_{mp}$	8.27 A	8.32 A	8.37 A
Module efficiency	$\eta_m$	14.91%	15.21%	15.51%

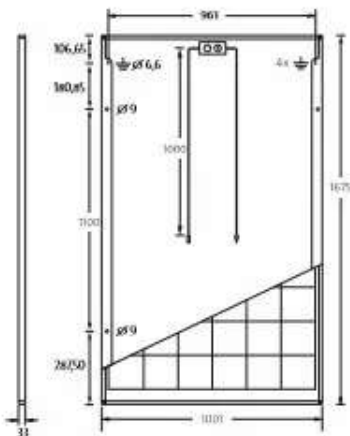
Measuring tolerance ( $P_{max}$ ) traceable to TÜV Rheinland: +/- 2% (TUV Power controlled)

\*STC: 1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1.5

PERFORMANCE AT 800 W/m<sup>2</sup>, NOCT, AM 1.5

		SW 250	SW 255	SW 260
Maximum power	$P_{max}$	185.4 Wp	188.7 Wp	192.4 Wp
Open circuit voltage	$U_{oc}$	34.2 V	34.5 V	34.8 V
Maximum power point voltage	$U_{mp}$	27.8 V	28.1 V	28.5 V
Short circuit current	$I_{sc}$	7.24 A	7.30 A	7.35 A
Maximum power point current	$I_{mp}$	6.68 A	6.77 A	6.76 A

Minor reduction in efficiency under partial load conditions at 25°C: at 200 W/m<sup>2</sup>, 300% (+/- 2%) of the STC efficiency (1000 W/m<sup>2</sup>) is achieved.



DIMENSIONS

Length	1675 mm
Width	1001 mm
Height	33 mm
Frame	Clear anodized aluminum
Weight	18.0 kg

COMPONENT MATERIALS

Cells per module	60
Cell type	Poly crystalline
Cell dimensions	156 mm x 156 mm
Front	tempered glass (EN 1260)

THERMAL CHARACTERISTICS

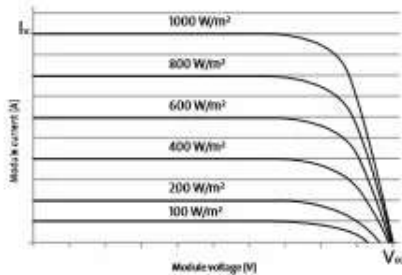
NOCT	46 °C
TC $I_{sc}$	0.053 %/K
TC $U_{oc}$	-0.31 %/K
TC $P_{max}$	0.41 %/K

ADDITIONAL DATA

Power sorting	0 Wp / +5 Wp
J-Box	IP65
Connector	104

PARAMETERS FOR OPTIMAL SYSTEM INTEGRATION

Maximum system voltage SC II	1000 V
Maximum reverse current	25 A
Load / dynamic load	5.4 / 2.4 kN/m <sup>2</sup>
Number of bypass diodes	3
Operating range	-40 °C to +85 °C



SolarWorld AG reserves the right to make specification changes without notice. This data sheet complies with the requirements of EN 50380.

KBRB21 | 2018-03-02 EN