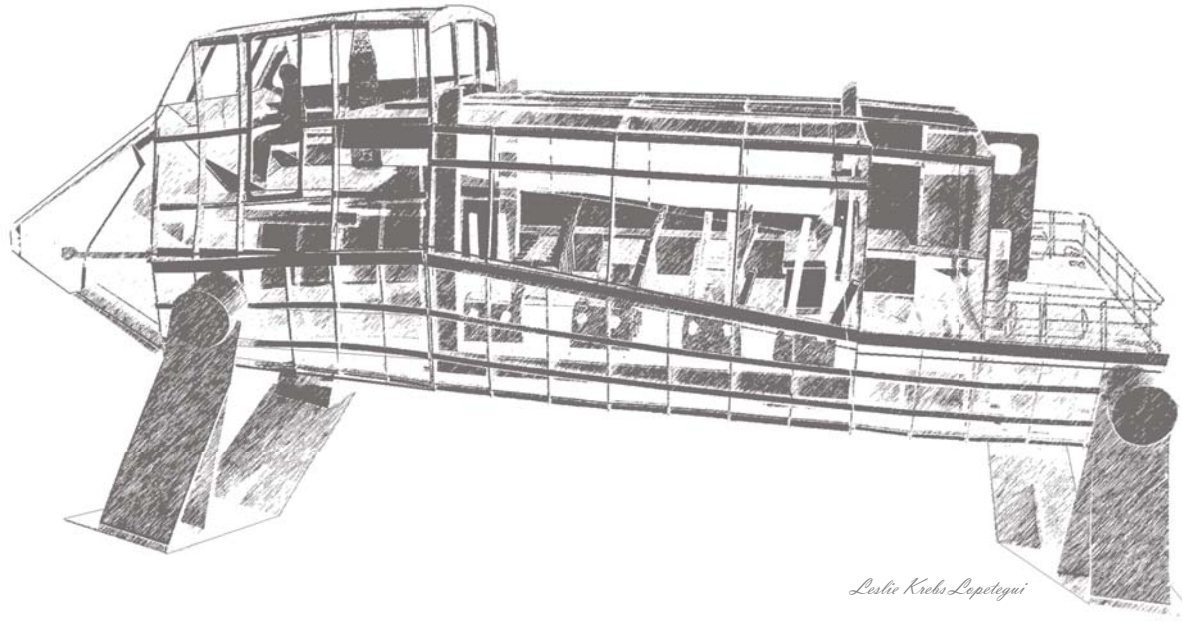


e[ad]

ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso



LANCHA RÁPIDA CON PERFILES HIDRODINÁMICOS PARA LA ACCESIBILIDAD Y CONECTIVIDAD MARÍTIMA DE LA PATAGONIA OCCIDENTAL. PLAN PILOTO: FIORDO COMAU, REGION DE LOS LAGOS - CHILE.

“ Ahora, que el mar sea un límite es algo difícil de sostener si pensamos que, frente a él, desde cualquier punto se abre la mirada a su extensión inagotable. Llamar “límite” a tal anchura parece, pues, una verdadera contradicción en los términos.

Pero, si no fuera un límite, Chile, en algún punto de su larguísima costa, habría sido una puerta de salida para la aventura de algún navegante, seducido, como Ulises, por el ejemplo del sol que se pierde en el fondo de los horizontes. Navegantes, marinos, lobos de mar, habrían hecho del pacífico la inquieta extensión de un país marítimo.”

(Humberto Giannini , 2005. Entre la Cordillera y el Mar: Reflexiones sobre el límite).

He navegado extensamente dentro de Chile y en el extranjero y considerando la enorme extensión del borde costero de nuestro país, llama la atención la escasa presencia de diseño, especialmente nacional, en nuestras costas, diseño que es imprescindible para el desarrollo del país. He observado que hay pocos lugares adecuados para refugiarse y por otro lado me he encontrado con una escasez de soluciones de diseño apropiadas para suplir esta carencia, incluyendo estructuras náuticas tales como muelles, diques, marinas, boyas, señalética y rompeolas adaptados a la realidad nacional. Del mismo modo, son escasas las embarcaciones que resultan adecuadas para las condiciones y necesidades locales.

Estas carencias tienen un efecto significativo sobre la conectividad del país, dificultando la navegación y el transporte en general en zonas que sufren un alto grado de aislamiento. Chile requiere necesariamente superar estos desafíos para poder desarrollarse, deberíamos ser líderes mundiales en diseño náutico por nuestra condición de tener tan extensa costa.

Como diseñadora, la combinación de refugios marítimos escasos, embarcaciones poco adecuadas e infraestructura deficiente, y su efecto sobre la conectividad nacional me causa gran inquietud. Esta inquietud es la que me motivó a ingresar al Programa de Magíster en Arquitectura y Diseño mención Náutico y Marítimo, para obtener mayores herramientas para enfrentar estos nuevos desafíos del diseño náutico chileno.

Lo que espero es lograr, a través de la aplicación del diseño náutico, un significativo incremento de la conectividad de las áreas remotas y australes de Chile.

Para lograr esta conectividad es fundamental mejorar la infraestructura que permita facilitar la navegación de embarcaciones mayores y menores a lo largo de todo el territorio nacional, haciéndola más segura y accesible a las poblaciones remotas.

Es esencial que las mejoras de diseños de embarcaciones específicas y de la infraestructura náutica incluyan un componente significativo de diseño, que considere las condiciones únicas del litoral nacional y sus necesidades. Al mismo tiempo, el diseño de esta infraestructura y/o embarcaciones deben hacerse cargo de las características únicas de las comunidades remotas y de la sustentabilidad de su habitabilidad. El diseño debe contribuir a la integración del territorio a través de mejoras de los estándares de protección de la ciudadanía de zonas ribereñas, marítimas, fluviales y lacustres en riesgo por la acción de mareas y oleaje.

De este modo, las soluciones de diseño que se generen en nuestro país tendrán un efecto significativo en incrementar la conectividad del país y la sustentabilidad de sus comunidades. Esto es fundamental para que Chile pueda lograr el desarrollo socioeconómico y productivo que esperamos.

Leslie Krebs Lopetegui ,2012

CONTENIDO

0. 1. ABSTRACT		III. 1. c. Culturas canoeras de la Patagonia Occidental	19	III. 3. c. Planta motriz: central hidráulica	90
Versión español	1	III. 1. d. Fiordo Comau	22	III. 3. d. Teoría de modelos	104
English version	1	III. 1. e. Sistemas de aberturas rampas de desembarco	36	III. 3. e. Principios de la Estabilidad, teoría de buque	112
0. 2. RESUMEN GENERAL				III. 3. f. Teoría de hélice	120
Versión español	2	III. 2. FUNDAMENTO CREATIVO	41	III. 3. g. Estudio sistema constructivo de embarcaciones de aluminio	130
English version	3	III. 2. a. Sobre la observación	42		
I. ENCARGO	5	III. 2. b. Travesía al Fiordo Comau	43	IV. HIPÓTESIS	139
I. 1. Origen del encargo	6	III. 2. c. Embarcación Don Baldo, permanencia y maniobrabilidad	56	V. METODOLOGÍA	143
I. 2. Actualidad del encargo	6	III. 2. d. Microhabitabilidad en una embarcación de pasajeros	61	V. 1. Requerimientos de alto nivel (RAN) y espiral de diseño.	144
I. 3. Importancia del encargo	7	III. 2. e. Asientos y camarotes plegables	65	V. 2. Pruebas del modelo en canal de arrastre	145
II. OBJETIVOS	9	III. 2. f. El Acto de la embarcación y las peculiaridades de los objetos	69	V. 3. Pruebas del modelo en Túnel de viento	148
II. 1. Objetivo general	10	III. 3. FUNDAMENTO TÉCNICO	71	V. 4. Análisis dimensional y semejanza dinámica a través de ecuaciones de similitud.	150
II. 2. Objetivos específicos	11	III. 3. a. Principios de los perfiles hidrodinámicos y del hidroala.	72		
III. FUNDAMENTO	13	III. 3. b. Fundamento energético: Redes	86		
III. 1. FUNDAMENTO TEÓRICO	15				
III. 1. a. La Patagonia Occidental	16				
III. 1. b. La fundación y el concepto de maritorio	18				

V. 5. Planimetría	153
V. 6. Modelamiento 3D	153
V. 7. Maquetas a escala	153
V. 8. Teoría de buque: Estabilidad Estática	153
V. 9. Cálculo de hélices.	153
VI. RESULTADOS	155
VI. 1. Datos en relación al R.A.N de la embarcación.	156
VI. 2, 3 y 4 Pruebas del modelo y análisis dimensional y semejanza dinámica.	162
VI. 5. Planimetría y procesos constructivos	176
VI. 5. a. Planimetría Modelo a escala	177
VI. 5. b. Planimetría general Prototipo	182
VI. 5. c. Puente de Mando, suelo pivotante	190
VI. 5. d. Rampa de acceso	194
VI. 5. e. Perfiles hidrodinámicos	202

VI. 6. Modelamiento 3D	204
VI. 6. a. Cálculo peso y comprobación geométrica estructural	205
VI. 6. b. Distribución de elementos energéticos (redes), rendimiento motor diesel, calculo, dimensionamiento y peso de estanques.	222
VI. 7. Maquetas a escala de estudio	232
VI. 8. Teoría de buque: Estabilidad Estática	242
VI. 8. a. Curvas hidrostáticas	242
VI. 8. b. Curvas Cruzadas	250
VI. 8. c. Cuadro de Carga y estabilidad dinámica	252
VI. 8. d. Planos de lineas	256
VI. 9. Cálculo de hélices.	258

VII. CONCLUSIONES	265
VIII. DISCUSIÓN BIBLIOGRÁFICA	273
IX. ANEXOS	279
IX. 1. El Aluminio y soldadura Tig-Mig	281
IX. 2. Estudio maniobrabilidad y fondeo	297
IX. 3. Ciudad de Agua: La localidad de Puerto Gala, el far west criollo.	309
IX. 4. Referente al modelo hidrofoil	321
IX. 5. Fichas técnicas, folletos y cotizaciones	337
IX. 6. Laminas exposición magíster por etapa	347

ABSTRACT - versión español

Lancha rápida con perfiles hidrodinámicos para la accesibilidad y conectividad marítima de la Patagonia Occidental. Plan piloto: Fiordo Comau.

Encargo. Es continuación de la línea de investigación de los perfiles hidrodinámicos.

Objetivo. Embarcación rápida, que evite la ola corta de los canales. De uso polifuncional y capaz de desembarcar en lugares sin infraestructura portuaria.

Fundamento. “El maritorio: elemento unificador y único acceso”1. “El principio del trasbordador, puente entre orillas”2. “La plegabilidad permite el desaparecimiento para dar cabida”3.

Hipótesis. Colocando perfiles hidrodinámicos debajo del casco, se genera sustentación sobre éste, levantándolo fuera del agua y obteniendo menor resistencia y mayor velocidad. Plegando los asientos a las bordas, lograr una planta libre.

Metodología. Pruebas de modelo en canal de arrastre y túnel de viento. Cálculo de curvas hidrostáticas, cruzadas, de estabilidad y teoría de hélices.

Resultados. Cálculo potencia efectiva , velocidad crucero 20 nudos: 360HP; máxima: 25 nudos 480HP. Angulo ataque del perfil: 1,5° en popa y 2,5 ° en proa. 15 Toneladas de desplazamiento. Rampa biarticulada de dos pistones y elevación del suelo del puente de mando. Butacas plegables a las bordas.

Conclusiones. Introducción de tabla Excel para cálculo de potencia y cálculo de hélices. Se verificó el bajo consumo de combustible, en modalidad hidrofoil, 40% menos (aprox.). Se simplificó el sistema de apertura de la rampa y del suelo del puente de mando.

1. Embarcación Amereida, B.Ivelic / 2. Amereida Vol. II varios autores / 3. Peculiaridades, B. Ivelic

ABSTRACT - english version

Fast motorvessel with hydrodynamic foils for maritime connectivity and accessibility of Occidental Patagonia .Pilot Plan: Comau Fiord.

Assignment. This is a follow-up of the research on hydrodynamic foils.

Objective. Fast vessel that avoids the short waves of the channels. With multifunction, and capable of landing in places without port infrastructure.

Fundamentals. “The Seatory: unifying element and only access”1. “The ferry principle, bridge between shores”2. “Foldability: allows the disappearance of objects to give room”3.

Hypothesis. Placing hydrodynamic foils under the hull, lift is generated on it, lifting it over the water and achieving lower resistance and highest speed. Folding the seats towards the sides, a clear floor plan is achieved.

Methodology. tests of a scale model in a tow canal and wind tunnel. Calculation of hydrostatic curves and cross curves of stability and propeller theory.

Results. Effective power calculation, cruising speed of 20 knots: 6390 HP; maximum speed 25 knots 480 HP. Foil angle of attack: 1,5 in stern and 2.5 in bow. 15 tons of displacement. Double articulated ramp of two pistons and elevating bridge floor. Seats foldable against sides.

Conclusions. Introduction of Excel spreadsheet for power calculations and propeller calculations. A lower consumption of fuel was verified, in hydrofoil mode, 40% less(approx.) The ramp system was simplified as well as the bridge floor.

1. Embarcación Amereida, B.Ivelic / 2. Amereida Vol. II varios autores / 3. Peculiaridades, B. Ivelic

RESUMEN - versión español

Lancha rápida con perfiles hidrodinámicos para la accesibilidad y conectividad marítima de la Patagonia Occidental. Plan piloto: Fiordo Comau.

Encargo

Origen general del encargo

Es continuación de la línea de investigación de perfiles hidrodinámicos.

Actualidad del encargo

Autoridades han llamado a licitación de un transporte náutico preparado para la asistencia.

Importancia de Resolver el Encargo

Beneficia a los habitantes del Fiordo Comau con una embarcación especializada, prestando asistencia y socorriendo emergencias por medio de la velocidad y el desembarco. Introducción en Chile de perfiles hidrodinámicos en embarcaciones.

Objetivo

Objetivo General

Lograr conectividad y accesibilidad del fiordo Comau.

Objetivo específico

Diseñar embarcación rápida de uso polifuncional, que evite la ola corta de los canales y capaz de desembarcar en lugares sin infraestructura portuaria.

Fundamento.

Fundamento Teórico

“El maritorio: elemento unificador y único acceso” 1. “El principio del trasbordador, puente entre orillas” 2. “Fiordo Comau”, características geográficas, geomorfología y acceso a las orillas.

Fundamento Creativo

“La plegabilidad permite el desaparecimiento para dar cabida” 3. “Permanencia en el ir” observaciones travesía magíster, 2011

Fundamento Técnico

Fundamentos energéticos: Redes, Planta Motriz (central hidráulica), Estabilidad estática (principios de flotabilidad y principios de funcionamiento del hidrofoil). Fundamento constructivo: Embarcaciones de aluminio empresa Sitecna.

Hipótesis. Colocando perfiles hidrodinámicos debajo del casco, se generara sustentación sobre éste, levantándolo fuera del agua, obteniéndose menor resistencia y mayor velocidad. Plegando los asientos a las bordas, lograr una planta libre. Adaptando el principio del transbordador, se tiene capacidad de acercamiento y conexión al borde marítimo, con el despliegue de una rampa de acceso.

Metodología. Requerimientos de alto nivel embarcación. Pruebas del modelo en canal de arrastre, túnel de viento y canal de olas. Cálculo de curvas hidrostáticas, cruzadas y estabilidad y teoría de hélices.

Resultados. Cálculo potencia efectiva, velocidad crucero: 20 nudos, 360HP; máxima: 25 nudos, 480HP. Ángulo ataque perfil diedro de 20°, modelo NACA/Munk M-5: 1,5° en popa y 2,5° en proa. Definición estructural y pesos, 15 Toneladas de desplazamiento. Rampa biarticulada de dos pistones y elevación del suelo del puente de mando. Butacas plegables a las bordas. Cálculo de hélice 4 palas, 70 cm diámetro con Paso 75.5cm, rendimiento hélice aislada 70% a 950 rpm. Diseño fuente propulsora hidráulica.

Conclusiones. Introducción tabla Excel para cálculo de potencia y cálculo de hélices. Se verificó, el bajo consumo de combustible en modalidad hidrofoil, 40% menos (aprox.). Se simplificó el sistema de apertura de la rampa y del suelo del puente de mando. Autonomía 487 km a 20 nudos (13 horas).

1. Embarcación Amereida, B.Ivelic / 2. Amereida Vol. II varios autores / 3. Peculiaridades, B. Ivelic

SUMMARY – english version

Fast motorboat with hydrodynamic foils for the accessibility and connectivity of Occidental Patagonia. Pilot plan: Comau Fiord.

Assignment

General origin of the assignment
This is a follow up of research on hydrodynamic foils.
Current status of the assignment
The authorities have called for the bidding of a nautical transport system prepared for assistance.
Importance of resolving the assignment
This benefits the Comau Fiord inhabitants with a specialized vessel, supporting and helping emergencies through speed and disembarking abilities. Introduction in Chile of hydrodynamic foils for vessels.

Objectives

General Objective
To achieve connectivity and accessibility of the Comau fiord
Specific Objective
To design a fast vessel of multifunctional use, that avoids the short wave of the channels and able to disembark in places without port infrastructure.

Fundamentals.

Theoretical Fundamentals
“The Seatory: unifying element and only access”1. “The ferry principle, bridge between shores”2. “Foldability allows the disappearance of objects to give room”3.
Creative Fundamentals
“Foldability allows the disappearance of objects to give room”3.
“The permanence in going” Master field observations, 2011

Technical Fundamentals
Energy fundamentals: Nets, Power Plant (hydraulic central), Static stability (flotation principles and hydrofoil principles)
Building fundamentals :Aluminum vessels from Sitecna company

Hypothesis

Placing hydrofoils under the hull, lift will be generated on it, raising it over the water, achieving lower resistance and higher speed. Folding the seats against the sides a clear floor plan is achieved. Adapting the ferry principle, an approaching and connecting capability to the maritime border is achieved, with the deployment of an Access ramp.

Methodology. High level vessel requirements. Model tests in tow channel, wind tunnel and wave channel. Hydrostatic, crossed and stability curves calculations. Propeller calculations.

Results.

Effective power calculations, cruising speed: 20 knots, 360 HP; maximum: 25 knots, 480 HP. Attack angle of the dihedral foil, model NACA-MUNK M-5: 1.5° at stern and 2.5° at bow. Structural and weight definitions: 15 tons of displacement. Doubly articulated ramp with two pistons and elevating bridge floor. Foldable seats towards sides. 4 blade propeller calculation, 70 cm diameter with 75.5cm pitch, performance of isolated propeller 70% at 950rpm.

Conclusions. Introduction of Excel table for power and propeller calculations. The lower fuel consumption was verified under foil mode, 50% less (approx.).The bridge floor opening system was simplified as well as the ramp opening system. Range of 487 km. at 20 knots (13 hours).

1. Embarcación Amereida, B.Ivelic / 2. Amereida Vol. II varios autores / 3. Peculiaridades, B. Ivelic

I. ENCARGO

Capítulo I	
Encargo	5

I. 1. Origen general del encargo

Esta tesis está basada en los estudios de perfiles hidrodinámicos y embarcaciones con hidroalas desarrollados desde los inicios del Magíster en Arquitectura y Diseño Náutico Marítimo. Se trata de un proyecto de continuidad en el que se retoma la investigación desarrollada por otros estudiantes.

El origen del proyecto está dado por la geografía disgregada de la zona austral que se presenta como uno de los principales problemas de aislamiento para los colonos del Fiordo Comau, ya que el medio de transporte terrestre aparece en forma discontinua y en varios sectores solo se tiene acceso por medio de embarcaciones. Para las comunidades existentes a lo largo de la costa, el transporte marítimo representa su única vía de comunicación, debido a su condición archipelagógica.

Este proyecto trabaja con la asistencia técnica de la empresa Sitecna S.A(fabricante de lanchas de aluminio), que nos aporta con un importante conocimiento en el ámbito marítimo.

I. 2. Actualidad del encargo

La Gobernación Marítima en conjunto con las entidades regionales, han llamado varias veces a concurso en estos últimos años para la licitación de un nuevo transporte náutico preparado para la asistencia del Fiordo Comau.

Anterior al año 2007 existieron dos lanchas que por mala administración fueron dadas de baja. Después de eso, en 2007 empezó a operar una embarcación convencional subvencionada por el estado, la cual está operativa para 30 personas (San Sebastián) que hasta el día de hoy está en funcionamiento junto a otra embarcación de similares características que empezó a operar en Octubre 2011 (Serenade), siendo su viaje inaugural nuestra Travesía de magíster al Fiordo. Estas navegan de Hornopirén a Leptepu en 5 a 6 horas. A esta embarcación se le suma una barcaza de la Naviera Austral que entró en vigencia en noviembre del 2011, la barcaza “Isla Mancera”, que navega por el tramo entre Hornopirén y Leptepu en 4 horas. Es verdad que hoy en día el plan del gobierno Conectividad austral ha dado frutos

implementando estas 3 embarcaciones, pero poseen limitaciones tales como la baja velocidad y la dificultad de llegar a toda orilla (es el caso de la embarcación San Sebastián y Serenade, lo cual se confirmó al haber navegado en ellas), lo que las convierte en una lancha demasiado básica de prestar apoyo a los pobladores.

La erupción del volcán Chaitén (2008) deja en evidencia la necesidad de tener embarcaciones rápidas y de asistencia para emergencias, siendo el mar para esta zona la única vía de conectividad masiva.

I. 3. Importancia de Resolver el Encargo

El proyecto beneficia a los habitantes del Fiordo Comau con una embarcación especializada que preste asistencia periódica y socorra emergencias por medio de la velocidad y el desembarco, enfrentando los obstáculos que tradicionalmente aíslan a los habitantes de esta zona.

La introducción en Chile de la tecnología de los perfiles hidrodinámicos es un tema escasamente tratado, hasta la fecha no hay registro alguno del su uso en nuestro país, de hecho, el lago Titicaca es uno de los pocos lugares en Sudamérica que los utiliza.

La importancia específica de mi estudio es rescatar información significativa de las tesis del magíster relacionadas con el tema y a través de mi propia investigación llegar a una proposición final y concreta de la embarcación en toda su expresión, para que la próxima etapa sea presentar el proyecto a concursos de fondos tales como InnovaCorfo o Fondef y a empresas privadas para lograr un financiamiento para la construcción de un prototipo y así implementar la embarcación en la zona y darle una solución al poblado del Fiordo Comau.



I. OBJETIVOS

- + Conectividad y accesibilidad.
- ++ Lancha rápida, sortear o eludir ola corta.
- +++ Vinculo con el borde.
- ++++ Multipropósitos

I. 1.Objetivo General

1. Lograr la conectividad y accesibilidad del fiordo Comau.
2. Diseñar una embarcación de aluminio, de desplazamiento rápido con perfiles hidrodinámicos especializada para la realidad marítima, geográfica, social y económica de las localidades de la Patagonia Occidental, específicamente para el fiordo Comau. Que venza a la ola corta producida en la superficie de estas aguas la cual dificulta la navegación además de acortar la vida útil de las embarcaciones.
3. Que sea capaz de desembarcar o embarcar a los pasajeros, la carga o un vehículo en cualquier borde marítimo, aún sin infraestructura portuaria, en forma segura y fluida.
4. Embarcación que permita el traslado de pasajeros, la evacuación de urgencia, de enfermos y accidentados, oficinas públicas (tal como el registro civil o electoral, servicio social), que permita dar cabida a rondas médicas, a patrullaje y control, a transporte de equipos

de incendio, posibilidad de albergar laboratorios para estudios y análisis patológicos entre otros. Que satisfaga los múltiples requerimientos de sus habitantes y empresas con rapidez, eficiencia, seguridad, y bajo consumo de combustible, además de fomentar el turismo.

De los estudios de tesis anteriores y de mi investigación se obtienen otras características u objetivos más específicos que deben estar presentes en este tipo de embarcación:

- Posibilidad de transportar y asistir a 20 pasajeros con sus respectivas cargas y a 3 tripulantes o un vehículo de tamaño máximo como referencia Van Hyundai H-1 Mini Bus 12 Pasajeros (192,5 cm altura, <http://www.hyundai.cl/minibus-h1-de-hyundai.html>)
- Velocidad media o de crucero de al menos 20 nudos, disminuyendo así los tiempos de viaje (2 a 2 horas y media)
- Cumplir con las leyes de flotabilidad, estabilidad y seguridad. (Normas OMI)



II. 2. Objetivos Específicos de 1ª, 2ª y 3ª etapa de magíster

1ª etapa :

- Verificación y rectificación del funcionamiento adecuado de la embarcación con perfiles hidrodinámicos.
- Obtención de resultados de la resistencia que ejerce el aire y el agua (hidrodinámica y aerodinámica) sobre el modelo con y sin superestructura, para extrapolarla y llegar a un Hp (potencia) adecuado para el funcionamiento del prototipo. Tener clara su velocidad máxima y su velocidad optima de funcionamiento.

2ª etapa:

- Verificación del funcionamiento con la configuración de los perfiles lograda en la etapa 1, pero esta vez con pruebas a bajas velocidades y así tener registro fundamental de funcionamiento para todo tipo de velocidades. (Consolidar el sistema de cálculo de rendimiento a distintas velocidades en base a un programa en Excel obteniendo el EHP)

- Rectificación de las dimensiones de la proa para un correcto plegamiento del perfil alar.
- Rediseñar la rampa de acceso y su estructura con sistema de abertura simplificado.
- Rediseñar el sistema de plegado del suelo del Puente de mando, ingreso/salida vehículos.

3ª etapa:

- Diseño de la estructura del casco, rampa de acceso y de la superestructura, verificando las dimensiones estructurales junto a la empresa Sitecna S.A.
- Dar cabida y ubicación a los objetos que hacen posible la habitabilidad del interior, tales como red y estanques de aguas, red de ventilación y calefacción, red y estanque de combustible, redes eléctricas, ubicación del generador, central hidráulica y motor.
- Diseño de la habitabilidad polifuncional de la embarcación, que la concepción interior de planta libre permita en base a la microhabitabilidad, transformar el espacio a los múltiples requerimientos de uso.
- Sistema motor, hélice y central hidráulica (bombas, motores y cilindros hidráulicos)
- Calculo de estabilidad, cuadro de carga y cumplimiento normas OMI.



III. FUNDAMENTO

- III. 1. Fundamento Teórico
- III. 2. Fundamento Creativo
- III. 3. Fundamento Técnico



III. 1. Fundamento Teórico

- + La Patagonia Occidental, los canales son los valles, única superficie plana.
- ++ El maritorio cómo elemento unificador y único acceso.
- +++ Fiordo Comau, región casi desconocida y sus embarcaciones en uso.
- ++++ Cultura canoeras de los archipiélagos y canales patagónicos.

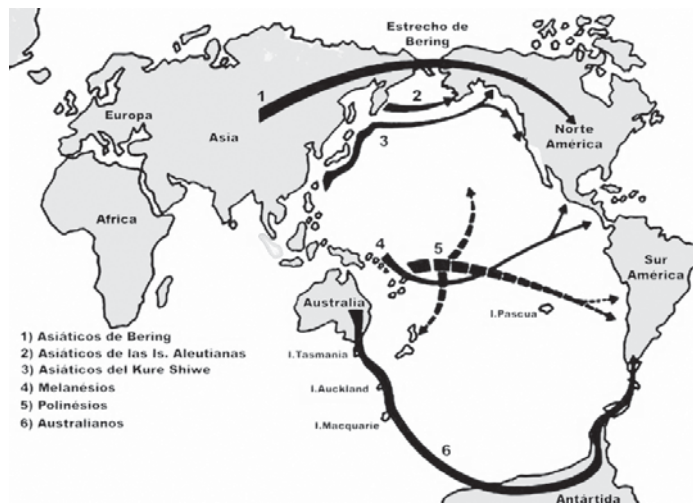


Figura 1. El mapa representa algunas teorías del poblamiento de América.
Fuente: Historia Universal

III. 1. Fundamento teórico

La fundación de los mares en la historia de la civilización humana, nos traslada unos 100.000 o 70.000 años atrás en la historia, donde encontramos que los pueblos originarios, se expandieron por el planeta a través de las aguas del mundo. El hombre se fue abriendo paso por las riveras y las orillas de los mares. Esto permitió a los pueblos conquistar nuevos territorios, creando una extensión marítima a nivel global. Casi como reflejo de una capacidad de conquista y coexistencia con el medio acuático.

Para caer en la cuenta de esta investigación es necesario conocer el significado que presenta la Patagonia y el Pacífico, además de las culturas indígenas canoeras de los canales y archipiélagos, también hay que conocer las características del Fiordo Comau, cómo lugar del plan piloto de esta tesis.

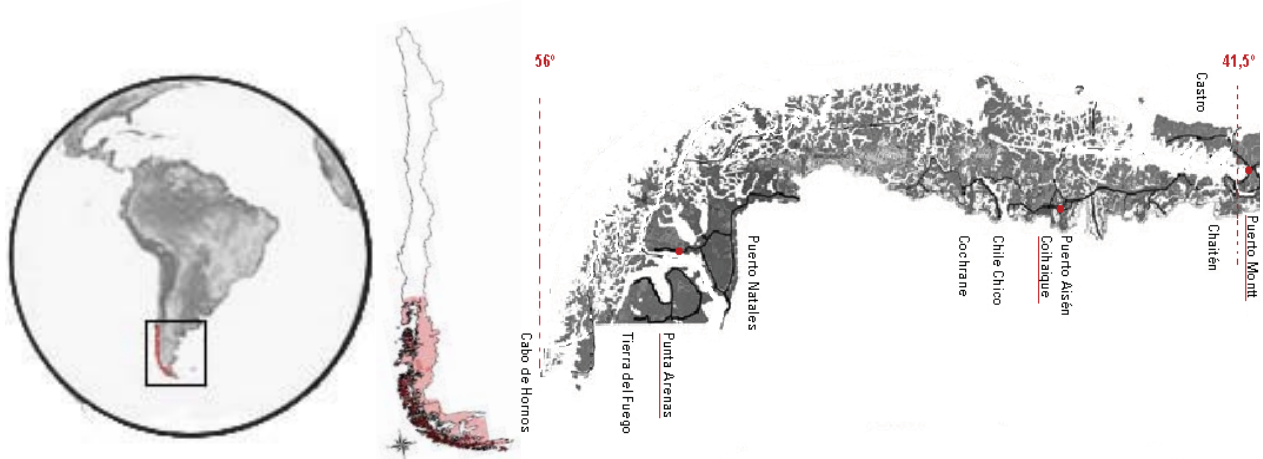


Figura 2. Ubicación Patagonia Occidental. Fuente: imágenes propias del autor.

III. 1. a. LA PATAGONIA OCCIDENTAL

La Patagonia Occidental es una región geográfica ubicada en la parte más austral de Sudamérica, está ubicada al oeste de la Cordillera de los Andes y se extiende entre el paralelo 41,5° S y el paralelo 56° S (desde el Seno de Reloncaví a la Tierra del Fuego); con lo cual administrativamente incluye parte de la X Región de Los Lagos, la XI Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y la XII Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, cuyas capitales son Puerto Montt, Coihaique y Punta Arenas respectivamente.

La Patagonia occidental o Patagonia chilena tiene la misma estructura geográfica que el resto de Chile: cordillera de la Costa, valle central, cordillera de los Andes. Es una región montañosa de glaciación y hundimiento, en ella se ubica una estrecha planicie costera; Cordillera de la Costa, afectada intensamente por tectónica de hundimiento; valle central igualmente afectado por este agente; cordilleras patagónicas continentales con ríos y lagos de control tectónico; ventisqueros patagónicos del Pacífico; cordilleras patagónicas

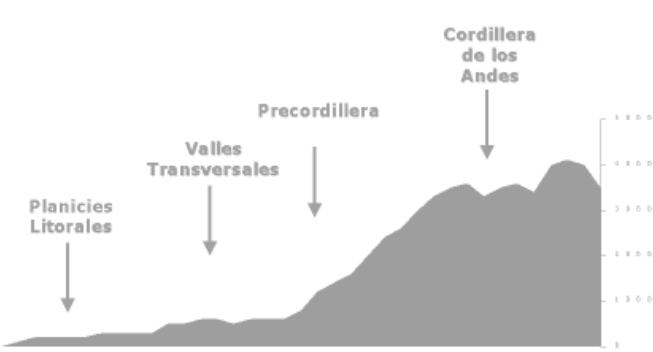


Figura 3. Perfil topográfico zona norte de Chile, 30° Latitud sur (I y II region). Fuente: www.saladehistoria.com

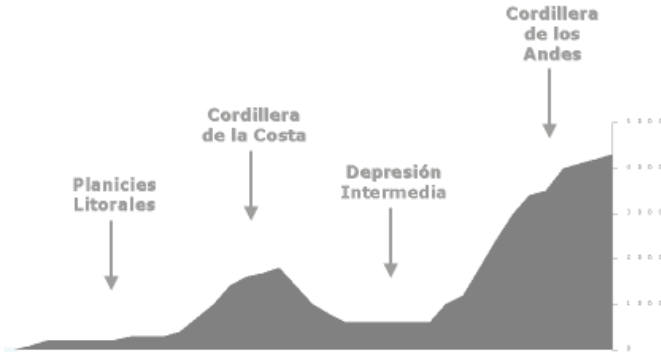


Figura 4. Perfil topográfico zona central de Chile, 34° Latitud Sur (V y VII region). Fuente: www.saladehistoria.com

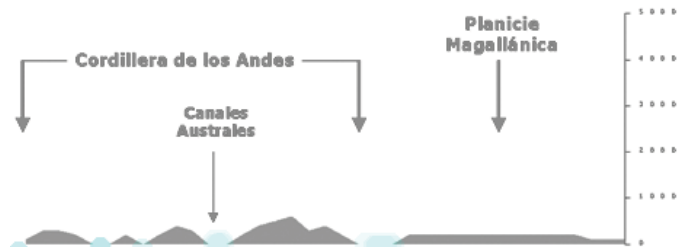


Figura 5. Perfil topográfico zona austral de Chile, 54° Latitud Sur (XI y XII region). Fuente: www.saladehistoria.com

insulares fragmentadas en canales de tipo fiordo, archipiélagos, islas e islotes; finalmente, las tierras altas de la estepa fría magallánica.

El origen de los valles transversales y longitudinales fueron después del período de glaciación, cuando vinieron los grandes deshielos que erosionaron la cordillera arrastrando sedimentos y generando rellenos que darían origen a estos.

Las pocas ciudades existentes en la Patagonia Occidental, salvo la isla de Chiloé, empiezan a ser fundadas en forma espontánea recién a mediados del siglo XIX, por chilotes y emigrantes europeos (Punta Arenas) y por baqueanos vueltos de Argentina a comienzos del siglo XX (Coyhaique). Esto a pesar de los 500 años de fundación del resto de Chile, son los pioneros y colonos residentes y nacidos en la región los que pueden crear arraigo.

Boris Ivelic, en el libro Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar patagónico menciona una visión acerca de la Patagonia:

“ La Patagonia fue señalada como tierra inhóspita y la teoría *Butland*⁽¹⁾ la dividió en habitable e inhabitable. Darwin la tildó de desierto verde e inútil. Se tejó toda una leyenda de mares imposibles, naufragio y climas inhóspitos. Toponimias como *Puerto de Hambre*, *Isla Desolación*, *Bahía Inútil*, *Seno Última Esperanza*, *Fiordo Obstrucción*, *Bahía Desengaño*, *Paso Tortuoso*, han desalentado su fundación.

En el interior de América, hay múltiples situaciones similares a las que encontramos en el extremo sur, los cuales se declaran no solo desconocidos, sino inconocibles o despreciables en virtud de las dificultades de clima u otras razones.”

⁽¹⁾ Gilbert V. Butland , geógrafo ingles que publico “The Human Geography of Southerm Chile”(1957)

Ese término de lo habitable e inhabitable o en otras palabras desfavorable y favorable, por qué para algunos lo que es desfavorable para otros es favorable? Al sobreponer América austral con el norte de Europa, respetando las latitudes equivalentes (sur en un caso, norte en el otro), podemos verificar que ciudades plenas como Ámsterdam, Berlín, Glasgow, Dublín, Edimburgo, están a latitudes similares a la Patagonia y otras igualmente plenas están a latitudes más extremas: Helsinki, Estocolmo, Oslo, Copenhague, Leningrado.



Figura 6. América austral comparado con el norte de Europa, respetando las latitudes equivalentes. Fuente: imagen intervenida, libro E. Amereida. B.Ivelic, 2005

Volviendo al texto Embarcación Amereida, esta señala claramente que la semejanza del territorio noruego con el de nuestra Patagonia Occidental es asombrosa. Aún así este pueblo ha construido y fundado en toda su magnitud su territorio ya no es un accidente geográfico y climático pues ha habido una voluntad y una épica de fundación, transformando lo adverso en favorable.

En el libro Aysén, “Carta del Mar Nuevo” de Ignacio Barcells aparece la Patagonia descrita con la palabra *Trapalanda*, Tierra de la Trampa-Engaño, y también *Trapananda*, que quiere decir tierra de la Trampa-Cárcel. Esas tres palabras, trampa, engaño y cárcel, describen la realidad de ese territorio.

Es válido decir que este es un continente que debe despertar a su destino; América está lejos de estar ajeno al mundo, pero necesita reconocerse. Para reconocer su continentalidad debe reconocer el Pacífico que destina, la Patagonia Occidental con una extensión de 1.600 kilómetros de fiordos, canales e islas entre las aguas del Océano Pacífico.

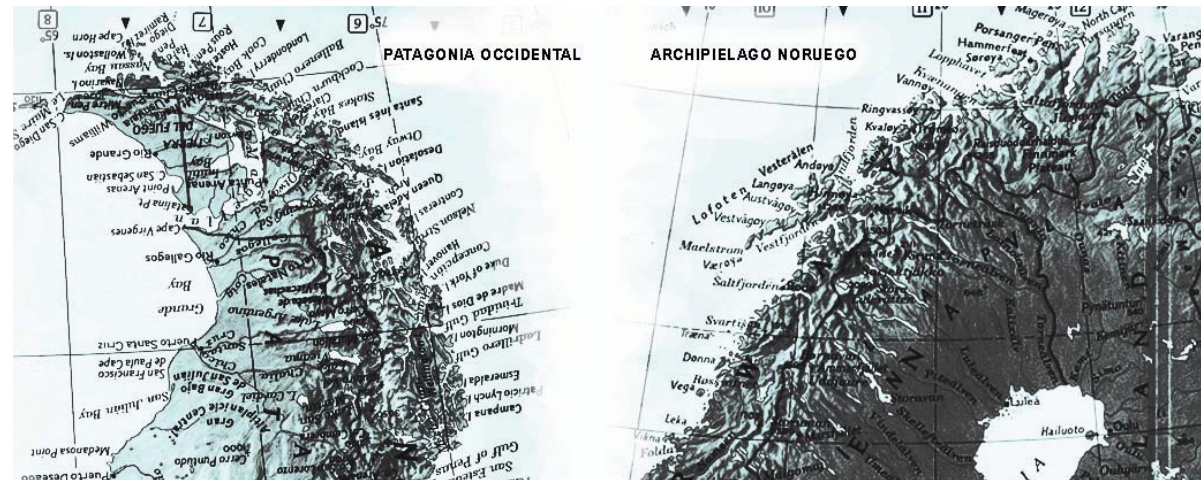


Figura 7. La semejanza geográfica de la Patagonia Occidental con el archipiélago noruego. Fuente: imagen intervenida L.Krebs

El mar de la Patagonia es su suelo, elemento unificador y único acceso posible. Hay que verlo como territorio, fundarlo y habitarlo. Los canales son los valles de la Patagonia, única superficie plana. En ellos, hoy se empieza a cultivar el mar. La acuicultura al igual que la agricultura transforma al hombre nómada en sedentario, lo arraiga a la tierra-mar para fundarla y cuidarla. Es en este interior o habitar entre orillas donde se da la posibilidad de fundar esta tierra inhóspita desde el agua. Construir en el agua y desde ella debido a la poca accesibilidad por tierra.

III. 1. b. LA FUNDACIÓN Y EL CONCEPTO DE MARITORIO

(*) Embarcación Amereida, Boris Ivelic, 2005

Fundar es conjugar el ocio, el negocio y el amor por la morada y el terruño. Fundar es una necesidad irrenunciable de la libertad del hombre a construir en un lugar su propio destino. Se dice que no hay tierra estéril ni inhabitable, sino la voluntad del hombre



Figura 8. Familia Qawashqar en la Patagonia Occidental. Fuente: libro “Yamana : los primitivos más australes de la tierra” 1975.



Figura 9. Culturas canoeras archipiélagos y canales de la Patagonia Occidental. Fuente: libro “Los Chono y los Veliche de Chiloé” 1991.



Figura 10. Dalca de los chono adoptadas por loa Qawashqar, tablas cocidas. Fuente: libro “Los Chono y los Veliche de Chiloé” 1991.

de convertir lo inhabitable en habitable. El fundar supone co-fundirse con la tierra, hacerse parte de ella, es quemar las naves, a la manera de Hernán Cortés.

El Maritorio, se ha acuñado para la Patagonia Occidental el concepto de Maritorio, análogo al de territorio. Tal como se funda en el territorio, surge el Maritorio como concepto de magnitud de mar. El Maritorio es un concepto de área geográfica que conjuga: 1. La riqueza. 2. La circulación. 3. La energía. 4. El arraigo.

Fundar con un solo fin no es poblar, puede ser defender o explotar que solo conduce a establecer factorías, campamentos, sociedades explotadoras, que son sólo de paso, triste experiencia de nuestras salitreras nortinas. El mar y los canales de la Patagonia son su suelo y sus caminos, elemento unificador y único acceso posible. Hay que verlo como territorio, fundarlo y habitarlo.

Este proyecto desarrolla el tema de la circulación acompañado por la velocidad, uno de los cuatro modos para que exista fundación, en una región sin continuidad por tierra y con escaso tráfico marítimo. El proyecto acortará las distancias y generará continuidad territorial, en esta enorme y extraordinaria reserva natural.

III.1. c. CULTURAS CANOERAS DE LOS ARCHIPIÉLAGOS Y CANALES DE LA PATAGONIA OCCIDENTAL.

Navegantes originales, que se desplazaron de forma silenciosa por las orillas de la Patagonia.

1. Los Yamanas ó Yaganes: habitaban en torno al canal Beagle, desde Isla Clarence hasta Cabo de Hornos. Forman parte de una serie de pueblos que ocuparon los ambientes más agreste, más fríos y el más austral del continente americano, como es la Tierra del Fuego. Eran un pueblo sin comunidades establecidas; con rutas migratorias estacionales constantemente moviéndose, sin detenerse lo suficiente como para agotar los recursos de una playa. Se movían en pequeños grupos familiares, viajaban en canoas y establecían campamentos con la rapidez con que hoy día un veraneante levanta una carpa. Al igual que el resto de los pueblos nativos que habitaban los canales australes, su mayor preocupación giraba en torno al alimento necesario, esto constituía el único y efectivo trabajo, se alimentaban de aves marinas, mariscos, peces y huevos de mar. De vez en cuando conseguían matar una foca o lobo marino que era un suplemento de gran importancia. Atacaban a las

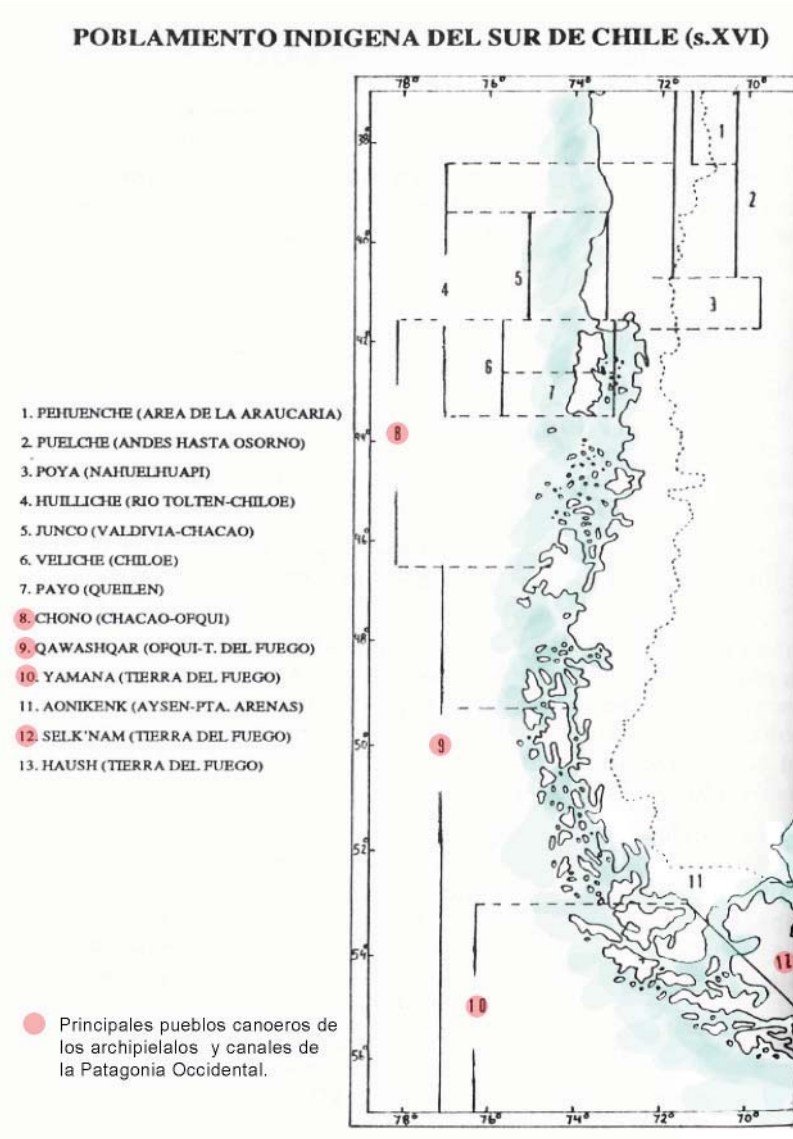


Figura 11. Culturas canoeras archipiélagos y canales de la Patagonia Occidental. Fuente: libro “Los chono y los Veliche de Chiloe”,1991.

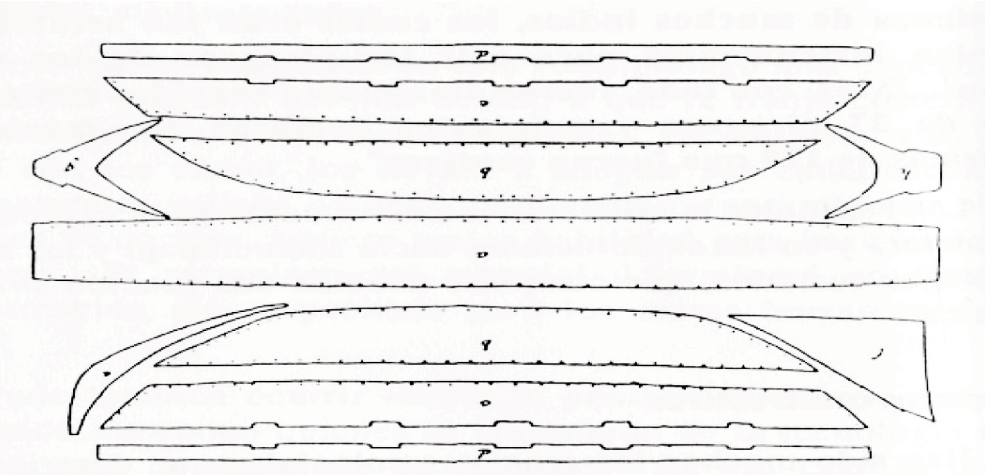


Figura 12. Despiece de Dalca de 7 tabloncillos. Fuente: libro “Los Chono y los Veliche de Chiloe” 1991.

ballenas desde sus canoas, arrojándole sus armas hasta desangrarla.

La canoa, anan, constituía la vivienda durante la mayor parte de su vida. Hechas de corteza de árbol, cosidas entre sí que le daban la forma y reforzada por una estructura liviana de madera con estacas en el interior, las que permitían mantener la curvatura de la cáscara. Durante el viaje cada integrante del grupo familiar tenía un lugar dentro de la canoa: en la parte central, más honda, se encontraban los niños quienes cuidaban y mantenían el fuego que llevaban encendido sobre una base de tierra y conchillas. La mujer ocupaba la popa, impulsaba y timoneaba la embarcación sosteniendo con ambas manos el único remo y el hombre en la parte delantera junto a sus equipamientos de caza, armas, aparejos de pesca y arpones.

2. Los Alacalufes o Qawashqar : Eran de costumbres nómadas marinos que recorrían desde los alrededores del Golfo de Penas hasta el Estrecho de Magallanes por el Sur. Sus canoas, tenían alrededor de diez pies de largo dando cabida a cuatro o cinco adultos y dos o tres niños, junto con sus implementos y armas. Están hechas de corteza y mantienen su forma mediante soportes de palo a manera de cruz, sujetos a la borda. Están divididas en 3 partes; la de adelante, contiene las lanzas, en la segunda van los adultos, con la fogata en medio, sentándose los hombres entre el fogón y las lanzas para estar listos a usarlas, al otro lado del fogón se sientan las mujeres, que reman para impulsar la canoa. Detrás de las mujeres, están los niños mayores y los perros, mientras los niños

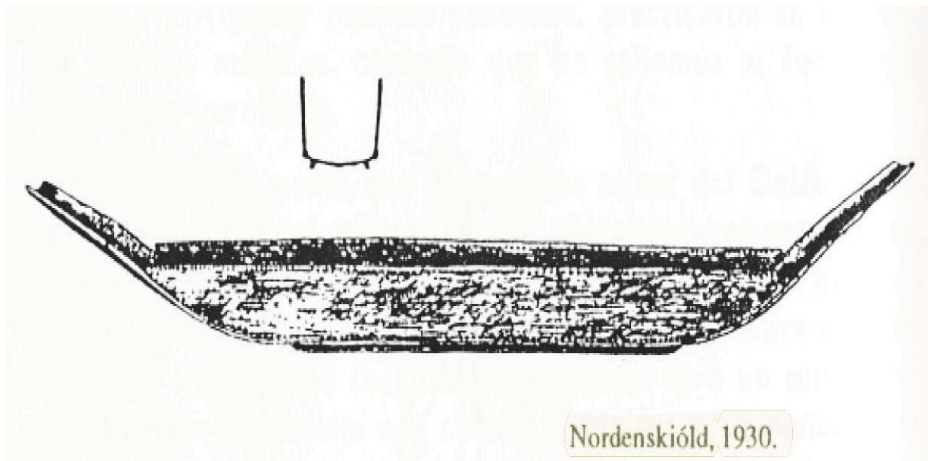


Figura 13. Dalca hecha de tres tablas muy cosidas de 24 a 28 pies (7 a 8 mts.). Fuente: libro “Los Chono y los Veliche de Chiloé” 1991.

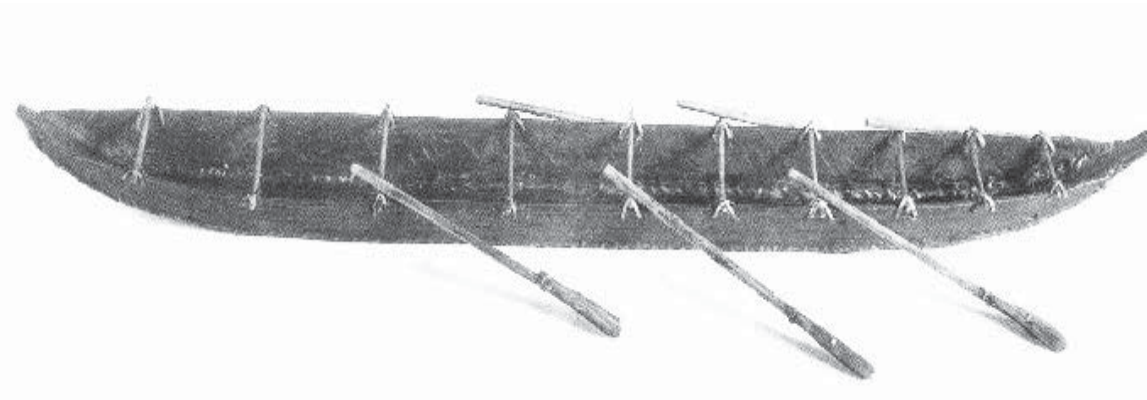


Figura 14. La dalca, hecha con tablonces de alerce. Fuente: Reproducción a escala de la dalca del Museo arqueológico de Santiago.

pequeñitos suelen apretujarse con las mujeres para darse calor. El fuego se enciende en el fondo de la canoa sobre una capa de arcilla de varias pulgadas de espesor.

Sin abandonar por completo este modelo de canoa, adoptaron la canoa de tablas cocidas de los chono, muy tardíamente, a mediados del s.XVIII. La canoa de tablonces o dalca qawashqar desaparece alrededor de 1915 y la de corteza hacia 1925, desplazados precisamente por la canoa monóxila o de un palo. La monóxila se le elevó las paredes laterales agregándole tres tiras de corteza cocidas con barba de ballena o bien cueros endurecidos.

3. Los Onas o Selknam:

Pueblo precolombino de cazadores nómades, a veces pescadores en los ríos. Habitaban la zona más austral del continente, en la Isla Grande de Tierra del Fuego. Existen evidencias de que grupos de cazadores se instalaron en el norte de la isla hace unos 10.400 años, cuando la isla aún estaba unida al continente. Se trasladaban a otras zonas para comerciar via marítima. Los onas se caracterizaron por ser gente soberbia, de elevada estatura (1,80 cm. de promedio) y de gran fuerza física. Tenían por costumbre untarse con una tierra blanca como cal la cara y el cuerpo, así como el uso de adornos de plumas.

4. Los Chonos: pueblo nómada que habitó desde tiempos inmemoriales los archipiélagos de la región Austral, desde el canal del Chacao al sur. Navegaron en forma permanente en busca del alimento, el abrigo y protección que se genera a partir de la configuración geográfica de la región a través de las glaciaciones.

Usaban para navegar una embarcación de tres tablas creada por ellos, conocida como Dalca, la que es descrita en forma precisa por el jesuita Diego de Rosales. El Chono no conocía otro camino que el mar y sobre ese mar. La primera descripción de la Dalca la hace Gerónimo de Bivar en 1533: “Canoa hecha de tres tablas muy cosidas de 7 a 8 mts, y por las costuras tenía echado un betún que ellos hacen”

En 1560, Góngora y Marmolejo, se refieren a una Dalca entre 8 y 11 mts. de largo por 80 cm de ancho, accionada por 11 remadores. Cronistas posteriores relatan embarcaciones de 20 metros y con más de 25 personas a bordo.

A comienzos del s.XVIII aparece con dos tablonces laterales y a fines de ese siglo se enaltan los bordes y aparecen las velas y se le anexa un timón. Y en lo estructural nace la falsa quilla, la roda, el codastre y clavazón con tarugos de hierros, influida por la cultura del conquistador.

III. 1. d. FIORDO COMAU [42°30'S-73°50'W]

Región casi desconocida, una de las menos investigadas en el mundo científicamente, de naturaleza de estado salvaje, con una gran diversidad de especies arbóreas nativas.

El Fiordo Comau es una zona de mares interiores de la Patagonia occidental, el cual está protegido por las altas montañas que emergen y configuran un intrincado territorio de canales e islas. La estructura geográfica del lugar es en base a fiordos, canales e islas, los que conjuntamente con la erosión y el flujo de ríos y esteros conforman valles y playas protegidas. La única posibilidad de traslado es vía marítima.

El fiordo Comau se ubica a 105 [km] al sur este de Puerto Montt, posee 70 [km] de extensión variando en ancho de 1 a 3 [km].

Se encuentra rodeado por montañas que alcanzan los 2.000 metros de altura. En la configuración de la línea costera del Fiordo Comau, se repite esta característica topográfica bajo el agua, alcanzando una profundidad máxima en el centro del fiordo de hasta 490 metros y una profundidad promedio de 250 metros.

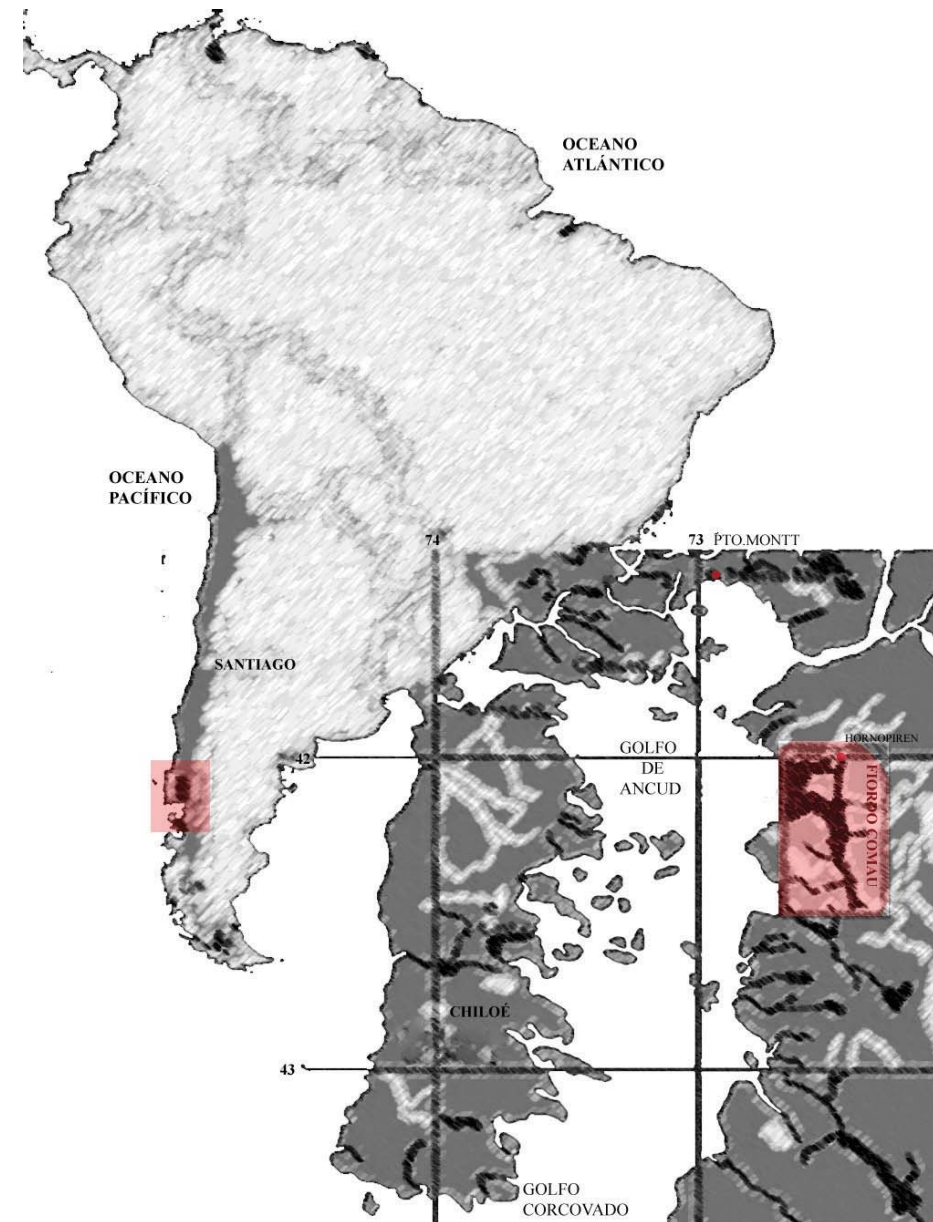


Figura 15. Mapa ubicación del Fiordo Comau en América. Fuente: Imagen intervenida por autor, origen Memorias de Fundación San Ignacio de Huinay, 2009..

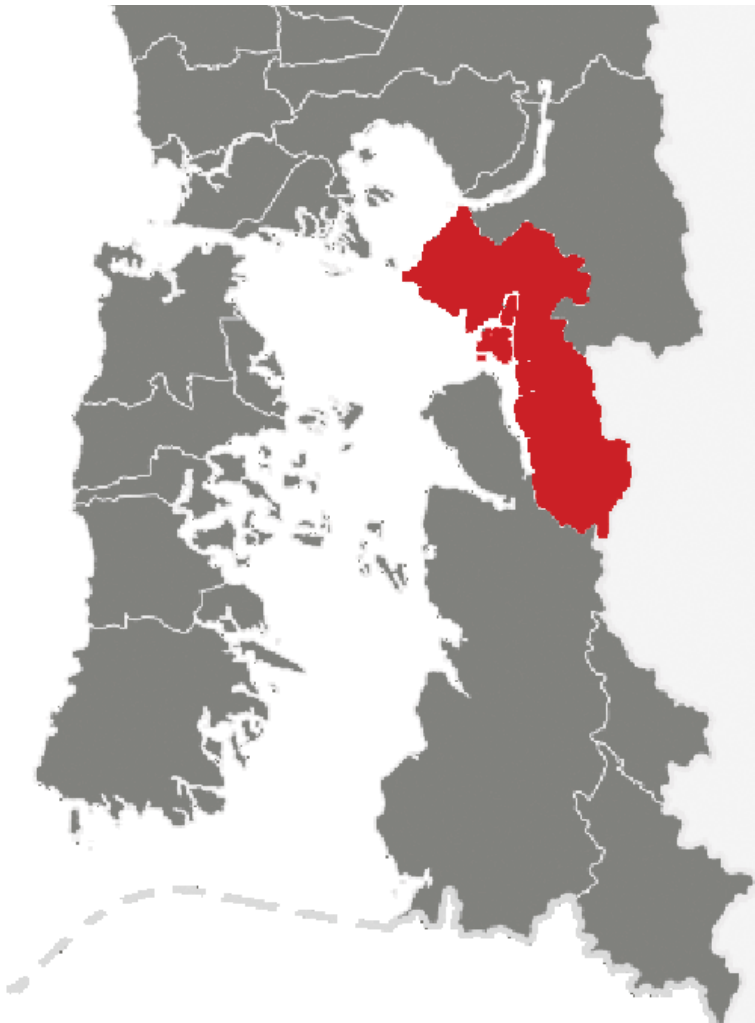


Figura 16. En rojo, la comuna de Hualaihué en la Región de los Lagos .Fuente: wikipedia, intervenido.



Figura 17. Fiordo Comau y sus poblados. Fuente: esquema L.Krebs, 2011

El Fiordo Comau pertenece a la Comuna de Hualaihué, siendo ésta una de las 4 que forman la Provincia de Palena, la que a su vez es parte de la Región de Los Lagos. Su capital es la ciudad de Hornopirén.

Dentro de las localidades incluidas como parte del del fiordo, se encuentran ordenadas de norte a sur: Hornopirén, Cholgo, Pichanco, Quiaca en la isla de Llancahue, fiordo de Quintupeu, fiordo Cahuelmó, Telele, Huinay, Leptepu y Vodudahue.

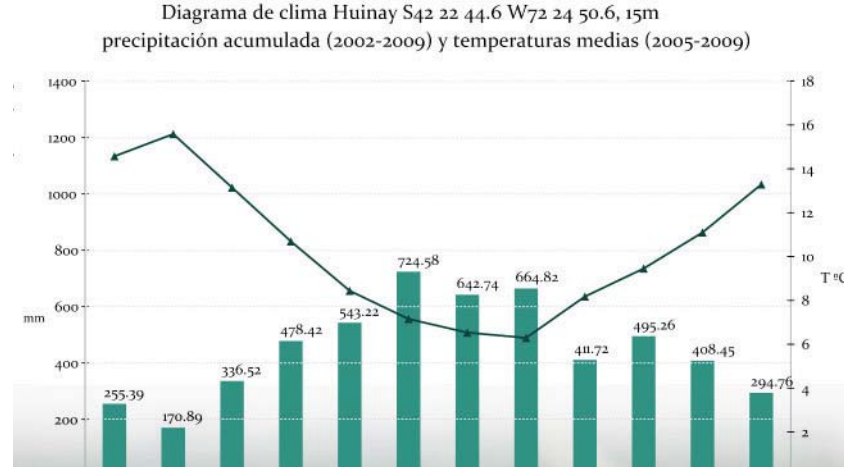


Figura 18. Gráfico de las precipitaciones acumuladas y temperaturas medias. Fuente: Memoria Fundación San Ignacio de Huinay, 2009.

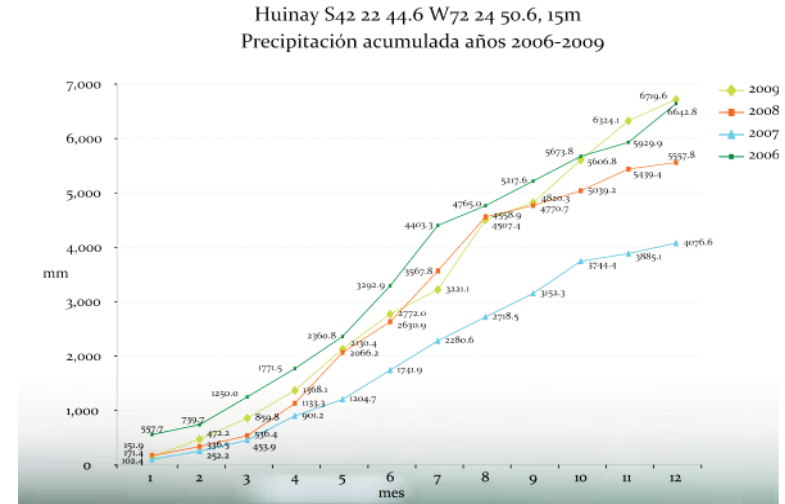


Figura 19. Gráfico de las precipitaciones acumuladas desde 2006 al 2009. Fuente: Memoria Fundación San Ignacio de Huinay, 2009.

Situación climatológica

Esta zona posee un clima templado frío donde las precipitaciones ocurren casi todo el año, registrándose niveles de hasta 7.000 [mm], con rangos de temperatura entre 6 y 16°C. Se encuentra catalogada como zona marítima lluviosa, rodeada de climas de hielo en altura y estepárico frío. Un aspecto importante sobre el clima de la región es la alta humedad ambiente, que la clasifica en selva fría.

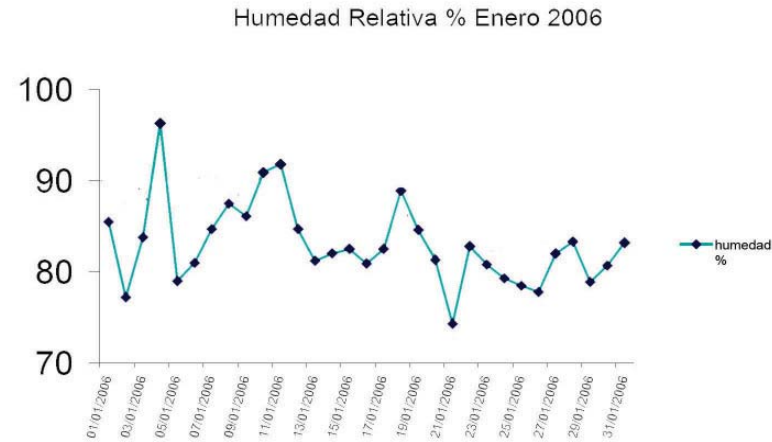


Figura 20. Gráfico de la humedad relativa del mes de enero del 2006. Alto índice de humedad: 74% al 96%. Fuente: Estación meteorológica de Huinay.



Figura 21. Embarcaciones baradas en marea baja en Hornopirén. Fuente: Fotografía L.Krebs, Travesía 2011.

Situación geográfica

En el inicio norte del fiordo Comau se ubica la depresión intermedia que desaparece y se hunde bajo el océano Pacífico para luego aparecer, en forma de islas en la Región de Aisén.

La depresión intermedia pasa a ser un valle inundado plano. A su vez la Cordillera de la Costa y las islas hacia el este generan una zona de abrigo favorable para la navegación de embarcaciones menores.

La Cordillera de los Andes y la Cordillera de la Costa, lugar en donde se encuentran los asentamientos, imponen una condición de verticalidad en torno al eje comunicador marítimo. Esta verticalidad está marcada por el borde escarpado que componen el muro este del fiordo (Cordillera de los Andes) y el ritmo de las mareas que en esta zona tiene rangos de hasta 7[m]. Los asentamientos se establecen entre este borde vertical de la cordillera y el borde variable de las mareas. En marea baja, el mar puede recogerse cientos de metros, dejando pasos terrestres habilitados, embarcaciones varadas, o permitiendo el



Figura 22. Embarcación chilota barada en baja mar, quedando totalmente en seco favoreciendo las posibles reparaciones que deben realizar los colonos. Fuente: L.Krebs 2011

acceso a las siembras de choritos que los colonos cultivan en el borde de las playas rocosas de baja pendiente.

Las embarcaciones están sujetas al estado variable del borde geográfico que cambia por la marea al dejar aparecer y desaparecer sectores rocosos, de arena o lagunas costeras.

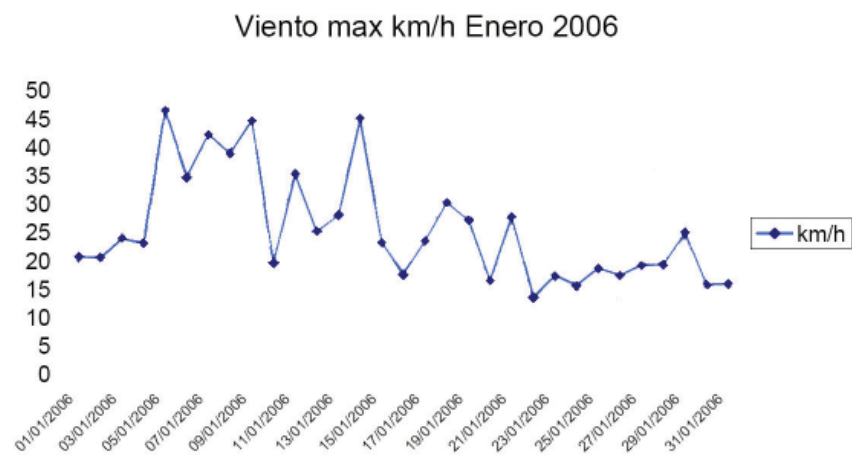


Figura 23. Gráfico de vientos máximos del mes de enero 2006. Fuente: Estación meteorológica San Ignacio de Huinay, 2006.

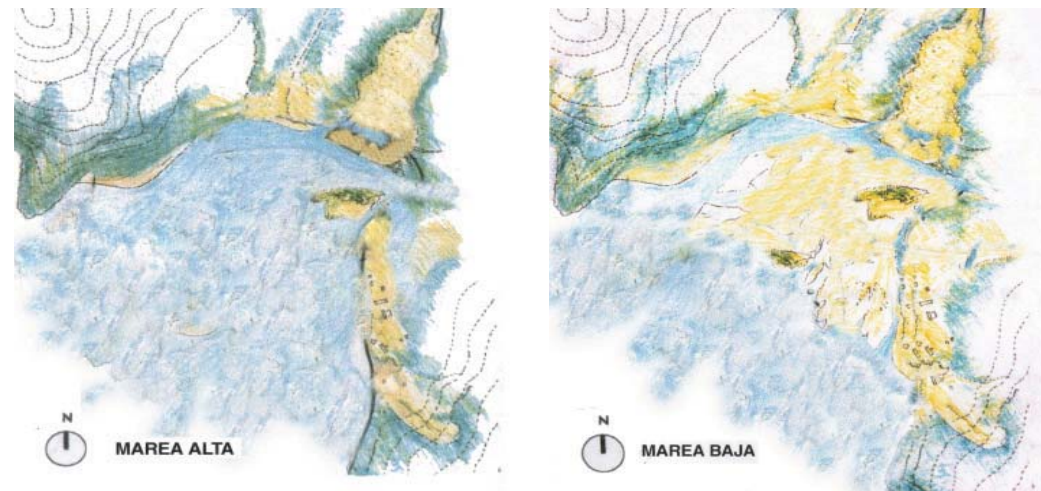


Figura 24. Esquema de alta y baja mar. Fuente: Tesis poblado ribereño de Puerto Bonito, Fiordo Comau. PUCV.

Condiciones de Viento

Las condiciones de viento al interior del Fiordo se caracterizan por un viento predominante norte en los Canales Cholgo, Leptepu y Comau; con un promedio de 0 a 4 nudos en periodos de buen tiempo. En las zonas de entrada al fiordo, que son Paso Llancahue y Quintupeu, el viento predominante es NW con velocidades entre 9 y 20 [km/h]. Siendo estos los dos pasos que involucran mayor dificultad durante la navegación.

En condiciones de mal tiempo las velocidades para ambos sectores superan los 60 [km/h], lo cual hace aumentar el oleaje y dificulta la navegación para embarcaciones menores.

En la zona interior del Fiordo Comau a la altura de Huinay, en los días despejados por efectos de corrientes de convección ante el calentamiento de las montañas, se registran velocidades de viento de 5,4 [km/h]. En días con más viento, las ráfagas pueden exceder ocasionalmente los 65 [km/h].

Las demás zonas interiores de desembarco, que en su mayoría corresponden a bahías

protegidas, poseen condiciones de viento favorables para las maniobras de desembarco, limitando el acceso en el caso de Hornopirén, cuando la velocidad del viento supera los 70 [km/h]. (fuentes: consultas Capitanía de puerto Hornopiren y Centro de investigación Científica San Ignacio del Huinay)

Condiciones de mareas y oleaje

Las mareas en el estuario Comau son muy variables. La amplitud diaria puede variar de un máximo de 7 metros a un mínimo de 2 metros en un mes, según la fase lunar, las aguas cubren y descubren grandes porciones de la línea costera.

Las corrientes causadas por el oleaje tienen escaso efecto, variando en velocidad usualmente de 1 a 2 nudos. Durante los meses de invierno, la corriente saliente puede aumentar levemente en intensidad, como resultado del aporte de agua dulce desde los ríos y canales que entran.

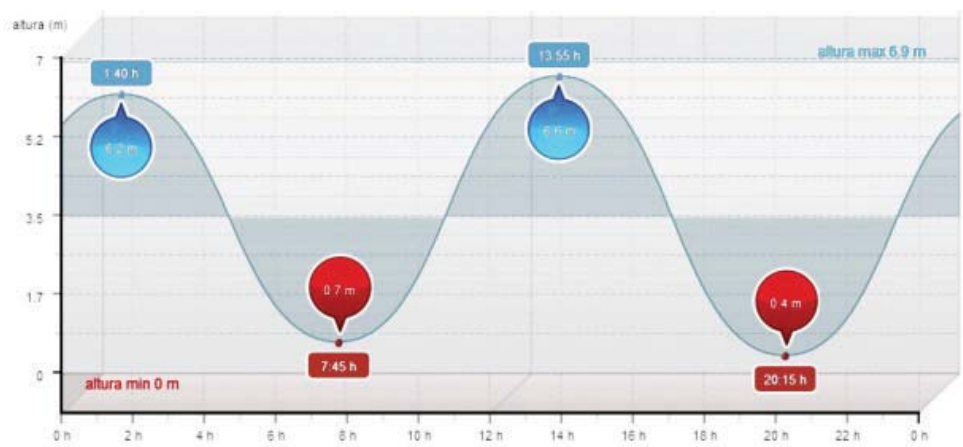


Figura 26. Altura de las mareas del 26 abril 2013, Puerto Montt(Fiordo Comau). Pleamar máxima registrada en la tabla de mareas fue de 6,9 m- 7 m. Fuente: www.tablademareas.com/

En situaciones de tormenta excepcionales se presentan oleajes intensos con olas de hasta 3 metros, principalmente entre los canales Cahuelmó y Quintupeu. Con buen tiempo las marejadas desde el mar abierto son casi inexistentes debido tanto a la interferencia de la isla aledaña de Chiloé como a la orientación del Fiordo Comau.

Las aguas son normalmente tranquilas, con la sola interrupción de la presencia de olas de pequeña altura y largo causadas por el viento.

- Descripción llamada ola corta:

Es el viento el que directamente levanta las olas. El perfil de las olas es agudo y su dirección coincide con la del viento, su longitud de onda es de aproximadamente 10 mts y su altura de 40 a 50 cm, esta es la que produce un golpeteo constante desagradable para los pasajeros y destructivo para los cascos de las embarcaciones.

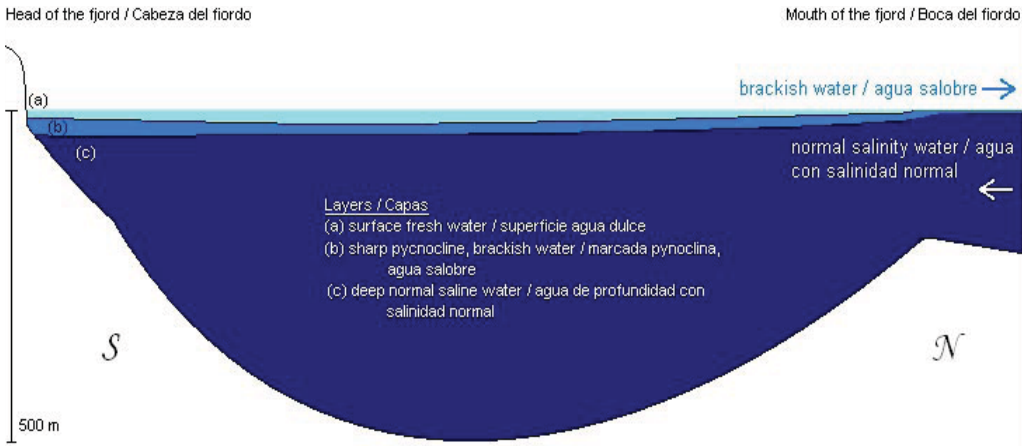


Figura 25. Esquema movimiento de agua en el Fiordo Comau. Fuente: Centro de investigación San Ignacio de Huinay.

Condición oceanográfica

El Fiordo Comau se caracteriza por poseer diferencias de densidad vertical muy amplias; los gradientes verticales están dentro de los más pronunciados que se encuentran.

Se pueden distinguir tres diferentes capas de aguas:

1- Una capa superficial, generalmente no mayor a 10 metros de profundidad, con estratificación interna que depende del ingreso reciente de agua dulce, calentamiento y enfriamiento local y mezcla por los vientos. La salinidad de esta capa encuentra su mínimo en la cabeza del fiordo, aumentando gradualmente hacia la boca. La variación temporal de las fuerzas locales de viento pueden alterar la profundidad de la capa superficial cerca del final interior hasta en varios metros. Estas perturbaciones se propagan como ondas internas hacia la desembocadura. (En figura superior capa (a) y (b))

2- Las aguas profundas tienen una temperatura de alrededor de 11° c y una salinidad superior a 32 ppm , similar a la del agua fuera del fiordo. Considerando que la profundidad a lo largo de todo el fiordo excede los 400m, esta es la capa de mayor volumen de agua dentro del fiordo. En esta masa de agua las variaciones longitudinales y corrientes son muy reducidas. En casos excepcionales las mareas provocan corrientes muy considerables. (En figura 25, capa (c)).

3- La circulación y el intercambio de agua con el área externa al fiordo están gobernados por procesos estuarinos. (rango de mareas es superior a 7 metros)
En todas partes las corrientes de mareas son débiles debido a la amplia boca y la gran profundidad en todo el fiordo, solamente en la angosta entrada al pequeño fiordo Quintupeu se nota la corriente de la marea.

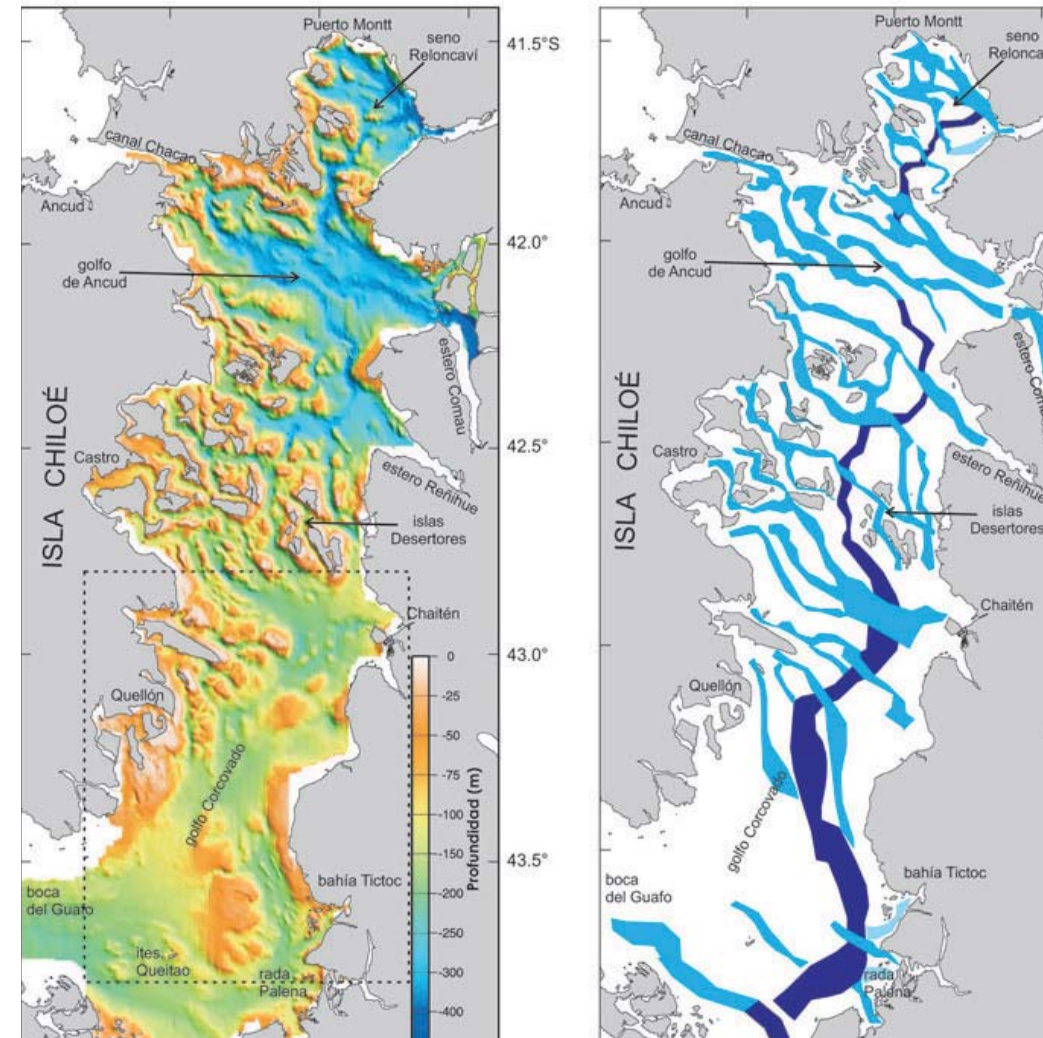


Figura 27. Topografía submarina del área entre Puerto Montt y el golfo Corcovado, que indica los principales sectores de depresiones submarinas. En azul oscuro: depresión longitudinal, en celeste: depresiones oblicuas. Fuente: Comité oceanográfico nacional - PUCV, 2006.



Figura 28. Costa rocosa Fiordo Comau. Fuente: L.Krebs, Travesía 2011.



Figura 29. Costa baja deposicional, playa en Huinay en Fiordo Comau. Fuente: L.Krebs, Travesía 2011.

La zona costera

El criterio de clasificación de las costas se ha determinado según las variadas condiciones que presenta la geología del borde litoral y las distintas modalidades e intensidad de la erosión marina.

Las categorías principales en que se clasifican las costas son:

- 1- **Costas escarpadas y rocosas:** caracteriza cerca del 80% de los litorales marinos del mundo. En ella sus formas más representativas corresponden a los acantilados, las plataformas de abrasión, a las rías y a los fiordos.
- 2- **Costas bajas deposicionales:** comprendiendo las formas como playas, dunas, lagunas litorales, marismas marítimas, estuarios y deltas. Se presentan en costas bajas y arenosas. Representan el 20% de la línea costera mundial.

Si bien se puede constatar que las costas del fiordo Comau corresponden a un morfología de fiordos comprendida por costas de borde escarpado y rocosos, también se encuentran sectores de playas de costas bajas, principalmente en la desembocadura de los ríos, lugar donde se han congregado la mayoría de los poblados por ser los únicos sectores en donde la pendiente es menor, permitiendo la construcción de casas y la realización de cultivos agrícolas; además de poseer excelentes sectores de abrigo para el desembarco de pasajeros.

a) Condición de costa escarpada: fiordo.

Los Fiordos se encuentran categorizados dentro de las costas escarpadas, siendo las formas mayores en el relieve litoral y correspondiendo a valles glaciares invadidos por el mar. Su perfil transversal tiene la forma de U, típica de los valles glaciales con desnivelaciones importantes, algunos son muy largos, a veces tienen varios centenares de metros de

profundidad por debajo del nivel actual del mar, y suelen estar precedidos de numerosos islotes rocosos. Presentan en numerosos casos pendientes verticales continuas elevadas como es el caso del Fiordo Comau.

b) Condición de Costa Baja deposicional: Playa

Este tipo de costas bajas de acumulación se producen en el borde costero cuando la cantidad de materiales disponibles sobrepasa el volumen de sedimentos que las olas y las corrientes litorales son capaces de desplazar. Cuando hay vientos favorables provenientes del océano se pueden construir dunas litorales detrás de las playas.

Una playa se define como un deposito de sedimentos a la orilla del mar constituida por materiales no consolidados que se extiende hacia tierra desde la línea de marea baja hasta un cambio de la topografía, tal como las líneas de las dunas de la arena, un risco marino o el punto donde empieza la vegetación permanente.

Los materiales que la conforman están constituidos por sedimentos que pueden ser desde

arenas muy finas hasta arena o cantos rodados. Las características del material constitutivo dependerán de las condiciones e intensidad del oleaje y de los materiales que constituyan las zonas aledañas.

Generalmente una playa comprende una parte constantemente sumergida o playa baja o ante playa que presenta una suave pendiente. La parte superior o alta playa, que constituye un cordón litoral, su pendiente es generalmente más pronunciada y puede estar accidentada por escalones, relacionados con las sucesivas posiciones de la pleamar o con los efectos de los temporales, y finalmente la cresta o berma de playa por sobre el límite de las pleamares de aguas tranquilas.

El estrán es la parte de la playa comprendida entre el nivel de la pleamar y el nivel de la bajamar. El ancho y la pendiente de una playa son función de los materiales disponibles, de su granulometría y de la energía de las olas y las corrientes susceptibles a desplazarlos.

Las playas compuestas por sedimentos gruesos tienden a desarrollar pendientes de mayor gradiente como se muestra en la tabla 1, fundamentalmente debido a su mayor

Granulometría	Pendiente de Playa
Cantos	24°
Grava gruesa	17°
Gravilla	11°
Arena muy gruesa	9°
Arena gruesa	7°
Arena media	5°
Arena fina	3°
Arena muy fina	1°

Tabla 1. Granulometría y pendiente de las playas. Fuente: Tesis magister E.Jeria.



Figura 30. Seccion de Playa despejada por los colonos para proteger a sus embarcaciones . Fuente: L.Krebs, travesía 2011.

permeabilidad, después de romper el oleaje barre los sedimentos hacia la alta playa y la resaca tiende a devolverlos a la baja playa, pero la mayor permeabilidad de estas están compuestas de gravillas y arenas gruesas, disminuye el efecto de la resaca dejando una pendiente de mayor gradiente y los sedimentos apilados. Las playas de arenas finas están más afectadas por la resaca y tienen pendientes más débiles, a menudo de arenas bien compactadas por donde pueden circular vehículos.

El material de las playas es suministrado por los aportes fluviales por la erosión de los acantilados o por la disgregación realizada por el mar de rocas previamente meteorizadas.

Características de las playas en el Fiordo:

Las playas son escasas y pequeñas. Éstas se encuentran en la costa sur de la isla Llancahué, y en las desembocaduras de las quebradas presentes en la costa este del canal Cholgo.

Los principales ríos son de origen glacial y pasan de ser un río recto a uno anastomosado hacia la desembocadura, debido a la baja pendiente.



Figura 31. Una de las pocas playas del Fiordo Comau, Playa Huinay . Fuente: L.Krebs, travesía 2011.

Por esta razón en la desembocadura se encuentran múltiples cursos de agua separados por grandes superficies de inundación. Se presentan depósitos de canal, leves marismas y lóbulos de derrame.

En muchos casos se trata de playas de pendiente moderada, ubicadas principalmente en la desembocadura de los ríos, esto es por la baja granulometría de los sedimentos aportados periódicamente por el río (ver tabla de Granulometría y pendiente de las playas).

Independiente de lo anterior siempre se mantiene una pendiente dentro de parámetros regulares (entre 4° a 7 °)

En los poblados que tienen playas compuestas por piedras de alta granulometría, los colonos se han preocupado en despejar la anteplaya de rocas mayores, como forma de proteger el acceso de sus embarcaciones, dejando un canal de entrada a sus respectivas playas. Esto ha sido posible gracias a las grandes diferencias de marea que hay en el lugar.

Situación Geopolítica

El fiordo Comau es un territorio inquietante, dotado de riquezas extraordinarias en cuanto a los recursos energéticos y los potenciales turísticos que posee. Sin embargo, el grado de abandono se deja sentir en múltiples aspectos, tanto de infraestructura como de la calidad de los servicios y conectividad. Existen intereses económicos a lo largo de toda la Patagonia. Si consideramos que grandes reservas energéticas del país están en estos lugares, que requieren ser habitados para lograr ser desarrollados, donde habitar consiste en realizar una fundación, para que no se creen futuros campamentos incapaces de sostenerse en el tiempo, devolviendo un valor urbano de ciudad, al modo de habitar las aguas.

Principalmente esta investigación de una embarcación hidrofoil para el fiordo Comau hace aparecer el principio de fundación y arraigo, para que se desarrollen lasos de vinculación basados en los beneficios de la rápida conectividad náutica.

El denominado Sistema Bimodal

Hoy en día el gobierno de Chile está luchando por esa conectividad austral de nuestro país, el denominado “Sistema Bimodal”, subsidiado por el Gobierno, tanto en sus medios de barcaza como buses, permite el servicio de transporte de pasajeros y carga a través de los fiordos Comau y Reñihué, que une a la provincia de Palena con el resto de la Región de Los Lagos por el continente, con barcazas durante todos los días del año y a precios más convenientes para turistas y residentes de la zona.

El recorrido desde Puerto Montt hasta Hornopirén dura aproximadamente 3 horas (incluida navegación de 30 minutos en estuario de Reloncaví). Dos barcazas en forma diaria prestan el servicio que une Hornopirén con Chaitén. La barcaza “Isla Mancera” navega por el tramo entre Hornopirén y Leptepu (4 horas). Posteriormente, se recorre en forma terrestre 10 kilómetros entre Leptepu y Fiordo Largo, para abordar la barcaza Tehuelche, que llega a Caleta Gonzalo (30 minutos de navegación), distante a 60 kilómetros de Chaitén.



Figura 32. Tramos sistema Bimodal. Fuente: <http://www.sernatur.cl/noticias/puerto-montt-y-chaiten-unidos-por-sistema-bimodal>

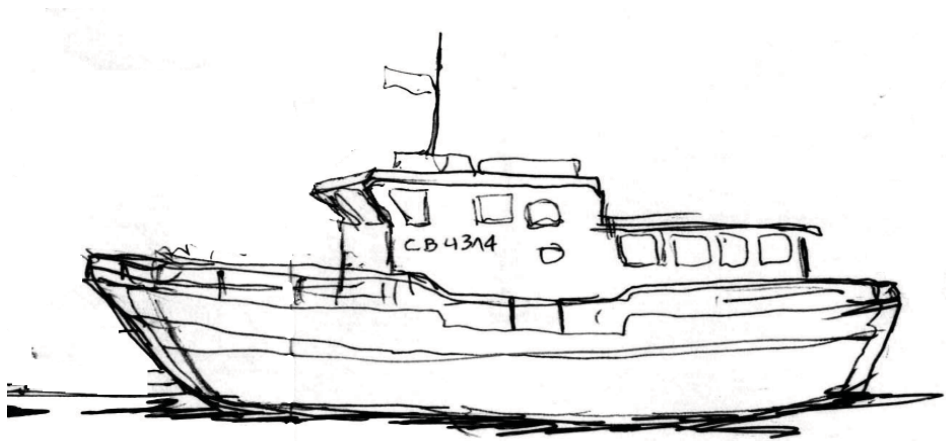


Figura 33. Esquema vista babor Embarcacion Serenade.Fuente: L.Krebs, 2011



Figura 34. Esquema planta Embarcacion Serenade.Fuente: L.Krebs, 2011

Embarcaciones que se encuentran operativas en el Fiordo Comau de uso público, subsidiadas en un 70% por el gobierno “plan conectividad austral”.

- a) Lancha a motor SERENADE
- Casco: madera
 - Eslora: 15,5 mts
 - Manga: 4,2 mts
 - Puntal: 1,8 mts
 - Motor: interior scania
 - Potencia: 300 hp
 - Velocidad: 10 nudos
 - Consumo: 25 lts hora
 - Capacidad combustible: 1400 lts 1 estanque
 - Capacidad pasajeros: 26
 - Autonomía: 56 horas



Figura 35. Fotografía lancha a motor Serenade. Fuente: L.Krebs, Travesia 2011

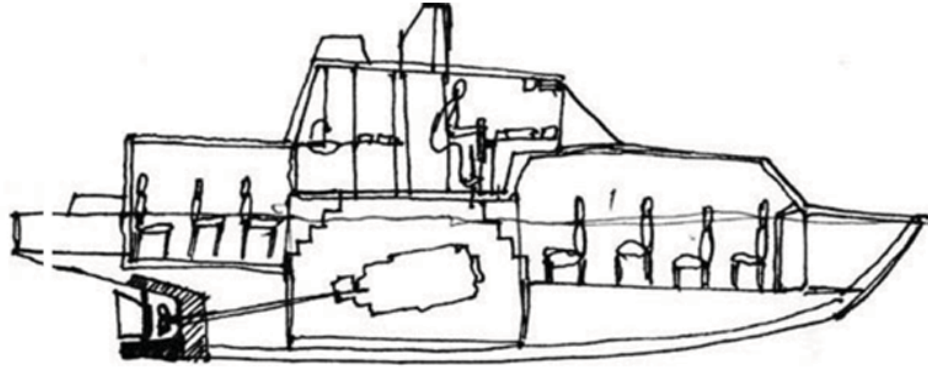


Figura 37. Esquema vista lateral Embarcacion San Sebastian. Fuente: E. Jeria, Travesía 2009



Figura 38. Esquema planta Embarcacion San Sebastian. Fuente: E. Jeria, Travesía 2009

b) Lancha a motor SAN SEBASTIAN , matrícula n° 2303

Se trata de una embarcación modificada para el transporte de pasajeros, ya que anteriormente prestaba servicios a Carabineros de Chile, realizando funciones de reten móvil, con capacidad para 6 pasajeros, incluida la tripulación.

- Casco: Acero Naval, año construcción: 1982, Pto. Montt.
- Eslora: 15 mts
- Manga: 3,7 mts
- Puntal: 2,0 mts
- Motor: Interior Scania serie 4031261
- Potencia: 280 hp
- Velocidad: 9 nudos
- Consumo: 25 litro x hora
- Capacidad combustible: 750 lts x 2 est = 1500
- Capacidad pasajeros: 30 / Carga estimada: 700 kg
- Recorrido Hornopirén a Leptepu: directo 4.5 horas / con paradas 5.5 horas.



Figura 36. Fotografía de lancha motor San Sebastian. Fuente: Travesía Magister 2009



Figura 39. Barcaza Mailén .Fuente: www.navieraaustral.cl

c) Barcaza Mailen de Naviera Austral

- Casco: acero
- Eslora: 37,68 metros
- Manga: 10,4 metros
- Puntal: 2,4 metros
- Motor: 2 motores diesel marino de 4 tiempos CUMMINS KT19 M
- Potencia: 450 HP cada uno
- Velocidad: crucero: 8,5 nudos / máxima 9 nudos
- Consumo lts x hora: 90 lts.
- Autonomía: 9500 MN
- Estanque combustible: 100 m3
- Capacidad carga 130TON
- Capacidad pasajeros: 37



- + Recorrido Hornopirén a Leptepu en forma directa en 4 horas con un consumo de 90 lts x 4 horas, 360 lts.
- + Servicio diario durante todo el año. Los zarpes están coordinados, con salidas a las 10:30 desde Hornopirén a Leptepu y a las 15:30 hrs desde Leptepu a Hornopirén.

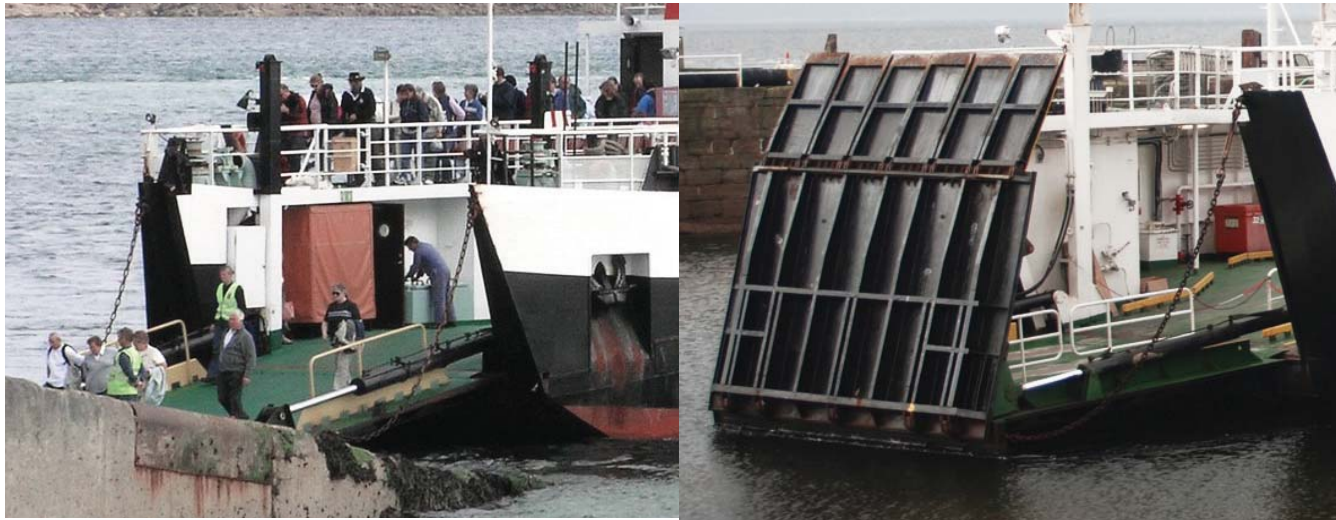


Figura 40. Rampas Calmac Ferries, trayectos Escocia y Reino Unido. Fuente: www.shipsofcalmac.co.uk

III.1.e SISTEMAS DE ABERTURAS RAMPAS DE DESEMBARCÓ

Se abre, se amplía el acceso y la embarcación se transforma en un pórtico que recibe, en un transbordador que es un puente entre orillas, con una rampa de conexión fluida a los bordes marítimos.”

1- Caso de “Calmac Ferries Ltd” (David Hutcheson &Co) : Loch Class y Island Class.

<http://www.shipsofcalmac.co.uk/>

Se observaran videos y fotos para darnos cuenta de su sistema de abertura y cierre.

Podemos observar en todas las imágenes que el sistema está compuesto por un par de émbolos hidráulicos y un par de cadenas. Ambos son los que le dan firmeza a esta rampa de acceso al ser abierta y cerrada.



Figura 41. Operan en Escocia y Reino Unido

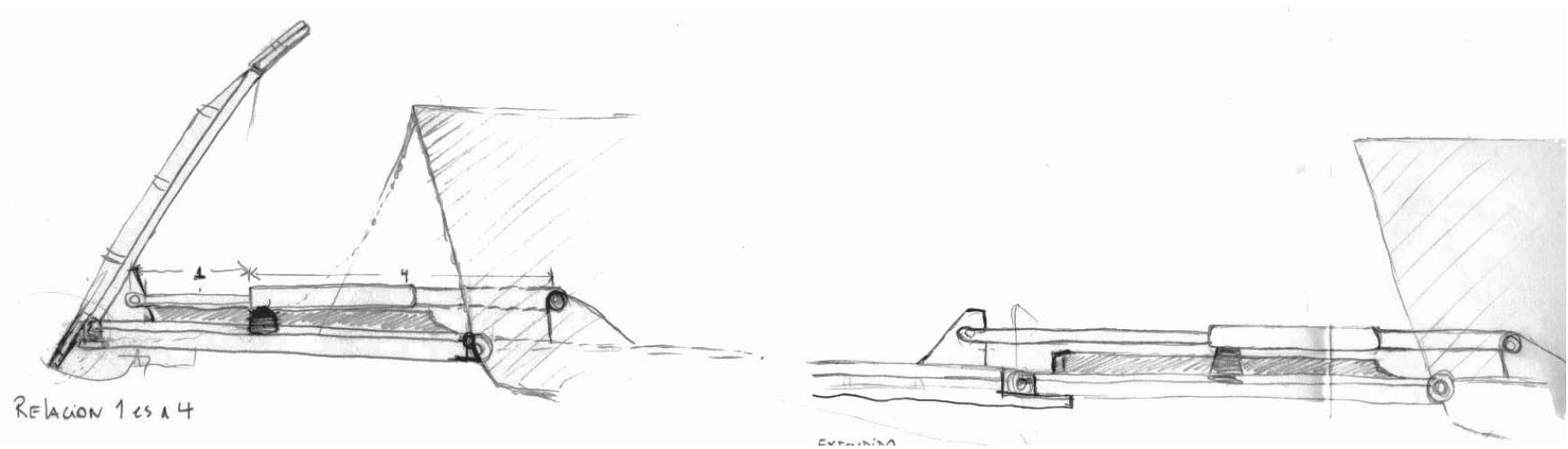


Figura 42. Proporciones del embolo.Fuente: L.Krebs

Registro fotográfico rampas de la flota de ferries de Calmac

Fuente: Fuente: www.shipsofcalmac.co.uk (* Loch Class y Island Class)



En algunas embarcaciones de este tipo, se observa una pieza robusta metálica de sacrificio, es donde frena y se apoya la rampa en el desembarcadero.





OTRAS RAMPAS (PRINCIPIO DEL TRANSBORDADOR)



Figura 43. Fuente: E.Jeria, travesía magister a Pto.Montt , 2009.



Figura 44. Transbordador Cai Cai, abertura rampa de acceso.Fuente: L.Krebs, travesía magister 2011



Transbordador Cai Cai, naviera Puelche. (Opera entre caleta Arenas y Caleta Puelche, X región). Potencia motores: 4 x 270 Hp c/u Velocidad Máxima: 8 nudos / TRG: 257 tons. / Puntal: 2.18 mts.
Eslora: 38,8 mts. / Manga : 10.46 mts /
Su rampa no es articulada, se compone de una sola pieza que pivotea desde la base sustentada por un par de pequeños émbolos hidráulicos y por unas cadenas de seguridad.

Rampa biarticulada peatonal embarcación empresa Detroit. Su mecanismo de abertura consta de 2 pares de émbolos hidráulicos, más un par de tensores metálicos.

† Lancha rápida con perfiles hidrodinámicos

III. 2. Fundamento Creativo

- + La Observación
- ++ Travesía al Fiordo Comau en embarcación Serenade: Permanencia en el ir y el desembarco.
- +++ Travesía Pto.Monttt a Pto.Chacabuco en embarcación Don Baldo: Permanencia en el ir , la maniobrabilidad y el desembarco.
- ++++ La microhabitabilidad en una embarcación de pasajeros : La plegabilidad permite el desaparecimiento para dar cabida.

III. 2. Fundamento Creativo

III. 2. a. LA OBSERVACIÓN

La Observación según Fabio Cruz¹ en su publicación “Acerca de la Observación Arquitectónica”, septiembre de 1993.

“la observación es posible porque “la condición humana es poética, y por ella el hombre vive libremente en la vigilia de hacer un mundo”. El hombre está irremediablemente llamado y obligado a hacer y rehacer el mundo. Vale decir a re-inventarlo una y otra vez. (nótese que etimológicamente la palabra invento tiene que ver con “ventura”, y consecuentemente con “aventura”).

Y esta urgencia y obligación, puede cumplirla porque tiene la posibilidad de ver el mundo, su mundo, siempre de nuevo, de verlo como por primera vez (ver está tomado en sentido amplio; tal vez podría hablarse de “percibir”).

Depende de nuestra “mirada” y de nuestro “punto de vista”, para mostrarse y revelarse según rasgos y connotaciones profundamente diferentes.

“Observar” sería entonces esa actividad del espíritu (¡y del cuerpo!) que nos permite acceder, una y otra vez, a una nueva, inédita, visión de la realidad.

¹ Fabio Cruz: arquitecto chileno, miembro fundador de la Escuela de Arquitectura y Diseño de la P.UCV. (1927+2007)

Se trata entonces del intento de ver algo como por primera vez, verlo de nuevo. Es también entonces una suerte de volver. Volver al principio original de eso que se está observando. La aplicación de la observación es para la concreción de una obra. Y hay que considerar que un estudio de historia, una pieza musical o una estructura de ingeniería son todas obras. Se trata entonces de ‘abstraer’, hay que elegir de entre el sin número de connotaciones, datos, elaboraciones y aconteceres vistos y percibidos durante el viaje o bien en la lectura. Pero ese descubrimiento es más bien una imposición del autor.

Citas del libro De Asombros y Nostalgias del filósofo Jorge Eduardo Rivera, quien plantea lo siguiente respecto de la observación:

...”otro de los términos para decir la contemplación es observar. Contemplar es igual a observar. Y observar es ob-servare, ob equivale a ahí, al frente, delante; y servare significa “guardar algo intacto sin que se pierda”. Ob-servar es dejar que algo esté delante, intacto, sin modificaciones ni intromisiones nuestras”.



Figura 1. Recorrido Travesía de Magister año 2011

Citas del libro embarcación Amereida de B.Ivelic, plantea lo siguiente respecto de la observación:

“La observación es la capacidad de admiración, de asombro, de elogio, de curiosidad. Ella viene inesperadamente como un don. Requiere dedicación, esfuerzo, trabajo para que se haga presente. Es capacidad del espíritu abierto, sin prejuicio.

Observación es también sorpresa. Que es también maravillarse. Maravillarse viene de “maravilla”, en latín mirum, que es lo extraordinario, lo singular. Sorprenderse viene de “prender” que en latín significa coger, atrapar. Algo así como quedar arrebatado, es quedar suspensos, sin apoyo.”

III. 2. b. TRAVESÍA DE MAGISTER 2011

El texto del profesor y poeta Jaime Reyes, quién nos acompañó en nuestra travesía, nos señala el recorrido. Fuente: <http://www.ead.pucv.cl/2011/un-recorrido-nautico-y-maritimo/>

“Un recorrido Náutico y Marítimo

El recorrido consideró primero la ciudad de Valdivia, donde el taller visitó diversas instalaciones de astilleros, como Alwoplast o Asenav. También visitamos a los carpinteros de ribera del estero Cutipay; los hermanos Villanueva, y llegamos hasta la Parroquia de Corral. Luego viajamos hasta Hornopirén, donde embarcamos para navegar el fiordo Comau. En este Mar Nuevo de Aysén visitamos, en la isla Llancahué, la obra de la Travesía Quiaca, del año 2003. Estuvimos en los fiordos Cahuelmó y Quintupeu, en Vodudahue y sus alrededores río arriba, hasta adentrarnos en el parque Pumalín. Estuvimos en Porcelana y visitamos el actual San Ignacio de Huinay, donde nuestra Escuela, especialmente los talleres de diseño industrial, realizaron varias travesías, entre 1988 y 1995. Aquí comenzó la construcción de la Embarcación Amereida. La travesía finaliza en Puerto Montt, donde visitamos varias industrias náuticas que fabrican desde embarcaciones a muelles y elementos tanto náuticos como marítimos.”

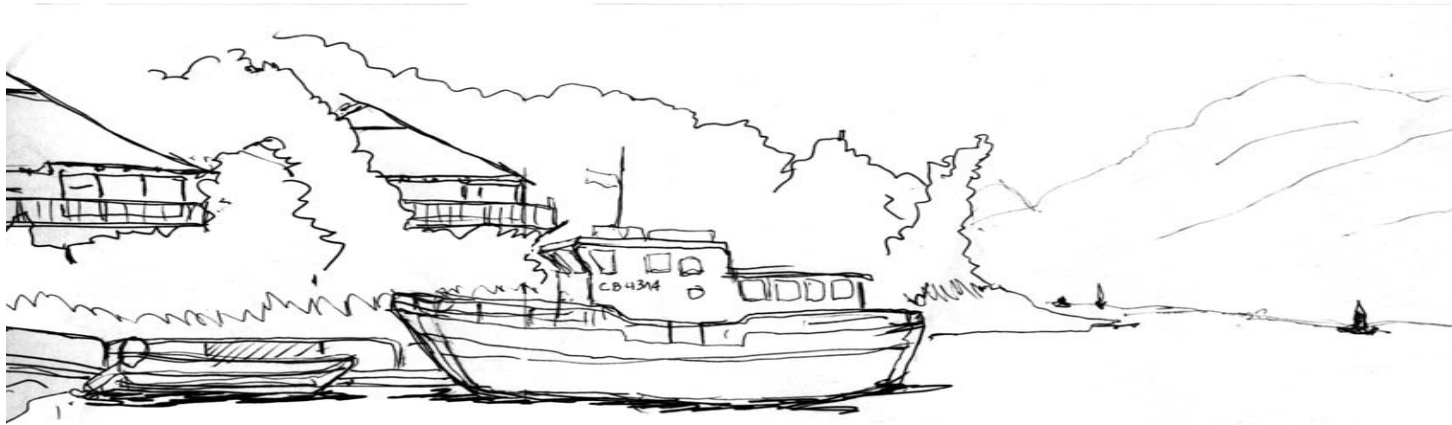


Figura 2. Embarcación Serenade en fiordo Comau, Huinay. Fuente: croquis L.Krebs, travesía 2011.

Inicio navegación por el fiordo Comau

El recorrido por el Fiordo Comau trae consigo observaciones que nos llevan a la siguiente pregunta: ¿Cuál será el modo justo de habitar las aguas?

Considerando la vía náutica como el natural modo de unión de este sector de la Patagonia, caemos en la cuenta de los tiempos en la navegación y del gesto del hombre embarcado.

En la medida del tiempo, el hombre permanentemente en espera, vigilante de las nubes y el viento que le indica si es o no el momento de alejarse de la orilla.

En cuanto al gesto de navegar tenemos el vaivén, el aferrarse a las manillas, exponer el rostro al viento encarando la realidad de estar en el agua. Navegar es un logro humano,

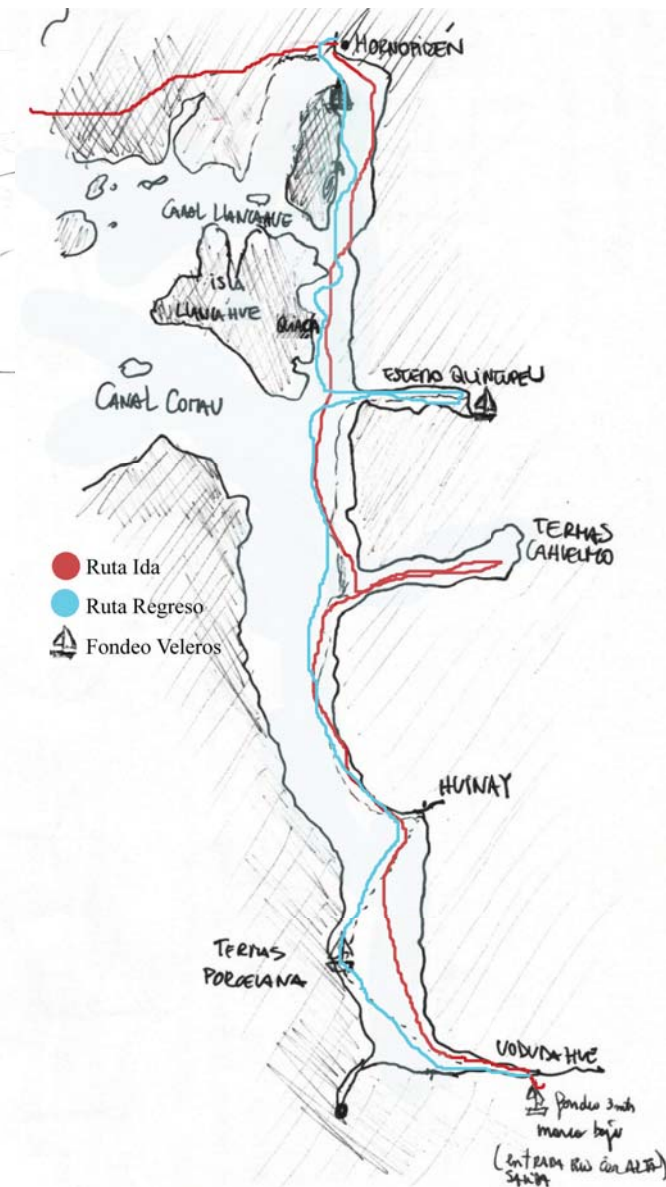


Figura 3. Esquema Fiordo Comau. Línea roja indica recorrido de ida Hornopirén Vodudahue y la celeste indica el recorrido de regreso Vodudahue-Hornopirén. Fuente: L.Krebs



Figura 4. Hornopirén, desde aquí la tierra firme se inunda entre canales y fiordos, dónde aparece la continuidad de la carretera austral vía marítima. Fuente: fotografía I.Krebs, travesía 2011.

por tanto es válido pretender embarcar el destino del habitante entre aguas, encontrando la justeza de la vida y del ir habitando lugares que requieren de la levedad para poder permanecer en ellos.

Esto es el recuento del periodo de la travesía que contempla la ida al Fiordo Comau, partiendo desde Puerto Montt hasta Hornopirén vía terrestre y la navegación al Fiordo en una embarcación chilota adaptada para pasajeros llamada Serenade.

La travesía es la instancia natural donde el diseñador se encuentra con la esencia náutica en la vida de las personas. Navegar en un lugar específico, esperando que se muestre algún misterio del habitar de los colonos, este se captura con la observación.

El registró en la bitácora, recogiendo el ir en viaje como nuestro real comienzo. Se sostiene

la travesía como un nuevo comienzo a partir del descubrir al habitante del Fiordo Comau navegando.

En la travesía encontramos todo aquello que ha permanecido oculto.

La aventura en el diseño nos trae hasta acá, a una geografía que conmueve por su extrema plenitud, impenetrable, un lugar enfrentado al mar como medio de comunicación natural.

Resulta fácil destacar a Hornopirén por su importancia urbana para el Fiordo, son de esas ciudades enfrentadas hacia el mar, con una significativa misión.

Desde sus orillas abre la continuidad de la carretera austral por la vía náutica. Desde aquí se zarpa hacia otra forma de ir sobre América, desde aquí la tierra firme se inunda entre canales y fiordos.



Figura 5. El ir en la embarcación Serenade, travesía 2011. Fuente: L.Krebs

Permanencia en el ir.

Al ir por el fiordo, caemos en la cuenta de que la cubierta de la embarcación da lugar a la permanencia en un gesto de la contemplación, da lugar a un tiempo del ir detenido en una contemplación. Se navega contenido, estando tanto en el exterior como en el interior. (Fig.5)

En el interior, las ventanas traen la presencia de lo exterior, de la extensión, aparece una borda que se constituye con objetos que dan la altura a las ventanas, dónde el habitar se hace presente. (Fig.7)

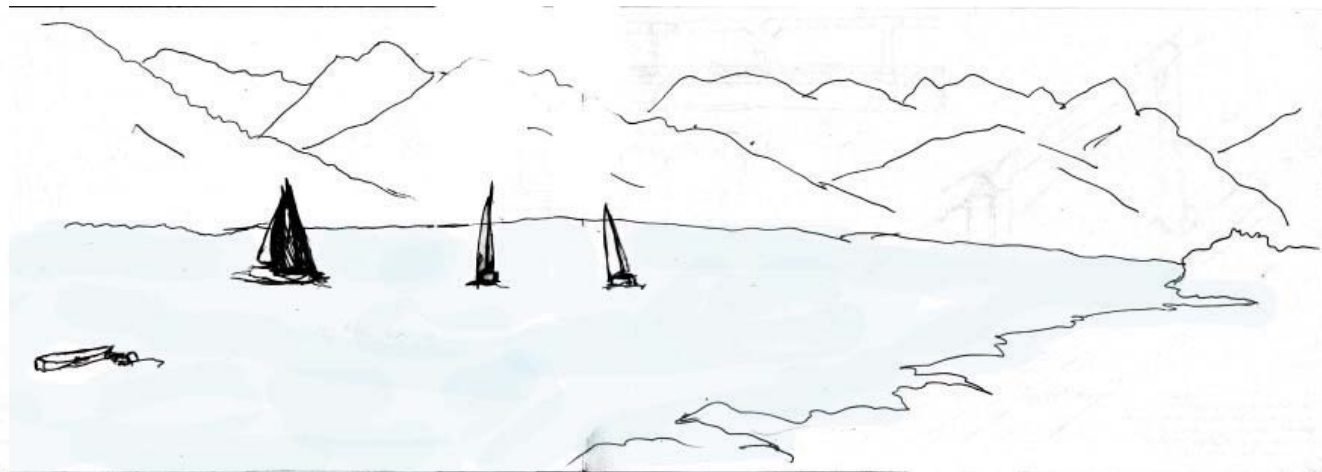


Figura 6. Contemplación desde la embarcación, da lugar a la permanencia en un gesto de la contemplación Fuente: L.Krebs 2011

La mesa comedor aparece como un centro en la proa, bajo cubierta. Aparece envuelta por los bordes del interior. Esta mesa acoge varios actos, el comer, la espera, la conversación, el dibujo, una diversidad de usos (Fig.8)



Figura 7. Interior embarcación Serenade, sector asientos pasajeros. Fuente: L.Krebs 2011



Figura 8. Interior embarcación Serenade, sector comedor. Fuente: L.Krebs 2011

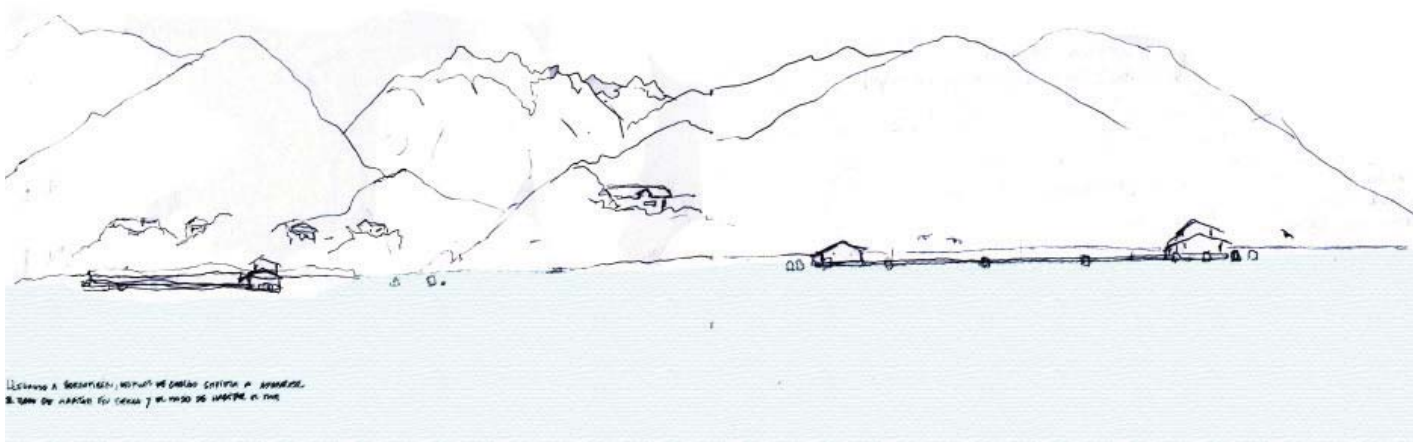


Figura 9. Salmoneras presentes en el fiordo, habitando el mar. Fuente: L.Krebs, travesía 2011



Figura 10. Casa flotante de la salmonera, uso como oficina y bodega guardado alimentos salmones. Fuente: L.Krebs, travesía 2011

La temporalidad del viaje hace que el cuerpo quede en libertad de movimiento, unos duermen, otros comen, otros recorren el exterior de la embarcación, otros contemplan el paisaje que es variado y asombroso.

En el viaje aparece la forma de habitar en los bordes del Fiordo en conjunto de cómo habitar el mar, a través de siembras de choritos y pisciculturas o salmoneras que están volviendo a aparecer tras la crisis del salmón de años anteriores. (Fig.9 y 10)

La contemplación del alrededor desde la cubierta cae en la cuenta del encuentro de la montaña y el mar, los asentamientos urbanos quedan al borde, como único suelo fundacional, acceder al interior es casi imposible en la espesura de la selva. Acá lo habitable acontece en el borde costero, y la continuidad del tránsito está dada en la comunicabilidad del valle mar en la navegación. (Fig.11)



Figura 11. Asentamientos en los bordes, acceso al interior complicado por pendiente y selva. Lo único plano es el borde playa (mareas de hasta 7 mts.) Fuente: L.Krebs, Travesía 2011 .

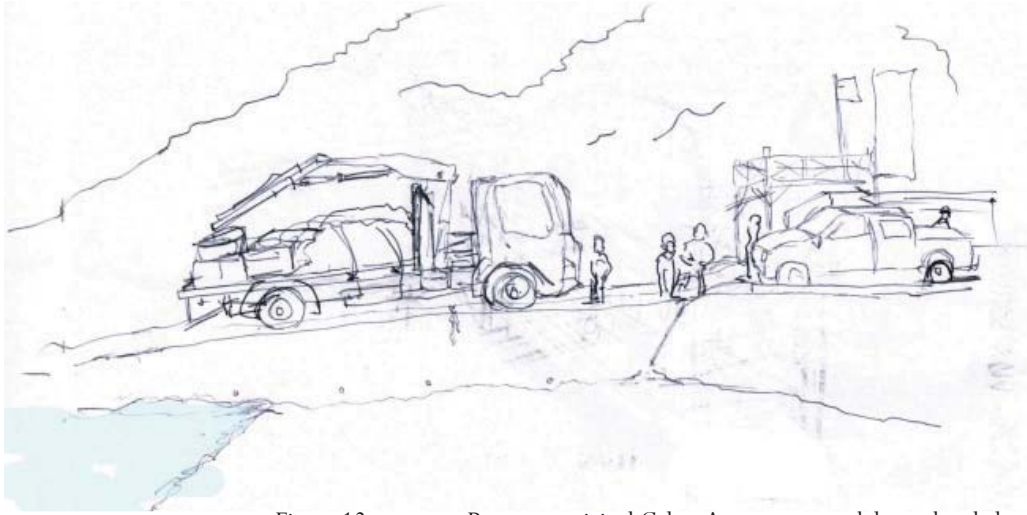


Figura 12. Rampa municipal Caleta Arenas, espera del transbordador .

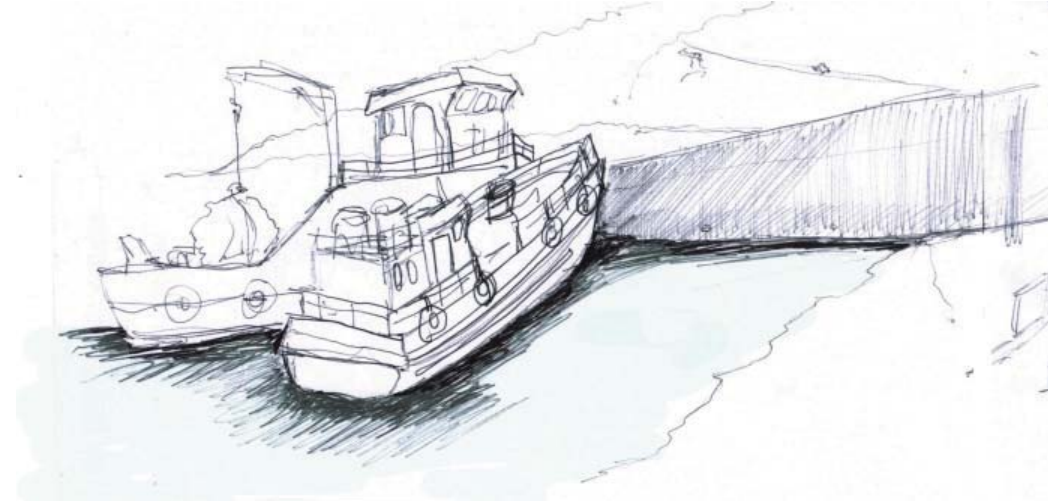


Figura 13. Embarcaciones posados a un costado de la rampa cargando por medio de una pluma propia de la embarcación. Fuente: L.Krebs, travesía 2011.

Forma de desembarco y su infraestructura presente en la navegación por el Fiordo.

- Caleta Arenas : cruce en transbordador desde C.Arena a Caleta Puelche.
- Hornopirén: Inicio viaje por fiordo en embarcación Serenade.
- Parada Quiaca sector 1 , isla de Llancahue (mediciones pendiente playa)
- Parada Quiaca sector 2 , isla de Llancahue (mediciones pendiente playa)
- Vodudahue
- Parada Termas de Porcelana
- Parada Huinay

➤ **Caleta Arenas :** cruce en transbordador o barcaza desde C.Arena a Caleta Puelche

Posee una rampa pública para barcazas. Materialidad: Hormigón Armado / Ancho 7 [m] / Largo 30 [m] / Inclinación 7°.

Secuencia de llegada de barcaza Cai-Cai a Caleta Arenas, registro travesía 2011.(Apertura de rampa)





Figura 14. Barcaza sin proa ni popa, se abren las rampas en cada extremo de la embarcación.

Un transbordador o barcaza presenta una nueva condición de acceso al romper su casco, se abre al desembarcar y despliega su rampa para vincular el borde de tierra firme con la embarcación. Luego de cierra para continuar la navegación. Este tipo de embarcación no posee proa ni popa, ya que en ambos extremos se presenta esa rampa que quiebra la forma del casco para abrirse y dar cabida. Se cierra o hermetiza para dar continuidad al ir, se cierra para transportar, para proteger. La barcaza pasa a ser su propio muelle, un puente entre orillas.



Figura 15. Secuencia de apertura de rampa de acceso. Fuente: N.Moraga, Travesía 2011.

“ En verdad las barcazas son más bien muelles que barcos, y en este caso, mas bien puente. Se sienten bien justamente en la orilla, son de la orilla. Las barcazas son modernas. Parecen ajustarse a las mil maravillas a la Pampa. La barcaza es casi un puro hueco. Aparentemente no tiene “la forma de agua” como los barcos (¡Qué anticuados somos para pensar!) No tiene ni popa ni proa ni quilla. Lo que sucede realmente es que anda sobre el agua Por eso no ”atraca” como los barcos sino que se tiende sobre la orilla. Su forma rectangular, abstracta, sus paredes planas, están concebidas para estacionar el mayor número posible de vehículos. Eso es todo. He ahí una cosa pensada “a la norteamericana”. Tan simple y aparentemente tan tonta como un slogan de propaganda. (“No se complique la vida: use barcazas... No necesitan muelle ni grúas; no necesitan profundidad para navegar; Máximo espacio utilizable; la carga y descarga se hace sola...”) He ahí una cosa pensada en la guerra. Entre la vida y la muerte”

Libro Amereida, volumen segundo, (119-121) Escuela de Arquitectura y Diseño. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 1986.



Figura 16. Muelle, Pasarela pivotante con extremo de plataforma flotante de Hornopirén. Fuente: L.Krebs, travesía 2011.

➤ Hornopirén

Hornopirén posee una infraestructura portuaria del tipo pasarela pivotante con extremo flotante. La pasarela presenta una pendiente muy pronunciada al pie en marea baja, en nuestro viaje, en la ida nos tocó la marea baja, lo cual tornaba radical la pendiente del tramo flotante. Está estipulado un máximo de dos embarcaciones juntas: dos por babor y dos por estribor.

Otra obra importante en el borde de esta ciudad es la rampa para barcas, a un costado del muelle de pilotes. En nuestra travesía se encontraba en reparaciones.



Figura 17. Complejidad para embarcarse en la lancha Serenade desde la plataforma flotante del muelle de Hornopirén. Fuente: L.Krebs, travesía 2011

Tanto al zarpar como en el arribar a Hornopirén, aparece ese habitar de una ciudad volcada al mar. Aquí empieza nuestro viaje por fiordo en la embarcación Serenade, desde aquí nuestra carretera es por el mar, única vía de acceso hacia el fiordo y Patagonia.



Figura 18. Materialidad: Hormigón Armado / Ancho 7 [m] / Largo 30 [m] / Inclinación 7°



Figura 19. Pasarela metálica y plataforma flotante en Quiaca. Fuente: L.Krebs , travesía 2011.



Figura 20. Embarcación Serenade atracada en plataforma de isca Llancahue sector Quiaca 1, desembarco fluido y seguro.



Figura 21. Mediciones realizadas en isla Llancahue para obtener la pendiente de la playa. Fuente: L.Krebs, travesía 2011

$tg(5.0^{\circ}) = 0.0874$
$tg(5.5^{\circ}) = 0.0962$
$tg(6.0^{\circ}) = 0.1051$
$tg(6.5^{\circ}) = 0.1139$
$tg(7.0^{\circ}) = 0.1227$
$tg(8.0^{\circ}) = 0.1405$
$tg(\alpha) = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto adyacente}}$

Figura 24. Tabla de funciones trigonométricas , tangentes.

➤ Quiaca sector 1 , isla de Llancahue

Pasarela pivotante y flotante metálica con flotadores de pvc y con extremo plataforma pvc flotante de 7 mts. Plataforma hecha con el sistema Ready Dock, que se compone de módulos fabricados en Polietileno de alta densidad con una superficie antideslizante. No es para amarre de embarcaciones mayores, es solo estructura de paso.

En la playa se midieron pendiente entre 5° y 7°, también se verificó la pendiente con la pasarela posada en la playa en un periodo de baja marea. Ésta indicó 7° (medición realizada con un nivel de burbuja con indicador digital)

Mediciones :

Se necesitó: una tabla regleta de 150 cm, donde esté señalado la medida cada 5 cm, un cabo resistente a la tensión de 10 a 15 mts, un nivelador de burbuja o digital y 3 personas.

La primera persona sujeta un extremo del cabo a nivel de playa (sector playa arriba) y la segunda, está playa abajo con la regleta puesta en forma vertical y con el otro extremo del cabo en algún punto de esa regleta. La tercera persona está con el nivel de burbuja sobre el

cabo señalándole a esa segunda persona si debe subir o bajar más el extremo del cabo hasta lograr el nivel. En este caso las mediciones tomadas con la regleta fueron 1.10 mts , 0. 95 mts, 1.2 mts y 1.0 mts. (Largo cabo: 10 mts.) Para obtener el ángulo de la pendiente de playa se debe utilizar funciones trigonométricas, en este caso utilizamos la de la tangente del ángulo que es igual al cateto opuesto dividido por el cateto adyacente del ángulo. Entonces para 1.10 mts corresponde ángulo de 6.5°, para 0.95 es 5.45°, 1.2 es 7° y 1.0 es 5.8°.

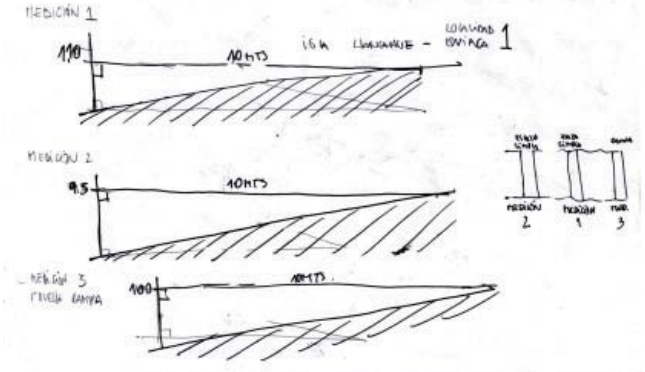


Figura 22. Notas en terreno para cálculo de ángulos de la pendiente playas.



Figura 23. Nivelación de burbuja sobre línea del cabo .

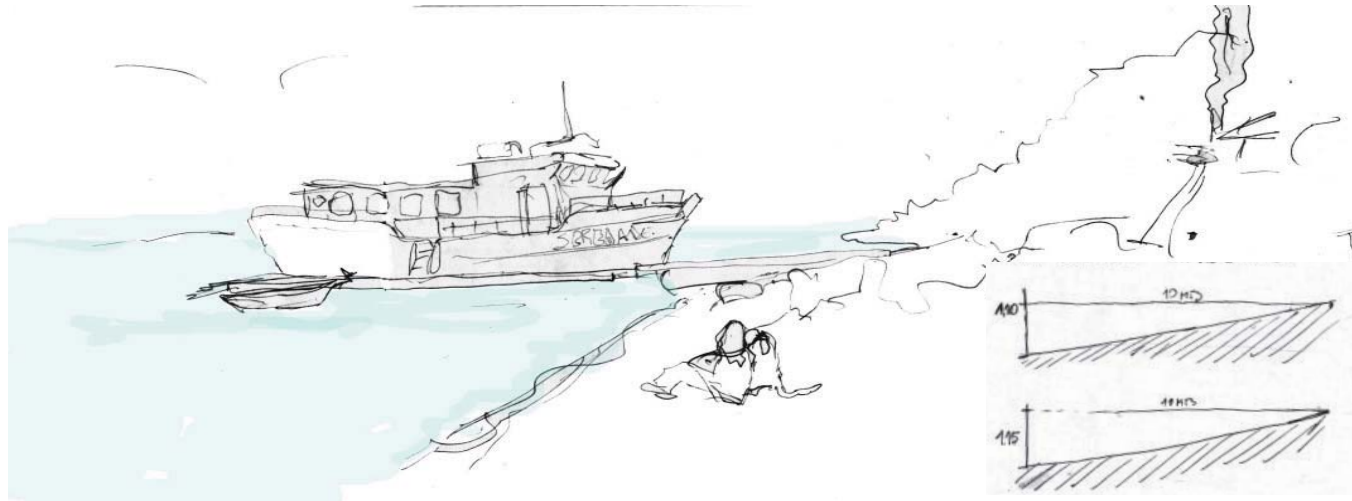


Figura 25. Mediciones tomadas en parada dos en la playa sector Quiaca. Es una playa bastante limpia en cuanto a rocas grandes, tiene granulometría pequeño de piedra. Fuente: L.Krebs, travesía 2011.

➤ Quiaca sector 2, isla de Llancahue

Posee una playa de pendiente de 6.5° a 7.0° , de materialidad de piedra grano pequeño, ancho de 500 mts y largo de 30 mts. adecuada para desembarco. También presenta un muelle flotante pero bastante artesanal que no está en buenas condiciones.

Mediciones: En este caso las mediciones tomadas con la regleta fueron 1.10 mts y 1.15 mts. (Largo cabo: 10 mts.) Entonces para 1.10 mts corresponde ángulo de 6.5° y para 1.15 es 6.6° .

$$\begin{aligned}\tan \alpha &= \frac{a}{b} = \frac{1.15}{10} \\ \alpha &= \tan^{-1} 0.115 \\ \alpha &= 6.6^\circ\end{aligned}$$

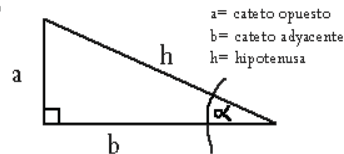


Figura 27. Medición ángulo playa. Paso 1, persona sujeta un extremo del cabo a nivel de playa.



Figura 28. Medición ángulo playa. Paso 2 y 3, persona con el nivel de burbuja sobre cabo.



Figura 29. Embarco a través de escalera lateral de embarcación Serenade desde muelle de Quiaca.



Figura 26. Muelle flotante con superficie de madera y flotabilidad de tubos de pvc de alta densidad. Fuente: L.Krebs, travesía 2011.



Figura 30. Desembarcadero de madera en Vodudahue en marea baja . Fuente: L.Krebs, travesía 2011.

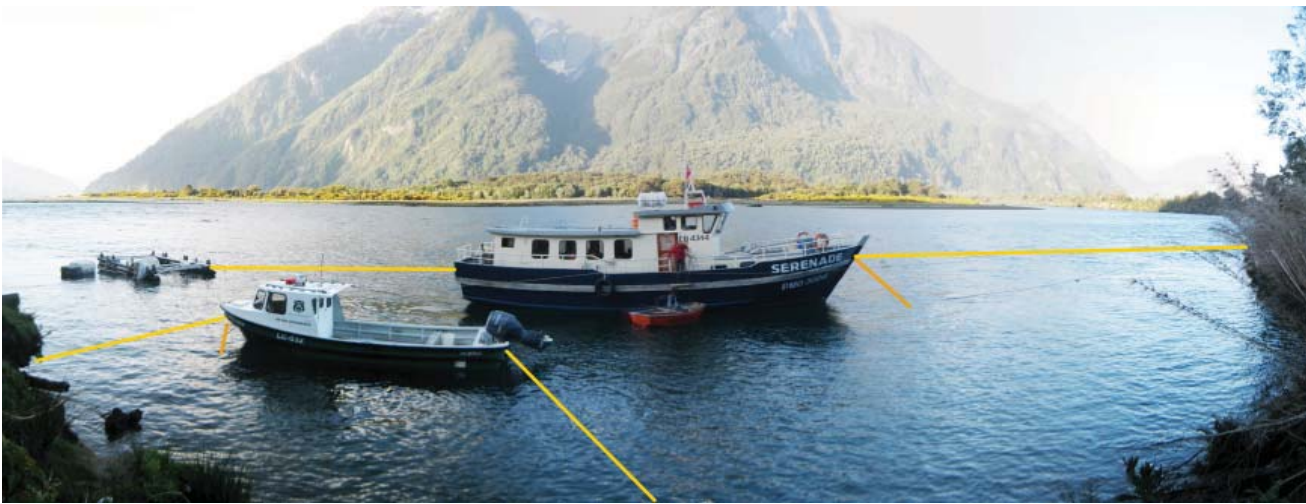


Figura 31. Lugar óptimo de fondeo en Vodudahue. Las embarcaciones anclan y tiran líneas a la orilla, líneas amarillas. Fuente: L.Krebs, travesía 2011.

➤ **Vodudahue**

En Vodudahue existe un viejo muelle desembarcadero de madera, construido por un lugareño que tiene un Lodge de pesca, Oscar Barril. No sé encuentra en buenas condiciones dado al tiempo transcurrido desde su construcción y su poco mantenimiento. En bajamar no se puede utilizar ya que la plataforma y la escalera queda muy alejada de la embarcación.

Para ingresar a Vodudahue con una embarcación de más de 40 cm de calado solo se puede hacer con marea alta, ya que la entrada del río deja al descubierto varios bancos de sedimentos en marea baja, además hay que seguir unas boyas que indican el sector de mayor profundidad.

Existe una opción de fondeo más protegido y con buena profundidad, esto es a unos 3 km río arriba desde el desembarcadero de marea. Hay que ingresar con marea alta, pero una vez estando allí no hay problema de profundidad. En baja mar, queda una especie de pozón con suficiente profundidad (3 mts), en ese lugar Oscar Barril está construyendo una plataforma flotante para recibir a las embarcaciones. Actualmente las embarcaciones anclan y tiran líneas a la orilla en ese sector.(Fig. 31)



Figura 32. En marea alta las embarcaciones se aproximan al desembarcadero de madera, siendo mas fácil la maniobra de desembarcar y embarcar. Fuente: L.Krebs, travesía 2011.



Figura 33. Porcelana, esta fue una de las zonas que se vió mayor cantidad de veleros anclados. Este es un punto bastante visitado por encontrarse una terma natural de fácil acceso. Fuente: L.Krebs, travesía 2011.

➤ Porcelana

Es una bahía amplia y de una extensa playa. Porcelana es apto para el fondeo con buen clima, pero con fuertes vientos, el suelo no es apto para fondeos con ancha ya que tiende a garrear. Los veleristas utilizan especialmente el ancla Danford, Bruce y Delta. Cuando el viento es más de 15 nudos además de fondear con 2 anclas, tiran líneas a tierra amarrándose a rocas y arboles existentes en la orilla.

La playa es bastante apta para el desembarco de embarcaciones planas o de bajo calado. Con la embarcación Serenade pudimos llegar a unos 3 metros de la orilla.

Su granulometría es de piedra pequeña, no hay que olvidar el ciclo mareal. En esta zona la marea puede bajar hasta 7 metros, dejando muchas veces embarcaciones baradas.

Este sector no presenta ninguna infraestructura para desembarcar, lo que dificultó bastante nuestra bajada a la orilla a pesar de poder llegar tan cerca de esta. En nuestro desembarco se utilizó el bote auxiliar como puente, pero resultó bastante inestable y difícil de abordar.



Figura 34. Embarcación Serenade próximo a la orilla. La playa es bastante apta para el desembarco de embarcaciones sin mucho calado. El bote auxiliar pasó a ser nuestro puente entre Serenade y la orilla. Fuente: L.Krebs, travesía 2011.



Figura 35. Anclas utilizadas habitualmente en la zona. Danford, Delta y Bruce respectivamente. Siendo la más utilizada por los veleristas que se encontraban en la zona, la Bruce. Fuente: L.Krebs, travesía 2011.



Figura 36. Fundación San Ignacio de Huinay con su muelle flotante, puente entre las embarcaciones y la orilla. . Fuente: L.Krebs, travesía 2011.

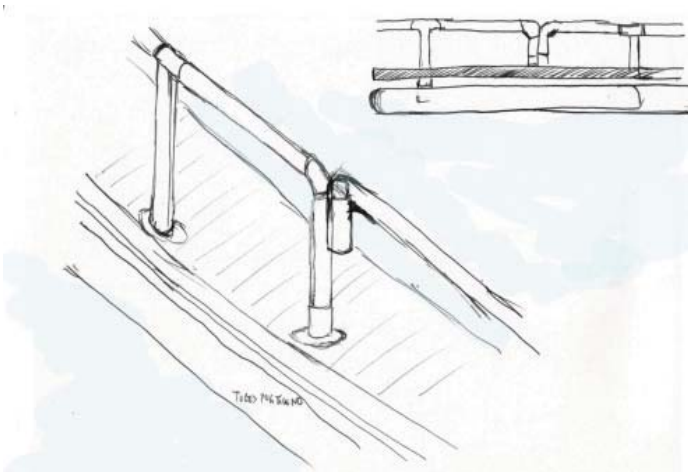


Figura 37. Detalle de muelle de Huinay, tanto la flotabilidad y pasamanos del muelle son de tubos de HDPE. Fuente: L.Krebs, travesía 2011.

➤ Huinay

Aquí existe un muelle de muy buena construcción. Es flotante, la parte de abajo es de plástico de alta densidad HDPE y metal galvanizado como plataforma. Las barandas de seguridad también son de tubos de plástico HDPE. Su ancho es de 2,5 m / Largo: 30 m/ franco de borda: 50 cm.

Este muelle esta abierto para el uso de la comunidad, pero perteneces a la Fundación San Ignacio del Huinay.

El muelle resulta adecuado solamente al embarcarse en embarcaciones pequeñas, como lanchas tipo zodiac, con una borda no superior a 1 metro. En nuestro caso, con la embarcación serenade tuvimos que bajar por una escalera lateral hacia el muelle.



Figura 38. Fotografías del muelle flotante de 2,5 mts de ancho de Huinay. Se puede observar cómo parte del muelle se posa en la orilla al bajar la marea.Fuente: L.Krebs, travesía 2011.

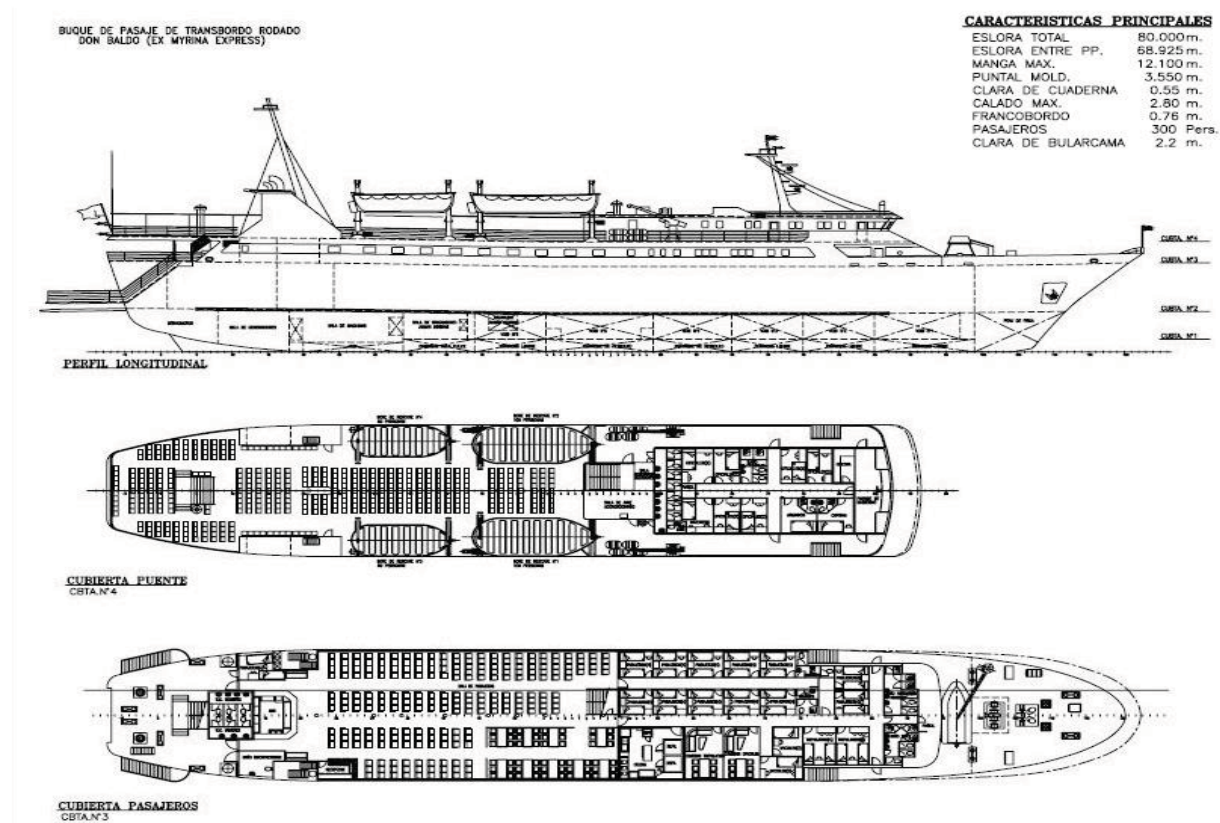


Figura 39. Planos de la embarcación Don Baldo.Fuente: Naviera Austral.



Figura 40. Ruta de travesía de Don Baldo.Fuente: Naviera Austral.

III. 2. c . EXPERIENCIA DE NAVEGACIÓN EN LA EMBARCACIÓN DON BALDO EN LA PATAGONIA OCCIDENTAL

En Abril 2011, realicé un viaje a bordo de Don Baldo. Es un buque tipo Ferry con capacidad de 250 pasajeros y 350 Toneladas de carga, tiene 80 mts eslora y su manga máxima es de 12 mts, calado 2.8 mts y velocidad crucero 12 nudos.

La experiencia fue navegar durante una semana por la Patagonia Occidental. Vivir el ritmo de la navegación en la embarcación “Don Baldo” de la Naviera Austral, desde Puerto

Montt hasta Puerto Chacabuco y viceversa, con paradas en Chaitén, Quellón, Melinka, R.M.Balmaceda, Melimoyu, Pto. Gala, Pto. Cisnes, Pto. Gaviota y Pto. Aguirre.

La permanencia en el ir en la embarcación

Quedamos inmersos en el interior de un objeto flotante, un hueco construido para el acontecer de los actos, se viaja, se pasea , se mira, se contempla, se come, se duerme, se descansa, se camina, se dibuja, etc. Es entrar en la microhabitabilidad del espacio. Son las relaciones más próximas al cuerpo.



Figura 41. Salón principal de pasajeros, equipada con asientos tipo butacas de bus (250) orientados hacia proa separados por dos pasillos principales. Fuente: L.Krebs



Figura 42. Sector de comedor con 9 mesas, usado generalmente para los que están ubicados en las piezas con camarotes o solicitan servicio a bordo de alimentación.



Figura 43. Pieza con camarote, para 4 personas. Existen solo 10 dormitorios de pasajeros, o sea camas para 40 personas.

Estas posibilidades están dadas en la temporalidad del uso de los espacios y objetos que contiene. Trasladarse contenido en una embarcación, tiene una suerte de recoger el espacio en otro tiempo, una espera contemplativa que atrapa la mirada del entorno.

En la embarcación los espacios son ocupados en virtud del tiempo, es su acontecer el que otorga la magnitud al acto. Algunos lugares específicos tienen señalado su ser acción, por ejemplo, la sala de máquinas, la cocina, los camarotes. Pero el salón principal de pasajeros da cabida al dormir, comer, ver televisión, conversar, caminar, contemplar, etc, aquí aparece ese espacio común multiuso que hace interactuar con otros pasajeros y agruparse, la embarcación permite ese espacio de encuentro común. No es cómo un bus que uno permanece en su asiento y la interacción con otros pasajeros es mínima. En una embarcación el cuerpo maneja una libertad en comparación al ir en un bus donde la velocidad es mayor.

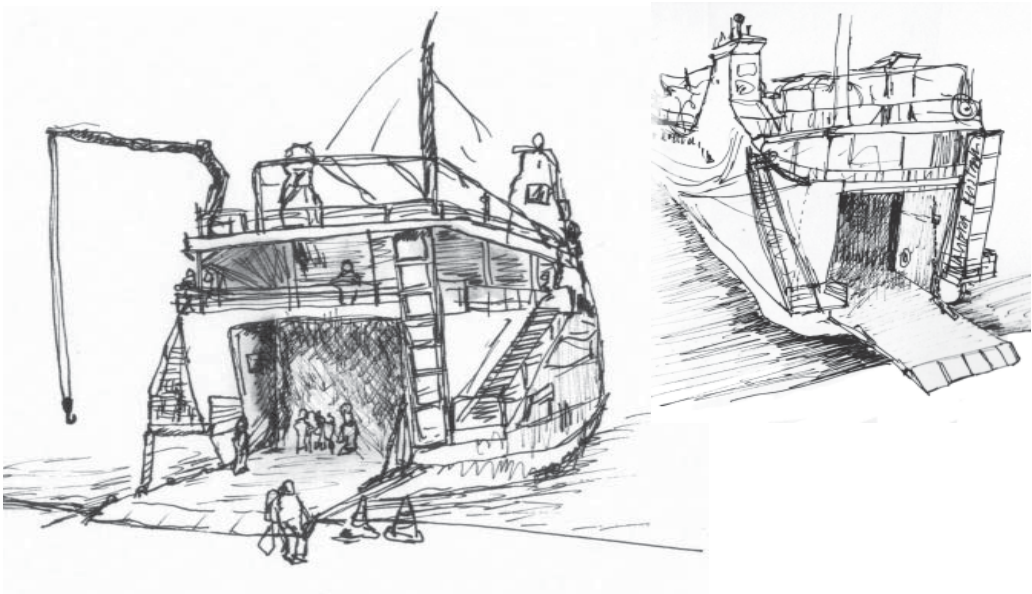


Figura 44. Don Baldo abre su popa para dar cabida, se transforma en un pórtico que recibe.
Fuente: L.Krebs

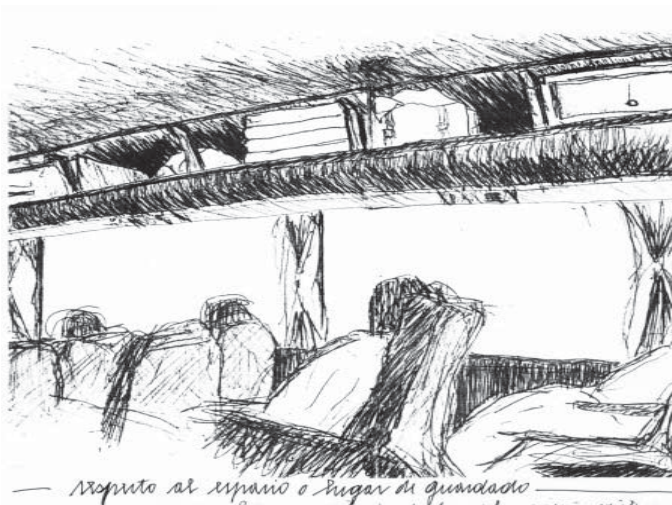


Figura 45. Interior de bus interurbano. Se aprecia el compartimiento superior de guardado de equipaje liviano que es abierto y además la forma del ir sentado de los pasajeros, aquí el modo de habitar es sentado. Fuente: L.Krebs .

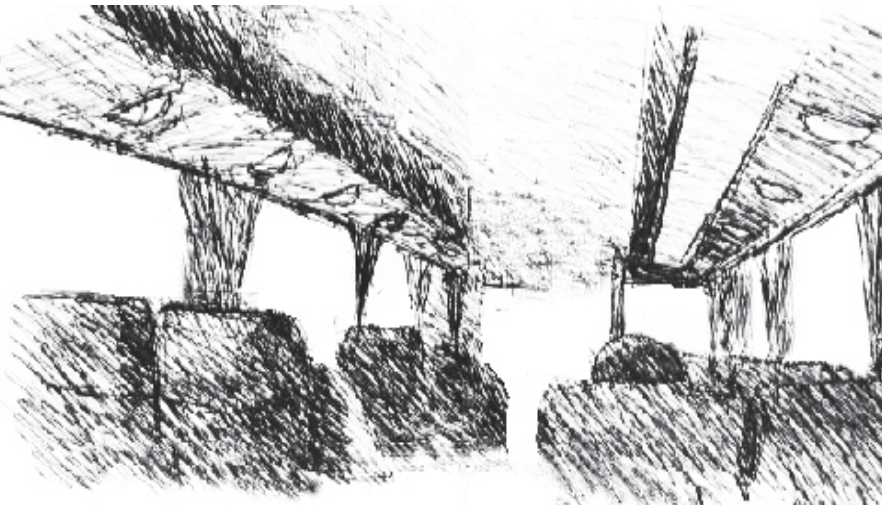


Figura 46. Interior de un avión, donde los compartimientos de guardado son cerrados.

Comparando ahora la permanencia en el ir en el bus y avión podemos decir lo siguiente:

El bus y el avión deben ser uno de los medios de transporte de pasajeros más utilizados en nuestro país. La función principal del bus y el avión es transportar pasajeros y sus equipajes. Para esto el objeto se ha dotado de sistemas ocultos e integrados con el espacio del cuerpo. En el caso del avión, la bandeja plegable, el asiento reclinable, la pantalla retráctil aparecen y desaparecen solo en la medida del uso, en una embarcación pasa lo mismo, los objetos desaparecen para dar cabida a otros gestos.

Existe una creación del modo de habitar sentado, se lee sentado, se duerme sentado, se ve una película reclinado, se contempla el paisaje sentado, se dibuja desde el asiento. En definitiva el bus es un objeto que resuelve la habitabilidad del ir sentado en el viaje. Aquí aparece la habitabilidad en la justeza del gesto, a la forma que lo contiene.

En el bus se realiza un viaje con otras personas, aunque no son medios de un acto colectivo.

En un bus o avión uno viaja en un asiento y escasamente se reúne con otros pasajeros, no existe un espacio colectivo como en una embarcación.

Tanto en el bus y el avión no existen los espacios exteriores, además no existen los tiempos de contemplación como en la navegación, esto se debe a la velocidad en el ir.



Figura 47. Los vehículos embarcan y desembarcan solo cuando la embarcación está fija a tierra a través de los cabos de seguridad. Estos evitan que el sector de la rampa se mueva.

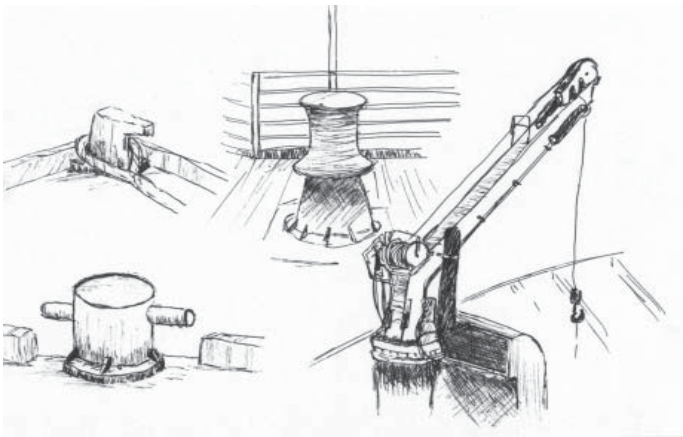


Figura 48. Objetos de maniobra: Bitas, huinche, grúa de carga liviana presentes en Don Baldo. Fuente: L.Krebs.



Figura 49. Tanto las bitas, los cabos y los huinches son imprescindibles para la maniobra de llegada a la orilla. Son estas las que orientan a la embarcación a la llegada a la rampa-orilla. fuente: L.Krebs

La maniobrabilidad en la embarcación Don Baldo

El atracar, el desembarcar o el embarcar aparecen con movimientos precisos, no es al azar. En esta acción aparecen objetos que acompañan esa precisión de maniobra. Aparecen cabos, huinches, bitas, anclas que se van ajustando con el avanzar hacia la orilla, hasta llegar al punto preciso según marea, pero al estar ya atracados en la rampa estos objetos deben seguir ajustándose con el cambio de marea y oleaje.

Al interior de la embarcación todos los autos y camiones deben ir anclados al suelo por medio de unas cadenas y piezas metálicas que se encuentran soldada al suelo, la carga debe ir muy bien amarrada por seguridad y estabilidad de la embarcación.

La distribución de la carga y el evitar que la carga se mueva es fundamental para el funcionamiento y seguridad de la embarcación. Pues cualquier error puede traer grandes problemas de estabilidad.

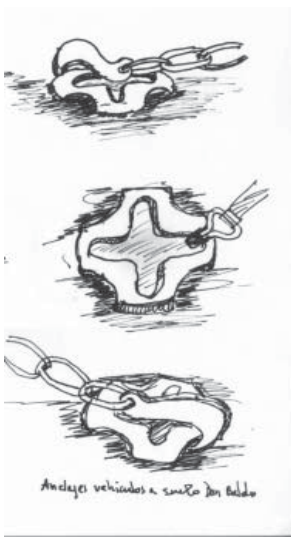


Figura 50. Sistema de anclaje de los vehículos al suelo de la embarcación. son objetos metálicos soldados al suelo. Fuente: L.Krebs



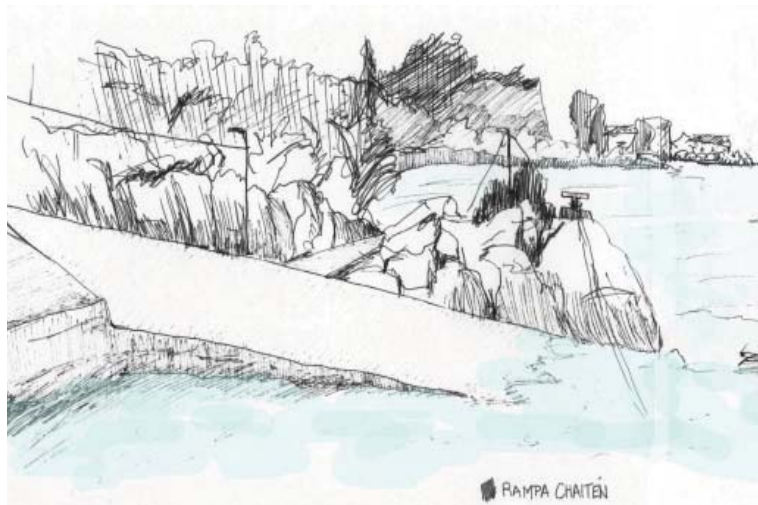


Figura 51. Rampa de Chaitén. Fuente: L.Krebs.



Figura 52. Rampa de Chaitén. Fuente: L.Krebs.



Figura 55. Rampa municipal de Melinka. Fuente: L.Krebs.

Registro formas de desembarco e infraestructura en travesía con Don Baldo :

- Puerto Montt: 2 opciones. Don Baldo en rampa del puerto o Don Baldo en pasarela con muelle flotante de la empresa Oxean. (vehículos y pasajeros)
- Chaitén: Don Baldo en rampa de desembarco, solo se accede en marea alta ya que existen muchos sedimentación en el lugar. (vehículos y pasajeros)
- Quellón: Don Baldo en rampa municipal. (vehículos y pasajeros)
- Melinka: Don Baldo a la gira y Baldito se acerca a rampa municipal. (solo pasajeros)
- R.M.Balmaceda: Don Baldo a la gira y Baldito se acerca a rampa municipal. (solo pasajeros)
- Melimoyu: acceso a muelle peatonal con Baldito, Don Baldo a la gira.(solo pasajeros)
- Pto. Gala: con Baldito en rampa municipal, Don Baldo a la gira (solo pasajeros)
- Pto. Cisnes: Don Baldo en muelle atracado en forma lateral (solo pasajeros). Se está construyendo una rampa para poder acceder con vehículos a la embarcación.
- Pto. Gaviota : acceso a muelle con Baldito, Don Baldo a la gira.(solo pasajeros)
- Pto. Aguirre: acceso a muelle con Baldito, Don Baldo a la gira.(solo pasajeros)
- Pto. Chacabuco: Don Baldo en rampa (vehículos y pasajeros)



Figura 54. Rampas de Pto. Chacabuco.



Figura 53. Muelle de Pto. Aguirre.

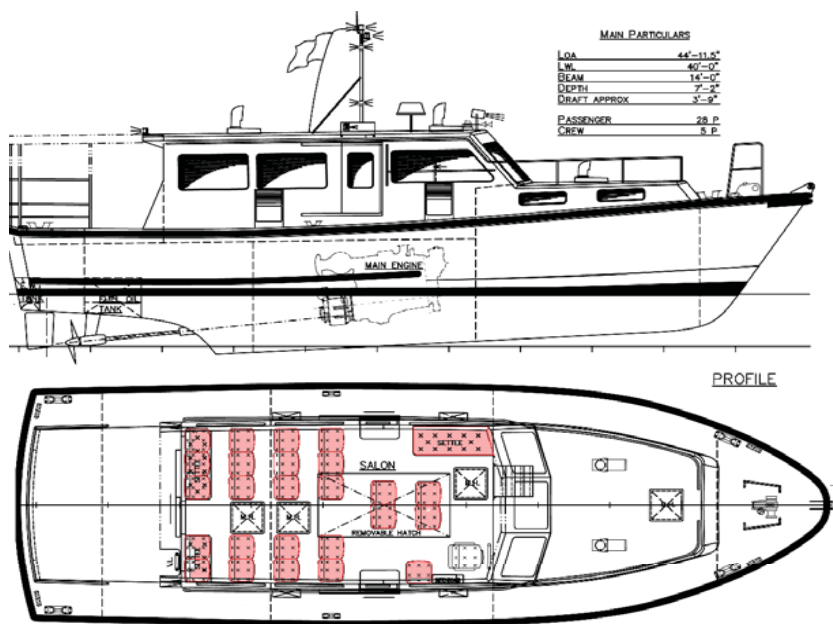


Figura 56. Elevación y plantas de distribución de la microhabitabilidad de la embarcación Cheoy Lee.
Fuente: www.cheoyleena.com

III.2.d. LA MICROHABITABILIDAD EN UNA EMBARCACIÓN DE PASAJEROS

Vivir al ritmo de la navegación es entrar a la microhabitabilidad del espacio, contenido en un lugar donde se habita temporalmente con una medida próxima y mínima, con una justeza en el gesto. Se habita en un espacio contenido, con un borde que protege, que da un orden a esa habitabilidad, se habita desde los bordes hacia el interior. Generalmente la disposición de los asientos están adosados al borde dando la forma a la circulación. El espacio utilizable es con la mayor justeza posible para dar cabida al cuerpo. Su función básica es el ir, con los cuerpos casi en una posición.

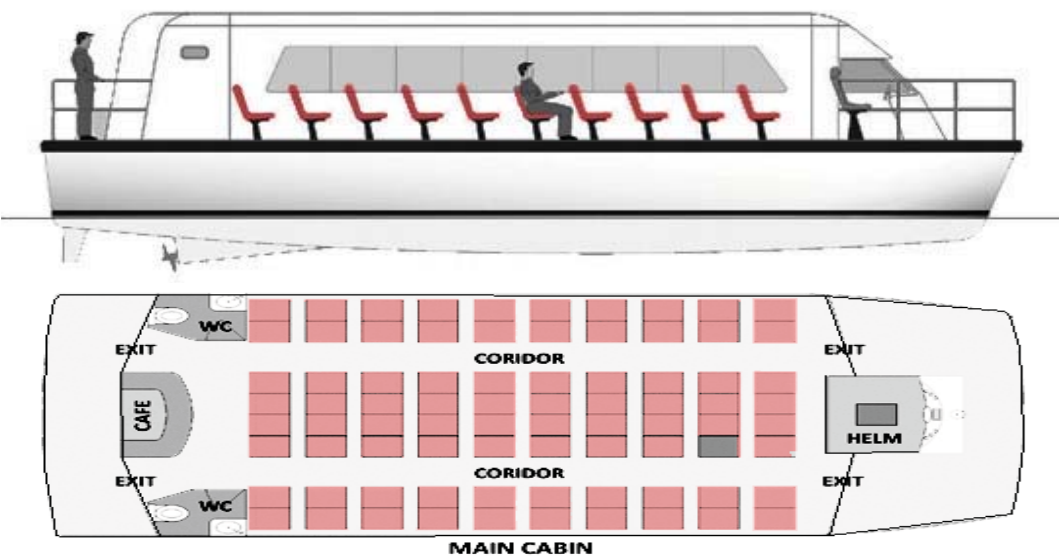


Figura 57. Elevación y planta de distribución de la microhabitabilidad de la embarcación tipo ferry “Turkish Lloyd Class”.
Fuente: www.egeyat.com/eng/feribot.html

- **Embarcación a motor 45’ de pasajeros**, astillero Cheoy Lee, Hong Kong.

Especificaciones:

- Eslora: 13.7
- Manga: 4.27m
- Calado: 1.4m
- Pasajeros: 28
- Tripulantes: 5
- Combustible: 1,200 litros
- Agua: 500 litros
- Desplazamiento: 16 - 19 toneladas
- Motor: 1x300hp

- **Embarcación a motor 50’ de pasajeros tipo ferry** “Turkish Lloyd Class”.

Especificaciones:

- Eslora: 15,00 m.
- Manga: 5,70 m.
- Motor: 2 x 480 Hp Diesel
- Velocidad máx.: 20 -24 knts.
- Pasajeros: 80 max.
- Tanque Combustible: 2 x 1000 lt.
- Tanque Agua: 2 x 500 lt.
- Tanque aguas grises: 2 x 250 lt.
- Desplazamiento: 16 - 19 toneladas

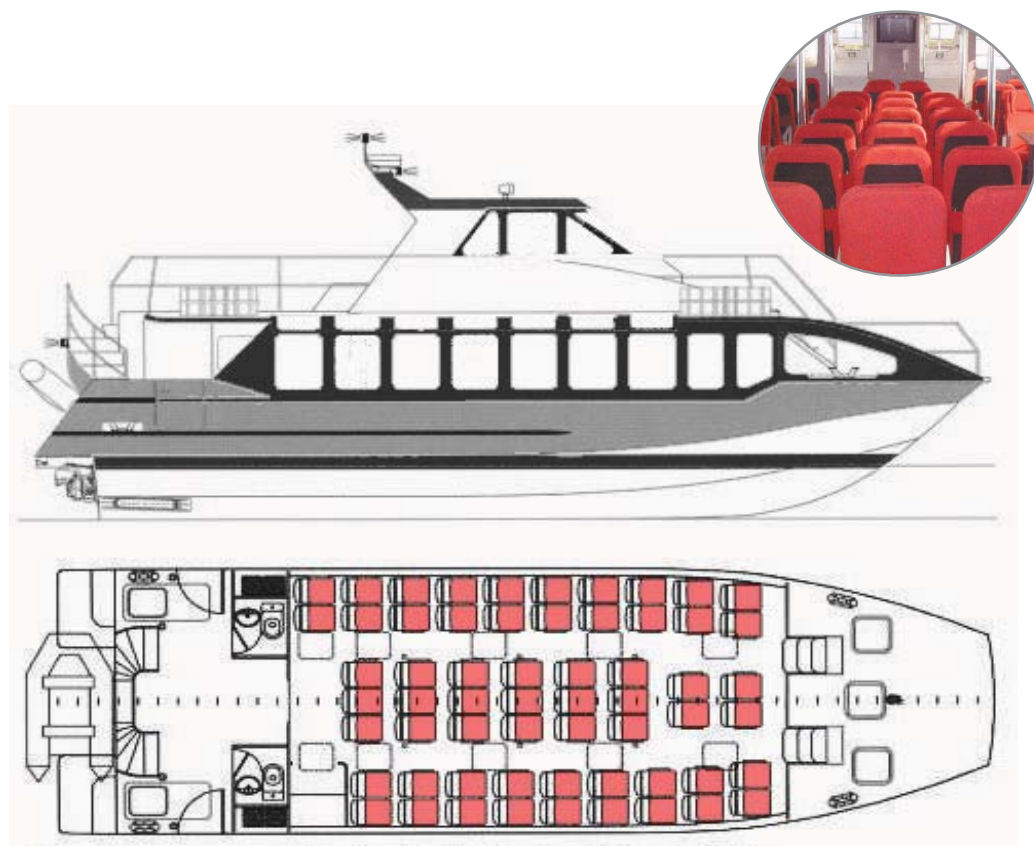


Figura 58. Elevación y planta de distribución de la microhabitabilidad de la embarcación Fiordos del Sur. Fuente: www.egeyat.com/eng/feribot.html

• **Embarcación a motor 54' de pasajeros tipo catamarán, Fiordos del Sur -Chile**

Especificaciones:

- | | |
|-----------------------------|---|
| - Eslora: 16.24 m | - Motor: 2 Cumming QSM-11 432 kw at 2.300 rpm |
| - Manga: 5.10 m | - Waterjet: 2 Hamilton HJ362 |
| - Calado: 0.97 m | - Combustible: 2 x 1,200 litros |
| - Pasajeros: 60 | - Agua: 2 x 250 litros |
| - Tripulantes: 4 | - Desplazamiento: 22.300 kw |
| - Velocidad crucero: 30 knt | - Diseñador/fabricante: Alwoplast |
| - Velocidad máx.: 35 knt | |

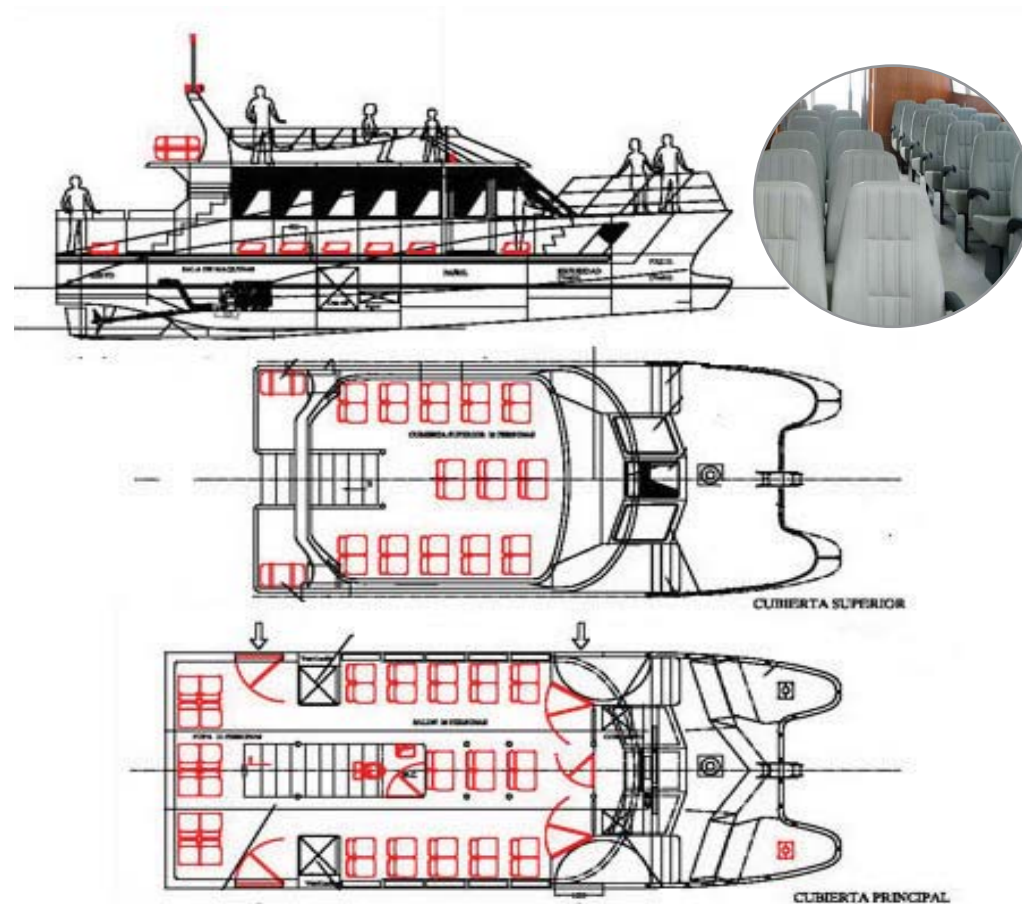


Figura 59. Elevación y plantas de distribución de la microhabitabilidad de la embarcación LHP-01 Lehimosa. Fuente: www.lehimosa.com

• **Embarcación a motor 14m de pasajeros tipo catamarán LHP-01 Lehimosa, España.**

Especificaciones:

- | | |
|----------------------|-----------------|
| - Eslora: 14 m | - Manga: 5.4 m |
| - Puntal: 1.4 m | - Pasajeros: 64 |
| - Motor: 2 X 320 C.V | |

* En todos sus sectores de habitabilidad aparece la simetría, en el salón de pasajeros existen dos pasillos de circulación separados por una corrida central de asientos.

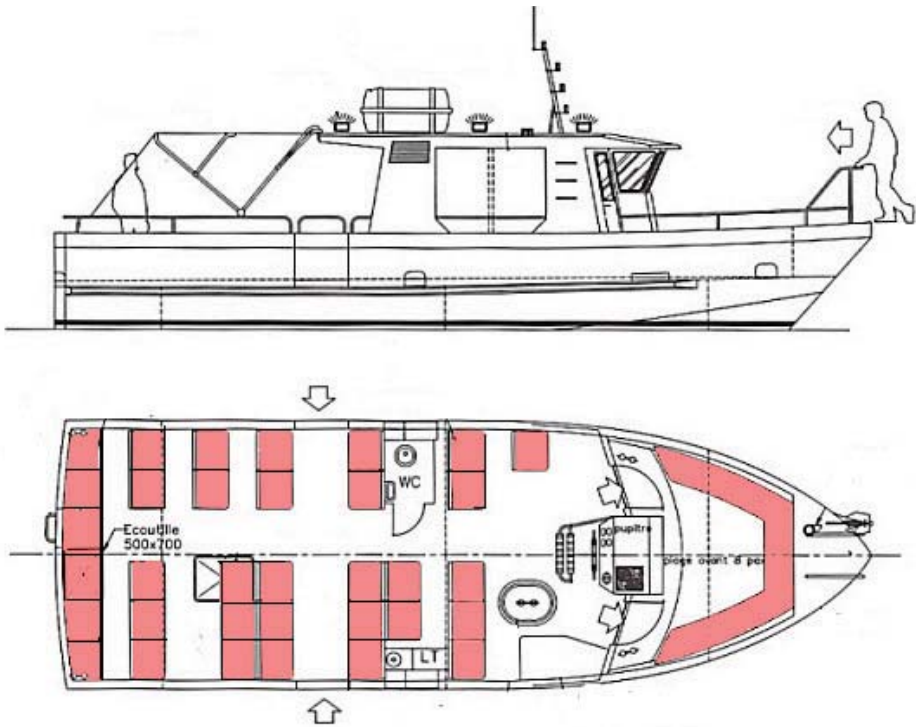


Figura 60. Elevación y planta de distribución de la microhabitabilidad de la embarcación ‘Mare Nostrum II’ , China.
Fuente: www.ODCMarine.com

• **Embarcación a motor 12.2 m de pasajeros , Mare Nostrum II ODCMarine,China.**

Especificaciones:

- | | |
|-----------------------------|---|
| - Eslora: 12.2 m | - Motor: 2 perkins M185C |
| - Manga: 3.95 m | - Materialidad: aluminio |
| - Puntal: 1.22 m | - Combustible: 800 litros |
| - Pasajeros: 42 | - Agua: 100 litros |
| - Tripulantes: 2 | - Desplazamiento: 12.5 ton |
| - Velocidad crucero: 18 knt | - Fabricante: ODC Marine, China.(Dueño Frances) |
| - Velocidad máx.: 20 knt | |

* El sector de pasajeros de popa aparece en forma asimétrica, el pasillo de circulación no está en el centro de la embarcación, los asientos aparecen desde las bordas.

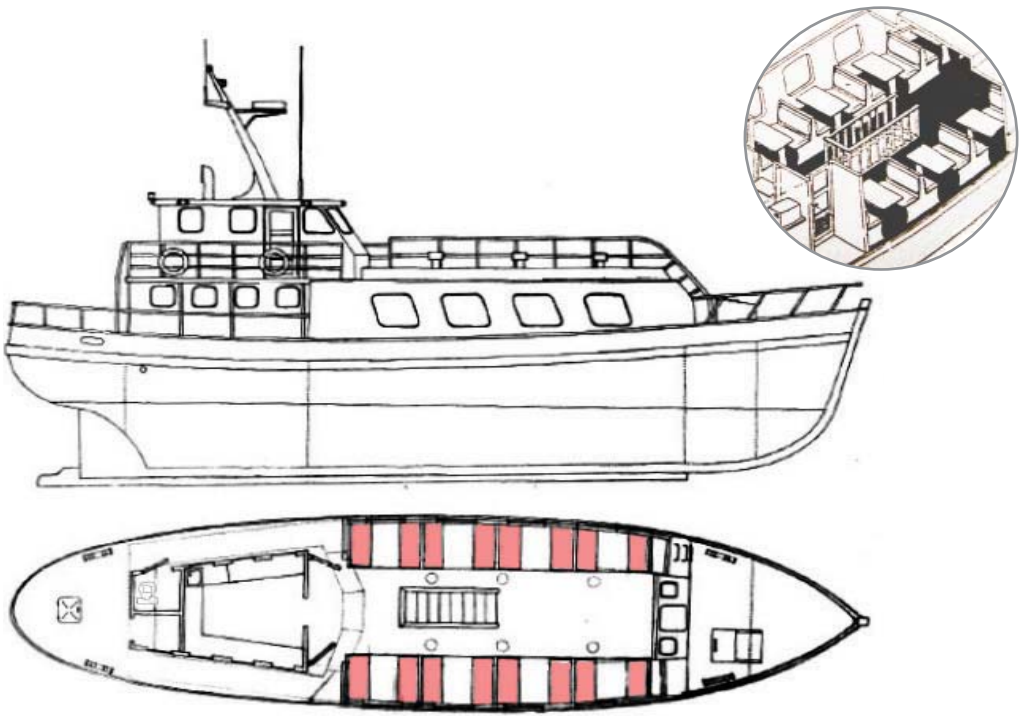


Figura 61. Elevación y planta de distribución de la microhabitabilidad de la embarcación Don Jesús.
Fuente: Carpeta Técnica de diseño, F.Gastelo.Valpo 1993 PUCV.

• **Embarcación a motor 18.2m de pasajeros , “ Don Jesús”, astilleros Tenglo-Chile.**

Especificaciones:

- | | |
|----------------------------|---|
| - Eslora: 18.3 m | - Motor: 1 de 195 HP |
| - Manga: 4.6 m | - Materialidad: metal y madera |
| - Puntal: 2.5 m | - Calado: 1.8 m |
| - Autonomía: 40 hrs. | - Velocidad máx.: 12.5 knt |
| - Pasajeros: 32 | - Tripulantes: 5 |
| - Desplazamiento: 44.5 ton | - Fabricante: Astilleros Tenglo - Chile |

* En el mamparo de pasajeros prevalece la simetría, con un margen muy bien medido. La circulación se da por un pasillo central. Los asientos están acompañados por mesas, que se encuentran desde el pasillo central hacia las bordas.

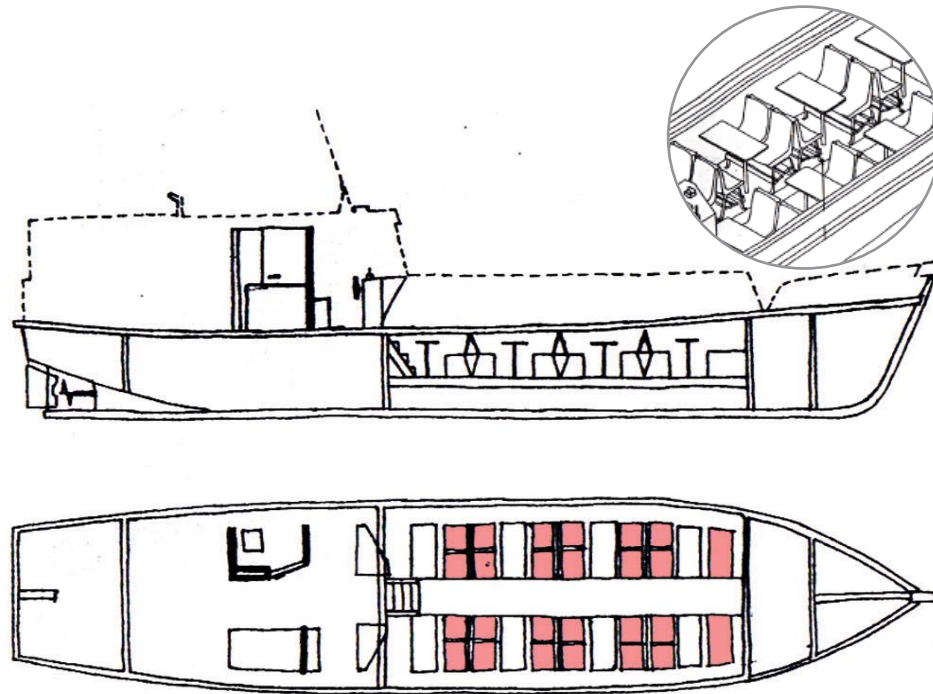


Figura 63. Elevación y planta de distribución de la embarcación “Puyehue”Valdivia- Chile.
Fuente: Carpeta Técnica de diseño, F.Gastelo.Valpo 1993 PUCV.

• **Embarcación a motor 14.3 m de pasajeros , “ Puyehue”, Valdivia- Chile.**

Especificaciones:

- Eslora: 14.3 m
- Manga: 3.1 m
- Puntal: 1.5 m
- Velocidad crucero: 6 nudos
- Pasajeros: 60
- Motor: 1
- Materialidad: madera
- Calado: 0.78 m
- Desplazamiento: 13.9 ton

* La embarcación se ordena con un pasillo continuo como circulación principal, en forma simétrica. Hacia las bordas se encuentran los asientos acompañados por mesas. El mamparo de pasajeros se ubica en la parte más baja para lograr mayor estabilidad. Aquí el ir y estar se construyen de un mismo modo, el cuerpo y el ojo quedan situados perimetralmente, en una situación de dominio interior y exterior (contemplación por las ventanas)

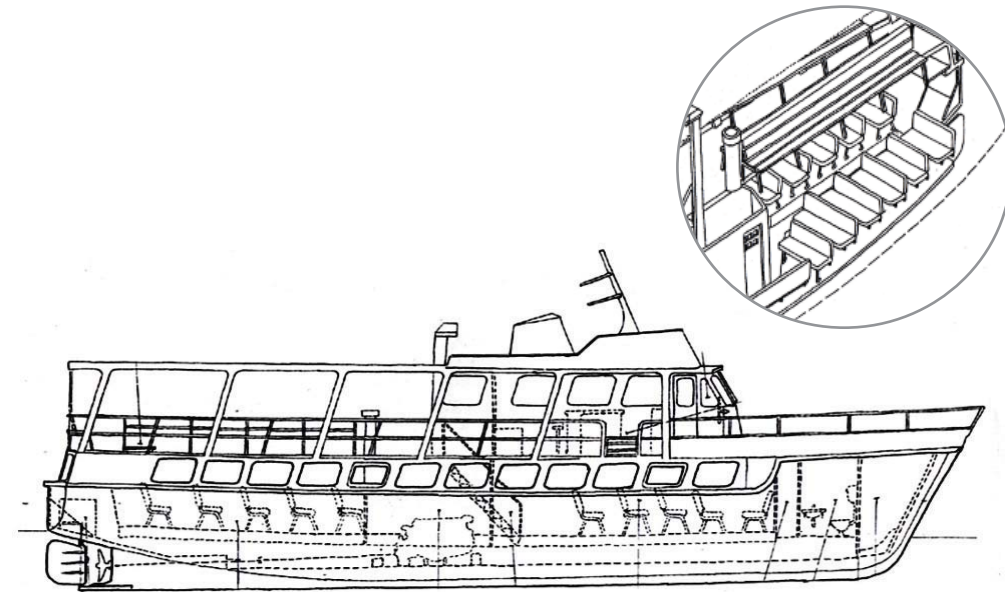


Figura 62. Elevación de distribución de la embarcación “Pillanco”Valdivia- Chile.
Fuente: Carpeta Técnica de diseño, F.Gastelo.Valpo 1993 PUCV.

• **Embarcación a motor 20.8 m de pasajeros , “ Pillanco”, Valdivia- Chile.**

Especificaciones:

- Eslora: 20.8 m
- Manga: 4.85 m
- Puntal: 2.9 m
- Velocidad máx.: 8.5 knt
- Motor: 1 de 178 HP
- Calado: 1.2 m
- Desplazamiento: 30 ton
- Pasajeros: 125

* Bajo cubierta, la sala de pasajeros se encuentra separado por dos mamparos, ya que la sala de maquinas se encuentra en el centro., la distribución es simétrica con un pasillo longitudinal en su centro y los asientos hacia las bordas.

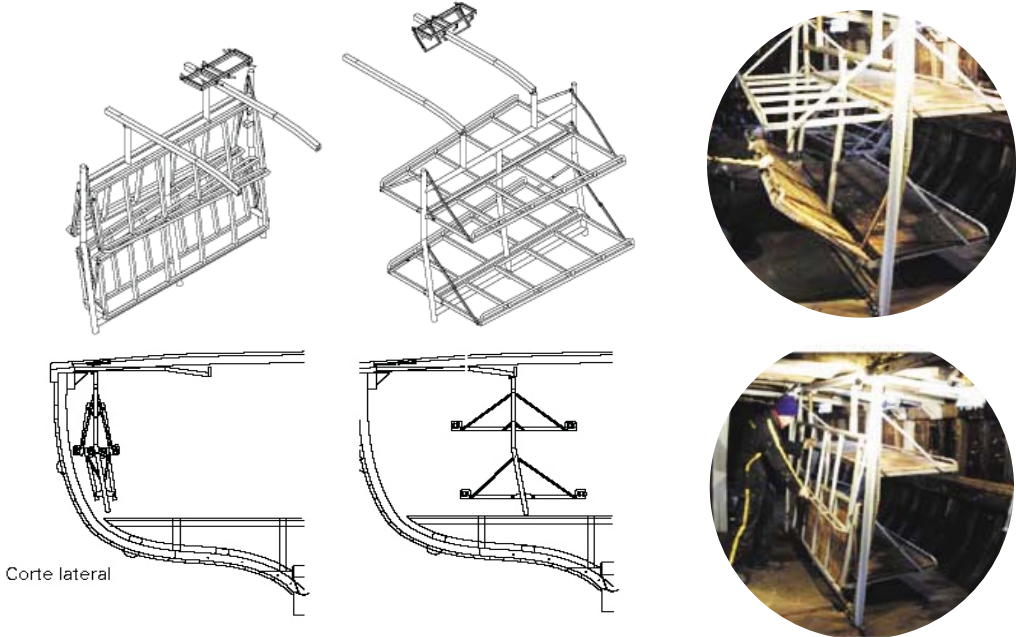


Figura 64.

Camarotes de la Embarcación Amereida.
Fuente: libro “Embarcación Amereida y la Épica de fundar el Mar Patagónico”.

III. 2. e ESTUDIO DE ASIENTOS Y CAMAROTES PLEGABLES:

“ La plegabilidad permite el desaparecimiento para dar cabida”

En la vida cotidiana los objetos toman valor en el habitar por su aparecer o desaparecer de acuerdo a su temporalidad de uso, es así como se pueden encontrar objetos de uso permanente, temporal y objetos efímeros. Al proliferar los objetos al interior de los hogares o al interior de objetos mayores en los que el cuerpo se encuentra próximo al espacio habitable, se busca potenciar su capacidad de aparecer o desaparecer.



Figura 65. Silla Individual plegable, compuesta por estructura de aluminio, base y respaldo en genero ecocuero .

Por ejemplo los camarotes de la Embarcación Amereida. (Boris Ivelic, Embarcación Amereida y la Épica de fundar el Mar Patagónico, Ediciones Universitarias de Valparaíso. 2005, página 132.):

“Durante el día los camarotes se pliegan y desplazan hacia las paredes del casco, adaptándose a la curvatura de ellos. Así se da cabida al espacio de taller y comedor. Durante la noche, los módulos que cuelgan de unos rieles, se desplazan y despliegan hacia el centro de la sala, trayendo la figura curva del casco al vacío del recinto, y construyendo el espacio dormitorio”.



Figura 66. Asientos plegables de madera, tipo banca. En este caso cada asiento se quiebra en dos partes a través de un eje central para dar presencia a la plegabilidad y así disminuir su espacio de guardado.



Figura 67. Asientos plegables tipo acordeón. Estructura de madera, base y respaldo de género. Al estar extendido, estos quedan como asientos individuales pero unidos.



Figura 68. Asiento plegable tipo acordeón. Bases exteriores de madera e interior de láminas PVC. No existe una distinción de asiento individual, el asiento es continuo.

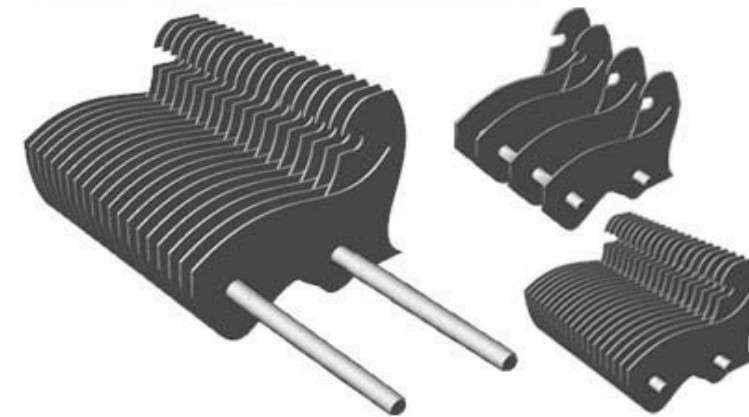


Figura 69. Asiento plegable tipo acordeón. Compuesto por perfiles de madera y tubos de aluminio que unen estos perfiles. Extensión de asiento continuo, sin separaciones individuales.



Figura 72. Asiento individual plegables. Lamina de madera de 2". Aquí se pasa de lo plano a lo tridimensional, utilizando de una forma óptima la “tabla” Plana.



Figura 73. Asiento tipo banca plegable. Este se adosa a la pared en forma vertical y pivotea a través de un eje para quedar en forma horizontal y convertirse en asiento.



Figura 71. Asiento tipo butaca para dos e individual plegables. Estos se cierran para disminuir su volumen de guardado. Estructura metálica , base y respaldo con espuma de alta densidad y cubierta de ecocuero.



Figura 70. Asientos plegables, cumplen una doble función, son para dos tiempos en el ir y el estar. Esta combinación de tiempos se da en el uso de algoritmos geométricos. Aquí se está sentado y se está acostado dependiendo el momento.

La temporalidad de los espacios está dada por el uso, es allí donde aparecen estos objetos para dar lugar. Los objetos se ocultan mientras no se usan, tienen un determinado tiempo



Figura 74. Camarotes que desaparecen. Estos se encuentran en forma vertical adosados a la pared y para dar cabida al dormir, se abren pivoteando desde un eje y aparecen estas camas en forma horizontal.



Figura 76. Cama sobre sillón. Esta cama al no ser utilizada se encuentra adosada a la pared en forma vertical y cuando debe ser utilizada esta se abre hasta la posición horizontal.



Figura 75. Sillón- camarote plegable. Al transformarse de sillón a camarote este duplica su verticalidad con un simple gesto. Este se abre para dar cabida al dormir.

III. 2. f . EL ACTO DE LA EMBARCACIÓN HIDROFOIL Y LAS PECULIARIDADES DE LOS OBJETOS. (Basado en la Teoría de las cualidades intrínsecas o peculiaridades de los objetos. Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar patagónico. B. Ivelic. 2005.)

“El objeto resplandece cuando junto a su función, la trasciende.”

“El Acto

Trascender la función, buscar el sentido de la obra vía de la observación.

Cita de la exposición de los 20 años en el Museo Nacional de Bellas Artes:

“Cuando se hace arquitectura de este modo decimos que ella se funda en el Acto y que el acto engendra la Forma o Borde.

¿A qué llamamos Acto? Nos parece que damos con el Acto cuando escrutando en su “ahora y aquí”, oficios, quehaceres, habilidades comunes, artes o mundo, recogemos la virtud o coraje iluminante que les da lugar y que pide, a su vez, antes que nada cantarse a sí mismo”.

- El acto de la Embarcación Hidrofoil:

Buscar el sentido de la obra vía de la observación, es trascender a la función.

La habitabilidad del mamparo de pasajeros está concebido en una suerte de “planta libre” sin divisiones, es decir, un espacio sin subdivisiones, salvo los servicios (baño y cocina), a fin de que este espacio genere las posibilidades. Es la adaptabilidad del espacio a partir de los objetos (asientos), que construyen el acontecer y la temporalidad de la embarcación, pasa por su “aquí y ahora”(exposición de los 20 años de la Escuela de Arquitectura Diseños PUCV).

Al transformar el mamparo de pasajeros en un espacio único, desaparece su condición de lancha de pasajeros y da paso al lugar para acoger otros actos. Da cabida al espacio de carga, al traslado de un vehículo de emergencia, al traslado de enfermos, al lugar para montar oficinas públicas. Pensando en el desplazamiento para llegar a lugares lejanos dentro del fiordo.

- Las peculiaridades de la embarcación hidrofoil:

1. El aparecer y desaparecer: la plegabilidad , el abrir y cerrar.

Parte del fundamento que muestra las peculiaridades de los objetos y su capacidad de aparecer y desaparecer. La lancha hidrofoil es un objeto en movimiento, se desplaza y ocupa más de un lugar. El mismo aparece y desaparece de los lugares que visita.

La embarcación hidrofoil aparece en su interior como lancha de pasajeros y desaparece como tal, al plegar sus asientos, permitiendo otros actos en la planta libre, ella se abre a otros usos y queda en continuidad con el pórtico de acceso.

Iommi Godofredo, segunda carta sobre la Pahlene: “Ese juego de aparecer y desaparecer, ineludible, tiene como fondo el desaparecimiento mismo. La aparición se decide como aparecer sólo por el desaparecimiento, de suerte que la desaparición es propia de la aparición.”

Los perfiles alares del hidrofoil, se pliegan, pivotean para la maniobra de desembarco. Estos aparecen y desaparecen como medio de maniobra.

1. a. La plegabilidad

“Es definido como la capacidad de un objeto de aumentar o disminuir su dimensión.

Capacidad de hacer que un objeto aparezca y desaparezca según sus requerimientos” La plegabilidad sintetiza el movimiento pre-diseñado de un elemento, con el fin de hacerlo aparecer a voluntad. En este caso, los asientos del hidrofoil , aparecen y desaparecen para dar cabida a una planta libre para otros usos. De qué forma desaparecen: por la plegabilidad.

1.b. El abrir y cerrar

“La capacidad de un objeto, al igual que la plegabilidad, de hacer aparecer o desaparecer, de hermetizar y deshermetizar,” La capacidad de la forma de acoger el contenido como en el caso de la caja de pesca, o acoger un interior como en el caso de las puertas.

En el hidrofoil, se abre en toda la magnitud su proa. Los perfiles y el suelo del puente de mando se levantan, pivotean. Se amplía el acceso y la lancha se transforma en un pórtico que recibe.

III. 3. Fundamento Técnico

+	Principios de funcionamiento del hidrofoil.
++	Fundamentos energéticos: Redes
+++	Planta Motriz (central hidráulica)
++++	Teoría de modelos: semejanza dinámica
+++++	Teoría de buque: Estabilidad estática (principios de flotabilidad)
++++++	Teoría de Hélices
+++++++	Fundamento constructivo: Embarcaciones de aluminio empresa Sitecna.

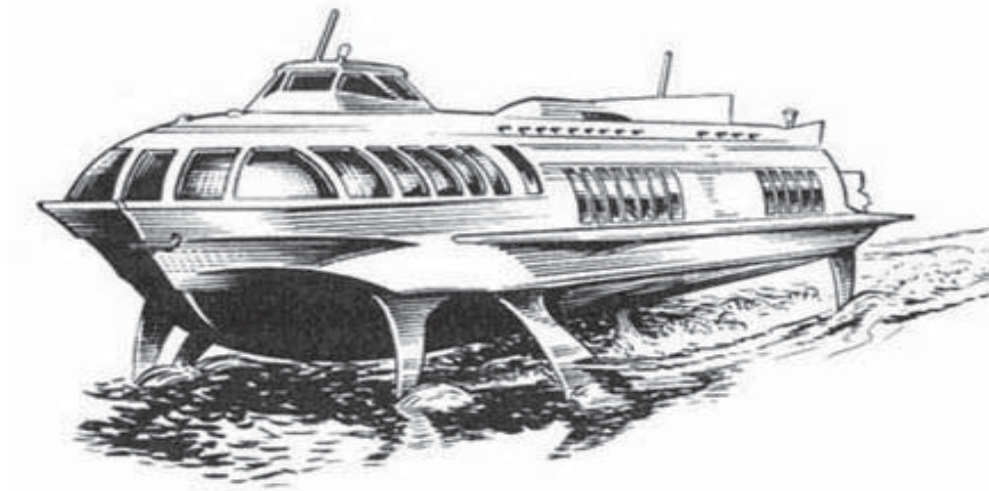
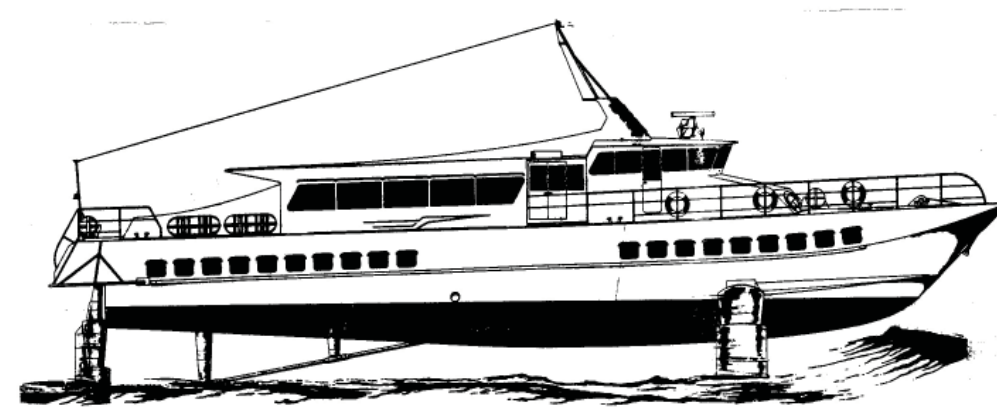


Figura 1. Hydrofoils Rocket, velocidad 150 km/hr, 300 pasajeros. Unión Soviética, 1960s-1980s.
Fuente: <http://www.darkroastedblend.com/2012/07/streamlined-soviet-passenger-hydrofoils.html>



RODRIQUEZ RHS-140 Hydrofoil

Figura 2. Esquema de una embarcación con Hidroalas . Fuente: “A Story of the modern hydrofoil”, John R. Meyer Jr., New York 1990

III. 3. Fundamento técnico

III. 3. a. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO Y DEFINICIÓN DE HIDROALA

Definiciones de términos.

¿Qué es una Hidroala?

“Un hidroala (hydrofoil en inglés), es un tipo de barco, cuyo casco sobresale del agua cuando la velocidad es lo bastante elevada, mediante la acción de un plano de sustentación o perfil que funciona según el mismo principio que las alas de un avión. Esta técnica permite a los barcos aumentar su velocidad disminuyendo la fricción entre el casco y el agua, evitando los efectos de las olas.” (Wikipedia, 2013)

¿Qué es plano de sustentación o perfil alar?

“En aeronáutica se denomina perfil alar, perfil aerodinámico o simplemente perfil, a la forma plana que al desplazarse a través del aire, sea capaz de crear a su alrededor una distribución de presiones que genere sustentación. De igual modo, es posible aplicar este principio a otro fluido como el líquido, tomando en cuenta que se rigen por los mismos principios físicos pero con una variación en la densidad.” (Wikipedia, 2013)

Principio de funcionamiento

El concepto fundamental de operación es a través del empleo de superficies de levantamiento o foils, termino en inglés, que eleva el casco del buque sobre la superficie del agua eliminando la resistencia al avance del mismo y la resistencia ocasionada por la

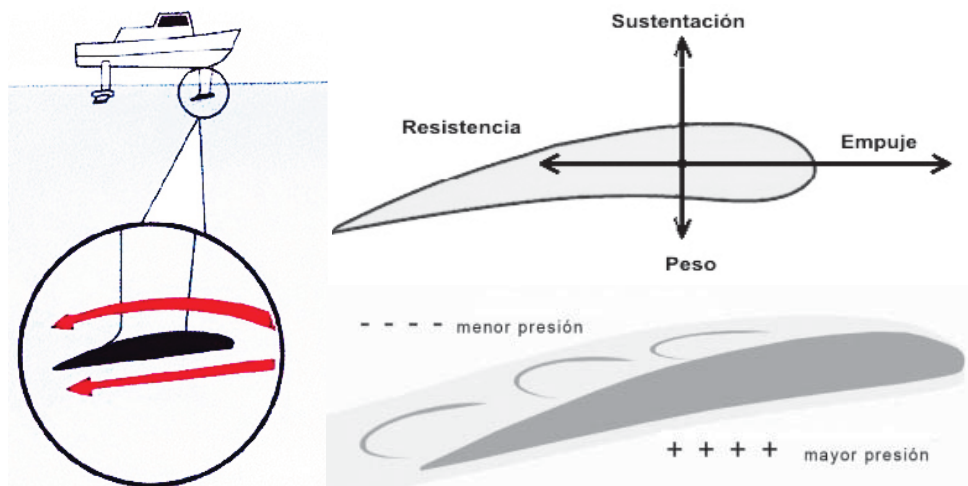


Figura 3. Fuerzas que interactúan en el perfil o foil. Fuente: Wikipedia 2013, intervenido por autor.

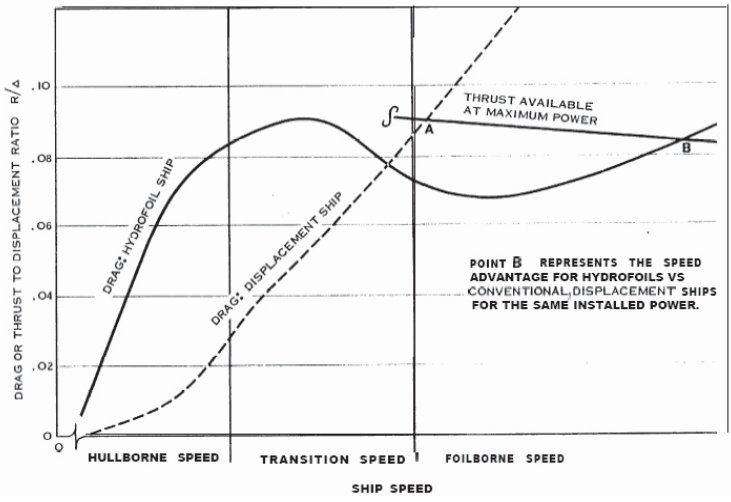


Figura 4. Curva de Resistencia vs. Velocidad. Fuente: “A Comparative Analysis of Naval Hydrofoil and Displacement Ship Design”, 1975

generación de olas que limitan la velocidad de los buques convencionales que dependen tanto de la fuerza de boyantes como la de sustentación.

Un segundo aspecto y la más importante ventaja al elevar el casco sobre el agua es la eliminación de las fuerzas y movimientos (cuantificación de la pérdida de energía mecánica representada por el tren de olas que se forma por el avance del buque en el agua.), permitiendo que el buque alcance altas velocidades en mares bastante fuertes.

A bajas velocidades, antes que la resistencia por generación de olas sea dominante, la fuerza de boyantes es muy eficiente, el hydrofoil opera sobre su casco como un buque convencional.

Conforme la velocidad se incrementa también lo hace la eficiencia de las superficies de levantamiento (foils) hasta el punto donde estas superficies producen una fuerza hidrodinámica vertical de levantamiento que reemplaza la fuerza de boyantes en forma progresiva hasta que el casco queda completamente fuera del agua, todo esto ocurre en el límite de la velocidad de despegue. En este punto un hydrofoil desarrolla mayores

velocidades que un buque convencional con la misma potencia específica instalada. (Ver gráfico de curva de la resistencia vs. velocidad)

En palabras más simples, el funcionamiento del hidroala, se basa en obtener una fuerza capaz de elevar el casco de la nave gracias a la sustentación generada por perfiles o alas sumergidas en el agua.

A baja velocidad, el hidroala se comporta como un barco convencional. A medida que la velocidad aumenta, la presión del agua bajo el perfil unida a la disminución de la presión que se forma sobre el mismo, genera una fuerza de sustentación opuesta al peso de la nave y una vez alcanzada cierta velocidad, la embarcación separa por completo el casco del agua.

La única parte del barco que permanece sumergida, por supuesto, descontando las alas, son las hélices y el timón de dirección.

Con el casco elevado sobre el nivel del agua, solo existe la resistencia al avance que ofrecen los perfiles, los cuales son de mucho menor resistencia a la que ofrecería el casco sumergido navegando a la misma velocidad.

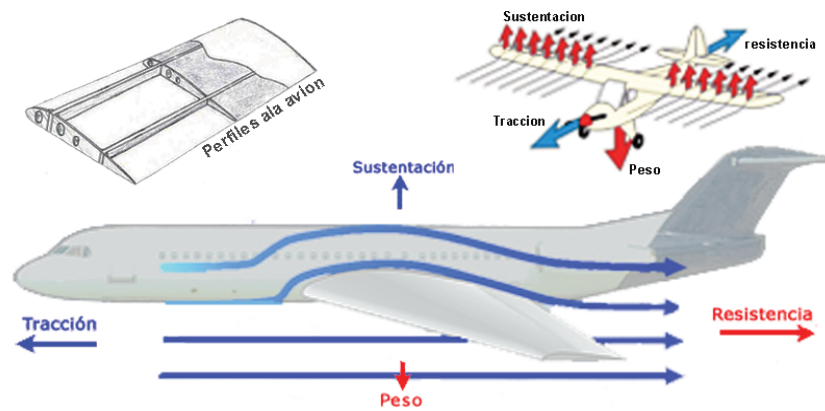


Figura 5. Perfiles aerodinámicos en la aviación

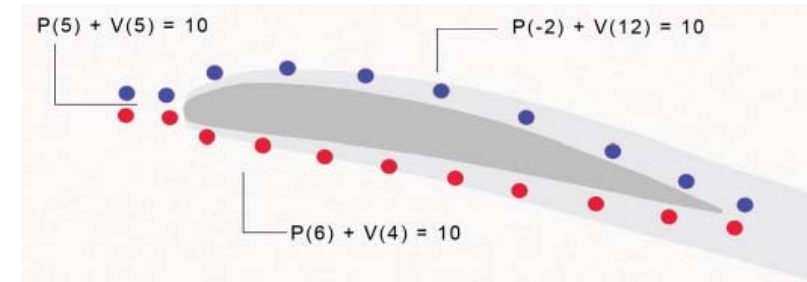


Figura 6. Esquema teorema de Bernoulli, en un fluido en movimiento, la suma de la presión y la velocidad en un punto cualquiera permanece constante.

- Introducción histórica: ¿Dónde nace la utilización de perfiles hidrodinámicos ?

Los perfiles hidrodinámicos proceden directamente del desarrollo de los perfiles aerodinámicos realizados en la aviación, si bien su utilización es muy antigua ellos nacen de forma científica con dos experimentos independientes, uno por Edme Maritte en 1673 y otro realizado por Christian Huygens en 1690, basados en las teorías fundamentales postuladas por Isaac Newton, establecían claramente que la fuerza sobre un objeto varía como el cuadrado de la velocidad del fluido.

En comparación con los siglos anteriores, donde el progreso en aerodinámica fue mínimo, de pronto la realización de la ley del cuadrado de la velocidad para la fuerza aerodinámica representó el mayor descubrimiento científico en la evolución de la historia de la aerodinámica.

A finales del siglo XVII, Newton, basándose en Mariotte y Huygens, desarrolló por primera vez en la historia que la fuerza aerodinámica era proporcional al producto de la densidad del fluido, superficie frontal del cuerpo y velocidad relativa al cuadrado.

Pero sin mérito de excluir a algunos personajes que tienen que haber significado un gran avance en el desarrollo de los perfiles aerodinámicos, enfocaremos esta revisión histórica a los principios que luego serán fundamentales en el desarrollo de perfiles hidrodinámicos.

Para el tema de dimensión hidrodinámica existe similitud directa, la hidrodinámica y aerodinámica son principios generales de los cuerpos en un fluido, una de las diferencias está dada por la densidad del medio en que trabaja cada ciencia, el agua es aproximadamente 800 veces más densa que el aire, lo que representa una gran diferencia en cuanto a los efectos causados por los fenómenos que intervienen en cada medio pero responden a constantes perfectamente interpretables ya que ambos son fluidos.

Para introducirnos en el tema de los perfiles hidrodinámicos naturalmente que debemos entender el comportamiento en el fluido, para lo cual tomaremos como base las clases de hidrodinámica del magíster, dictadas por el Profesor Ramiro Mege de la escuela de Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

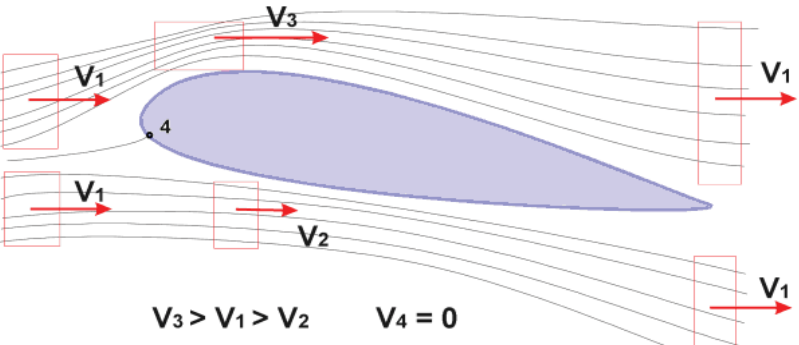


Figura 7. Perfil aerodinámico, con un determinado ángulo de ataque, dentro de una corriente laminar. Aplicación del teorema de Bernoulli.

Observaciones figura anterior:

1. La mayor deformación de las líneas de corriente se produce en la zona superior del borde de ataque, por lo tanto hay un aumento de velocidad del fluido, consecuentemente, esto lleva implícito una disminución de presión, muy marcada en el borde de ataque, disminuyendo hacia el borde de fuga.
2. Justo por debajo del borde de ataque se aprecia una zona que no hay líneas de corriente (4), la velocidad del fluido en esta zona es nula, es la denominada zona de remanso. Por el teorema de Bernoulli la presión aumentará en el borde de ataque, encontrando una zona de sobrepresión, disminuyendo conforme se entra en el perfil hacia el borde de fuga.
3. Finalmente por debajo del perfil y cerca del borde de fuga, se produce un pequeño aumento de la velocidad y por lo tanto una pequeña depresión, que compensará en parte, la producida en la misma zona por encima del perfil.

El resultado de la distribución de presiones, a lo largo del perfil, es una fuerza dirigida hacia arriba, la componente de esta fuerza perpendicular a la velocidad del viento será la sustentación (F) que se encontrará aplicada en el llamado centro de presiones.

Para el trabajo de desarrollo de los perfiles en una embarcación se estudia la incidencia del arrastre y la sustentación en perfiles dentro de los cuales es preciso comprender el principio de sustentación de Daniel Bernoulli quien estudio en el siglo XVIII la relación entre la velocidad de un fluido y la presión del mismo.

Teorema de Bernoulli.

Daniel Bernoulli comprobó experimentalmente que “la presión interna de un fluido (líquido o gas) decrece en la medida que la velocidad del fluido se incrementa”, o dicho de otra forma “*en un fluido en movimiento, la suma de la presión y la velocidad en un punto cualquiera permanece constante*”, es decir que $p + v = k$.

Para que se mantenga esta constante k , si una partícula aumenta su velocidad v será a costa de disminuir su presión p , y a la inversa.

El teorema de Bernoulli se suele expresar en la forma $p + 1/2 dv^2 = constante$, denominándose al factor p presión estática y al factor $1/2 dv^2$ presión dinámica.

$p + 1/2 dv^2 = k; \quad 1/2 dv^2 = pd$

p = presión en un punto dado. d = densidad del fluido.
 v = velocidad en dicho punto. pd = presión dinámica.

Se puede considerar el teorema de Bernoulli como una derivación de la ley de conservación de la energía. El aire esta dotado de presión p , y este aire con una densidad d fluyendo a una velocidad v contiene energía cinética lo mismo que cualquier otro objeto en movimiento ($1/2 dv^2 =$ energía cinética). Según la ley de la conservación de la energía, la suma de ambas es una constante:

$p + (1/2 dv^2) = constante.$

A la vista de esta ecuación, para una misma densidad (asumimos que las partículas de aire alrededor del avión tienen igual densidad, si aumenta la velocidad v disminuirá la presión p y viceversa.

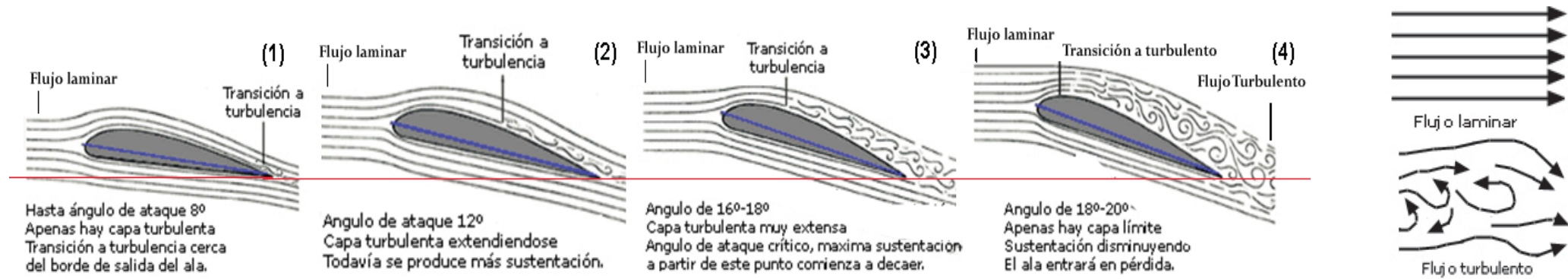


Figura 8. Estudios de comportamiento de flujo a distintos ángulos de ataque, O.Reynolds. Fuente: <http://www.manualvuelo.com/>

Con moderados ángulos de ataque el flujo de aire sigue el contorno de la superficie del ala y el punto de transición a turbulencia se mantiene cercano al borde de salida (1); pero a medida que el ángulo de ataque se incrementa (2), el flujo de aire tiene mayor dificultad para seguir el contorno del ala debido al intenso cambio de dirección y el punto de transición se va desplazando hacia el borde de ataque (3); cuando el ángulo de ataque es mayor que el ángulo crítico, el aire es incapaz de seguir el contorno del ala, el punto de transición está tan adelantado que apenas hay capa laminar y casi toda es turbulenta (4). En ese momento la presión diferencial se ha reducido y la resistencia se ha incrementado, hasta el punto de que no hay sustentación suficiente para soportar el peso del aeroplano y el ala entra en pérdida.

En resumen, si las partículas de aire o agua aumentan su velocidad será a costa de disminuir su presión y viceversa, o lo que es lo mismo: *para cualquier partícula, alta velocidad implica baja presión y baja velocidad supone alta presión.*

Esto ocurre a velocidades inferiores a la del sonido, pues a partir de esta, ocurren otros fenómenos que afectan de forma importante a esta relación.

Claude Navier y Sir George Stokes

En el siglo XIX, establecieron las ecuaciones generales que rigen el movimiento de los fluidos (denominadas ecuaciones de Navier-Stokes). Son tres:

1. La ecuación de conservación de la masa.
2. La ecuación de cantidad de movimiento.
3. La ecuación de conservación de la energía.

La primera y tercera, establecen que la masa y la energía, respectivamente, ni se crean ni se destruyen, mientras que la segunda es la aplicación de la segunda ley de Newton a los fluidos, aquella que dice que la fuerza es igual a la masa por la aceleración.

Osborne Reynolds

En el siglo XIX, hizo estudios sobre la fricción producida por un fluido sobre los cuerpos que se mueven dentro de él, es decir, la fuerza que frena el movimiento de cualquier objeto que fluya en él. Así, descubrió, que el fluido puede moverse según dos posibles flujos:

1. El flujo laminar, en el que el fluido se mueve de forma ordenada y regular.
2. El flujo turbulento, en el que el fluido se mueve de forma caótica e irregular.

La resistencia es mucho mayor cuando el flujo alrededor de un cuerpo es turbulento que cuando es laminar, por lo que, el paso de uno a otro es fundamental en el estudio de la fricción producida por un fluido.

El flujo puede cambiar de laminar a turbulento en base a:

- a. Un cambio en la velocidad del flujo.
- b. Alteraciones del propio flujo.
- c. Rugosidad de la superficie sobre la que fluye.

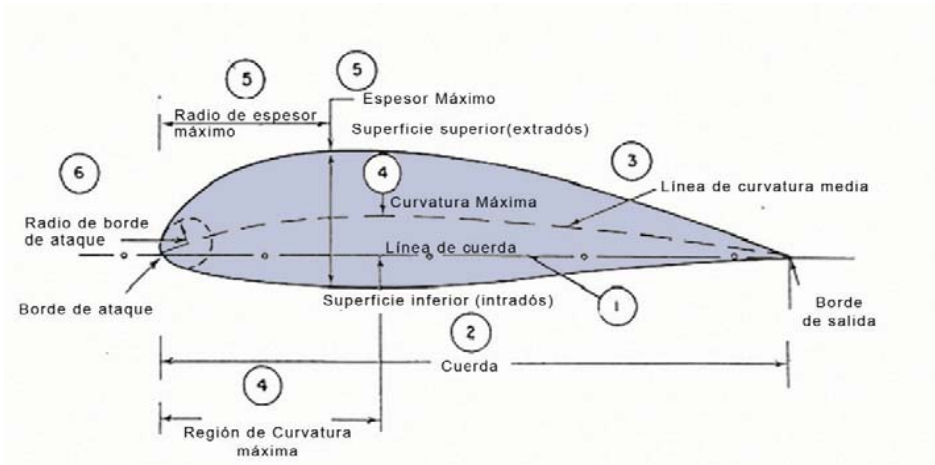


Figura 9. Terminología Perfiles.

Fuente: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos_aires/62/tecnolog/perfiles/perfil.jpg

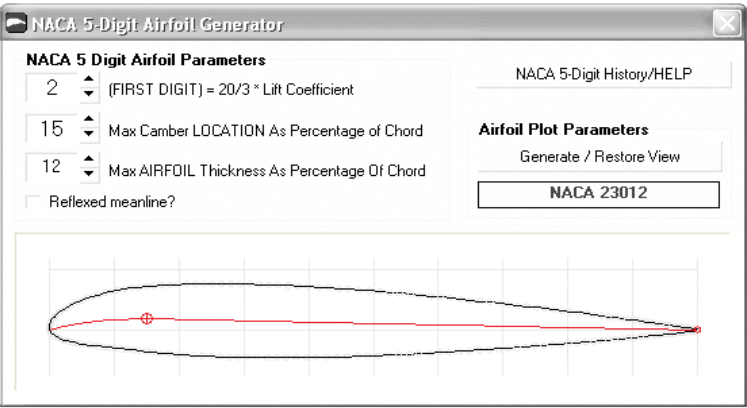


Figura 10. Generador de perfiles según espesor, curvatura y radio borde ataque. Fuente: L.Krebs, software.

- d. Los gradientes de presión. Cuando la presión estática decrece con la distancia a lo largo del flujo, las alteraciones en el flujo se amortiguan; cuando esta presión aumenta, las alteraciones se amplifican. La reducción de presión estática en la sección delantera del ala ayuda a mantener el flujo laminar.
- e. Otros factores: densidad del fluido, su velocidad, la longitud del perfil y el coeficiente de viscosidad (μ), que los ingenieros relacionan en un número adimensional llamado número de Reynolds $R=(PVL)/\mu$.

Terminología general de los perfiles alares (ver figura superior)

- 1- La línea de cuerda es una línea recta que une el borde de ataque y el borde de fuga del perfil.
- 2- La cuerda es la longitud de la línea anterior. Todas las dimensiones de los perfiles se miden en términos de la cuerda.
- 3- La línea de curvatura media es la línea media entre el extradós y el intradós.

- 4- Curvatura máxima es la distancia máxima entre la línea de curvatura media y la línea de cuerda. La posición de la curvatura máxima es importante en la determinación de las características aerodinámicas de un perfil.
- 5- Espesor máximo es la distancia máxima entre la superficie superior e inferior (extradós e intradós). La localización del espesor máximo también es importante.
- 6- Radio del borde de ataque es una medida del afilamiento del borde de ataque. Puede variar desde 0, para perfiles supersónicos afilados, hasta un 2 por 100 (de la cuerda) para perfiles más bien achatados.

Variables geométricas de diseño en los perfiles

En la geometría de un perfil existen tres variables principales, son las características que se deben ingresar generalmente en los software para diseñar perfiles.

- 1- Configuración de la línea de curvatura media. Si esta línea coincide con la línea de cuerda, el perfil es simétrico. En los perfiles simétricos la superficie superior e inferior

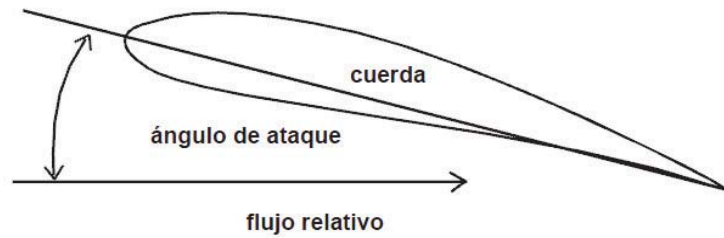


Figura 11. Ángulo de ataque de perfil o ala.

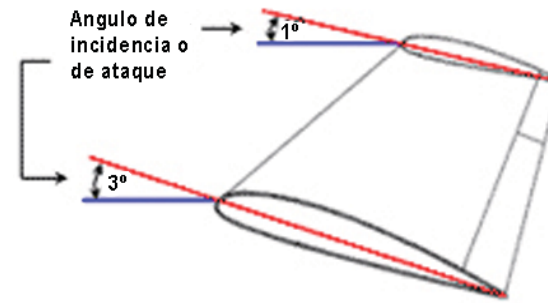


Figura 12. Ángulo de ataque de un ala de un avión.

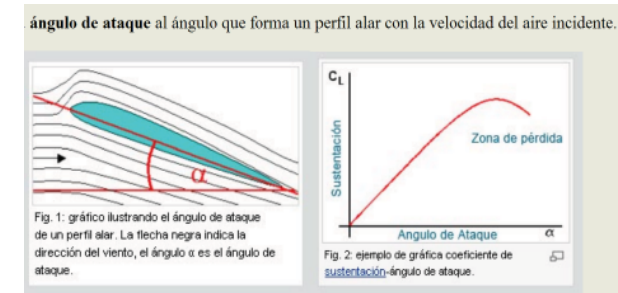


Figura 13. El gráfico muestra como aumenta el coeficiente de sustentación (C_L) con el ángulo de ataque hasta llegar al C_L máximo, a partir del cual la sustentación disminuye con el ángulo de ataque.

tiene la misma forma y equidistan de la línea de cuerda.

2- Espesor y localización del espesor máximo.

3- Radio del borde de ataque.

Ángulo de ataque de un perfil alar

El viento relativo (en aviones) o flujo relativo (en embarcaciones) es la corriente de aire o agua producida por el ala al desplazarse. Este es paralelo a la trayectoria y dirección opuesta. Su velocidad es la relativa del ala con respecto a la velocidad de la masa del flujo en que se mueve. El ángulo de ataque es el ángulo formado por la cuerda del perfil y la dirección del viento o flujo relativo. Este ángulo puede variar por diversas causas, por acción de los mandos, diseño de las alas o por las corrientes.

Cuando el flujo es estacionario, el recorrido de las partículas coincide con las líneas de corriente. Cuando el ángulo de ataque es nulo, igual a cero, las líneas de corriente rodean perfectamente el contorno del perfil, aumentará la curvatura de la parte superior.

La tangente de las líneas inmediatas antes y después del perfil varían cuanto más grande es el ángulo de ataque.

Si se aumenta el ángulo de ataque es como si se aumentara la curvatura de la parte superior del perfil, o sea el estrechamiento al flujo de aire, y por tanto la diferencia de presiones y en consecuencia la sustentación. Pero a medida que el ángulo de ataque aumenta las líneas de corriente se van desprendiendo del extradós y creando un flujo turbulento. A este valor se le denomina ángulo de ataque crítico y determina la pérdida de sustentación, o sea un excesivo ángulo de ataque puede provocar la entrada en pérdida.

El ángulo de ataque afecta a casi todo: cambiando el ángulo de ataque se controla la sustentación, la velocidad, la resistencia. El ángulo de ataque controla directamente la distribución de presiones arriba y abajo del ala.

En resumen, la sustentación creada por el ala está en función del coeficiente aerodinámico o hidrodinámico (Forma del perfil), la superficie alar, la densidad del medio (aire/agua), la velocidad relativa (a mayor velocidad sobre el perfil, mayor es la sustentación, la cual es proporcional al cuadrado de la velocidad, teorema de Bernoulli) y el ángulo de ataque.

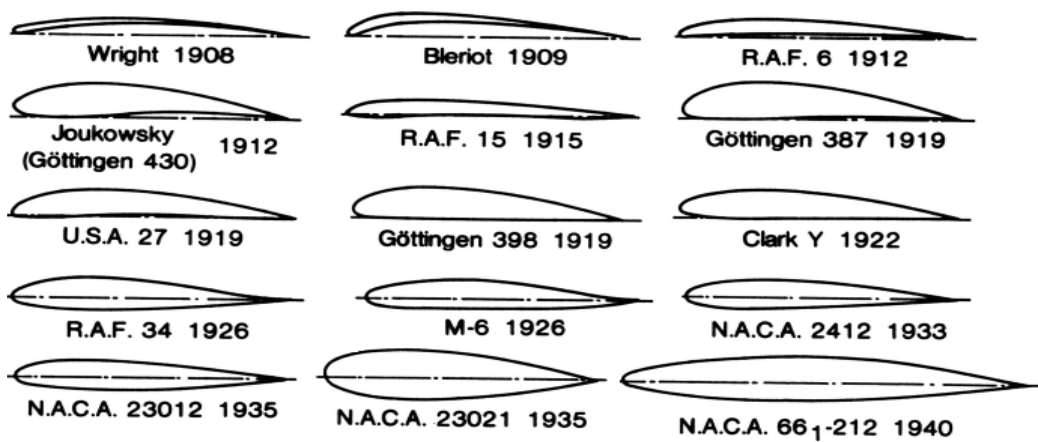


Figura 14. Evolución de los perfiles aerodinámicos 1908 a 1940. Fuente: NASA

Clasificación de los perfiles (Forma del perfil)

La mayor parte del desarrollo de perfiles en los Estados Unidos ha sido realizado a partir de 1929 por el Comité Nacional de Aeronáutica (NACA), que fue precursor de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA).

Las primeras series estudiadas fueron las llamadas “de cuatro dígitos”. El primero de los dígitos daba la curvatura en porcentaje de la cuerda; el segundo daba la posición de la curvatura máxima en décimas de la cuerda y los dos últimos dígitos el espesor máximo en porcentaje de la cuerda.

Por ejemplo , un perfil NACA 4415 tiene la curvatura máxima del 4 % de la cuerda, situada en el punto del 40 % de la cuerda (medido desde el borde de ataque) y con un espesor máximo del 10 % de la cuerda. El perfil NACA 0015 es un perfil simétrico (de curvatura 0) y con un espesor del 15 % de la cuerda.

El desarrollo posterior llevó a las series de cinco dígitos, “series 5”, y, con la llegada de altas velocidades, los denominados de flujo laminar. Estos corresponden a las “series 6 y 7”

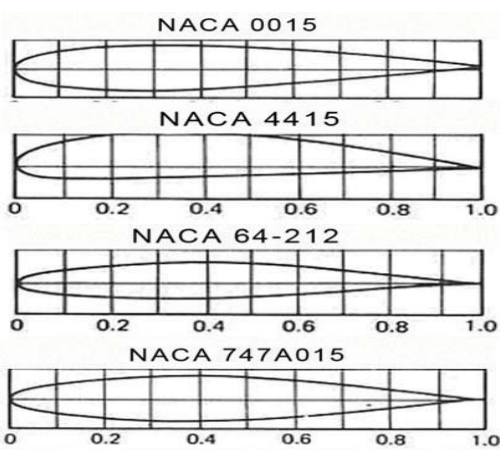


Figura 15. Ejemplos de Perfiles NACA y significado de dígitos. Fuente: NASA

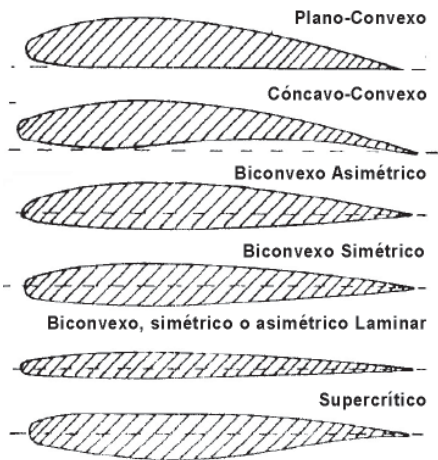


Figura 16. Clasificación perfiles. Fuente: Teory of Wing Sections, 1959. I.H. Abbott, A.E.von Doenhoff.

y resultan del desplazamiento hacia atrás del punto de espesor máximo y la reducción del radio de borde de ataque. De este diseño se obtiene dos resultados principales.

En primer lugar se desplaza hacia atrás el punto de presión mínima, aumentando con ello la distancia desde el borde de ataque en la que existe flujo laminar y reduciendo la resistencia. En segundo lugar, aumenta el número crítico de mach, permitiendo incrementar la velocidad sin la aparición de problemas de compresibilidad.

En los perfiles de “serie 6”, el primer dígito indica la serie y el segundo la posición de presión mínima en décimas de la cuerda. El tercer dígito representa el coeficiente de sustentación en décimas y los dos últimos dígitos el espesor en porcentaje de la cuerda. Por ejemplo el NACA 64-212 es un perfil de la serie 6 con el punto de presión mínima en el 40 % de la cuerda, un coeficiente de sustentación de diseño de 0,2 y espesor del 12 % de la cuerda.

Los perfiles aerodinámicos, según su geometría, se clasifican en : plano-convexo, cóncavo-convexo, biconvexo o doble curvatura simétrico o asimétrico, biconvexo laminar y supercrítico.

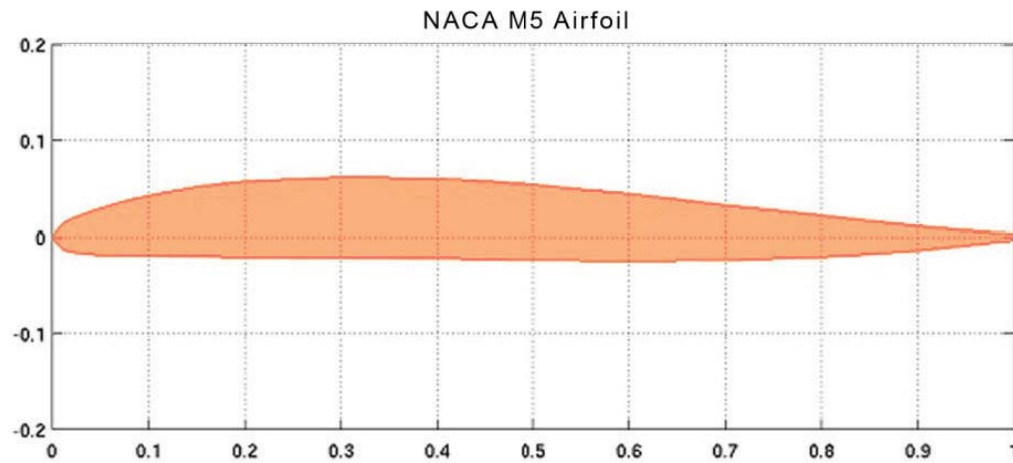


Figura 17. Perfil escogido para los trabajos de modelos de esta tesis. Fuente: www.airfoiltools.com

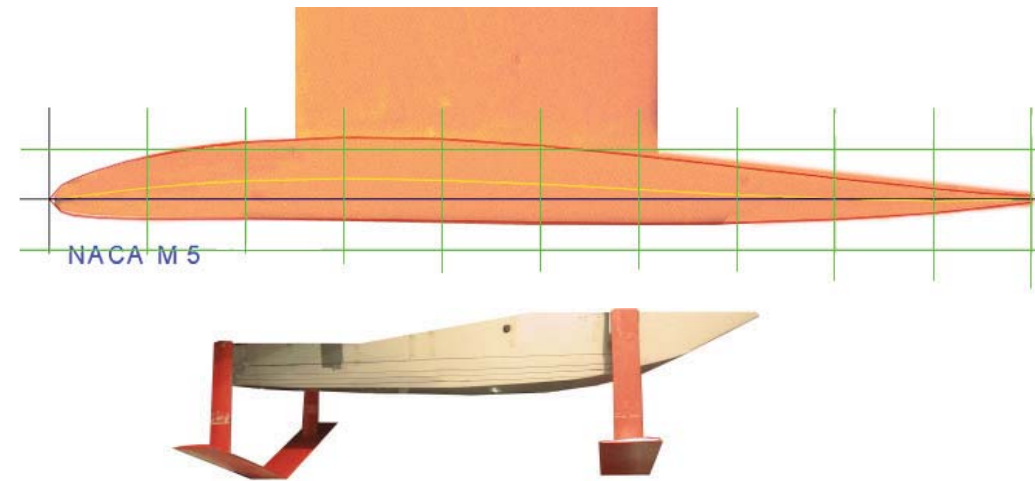


Figura 18. Perfil del modelo del hidrofoilo utilizados en pruebas en canal de arrastre y túnel de viento año 2011-2012. Fuente: L.Krebs, autora tesis.

Modelo de perfil utilizado en esta tesis , lancha rápida con perfiles hidrodinámicos para la accesibilidad y conectividad de la patagonia Occidental.

El modelo del perfil del hidroala escogido es **NACA Munk M-5**.

- Caráterísticas:
- Reynolds number: 500,000
 - Max C_l/C_d : 76.46 at $\alpha = 5^\circ$
 - Mach=0 Ncrit=9
 - Max thickness 8.2% at 30.1% chord.
 - Max camber 2.1% at 30.1% chord

La determinación del perfil a utilizar fue después de realizar estudios e infinitas pruebas de modelos que se han llevado a cabo desde los inicios del programa de magister, 2006. Para obtener más información de los estudios se puede acudir a tesis de años anteriores relacionadas con perfiles hidrodinámicos:

- Perfiles hidrodinámicos en la náutica, Leslie Macowan 2009 / Wolfgang Breuer, 2009.
- Embarcación de asistencia con hidroalas para los habitantes de la Patagonia occidental, Egidio Jeria 2010.
- Lancha con hidroala para la conectividad marítima del fiordo Comau, habitabilidad interior de la embarcación. Mauricio Bravo 2011.

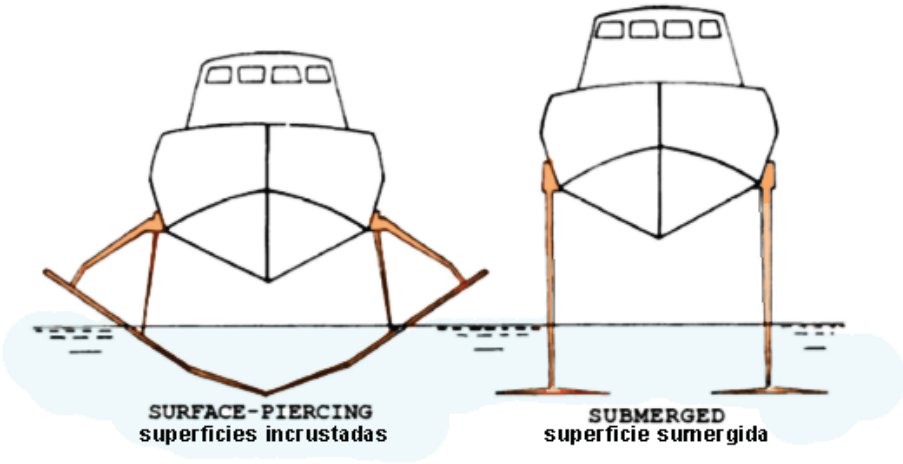


Figura 19. Hidrofoil de superficies incrustadas y superficies sumergidas.
Fuente: www.foil.org , imagen intervenida por autor.

Embarcaciones con hidroalas en el mundo

Existen dos tipos de hydrofoil para su clasificación general, los de superficies incrustadas y de superficies sumergidas como se ilustra en la figura superior.

El sistema de superficies incrustadas es inherentemente estable en sus diferentes versiones y no dependen de un sofisticado sistema de control automático para estabilizarlo. De un gran número de hydrofoil entre comerciales y militares un 75% emplea este tipo de sistema.

El sistema de superficie sumergida deriva su estabilidad del control de levantamiento de los foils cuya operación es completamente sumergida bajo la superficie del agua. El control del levantamiento se logra por el movimiento completo de los foils, por otro lado la mayoría de las superficies de levantamiento son fijas y poseen dispositivos de cola como flaps (alas móviles que regulan la fuerza de levantamiento o sustentación con la variación del ángulo de ataque.) para variar el la fuerza de sustentación.

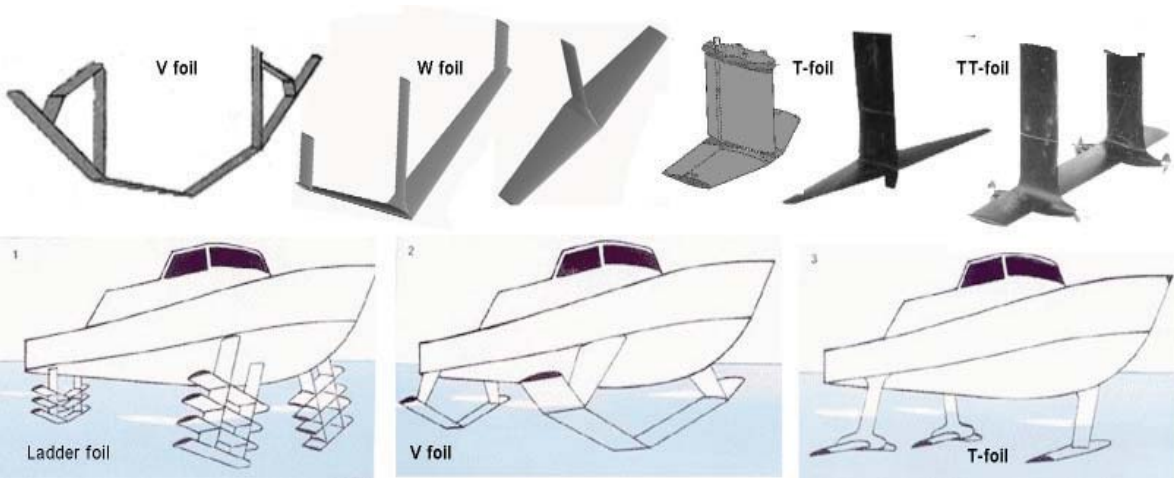


Figura 20. Hidroala tipo escalera o ladder foil, V foil, W foil y T foil.
Fuente: www.histarmar.com.ar , imagen intervenida L.Krebs.

Este sistema está compuesto por un computador que recibe las señales enviadas por los sensores que registran los movimientos de balanceo, cabeceo, aceleración de elevación y altura sobre la superficie del agua. Esta información es procesada y el computador envía señales a los actuadores hidráulicos que activan los flaps de control de levantamiento en los foils, este sistema tiene el nombre control automático (ACS).

Los primeros diseños de hidrofoil empleaban un conjunto de aletas persianas o tipo escalera (Ladder foil), después aparecieron los hidroala en forma de “V” o “W” y en forma de “T” invertida (T-foil) como muestra la figura superior.

- Ladder foil: constituidas por una serie de perfiles puestos a igual distancia, lo que le da una forma similar a una escalera. Esta configuración resulto ser la más inestable y la que genera más arrastre.
- V o W foil: ampliamente usada en embarcaciones de transporte de pasajeros, cuenta con la ventaja de autoestabilizarse gracias al ángulo diedro que forman sus perfiles alares.
- T foil: se le deben agregar sensores para determinar a qué profundidad se encuentra y de esa manera regular el ángulo de ataque para poder producir la sustentación deseada.



Figura 21. Hydrofoil ruso de pasajeros, clase Meteor. Diseñado por Rostislav Alexeyev, se fabricaron desde 1961 a 1991 y fueron usados en Vietnam, Grecia, Italia, China, Rusia, Usa, Croacia, entre otros. Fuente: www.wikipedia.org/wiki/Hydrofoil



Figura 22. Viejo hydrofoil ruso que está siendo reparado para ser utilizado en Rotterdam, Holanda-2006. Fuente: www.flickr.com/photos/griep/179643831



Figura 23. Hydrofoil Manly, primer ferry de pasajeros que operó en Sydney, 1965 a 1980. Eslora 18,3 m, manga 5,85 m, velocidad 34 kn, 72 pasajeros. Fuente: [www.wikipedia.org/wiki/MV_Manly_\(1965\)](http://www.wikipedia.org/wiki/MV_Manly_(1965))

La patente de hydrofoil fue registrada en los Estados Unidos en 1880. El primer prototipo hace su aparición en Chicago, Illinois catorce años después.

Durante los primeros años no tuvieron acogida debido a la ausencia de materiales y aleaciones resistentes para las estructuras. Pero después de algunos años se observa un crecimiento significativo de este tipo de embarcaciones gracias a la tecnología desarrollada en el área de los materiales y estructuras.

Muchos países como Estados Unidos, Indonesia, Israel y la ex Unión Soviética se interesaron en el empleo de estas unidades en el campo militar y después en el área comercial como ferries (Embarcaciones empleadas para transporte de pasaje y vehículos).

Hydrofoil del lago Titicaca en Bolivia

Un ejemplo cercano a Chile de la utilización y factibilidad de embarcaciones con hidroalas son los hydrofoil del lago Titicaca en Bolivia, con una flota de 7 Hydrofoil (5 de ellos modelo

Albatross) que siguen operando ininterrumpidamente por casi 50 años , sin presentar ningún accidente en un trayecto de 100 km entre Copacabana y Huatajata, demostrando la fiabilidad del concepto de embarcación de acercamiento.

Helmut Koch, chileno radicado en Estados Unidos, fue el que diseñó la línea de Albatross y recibió de Darius Morgan, propietario de “Crillón Tours” empresa de turismo de Bolivia, el encargo de varios Hydrofoils para el lago Titicaca.

Recogiendo la información de Helmut Koch, la página web de la línea Crillón Tour (www.titicaca.com) y la visita de nuestro profesor de magister Boris Ivelic al lago Titicaca en 2010 (Fuente de información, mecánico de los Hydrofoils señor Bernardo Ordoñez) se obtienen los siguientes antecedentes:

- En 1966, la empresa adquiere INCA ARROW del tipo Albatros de 20 Pasajeros. Motor Cummins VT8 370 M. De 28 nudos (51 Km/h) y 10.36 mts. de eslora.
- En 1967, TITICACA ARROW, de 20 pasajeros.(10.38 mts). De tipo albatros, con un



Figura 24. Flota de los 7 hydrofoil en el lago Titicaca. Puerto de Huatajata, lugar donde realizan la mantención de estas embarcaciones.



Figura 25. Hidrofoil en lago Titicaca, Bolivia. Fuente: www.titicaca.com

rendimiento de 8 galones la hora, (31 lts/h). El peso varía entre 12 y 15 toneladas. Entre 1983 y 1984 se agrandó en 2 mts a 30 pasajeros.

- En los próximos 10 años adquieren ANDES ARROW y COPACABANA ARROW, aparentemente gemelos de 11 mts. de eslora, 2.9 mts.de manga y 0.9 mts de puntal. Con un motor cummins de 450 Hp.Velocidad de 40 - 45 -km/h. Con capacidad de 18 pasajeros.

- En 1975 encargan el BOLIVIA ARROW de 50' (15.24Mts.) para 40 pasajeros. Motor VT8-370. Trece años después se sustituye el motor por 2 Cummins VT8-903, son 2 motores de 450 Hp, alcanzando 34 nudos (60 Km/h). A los 20-25 Km/h ya se levanta sobre los perfiles. Hay que considerar que los motores con la altura pierden un 30% de rendimiento, con un consumo de 12 galones a la hora, (45 lts/h). Por lo tanto el rendimiento útil de los motors es de 315 hp cada uno.

- En 1978 se adquiere el SOL ARROW. Por problemas de visión de Helmuth Koch la

empresa adquirió el H 57 Seaflight de origen Italiano para 60 pasajeros, motor Alemán MTU de 900 hp. Apparently de 18 mts de eslora, 4 de manga y 1.80 de calado.

- En 1990 se adquiere GLASNOST ARROW en la URSS, el Volga para 8 pasajeros.

La página Web de “Crillón Tours” entrega los siguientes antecedentes de la flota que está actualmente en uso:

1. Sol Arrow , 54 pasajeros (Seaflight)
2. Bolivia Arrow, 36 pasajeros
3. Titicaca Arrow, 28 pasajeros
4. Inca Arrow, 20 pasajeros (albatross)
5. Copacabana Arrow, 18 pasajeros (albatross)
6. Andes Arrow, 18 pasajeros (albatross)
7. Glasnost Arrow, 6 pasajeros (Volga)



Figura 26. Hidrofoil Inca Arrow y detalle hidroalas tipo V, lago Titicaca en Bolivia. Fuente: http://www.mtritter.org/travel/Bolivia_Paraguay_Uruguay/slides/DSC_2712.html

Serie ALBATROSS, diseñado por Helmut Koch.

La construcción original y las pruebas se llevaron a cabo en 1961-62 en California, Usa. En mayo de 1964, habían 34 ALBATROSS en servicio de pasajeros en Manhattan, NY. En 1966, Crillon Tours, Bolivia compró uno de los barcos de Nueva York y posteriormente mandó a fabricar más.

Para entender más de esta serie, a continuación se muestra algunos planos e imágenes del Albatro Inca Arrow, actualmente operativo en el Lago Titicaca.

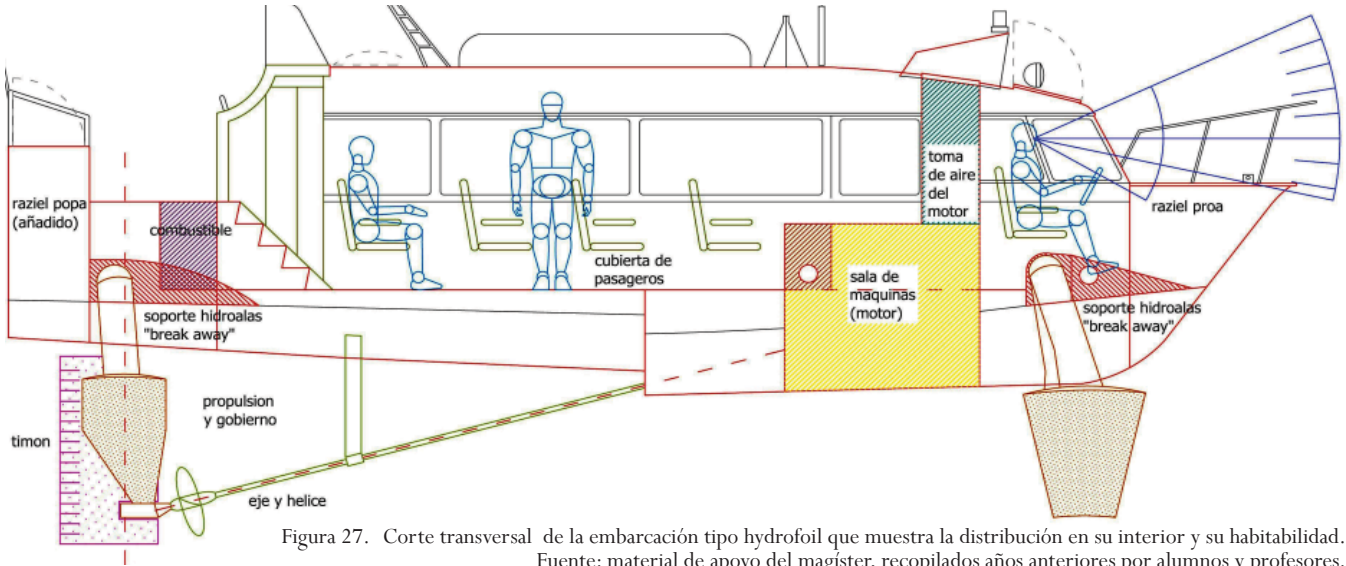


Figura 27. Corte transversal de la embarcación tipo hydrofoil que muestra la distribución en su interior y su habitabilidad. Fuente: material de apoyo del magíster, recopilados años anteriores por alumnos y profesores.

Características de ALBATROOS, INCA ARROW

- Velocidad: 28 nudos (51 k/h)	- Autonomía: 220 km.	diesel,181 hp. Actual Cummins	- Peso:Vacio 12 ton.y lleno 15 ton.	- Manga:casco 3,35m / conalas6m
- Capacidad: 20 pasajeros	- Motor Original GM6V-53	diesel VT8 370.	- Eslora: original 10,36 /11 m	- Calados: casco 1,9 m / alas 0,6m

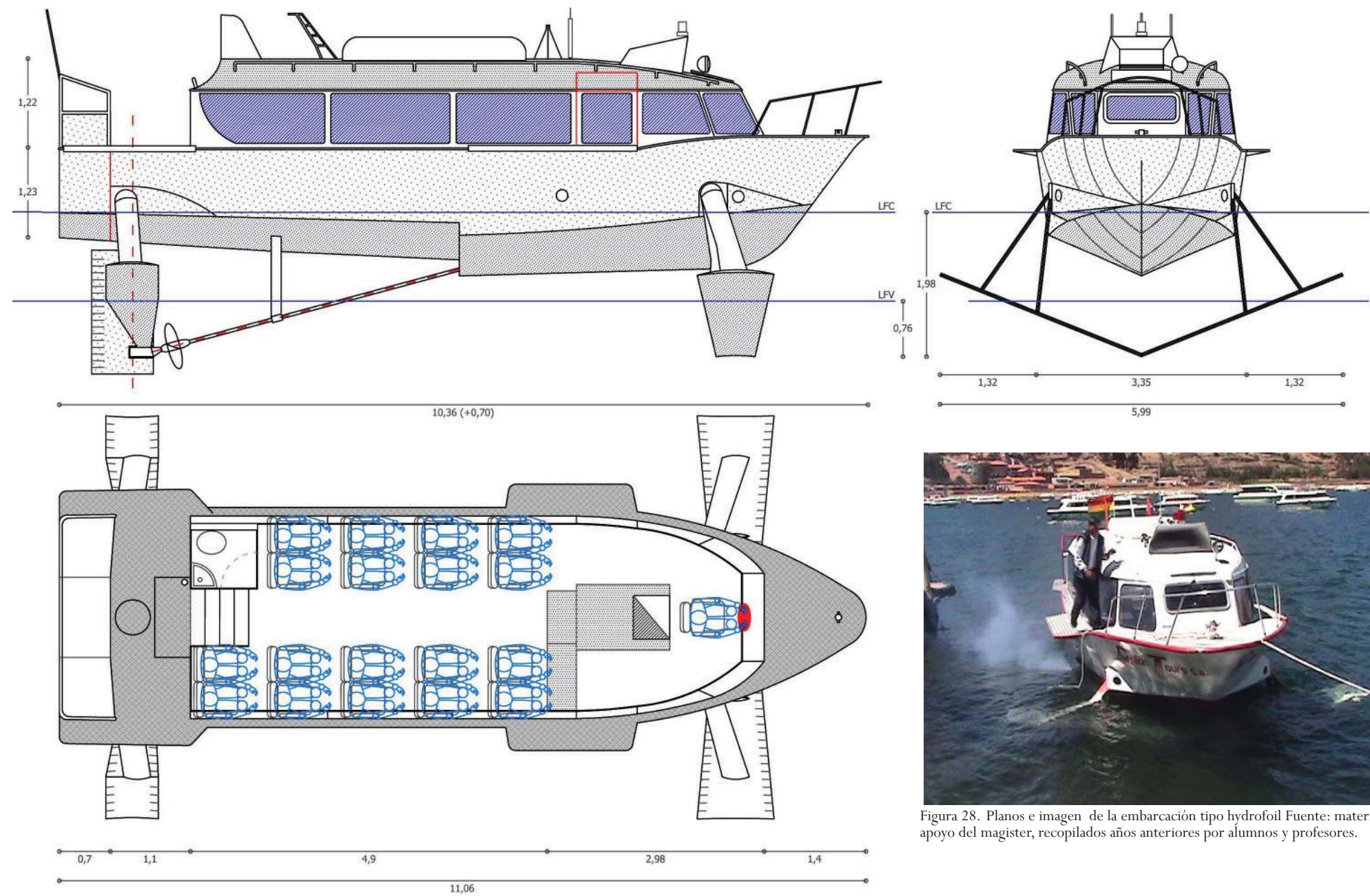


Figura 28. Planos e imagen de la embarcación tipo hydrofoil Fuente: material de apoyo del magister, recopilados años anteriores por alumnos y profesores.

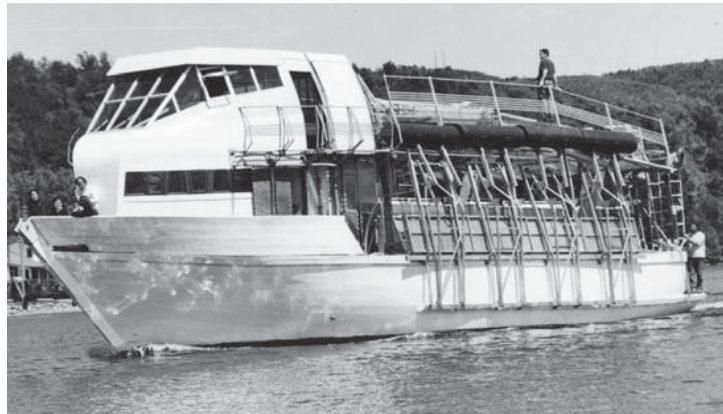


Figura 29. Embarcación Amereida Fuente: Libro embarcación Amereida, B.Ivelic 2005

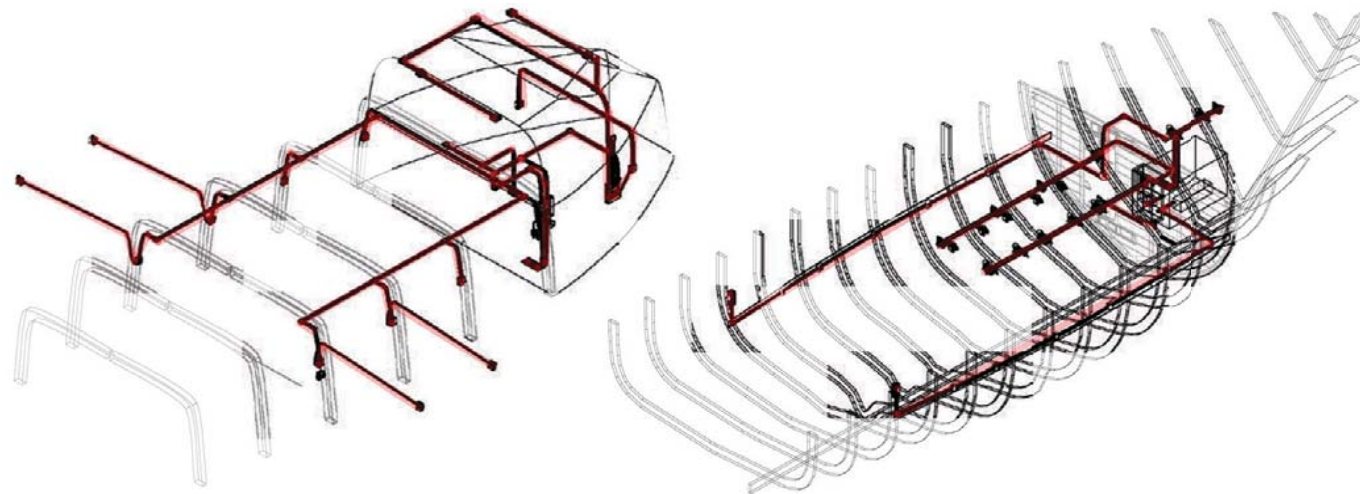


Figura 30. Redes eléctricas. Fuente: Libro embarcación Amereida, B.Ivelic 2005

III. 3. b. FUNDAMENTO ENERGÉTICO

PRINCIPIO DE REDES: CASO EMBARCACIÓN AMEREIDA.

(Información obtenida del libro: Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar patagónico, Boris Ivelic © Ediciones Universitarias de Valparaíso, 2005)

Características Embarcación Amereida

Embarcación menor (-50TRG) / Casco: madera, construcción estilo chilote. / Eslora: 19 mts / Manga: 5.5 mts, extensible a 10 mts / Desplazamiento: 40 toneladas. / Capacidad: 25 camas.

Este punto a estudiar, está compuesto por sistemas montados en el interior y exterior de la embarcación, conectados entre sí y trabajando de modo simultáneo.

Apunta específicamente a los traslados y circulación de fluidos gaseosos en su mayoría destinados a calefacción, ventilación de compartimientos, ventilación motores, inyectores de aire, etc. Además contempla la circulación y almacenamiento de fluidos líquidos, enlaces de cañerías, contemplando el tamaño de los respectivos tanques almacenadores, como el

o los de combustible, agua dulce, agua salada, aguas negras y otros. También contempla el estudio de determinar el cuadro de cargas eléctricas de los distintos elementos de la embarcación, en los distintos voltajes, que distribuye las cargas y los circuitos desde los generadores a los centros de consumo mediante tableros de distribución y de seguridad.

Redes eléctricas

La incorporación de corriente al uso cotidiano de la nave es el método más usado en alta mar. Por lo general es el sistema ocupado para la activación de las otras redes anteriormente mencionadas. Debemos considerar que todo trabaja con electricidad, desde la iluminación en los camarotes hasta el arranque del motor, tomando en cuenta que dependiendo de la envergadura de la nave se puede optar por el uso de baterías (la mayoría lleva 2 unidades) o la incorporación de un generador eléctrico.

La integración de una conexión trifásica debe ser considerada como una entrada de energía permanente en la popa a un flanco del barco.

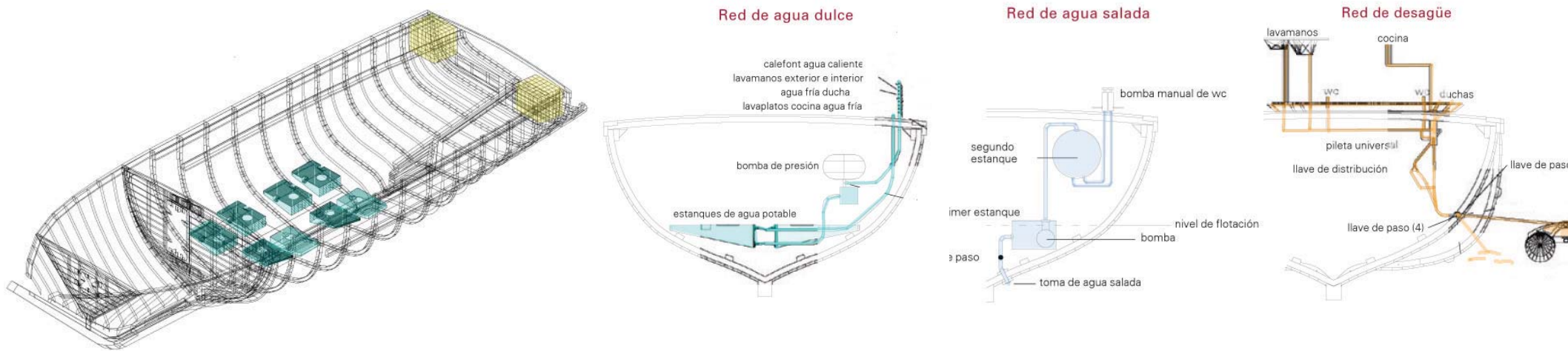


Figura 31. Estanques de agua y petróleo y sistemas de redes de la embarcación Amereida. Fuente: Libro embarcación Amereida, B.Ivelic 2005

En este caso de estudio, la red eléctrica de la embarcación Amereida está compuesta por:

- a. El generador de 15 KVA de alimentación eléctrica en 220 y 380 Volt que alimenta al total de los circuitos de la embarcación: iluminación, potencia, bombas, cargador de batería, transformadores, etc.
- b. Un generador portátil de 2000 Watts en 220 Volt, para utilizar en caso de emergencia.
- c. Un circuito de 12 Volt alimentado por baterías y/o por transformadores de 220 a 12 Volt y un cargador de batería también de 220 a 12 Volt. Estos circuitos alimentan las bombas de las sentinas, la luz de emergencia, los sistemas electrónicos de gobierno y las señales luminosas exteriores durante la noche.

Redes de agua

Mediante estudios se debe calcular la cantidad de agua dulce a almacenar de acuerdo a la autonomía del barco. Asimismo se debe determinar la red interna de admisión, impulsión y distribución. El estudio también determina el sistema de admisión y evacuación de agua

salina para los W.C. y el sistema de fosa y tratamiento de aguas. Finalmente la red de sentina de evacuación de las aguas que se filtran por el casco.

La red de agua de la embarcación Amereida está compuesta por:

- a. La red de agua potable de la embarcación está formada por ocho estanques de almacenamiento, con una capacidad aproximada de 2.000 litros: una bomba de agua y la red de distribución a baños y cocina.
- b. El agua salina es para el uso de los W.C. compuesto de una bomba sumergida, estanque de 20 litros y red.
- c. El sistema de desagüe está compuesto de la red y de un sistema de fosa séptica flotante y de tratamiento de las aguas.
- d. El sistema de sentina está compuesto de 2 bombas sumergibles eléctricas de 12 Volt y una bomba manual.

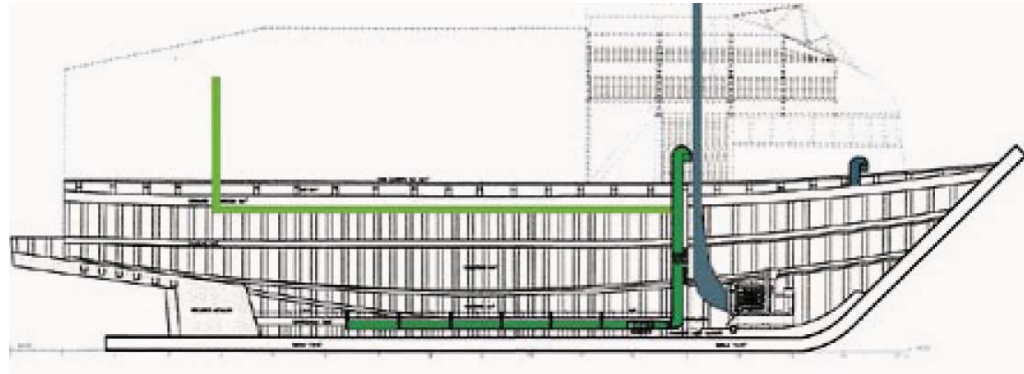


Figura 32. Red de Ventilación y calefacción bajo cubierta. Fuente: Libro embarcación Amereida, B.Ivelic 2005

Red de ventilación y calefacción

Mediante estudios se determina la cantidad de aire que es necesario suministrar al motor del generador y al motor del sistema de impulsión, para su correcto funcionamiento. Asimismo se determina la renovación de m^3 de aire por hora, en los espacios habitados de la bajo cubierta.

La red de ventilación y calefacción de la embarcación Amereida consta de las siguientes partes:

a. Red del generador: aspiración y expulsión del aire al motor del generador de la embarcación. Al radiador del generador se le adosó una caja que recibe el aire caliente irradiado. Este aire asciende a través de un ducto de 30 x 30 cm. que luego se divide en dos ductos de 30 x 15 cm.

b. Red del motor de impulsión: aspiración y expulsión del aire. El sistema de ventilación de la caja del motor consta de 4 ductos ubicados en la popa. Los ductos de admisión llegan a los ventiladores que proporcionan aire y generan una sobrepresión en el interior de la caja. El aire caliente sale por los otros dos ductos ubicados en la parte superior de la caja.

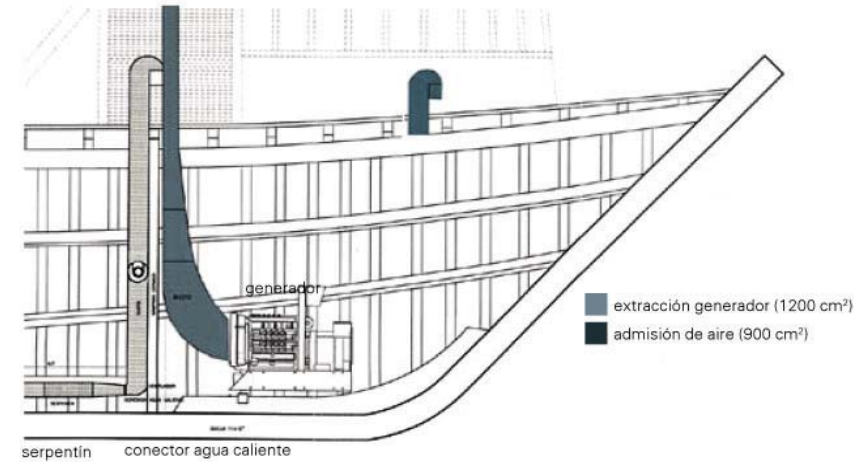


Figura 33. Red de aspiración y expulsión de aire al motor del generador Fuente: Libro embarcación Amereida, B.Ivelic 2005

c. Red de ventilación: aspiración, ventilación y evacuación del aire de bajo cubierta, para la ventilación del espacio dormitorio.

La ventilación está calculada para producir de 2 a 5 renovaciones de aire por persona, con un caudal de 600 m^3 por hora.

Consta de un sistema de admisión ubicado a babor y estribor de la cubierta y 2 ventiladores que introducen aire fresco mediante ductos de distribución ubicados a babor y estribor bajo el piso. La extracción del aire viciado se realiza mediante un ducto ubicado en el cielo de la bajocubierta. Este lo expulsa al exterior por la popa de la embarcación por corriente convectiva y sobrepresión.

d. Red de calefacción: del dormitorio de la bajo cubierta, compuesto de dos ventiladores y un intercambiador de calor.

El aire que entra por los ductos de ventilación es temperado mediante un serpentín calentado con agua caliente, proveniente de una derivación del radiador del generador.

- admisión y suministro aire Sala General
- extracción aire Sala General
- admisión sala de máquinas
- extracción sala de máquinas

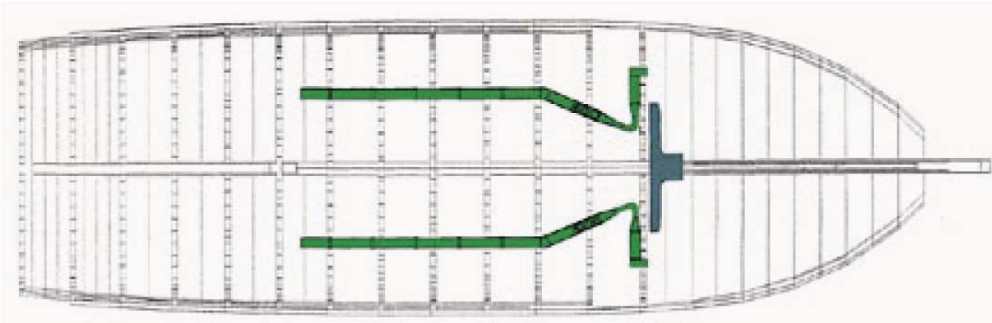


Figura 38. Planta ductos ventilación. Fuente: Libro embarcación Amereida, B.Ivelic 2005

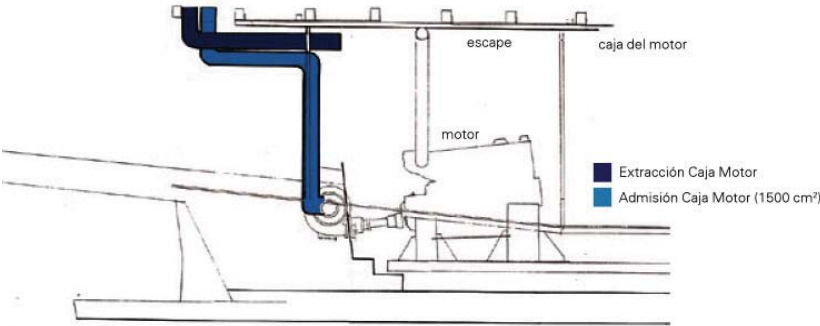


Figura 37. Red de expulsión y aspiración de aire del motor. Fuente: Libro embarcación Amereida, B.Ivelic 2005

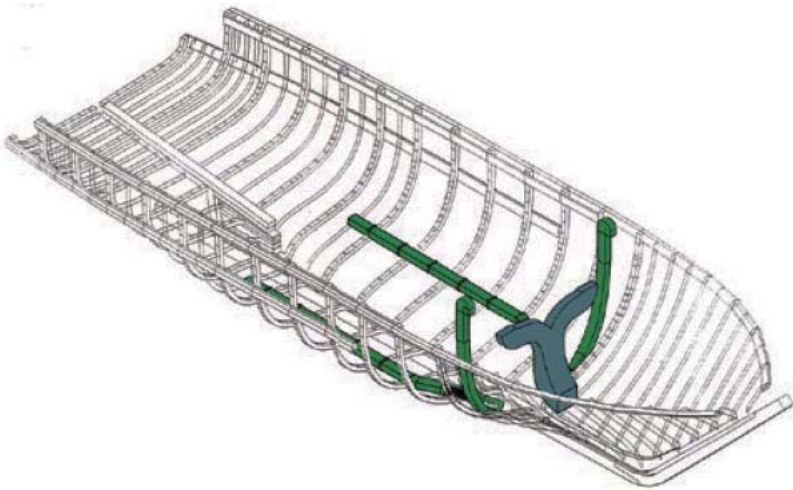


Figura 35. Axonométrica ductos de proa. Fuente: Libro embarcación Amereida, B.Ivelic 2005

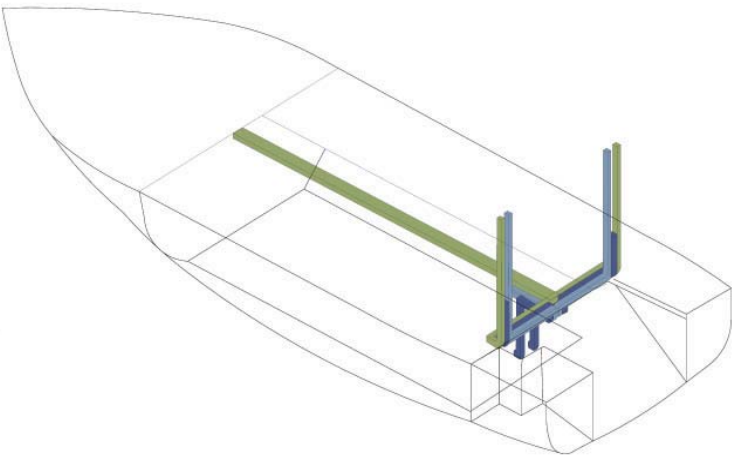


Figura 34. Axonométrica ductos de popa. Fuente: Libro embarcación Amereida, B.Ivelic 2005

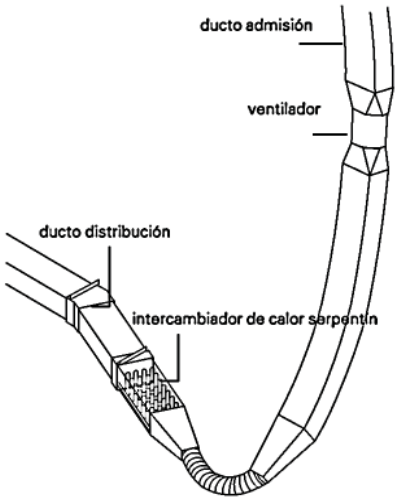


Figura 36. Detalle ducto de entrada de aire que puede ser templado por medio de un serpentín. Fuente: Libro embarcación Amereida, B.Ivelic 2005

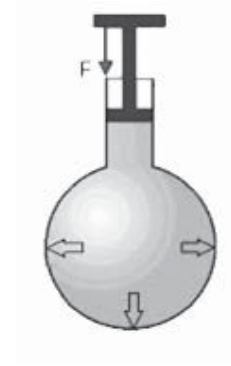


Figura 39.

Si llenamos una botella de líquido y la cerramos con un tapón sin que exista cámara de aire, veremos como con una pequeña presión ejercida sobre el tapón, podremos ejercer una presión que se transmite con igual intensidad en todas direcciones y sentidos.

Principio de Pascal. Fuente: L.Krebs.

III.3.c. PLANTA MOTRIZ: CENTRAL HIDRÁULICA (SISTEMAS OLEOHIDRAÚLICOS)

La hidráulica es una rama de la física y la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos.

En cuanto a los sistemas hidráulicos, hay que hacer una distinción entre los sistemas que utilizan el impacto de un líquido en movimiento, que se denominan sistemas hidrodinámicos y los que son accionados comprimiendo un fluido contenido en un recipiente cerrado llamado sistema hidrostático.

Las leyes más importantes de la hidráulica son la ley de Pascal, dónde el incremento de presión aplicado a una superficie de un fluido incompresible (líquido), contenido en un recipiente indeformable, se transmite con el mismo valor a cada una de las partes del mismo y el Principio de Bernoulli, que señala que en un fluido ideal en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido.

1. Hidrostática

La hidrostática es la rama de la mecánica de fluidos que estudia los fluidos en estado de equilibrio, es decir, sin que existan fuerzas que alteren su movimiento o posición. El principio fundamental de la hidrostática es el llamado ‘Principio de Pascal’.

a) El principio de Pascal: “La presión aplicada a un fluido se transmite íntegramente y por igual en todas las direcciones y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales, actuando estas fuerzas perpendicularmente a las paredes del recipiente que las contiene”.

Aplicación Ley de Pascal : Prensa Hidráulica

Consiste, en esencia, en dos cilindros de diferente sección comunicados entre sí, y cuyo interior está completamente lleno de un líquido. Dos émbolos de secciones diferentes se ajustan, respectivamente, en cada uno de los dos cilindros, de modo que estén en contacto con el líquido.

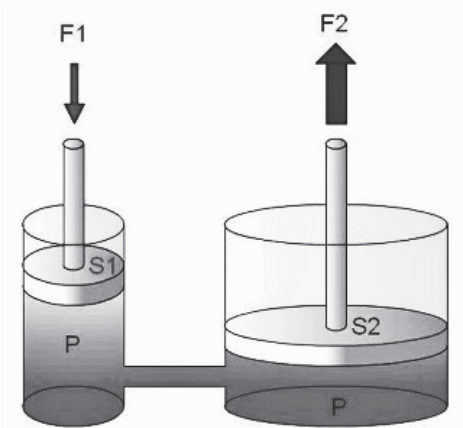


Figura 40. Prensa Hidráulica. Principio de Pascal.

Cuando sobre el émbolo de menor sección S1 se ejerce una fuerza F1 la presión P que se origina en el líquido en contacto con él se transmite íntegramente y de forma casi instantánea a todo el resto del líquido. Por el principio de Pascal esta presión será igual a la presión que ejerce el fluido en la sección S2, es decir:

$$P = \left(\frac{F_1}{S_1}\right) = \left(\frac{F_2}{S_2}\right)$$

Y por tanto, la relación entre la fuerza resultante en el émbolo grande cuando se aplica una fuerza menor en el émbolo pequeño será tanto mayor cuanto mayor sea la relación entre las secciones:

$$F_2 = F_1 \left(\frac{S_2}{S_1}\right)$$

La prensa hidráulica es una máquina compleja que permite amplificar la intensidad de las fuerzas y constituye el fundamento de elevadores, prensas, frenos y muchos otros dispositivos hidráulicos de maquinaria industrial.

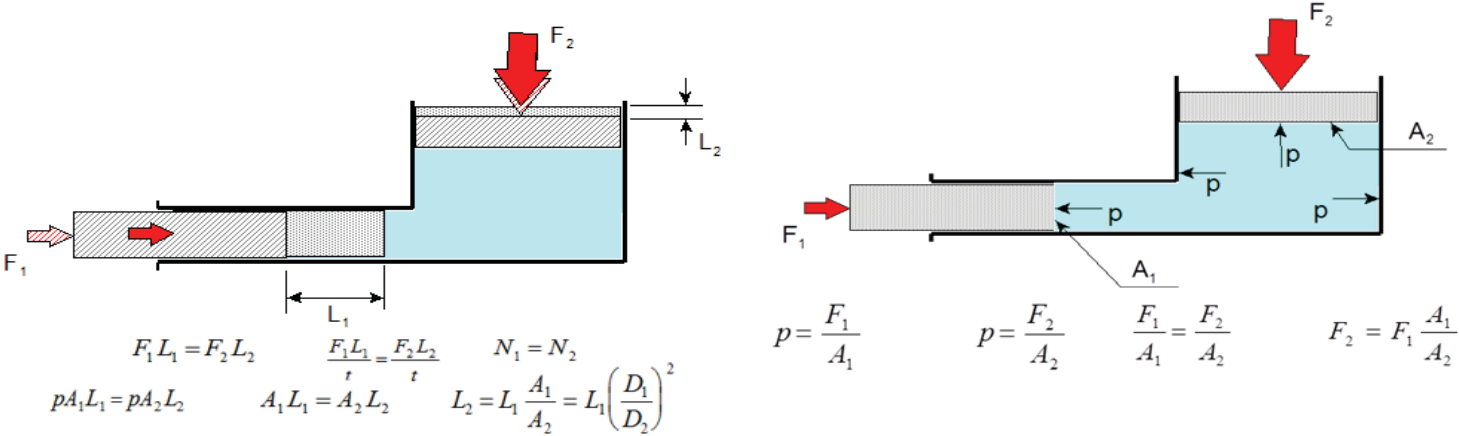


Figura 41. Principios básicos y circuitos. Fuente: Apuntes clases hidráulica R.Mege.

2. Circuito oleohidráulico básico

La oleohidráulica es un método de transmisión de energía mediante un líquido, normalmente un aceite, a presiones elevadas y caudales reducidos, que permiten un control sencillo de fuerzas, pares de giro y de la velocidad de los mecanismos asociados.

En todo circuito hidráulico hay tres partes bien diferenciadas: El grupo generador de presión, el sistema de mando y el actuador. El grupo generador de presión es el órgano motor que transfiere la potencia al actuador para generar trabajo. La regulación de esta transmisión de potencia se realiza en el sistema de mando que está formado por una serie de válvulas limitadoras de caudal y de presión, distribuidoras, de bloqueo, etc.

Cada elemento de una instalación hidráulica tiene unas determinadas características que es preciso conocer para deducir el funcionamiento de la instalación.

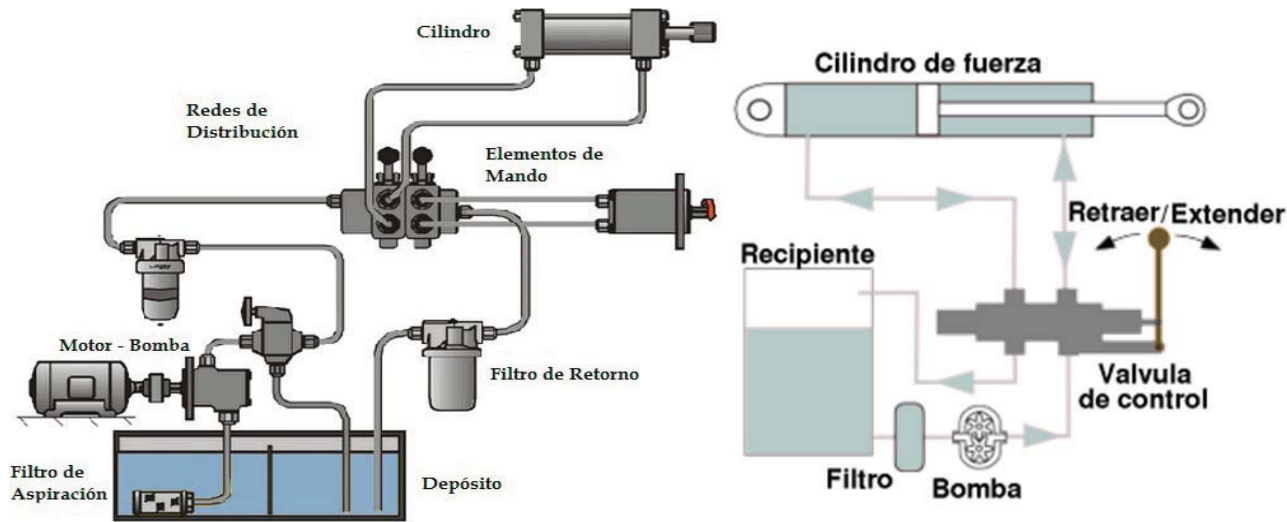


Figura 42. Circuitos hidráulicos básicos, donde el elemento de trabajo es un cilindro de fuerza. Fuente: www.industrial-automatica.blogspot.com

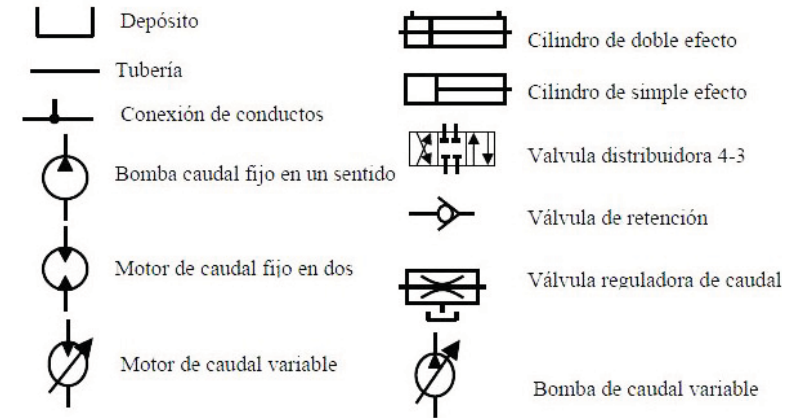


Figura 43. La simbología de los componentes de un circuito hidráulico, según normas AISI. Fuente: Apuntes clases de hidráulica R.Mege.

Los elementos constitutivos del circuito hidráulico son:

- a) Tanque hidráulico b) Filtro. c) Bomba hidráulica
- d) Válvula de control e) Actuadores f) Red de distribución g) Líquido hidráulico

a) Tanque hidráulico

La principal función del tanque hidráulico es almacenar aceite, aunque no es la única. El tanque también debe eliminar el calor y separar el aire del aceite. Los tanques deben tener resistencia y capacidad adecuadas, y no deben dejar entrar la suciedad externa. Los tanques hidráulicos generalmente son herméticos.

b) Filtro

Un filtro hidráulico es el componente principal del sistema de filtración de una máquina hidráulica, de lubricación o de engrase. Estos sistemas se emplean para el control de la contaminación por partículas sólidas de origen externo y las generadas internamente por procesos de desgaste o de erosión de las superficies de la maquinaria, permitiendo preservar la vida útil tanto de los componentes del equipo como del fluido hidráulico.

c) Bomba hidráulica

Nos proporcionan una presión y caudal adecuado de líquido a la instalación. La bomba hidráulica convierte la energía mecánica en energía hidráulica. Es un dispositivo que toma energía de una fuente (un motor de combustión interna, un motor eléctrico, etc.) y la convierte a una forma de energía hidráulica. La bomba toma aceite o fluido hidráulico de un depósito de almacenamiento (un tanque) y lo envía como un flujo al sistema hidráulico.

La bomba hidráulica es probablemente el componente más importante y constituye un campo muy complejo ya que se construyen en varios modelos y tamaños, con muchos y diferentes mecanismos de bombeo, a la vez que para múltiples y numerosos propósitos.

Esta se emplea por ejemplo como una fuente de potencia para las operaciones de manejo de los sistemas de aperturas hidráulicas, suministrando aceite a diferentes mecanismos tal como cilindros de alto tonelaje.

Atendiendo a la forma constructiva de las bombas y a su diseño, podemos clasificar las bombas en tres grandes grupos: Bombas de Engranajes, Bombas de Paletas y Bombas de Pistones.

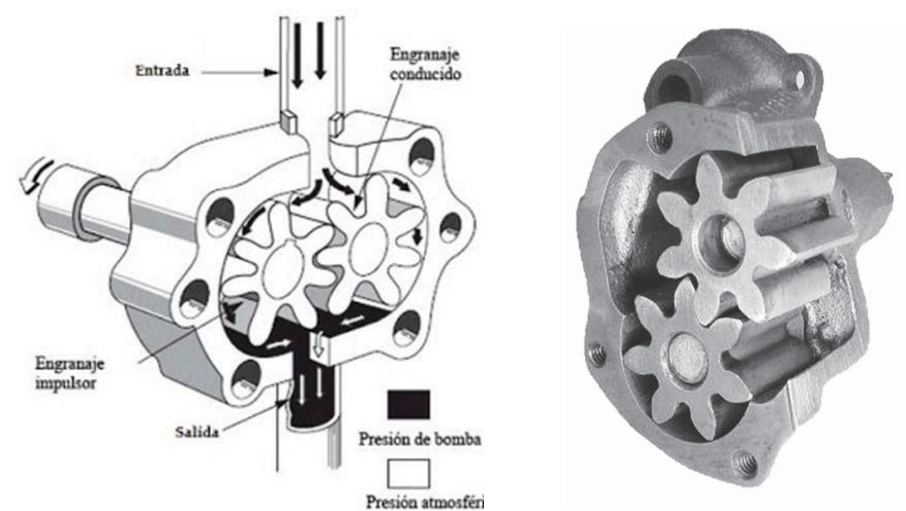


Figura 44. Bomba Hidráulica de Engranajes Externos. Fuente: www.industrial-automatica.blogspot.com

c) 1. Bombas de Engranajes

Es una de las más utilizadas por su bajo costo, tamaño reducido y elevada durabilidad. Las bombas de engranajes externas se componen de dos engranajes, generalmente del mismo tamaño, que se engranan entre si dentro de una carcasa. El engranaje motriz es una extensión del eje impulsor. Cuando gira, arrastra al segundo engranaje. Cuando ambos engranajes giran, provocan un vacío parcial en la cámara de entrada y el fluido se introduce a la bomba través del orificio de entrada. Este fluido queda atrapado entre la carcasa y los dientes de rotación de los engranajes, se desplaza alrededor de la carcasa y es empujado a través del orificio de salida. La bomba genera flujo y presión, de modo que transfiere energía desde la fuente de entrada, que es mecánica, hasta un actuador de potencia hidráulica.

Estas bombas son utilizadas generalmente en vehículos industriales para esfuerzos de 1 a 5 toneladas lo que nos da una idea que este tipo de bomba podría ser utilizado en la embarcación para la generación de presión hidráulica de los sistemas de apertura de

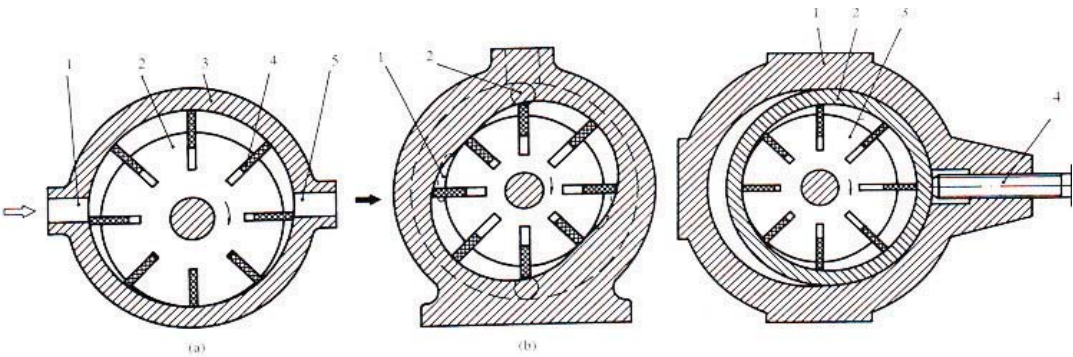


Figura 45. Bomba de paletas. Fuente: Apuntes clases hidráulica R.Mege.

rampa de acceso entre otros. Con el mismo principio de funcionamiento se encuentran las bombas de engranajes internos, las bombas de lóbulo y las bombas gerator. Uso continuo hasta 250 [bar] (3.625,9 [psi])/ Uso intermitente hasta 300 [bar] (4.351,1 [psi])

c) 2. Bombas de Paletas

Están construidas por una carcasa de sección circular, con una anillo ajustado en su interior. Dentro de este anillo gira excéntricamente un rotor ranurado, en cuyas ranuras se alojan unas paletas que pueden desplazarse radialmente. El rotor está conectado a un motor eléctrico mediante un eje. Cuando el rotor gira, las paletas se mantienen apoyadas contra la superficie de anillo, ya que tienden a salir gracias a la fuerza centrífuga y a la presión aplicada en la parte interior de las mismas gracias a unos muelles, formando un sello positivo. El fluido entra a la bomba y llena el área de volumen grande formada por el rotor descentrado. Cuando las paletas empujan el fluido alrededor de la leva, el volumen disminuye y el fluido se empuja hacia afuera a través del orificio de salida.

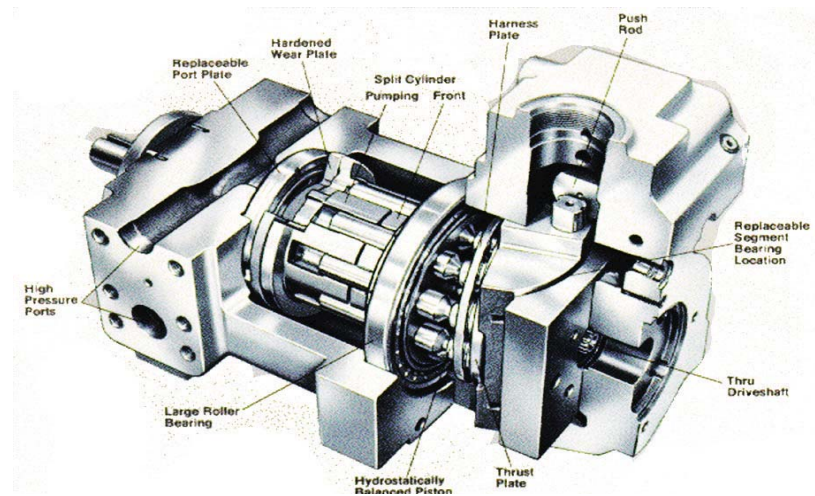


Figura 46. Bomba de Pistones. Fuente: Apuntes clases hidráulica R.Mege.

Para comprender el funcionamiento de este tipo de bombas durante la admisión hay que recurrir a la excentricidad. Gracias a la excentricidad se genera una zona, mediante las paletas y la carcasa, que hace la función de cierre hermético que impide que el aceite retroceda durante el funcionamiento de la bomba. A partir de esa zona y producto de la fuerza centrífuga, las paletas salen de las ranuras del rotor, ajustándose a la superficie interna del anillo, así entre cada par de paletas se crean cámaras que hacen aumentar el volumen y disminuir la presión, con lo que es posible asegurar el continuo suministro de aceite. El aceite es tomado de estas cámaras y trasladado a la zona de descarga.

Presiones: bomba presiones desequilibradas en su periferia hasta 70 [bar] (1.015,2 [psi])

Rendimiento :hasta el 80 [%].

c) 3. Bombas de Pistones

En las bombas de pistones, un pistón se desplaza alternativamente aspirando el fluido de la zona de admisión y enviándolo hacia la salida. Según la posición de los pistones y el método de accionamiento de éstos, las bombas de pistones se clasifican en bombas de

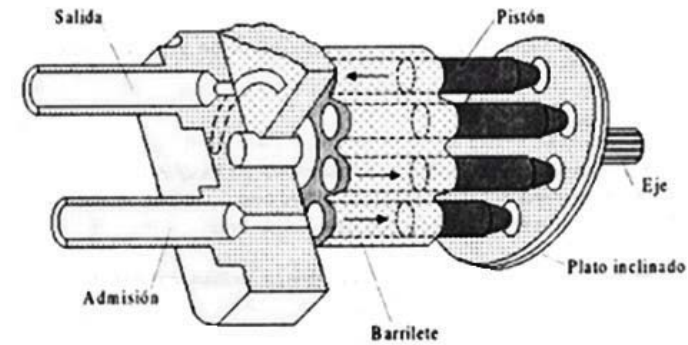


Figura 47. Bomba hidráulica de pistones en línea con placa inclinada. Fuente: www.industrial-automatica.blogspot.com

pistones en línea con placa inclinada, bombas de pistones en ángulo, bombas de pistones radiales y bombas de pistones oscilantes.

c) 3. 1. Bombas de Pistones en línea con placa inclinada

En ellas el conjunto de los cilindros y el eje de accionamiento tienen la misma línea central y los pistones se mueven alternativamente en sentido paralelo al eje. El eje de accionamiento hace girar el barrilete, conteniendo los pistones, que están ajustados en sus alojamientos y conectados mediante patines y un anillo inclinado, de forma que los patines están apoyados sobre una placa circular inclinada.

A medida que el barrilete gira, los patines siguen la inclinación de la placa, haciendo que los pistones tengan un movimiento alternativo. Los orificios, en la placa de distribución, están dispuestos de tal forma que los pistones pasan por la entrada cuando empiezan a salir de sus alojamientos y por la salida cuando se les obliga a entrar.

Las bombas de pistones son muy eficaces ya que sirven para desplazamientos pequeños hasta muy elevados. La mayoría de ellas puede funcionar con presiones entre 105 y 210 kp/cm², pudiendo llegar a presiones mucho más altas.

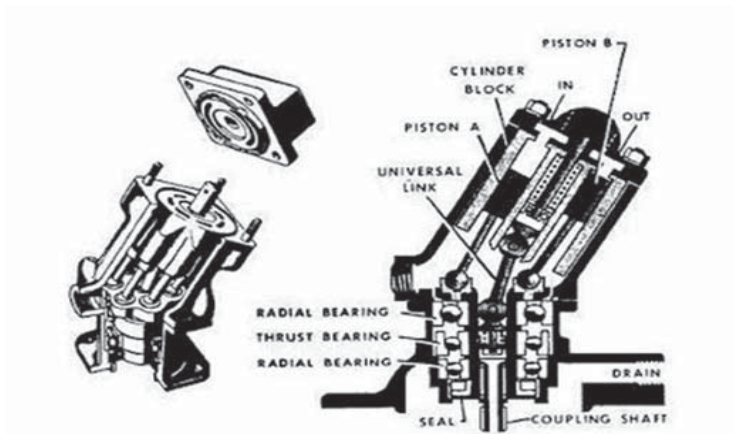


Figura 48. Bomba hidráulica de pistones en ángulo. Fuente: www.industrial-automatica.blogspot.com

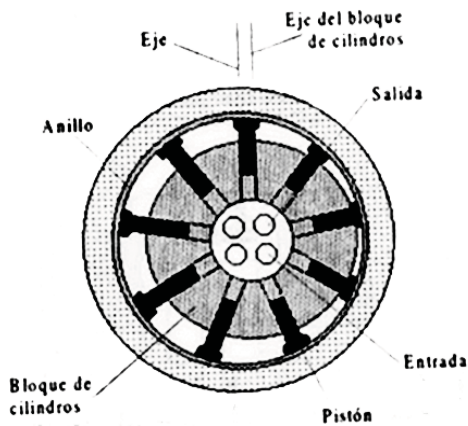


Figura 49. Bomba hidráulica de pistones radiales. Fuente: www.industrial-automatica.blogspot.com

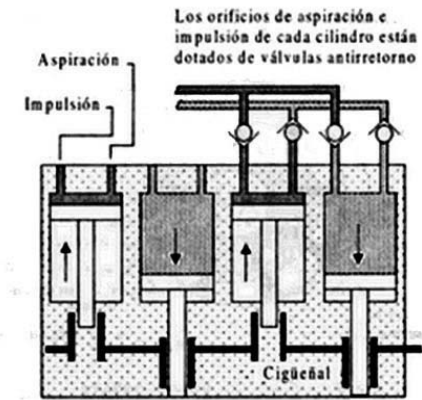


Figura 50. Bomba hidráulica de pistones oscilantes. Fuente: www.industrial-automatica.blogspot.com

c) 3. 2. Bomba de Pistones en ángulo

Estas bombas son una variante de las bombas de pistones con placa inclinada. En este caso el eje tambor forma un ángulo de unos 25° con el cuerpo de la bomba, lo que provoca el mismo efecto que en el caso de las bombas con placa inclinada. Los pistones están fijados a la brida del eje mediante juntas esféricas. Al girar los pistones entran o salen de sus alojamientos según varía la distancia entre el tambor y la brida. Algunas ejecuciones permiten variar este ángulo y con ello el caudal.

c) 3. 3. Bombas de Pistones radiales

En una bomba radial, el bloque de cilindros gira sobre un pivote estacionario y dentro de un anillo circular o rotor. A medida que el bloque va girando, la fuerza centrífuga, la presión hidráulica o alguna forma de acción mecánica, obliga a los pistones a seguir la superficie interna del anillo, que es excéntrico con relación al bloque de cilindros.

Al tiempo que los pistones se desplazan alternativamente, en sus cilindros, los orificios localizados en el anillo de distribución le permiten aspirar fluido cuando se mueven hacia afuera y descargarlo cuando se mueven hacia adentro.

El desplazamiento de la bomba viene determinado por el tamaño y número de los pistones y naturalmente por la longitud de carrera.

Bomba de presiones continua hasta 400 [bar] (5.801,5 [psi])/ presiones intermitentes hasta 600 [bar] (8.702,2 [psi]) / Rendimiento alrededor del 95 [%]

c) 3. 4. Bombas de Pistones oscilantes

Al igual que un motor de explosión, los pistones se mueven en un sentido lineal dentro de su correspondiente cilindro por el esfuerzo transmitido por un cigüeñal, una excentricidad del eje o un plato. En el motor de explosión el cigüeñal lógicamente es el eje de salida, en la bomba es el eje primario por el que recibe la energía, mediante motores eléctricos habitualmente, y los pistones del motor son los que en la bomba generarían la presión y el caudal. Para controlar el flujo del fluido hidráulico son necesarias válvulas antirretorno en los conductos de admisión e impulsión.

Estas bombas tienen como ventajas que ofrecen un sistema de estanqueidad mucho mejor entre la entrada y la salida, además que en estas bombas la lubricación de las partes móviles puede hacerse con un fluido distinto al bombeado.

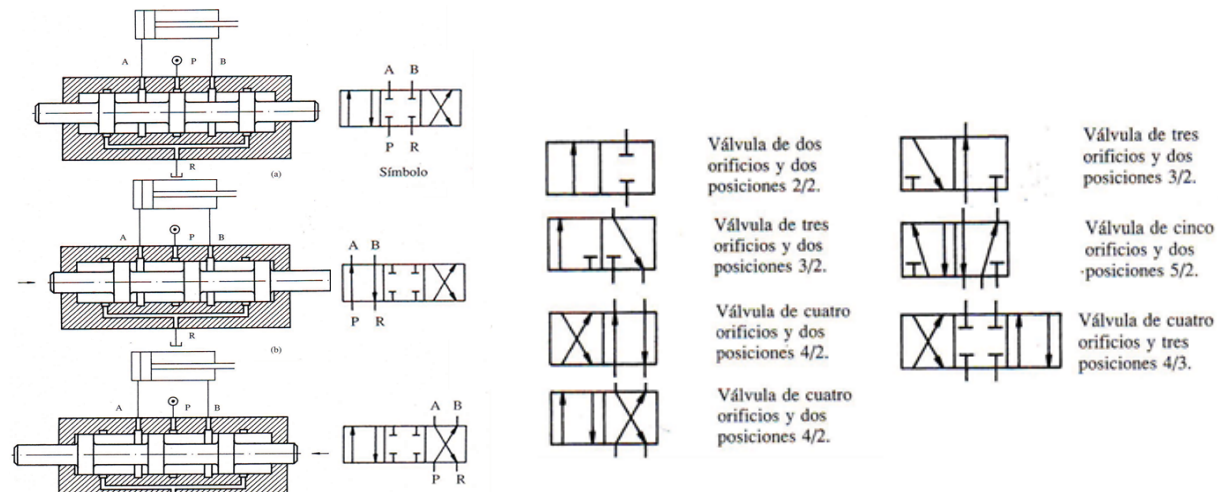


Figura 51. Válvulas distribuidoras y su simbología. Fuente: Apuntes clases hidráulica R.Mege.



Figura 52. Actuadores lineales y rotativos. Fuente: www.vignola.cl

d) Válvulas de regulación y control

Son los encargados de regular el paso del aceite desde las bombas a los elementos actuadores. Estos elementos, pueden ser activados de diversas formas: manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos. La clasificación de estas válvulas se puede hacer en tres grandes grupos:

- d) 1. **Válvula selectora de dirección**, controla el cambio de sentido del flujo de aceite o detención del flujo
- d) 2. **Válvula de ajuste del régimen de flujo**, controla la velocidad de flujo.
- d) 3. **Válvula de control de aceite**, controla la presión y caudal.

Estas tres válvulas permiten controlar las operaciones por ejemplo de apertura o cierre de sistemas y de propulsión de una embarcación.

e) Actuadores

Los actuadores transforman la energía de presión de aceite en energía mecánica, que será aplicada posteriormente para conseguir el efecto deseado. Según el tipo de movimiento, hay dos tipos de actuadores:

- e) 1. **Actuadores lineales o cilindros**: capaces de producir un movimiento rectilíneo, energía mecánica lineal. Estos pueden ser cilindros de simple efecto o cilindros de doble efecto.
- e) 2. **Actuadores rotativos o motores hidráulicos**: se consigue un movimiento rotativo, energía mecánica rotatoria. Este puede ser rotativo limitado o rotativo continuo.

Los actuadores son alimentados con fluido a presión y se obtienen un movimiento con una determinada velocidad, fuerza, o bien velocidad angular y momento a partir de la pérdida de presión de un determinado caudal del fluido en cuestión. Donde la Potencia de entrada es igual a la presión por el Caudal.

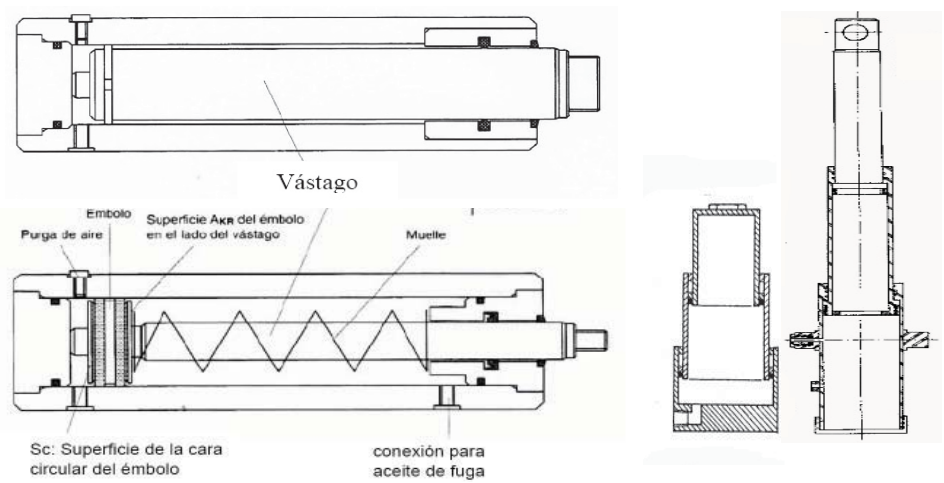


Figura 53. Arriba izquierda, cilindro Buzo , abajo cilindro de simple efecto para compresión o para tracción y Cilindro telescópico a la derecha. Fuente: Apuntes clases hidráulica R.Mege.

En los actuadores lineales:

Potencia de salida = Fuerza x Velocidad

Y en los actuadores rotativos:

Potencia de salida = Momento motor (Torque) x Velocidad Angular

e) 1. 1. Cilindros de simple efecto

- Cilindro Buzo: En este tipo de cilindros, el volumen de aceite que entra en el cilindro coincide con el volumen del vástago. Necesitan guiado en la zona de salida del vástago del cilindro. El esfuerzo que transmiten es igual a:

$$F = p \frac{\pi}{4} d^2$$
 siendo “d” el diámetro del vástago.

- Cilindro de simple efecto para compresión o para tracción: Necesitan un buen mecanizado de la superficie interior del cilindro y un buen sellado de la zona de contacto entre el vástago y el cilindro. Las fugas de aceite deben ser recogidas con una línea de drenaje.

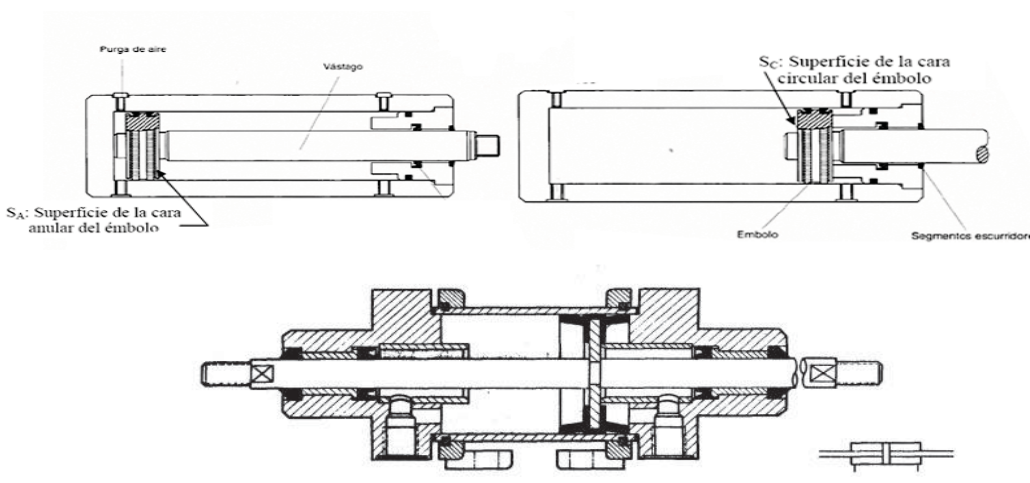


Figura 54. Cilindro de doble efecto, imagen de abajo es con vástago pasante. Fuente: Apuntes clases hidráulica R.Mege.

- Cilindro telescópico: Se utilizan cuando se necesita conseguir una gran carrera y se dispone de poco espacio. Cuando el cilindro avanza, se mueven todas las secciones hasta que la exterior se extiende completamente; a continuación avanza el resto de las secciones hasta la última que es la interior. También existen cilindros telescópicos de doble efecto.

e) 1. 2. Cilindros de doble efecto

El cilindro de acción doble se usa para cilindros de basculación. Hay dos lumbreras: una para la entrada y otra para la salida del aceite hidráulico. Tanto la expansión como la contracción se realizan por medio de la conducción de aceite hidráulico.

- Cilindro de doble efecto con vástago pasante: Este tipo de cilindros tiene un vástago corrido hacia ambos lados, la guía del vástago es mejor, porque dispone de dos cojinetes y la distancia entre éstos permanece constante. Por eso este cilindro puede absorber cargas laterales pequeñas. La fuerza es igual en los dos sentidos, ya que ambas superficies del émbolo son iguales.

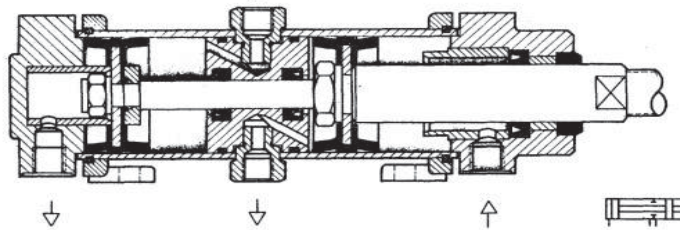


Figura 55. Cilindro tándem. Fuente: Apuntes clases hidráulica R.Mege.

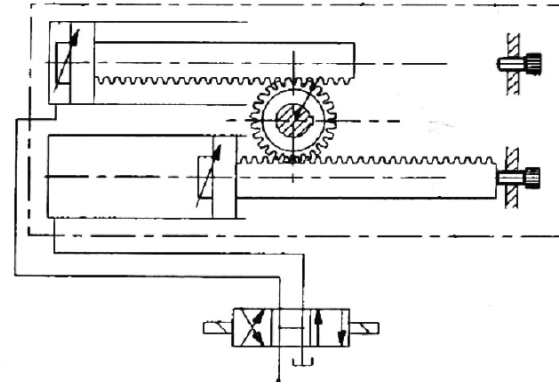


Figura 56. Cilindro rotativo oscilante de tipo pistón. Fuente: Apuntes clases hidráulica R.Mege.

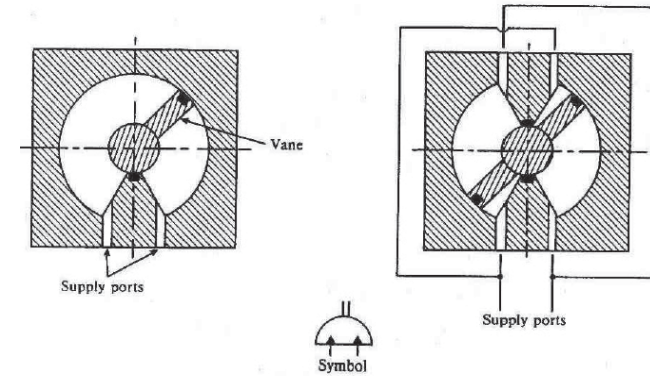


Figura 57. Cilindro rotativo oscilante de tipo paleta. Fuente: Apuntes clases hidráulica R.Mege.

Se utiliza cuando: Se quiere tener la misma velocidad en el avance y en el retroceso, se precisa trabajar en los dos sentidos y cuando el extremo que no trabaja se usa para indicar la posición de la carga.

- Cilindro tándem: Está constituido por dos cilindros de doble efecto que forman una unidad. Gracias a esta disposición, al aplicar simultáneamente presión sobre los dos émbolos se obtiene en el vástago una fuerza casi el doble de la de un cilindro normal de un mismo diámetro. Se utiliza cuando se necesitan fuerzas considerables y se dispone de un espacio determinado, no siendo posible utilizar cilindros de un diámetro mayor.

- Cilindro rotativo oscilante de tipo pistón: El movimiento lineal de un cilindro se convierte en movimiento circular a través de un piñón. Se pueden utilizar dos cilindros, uno para el avance y otro para el retroceso. Aunque son posibles varias vueltas completas, el rango habitual es del orden de una. Se suelen utilizar en amortiguadores y topes para limitar el movimiento.

- Cilindro rotativo oscilante de tipo paleta: Consiste en una o dos paletas conectadas a un eje de salida que gira cuando se aplica aceite a presión sobre una de las caras de las paletas. Un cilindro de una paleta está limitado a un ángulo de rotación de 320° y un cilindro de dos paletas está limitado a 150° .

Siempre existirá una fuga de aceite a través de las paletas y esta fuga aumentará con la presión. Esta fuga interna puede causar problemas cuando se requiere un control preciso de la velocidad de rotación.

f) Red de distribución

Debe garantizar la presión y velocidad del aceite en todos los puntos de uso. En las instalaciones oleo hidráulicas, al contrario de las neumáticas, es necesario un circuito de retomo de fluido, ya que este se vuelve a utilizar una y otra vez. El material utilizado suele ser acero o plástico reforzado y depende de su uso.

PROPIEDADES DE ALGUNOS LUBRICANTES (fluidos hidráulicos)						
Propiedades	Aceite mineral	Soluciones agua-glicol	Emulsiones agua-aceite	Estereofosfatos	Hidrocarburos aromáticos clorados	Siliconas
Peso específico kp/dm³	0,864	1,060	0,916-0,94	1,275	1,43	0,93-1,03
Inflamabilidad	Alta	Ininflamable	Baja	Baja	Baja	Ininflamable
Temperatura inflamabilidad en °C	220	Ninguna	Ninguna	260	215	400-450
Temperatura máxima de servicio en °C	105	65	65	150	150	315-370
Poder lubricante	Muy bueno	Regular	Regular	Muy bueno	Bueno	De regular a bueno
Poder antioxidante	Muy bueno	Regular	De regular a bueno	De regular a bueno	De regular a bueno	Regular
Contenido de agua en %	0,02	30-40	Min. 10	0,03	0,02	—
Viscosidad general	De baja a muy baja	De baja a media	Baja	De baja a alta	De baja a alta	De baja a alta

Figura 58. Tabla de propiedades de algunos fluidos utilizados en la hidráulica. Fuente: Apuntes clases hidráulica R.Mege.

Presión [bar]	Presión [psi]	Reducción [%]
70 a 350	1015,3 a 5076,3	0,5
500	7251,9	1,7
600	8702,3	2,4
700	10152,7	3,1
800	11603,0	3,8
900	13053,4	4,5
1000	14503,8	5,2

Figura 59. Tabla de compresibilidad del aceite a cierta presión. Fuente: Apuntes clases hidráulica R.Mege.

g) Líquidos o fluidos hidráulicos

Estos pueden ser:

- Aceites minerales, hidrocarburos derivados del petróleo
- Aceites minerales en emulsión con agua
- Soluciones de agua-glicol
- Estereofosfatos, producto sintético.
- Hidrocarburos aromáticos clorados , producto sintético.
- Siliconas , producto sintético.

Con grandes volúmenes de aceite se pueden producir ciertos retrocesos ocasionados por la compresibilidad del aceite y la elasticidad de los materiales de ductos, cilindros, etc. Ver tabla de presión y reducción, figura 59.)

Ventajas de los sistemas hidráulica

- Pueden generarse colosales fuerzas utilizando pequeños motores de accionamiento
- Puede regularse la velocidad de accionamiento de forma continua o escalonada, sin la necesidad de mecanismos adicionales
- Un mismo motor puede accionar múltiples mecanismos de fuerza, incluso de manera simultánea , con movimientos suaves, silenciosos y libres de vibraciones. Pueden lograrse movimientos muy exactos.
- Reversibilidad. Posibilidad de invertir fácilmente el sentido del movimiento.
- Protección contra sobrecargas mediante válvulas de seguridad
- Autoengrase de todos sus componentes.
- Canalización de la energía. Instalaciones rígidas y flexibles
- Los sistemas hidráulicos son muy duraderos y seguros.

Simbología de un sistema hidráulico o Oleohidráulico

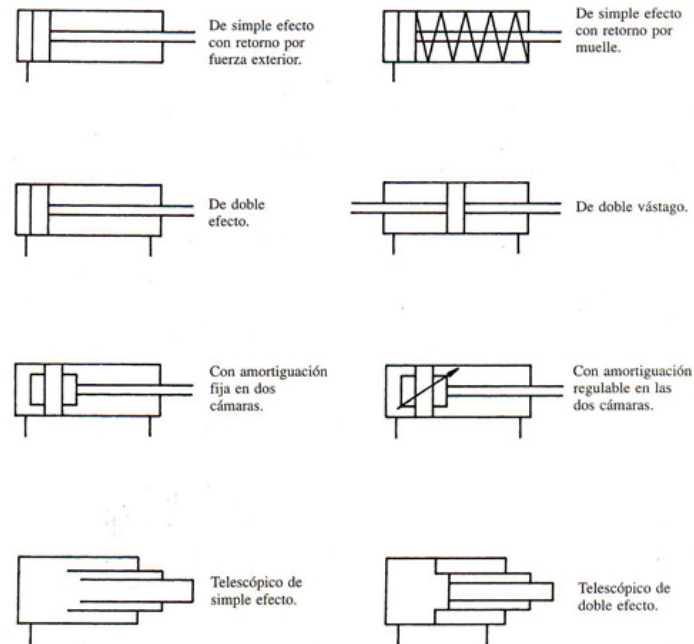


Figura 60. Simbología actuadores hidráulicos o cilindros.

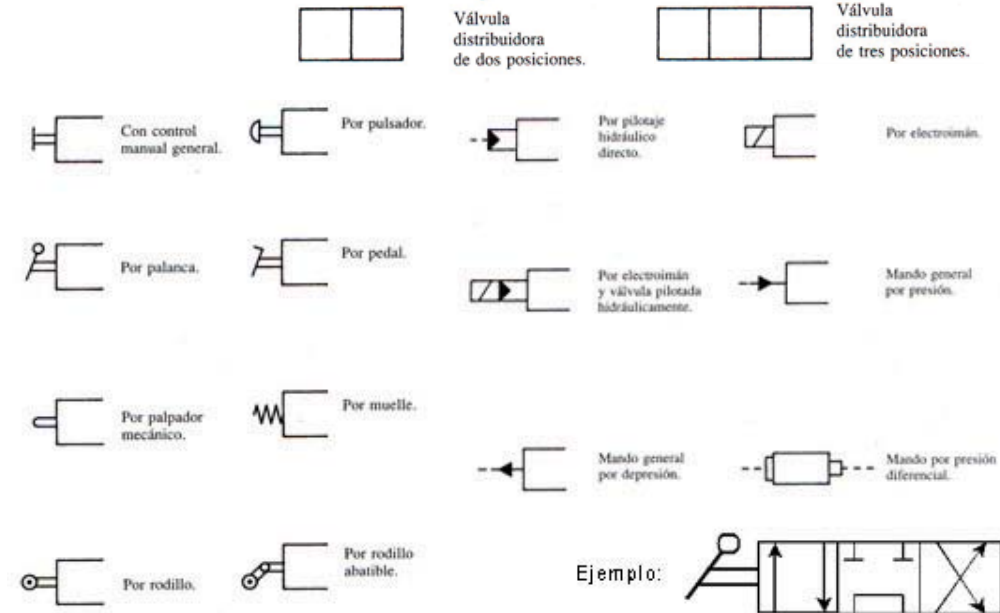


Figura 61. Simbología de las formas de accionamiento de las válvulas

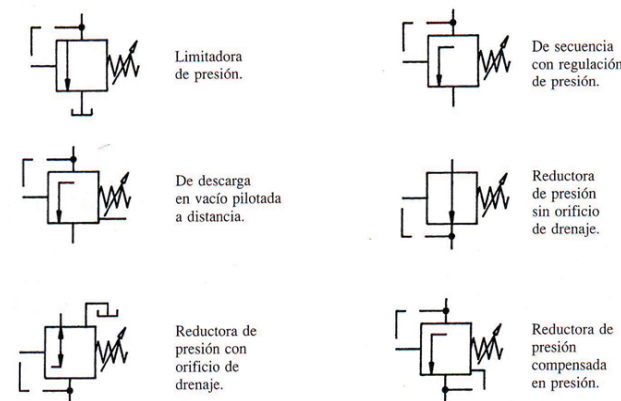


Figura 62. Simbología válvulas de alivio y reductoras de presión.

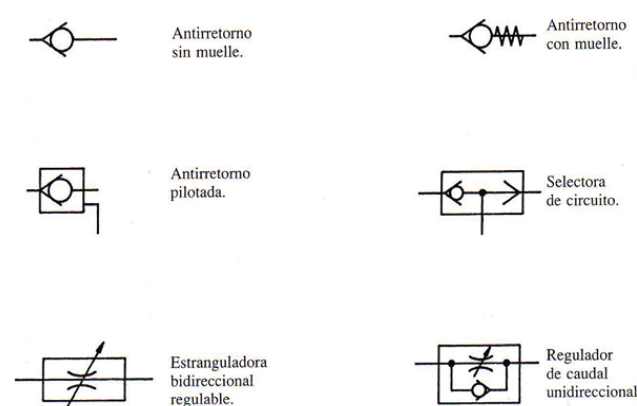


Figura 63. Simbología válvulas de retención (antirretorno) y dispositivo regulador de flujo.

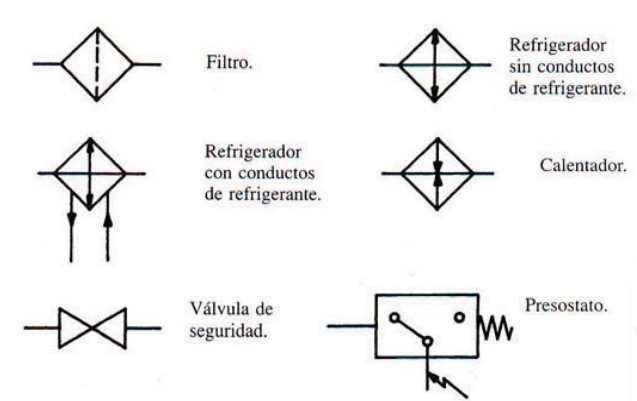


Figura 64. Simbología acondicionadores del fluido hidráulico válvula y presostato. Fuente: Apuntes clases hidráulica R.Mege.

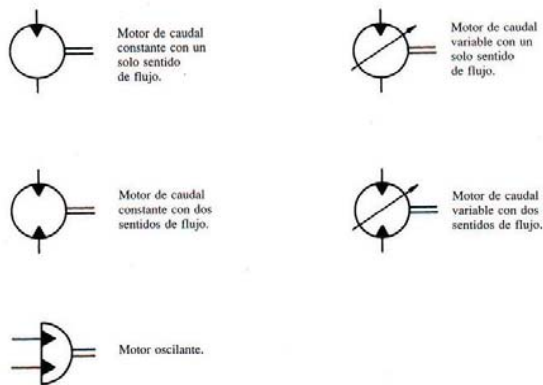


Figura 65. Simbología de motore.

Bomba Hidráulica de Desplazamiento Fijo	Direcciones de flujo: 1	
	Direcciones de flujo: 2	
Bomba Hidráulica de Desplazamiento Variable	Direcciones de flujo: 1	
	Direcciones de flujo: 2	

Figura 66. Simbología de bombas

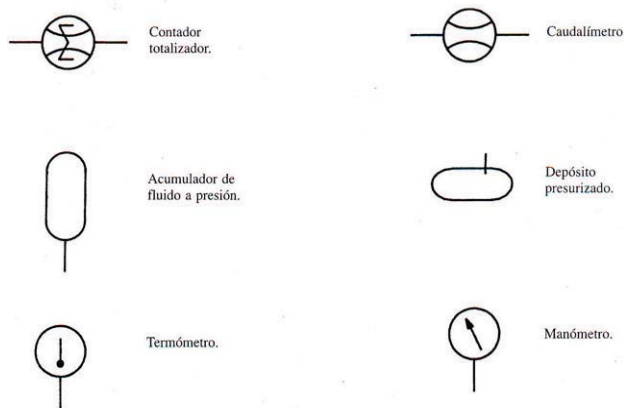


Figura 67. Simbología instrumentos y acumuladores. Fuente: Apuntes clases hidráulica R.Mege.

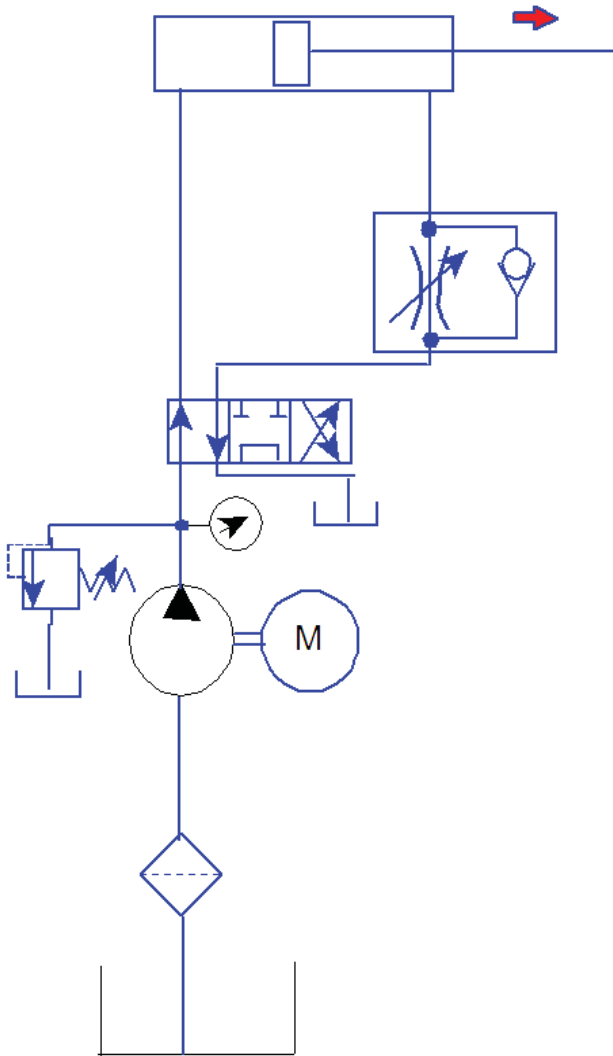
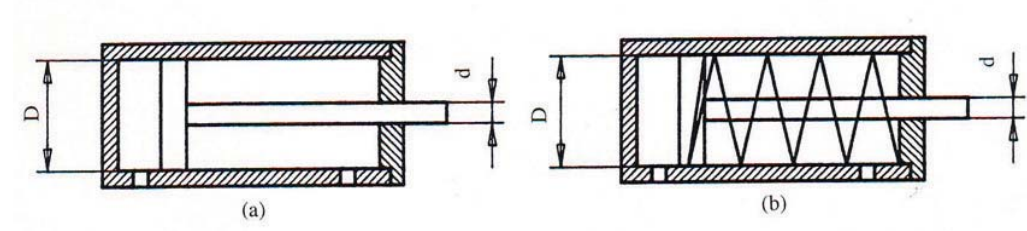


Figura 68. Esquema de un sistema hidráulico

Cálculos de cilindros hidráulicos



Fuerza:

- Cilindro de doble efecto:

$$\text{Avance } F = \frac{\pi}{4} D^2 P \eta$$

$$\text{Retroceso } F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) P \eta$$

- Cilindro de simple efecto:

$$\text{Avance } F = \frac{\pi}{4} D^2 P \eta - F_{mr}$$

CAUDAL

- Cilindro de doble efecto:

$$\text{Avance } Q = \frac{\pi}{4} D^2 V$$

$$\text{Retroceso } Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) V$$

POTENCIA MOTOR DE ACCIONAMIENTO DE BOMBAS

$$N_{Motor} = \frac{P Q}{\eta_T}$$

$$\eta_T \approx 80 \text{ a } 90 \%$$

6. Usos de sistemas hidráulicos

Aplicaciones Móviles

El empleo de la energía proporcionada por el aire y aceite a presión, puede aplicarse para transportar, excavar, levantar, perforar, manipular materiales, controlar e impulsar vehículos móviles tales como:

- Tractores, grúas, retroexcavadoras, camiones recolectores de basura ,cargadores frontales, frenos y suspensiones de camiones, vehículos para la construcción y mantención de carreteras, etc.

Aplicaciones Industriales

En la industria, es de primera importancia contar con maquinaria especializada para controlar, impulsar, posicionar y mecanizar elementos o materiales propios de la línea de producción, para estos efectos se utiliza con regularidad la energía proporcionada por fluidos comprimidos.

Se tiene entre otros:

- Maquinaria para la industria plástica, máquinas herramientas, maquinaria para la elaboración de alimentos, equipamiento para robótica y manipulación automatizada, equipo para montaje industrial, maquinaria para la minería, maquinaria para la industria siderúrgica, etc.

Otras aplicaciones se pueden dar en sistemas propios de vehículos automotores, como automóviles, aplicaciones aeroespaciales y aplicaciones navales, por otro lado se pueden tener aplicaciones en el campo de la medicina y en general en todas aquellas áreas en que se requiere movimientos muy controlados y de alta precisión, así se tiene:

- Aplicación automotriz: suspensión, frenos, dirección, refrigeración, etc.
- Aplicación Aeronáutica: timones, alerones, trenes de aterrizaje, frenos, simuladores, equipos de mantenimiento aeronáutico, etc.
- Aplicación Naval: timón, mecanismos de transmisión, sistemas de mandos, abertura de

- rampas, sistemas especializados de embarcaciones o buques militares, etc.
- Medicina: Instrumental quirúrgico, mesas de operaciones, camas de hospital, sillas e instrumental odontológico, etc.

La hidráulica tiene aplicaciones tan variadas, que pueden ser empleadas incluso en controles escénicos (teatro), cinematografía, parques de entretenimientos, represas, puentes levadizos, plataformas de perforación submarina, ascensores, mesas de levante, etc.

* En el caso de este proyecto, se contemplará una planta motriz la cual tendrá una central hidráulica impulsada por un motor a combustión. Todos los sistemas de esta embarcación serán impulsados por esta central. El sistema de hélices, de abertura de la rampa de acceso, el plegado de los perfiles hidrodinámicos y el suelo del puente de mando.

Al ser un sistema hidráulico da mayor versatilidad y precisión para todos los movimientos necesarios para el funcionamiento de estos. En el caso de las hélices entrega una mayor maniobrabilidad, pues se pueden hacer funcionar cada hélice independientemente y facilita el extender el eje de la hélice a mayor o menor profundidad, existe una simplificación de mecanismos, no se utiliza caja de cambio, ni ductos rígidos.

† Lancha rápida con perfiles hidrodinámicos

III. 3. d. TEORIA DE MODELOS:
ANÁLISIS DIMENSIONAL Y SEMEJANZA DINÁMICA EN EMBARCACIONES

En una embarcación es de suma importancia conocer la resistencia que se opone a su movimiento, porque eso nos va a determinar cuál es la potencia necesaria para hacerlo navegar. Esta resistencia total la llamaremos R_T .

Para determinación, con anterioridad a la construcción del buque, se realizan ensayos de modelos, cuyos resultados deben ser extrapolados a la nave prototipo. Estos ensayos permiten, además, efectuar correcciones al casco para mejorar sus características de navegabilidad y disminuir la potencia necesaria de las maquinas del buque.

Para determinar las relaciones existente entre una embarcación y su modelo a escala, se deben establecer su semejanza geométrica y dinámica. Un modelo debe ser una copia lo más fiel posible al prototipo.

Variables geométricas:

Definen el tamaño del buque

- L Eslora (largo)
- B Manga (ancho)
- T Calado

Variables cinemáticas

Definen las condiciones de operación del buque.

- V Velocidad del buque respecto del agua
- g Aceleración de gravedad (tiene que ver con la formación de las olas)

Variables Dinámicas

Características del fluido:

- ρ Densidad del agua
- μ Viscosidad del agua

Características de comportamiento:

- R_T Resistencia total
- P Presión

Además de estas variables están los coeficientes,

- C_p Coeficiente prismático
- C_M Coeficiente de la cuaderna maestra
- C_B Coeficiente de bloque
- LCB Posición longitudinal del centro de boyantes

Todos son parámetros adimensionales de la forma del casco, que no juegan un papel importante en la resistencia total del casco.

La función es:

$$R_T = f(L, B, T, V, g, \rho, \mu, P)$$

Podríamos decir que es una función de la eslora, de la manga, del calado, de la velocidad, de la aceleración de gravedad, de la densidad, de la viscosidad, de la presión.

Utilizando el teorema π de Buckingham (o de Churchill) se establecen lo siguientes parámetros adimensionales:

$$\frac{R_T}{\frac{L^2 V^2 \rho}{2}} ; \frac{Lg}{V^2} ; \frac{VL\rho}{\mu} ; \frac{P}{V^2 \rho} ; \frac{L}{T} ; \frac{L}{B} ; \frac{B}{T}$$

L_2 representa una superficie y se considera como el área mojada de la embarcación y se designa por S .

Los parámetros adimensionales L/T , L/B y B/T tienen relación con la forma del casco y se agrupan con los indicados anteriormente y se consideran como un factor de forma K .

Reagrupando como una función:

$$R_T = V^2 S \rho f \left[\frac{VL\rho}{\mu}, \frac{Lg}{V^2}, \frac{P}{V^2\rho} \right]$$

Como: $\mu/\rho = \nu$ y por relacionar la resistencia con la energía cinética se agrega $1/2$:

$$R_T = \frac{V^2 S \rho}{2} f \left[\frac{VL}{\nu}, \frac{Lg}{V^2}, \frac{P}{V^2\rho} \right]$$

Los parámetros al interior de paréntesis se conocen como:

$$N^\circ \text{ de Reynolds} = R_L = \frac{VL\rho}{\mu} = \frac{VL}{\nu}$$

$$N^\circ \text{ de Froude} = F_r = \frac{Lg}{V^2} = \frac{\sqrt{Lg}}{V} \quad o \quad F_r = \frac{V}{\sqrt{Lg}}$$

$$N^\circ \text{ de Euler} = E_u = \frac{P}{V^2\rho} = \frac{\Delta P}{V^2\rho}$$

De lo anterior se desprende que la resistencia que se opone al movimiento de un barco en el agua se debe al rozamiento viscoso superficial, representado por el N° de Reynolds, a la resistencia de las olas (o la formación de olas por la embarcación), representada por el N° de Froude, y del arrastre por presión, representado por el N° de Euler.

El N° de Reynolds se concibe como la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas y siempre es importante cuando influyen las fuerzas viscosas, como en el rozamiento o pérdida de carga, en el movimiento de un fluido.

Por su parte el N° de Froude es la relación entre las fuerzas de gravedad y las de inercia, siendo importante la formación de olas.

El N° de Euler, por su parte, es la relación entre las fuerzas debidas a la presión y las de inercia.

La resistencia depende de estos tres parámetros :

- El rozamiento viscoso superficial, representada por el n° de Reynolds.
- La resistencia de la olas, representada por el n° de Froude.
- Y el arrastre por presión, representado por el n° de Euler.

Entonces, para que sea fiel el modelo al prototipo se debe presentar 2 requisitos:

SIMILITUD GEOMÉTRICA Y SIMILITUD DINÁMICA.

- Similitud geométrica

Todas las longitudes deben reducir en la misma proporción, o sea si λ es la escala y L las longitudes (x,y,z), la relación entre modelo (m) y prototipo (p) seria:

Para longitudes:

$$\frac{L_p}{L_m} = \lambda \qquad \frac{L_p}{L_m} = \lambda$$

Para superficie (área): $\frac{Area_p}{Area_m} = \lambda^2 \quad \frac{X_p \cdot Y_p}{X_m \cdot Y_m} = \lambda^2$

Para un volumen: $\frac{X_p \cdot Y_p \cdot Z_p}{X_m \cdot Y_m \cdot Z_m} = \lambda^3 \quad \frac{X_p \cdot Y_p \cdot Z_p}{X_m \cdot Y_m \cdot Z_m} = \lambda^3$

- En el caso del peso sería: $\text{Peso prototipo} / \text{Peso modelo} = \lambda^3$

- Similitud dinámica

Esto significa que existiendo una similitud geométrica, debe producirse una relación fija entre fuerzas, esfuerzos, velocidades, aceleraciones, etc.

Esto se logra mediante el empleo de varios parámetros adimensionales que agrupan a las variables que están interviniendo. Entonces ¿Cómo voy a buscar esta relación entre fuerza, fuerza-velocidad, aceleración, etc.? A través del N° de Reynolds.

Igualando los n°s de Reynolds: $R_{Lm} = \frac{V_m L_m}{\nu_m} = R_{Lp} = \frac{V_p L_p}{\nu_p}$

Entonces si igualamos el número de Reynolds del modelo con el del prototipo nos queda que la velocidad del modelo por la eslora del modelo partido por la viscosidad cinemática del modelo es igual a la velocidad del prototipo por la eslora del prototipo partido por la viscosidad cinemática del prototipo.

Como los ensayos del modelo y prototipo se efectúan en agua, las viscosidades de modelo y prototipo son iguales, entonces:

$$V_m L_m = V_p L_p \quad \text{Si yo despejo la velocidad del modelo: } V_m = V_p \frac{L_p}{L_m} = V_p \lambda$$

Los N°s de Froude también deben ser iguales:

$$F_{rm} = \frac{V_m}{\sqrt{g_m L_m}} = F_{rp} = \frac{V_p}{\sqrt{g_p L_p}}$$

Como la aceleración de gravedad es igual entre modelo y prototipo y despejando la velocidad del modelo, obtenemos:

$$V_m = V_p \sqrt{\frac{L_m}{L_p}} = \frac{V_p}{\sqrt{\lambda}}$$

entonces $V_m = \frac{V_p}{\sqrt{\lambda}}$ con Froude y con Reynolds $V_m = V_p \lambda$

Se observa que las velocidades son totalmente diferentes, hay una incompatibilidad entre Reynolds y Froude. Supongamos que λ es 30, entonces:

Según Reynolds: $V_m = 30 V_p$

Y según froude : $V_m = 0,182 V_p$

La única condición para que tanto el números de Reynolds como el número de Froude llegaran al mismo resultado es si la escala λ es 1, perdiéndose todas las ventajas de trabajar con modelos.

Lo que se hace es trabajar con el número de Froude y se desprecia el número de Reynolds, pero después hay que hacer la corrección por no haberlo considerado previamente.

¿Qué se ha hecho en la práctica? Se ha ido juntando información de todos los canales de prueba. Se ensaya un casco, se obtienen resultados, con eso predicen cómo se comporta el prototipo, después se construye el prototipo y ensayan el prototipo y ven las diferencias y encuentran los valores de corrección. Entonces han ido clasificando distintos tipos de cascos y los factores de corrección para lograr determinar con mayor exactitud el comportamiento del prototipo a través de los ensayos del modelo.

Cuando se iniciaron todos estos estudios a través del modelo y prototipo, el trabajo

fue al revés, había un barco que se ensayaba y después se construía el modelo. Y luego se ensayaba el modelo y se buscaba la correlación entre ellos. Y así se fue acumulando toda la información para determinar con mayor exactitud el comportamiento del prototipo a través de los ensayos del modelo.

Resistencia Total

La resistencia total depende de los siguientes factores:

$$R_T = R_f + R_w + R_{ap} + R_{aire} + R_{tim} + R_{pv} + R_v$$

- R_f Resistencia friccional, que tiene relación con la viscosidad del fluido y por consiguiente con el N° de Reynolds
- R_w Resistencia por la generación de olas, que se relaciona con el N° de Froude
- R_{ap} Resistencia que se debe a la existencia de apéndices, como por ejemplo: timón, sonar, quillas laterales, etc.
- R_{tim} Resistencia causada por el timoneo
- R_{pv} Resistencia por presión viscosa, separación de la capa límite, vórtices de Von Kármán.
- R_v Resistencia debido al viento sobre la superestructura. Esta puede tener un valor negativo.

Froude separó estas resistencias en dos grupos:

$$R_T = R_f + R_R$$

- R_f Es la indicada resistencia friccional, cuyo valor se obtiene por cálculo, mediante una fórmula empírica.
- R_R Es la resistencia residual que agrupa a las restantes resistencias y que se determina mediante ensayos, utilizando el N° de Froude. Hay que señalar que sólo R_w tiene relación con las fuerzas gravitacionales y el resto no, en consecuencia no obedecen a la ley de similitud que se aplica para determinarla.

Este método, de Froude, es una aproximación de la realidad, que sin embargo a pesar de sus deficiencias entrega resultados satisfactorios y muy útiles hasta el presente.

Detallando más sobre la resistencia friccional R_f , esta depende de la rugosidad del casco y se hace una corrección ΔR_f que se suma a R_f .

ΔR_f , tiene relación con:

- Rugosidad estructural, como remaches, soldaduras, protectores de zinc, etc.
- Rugosidad de planchas
- Rugosidad de pinturas
- Rugosidad equivalente debido a la curvatura del casco.

Para la resistencia residual R_R , la componente más importante es R_w , ya que los ensayos se realizan en condiciones ideales: aguas tranquilas, sin viento, casco limpio, sin superestructura.

El error en este valor, debido a sus “deficiencias”, es de un 4% como máximo. Esto se explica debido a que por ejemplo:

Es un error unir a R_R a R_w y a R_{pv} ya que son función de distinto parámetro adimensional.

$$R_w = f(F_r) \qquad R_{pv} = f(R_L)$$

Esto se acepta debido a que R_w es un 99% de R_R y R_{pv} es solo el 1%.

Coefficientes de resistencia total

La resistencia total se estableció como:

$$R_T = \frac{V^2 S \rho}{2} f\left(\frac{VL}{v}, \frac{Lg}{V^2}, \frac{P}{V^2 \rho}\right)$$

Se puede definir un coeficiente de resistencia total C_T a partir de :

$$R_T = \frac{V^2 S \rho}{2}$$

$$C_T = C_F + C_R$$

$$C_T = \frac{R_T}{\frac{1}{2} S V^2 \rho}$$

$$C_R = \frac{R_R}{\frac{1}{2} S V^2 \rho}$$

$$C_F = \frac{R_F}{\frac{1}{2} S V^2 \rho}$$

En ensayos realizados con planchas planas de igual superficie que el casco de la embarcación real, se obtuvo las siguientes expresiones:

$$C_F = \frac{0,075}{(\log R_L - 2)^2} \quad (\text{ITTC line})$$

$$\frac{0,242}{\sqrt{C_F}} = \log(R_L C_F) \quad (\text{ATTC line})$$

Considerando las correcciones por rugosidad y curvatura:

$$R_F = R_{Fppe} + \Delta R_F$$

R_{Fppe} es la resistencia friccional de la plancha equivalente

ΔR_F , es la resistencia adicional por las correcciones a la rugosidad

$$\Delta C_F = 0,4 \cdot 10^{-3}$$

La resistencia residual, se va a determinar a través de los ensayos, ya que a través de los ensayos nosotros determinamos la resistencia total (R_T), R_F por cálculo y R_R por la diferencia entre la total menos la friccional.

Nuestro principal objetivo de los ensayos de modelos, es obtener la resistencia total, teniendo la resistencia total vamos a poder calcular la potencia que necesita nuestra nave, buque o artefacto marítimo.

Potencias y rendimientos

Lo que nosotros andamos buscando es la potencia efectiva(EHP), es la que necesitamos para mover el barco, pero esa potencia tiene su origen en la máquina, en el motor. En ese punto del motor se tiene una potencia más alta que se va dilatando poco a poco hasta llegar a la potencia efectiva.

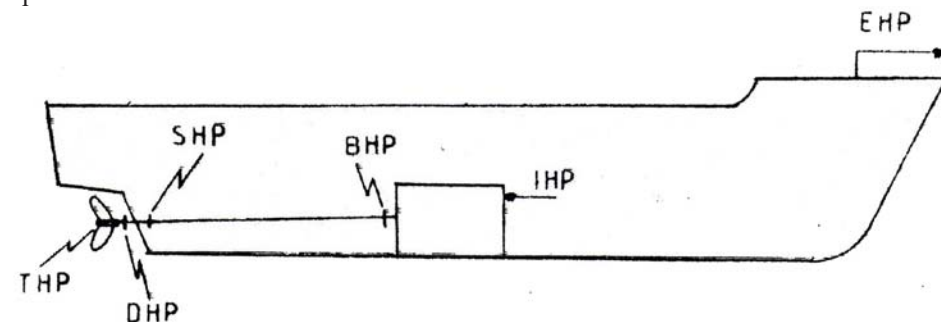


Figura 69.

Potencias presentes en una embarcación. Fuente: Apuntes clases R.Mege, 2011

- EHP, Potencia efectiva: Es la potencia efectiva del casco y corresponde a la potencia neta para mover el casco del buque a una determinada velocidad. (EHP=RTV, la potencia efectiva es igual a la resistencia total por velocidad de la embarcación.
- THP, Potencia de empuje, Thrut: Es la potencia generada por la hélice para mover el buque a una cierta velocidad
Su valor se obtienen de un ensayo aislado del propulso (hélice)
- DHP, Potencia antes de la hélice, Deliverd: Es la potencia en el eje justo antes de la hélice, después del descanso radial de codaste de la embarcación. Permite obtener el rendimiento de la hélice y se determina en los ensayos aislados del propulsor.
- SHP, Potencia en el eje, Shaft: Es la potencia en el eje, antes del descanso de codaste. Se mide directamente, mediante instrumentos instalados en el eje.
- BHP, Potencia al freno, Brake: Es la potencia que entrega o debe entregar la planta motriz del buque.
- IHP, potencia indicada: la potencia indicada es la potencia generada por los gases sobre el pistón del motor. BHP es menor que IHP, ya que por decirlo así el BHP es la potencia efectiva del motor, existen perdidas entre los pistones y todos los demás sistemas que mueven al motor.

Los valores característicos de una embarcación se expresan como rendimientos, cuyos valores típicos se señalan a continuación:

- Rendimiento del casco, EHP/THP, este rendimiento fluctúa entre 98 y 105%
- Rendimiento de la hélice, THP/DHP, este rendimiento considera la efectividad de la hélice y tiene un valor de 60% para las mejores.
- Rendimiento mecánico y transmitido, DHP/BHP, este rendimiento de un 97% aprox.

Método de correlación de Froude

Este método permite determinar la potencia efectiva de la embarcación EHP.

A continuación se describen sucesivamente los pasos que se deben realizar para conseguir la potencia efectiva:

1. Habiéndose dimensionado tentativamente el buque prototipo a construir, se elaboran los planos para construir el modelo

2. El modelo geoméricamente semejante está en una escala

$$\lambda = \frac{L_p}{L_m}$$

3. Se remolca el modelo a una velocidad V_m .Y se determina la resistencia total RT_m

$$V_m = \frac{V_p}{\sqrt{\lambda}}$$

4. Con una de las formulas señaladas, se determina la resistencia friccional del modelo.

$$R_{Fm} = \frac{1}{2} S_m V_m^2 \rho_m C_{Fm} \qquad C_{Fm} = \frac{0.075}{(\log(R-2))^2}$$

O por la formula de Froude:

$$R_{Fm} = f_m S_m V_m^{1,825}$$

f_m es un coeficiente de fricción, que se determina experimentalmente y se tabula en función del largo de la plancha equivalente, para agua a 15°C.

5. La resistencia residual del modelo es :

$$R_{Rm} = R_{Tm} - R_{Fm}$$

6. La resistencia residual del buque

$$R_{Rp} = R_{Rm} \lambda^3 \frac{\rho_{pw}}{\rho_{mw}} \qquad \left(\frac{\rho_{pw}}{\rho_{mw}} \right) \text{ es la corrección por la diferencia de densidad del agua.}$$



Figura 70. Canal de arrastre de la Universidad Austral, Valdivia.

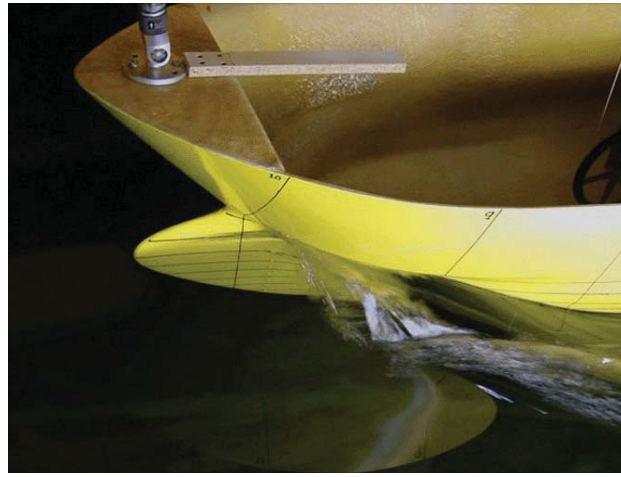


Figura 71. Ensayos de modelos en canal de prueba de la Universidad Politécnica de Madrid, Escuela de Ingenieros navales. Fuente: www.etsin.upm.es/ETSINavales



7. La resistencia por fricción del buque se calcula mediante las fórmulas indicadas en el punto 4, considerando una corrección por efecto de la rugosidad, como se indicó previamente.

$$R_{fp} = \frac{1}{2} S_p V_p^2 \rho_p (C_{fp} + \Delta C_{fp})$$

$$R_{fp} = f_p S_p V_p^{1.825}$$

8. La resistencia total del buque:

$$R_{tp} = R_{Rp} - R_{fp}$$

9. Se determina la potencia efectiva EHP:

$$EHP_p = R_{tp} V_p$$

Existen otros métodos menos utilizados que están descrito por:

- Coeficiente de resistencia, coeficientes circulares, diagrama de resistencia.

Canal de prueba

El objetivo principal es determinar la potencia efectiva, mejorar el diseño de la embarcación, en cuanto a su flotabilidad, comportamiento en el mar y su planta motriz.

También su función es optimizar elementos anexos tales como: Timones, velas, bulbos, quilla, hélice, etc.

Generalmente los canales de prueba están compuestos por:

- El canal
- Carro remolque
- Sistema de remolque
- Sistema generador de olas
- Sistema fotográfico y/o video

Las dimensiones del modelo deben estar relacionadas con las dimensiones del canal de pruebas para evitar los efectos de : las paredes laterales y del fondo.

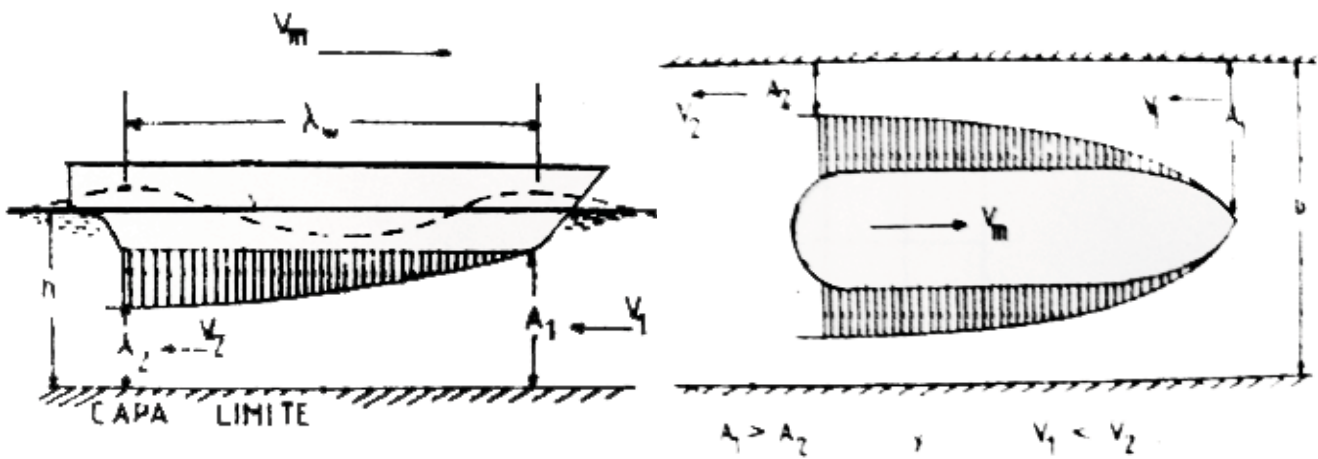


Figura 72. Efecto capa límite canal de pruebas por el costado y fondo del modelo.(seccion achurada). Fuente: Apunte magister clase R.Mege 2011

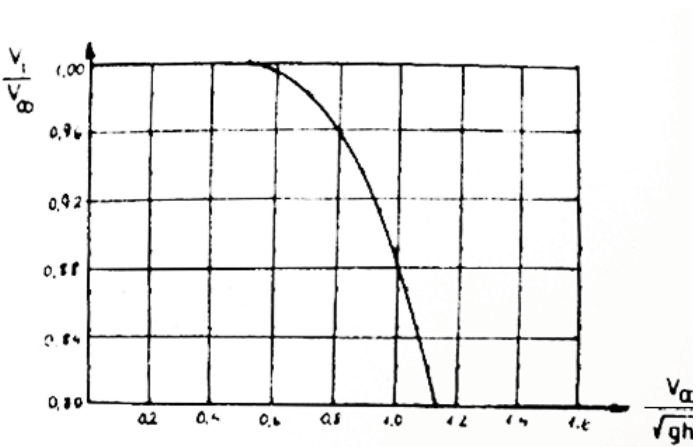


Figura 73. Gráfico de Landweber. Fuente: Apunte magister clase R.Mege 2011

La resistencia en un canal bien dimensionado es levemente mayor, que si se ensaya en aguas sin limitaciones.

Las razones son las siguientes:

- Efecto de Bloque: las paredes y el fondo afectan el flujo alrededor del casco. Aumentan las velocidades y con ello la resistencia. Este efecto se hace mayor a medida que la sección transversal del modelo crece. La capa limite se desprende por los costados y fondo del modelo, y esa zona alterada restringe el área de paso del agua, aumentando su velocidad y disminuyendo su presión.

El efecto de bloque provoca:

- Trimado. El modelo se asienta aumentando la resistencia total al avance R_T
- Mayor resistencia friccional, debido a la mayor velocidad del agua, R_F
- Aumento de la succión de popa, aumenta la resistencia R_{pv} debida a la presión viscosa y vértices de Von Karman.
- Abatimiento por el aumento en la succión en costado y popa

- Retardo en generación de olas. La distancia al lecho del canal afecta la generación de olas provocadas por el modelo. En aguas profundas la ola generada por una embarcación tienen la misma velocidad que esta. Y en aguas poco profundas el fondo frena a la ola y esta frena a la embarcación disminuyendo su velocidad.

El grafico de Landweber permite determinar el efecto bloque y el retardo de ola.

Retardo de olas:

- V_{∞} es la Velocidad en aguas profundas
- $\sqrt{gh}$ es N° de profundidad de Froude F_{Nh} , h profundidad mínima del canal
- V_i es Velocidad intermedia de Schlichting: velocidad en aguas poco profundas equivalente, pero menor, a la de aguas profundas para igual largo de ola.

Viendo el gráfico superior tenemos que:

$$\frac{V_{\infty}}{\sqrt{gh}} = 0,7 \quad \text{en consecuencia,} \quad \frac{V_i}{V_{\infty}} = 0,98 \approx 1$$

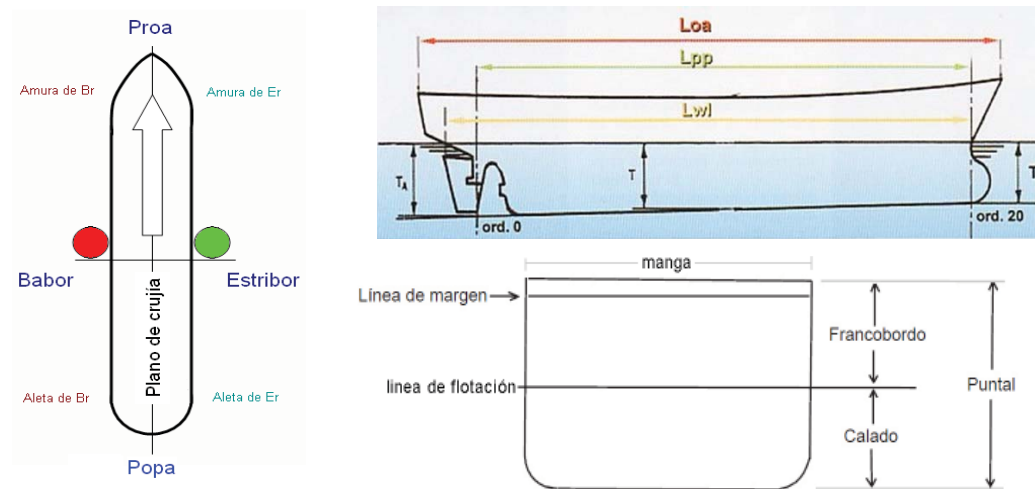


Figura 74. Definiciones de una nave. Fuente: Apunte de magíster, clase profesor B.Guerrero 2012

III. 3. e. PRINCIPIOS DE ESTABILIDAD, TEORÍA DE BUQUE.

(Clases del magíster, profesor Boris Guerrero)

Definiciones básicas:

- Masa, es la medida de inercia de un cuerpo.
- Peso, fuerza con que la tierra atrae a un cuerpo.
- Kilogramo fuerza, fuerza con que la tierra atrae a la masa de 1 kg.
- Densidad ($\bar{\rho}$), razón entre la Masa de un cuerpo y su volumen gr/cm^3 .
- Peso específico (γ), razón entre el peso de un cuerpo y su volumen grf/cm^3 .
- Gravedad específica, relación entre el peso de un cuerpo y el peso de su volumen de agua dulce.

Principio de Arquímedes

Todo cuerpo que se encuentra en un medio fluido pierde, aparentemente, tanto peso como sea el peso del fluido desplazado por el cuerpo

Esto se cumple para todos los cuerpos que se encuentran en un medio líquido o gaseoso.

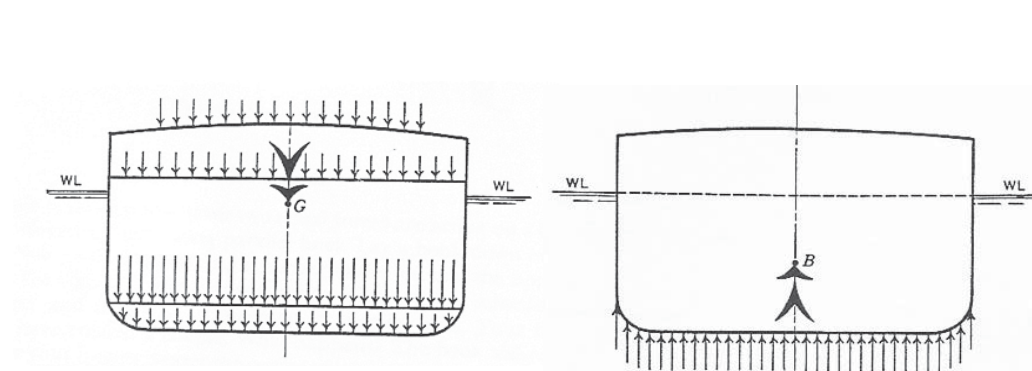


Figura 75. Esquema del centro de gravedad (G) de una nave y centro de boyantes (B). Fuente: Apunte de magíster, clase B.Guerrero 2012

Definiciones de una nave

- Francobordo es la distancia entre el plano de flotación y la borda, en la sección media.
- Calado es la distancia entre el plano de flotación y la quilla.
- El puntal es la distancia entre la quilla y la borda.
- Reserva de Flotabilidad, es el espacio que queda en el casco estanco sobre el plano de flotación. Puede expresarse en términos de volumen o en base al peso que podría agregarse para que se sumerja totalmente.

Puntos importantes en una nave

- **G, Centro de gravedad:** es el punto de aplicación de la resultante de todos los pesos que conforman la nave.
- **B, Centro de boyantes o de carena:** es el punto de aplicación de la resultante de todas las fuerzas de flotación, o empuje, que actúan en la sección del casco que se encuentra bajo la línea de flotación. Está ubicado en el centro geométrico del volumen sumergido..

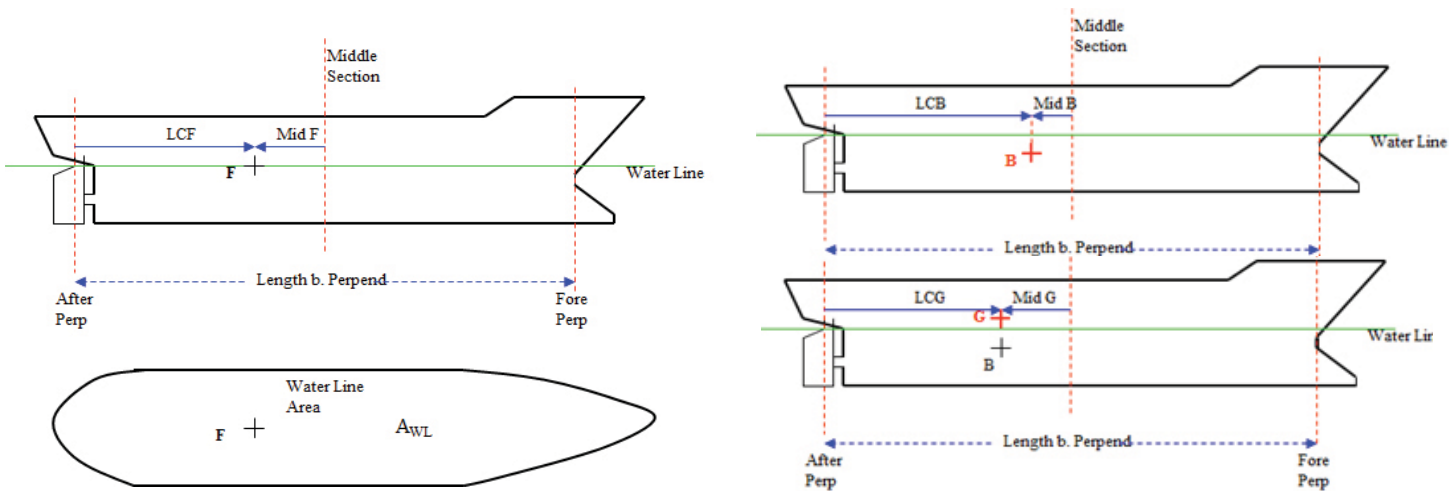


Figura 76.

Se muestra MID F , LCF / MID B , LCB / MID G , LCG. Fuente: Apunte de magister, clase B.Guerrero 2012

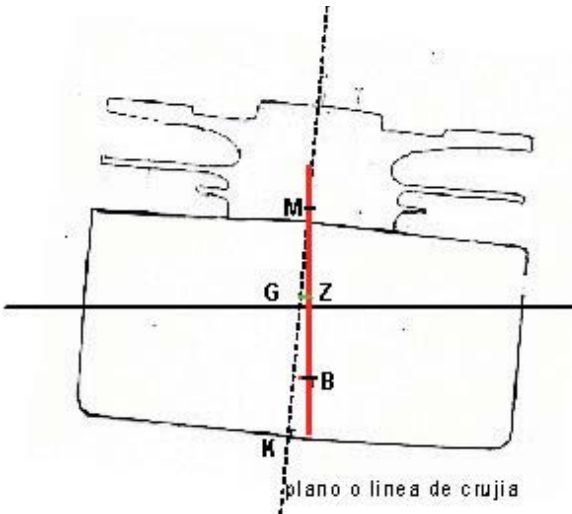


Figura 77.

Se muestra el metacentro transversal M y BM
Fuente: Apunte de magister, clase B.Guerrero 2012

El movimiento de “B” al escorarse, la nave cambia la forma del volumen sumergido, por lo que también cambia la posición del centro geométrico.

La capacidad de B de moverse lateralmente permite que la nave tenga estabilidad, o sea capacidad para recuperar la posición original. Si la nave está a flote, ambas resultantes son iguales (G, B) y contrarias.

- **Metacentro Transversal** (para pequeños ángulos de escora)

Es la intersección de la vertical que pasa por el Centro de Boyantes “B” con el Plano de Crujía, siendo el ángulo de escora inferior a unos 5°.

- **BM** se le llama radio metacéntrico transversal, distancia entre el metacentro y el centro de boyantez.

- **MID F** es la posición del centro de flotación. Si se mide con respecto a la perpendicular de popa se denomina LCF. El buque se balancea en este punto por lo que se dice que el buque vira en torno a él.

- **MID B** es la posición del centro de boyantes con respecto a la sección media. Si se mide con respecto a la perpendicular de popa se denomina LCB.

- **MID G** es la posición del centro de gravedad con respecto a la sección media. Si se mide con respecto a la perpendicular de popa se denomina LCG.

Influencia de la Manga de la Nave

- Si la manga es relativamente ancha, la nave será estable.
- Si la manga es reducida con respecto al puntal, la nave NO tendrá ESTABILIDAD.

En el caso de la estabilidad en Cuerpos muy Esbeltos: se debe hacer un diseño tal que siempre el centro de gravedad del cuerpo flotante se encuentre bajo el Centro de Boyantes “B”. En esta condición siempre tendremos un momento positivo de adrizamiento al generarse una escora (GZ). Cuanto más abajo quede G de B, mayor será el momento adrizante que se producirá y no existirá un ángulo de volcamiento, sino que el cuerpo se comportará como lo que normalmente se llama un “mono porfiado”.

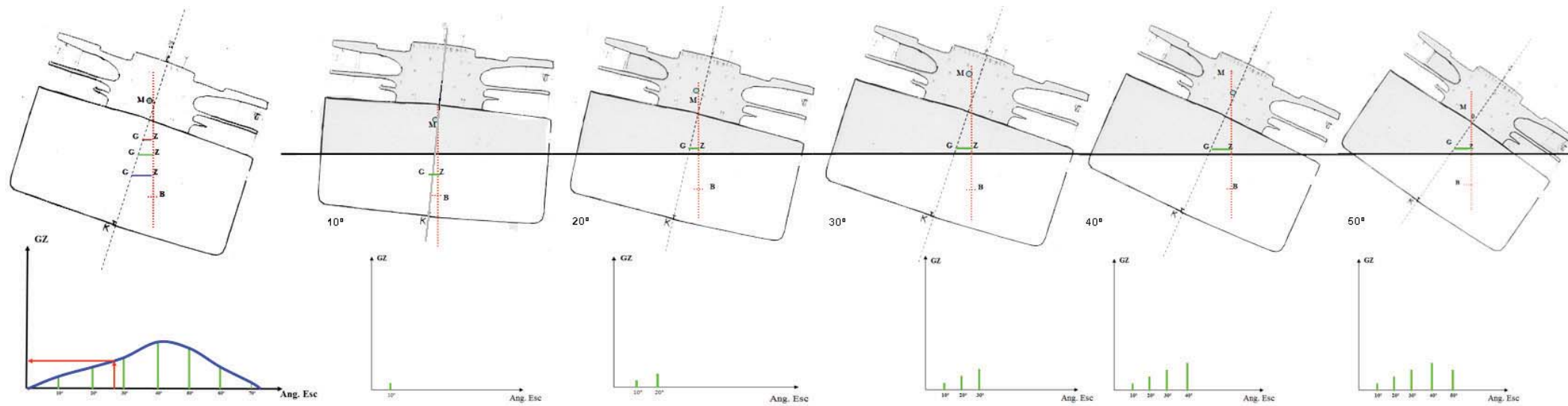


Figura 78. Brazo adrizamiento para distintos ángulos de escora. Generación Curva de estabilidad estática. Fuente: Apunte de magiars, clase B.Guerrero 2012

Generación de la Curva de Estabilidad Estática

Al escorarse la nave, se generará un Momento (o Par) Adrizante, cuya distancia entre las fuerzas es el “Brazo de Adrizamiento” GZ. A medida que la nave se escora, GZ aumenta y luego disminuye, pudiendo graficarse $GZ = f(\theta)$. Se genera así la Curva de Estabilidad Estática.

* Las curvas de estabilidad estática grafica el brazo de adrizamiento en función de los ángulos de escora para un determinado calado. Este grafico se deben realizar para los distintos calado de la embarcación los cuales permitirán la construcción de las curvas cruzadas.

Incidencia de KG en la Estabilidad

Si analizamos 3 posiciones del centro de gravedad G, en que se producen 3 brazos de adrizamiento, uno rojo, el otro verde y el tercero azul, es evidente que cuanto más baja sea la posición de G, mayor será el brazo de adrizamiento, mayor será el momento de

adrizamiento y mayor será la estabilidad. (ver primera figura superior)

Información que se Obtiene de la Curva de Estabilidad Estática

- 1.- Brazo de Adrizamiento GoZ para cualquier ángulo de escora.
- 2.- Ángulos de escora correspondiente(s) a un cierto GoZ.
- 3.- Máximo GoZ.
- 4.- Ángulo para máximo GoZ.
- 5.- Ángulo de volcamiento (o “límite de estabilidad)
- 6.- Áreas bajo la curva (lo que indica la “estabilidad dinámica” correspondiente.
- 7.- GoM gráfico.

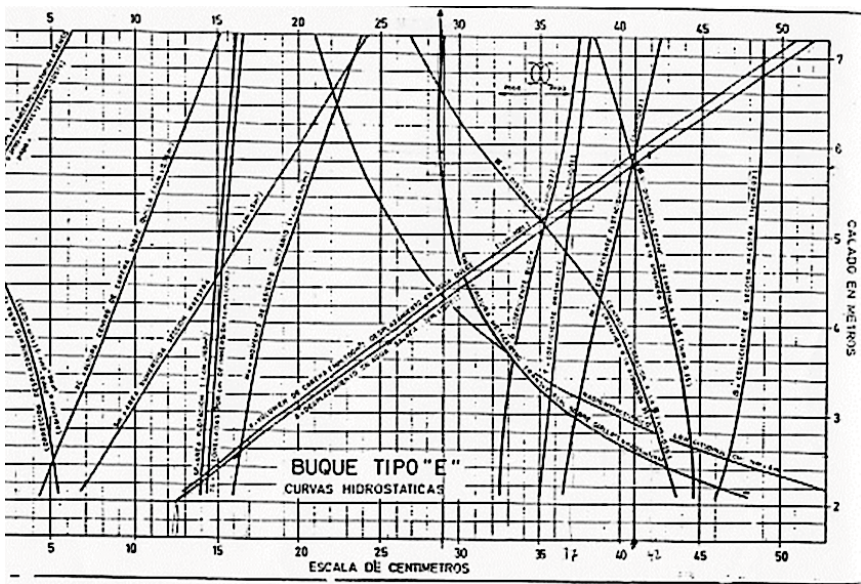


Figura 79.

HYDROSTATIC TABLE (WITH SHELL AND ALL APPENDAGES)										
DRAUGHT (EXT.)	DISPLA -CEMENT	DIFF.	TPC	MTC	LCB	LCF	KB	TKM	LKM	DISPT. IN FW
(M)	(T)		(T)	(T-M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(T)
7.50	30287	0	43.5	484.2	-5.92	-3.62	3.86	12.47	282.0	29548
7.49	30244	43	43.5	484.0	-5.93	-3.63	3.86	12.47	282.3	29506
7.48	30200	44	43.5	483.8	-5.93	-3.64	3.85	12.48	282.6	29464
7.47	30157	43	43.5	483.6	-5.93	-3.65	3.85	12.48	282.9	29421
7.46	30113	44	43.5	483.4	-5.94	-3.66	3.84	12.49	283.2	29379
7.45	30070	43	43.4	483.2	-5.94	-3.67	3.84	12.50	283.4	29336
7.44	30026	44	43.4	483.0	-5.94	-3.68	3.83	12.50	283.7	29294
7.43	29983	43	43.4	482.8	-5.95	-3.69	3.83	12.51	284.0	29252
7.42	29939	44	43.4	482.6	-5.95	-3.70	3.82	12.51	284.3	29209
7.41	29896	43	43.4	482.4	-5.95	-3.71	3.82	12.52	284.6	29167
7.40	29852	44	43.4	482.2	-5.96	-3.72	3.81	12.53	284.9	29124
7.39	29809	43	43.4	482.1	-5.96	-3.73	3.80	12.53	285.2	29082
7.38	29766	43	43.4	481.9	-5.96	-3.74	3.80	12.54	285.5	29040
7.37	29722	44	43.4	481.7	-5.97	-3.75	3.79	12.54	285.8	28997
7.36	29679	43	43.4	481.5	-5.97	-3.76	3.79	12.55	286.1	28955
7.35	29635	44	43.4	481.3	-5.97	-3.77	3.78	12.56	286.4	28913
7.34	29592	43	43.4	481.1	-5.98	-3.78	3.78	12.56	286.7	28870
7.33	29549	43	43.4	480.9	-5.98	-3.79	3.77	12.57	287.0	28828
7.32	29505	44	43.4	480.7	-5.98	-3.80	3.77	12.57	287.3	28786
7.31	29462	43	43.4	480.6	-5.99	-3.81	3.76	12.58	287.6	28743
7.30	29418	44	43.4	480.4	-5.99	-3.82	3.76	12.59	287.9	28701

Ejemplo de Curvas hidrostática expresado gráficamente y en una tabla. Fuente: Apunte de magister, clase B.Guerrero 2012

CURVAS HIDROSTÁTICAS

Utilidad de las Curvas (o Tablas) Hidrostáticas

La forma de los cascos no siguen ecuaciones ni formas geométricas comunes, por lo que calcular información que se necesite para resolver problemas de estabilidad no es fácil.

Por ejemplo, es difícil calcular el volumen sumergido de una nave para unos ciertos calados, como así mismo determinar la posición de su centro geométrico. Para obtener en forma rápida informaciones complejas de la nave, los Astilleros proporcionan dicha información, en forma gráfica o tabular, en las llamadas Curvas (o Tablas) Hidrostáticas.

Otros Valores que se pueden obtener:

- 1.- MID B : Posición del Centro de Boyantez “B” con respecto a la sección media. Si se mide con respecto a la perpendicular de popa se denomina LCB.
- 2.- MID F : Posición del Centro de Flotación “F”. Id anterior, LCF.
- 3.- MTC : Momento para cambiar el asiento en 1 cm.
- 4.- TPC : Toneladas por centímetro de inmersión
- 5.- KB : Posición vertical de “B”
- 6.- T KM : Posición vertical del Metacentro Transversal
- 7.- L KM : Posición del Metacentro Longitudinal
- 8.- CP , CB , CW , CM.

Momento de inercia

En general, un momento de inercia es el producto de una dimensión física o geométrica (punto, línea, área, volumen, masa, etc...) por una distancia al cuadrado a un punto (momento de inercia polar) o a un eje (momento de inercia axial).

La posición vertical del metacentro “M” puede encontrarse mediante la expresión:

$BM = I / V$, donde I, es el momento de inercia del plano de flotación con respecto a su línea de crujía y V es el volumen sumergido del casco.

La posición longitudinal del metacentro “M” puede encontrarse mediante la expresión:
 $BM' = I' / V$, donde I’ es el momento de inercia del plano de Flotación con respecto a su sección media y V es el volumen sumergido del casco.

El momento de inercia de un rectángulo está dado por la expresión:

• $I = \frac{1}{12} \times (\text{lado // eje}) \times (\text{lado perp eje})^3$

O sea para la Barcaza sería:

• $I = \frac{1}{12} \times (\text{eslora}) \times (\text{manga})^3$

Del mismo modo se calcula el metacentro longitudinal utilizando el Momento de Inercia del área del plano de flotación con respecto a su eje transversal. El momento de inercia longitudinal es mucho más grande que el transversal.

No hay que olvidar que en una barcaza en forma de caja, el centro de Boyantes “B” se encuentra en el centro geométrico del volumen sumergido, o sea, estará verticalmente en la mitad del calado y longitudinalmente en la mitad de la eslora.(Cálculo de KB y KM)

KM, es la distancia existente entre la quilla (donde se ha puesto el centro de gravedad) y el metacentro transversal de la lancha.

KB, es la distancia que existe entre el punto K (donde se coloca el centro de gravedad de la lancha para poder calcular las curvas, en este caso la quilla) y el centro de Boyantez de la lancha.

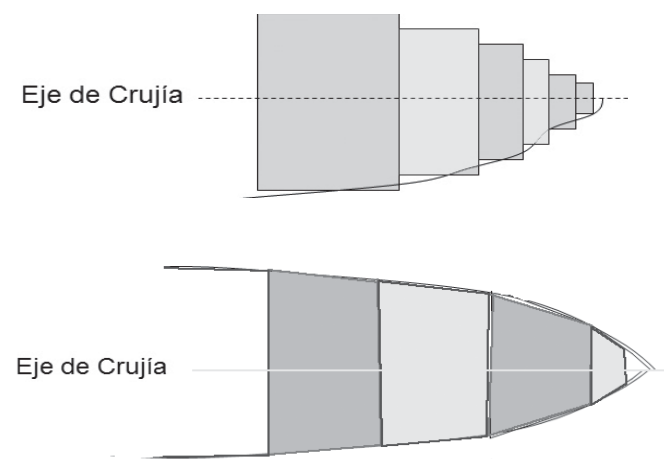


Figura 80. Momento inercia con método de rectángulos y con trapecios. Fuente: Apunte de magister, clase B.Guerrero 2012

Momento de Inercia Plano Flotación

El Plano de flotación puede descomponerse en una serie de rectángulos, o mejor en una serie de trapecios, para calcular el momento de inercia con respecto a un eje.

- Caso rectángulos:

Cuanto más pequeños sean los rectángulos en su altura, más exacto será el cálculo. Para cada rectángulo se usará la fórmula indicada anteriormente.(momento inercia de un rectángulo)

El Momento de Inercia total con respecto al eje de crujía será la suma de los momentos de Inercia de todos los rectángulos considerados.

- Caso Trapecios, se tendrá mayor exactitud:

Si los lados paralelos miden “a” y “b” y la distancia entre los lados paralelos es “h”:

Area = 1/2 (a + b) h

El momento de Inercia “I” con respecto a la simetral será:

I= Area (a²+b²) / 24

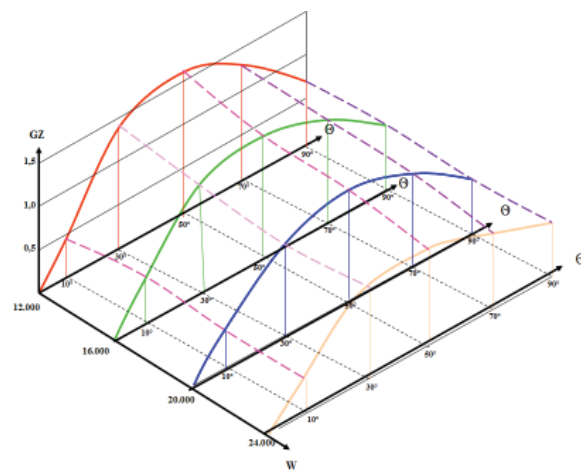
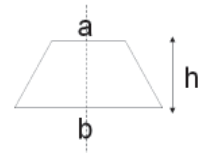
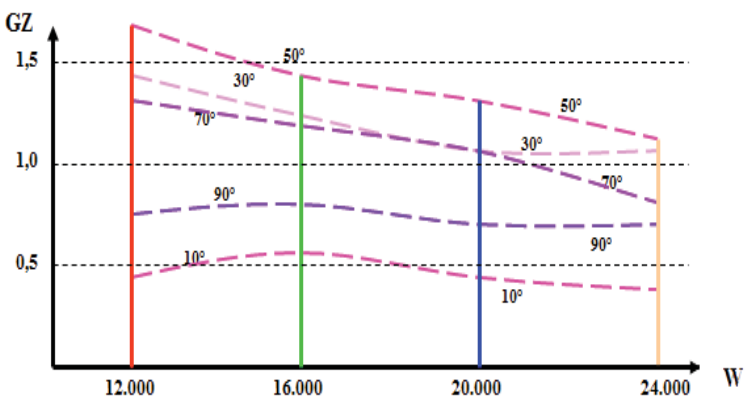


Figura 81. Curvas cruzadas y gráfico tridimensional. Fuente: Apunte de magíster, clase B.Guerrero 2012



Curvas Cruzadas

Las curvas cruzadas son el resultado de la proyección de un grafico tridimensional, que indica el valor del brazo de adrizamiento KN en función del desplazamiento W y el ángulo de escora “Θ”. Se considera el centro de gravedad fijo en un punto elegido para su construcción.

La magnitud de GZ depende de las siguientes variables:

- Ángulo de Escora
- Desplazamiento
- Altura del Centro de Gravedad

La proyección bidimensional del grafico trideminsional se denomina curvas cruzadas Las líneas son los lugares geométricos de todos los brazos de adrizamiento para un mismo ángulo de escora.

Los astilleros proporcionan, a veces, Tablas Cruzadas, las que son muy prácticas para obtener de ellas la información que se necesita.

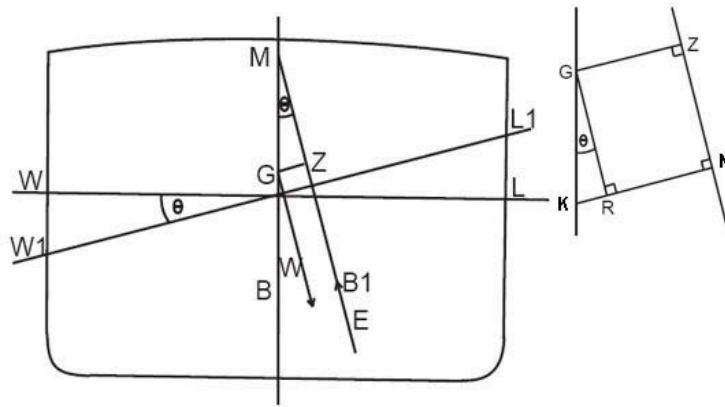
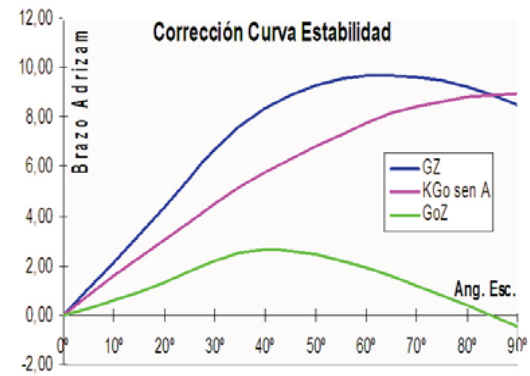


Figura 82. Corrección de la curva de estabilidad. Fuente: Apunte de magister, clase B.Guerrero 2012



Corrección a la Curva de estabilidad

La Curva de Estabilidad Inicial deberá ser corregida, ya que se ha supuesto la posición del Centro de Gravedad justo sobre la quilla.

Se deberá efectuar una corrección por una supuesta “subida” de G, tal como se describe a continuación.

KR es la “disminución” del Brazo de Adrizamiento.

$KR = KG \text{ sen } \theta$

O sea a cada brazo de adrizamiento de la Curva de Estabilidad Estática Inicial deberá “disminuírsele” $KG \text{ sen } \theta$

Por eso se dice que se le efectuará una corrección en base a la curva “seno”.

$GZ = KN - KG \text{ sen } \theta$

CUADRO DE CARGA GRANELERO "ANTONIA"					
	Weight	Mid G	Mto Longit	KG	Mto Vertic
	MT	m	MT m	m	MT m
Light Weight	7359,0	9,91	72.928	10,02	73737
Constante	142,0	51,91	7.371	13,05	1853
Provisiones	8,0	80,41	643	16,20	130
Grab Bucket	34,0	-12,79	-435	17,00	578
Cargo Hold 3	5500,0	-10,88	-59840	5,40	29700
FP	471,5	-82,45	-38875	4,60	2169
DB N°2 (P)	871,3	-38,91	-33900	1,50	1307
DB N°2 (S)	871,3	-38,91	-33900	1,50	1307
DB N°4 (P)	377,2	18,42	6948	1,64	619
DB N°4 (S)	377,2	18,42	6948	1,64	619
TST N°2 (P)	343,4	-39,07	-13416	13,66	4691
TST N°2 (S)	343,4	-39,07	-13416	13,66	4691
Displacement W	16.698,2	-5,93	-98.944	7,27	121.399
De Tablas Hidrostáticas					
Calado Equivalen	7,795	m	GGo	I x gama / W	0,115
Mid B	2,622	m	KGo	KG + GGo	7,386
Mid F	5,404	m			
MTC	190,5	TM m/cm	GoM	KM - KGo	2,494
T KM	9,88	m			
TPC	25,57	TM/cm			
KB	4,199	m			

Figura 83. Ejemplo cuadro carga. Fuente: Apunte de magister, clase B.Guerrero 2012

Cuadro de carga

El Cuadro de Carga es una disposición de cálculo muy importante para determinar la principal información de la estabilidad de una nave.

Entrega la siguiente información:

- A) Desplazamiento
- B) Posición del centro de gravedad ‘G’.
- C) Subida virtual de G por superficies libres

Se basa en el Teorema de los Momentos, o Teorema de Varignon.El Momento de la resultante de un sistema de fuerzas, con respecto a un punto o eje, es igual a la suma algebraica de los Momentos de las fuerzas componentes, con respecto al mismo punto o eje

En caso de un barco, podemos considerar los distintos pesos y tomarle el momento con respecto a la perpendicular de popa.

Aplicando el teorema de Varignon a los Pesos del Barco, tendremos que la suma de los

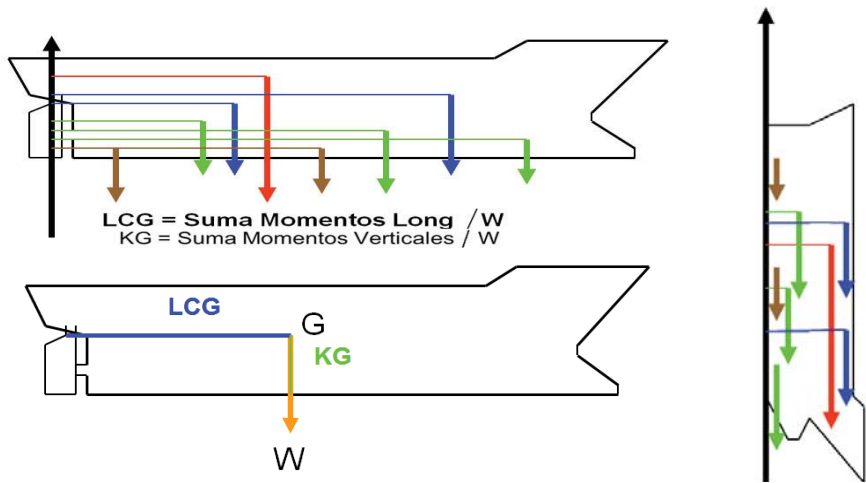


Figura 84. Curvas cruzadas y gráfico tridimensional. Fuente: Apunte de magíster, clase B.Guerrero 2012

momentos de los pesos componentes deberá ser igual al momento de la resultante, o sea:

$$(\text{Peso}_1 \times \text{distancia}_1) + (\text{peso}_2 \times \text{dist}_2) + (\text{peso}_3 \times \text{dist}_3) + \dots + (\text{peso}_n \times \text{dist}_n) = W \times LCG$$

Para los Momentos verticales, suponemos que giramos la nave 90° y tomamos momentos con respecto a la quilla. Tendremos algo similarmente al caso anterior:

$$(\text{Peso}_1 \times \text{distancia}_1) + (\text{peso}_2 \times \text{dist}_2) + (\text{peso}_3 \times \text{dist}_3) + \dots + (\text{peso}_n \times \text{dist}_n) = W \times KG$$

y despejando, $KG = \text{Suma Momentos Verticales} / W$

Así habremos obtenido las 2 coordenadas del centro de gravedad de la nave, “LCG” y “KG”

Con el Mid G (posición longitudinal de G) se calcularán los Calados Finales.

Con el KGo (posición vertical de G) calculará la Curva de Estabilidad final, determinando los valores de áreas bajo la curva, para establecer si cumple con los valores mínimos exigidos por las Normas OMI.

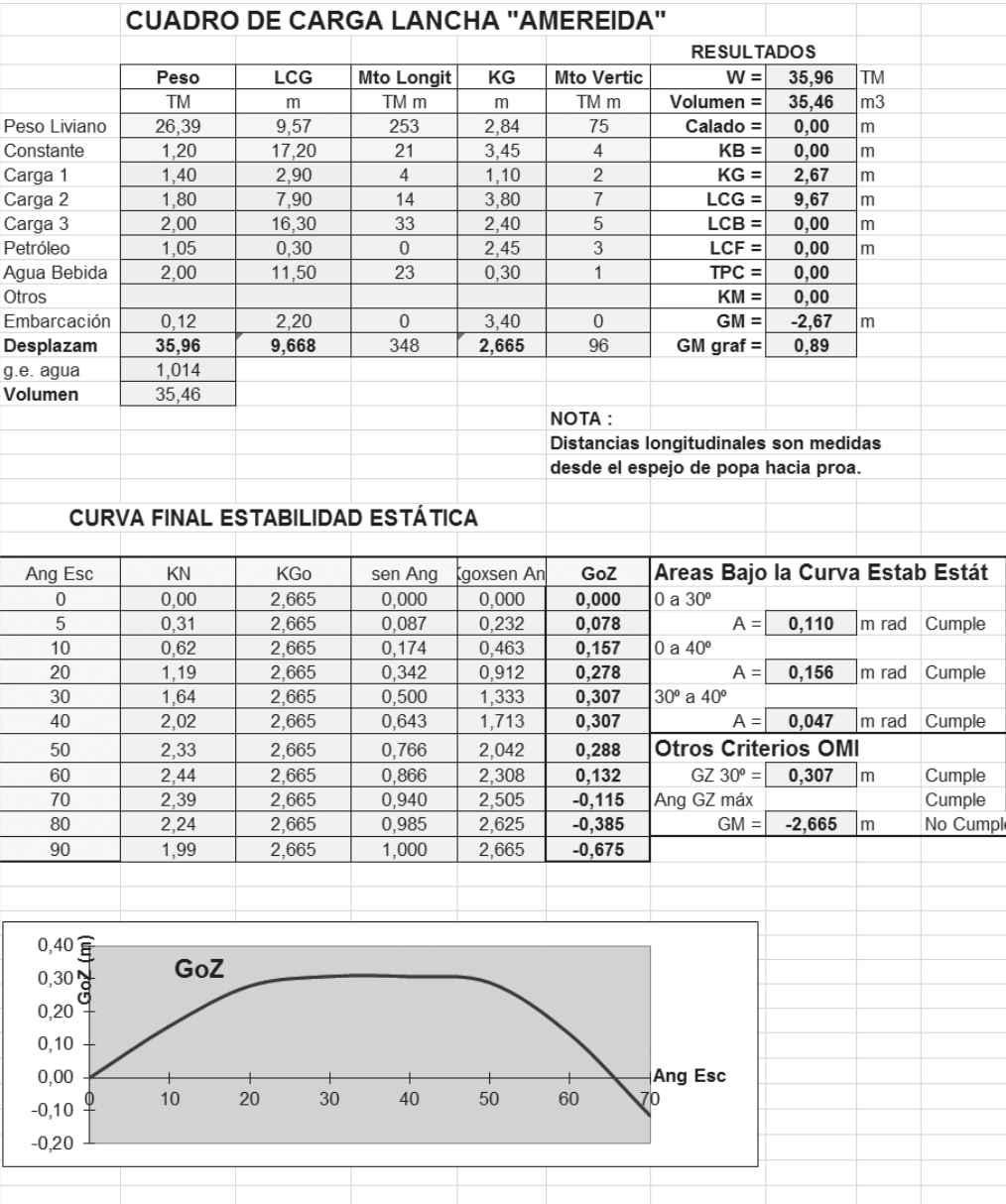


Figura 85. Ejemplo caso de estabilidad de la Emb.Amereida . Fuente: Apunte de magíster, clase B.Guerrero 2012

III.3.f TEORÍA DE HÉLICES

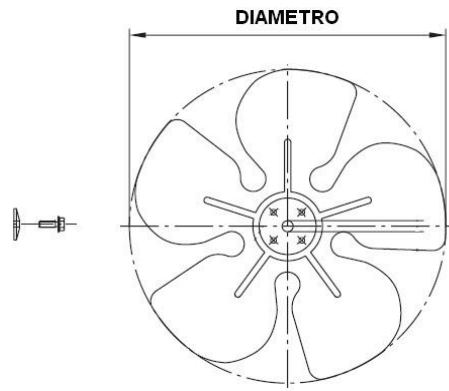


Figura 86. Diámetro hélice. Fuente: www.gmelectronica.com.ar/gm/graficos/catalogo/papst/M4Q045D.jpg

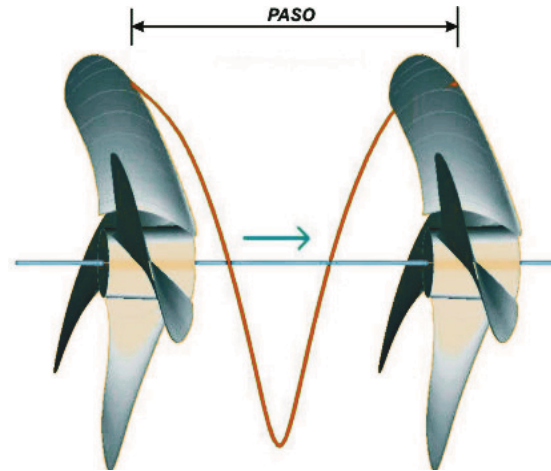


Figura 87. Paso de hélice. Fuente: <http://www.mundodelosbarcos.com/images/motonautica/tnl501.jpg>

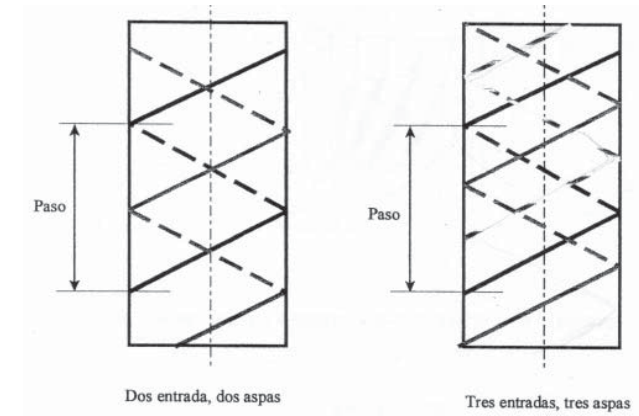


Figura 88. Fuente: apuntes clases de magíster de hidrodinámica 2011, capítulo hélices. Profesor R.Mege.PUCV.

La hélice es un conjunto de palas o álabes unidas a un núcleo que giran alrededor de un eje y que al girar empujan una masa de agua que produce una reacción que hace que el buque avance en el sentido opuesto a este empuje. La hélice es una porción de un helicoides ordinario, debe estar convenientemente sumergida para evitar el fenómeno de cavitación y el de succión de aire y la aceleración de la hélice en los cabeceos.

Está constituida por la masa que se une con el eje que hace girar y las palas, que son las que transfieren la energía al agua. La hélice de su embarcación afecta a cada fase del funcionamiento y rendimiento, el viaje, el confort, la velocidad, la aceleración, la vida del motor, el gasto de combustible y la seguridad. Y cuando nos referimos a la disyuntiva por un modelo u otro de propela, en realidad puntualizamos básicamente dos instancias capitales cuando llega la hora de seleccionarla, y es el paso y el diámetro de la misma.

1. Diámetro: circunferencia que describen los extremos de las aspas cuando estas giran.

Si aumentamos el diámetro de la hélice, ésta moverá más caudal de agua, generando una mayor resistencia y exigiendo al motor un aumento en la potencia entregada. Una de las

ventajas que obtenemos al incrementar el diámetro de la hélice es aumentar la fuerza de arrastre a baja revoluciones. Traducido a efectos dinámicos, decimos que con una hélice de mayor diámetro, nuestra embarcación alcanza la velocidad de planeo a muy bajas revoluciones y en menor tiempo.

El diámetro de la hélice es el factor individual más importante que determina el grado de eficiencia de la hélice. Ésta funciona expulsando agua de la popa de la embarcación para que ésta avance. Desde el punto de vista de la eficiencia, es preferible expulsar de la popa una gran cantidad de agua con un ritmo relativamente lento (rpm bajas), que expulsar rápidamente un volumen pequeño para conseguir el mismo impulso hacia adelante. Por consiguiente, el diámetro de la hélice siempre debe ser el más grande posible teniendo en cuenta las características de la embarcación (con la debida distancia entre las palas y el casco) para que pase por la hélice el mayor volumen de agua posible.

2. Paso: distancia axial que avanza un punto de la hélice con cada vuelta de eje (giro de 360°)

El paso de la hélice se asemeja a las vueltas de un tornillo. Entonces, si aumentamos el paso.



Figura 89. Fuente: <http://www.nauticaygps.com.ar/Tecnologia/helice/helice.html>

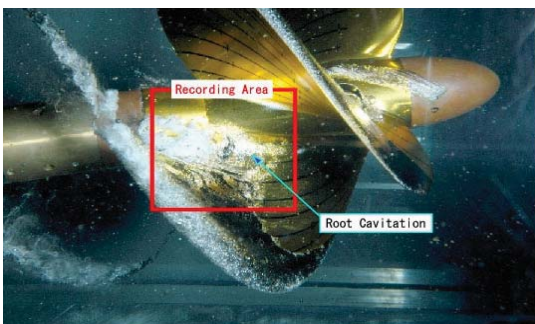


Figura 90. Cavitación. Fuente: artículo sobre helices. <http://www.motorcies.com/>

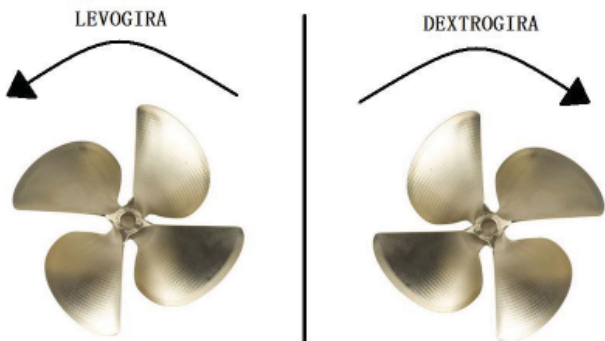


Figura 91. Sentido del giro de hélices. Fuente: <http://navegacioncostera.blogspot.com/2012/03/ciaboga.html>

de esta, entonces la hélice se desplazará más rápidamente pero a costa de un mayor esfuerzo por parte del motor. Un desventaja significativa es que a nuestra embarcación le costará salir de abajo y para hacerlo deberá consumir mucha potencia pero al final obtendrá muy buena velocidad final con un régimen relativamente bajo en revoluciones.

Las hélices pueden ser de paso fijo o paso variable.

Hélice paso fijo: significa que las palas tienen igual paso para cualquier radio.

Hélice de paso variable: significa que las palas tienen distinto paso a distinto radio.

Con hélices de diámetro chico y paso largo, se corre el riesgo que a elevado régimen de revoluciones, la hélice entre en estado de cavitación que es un fenómeno que hay que tratar de evitar.

3. Cavitación: una hélice entra en este estado cuando por fenómenos mecánicos o dinámicos, comienza a formarse vapor o tomar aire a lo largo de las secciones de las palas lo que conlleva a una pérdida de rendimiento, o sea por problemas mecánicos, estas puede

tomar aire del exterior si las palas pasan muy cerca de la superficie. El otro fenómeno dinámico se manifiesta cuando el agua que es sometida a procesos de cambio de presión, forma vapor y este se desplaza por las aspas de la hélice. Las aspas de la hélice al girar, pueden formar áreas de muy baja presión de una cara de la pala, y zonas de muy alta presión del lado contrario. Entonces el agua que se halla del lado de baja presión, comienza a hervir, formando vapor de agua que se propaga por la cara hasta que abandona la hélice. En este momento la hélice pierde rendimiento porque parte de su estructura está trabajando en un fluido distinto al cual fue diseñada. (el agua hierve a 100 ° C a nivel del mar, pero mientras ascendemos, el agua comienza a hervir a menor cantidad de grados de temperatura. Esto tiene que ver con la presión atmosférica que disminuye a medida que ascendemos. A menor presión, se necesita menor temperatura para que el agua alcance su punto de ebullición.)

4. Sentido de rotación de una hélice

Una característica de las hélices es su sentido de giro.

* Si el “avance” va acompañado de giro a la derecha se habla de hélice dextrógira.

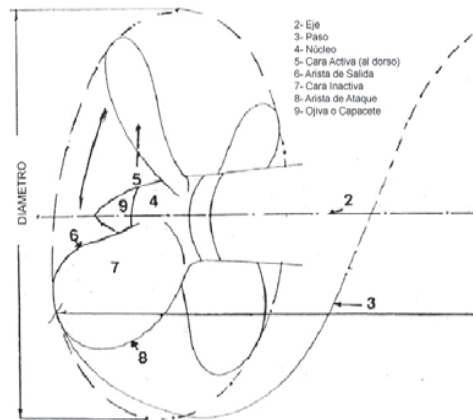


Figura 92. Parte_de una hélice . Fuente:Apuntes autor

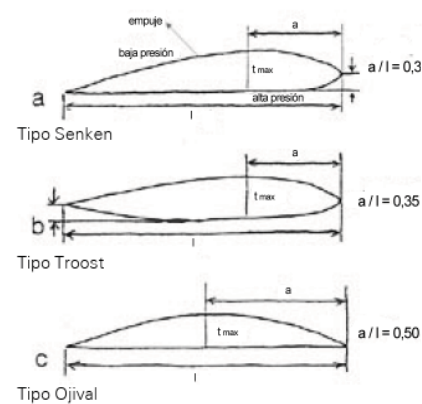


Figura 93. Secciones transversales de la pala de una hélice. Fuente: Apuntes clases de magíster de hidrodinámica.R.Mege, 2011.

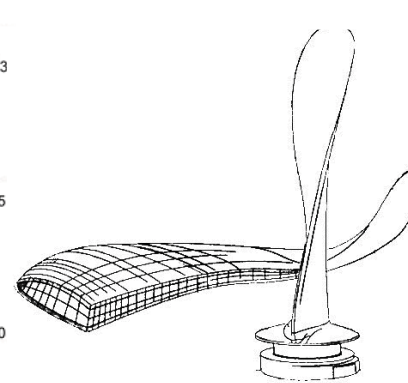


Figura 94. Torsión pala hélice. Fuente: esquema autor

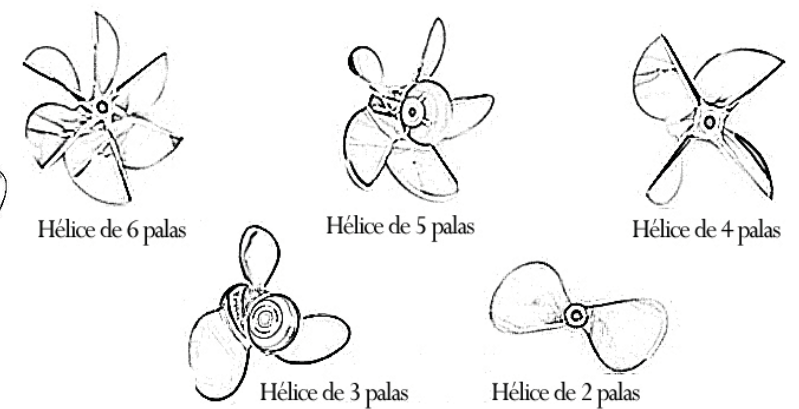


Figura 95. Hélices de diferentes n° de Palas. Fuente: esquema autor.

* si el “avance” conlleva giro a la izquierda se dice que la hélice es levógira.

(La rotación se determina mirando a la hélice desde la parte trasera del barco)

En embarcaciones con doble motor, cada hélice tendrá que girar en sentido contrario una de la otra, ya que dos hélices girando en el mismo sentido en un barco crea una fuerza de dirección hacia un sentido y la embarcación tendería irse para un lado.

5. Forma de palas

Los perfiles de las secciones de las palas de la hélice son álabes hidrodinámicos, con el fin de obtener el máximo rendimiento. En una hélice el perfil de la pala cambia desde su base hasta el extremo, debido a que las velocidades tangenciales son diferentes a distintos radios. La cara activa es casi plana y tangente a la superficie helicoidal. En el extremo de la pala la velocidad es mayor que en el centro, por eso la convexidad aumenta hacia el núcleo, pues la presión debe ser homogénea en toda la superficie de la pala.

Las hélices se fabrican con “torsión”, cambiando el ángulo de incidencia de forma decreciente desde el eje (mayor ángulo) hasta la punta (menor ángulo). Al girar a mayor velocidad

el extremo que la parte más cercana al eje, es necesario compensar esta diferencia para producir una fuerza de forma uniforme. La solución consiste en disminuir este ángulo desde el centro hacia los extremos, de una forma progresiva, y así la menor velocidad pero mayor ángulo en el centro de la hélice se va igualando con una mayor velocidad pero menor ángulo hacia los extremos. Con esto, se produce una fuerza de forma uniforme a lo largo de toda la hélice, reduciendo las tensiones internas y las vibraciones

Una hélice simétrica entra y sale bruscamente de las zonas de alta y baja velocidad, produciendo un empuje irregular. Una hélice asimétrica homogeniza la entrada y salida del agua en las zonas de alta y baja velocidad, reduciendo las variaciones de empuje y evitando vibraciones.

La cantidad de palas

En cualquier hélice es importante tener suficiente superficie de palas, capaz de distribuir la potencia del motor entre las distintas palas y por tanto tener una superficie suficiente para desplazar todo el volumen de agua que la potencia del motor permita. Palas demasiado

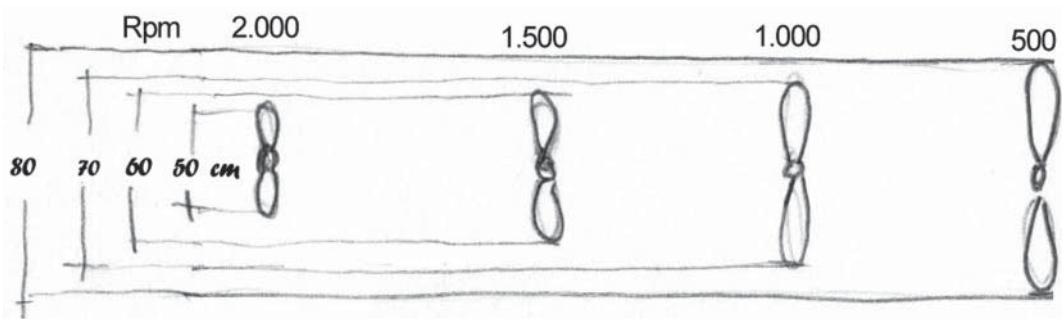


Figura 96. Relación rpm con diámetro hélice. Fuente: Esquema del autor

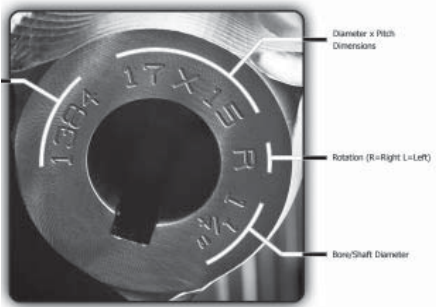


Figura 97. http://www.acmemarine.com/lib/images/acme_marine_prop_key.jpg



Figura 98. Identificación de hélice . Fuente: http://www.elportaldelosbarcos.com.ar/sistema/imagenes/imagen2_1692.jpg

pequeñas causan ‘cargas’ muy altas, lo que significa que la hélice no es capaz de absorber toda la potencia transferida por el motor. El resultado es lo que conocemos como cavitación, vibraciones y en algunos casos extremos ‘picaduras’ en las palas.

6. Materiales y construcción:

Las forma y material que se usan en la construcción de las hélices es tan variable como tipos de embarcación en las cuales se las va a utilizar. Hay dos maneras básicas de construir una hélice utilizada en náutica:

- 1. Modulares: se basa en el ensamblado de grandes piezas de material y que en su conjunto forman la propela totalmente armada.
- 2. Moldeadas: Son de una sola pieza de fundición montada sobre un mango sobre el eje de la misma.

Los materiales pueden ser bronce, fundición de aluminio, acero o acero inoxidable. Actualmente se están fabricando un tipo de hélice construida íntegramente con materiales

plásticos y polímeros basados en la estructura del nylon y que ofrecen las ventajas de poco peso, gran resistencia y bajo coste.

Cómo identificar las características de una hélice a través de las siglas que pone el fabricante?

Ejemplo, una hélice que dice “13-3/4 X 17 RH Blade 3 SS Apollo Propeller” significa:

- 13-3/4 = diámetro de la hélice. El diámetro es siempre el primer conjunto de números.
- 17 = El paso de la hélice. El paso siempre es el segundo conjunto de números.
- RH = Esta es la rotación de las hélices. Cualquiera de RH en sentido horario o LH antihorario.
- Blade 3 = Este es el número de palas o aspas. Las más comunes 2, 3, 4,5 ,6
- SS, lo que representa el material de la hélice. AL = Aluminio & SS = Acero Inoxidable.
- Apollo Propeller = Este es el estilo o marca de la hélice.



VELOCIDAD DEL BUQUE	20	NUDOS
E.H.P. CONDICION EN ESTUDIO	112.5	HP MET.
COEF. DE ESTELA EFECTIVA	.05	
COEF. DE SUCCION	.05	
DIAMETRO MAXIMO A ESTUDIAR	.7	M
VARIACION DE DIAMETRO	.0254	M
DISTANCIA DESDE CWL A EJE PORTA HELICE	.4	M
ESLORA EN FLOTACION	10	M
PESO ESPECIFICO DEL AGUA	1025	Kg/M3
RENDIMIENTO ROTATIVO RELATIVO	1	
RENDIMIENTO MECANICO	.95	
REVOLUCIONES DEL MOTOR (MAX. CONTINUAS)	950	R.P.M.
POTENCIA DEL MOTOR (BHP MAX. CONTINUOS)	400/500	HP MET.
CAJA DE REDUCCION	1 : 1	
PORCENTAJE DE DISMINUCION DE PAR (DISEÑO LIGERO)	0	
CAVITACION (<0 CARGA BAJA, =0 CARGA NORMAL, >0 CARGA ALTA)	0	

Figura 99. Imagen editada por autor con datos Software hélice

7. CÁLCULO DE UNA HÉLICE (Datos obtenidos visita Sept 2012 a C.Sanguinetti)

Sabemos que mientras menor sea el RPM, mayor será el diámetro y mayor será la eficiencia.

Para definir una hélice de una embarcación tenemos dos opciones, en nuestro caso, hacerlo en forma manual a través del cálculo usando diagramas $Bp-\delta$ (gáficos de Wageningen) o utilizando un software diseñado por el profesor Carlos Sanguinetti (U. Austral de Chile), dónde se introducen los siguientes datos:

Datos de entrada:

- Velocidad del buque (Nudos)
- EHP condición de estudio, se introduce el EHP necesario para navegar a la velocidad anteriormente señalada, cifra obtenida de ensayos de modelos. En caso que se utilice dos hélices se debe dividir ese EHP obtenido en dos.

- Coeficiente de estela: relaciona la velocidad de la estela con la velocidad del buque.
- Coeficiente de succión: se puede calcular o poner un supuesto (Ejemplo 0,5 o 0,17)
- Diámetro máximo que se pueda colocar (no será necesariamente el diámetro optimo)
- Variación de diámetro: 0.0254 mts o 1 pulgada, esto quiere decir que el programa va a calcular el rendimiento con el diámetro ingresado, luego con 1 pulgada menos y después nuevamente con otra pulgada menos y así sucesivamente hasta
- Distancia desde CL a eje porta hélice (Standard 0,4 m)
- Eslora de flotación
- Peso específico del agua
- Rendimiento rotativo relativo =1
- Rendimiento mecánico= 0,95
- Revoluciones motor (Max. Continuas)
- Potencia Motor (BHP máx. Continuas)
- Caja de Reducción

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO :		
POTENCIA DEL MOTOR (BHP MAXIMOS CONTINUOS)	400/300	HP MET.
REVOLUCIONES DEL MOTOR (MAXIMAS CONTINUAS)	950	R.P.M.
RELACION DEL REDUCTOR	1 : 1	
POTENCIA DEL MOTOR UTILIZADA (BHP)	165.7671	HP MET.
PAR DEL MOTOR UTILIZADO	124.9702	Kg*M
POTENCIA ABSORBIDA POR EL PROPULSOR (DHP)	157.4787	HP MET.
REVOLUCIONES DEL PROPULSOR	950	R.P.M.
VELOCIDAD DEL BUQUE	20	NUDOS
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL PROPULSOR REAL:		

Figura 100. Imagen autor , fuente Software Cálculo hélice

NUMERO DE PALAS	4	
DIAMETRO	.7	M
PASO	.7554227	M
RELACION DE AREA	.5255301	
PASO/DIAMETRO	1.079175	
CARACTERISTICAS HIDRODINAMICAS DEL PROPULSOR REAL:		
RENDIMIENTO PROPULSOR AISLADO	.7137297	✓
COEF. DE CARGA (Bp)	7.437225	
COEF. DE EMPUJE (Kt)	.1368209	
COEF. DE PAR (Kq)	2.693998E-02	0.002
GRADO DE AVANCE (J)	.8829947	
COEF. DE CAVITACION (SIGMA A 0.8R)	.2271645	

Figura 101. Continuación imagen anterior,

Al procesar el software la información , este entrega las siguientes características:

1- Características Geométricas:

- Diámetro óptimo (el de mejor rendimiento)
- Paso
- Relación de área: es el área desarrollada de la pala, la suma de las 4 áreas (en caso de hélice 4 palas), dividido por el área del círculo que conforma la hélice, se le denomina DAR.
- Paso/Diámetro: (oscila entre el 0,5 y 2) = H/D

2- Características Hidrodinámicas

- Rendimiento hélice aislado o sola
- Coeficiente de carga (Bp)
- Coeficiente de empuje (Kt), excede a la resistencia total, en parte, a que la hélice acelera al agua y opera en el campo de velocidad potencial de popa.

- Coeficiente de par (Kq) o de torque
- Coeficiente o grado de Avance (J)
- Coeficiente de cavitación

3- Características de Funcionamiento

- Potencia del motor utilizada, BHP (Potencia que se debe entregar a la hélice)
- Par del motor utilizado : torque suministrado a la hélice (Kg x m)
- Potencia absorbida por el propulsor (DHP)

Ahora, viendo la forma de calcular la hélice manualmente, usando diagramas Bp-δ (gráficos de Wageningen), más las relaciones siguientes obtendremos los cálculos necesarios para el diseño de la hélice:

- Grado de Avance $J = \frac{Ve}{nD}$

- Coeficiente de empuje $K_T = \frac{T}{\frac{1}{2} \rho D^2 Ve^2}$

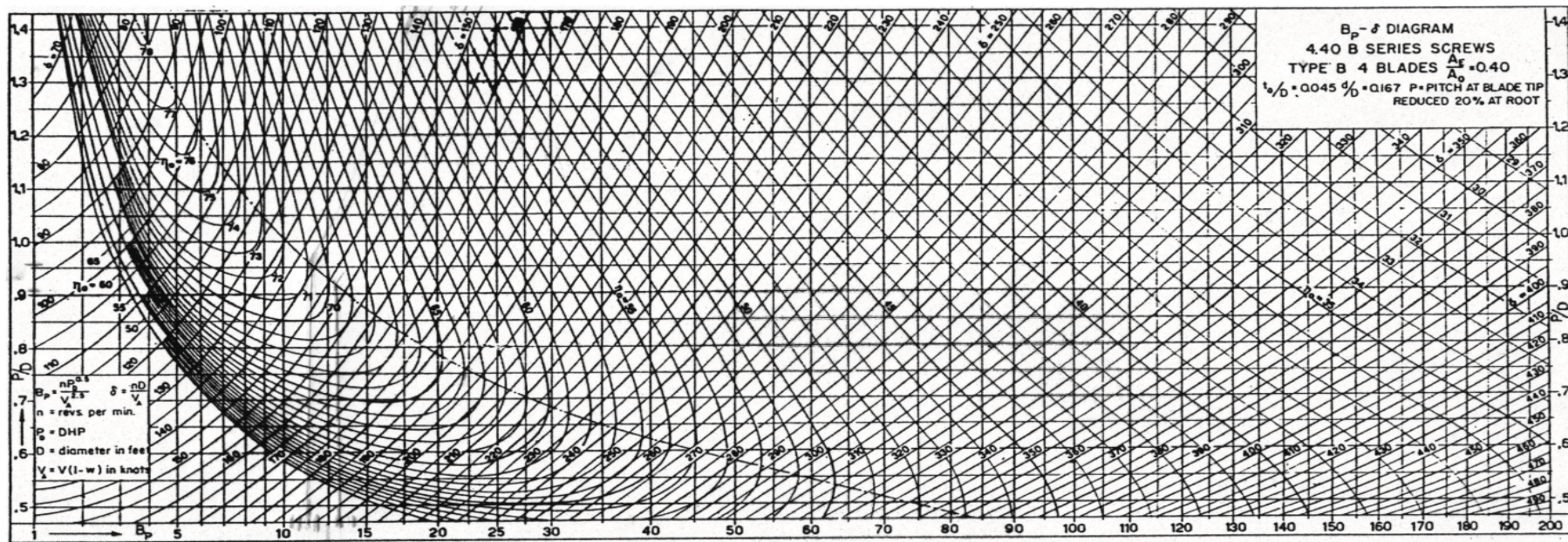


Figura 102. Diagramas Bp- δ 4.40, 4 palas y DAR de 0,4 (gráficos de Wageningen). Fuente: entregado por profesor C.Sanguinetti.

- Coeficiente de estela $W = \frac{V_s}{V_s - V_e}$, donde V_s es la velocidad del casco y V_e la entrada o avance.

- Coeficiente de succión $t = \frac{T - RT}{T}$, donde T es el empuje y RT la resistencia total.

- Coeficiente de torque $K_Q = \frac{Q}{\rho n^2 D^5}$, donde Q es el torque.

- También hay que tener presente las distintas potencias de una embarcación, dónde:

$$\frac{EHP}{BHP} = \frac{EHP}{THP} = \frac{THP}{DHP} = \frac{DHP}{BHP} \quad \text{y} \quad \frac{EHP}{BHP} = \frac{1 - t}{1 - w} \eta_0 \eta_{rr} \eta_m$$

- Rendimiento de la hélice sola $\eta_0 = \frac{T V_e}{2\pi Q_0 n}$, donde Q_0 es el torque medido en un ensayo de hélice aislado

- Rendimiento rotativo-relativo $\eta_{rr} = \frac{Q_0}{Q}$

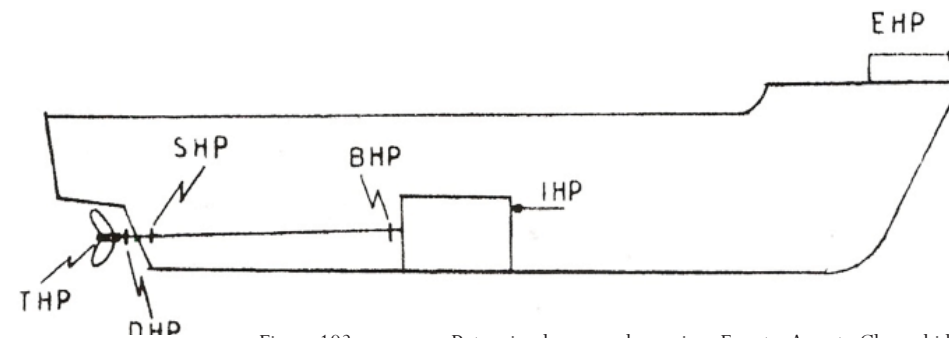


Figura 103. Potencias de una embarcacion. Fuente: Apunte Clases hidrostática

THP= Potencia de empuje (es la potencia generada por la hélice para mover al buqué a una cierta velocidad, es la componente axial de las fuerzas producidas por la hélice.

DHP= Potencia en el eje, justo antes de la hélice

SHP= Potencia en el eje, justo antes del descanso de codaste

BHP= Potencia que debe entregar la planta motriz del buque

IHP= potencia que el combustible desarrolla en el interior del cilindro, la potencia indicada es la potencia generada por los gases sobre el pistón directamente. (en un motor de combustión interna)

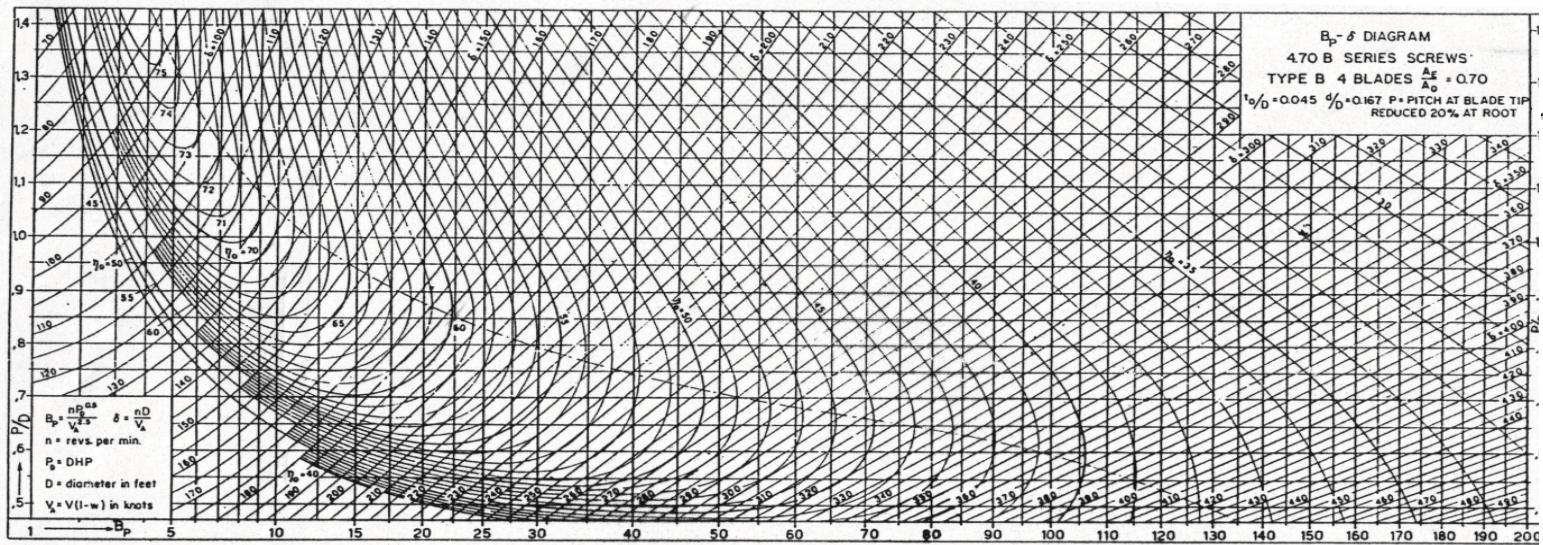


Figura 104. Diagramas Bp-δ 4.70 , 4 palas y DAR de 0,70 (gráficos de Wageningen).Apunte clases

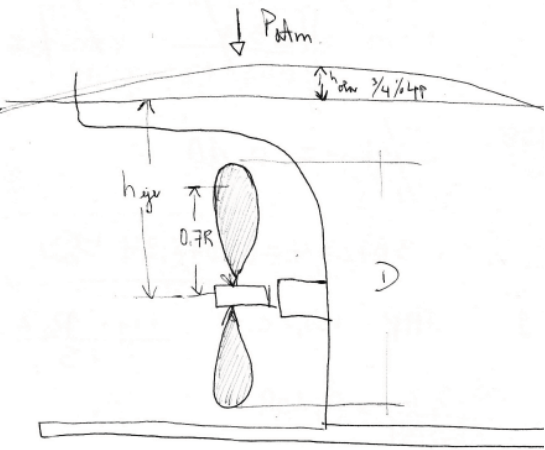


Figura 105. Obtención n° de cavitación. Fuente: esquema autor.

- Rendimiento mecánico $\eta_m = \frac{DHP}{SHP}$, por lo general se trabaja con $\eta_m = 0,95$

-Y cómo nos vamos a regir por el diagrama de Bp-δ (gráficos de Wageningen) hay que conocer Bp y δ

$$Bp = \frac{\sqrt{DHP} \cdot N}{Ve^{2,5}} \text{ , donde N son las rpm hélice. } \delta = \frac{N \cdot D}{Ve}$$

CAVITACIÓN

Para analizar las características de la cavitación se considera el Número de Cavitación:

$$\sigma = \frac{P_{atm} + [h_{eje} + h_{hola} - 0,7R] - P_{vapor}}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot [Ve^2 + (0,7\pi \cdot n \cdot D)^2]}$$

P_{atm} = presión atmosférica

P_{vapor} = presión de vapor

h_{eje} = Distancia desde la superficie del agua hasta el eje de la hélice.

h_{ola} = altura ola, desde línea de flotación de embarcación hacia arriba.

Ve = velocidad de entrada, en mts/seg

n = revoluciones, por segundo

D= diámetro hélice R = radio hélice

La cavitación hace que el rendimiento de la hélice sea menor y que la hélice empiece a erosionarse.

Con esa sigma obtenido, voy al gráfico figura 21, voy a una curva, y leo valor correspondiente.

Las curvas más bajas son las más seguras, son de una condición más conservadora.

Con el gráfico se obtienen el coeficiente:

$$\frac{T/Ap}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot [Ve^2 + (0,7\pi \cdot n \cdot D)^2]}$$

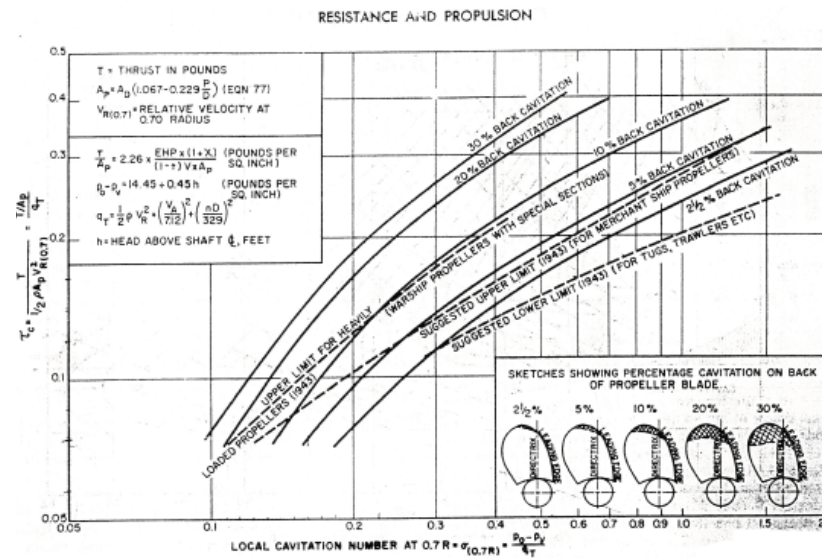


Figura 106. Gráfico de cavitación . Fuente :apuntes clases de magíster, capítulo hélices.

Obteniendo T/A_p , dado por el gráfico, se calcula (T) , sabiendo que:

$$\frac{EHP}{THP} = \frac{1-t}{1-w} ; THP = \frac{T (Kg) \cdot Ve (m/seg)}{75} ; T = \frac{THP (c.v.) \cdot 75}{Ve (m/seg)}$$

Obteniendo T, calculamos valor de A_p .

A_p = área proyectada de la hélice

A_d = área desarrollada

A_o = área del disco de la hélice, área de un círculo

Luego se sabe que : $\frac{A_p}{A_d} = 1067 - 0,229 \cdot \frac{H}{D}$, entonces obtenemos A_p .

y $\frac{A_d}{A_o} = D.A.R$, donde $A_o = \pi \cdot \frac{D^2}{4}$

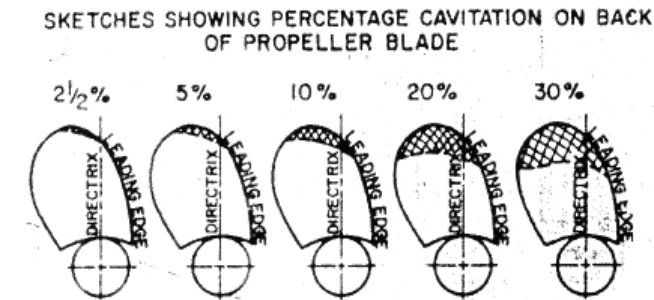


Figura 107. Porcentaje de cavitación en pala de hélice . Fuente: apuntes clases de magíster, capítulo hélices.

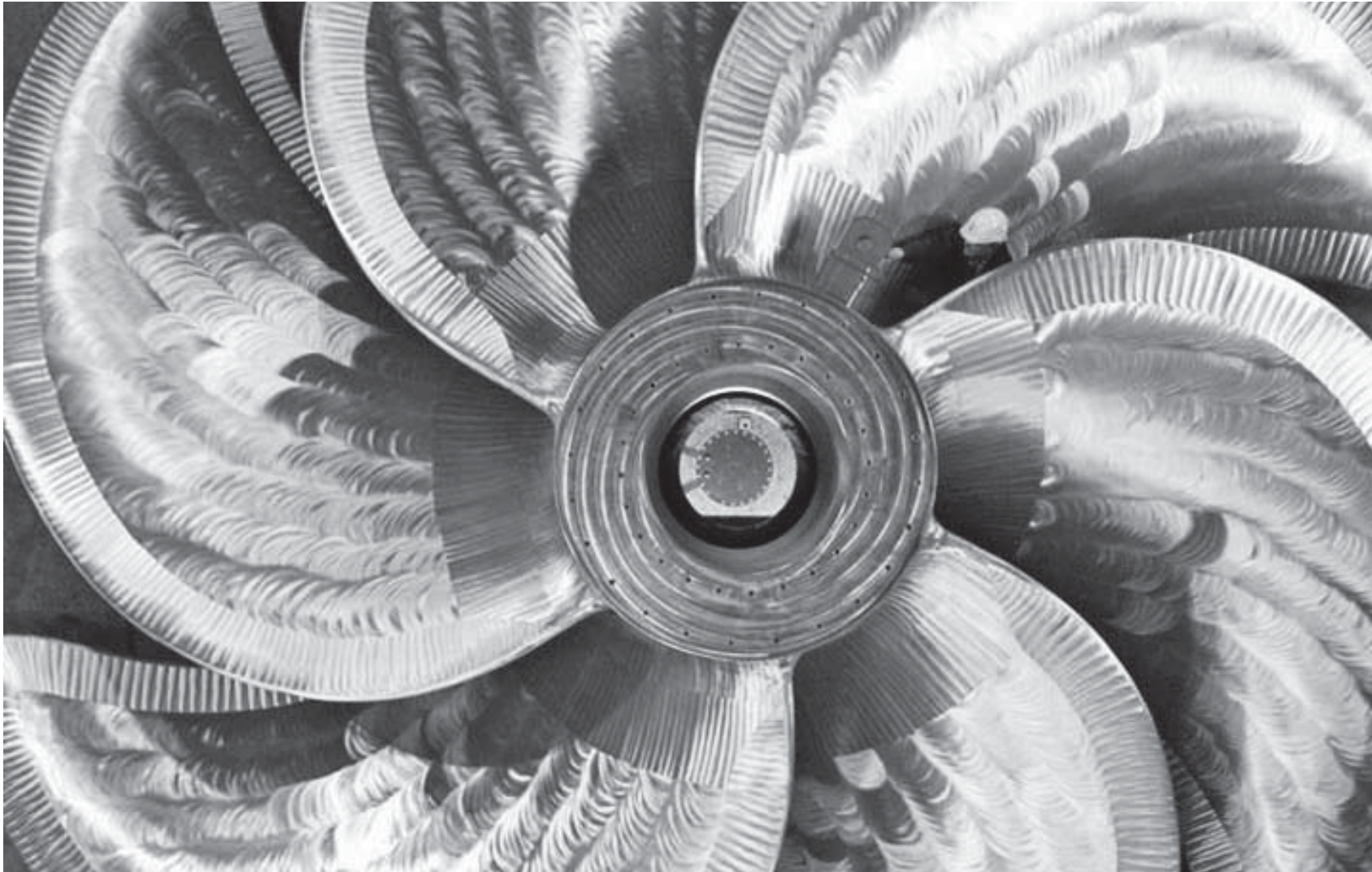
* Si se parte calculando el número de cavitación con un D.A.R 0,4 por ejemplo y al final del cálculo el D.A.R da 0.51, hay que volver a calcular con 0.51 inicial, para ello se interpolan los datos de la tabla obtenidas con el grafico diagramas $B_p - \delta$ (gráficos de Wageningen) y se vuelve hacer el procedimiento del numero de cavitación hasta que coincida el D.A.R supuesto con el D.A.R resultante. No existe un numero exacto de cuantas veces hay que repetir el proceso, lo que ayuda en esto es la experiencia.

Los datos que se deben entregar de la hélice, después de todo los pasos para el desarrollo del diseño de la hélice son:

Z =Nº Palas ; D = diámetro ; H/D = relación paso diámetro ; DAR = relación área ;

N = rpm ; HP = potencia entregado a hélice ; $\%$ = eficiencia hélice sola

Luego de tener las características de la hélice se busca si ya existe dentro los diseños ofrecidos en el mercado o se manda a construir.



Con un peso de 131 toneladas es la hélice de uno de los barcos de contenedores más grande del mundo, Emma Maersk, con una longitud de 397 m , una anchura superior a 56 m y una altura de 68 m. En conjunto con el motor de 109.000 bhp de potencia, la hélice permite al gigante trasatlántico tener una velocidad crucero de 27 nudos (50 km / h).



Figura 108. Imágenes de casco de aluminio en construcción. Fuente: http://www.fondear.org/infonautic/barco/Diseno_Construccion/Ventajas_Aluminio/Ventajas_aluminio.htm

III.3.g. FUNDAMENTO CONSTRUCTIVO: EMBARCACIONES DE ALUMINIO, EMPRESA SITECNA S.A.

Existen muchos materiales de construcción apropiados para la creación de cascos y embarcaciones. Desde la madera, el fibrocemento, acero, fibra de vidrio, Aluminio, y toda una serie de nuevas aleaciones metálicas. Pero de entre todos ellos, y si tenemos en cuenta además de las prestaciones mecánicas conseguidas, las importantes cuestiones del costo y la facilidad de trabajo, y además tenemos en cuenta cuestiones como factores de envejecimiento, mantenimiento, y pérdidas de valoración por el paso del tiempo, el aluminio se perfila como uno de los materiales de construcción naval más ventajosos.

El aluminio es un material idóneo para la construcción de barcos. Su ligereza posibilita unas prestaciones similares a las de las embarcaciones no metálicas mientras sus particulares características ofrecen mayor seguridad frente a eventuales colisiones o varadas y juegan a favor de una vida prolongada en el mar.

El auge de la construcción metálica en aluminio de las últimas décadas ha coincidido no sólo con el abaratamiento y mejora del material y medios de producción sino también con la demostración en la práctica de sus ventajas sobre el acero. Ventajas que principalmente se articulan en torno al menor desplazamiento obtenido y atención requerida.

a. Importancia del desplazamiento

El aluminio es casi tres veces más ligero que el acero (2,69 frente a 7,85 g/cm³), siendo las características mecánicas de sus respectivas aleaciones bastante similares. Por ello su empleo en lugar del acero puede suponer una reducción importante de la relación de peso por volumen, con diferencias de un 30 por ciento hasta un 50 por ciento.

b. Mantenimiento y cuidados

A diferencia de los barcos contruidos en plástico o composite, las embarcaciones metálicas precisan de un tratamiento protector si se desea evitar que el metal expuesto en el medio

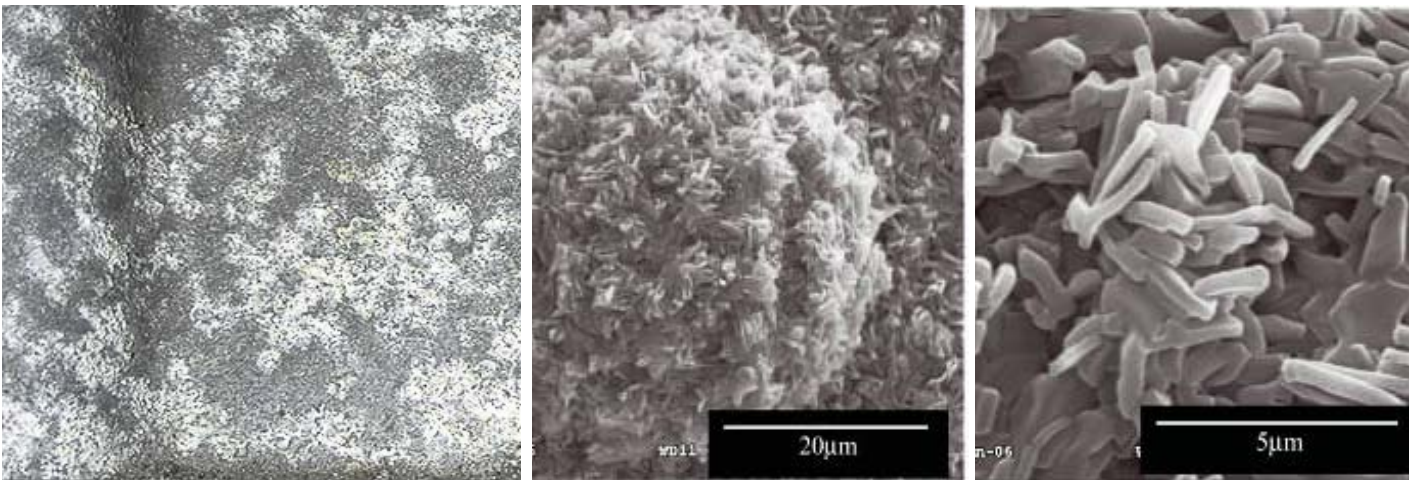


Figura 109. Imagen capa blanca de protección del aluminio, las dos ultimas miradas telescópicamente. Fuente: http://www.natureasia.com/asia-materials/article_images/96.jpg

Serie	Designación	Aleante principal	Fase principal presente en la aleación
Serie 1000	1XXX	99% al menos de aluminio	-
Serie 2000	2XXX	Cobre (Cu)	Al ₂ Cu - Al ₂ CuMg
Serie 3000	3XXX	Manganeso (Mn)	Al ₆ Mn
Serie 4000	4XXX	Silicio (Si)	-
Serie 5000	5XXX	Magnesio (Mg)	Al ₃ Mg ₂
Serie 6000	6XXX	Magnesio (Mg) y Silicio (Si)	Mg ₂ Si
Serie 7000	7XXX	Zinc (Zn)	MgZn ₂
Serie 8000	8XXX	Otros elementos	-
Serie 9000	/	Sin utilizar	-

Figura 110. Tabla Series de aluminio y su aleación principal.

marino se oxide. Sobre la superficie del aluminio y sus aleaciones se forma una fina capa de color gris mate de alúmina, que es impermeabilizante, dieléctrica y se adhiere fuertemente al metal de base. Esto detiene el proceso de oxidación y proporciona durabilidad y resistencia a la corrosión de modo que, en principio, el aluminio sin protección estará paradójicamente protegido. Por ello la oxidación o pasivado natural puede considerarse una forma de acabado, mientras que otras protecciones habituales del aluminio son la imprimación con pinturas y la oxidación electrolítica o anodización.

Sin embargo, otros aspectos del comportamiento químico y eléctrico de este material exigen cierta atención. Mientras que la eficacia de la capa de óxido protector es muy alta en medios próximos a la neutralidad, como el agua de mar o el ambiente marino (ph 7), productos ácidos y álcalis, la sosa, la potasa o la lejía deben ser considerados como sus enemigos.

c. Aleaciones de uso en construcción naval

En la selección de las aleaciones del aluminio para el uso naval se tiene en cuenta la tolerancia a los esfuerzos, conformabilidad, soldabilidad y resistencia a la corrosión. Como la combinación de aluminio con magnesio (Al-Mg) proporciona buenos resultados mecánicos y excelente resistencia a la corrosión, a su grupo (serie 5000) pertenecen la mayoría de chapas y barras que se utilizan para realizar los forros y demás partes de las embarcaciones.

Entre las aleaciones de esta serie se eligen las variedades que presentan mejores características de conformación, soldabilidad y de mantenimiento de sus propiedades tras la soldadura y con el paso del tiempo, siendo así que las típicamente utilizadas son las 5083, 5383, 5086 y más recientemente la 5059, en estados H116 (endurecido por tracción controlada) o H321 (endurecido y estabilizado a baja temperatura).



Figura 111.

Casco con mayor rigidez, mejor estanqueidad, menor mantenimiento. Fuente: http://www.fondear.org/infonautic/barco/Diseno_Construccion/Ventajas_Aluminio/Ventajas_aluminio.htm

En general, las aleaciones obtenidas por deformación plástica en frío presentan unas propiedades mecánicas de límite elástico, elongación y carga de rotura indicadas para la construcción de paneles y de forros, mientras que las que han recibido endurecimiento térmico se adaptan mejor a la configuración de las estructuras internas.

La dureza adicional y facilidad de extrusión que presentan las aleaciones de la serie 6000 (Al-Mg-Si) permite obtener con mayor facilidad los diversos perfiles y pletinas que constituyen la estructura. Las de uso más frecuente son las 6060, 6063 y 6082 con templados T4 (solución, temple y maduración natural) y T6 (maduración artificial a unos 180°).

d. Ventajas

- Mayor resistencia

Es evidente que el aluminio tiene mayor resistencia que la fibra. Esto se traduce en menos averías (no tiene problemas de ósmosis, ni fisuración), y por tanto en menor gasto de mantenimiento. Un choque contra unos bajos de roca o un roce en unos arrecifes,

en fibra supondrían una avería posiblemente importante y de reparación muy costosa. El aluminio, gracias a su elevada ductilidad, es uno de los metales que menos se fracturan, y no da problemas de fisuración.

- Mayor rigidez

Los cascos fabricados en aluminio y también en acero, al realizarse mediante soldadura de todas sus piezas estructurales y estas a su vez con las chapas de recubrimiento adopta una estructura totalmente compacta que produce una gran rigidez estructural, traduciéndose en menores fatigas del material y por tanto en una mayor seguridad y posibilidad de soportar estados de la mar más duros. No en vano cada vez se utilizan más los cascos de acero y aluminio para las embarcaciones destinadas a soportar condiciones duras de la mar. Muchos navegantes transoceánicos aconsejan embarcaciones de cascos metálicos por sus múltiples ventajas.

- Mejor estanqueidad

El aluminio como el acero es ciertamente tan impermeable como la fibra, pero los



Figura 112. Esqueleto casco de aluminio. Fuente: http://www.fondear.org/infonautic/barco/Diseno_Construccion/Ventajas_Aluminio/Ventajas_aluminio.htm



Figura 113. Estructura interior casco aluminio. Fuente: propia del autor, empresa Sitecna S.A.

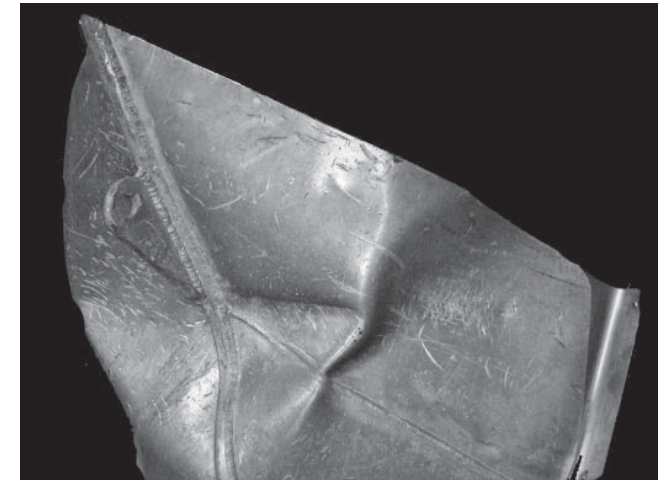


Figura 114. Abolladura casco de aluminio. Fuente: propia de autor.

cascos metálicos en acero o aluminio permiten soldar los distintos elementos de la cubierta o del interior directamente a su estructura. De esta manera no es necesario perforar las cubiertas o elementos estructurales para por ejemplo fijar mediante tornillos pasantes un carril de escotas o cualquier elemento o soporte para una jarcia, incluso una mesa interior o cualquier otro mecanismo, componente o dispositivo. Al eliminar una parte importante de perforaciones disminuye proporcionalmente las posibilidades de perder estanqueidad.

- Menos consumo

El aluminio es más ligero que la fibra, siendo las diferencias mayores a medida que aumenta el tamaño de la embarcación. Esto supone mejor maniobrabilidad, mayores prestaciones y lo que es mas importante, **menor consumo de combustible**.

- Mayor seguridad

El aluminio no se quema con el fuego. Un incendio en una lancha de fibra puede dar con la embarcación en el fondo del mar, ya que ésta se consume. En caso de un choque

contra un fondo rocoso, la fibra se rompe y eso supone un vía de agua en la embarcación, impidiendo la navegación al llenarse el casco de agua. Por el contrario, el aluminio gracias a su elevada ductilidad y baja fragilidad, se deforma y no se fisura, por lo que no hay vía de agua. Para romper el aluminio el golpe tiene que ser muy violento.

- Menor mantenimiento

El aluminio no necesita ser pintado pues es prácticamente inmune a la corrosión. Por ello es normal ver cascos totalmente desnudos y brillantes como acabado final para tales embarcaciones, aunque por cuestión de gustos si se quiere pintar, puede también hacerse, siempre y cuando utilicemos las bases y procesos necesarios. La obra viva necesitará necesariamente la aplicación de antifouling, aunque la incrustación de organismos vivos es menor en el aluminio que en la fibra.

Actualmente esas antiguas complicaciones de corrosión electrolítica ya han sido totalmente solucionadas mediante la correcta utilización de ánodos de sacrificio de mayor electronegatividad que el aluminio como son los de Zinc o los de Magnesio.



Figura 115. Embarcaciones de aluminio, fabricación empresa Sitecna S.A. Fuente: www.sitecna.cl

- Menor costo de reparación

La reparación en aluminio es muy sencilla, al igual que en las chapas de los coches. Un abollón en el casco se puede reparar en tan sólo unas horas, cortando la chapa y soldando una nueva, devolviendo a la embarcación a su estado original con total garantía de resistencia del casco. Sin embargo en fibra, un golpe produce el fenómeno complejo conocido como fisuración, y obliga a reparaciones parciales y muy costosas que no garantizan la resistencia original, ya que la fibra, como su propio nombre indica, no está compuesta por piezas enteras donde la tensión superficial es la misma en todos los puntos.

- Mayor valor residual

El aluminio no se deteriora por la exposición permanente a los rayos solares. Tampoco sufre los efectos de la ósmosis, y resiste mucho mejor la incrustación de algas y lapas cuando la embarcación lleva mucho tiempo inactiva. Esto supone que después de los años, las embarcaciones de aluminio mantienen sus condiciones iniciales, o lo que es lo mismo, están más nuevas que las de fibra. Y por ello, el valor de segunda mano es mayor, y la depreciación, menor.



e. Características generales del astillero sitecna S.A

Sitecna Alumas se orienta a la producción de embarcaciones en aluminio naval soldado. Dichas embarcaciones están destinadas tanto para el uso comercial como deportivo y son aptas para un ámbito laboral riguroso.

1. Normativas de construcción

Las embarcaciones están construidas de acuerdo a normas de construcción del “*American boat and yacht council*” y están fabricadas en aluminio naval series 5000 y 6000 completamente soldadas de acuerdo a normas del “*American welding society*”.

Algunos de los requerimientos principales que certifica la organización son:

- Seguridad de la embarcación
- Fiabilidad de las instalaciones (electricidad y servicios)
- Resistencia estructural



Figura 116. Perfil especial desarrollado por Sitecna. Fuente: Sitecna S.A.

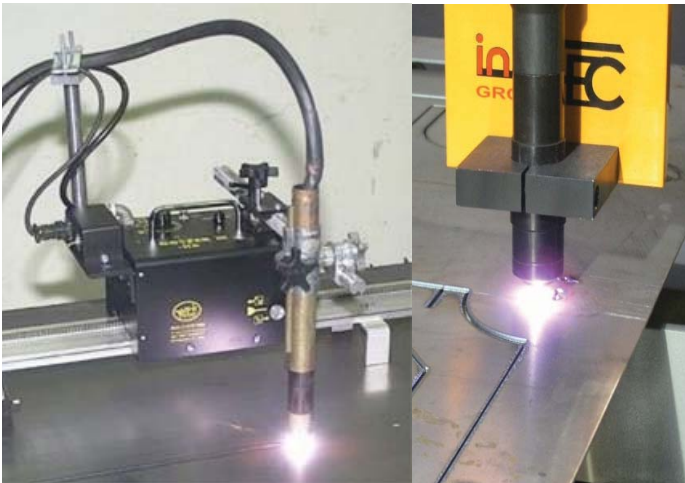


Figura 117. Máquina control numérico, corte de plasma. Fuente: <http://techmec.cl/>

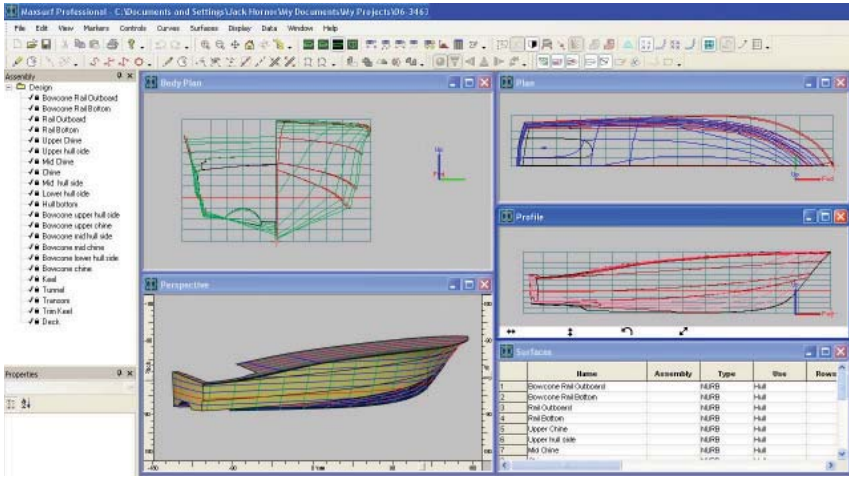


Figura 118. Vista software MaxSurf para definición de piezas estructurales. Fuente: Sitecna S.A.

- Estabilidad
- Control ambiental durante la construcción
- Protección contra incendios
- Utilización de materiales y Aplicaciones del aluminio según norma.

2. Materiales

El material empleado es aluminio naval de las series 5000 y 6000. Se utilizan estas series por ser excelentes para trabajar y soldar además de su alta resistencia a la corrosión al contener una capa anodizada transparente y más liviana.

Se utiliza aluminio en chapas de distintos espesores y de forma tubular y un tipo de perfil macizo desarrollado por la empresa, por medio de extrusión.

Las dimensiones de las planchas son de 6000[mm] X 2000 [mm]. Los espesores de las planchas varían de acuerdo a su ubicación en la embarcación.

3. Proceso constructivo

- El diseño de la estructura se realiza por medio de programas CAD-CAM (Diseño asistido por computadora y fabricación asistida por ordenador); Sitecna utiliza el programa MaxSurf, lo que permite la definición exacta de las piezas que componen la estructura. Todo el proceso de diseño es digital, no se construyen modelos.
- Una vez definidas las piezas, se cortan con una máquina por medio de control numérico (corte de plasma), siendo finalmente las piezas exactamente iguales a como se definieron.
- Se construye de afuera hacia adentro. Primero se arma el forro (bandas y paredes laterales) y luego se presentan en un bastidor y se sueldan las cuadernas. Esto para acelerar el proceso constructivo
- Las planchas son cortadas lisas y toman la curvatura del casco al ser soldadas.
- Se suelda la quilla y las vigas longitudinales, estructuradas por medio de perfil en L.



Figura 119. Lancha de aluminio en construcción en empresa Sitecna S.A.
Fuente: elaboración propia de autor.

- El plegado de planchas en caso de ser necesario se hace en forma manual.
- Luego de tener la estructura del casco se construyen las zonas estancas y la superestructura.
- Se instalan los diferentes sistemas; bombas, motores, sistemas eléctricos, etc.
- Se construyen e instalan los elementos correspondientes a la habitabilidad de la lancha.

El tipo de soldadura empleado es la soldadura MIG.(Para ver mas detalle ver anexos).
En algunos casos, cuando el cliente lo requiere se realiza el pintado de la embarcación



Figura 120. Detalle barra de 20 mm para union de bandas laterales con el suelo del casco.
Fuente: propia de autor, visita empresa Sitecna S.A

Consideraciones:

Para una lancha de 10 a 15 mts de eslora, en la unión de las bandas con las chapas laterales de la embarcación, se utiliza una barra de 20 [mm] de diámetro que refuerza la soldadura y otorga mayor resistencia a los golpes contra borde al ser arrastrada. Además de garantizar un margen de error mayor que si se soldaran canto contra canto.

Al momento de diseñar una lancha se debe sobredimensionar el uso de esta. Se debe construir más resistente y pensando en sus usuarios pueden no cumplir con las indicaciones de uso (las golpean contra los muelles, las sacan del agua y las arrastran por la playa, las sobre cargan, las usan a mayor velocidad de la permitida, etc.)

Detalles constructivos de embarcaciones de la empresa SITECNA:

Imágenes de travesía 2011, visita empresa Sitecna S.A. Fotografías elaboradas por Leslie Krebs y Jean Araya.

- Detalles de soldadura MIG., visita empresa .



- Detalle interior de cuadernas y perfiles longitudinales.



IV. HIPOTESIS

- + Colocando perfiles hidrodinámicos debajo del casco, se generara sustentación sobre éste, levantándolo fuera del agua, obteniéndose menor resistencia y mayor velocidad.
- ++ Adaptando el principio del transbordador, se tiene capacidad de acercamiento y conexión al borde marítimo, con el despliegue de una rampa de acceso.
- +++ Plegando los asientos a las bordas, lograr una planta libre.

IV. Hipótesis

1. Hipótesis general de la embarcación

a) Colocando perfiles hidrodinámicos debajo del casco, puede lograrse que a partir de una cierta velocidad , la sustentación generada sobre el ala logre levantar el casco fuera del agua, así se disminuye drásticamente la fuerza de arrastre sobre la embarcación, ahorrando consumo de combustible y evitando el golpeteo de las olas de corta longitud de onda sobre él.

b) Adaptando el principio del transbordador, que tiene capacidad de acercamiento y conexión al borde marítimo, con el despliegue de una rampa de acceso, permite el desembarco de personas, bienes o un vehículo en forma segura, sin requerir de muelles ni infraestructura portuaria.

c) Plegando los asientos a las bordas, se logra una planta libre con cualidades polifuncionales. . Esto da capacidad de la embarcación para adaptarse a los distintos requerimientos de uso, ya sea para las salmoneras, el turismo o los pobladores.

2. Hipótesis específica por cada etapa cursada

1ª etapa magíster

- A través de pruebas hidrodinámicas del modelo a escala 1:12 se podrá medir la resistencia y la velocidad del modelo a través de instrumentos de medición inalámbrica.

- Alivianando el peso del modelo heredado de estudios anteriores se podrá realizar las pruebas de resistencia con el peso real correspondiente a su escala. Solo así se logrará realizar pruebas con un modelo fiel al prototipo y cumplir con las leyes de semejanza geométrica y dinámica. (Bajar de 12kg a 8,6 kg que corresponde a 15 toneladas para un prototipo.)

- Diseñando y construyéndole una carcasa con la forma de la superestructura al modelo (casco) se podrá realizar pruebas fieles que demuestren las resistencia aerodinámicas de la superestructura en relación al casco solo.

2ª etapa magíster

- Se debe medir la resistencia y la velocidad del modelo a velocidades bajas, 10 a 20 nudos, a través de instrumentos y pruebas en laboratorios, pruebas de resistencia con el peso real correspondiente a su escala a bajas velocidades, carga máxima de 8,6 kg. que corresponde a 15 toneladas para un prototipo.
- Se debe intervenir la proa para el funcionamiento adecuado del plegamiento del perfil alar de proa, se debe acortar. Se deberá rectificar el funcionamiento de la rampa, su geometría de abertura y cierre.
- Para que la rampa de acceso sea un pórtico de ingreso para un vehículo se debe rediseñar el plegamiento del suelo del Puente de mando, ya que el asesoramiento de la empresa Sitecna S.A. nos indicó que el sistema del diseño que se estaba utilizando era muy complejo de realizar. Nos aconsejó llegar a una forma más simple, más viable.
- Para hacer de la embarcación un lugar confortable y habitable se deben ubicar y calcular la red de ventilación y calefacción, la red de agua potable, salada y grises, al igual que sus respectivos estanques.

3ª etapa magíster

- Diseñando y luego dibujando digitalmente la estructura del casco, rampa de acceso y de la superestructura en el software Autodesk AutoCad 3D, podremos calcular el peso exacto de la embarcación, obteniendo así un cuadro de carga fiel a la realidad.
- Los asientos de los pasajeros se deben plegar a los bordes del interior de la embarcación para disponer de una planta libre que permita la transformación del espacio a los múltiples requerimientos de uso.
- Se debe medir la resistencia y la velocidad del modelo pero sin los perfiles alares, en condición de lancha tradicional. Esto es para obtener el fundamento principal de este proyecto, para tener una comparación entre una embarcación tradicional y una con perfiles hidrodinámicos, donde la velocidad alcanzada debiera ser más alta y su consumo de combustible mas bajo.

V. METODOLOGÍA

+	V.1. Requerimientos de alto nivel (RAN) y la espiral de diseño (Curso magíster “Introducción a los sistemas marítimos, profesor S. Ostornol)	+++++	V.5. Planimetrías 2D en software Autodesk AutoCAD
++	V.2. Pruebas hidrodinámicas aplicadas al modelo escala reducida (1:12) (Curso magíster “Teoría de modelos”, profesor Boris Ivelic)	++++++	V. 6. Método de representación en base a proyecciones tridimensionales, 3d en software Autodesk AutoCAD
+++	V.3. Pruebas aerodinámicas aplicadas al modelo escala reducida (1:12) (Curso magíster “Teoría de modelos”, profesor Boris Ivelic)	+++++++	V.7. Maquetas a escala
++++	V.4. Análisis dimensional y semejanza dinámica (ecuaciones de similitud) (Curso magíster “Hidrodinámica”, profesor Ramiro Mege)	+++++++	V. 8. Cálculo de la estabilidad estática (Teoría de buque) (Curso magíster “Teoría náutica 1: Estabilidad ”, profesor Boris Guerrero)
		+++++++	V.9. Cálculo de hélice (Asesoría profesor Carlos Sanguinetti, universidad Austral de Chile)

V.1. Espiral de diseño y los requerimientos de alto nivel (RAN)

El proceso de diseño comienza con el planteamiento de los requerimientos de alto nivel, los cuales buscan generar una solución para el demandante. La metodología de la espiral de diseño ordena estos requerimientos de acuerdo a una relación cíclica, de manera que en cada paso las características del proyecto van mejorando una en relación a la otra. De esta forma se estudian las coordenadas más importantes y su relación en que afectarán al diseño final.

a- Tipo de proyecto

b- Requerimientos del Cliente

- 1. ¿Qué es lo que se quiere?
¿Para que se quiere? Prioridades y opción adicional pero no principal (necesidades)
- 2. ¿Para que territorio se requiere?
- 3. Solución propuesta (hipótesis)

c- Partes interesadas

- | | |
|----------------------|-----------------|
| 1.Dueño (armador) | 5.Astillero |
| 2.Financiero | 6.Certificación |
| 3.Diseñador | 7.Comunidad |
| 4.Autoridad Marítima | |

d- Requerimientos Legales

- 1. Normativa de Gobernación Marítima.
- 2. Requerimientos clasificadoras.

e- Requerimientos técnicos

- 1. Investigación de sistemas hidrofoil(ejemplo)
- 2. Requerimientos embarcación



Figura 1. Espiral de diseño de buque. Fuente: Clase de magíster Introducción a Sistemas Marítimos del profesor S.Ostornol

:: EJEMPLO ESPIRAL DE DISEÑO R.A.N DE UNA EMBARCACIÓN

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. Datos embarcación: Eslora, Manga, Puntal | 9. Habitabilidad |
| 2. Geometría y Estructura del Casco y Superestructura | 10. Aerodinámica |
| 3. Peso embarcación, volumen desplazado, calado | 11. Hidrodinámica |
| 4. Propulsión | 12. Sistemas de seguridad |
| 5. Redes | 13. Sistema de amarres, atracar |
| 6. Estabilidad | 14. Vida útil |
| 7. Potencia motor , Velocidad | 15. Costo |
| 8. Reserva de Flotabilidad | |

El espiral de diseño es una representación, no es un absoluto. Es a partir de los requerimientos de alto nivel, por lo que nos vamos aproximando al centro donde está la respuesta. Partimos desde arriba, hasta llegar al centro. Con esto se hace un supuesto de qué tamaño de barco queremos, una hipótesis y al avanzar se darán otras características que determinarán por ejemplo el peso del barco, y luego de ver el peso será la estabilidad, etc.



Figura 2. Pruebas de modelo escala 1:12 con perfiles hidrodinámicos y sin perfiles, con y sin superestructura. Fuente: L.Krebs

V. 2. Prueba Hidrodinámica en el Canal de Arrastre, estero Mantagua,(1):

La metodología serán pruebas aplicadas al modelo a escala 1:12 con y sin carcasa, con y sin perfiles alares, pruebas para verificar el comportamiento del modelo, para verificar la posición y ángulo de ataque de los perfiles, para analizar la estabilidad del modelo en vuelo, para obtener su resistencia y velocidad en estado tradicional y en vuelo, y observar el comportamiento de los fluidos.

Son ensayos digitalizados en base al modelo a escala 1:12, que se remolca en el canal de pruebas. Se van incrementando distintas velocidades y se va determinando los respectivos roces o resistencia que tiene el modelo en relación al agua. La medición de la resistencia (roce o fuerza) la da un dinamómetro y la velocidad la da un sistema telemétrico, ambos dan señales de radio inalámbricamente a un computador, a un software el cual interpreta los datos y da gráficos cuyas coordenadas son el roce en función de la velocidad.

Sabiendo la fuerza (roce) y la velocidad del modelo, podemos extrapolar la información y obtenemos la potencia requerida para las distintas velocidades a las que se desee navegar.



Figura 3. Estero Mantagua, Ritoque, Ciudad Abierta. Estructura flotante con sistema de contrapesos y mesa con computador que registra inalámbricamente la velocidad y la resistencia del modelo. Fuente: L.Krebs..

1) El canal de arrastre consta de un sistema de medición en base a poleas y contrapeso de caída libre. Consta de una plataforma de aluminio, sustentada por pontones plásticos inflados.. En ésta se monta una escala de aluminio de tijera, conteniendo en su parte superior el sistema de poleas y contrapesos. La regulación de la velocidad de arrastre del modelo se obtiene calibrando la cantidad de peso.

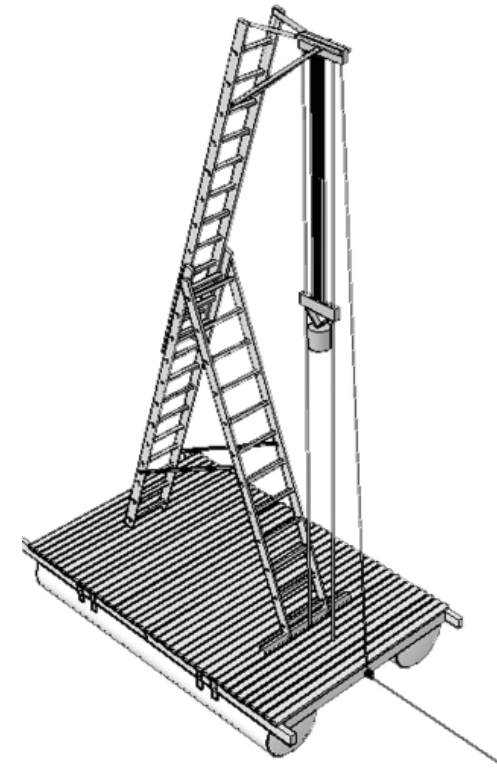


Figura 4. Esquema estructura flotante con sistema de contrapesos para arrastre del modelo.



Figura 5. Esquema Canal de arrastre.



Figura 6. Secuencia de imágenes de una de las pruebas de modelo en canal de arrastre con y sin carcasa o superestructura. Fuente: L.Krebs, 20011



Figura 7. Túnel de viento con modelo embarcación hidrofoil en su interior. Fuente: L.Krebs, 2011

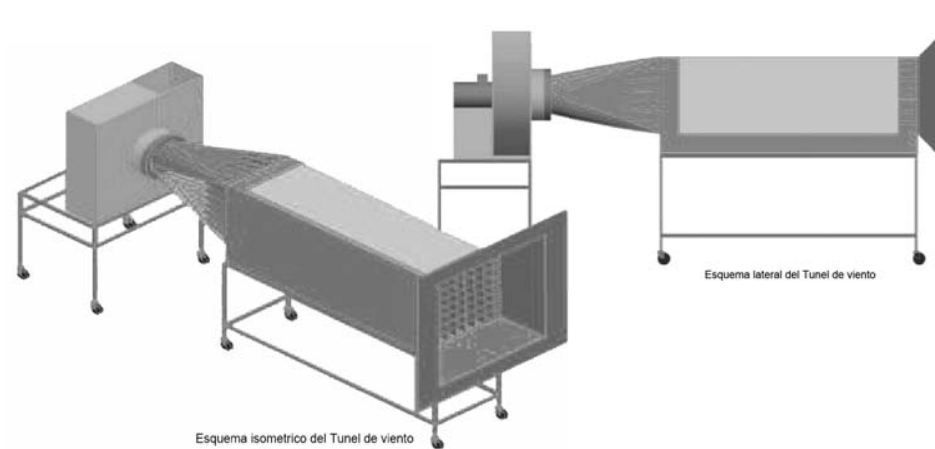


Figura 8. Esquemas del túnel de viento.

V.3. Pruebas Aerodinámicas en el Canal de viento, Escuela de Ingeniería Mecánica de la PUCV-Quilpué (2):

Son ensayos que buscan calcular el coeficiente de arrastre del modelo en estado de vuelo (casco elevado), para saber la resistencia o fuerza de arrastre a la que está sometido el modelo en relación al aire (viento). El modelo se somete a distintas condiciones de vientos.

Se prepara una plataforma de poliestireno expandido (plumavit) para poner al modelo en posición de vuelo sobre la superficie del agua del túnel, esto es para que se pueda desplazar el modelo en el interior del canal en relación al viento que se aplique.

Se instala un cordel amarrado a la proa del modelo y el otro extremo se conecta un dinamómetro que está fuera del túnel, entonces cuando se aplica cierta intensidad de viento, el modelo se desplaza y el dinamómetro marca la resistencia ejercida del aire sobre este.

También se realizan observaciones de los flujos de aire y las turbulencias por medio de una estela de humo. (Se realiza un registro fotográfico del movimiento del humo sobre el modelo en las distintas velocidades de viento con respecto a la cuadrícula de fondo, así como registro audiovisual se puede analizar y ver los flujos laminares y turbulentos).

(2) El túnel de viento es una herramienta de investigación, para el estudio en modelos a escala reducida, del comportamiento aerodinámico del aire. Las dimensiones del túnel utilizado en estas pruebas son de 300 cm. de largo, con secciones de 60cm. x 60cm. conteniendo una cámara de observación de acrílico de 200cm. x 60cm. y pared de fondo negra con cuadrículas blancas. Posee una superficie de agua, conformado por un estanque de 15 cm. de profundidad, donde se fondean los modelos flotantes, para las pruebas aerodinámicas. El aire es aspirado por medio de una turbina situada en uno de los extremos del túnel. Ambos extremos poseen bocatomas y rejillas metálicas para generar flujos laminares al interior de la cámara. Inyectando humo se visualiza el movimiento geométrico de las partículas, al chocar con las superficies de los modelos.

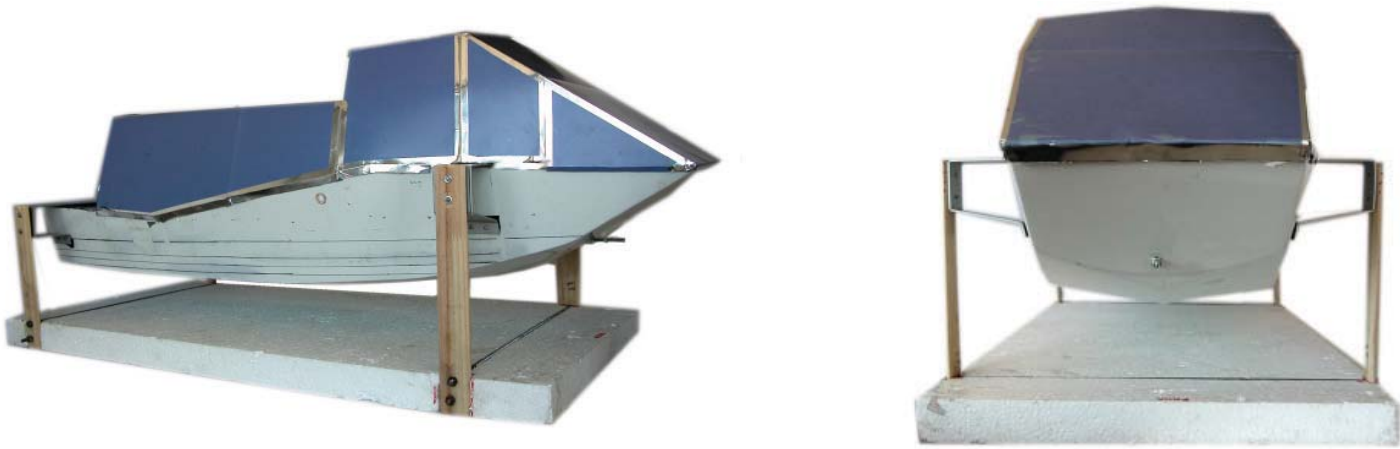


Figura 9. Modelo de embarcación hidrofoil sobre plataforma de plumavit. Fuente: L.Krebs, 2011

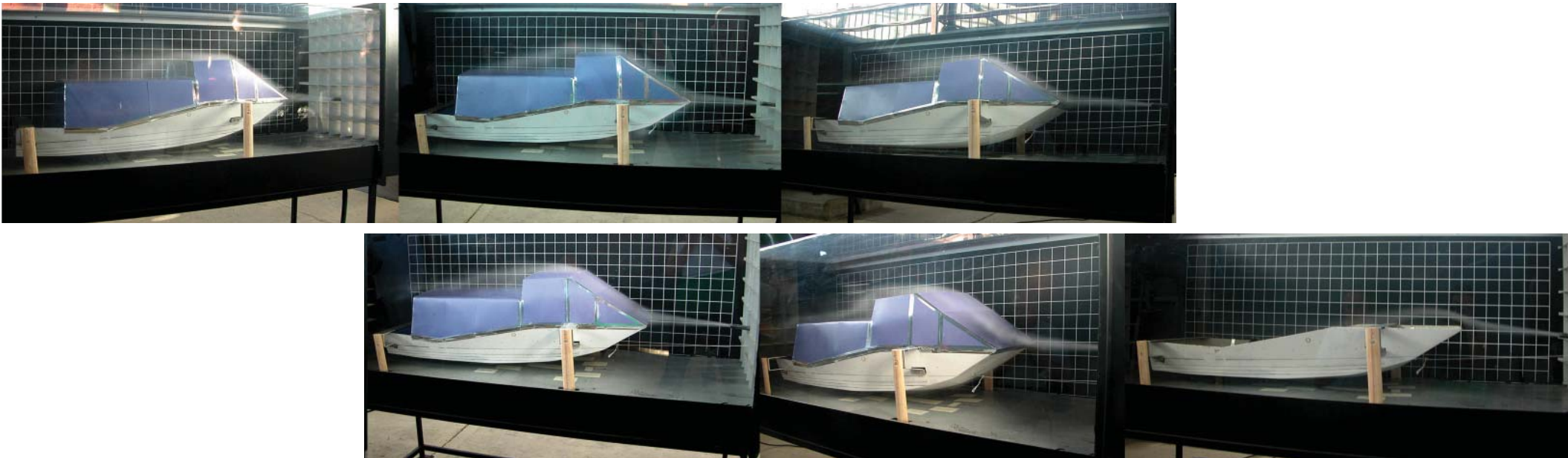


Figura 10. Pruebas aerodinámicas en túnel de viento con el modelo de la embarcación hidrofoil con y sin carcasa. Fuente: L.Krebs, 2011

V.4. Análisis dimensional y semejanza dinámica mediante ecuaciones de similitud. (Curso de hidrodinámica dictada por el profesor R.Mege)

Análisis dimensional y semejanza dinámica para cálculo de Potencia efectiva de la embarcación. Se extrapolan los resultados del modelo al prototipo.

Para determinar las relaciones existente entre una embarcación y su modelo a escala, se deben establecer su semejanza geométrica y dinámica. Un modelo debe ser una copia lo más fiel posible al prototipo.

Similitud geométrica: todas las longitudes deben reducir en la misma proporción, o sea si λ es la escala y L las longitudes (x,y,z), la relación entre modelo (m) y prototipo (p) sería:

Para longitudes:
$$\lambda = \frac{L_p}{L_m}$$

Para superficie (área):
$$\frac{Area_p}{Area_m} = \lambda^2 \qquad \frac{x_p \cdot y_p}{x_m \cdot y_m} = \lambda^2$$

Para un volumen:
$$\frac{x_p \cdot y_p \cdot z_p}{x_m \cdot y_m \cdot z_m} = \lambda^3$$

* En el caso del peso sería: $Peso\ prototipo / Peso\ modelo = \lambda^3$

Similitud dinámica: esto significa que existiendo una similitud geométrica, debe producirse una relación fija entre fuerzas, esfuerzos, velocidades, aceleraciones, etc.

Esto se logra mediante el empleo de varios parámetros adimensionales que agrupan a las variables que están interviniendo.

En este caso se quiere encontrar la potencia efectiva del prototipo y para ello se utiliza la siguiente tabla con sus respectivas ecuaciones de similitud. Cada item mostrado en la tabla está en relación de algún otro.

CALCULO POTENCIA EFECTIVA																				
Identificación de embarcación:			Embarcación con hidrofoil																	
Tipo de ensayo:			Ensayo en sistema de arrastre flotante con y sin superestructura																	
Fecha			27/05/2011																	
OBSERVACIONES: Embarcación en vuelo			DATOS MODELO Y PROTOTIPO																	
			Modelo:						Prototipo:											
			Eslora		Lm =		0.2		[m]		Eslora		Lp =		13.2		[m]			
			Escala		λ =		12		[-]											
			Superficie mojada		Sm=		0.2		[m²]		Superficie mojada		Sp =		28.80		[m²]			
			Canal de pruebas																	
Longitud						D =		30		[m]										
Agua canal						Agua navegación														
Densidad = ρm=		ρm=		1,000		[kg/m³]		Densidad		ρp =		1,000		[kg/m³]						
Viscosidad= μm=		μm=		0.001518		[Pa s] a 5 [°C]		Viscosidad		μp =		0.001518		[Pa s] a 5 [°C]						
DATOS PRUEBAS			CALCULOS																	
			MODELO							PROTOTIPO										
Prueba N°	Velocidad modelo Vm [m/s] [NUDOS]	Resistencia Total R _{Tm} [kp] [N]	Coef. Res. Total C _{Tm} [-]	N° Reynolds R _{Lm} [-]	Coeficiente Friccional C _{Fm} [-]	Coef. Res Residual C _{Rm} [-]	Resistencia Friccional R _{Fm} [N]	Resistencia Residual R _{Rm} [N]		Velocidad prototipo Vp [m/s] [NUDOS]	N° Reynolds R _{Lp} [-]	Coeficiente Friccional C _{Fp} [-]	Resistencia Friccional R _{Fp} [N]	Resistencia Residual R _{Rp} [N]	Resistencia Total R _{Tp} [N]	Potencia Efectiva EHP HP	20% Potencia perdida THP / DHP/ SHP/BHP/IHP	EHP + P.Perdida HP		
Sin carcaza y tomando 3 pruebas exitosas a los 9 seg																				
9 seg x ser el tiempo medio de vuelo																				
Prueba 1 de 30 kg	1.29	9	0.5337	169,435	0.0007	0.5330	0.1190	8.8810		15.4321	134,192,163	0.0002	2,056.72	15,346.43	17,403.15	360.23	72.05	432.27		
	2.50	88.260								30.00										
Prueba 2 de 30 kg	1.41	8.45	0.4141	186,378	0.0007	0.4134	0.1403	8.3097		16.9753	147,611,379	0.0002	2,477.54	14,359.12	16,836.66	383.35	76.67	460.02		
	2.75	82.866								33.00										
Prueba 14 de 32,5 kg	1.16	10.5	0.7687	152,491	0.0007	0.7679	0.0992	10.4008		13.8889	120,772,947	0.0002	1,674.32	17,972.67	19,646.99	366.01	73.20	439.21		
	2.25	102.970								27.00										
																Promedio HP	369.86	Promedio HP	443.84	
Con carcasa y tomando 3 pruebas exitosas a los 9 seg																				
Prueba 16 de 32,5 kg	1.41	9.5	0.4656	186,378	0.0007	0.4649	0.1403	9.3597		16.9753	147,611,379	0.0002	2,477.54	16,173.52	18,651.06	424.67	84.93	509.60		
	2.75	93.163								33.00										
Prueba 17 de 32,5 kg	1.29	10.5	0.6226	169,435	0.0007	0.6219	0.1190	10.3810		15.4321	134,192,163	0.0002	2,056.72	17,938.43	19,995.15	413.88	82.78	496.66		
	2.50	102.970								30.00										
Prueba 18 de 30 kg	1.37	9.5	0.4951	180,730	0.0007	0.4944	0.1330	9.3670		16.4609	143,138,307	0.0002	2,333.01	16,186.12	18,519.12	408.88	81.78	490.66		
	2.67	93.163								32.00										
																Promedio HP	415.81	Promedio HP	498.97	

Las ecuaciones utilizadas para llegar al EHP del prototipo son las que se muestran a continuación: (cuando se hacen las pruebas los datos que se obtienen son la velocidad y la Resistencia total del modelo (RTm))

		MODELO							PROTOTIPO						
Velocidad modelo	Resistencia Total	Coef. Res. Total	N° Reynolds	Coeficiente Friccional	Coef. Res Residual	Resistencia Friccional	Resistencia Residual		Velocidad prototipo	N° Reynolds	Coeficiente Friccional	Resistencia Friccional	Resistencia Residual	Resistencia Total	Potencia Efectiva
Vm	R _{Tm}	C _{Tm}	R _{Lm}	C _{Fm}	C _{Rm}	R _{Fm}	R _{Rm}		Vp	R _{Lp}	C _{Fp}	R _{Fp}	R _{Rp}	R _{Tp}	EHP
[m/s]	[kp]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N]	[N]		[m/s]	[-]	[-]	[N]	[N]	[N]	HP
[NUDOS]	[N]								[NUDOS]						

Nº Reynolds modelo

$$R_{lm} = \frac{V_m L_m \rho_m}{\mu_m}$$

Coeficiente de Resistencia Total

$$C_{Tm} = \frac{R_{Tm}}{\frac{1}{2} V_m^2 S_m \rho}$$

Coeficiente Friccional modelo

$$C_{Fm} = \frac{0,0075}{(\log R_{LM} - 2)^2}$$

Resistencia Residual modelo

$$R_{Rm} = R_{Tm} - R_{Fm}$$

Resistencia Friccional modelo

$$R_{Fm} = \frac{S_m V^2 \rho_m}{2} C_{Fm}$$

Coeficiente Residual modelo

$$C_{Rm} = C_{Tm} - C_{Fm}$$

Resistencia Total Prototipo

$$R_{Tp} = R_{Rp} + R_{Fp}$$

Coeficiente Friccional prototipo

$$C_{Fp} = \frac{0,0075}{(\log R_{Lp} - 2)^2}$$

Resistencia Residual prototipo

$$R_{Rp} = R_{Rm} \hat{\lambda} \frac{\rho_p}{\rho_m}$$

Resistencia Friccional prototipo

$$R_{Fp} = \frac{S_p V^2 \rho_p}{2} (C_{Fp} + \Delta C_{Fp})$$

V = velocidad
L = longitud, eslora
ρ = densidad del agua
μ = viscosidad del agua

S_m = Superficie mojada (area en contacto con el fluido, en este caso el area de los perfiles, tomando superficie de arriba y abajo)
R_T = Resistencia Total (dato que se obtiene en la prueba de arrastre)
C_T = Coeficiente de Resistencia Total
C_F = Coeficiente friccional
R_R = Resistencia Residual
R_F = Resistencia friccional
C_R = Coeficiente Residual
EHP = Potencia Efectiva prototipo

Potencia Efectiva

* cuando se le agraga sub 'm' o sub 'p', se refiere a modelo o prototipo respectivamente.

$$EHP_p = R_{Tp} * V_p$$

Capítulo V

152 | Metodología

V.5 Planimetría, software Autodesk AutoCAD 2D

Las planimetrías corresponden a elevaciones, cortes y vistas generales, proyectadas digitalmente en *software Autodesk Autocad*, donde se comprueban los calces geométricos de las estructuras, los sistemas de energías y mecanismos móviles.

V.6. Modelamiento 3D.

Método de representación en base a proyecciones tridimensionales, 3d en software Autodesk AutoCAD

- a. Cálculo del peso y geometría de la estructura del prototipo
- b. Distribución y carga de los elementos energéticos (calefacción y ventilación), estanques y redes de aguas.

V.7. Maquetas a escala

- a. Comprobación de su forma, geometría y estructura
- b. Comprobación de su funcionamiento

V.8. Cálculo de la estabilidad estática de la embarcación.

Se realiza a través de representación de plano de líneas, tablas de puntos, curvas

cruzadas, curvas de estabilidad y cuadro de cargas. (Teoría de buque)

Esto debe demostrar el cumplimiento de las normas de la Organización Marítima Internacional, OMI. (Son las normas básicas de estabilidad para navegar que se exigen)

V.9. Cálculo de hélice

Una opción es hacer el cálculo de hélice utilizando un software diseñado por C.Sanguinetti y la otra es un cálculo manual usando diagramas Bp- δ (Gráficos de Wageningen). Estos dos métodos nos entregarán los cálculos necesarios para el diseño de la hélice:

Diámetro óptimo, el paso de la hélice, relación de área o DAR, H/D, rendimiento de hélice, coeficiente de carga (Bp), coeficiente de empuje (Kt), coeficiente de torque, coeficiente o grado de Avance (J) y Coeficiente de cavitación, la potencia del motor que se debe entregar a la hélice BHP, torque suministrado a la hélice y potencia absorbida por el propulsor (DHP). (Para más información ver capítulo fundamento técnico,III.3. f. Teoría de hélices)

VI. RESULTADOS

+	Requerimientos de alto nivel y la espiral de diseño
++	Pruebas hidrodinámicas, aerodinámicas y de análisis dimensional y semejanza dinámica.
+++	Planimetrías y procesos constructivos
++++	Modelamiento 3D, software AutoCAD
+++++	Maquetas a escala de estudio
++++++	Cálculo de la estabilidad estática (Teoría de buque)
+++++++	Cálculo de hélice

† Lancha rápida con perfiles hidrodinámicos

VI.1. Espiral de diseño basado en los requerimientos de alto nivel.

Resumen de los datos obtenidos en relación al desarrollo de todos los items del R.A.N de la embarcación:

- Tipo embarcación: Monocasco con perfiles hidrodinámicos
- Eslora máxima: 13 [m]
- Eslora Línea Flotación: 10 [m].
- Manga máxima: 4,8 [m].
- Manga con Perfiles hidrodinámicos: 8 [m]
- Puntal casco popa: 1,44 [m]
- Puntal casco proa :2,03 [m]
- Puntal con Perfiles hidrodinámicos: 2,46 [m]
- Calado a máxima carga: 0,40 [m]
- Material Casco: Aluminio Naval serie 5000- 6000/Soldaduras normas AWS
- Peso Liviano: 6,4 [tn]
- Desplazamiento: 15 [tn]
- Peso Carga Máxima móvil: 3,5 [tn]
- Capacidad pasajeros: 20 + 3 tripulantes
- Altura habitable interior: 2,30 [m]/ 1,95 [m]
- Combustible Diesel: 500 [lt], 2 estanques
- Agua Potable: 700 [lt], 2 estanques

- Planta tratamientos aguas negras: LectraSan LST/MC (x electrolisis)
- Motor Principal Marino Diesel: Cummins QSC8.3-500HP o Volvo D9-500HP
- Consumo : 29 lts x hora con un recorrido de 37 Km (1,27 lts x km)
- Central Hidráulica (Diseño Escuela Ing. Mecánica PUCV-R. Mege, impulsada por motor a combustión)
- Propulsores-timón: 2 Hélices, 2 motor rotativo hidráulico hermético 950 rpm, 170 kg/m, 223Hp para cada Hélices de 27" diámetro de 4 palas.
- Cilindros hidráulicos rampa de acceso: Un par de cilindros de doble efecto, vástago de 50 [mm] de diámetro, camisa de 70 [mm] de diámetro, carrera de 1700[mm], largo total cilindro 2000 [mm], peso de 90 [kg], funcionamiento entre 1000 y 3000 psi, capacidad de 600 kg de carga.
- Generador: DG-12E diesel voltaje salida 50HZ/220 V, autonomía 8 hrs, partida eléctrica, 20Hp-11kw, 3000 Rpm, consumo 5 lts hora
- Velocidad: 17 a 25 Nudos en modalidad hidrofoil, 20 nudos velocidad crucero.
- Autonomía: 487 Km. a 20 Nudos (13 hrs)/ 270 Km. A 25 nudos (6 horas)
- Costo: Capex: 280.000.000, Opex: Por definir

TIEMPO Y RECORRIDO

- Recorrido Hornopirén a Leptepu : 60 km / Tiempo estimado: 1 hora 40 min Recorrido
- Hornopirén con paradas a Leptepu: 72 Km / Tiempo estimado 2 hrs.
- Recorrido Hornopirén a Pto.Montt :105 Km / Tiempo estimado 2hrs y 50min

REQUERIMIENTOS DE ALTO NIVEL:

a.-Tipo de proyecto

Es un proyecto autogenerado. Corresponde a un estudio de diseño náutico del programa de Magíster en Diseño Náutico y Marítimo de la PUCV.

b.- Requerimientos del Cliente

¿Qué es lo que se quiere? ¿Para que se quiere?

Se requiere el diseño y construcción de un medio de transporte marítimo rápido de pasajeros para disminuir los tiempos de traslado y prestar asistencia a los organismos públicos, de uso polifuncional, adaptable a todos los requerimientos de sus habitantes y de las salmoneras, con rapidez, eficiencia y seguridad, permitiendo la evacuación de urgencia en caso de enfermos y accidentados, además de tener la posibilidad de trasladar un vehículo tipo ambulancia o maquinaria menor y poder llegar a cualquier tipo de orilla del Fiordo sin necesidad de infraestructura.

1. Prioridad: Transporte de Pasajeros

20 Personas (Siendo el público objetivo los colonos de la zona, trabajadores de las salmoneras, los que van a entregar algún servicio, ejemplar rondas médicas, servicios social, registro civil, etc.)

2. Secundario: Transporte de cargas

Cargas Individuales tales como bolsos de mano, equipajes, abastecimiento de víveres (saco harina, saco papa, gallinas, cajas, bicicletas) además de reservas de energía (baterías, combustibles) y carga pesada, transporte de un automóvil tipo ambulancia o maquinaria menores (montacargas, retroexcavadora pequeña, etc)

3. Espacio Multiuso (opción adicional pero no principal)

Que permita dar lugar al traslado de las diversas áreas del municipio (salud, bomberos, carabineros, registro civil, depto de Educación) permitiendo la asistencia social a los

habitantes del fiordo Comau:

- Apoyo a las rondas médicas
 - Capacidad de la embarcación para asistir a los enfermos y traslado de profesionales para efectuar las rondas médicas de rutina dentro del control sanitario de la zona
- Asistencia en las emergencias
 - Traslados de personal especializado del cuerpo de bomberos, paramédicos
- Traslado de las oficinas y servicios públicos (Oficina itinerante)
 - Oficina de registro civil, Oficina electoral, Banco móvil
- Asistencia a las empresas Privadas
 - Montaje de laboratorio de patología y Análisis para salmoneras (Módulos adosables a la embarcación a modo planta libre).
- Turismo
 - Fomentar el turismo en la zona para que la zona tenga mayores ingresos económicos y poder mejorar la calidad de vida de los colonos

c.- ¿Para que territorio se requiere?

Fiordo Comau (60 Km. de extensión) X Región, a la altura de Dalcahue en la zona continental. Unidad geográfica con cuatro empresas salmoneras y 8 poblados, teniendo como cabecera al pueblo de Hornopirén, la Municipalidad de Hualaihue, allí se encuentran los servicios públicos, el abastecimiento, el policlínico y los colegios. Lugar donde se interrumpe la carretera Austral y sólo se puede continuar vía marítima.

Problemáticas del territorio:

- Ola corta: golpea y daña los cascos, aumenta consumo combustible y es una navegación incomoda.
- Ausencia de infraestructura portuaria: acceso con dificultad a los bordes.

† Lancha rápida con perfiles hidrodinámicos

- Carencia de embarcaciones adecuadas: Lentitud extrema de las embarcaciones de los colonos.

d.- Solución propuesta (hipótesis):

d.1. Incorporando Perfiles hidrodinámicos:

Se obtendrá mayor velocidad (20 a 30 nudos), menor roce, mayor rendimiento, evitando la destructora ola corta. Para los usuarios será una navegación suave y estable y no tiene los movimientos de escora ni de cabeceo que producen mareo. Esta lancha demoraría 1 hora y 30 minutos en recorrer el Fiordo (60 Kms.) Las lanchas actuales lo hacen en promedio entre 4 y 5 horas.

Respecto a una lancha rápida y a similitud de velocidad, la lancha con perfiles hidrodinámicos tiene entre un 30% y 50% menos de roce y por tanto de consumo de combustible.

d.2. Materialidad de aluminio:

Utilizando como materialidad el ALUMINIO obtendremos una lancha de bajo peso en relación a otros materiales (1/3 de la densidad del acero), resistente a la intemperie y el agua de mar, ofrece mayor seguridad frente a eventuales colisiones o varadas. La relación de dureza/peso es excelente, es totalmente inmune al proceso de osmosis (a diferencia de la fibra de vidrio que uno de sus peores enemigos es la osmosis)

d. 3. Incorporando una Rampa biarticulada de acceso:

Basado en el principio de la barcaza, que permite arribo directo a los bordes, existiendo continuidad del suelo entre barco-rampa-playa, con pendientes mínimas y sin escalones. Fluidez y seguridad para las personas y sus enseres, especialmente niños, ancianos y enfermos que deben ser trasladados en camillas o sillas de ruedas.

d. 4. Lancha polifuncional:

Con un interior dotado de asientos que se pliegan y se adosan a los bordes, dejando una planta libre en el salón principal, permitiendo transformar su habitabilidad, para las distintas necesidades y misiones.

- a .modalidad tipo bus para traslado de personas y turismo
- b. traslado de ambulancia o mini maquinaria para construcción.
- c. equipo de bomba contra incendio.
- d. consultorio para ronda médica o equipo dental
- f. laboratorio de análisis y patologías para las salmoneras.
- g. oficinas fiscales itinerantes.
- h. biblioteca y sala de exposiciones itinerante.
- i. patrullaje y control.

c.- Partes interesadas

1. Dueño (armador):

Prototipo inicial: Programa de Magíster Diseño Náutico y Marítimo PUCV.

Prototipos posteriores: Municipios (administración)

2. Financiero:

Fondos Fondef o Corfo, como entidad crediticia del proyecto.

Empresas privadas que apoyen la realización de un primer prototipo.

3.-Diseñador:

Alumnos y profesores del Programa de Magíster de Arquitectura y Diseño Náutico y Marítimo de la PUCV.

4. Autoridad Marítima:

Perteneciente a la gobernación de la X región. Las normativas vigentes en Directemar, acerca de arte actos navales y borde costero.

5. Astillero:

Sitecna S.A, como constructor de embarcaciones de aluminio

6. Certificación:

Para esto se utilizan las bases de normas y reglamentos para Embarcaciones de pasajeros de la clasificadora ABS, BV, DNV, LR o NKK

7. Comunidad:

Los habitantes del fiordo Comau, los funcionarios municipales, funcionarios del área salud, de bomberos, del área educación, de CONAF , los alumnos del internado, turistas, salmoneras, etc.

d.- Requerimientos Legales

d. 1. Normativa de Gobernación Marítima.

- Requerimientos de inscripción.
- Transporte de pasajeros
- Transporte de carga
- Medio ambiente
- Radio comunicaciones
- Seguridad de sistemas
- Seguridad para pasajeros y tripulación
- Sanidad
- Directemar

d. 2. Requerimientos clasificadoras. (Clasificación de embarcaciones bajo 50TRG)

- Habitabilidad (acomodaciones para pasajeros en embarcaciones)
- Aplicación de ergonometría en sistemas marinos
- Construcción.

e.- Requerimientos Técnicos

e.1. Investigación de sistemas para embarcación con perfiles hidrodinámicos

- Estabilidad (curvas cruzadas, curvas hidrostáticas, requerimientos OMI)
- Hidrodinámica:
 - a. Pruebas de arrastre Canal de pruebas Estero Managua PUCV
 - b. Calculo de potencia
- Aerodinámica:
 - a. Cálculo de Coeficiente de arrastre.
 - b. Pruebas en túnel aerodinámico Escuela de Ing. Mecánica PUCV
- Sistemas de Control Hidráulico.
 - a. Suelo Puente de Mando
 - b. Rampa de acceso
 - c. Perfiles hidrodinámicos
 - d. Propulsión de hélices
- Planos de Embarcación:
 - a. Planos Estructurales.
 - b. Planos Redes
 - c. Planos pesos
 - d. Planos Generales

e. 2. Requerimientos Embarcación:

- Propulsión: Motor – Fuente hidráulica.
- Redes:
 - a. Red de iluminación.
 - b. Red del sistema hidráulico: Motor.
 - Puente de mando
 - Perfiles hidrodinámicos
 - Rampa articulada
 - c. Red eléctrica
 - 12 V. / 220 V.
 - Generador.
 - d. Redes de agua:
 - Potable (caliente/fría)
 - Salada
 - Grises (Planta de tratamiento)
 - e. Red de Combustible
 - f. Redes de Ventilación:
 - Pasajeros
 - Puente de mando
 - Sala de maquinas
 - g. Redes de Calefacción:
 - Pasajeros
 - Puente de mando.
- Flotabilidad
 - a. Peso.
 - b. Desplazamiento.
 - c. Volumen estanco.
 - d. Lastre.

-Sistemas de Seguridad:

- a. Sistemas de alarmas:
 - Bombas de achique
 - Sentinas
- b. Salvamento:
 - Bote salvavidas.
 - Chalecos salvavidas.
 - Anillos salvavidas.
- c. Sistemas de cámaras de observación:
 - Popa
 - Proa
 - Bandas

- Maniobrabilidad:

- a. Sistema hidráulico de asistencia de hélice rotatoria.
- b. Regulación de calado.

- Sistemas de achique eléctricos / manuales:

- a. tres mamparos con respectivos sistemas de bombas de achique.
- b. Sentina de proa y popa.
- c. Sentina de sala de máquinas.

- Planos de Carga:

- a. Capacidad máxima de carga.
- b. Distancia de pesos móviles.
- c. Ubicación de pasajeros.

- Bote auxiliar

- a. Sistema de amarre y fijación a superestructura.

- Comunicaciones:

- a. Radio VHF.

- b. Receptor meteorológico
- c. Internet.
- d. Teléfono satelital.

- Sistemas de navegación (Instrumentos Náuticos):

- a. Radar.
- b. Ecosonda.
- c. Cartas náuticas.
- d. GPS
- e. Compás

- Sistemas de iluminación

- a. Luces exteriores
- b. Luces de navegación y maniobras
- c. Luces interiores.

- Señalética de Navegación:

- a. Banderas.
- b. Bocina.
- c. Luces

- Sistemas de amarre y anclaje:

- a. Bitas, cuerdas, amarras
- b. Huinche amarre
- c. anclas, molinete de ancla
- d. cadenas



CALCULO POTENCIA EFECTIVA																				
Identificación de embarcación:			Embarcación con hidrofoil																	
Tipo de ensayo:			Ensayo en sistema de arrastre flotante con y sin superestructura																	
Fecha			27/05/2011																	
OBSERVACIONES: Embarcación en vuelo			DATOS MODELO Y PROTOTIPO																	
			Modelo:						Prototipo:											
			Eslora			Lm =	0.2	[m]	Eslora			Lp =	13.2	[m]						
			Escala			λ =	12	[-]												
			Superficie mojada			Sm=	0.2	[m²]	Superficie mojada			Sp =	28.80	[m²]						
Canal de pruebas			Longitud						D =	30	[m]									
Agua canal			Densidad = ρm=						ρm=	1,000	[kg/m³]	Densidad			ρp =	1,000	[kg/m³]			
			Viscosidad= μm=						μm=	0.001518	[Pa s] a 5 [°C]	Viscosidad			μp =	0.001518	[Pa s] a 5 [°C]			
DATOS PRUEBAS			CALCULOS																	
			MODELO							PROTOTIPO										
Prueba N°	Velocidad modelo Vm [m/s] [NUDOS]	Resistencia Total RTm [kp] [N]	Coef. Res. Total CRTm [-]	N° Reynolds RLm [-]	Coefficiente Friccional CFm [-]	Coef. Res Residual CRm [-]	Resistencia Friccional RFm [N]	Resistencia Residual RRm [N]		Velocidad prototipo Vp [m/s] [NUDOS]	N° Reynolds RLp [-]	Coefficiente Friccional CFP [-]	Resistencia Friccional RFP [N]	Resistencia Residual RRP [N]	Resistencia Total RTP [N]	Potencia Efectiva EHP HP	20% Potencia perdida DHP/ SHP/BHP/IHP	EHP + P.Perdida HP		
Sin carcaza y tomando 3 pruebas exitosas a los 9 seg.																		9 seg x ser el tiempo medio de vuelo		
Prueba 1 de 30 kg	1.29	9	0.5337	169,435	0.0007	0.5330	0.1190	8.8810		15.4321	134,192,163	0.0002	2,056.72	15,346.43	17,403.15	360.23	72.05	432.27		
	2.50	88.260								30.00										
Prueba 2 de 30 kg	1.41	8.45	0.4141	186,378	0.0007	0.4134	0.1403	8.3097		16.9753	147,611,379	0.0002	2,477.54	14,359.12	16,836.66	383.35	76.67	460.02		
	2.75	82.866								33.00										
Prueba 14 de 32.5 kg	1.16	10.5	0.7687	152,491	0.0007	0.7679	0.0992	10.4008		13.8889	120,772,947	0.0002	1,674.32	17,972.67	19,646.99	366.01	73.20	439.21		
	2.25	102.970								27.00										
Con carcasa y tomando 3 pruebas exitosas a los 9 seg.																				
Prueba 16 de 32.5 kg	1.41	9.5	0.4656	186,378	0.0007	0.4649	0.1403	9.3597		16.9753	147,611,379	0.0002	2,477.54	16,173.52	18,651.06	424.67	84.93	509.60		
	2.75	93.163								33.00										
Prueba 17 de 32.5 kg	1.29	10.5	0.6226	169,435	0.0007	0.6219	0.1190	10.3810		15.4321	134,192,163	0.0002	2,056.72	17,938.43	19,995.15	413.88	82.78	496.66		
	2.50	102.970								30.00										
Prueba 18 de 30 kg	1.37	9.5	0.4951	180,730	0.0007	0.4944	0.1330	9.3670		16.4609	143,138,307	0.0002	2,333.01	16,186.12	18,519.12	408.88	81.78	490.66		
	2.67	93.163								32.00										

Figura 1. Tabla Excel con resultados de pruebas de modelo en canal de arrastre, mayo 2011. Fuente: L.Krebs, 2011

VI.2. , 3. y 4. Resultados de las pruebas hidrodinámicas, aerodinámicas y de análisis dimensional y semejanza dinámica.

ETAPA 1 MAGISTER

a) Prueba de modelo 1:12 en Canal de arrastre de estero Mantagua, Mayo 2011. Peso modelo de 8.5 kg , pruebas con y sin carcasa (superestructura), utilizando en el sistema de arrastre contrapesos de 30Kg y 32,5 kg, logrando velocidades entre 20 y 40 nudos.

Para el modelo 1:12 se llegó a un ángulo de ataque de los perfiles diedros de proa de 2.5° y en popa de 1,5° con respecto a su línea de flotación, alcanzando un optimo rango de estabilidad. El modelo respondió bien a las pruebas de arrastre, logrando la sustentación esperada.

Cuáles son las velocidades que más se acercaron al mejor rendimiento? Cuáles fueron las que tuvieron mejor fluidez?

a) Resultados Canal de arrastre (Ver tabla)

MODELO										PROTOTIPO							20% Potencia perdida DHP/ SHP/BHP/IHP		EHP + P.Perdida	
Prueba N°	Velocidad modelo Vm [m/s] [NUDOS]	Resistencia Total R _{Tm} [kp] [N]	Coef. Res. Total C _{Tm} [-]	N° Reynolds R _{Lm} [-]	Coeficiente Friccional C _{Fm} [-]	Coef. Res Residual C _{Rm} [-]	Resistencia Friccional R _{Fm} [N]	Resistencia Residual R _{Rm} [N]		Velocidad prototipo Vp [m/s] [NUDOS]	N° Reynolds R _{Lp} [-]	Coeficiente Friccional C _{Fp} [-]	Resistencia Friccional R _{Fp} [N]	Resistencia Residual R _{Rp} [N]	Resistencia Total R _{Tp} [N]	Potencia Efectiva EHP HP	HP	HP		
Sin carcaza y tomando 3 pruebas exitosas a su velocidad máxima alcanzada																				
Prueba 1 de 30 kg a 8 seg	1.46	8.7	0.4016	192,026	0.0007	0.4009	0.1478	8.5522		17.4897	152,084,452	0.0002	2,626.34	14,778.23	17,404.56	408.29	81.66	489.95		
	2.83	85.318								34.00										
Prueba 2 de 30 kg a 9 seg	1.41	8.45	0.4141	186,378	0.0007	0.4134	0.1403	8.3097		16.9753	147,611,379	0.0002	2,477.54	14,359.12	16,836.66	383.35	76.67	460.02		
	2.75	82.866								33.00										
Prueba 14 de 32,5 kg a 11 seg	1.20	11.2	0.7624	158,139	0.0007	0.7617	0.1056	11.0944		14.4033	125,246,019	0.0002	1,797.51	19,171.16	20,968.66	405.10	81.02	486.12		
	2.33	109.834								28.00										
Con carcasa y tomando todas las pruebas exitosas velocidad maxima																				
Prueba 16 de 32,5 kg a 9 seg	1.41	9.5	0.4656	186,378	0.0007	0.4649	0.1403	9.3597		16.9753	147,611,379	0.0002	2,477.54	16,173.52	18,651.06	424.67	84.93	509.60		
	2.75	93.163								33.00										
Prueba 17 de 32,5 kg a 8 seg	1.37	10.3	0.5368	180,730	0.0007	0.5361	0.1330	10.1670		16.4609	143,138,307	0.0002	2,333.01	17,568.52	19,901.52	439.41	87.88	527.29		
	2.67	101.008								32.00										
Prueba 18 de 30 kg a 12 seg	1.71	10.9	0.3636	225,913	0.0007	0.3629	0.1960	10.7040		20.5761	178,922,884	0.0002	3,608.21	18,496.47	22,104.67	610.06	122.01	732.07		
	3.33	106.892								40.00										
Prueba 19 de 30 kg	1.71	10.6	0.3536	225,913	0.0007	0.3529	0.1960	10.4040		20.5761	178,922,884	0.0002	3,608.21	17,978.07	21,586.27	595.75	119.15	714.91		
	3.33	103.950								40.00										
Se quiere que el hidrofoil no traspase los 30 nudos por una cosa de seguridad y porque sube mucho el Hp, para ello se tomaran todas la pruebas exitosas a 25 nudos y 30 nudos																				
Sin carcaza y tomando todas las pruebas exitosas donde Vp= 25 nudos																				
Prueba 1 de 30 kg a 5 seg	1.07	8.2	0.7002	141,195	0.0008	0.6994	0.0868	8.1132		12.8601	111,826,803	0.0002	1,440.81	14,019.58	15,460.39	266.68	53.34	320.02		
	2.08	80.415								25.00										
Prueba 2 de 30 kg a 5,5 seg	1.07	7.6	0.6489	141,195	0.0008	0.6482	0.0868	7.5132		12.8601	111,826,803	0.0002	1,440.81	12,982.78	14,423.59	248.80	49.76	298.55		
	2.08	74.531								25.00										
Prueba 15 de 32,5 kg a 4,8 seg	1.07	9.4	0.8026	141,195	0.0008	0.8019	0.0868	9.3132		12.8601	111,826,803	0.0002	1,440.81	16,093.18	17,533.99	302.45	60.49	362.94		
	2.08	92.183								25.00										
Prueba 14 de 32,5 kg a 6,4 seg	1.07	9	0.7685	141,195	0.0008	0.7677	0.0868	8.9132		12.8601	111,826,803	0.0002	1,440.81	15,401.98	16,842.79	290.53	58.11	348.63		
	2.08	88.260								25.00										
Promedio HP																277.11	Promedio HP		332.53	
Sin carcaza y tomando todas las pruebas exitosas donde Vp= 30 nudos																				
Prueba 1 de 30 kg a 9 seg	1.29	9	0.5337	169,435	0.0007	0.5330	0.1190	8.8810		15.4321	134,192,163	0.0002	2,056.72	15,346.43	17,403.15	360.23	72.05	432.27		
	2.50	88.260								30.00										
Prueba 2 de 30 kg a 7 seg	1.29	7.6	0.4507	169,435	0.0007	0.4499	0.1190	7.4810		15.4321	134,192,163	0.0002	2,056.72	12,927.23	14,983.95	310.15	62.03	372.18		
	2.50	74.531								30.00										
Prueba 15 de 32,5 kg a 6,1 seg seg	1.29	11	0.6523	169,435	0.0007	0.6515	0.1190	10.8810		15.4321	134,192,163	0.0002	2,056.72	18,802.43	20,859.15	431.77	86.35	518.12		
	2.50	107.873								30.00										
Promedio HP																367.38	Promedio HP		440.86	
Con carcasa y tomando todas las pruebas exitosas donde Vp= 25 nudos																				
Prueba 16 de 32,5 kg a 6,2 seg	1.07	8.2	0.7002	141,195	0.0008	0.6994	0.0868	8.1132		12.8601	111,826,803	0.0002	1,440.81	14,019.58	15,460.39	266.68	53.34	320.02		
	2.08	80.415								25.00										
Prueba 17 de 32,5 kg a 6 seg	1.07	9.4	0.8026	141,195	0.0008	0.8019	0.0868	9.3132		12.8601	111,826,803	0.0002	1,440.81	16,093.18	17,533.99	302.45	60.49	362.94		
	2.08	92.183								25.00										
Prueba 18 de 30 kg a 6,4 seg	1.07	8.7	0.7429	141,195	0.0008	0.7421	0.0868	8.6132		12.8601	111,826,803	0.0002	1,440.81	14,883.58	16,324.39	281.58	56.32	337.90		
	2.08	85.318								25.00										
Prueba 19 de 30 kg a 4,8 seg	1.07	8	0.6831	141,195	0.0008	0.6823	0.0868	7.9132		12.8601	111,826,803	0.0002	1,440.81	13,673.98	15,114.79	260.72	52.14	312.86		
	2.08	78.453								25.00										
Promedio HP																277.86	Promedio HP		333.43	

Prueba N°	Velocidad modelo Vm [m/s] [NUDOS]	Resistencia Total R _{Tm} [kp] [N]	MODELO					PROTOTIPO								20% Potencia perdida DHP/ SHP/BHP/IHP	EHP + P.Perdida		
		Coef. Res. Total C _{Rm} [-]	N° Reynolds R _{Lm} [-]	Coeficiente Friccional C _{Fm} [-]	Coef. Res Residual C _{Rrm} [-]	Resistencia Friccional R _{Fm} [N]	Resistencia Residual R _{Rrm} [N]		Velocidad prototipo Vp [m/s] [NUDOS]	N° Reynolds R _{Lp} [-]	Coeficiente Friccional C _{Fp} [-]	Resistencia Friccional R _{Fp} [N]	Resistencia Residual R _{Rp} [N]	Resistencia Total R _{Tp} [N]	Potencia Efectiva EHP HP				
Con carcasa y tomando todas las pruebas exitosas donde Vp= 30 nudos																			
Prueba 16 de 32,5 kg a 7seg	1.29	8.9	0.5277	169,435	0.0007	0.5270	0.1190	8.7810		15.4321	134,192,163	0.0002	2,056.72	15,173.63	17,230.35	356.65	71.33	427.98	
	2.50	87.279								30.00									
Prueba 17 de 32,5 kg a 7 seg	1.29	10	0.5930	169,435	0.0007	0.5923	0.1190	9.8810		15.4321	134,192,163	0.0002	2,056.72	17,074.43	19,131.15	396.00	79.20	475.20	
	2.50	98.067								30.00									
Prueba 18 de 30 kg a 8,5seg	1.29	9	0.5337	169,435	0.0007	0.5330	0.1190	8.8810		15.4321	134,192,163	0.0002	2,056.72	15,346.43	17,403.15	360.23	72.05	432.27	
	2.50	88.260								30.00									
Prueba 19 de 30 kg a los 7,2 seg	1.29	9	0.5337	169,435	0.0007	0.5330	0.1190	8.8810		15.4321	134,192,163	0.0002	2,056.72	15,346.43	17,403.15	360.23	72.05	432.27	
	2.50	88.260								30.00									
Promedio HP																368.28	Promedio HP	441.93	
Que pasa con las velocidades mas bajas 20, 15, 10 nudos?																			
Sin carcaza y tomando 4 pruebas exitosas donde Vp= 20 nudos																			
Prueba 1 de 30 kg a 4,5 seg	0.86	8	1.0673	112,956	0.0008	1.0665	0.0591	7.9409		10.2881	89,461,442	0.0002	932.38	13,721.79	14,654.17	202.22	40.44	242.66	
	1.67	78.453								20.00									
Prueba 2 de 30 kg a 4,5 seg	0.86	7	0.9339	112,956	0.0008	0.9331	0.0591	6.9409		10.2881	89,461,442	0.0002	932.38	11,993.79	12,926.17	178.37	35.67	214.05	
	1.67	68.647								20.00									
Prueba 15 de 32,5 kg a 4,3 seg	0.86	8.6	1.1474	112,956	0.0008	1.1466	0.0591	8.5409		10.2881	89,461,442	0.0002	932.38	14,758.59	15,690.97	216.53	43.31	259.83	
	1.67	84.337								20.00									
Prueba 14 de 32,5 kg a 5 seg	0.86	8.4	1.1207	112,956	0.0008	1.1199	0.0591	8.3409		10.2881	89,461,442	0.0002	932.38	14,412.99	15,345.37	211.76	42.35	254.11	
	1.67	82.376								20.00									
Promedio HP																202.22	Promedio HP	242.66	
Con carcasa y tomando 3 pruebas exitosas donde Vp= 20 nudos																			
Prueba 17 de 32,5 kg a 5 seg	0.86	8.6	1.1474	112,956	0.0008	1.1466	0.0591	8.5409		10.2881	89,461,442	0.0002	932.38	14,758.59	15,690.97	216.53	43.31	259.83	
	1.67	84.337								20.00									
Prueba 18 de 30 kg a 5 seg	0.86	8	1.0673	112,956	0.0008	1.0665	0.0591	7.9409		10.2881	89,461,442	0.0002	932.38	13,721.79	14,654.17	202.22	40.44	242.66	
	1.67	78.453								20.00									
Prueba 19 de 30 kg a 3,5 seg	0.86	7.5	1.0006	112,956	0.0008	0.9998	0.0591	7.4409		10.2881	89,461,442	0.0002	932.38	12,857.79	13,790.17	190.30	38.06	228.36	
	1.67	73.550								20.00									
Promedio HP																203.01	Promedio HP	243.62	
* en 10 y 15 el modelo esta entre el estado de flotabilidad y estado de vuelo.																			

* en 10 y 15 el modelo esta entre el estado de flotabilidad y estado de vuelo.

Figura 3. Continuación de tabla Excel con resultados de pruebas de modelo en canal de arrastre, mayo 2011. Fuente: L.Krebs, 2011

Velocidad prototipo Vp [NUDOS]	Potencia Efectiva EHP HP Con Carcasa	Potencia Efectiva EHP HP Sin carcasa
15	-	-
20	203.01	202.22
25	277.86	277.11
30	368.28	367.38
40	595.75	-

Figura 4. Resumen pruebas canal de arrastre Mayo 2011.Fuente: L.Krebs

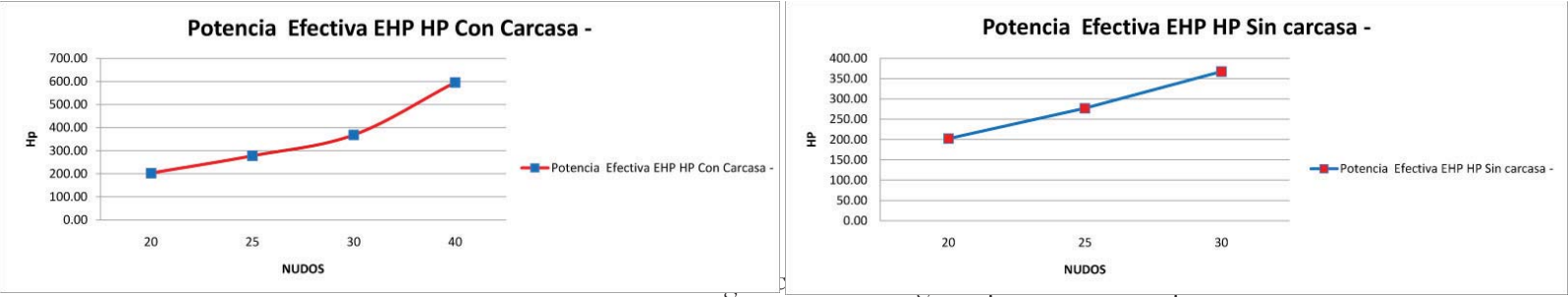


Figura 5. Graficos comparativos con los resultados de las pruebas con y sin carcasa de mayo 2011. Fuente: L.Krebs, 2011

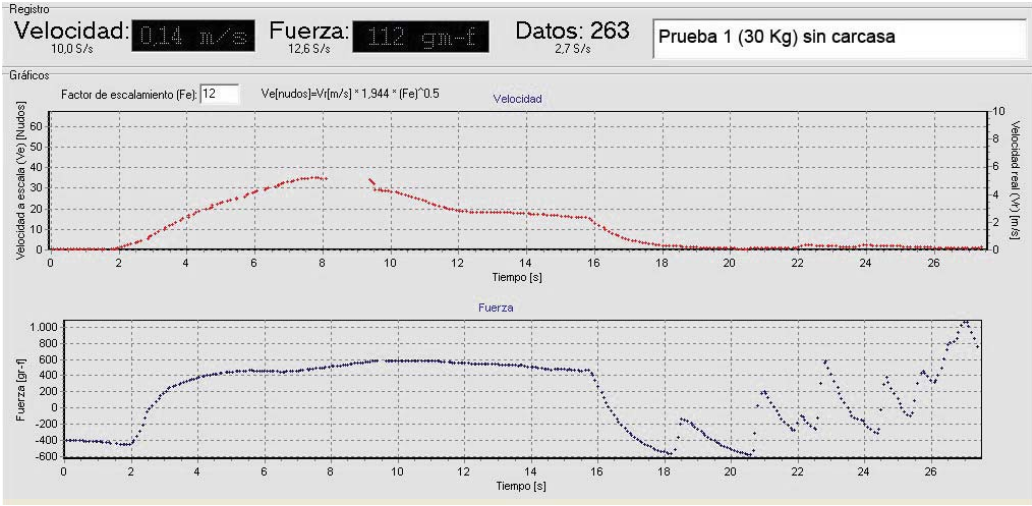


Figura 10. Gráfico Prueba 1 sin carcasa, con 30 kg contrapeso. Fuente: L.Krebs, Mayo 2011

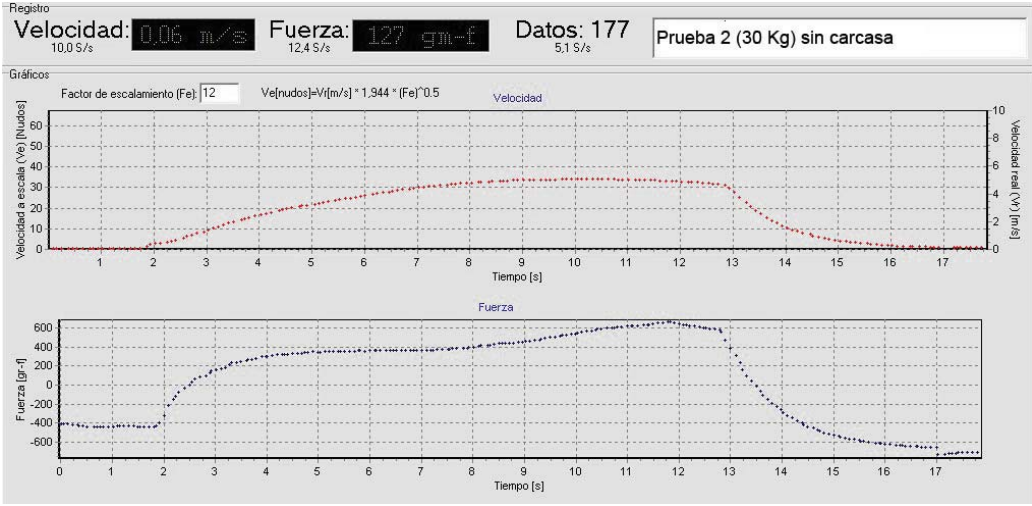


Figura 7. Gráfico Prueba 2 sin carcasa, con 30 kg contrapeso. Fuente: L.Krebs, Mayo 2011

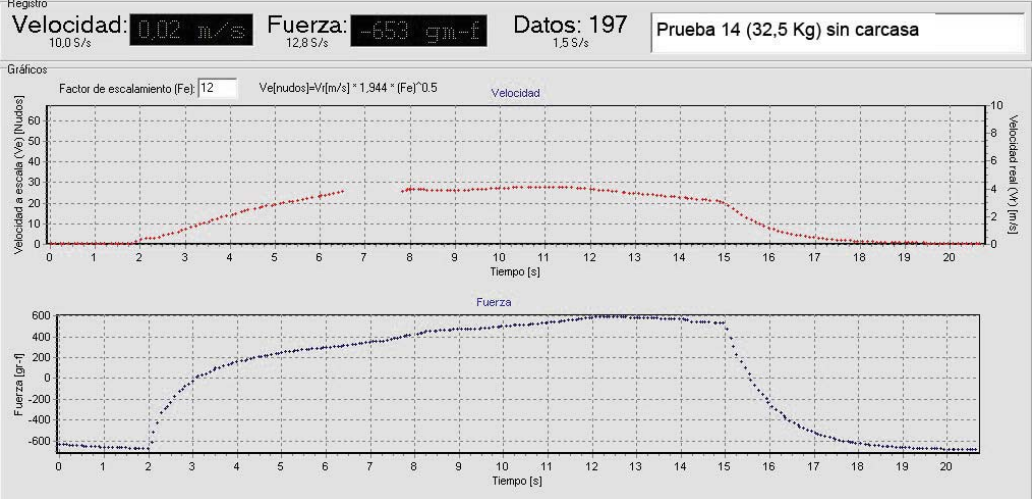


Figura 8. Gráfico Prueba 14 sin carcasa, con 32.5 kg contrapeso. Fuente: L.Krebs, Mayo 2011

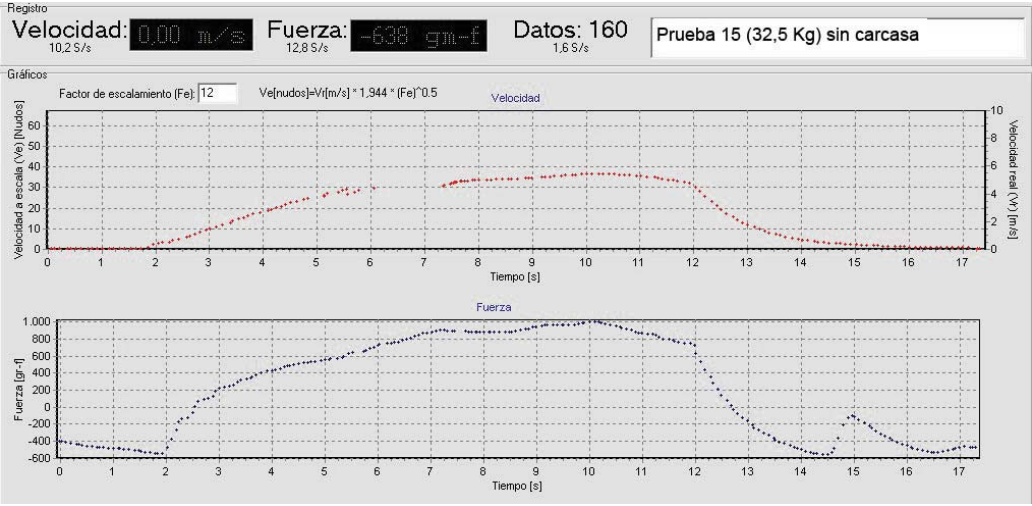


Figura 9. Gráfico Prueba 15 sin carcasa, con 32,5 kg contrapeso. Fuente: L.Krebs, Mayo 2011

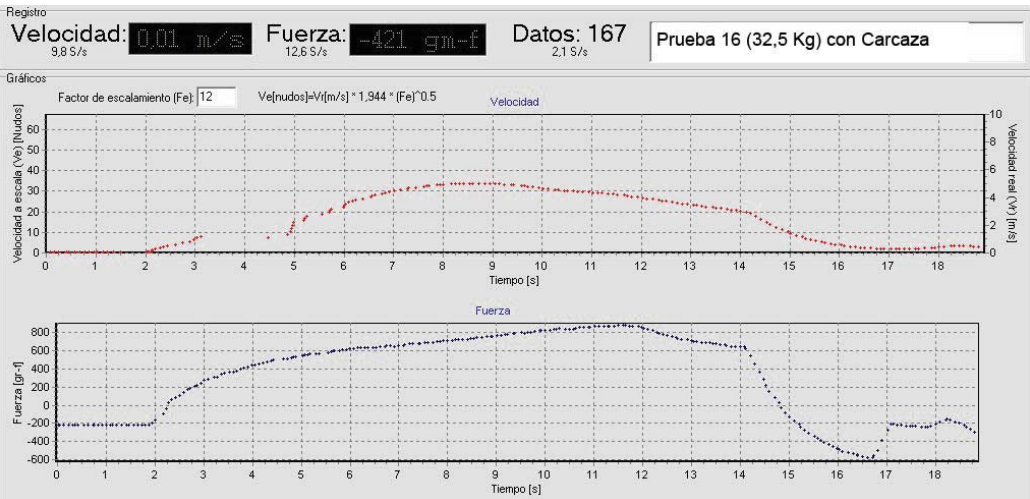


Figura 14. Gráfico Prueba 16 con carcasa, con 32,5 kg contrapeso. Fuente: L.Krebs, Mayo 2011

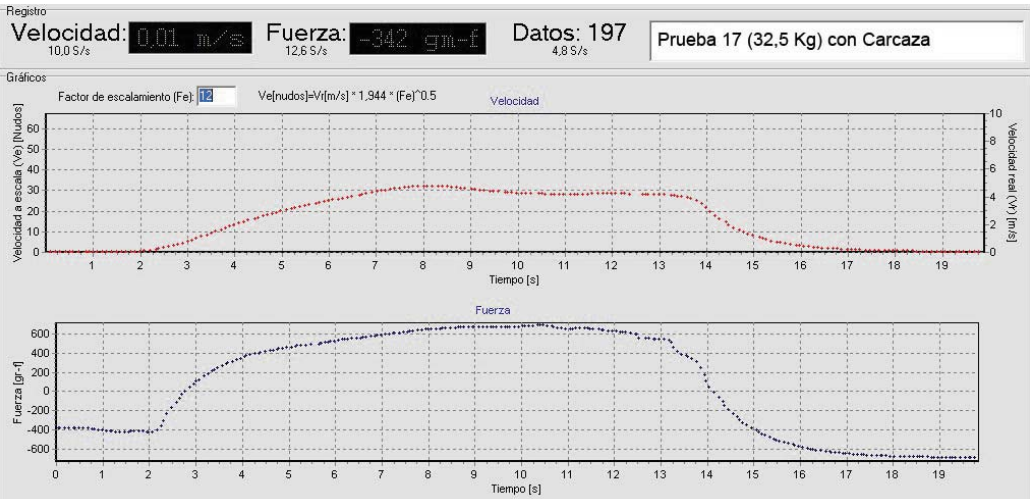


Figura 11. Gráfico Prueba 17 con carcasa, con 32,5 kg contrapeso. Fuente: L.Krebs, Mayo 2011

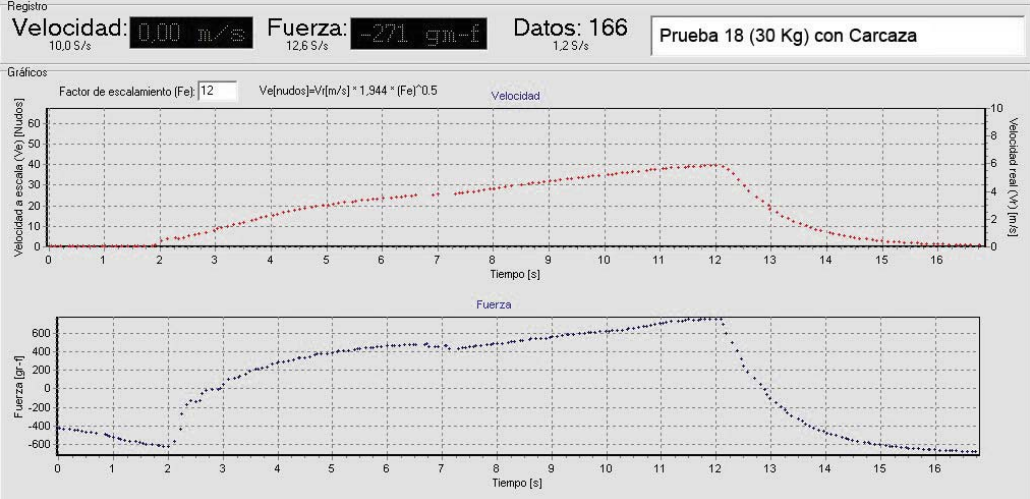


Figura 12. Gráfico Prueba 18 con carcasa, con 30 kg contrapeso. Fuente: L.Krebs, Mayo 2011

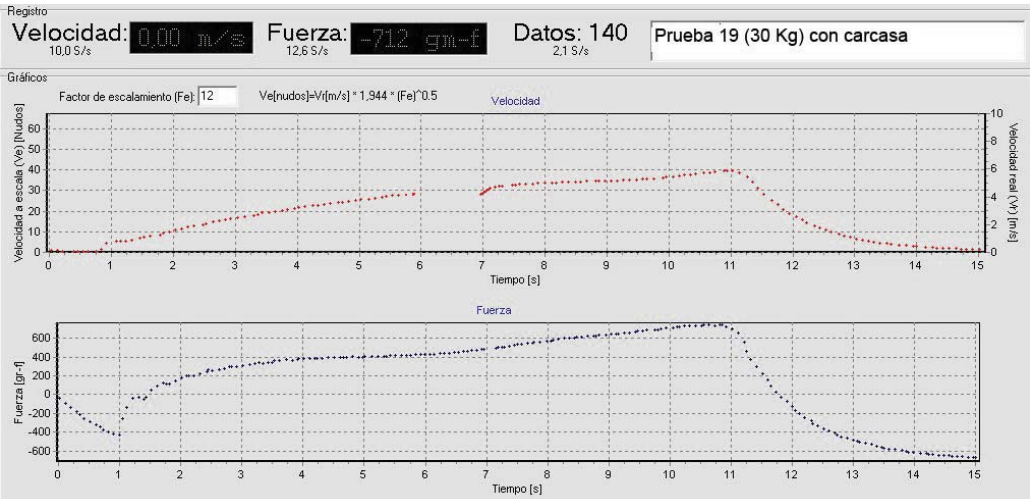


Figura 13. Gráfico Prueba 19 con carcasa, con 30 kg contrapeso. Fuente: L.Krebs, Mayo 2011

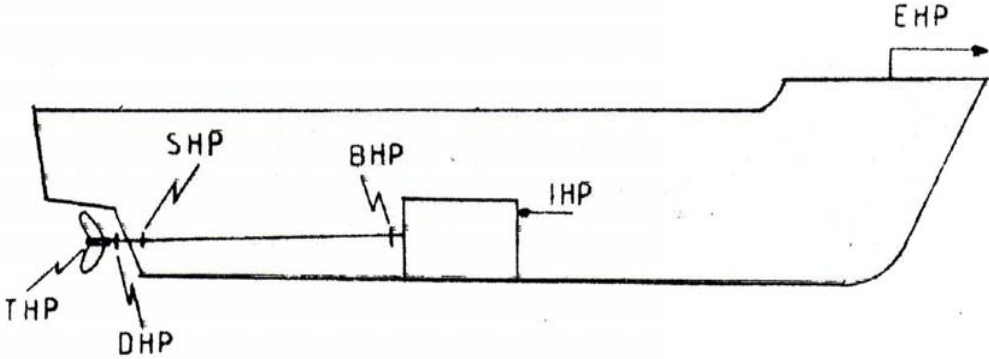


Figura 15. Esquema de casco con sus respectivos puntos de posibles pérdidas.Fuente: Apuntes clases de magister R.Mege.

Ahora hay que considerar que la embarcación también tiene otro tipo de potencias que poseen pérdidas, cuya ubicación se indica en la figura superior.

THP= Potencia de empuje (es la potencia generada por la hélice para mover al buqué a una cierta velocidad, es la componente axial de las fuerzas producidas por la hélice.

DHP= Potencia en el eje, justo antes de la hélice

SHP= Potencia en el eje, justo antes del descanso de codaste

BHP= Potencia que debe entregar la planta motriz del buque

IHP= potencia que el combustible desarrolla en el interior del cilindro, la potencia indicada es la potencia generada por los gases sobre el pistón directamente. (en un motor de combustión interna)



Figura 16. Imagen prueba de modelo a modo de hydrofoil. Fuente: L.Krebs, 2011

Para estas distintas potencias presentes en una embarcación, hay que considerar las pérdidas que son alrededor del 20%, por esto a la EHP hay que sumarle un 20% adicional para llegar a un valor real de Potencia necesaria para un real y buen funcionamiento de la embarcación. Aquí aun no consideramos las pérdidas generadas por diseño de hélice, lo cual se verá en capítulos siguientes de esta tesis.

Velocidad prototipo Vp [NUDOS]	Potencia Efectiva EHP HP Con Carcasa	EHP + 20% Potencia Perdida + DHP/ SHP/ BHP/IHP c/c	Potencia Efectiva EHP HP Sin carcasa	EHP + 20% Potencia Perdida + DHP/ SHP/ BHP/IHP s/c
15	-	-	-	-
20	203,01	243,62	202,22	242,66
25	277,86	333,43	277,11	332,53
30	368,28	441,93	367,38	440,86
40	595,75	714,91	-	-

Figura 17. Fuente: L.Krebs, 2011

b) Prueba de modelo 1:12 en Túnel de viento.

Facultad de Ing. Mecánica PUCV, Quilpué.

Octubre 2011

* Programación tabla automatizada Excel

desarrollada por L.Krebs en 2011

CALCULO POTENCIA Pruebas Aerodinamicas

Identificación de embarcación:		Embarcación con hidrofoil				OBSERVACIONES:			
Tipo de ensayo:		Tunel de Viento Con modelo Hidrofoil con y sin superestructura				Embarcación en vuelo			
Fecha		06-10-2011				c/c= con carcasa s/c= sin carcasa			
DATOS MODELO Y PROTOTIPO									
Modelo:	Manga	Mm =	0,4	[m]	Prototipo:	Manga	Lp =	4,8	[m]
	Escala	λ =	12	[-]					
	Perimetro seccion c/c	Pm =	1,3	[m]		Perimetro seccion c/c	Lp =	15,6	[m]
	Area seccion mojada c/c	Sm=	0,134	[m ²]		Area seccion mojada c/c	Sp =	19,30	[m ²]
c/c	Radio hidraulico c/c	RHm =	0,1031	[m]		Radio hidraulico c/c	RHm =	1,2369	[m]
	Perimetro seccion s/c	Pm =	1,035	[m]		Perimetro seccion s/c	Lp =	12,42	[m]
	Area seccion mojada s/c	Sm=	0,06052	[m ²]		Area seccion mojada s/c	Sp =	8,71	[m ²]
	Radio hidraulico s/c	RHm =	0,0585	[m]		Radio hidraulico s/c	RHm =	0,7017	[m]
s/c									
Datos Aire		Temperatura	20°C		Datos Aire		Temperatura	20°C	
Densidad =		ρm=	1,22	[kg/m ³]	Densidad		ρp =	1,22	[kg/m ³]
Viscosidad= r a 20 [°C]		μm=	0,000018	[Pa s]	Viscosidad a 20 [°C]		μp =	0,000018	[Pa s]

DATOS PRUEBAS MODELO

Prueba N°	Velocidad Tunel Vm [m/s] [NUDOS]	Fuerza Desplazamiento FD modelo [kp] [N]	Coef. De Arrastre CD [-]	N° Reynolds RLm [-]
-----------	----------------------------------	--	--------------------------	---------------------

Con carcaza

1	2,25	0,025	0,5925	62877
30 HZ	4,37	0,245		
2	3,00	0,053	0,7065	83836
40 HZ	5,83	0,520		
3	3,45	0,083	0,8366	96411
50 HZ	6,71	0,814		
4	4,00	0,117	0,8773	111781
60 HZ	7,78	1,147		
5	4,55	0,145	0,8403	127151
70 HZ	8,85	1,422		

Sin carcaza

1	2,25	0,023	1,2069	35669
30 HZ	4,37	0,226		
2	3,45	0,079	1,7631	54692
50 HZ	6,71	0,775		
3	4,55	0,138	1,7707	72130
70 HZ	8,85	1,353		

CALCULOS

PROTOTIPO datos ingresados

Velocidad prototipo Vp [m/s] [NUDOS]	Resistencia Aerodinamica FD [kp] [N]	Potencia [m/s] / [kp]	Potencia HP
--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------	-------------

Potencia= Fuerza x Velocidad
1HP= 0,013151 Kp
1Kp= 76 HP
en FD considerar: 9.80665 Kp = N
datos dinamometro dado en grs
1000grs = 1kg

7,79	43,2	336,71	4,43
15,15	423,6		
10,39	91,6	951,77	12,52
20,20	898,1		
11,95	143,4	1.714,08	22,55
23,23	1.406,5		
13,86	202,2	2.801,43	36,86
26,93	1.982,7		
15,76	250,6	3.949,24	51,96
30,64	2457,2		

Formulas utilizadas :
CD Coeficiente de arrastre
FD Fuerza de resistencia
RD N° Reynolds

$$C_D = \frac{2 F_D}{\rho A V^2}$$

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho A V^2$$

$$R_D = \frac{V(4 \cdot RH) \varphi}{\mu}$$

7,79	39,7	309,77	4,08
15,15	389,8		
11,95	136,5	1.631,48	21,47
23,23	1.338,7		
15,76	238,5	3.758,59	49,46
30,64	2.338,5		

Figura 18. Tabla Excel automatizada para ingreso de datos de pruebas tunel de viento. Fuente: L.Krebs, 2011



Figura 19. Modelo en túnel de viento. Observación flujo laminar y turbulento.Fuente: L.Krebs, 2011

Velocidad	Velocidad	Potencia	Potencia
m/s	Nudos	Con Carcasa	Sin Carcasa
		HP	HP
7,79	15,15	4,43	4,08
10,4	20,20	12,52	
11,95	23,23	22,55	21,47
13,86	26,93	36,86	
15,76	30,64	51,96	49,46

Figura 20. Resumen datos obtenidos en túnel de viento extrapolados al prototipo. Fuente: L.Krebs, 2011

Modelo A Casco con Carcaza

nº prueba	°C	Velocidad aire	Velocidad	Fuerza Desplazamiento	Fuerza Desplazamiento	Frecuencia
	10 JUNIO	m/s	nudos	grs	kg o Kp	Hz
1	20,6	2,25	4,374	25	0,025	30
2	21,1	3	5,832	53	0,053	40
3	21,0	3,45	6,7068	83	0,083	50
4	21,2	4	7,776	117	0,117	60
5	21,4	4,55	8,8452	145	0,145	70

Figura 23. Datos obtenidos en terreno directamente día de prueba. Modelo con carcasa, octubre 2011. Fuente: L.Krebs

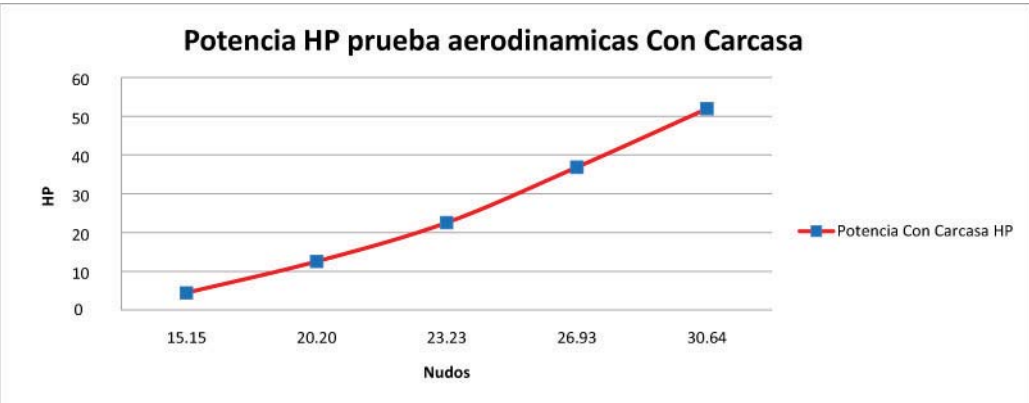


Figura 21. Gráfico de resultados de prototipo con carcasa, octubre 2011. Fuente: L.Krebs

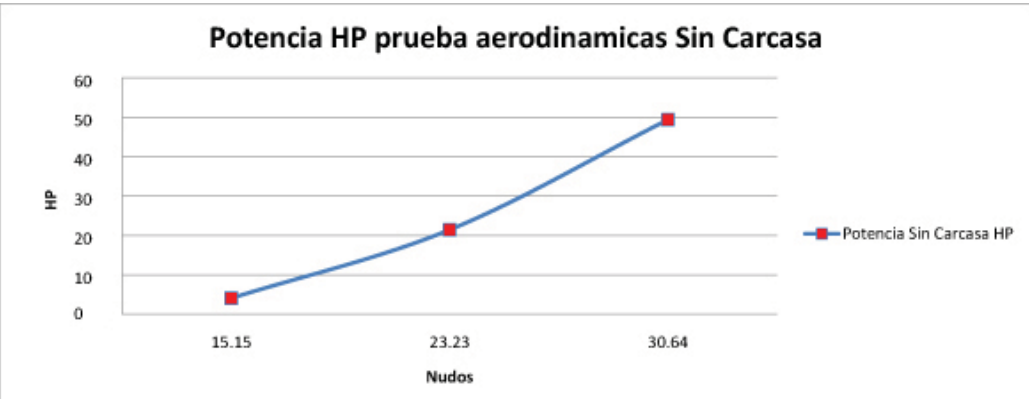


Figura 22. Gráfico de resultados de prototipo sin carcasa, octubre 2011. Fuente: L.Krebs

Modelo B Casco sin carcasa

nº prueba	°C	Velocidad aire	Velocidad	Fuerza Desplazamiento	Fuerza Desplazamiento	Frecuencia
	10 JUNIO	m/s	nudos	grs	kg o Kp	Hz
1	20,3	2,25	4,374	23	0,023	30
2	20,2	3,45	6,7068	79	0,079	50
3	20,7	4,55	8,8452	138	0,138	70

Figura 24. Datos obtenidos en terreno directamente día de prueba. Modelo sin carcasa, octubre 2011. Fuente: L.Krebs

a) Prueba de modelo 1:12 en Canal de arrastre de estero Mantagua, 22 Septiembre 2011, con 8.5 kg sin carcasa (superestructura) con contrapesos de 12.5kg, 17.5kg, 19.5kg y 20.5kg, alcanzando velocidades entre 17 y 35 nudos. (En vuelo)

CALCULO POTENCIA EFECTIVA																						
Identificación de embarcación:			Embarcación con hidrofoil																			
Tipo de ensayo:			Ensayo en sistema de arrastre sin superestructura																			
Fecha			22/09/2011																			
OBSERVACIONES: Embarcación en vuelo			DATOS MODELO Y PROTOTIPO																			
			Modelo:						Prototipo:													
			Eslora		Lm =		0.2		[m]		Eslora		Lp =		2.4		[m]					
			Escala		λ =		12		[-]													
			Superficie mojada		Sm=		0.2		[m²]		Superficie mojada		Sp =		28.80		[m²]					
Canal de pruebas			Longitud						D =		30		[m]									
Agua canal			Densidad = ρm=						ρm=		1,000		[kg/m³]		Agua navegación							
			Viscosidad= μm=						μm=		0.001518		[Pa s] a 5 [°C]		Densidad		ρp =		1,000		[kg/m³]	
															Viscosidad		μp =		0.001518		[Pa s] a 5 [°C]	
DATOS PRUEBAS			CÁLCULOS																			
			MODELO								PROTOTIPO											
Prueba N°	Velocidad modelo Vm [m/s] [NUDOS]	Resistencia Total RTm [kp] [N]	Coef. Res. Total CTm [-]	N° Reynolds RLm [-]	Coefficiente Friccional CFm [-]	Coef. Res Residual CRM [-]	Resistencia Friccional RFm [N]	Resistencia Residual RRm [N]		Velocidad prototipo Vp [m/s] [NUDOS]	N° Reynolds RLp [-]	Coefficiente Friccional CFP [-]	Resistencia Friccional RFP [N]	Resistencia Residual RRP [N]	Resistencia Total RTP [N]	Potencia Efectiva EHP HP	20% Potencia perdida DHP/ SHP/ BHP/IHP HP	EHP + P.Perdida HP				
Sin carga y tomando un tiempo medio de velocidad constante																						
Prueba 11 de 12,5 kg a 10 seg	0.73	7.25	1.3388	96,013	0.0008	1.3380	0.0448	7.2052		8.7449	13,825,859	0.0003	753.01	12,450.62	13,203.63	154.87	30.97	185.85				
	1.42	71.098								17.00												
Prueba 8 de 17,5 kg a 5 seg	0.86	8.7	1.1607	112,956	0.0008	1.1599	0.0591	8.6409		10.2881	16,265,717	0.0003	1,030.59	14,931.39	15,961.98	220.27	44.05	264.32				
	1.67	85.318								20.00												
Prueba 10 de 15 kg a 10 seg	0.99	8	0.8071	129,900	0.0008	0.8063	0.0752	7.9248		11.8313	18,705,574	0.0003	1,350.21	13,694.05	15,044.26	238.74	47.75	286.49				
	1.92	78.453								23.00												
Prueba 8 de 17,5 kg a 9 seg	1.07	9.2	0.7856	141,195	0.0008	0.7848	0.0868	9.1132		12.8601	20,332,146	0.0003	1,586.50	15,747.58	17,334.07	299.00	59.80	358.80				
	2.08	90.221								25.00												
Prueba 14 de 19,5 kg a 7,5 seg	1.18	11.2	0.7904	155,315	0.0007	0.7896	0.1023	11.0977		14.1461	22,365,361	0.0003	1,907.84	19,176.75	21,084.59	400.06	80.01	480.07				
	2.29	109.834								27.50												
Prueba 15 de 20,5 kg a 6,5 seg	1.18	11.5	0.8115	155,315	0.0007	0.8108	0.1023	11.3977		14.1461	22,365,361	0.0003	1,907.84	19,695.15	21,602.99	409.90	81.98	491.88				
	2.29	112.776								27.50												
Prueba 8 de 17,5 kg a 14 seg	1.29	11.8	0.6997	169,435	0.0007	0.6990	0.1190	11.6810		15.4321	24,398,575	0.0003	2,257.92	20,184.83	22,442.75	464.54	92.91	557.45				
	2.50	115.718								30.00												
Prueba 14 de 19,5 kg a 12 seg	1.29	12	0.7116	169,435	0.0007	0.7108	0.1190	11.8810		15.4321	24,398,575	0.0003	2,257.92	20,530.43	22,788.35	471.70	94.34	566.04				
	2.50	117.680								30.00												
Prueba 15 de 20,5 kg a 12 seg	1.50	13	0.5663	197,674	0.0007	0.5657	0.1554	12.8446		18.0041	28,465,004	0.0003	3,043.85	22,195.45	25,239.30	609.50	121.90	731.40				
	2.92	127.486								35.00												

Figura 25. Tabla Excel con resultados de pruebas de modelo en canal de arrastre, Septiembre 2011. Fuente: L.Krebs

ETAPA 3 MAGISTER

a) Prueba de modelo 1:12 en Canal de arrastre de estero Mantagua, junio 2012, con 8.5 kg sin carcasa (superestructura) y sin perfiles hidrodinámicos con contrapesos de 20.5kg, (Alcanzando velocidades entre 17 y 35 nudos. (A modo de embarcación tradicional)



Velocidad prototipo Vp [NUDOS]	Potencia Efectiva EHP HP Sin carcasa	EHP + 20% Potencia Perdida + DHP/ SHP/ BHP/IHP s/c
17	154.87	185.85
20	220.27	264.32
23	238.74	286.49
25	299.00	358.80
27.5	409.90	491.88
30	471.70	566.04
35	609.50	731.40

Figura 26. Gráfico y tabla del resumen de las pruebas de modelo en canal de arrastre, Septiembre 2011.Fuente: L.Krebs

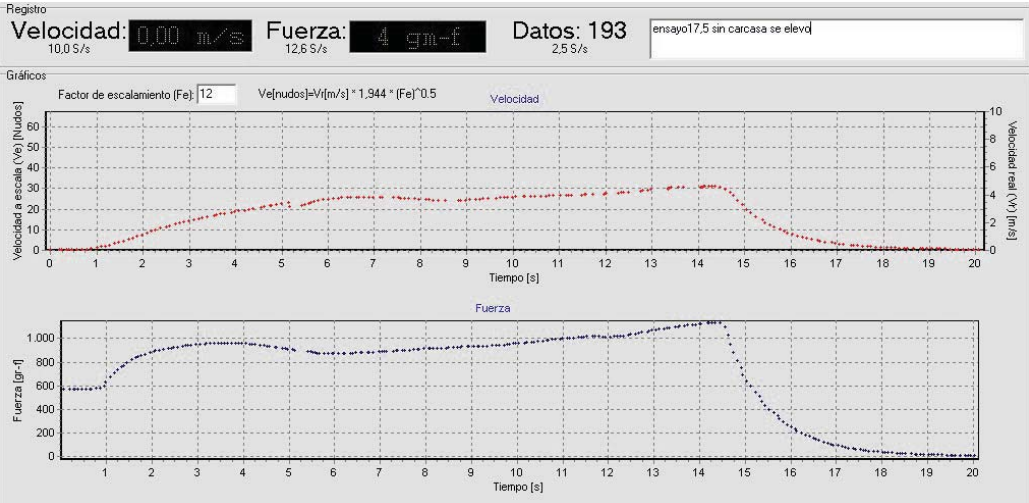


Figura 27. Gráfico Prueba 8 sin carcasa, con 17,5 kg contrapeso. Septiembre 2011.Fuente: L.Krebs.

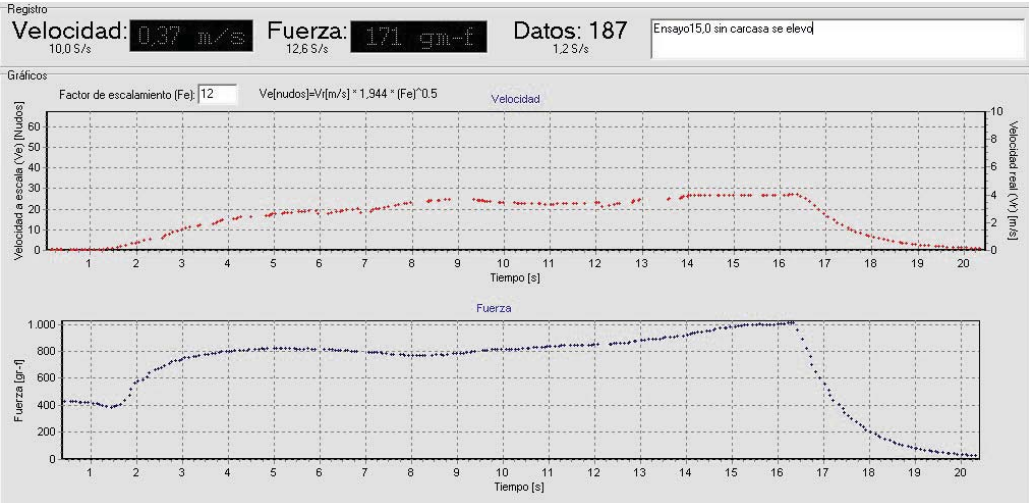


Figura 28. Gráfico Prueba 10 sin carcasa, con 15 kg contrapeso. Septiembre 2011.Fuente: L.Krebs.

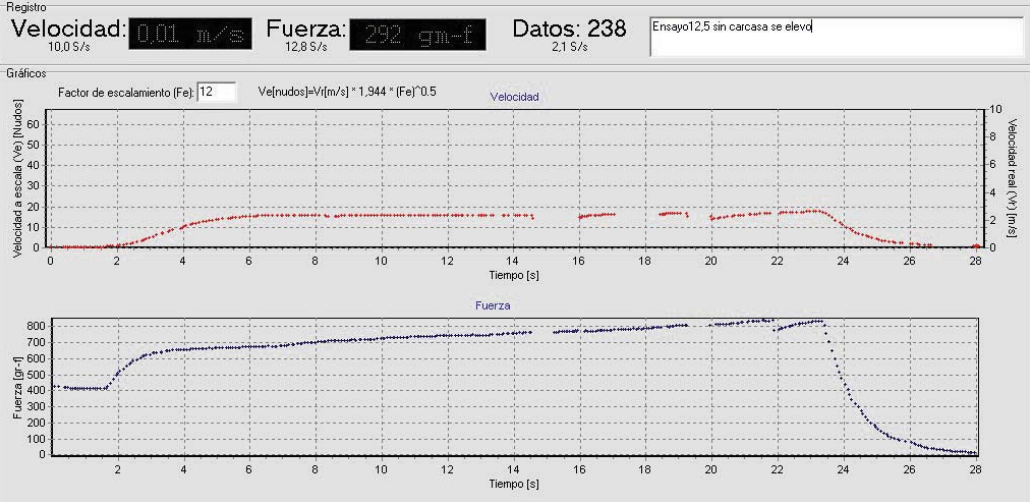


Figura 29. Gráfico Prueba 11 sin carcasa, con 12,5 kg contrapeso. Septiembre 2011.Fuente: L.Krebs.

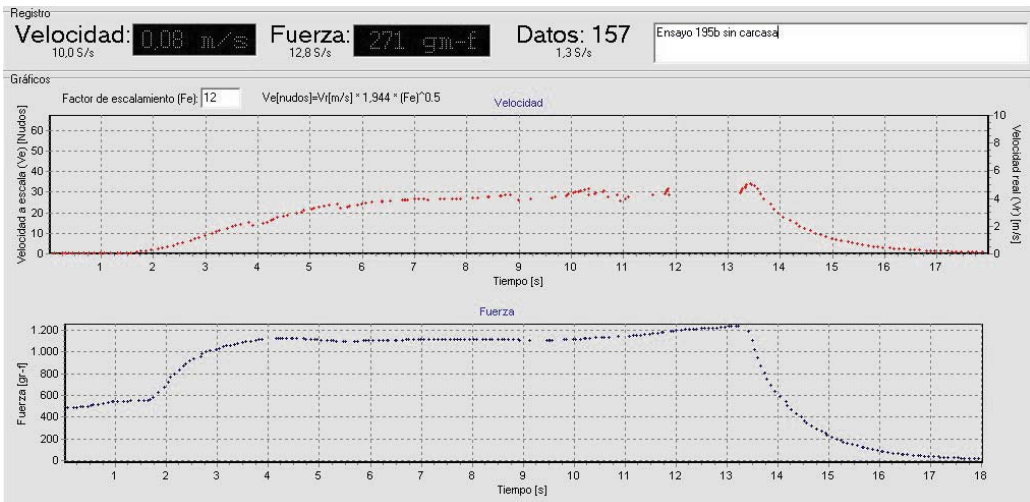


Figura 31. Gráfico Prueba 14 sin carcasa, con 19,5 kg contrapeso. Septiembre 2011.Fuente: L.Krebs.

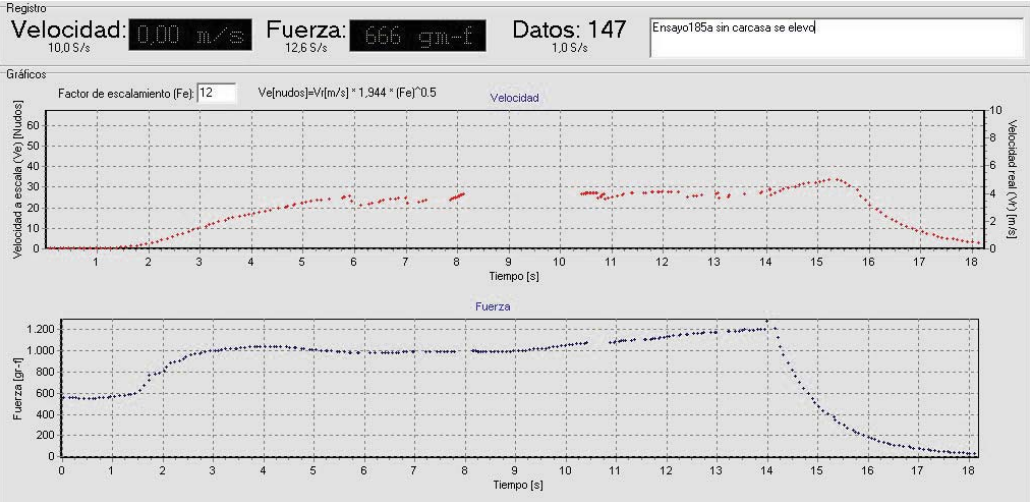


Figura 30. Gráfico Prueba 12 sin carcasa, con 18,5 kg contrapeso. Septiembre 2011.Fuente: L.Krebs.

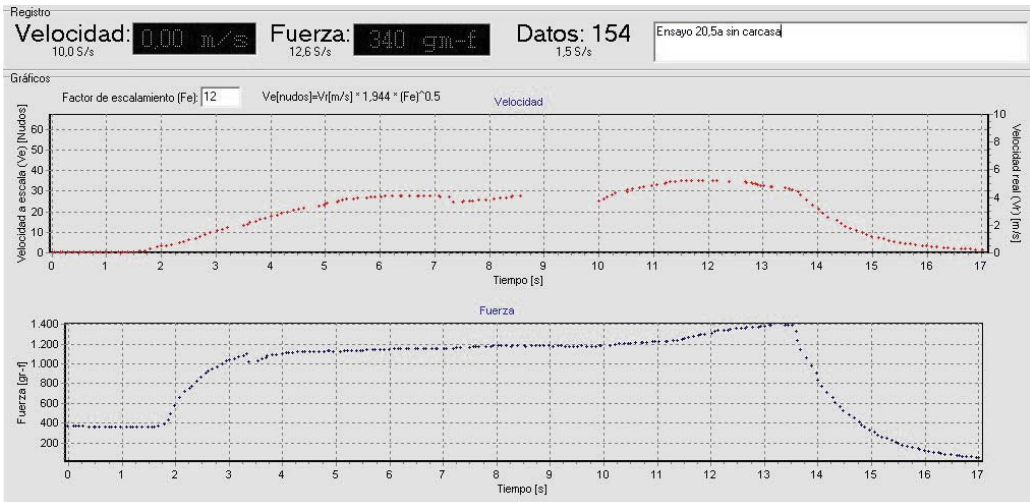


Figura 32. Gráfico Prueba 15 sin carcasa, con 20,5 kg contrapeso. Septiembre 2011.Fuente: L.Krebs.

En Resumen

Velocidad prototipo Vp [NUDOS]	Potencia Efectiva EHP HP solo Casco
17	210,7
20	295,6
25	448,2
30	593,3

Velocidad prototipo Vp [NUDOS]	Potencia Efectiva + 60%perdida HP solo Casco
17	337,2
20	473,0
25	717,1
30	949,3

*El 60% de pérdida corresponde a 20% pérdida por DHP/ SHP/BHP/IHP y 40% pérdida por hélice THP.

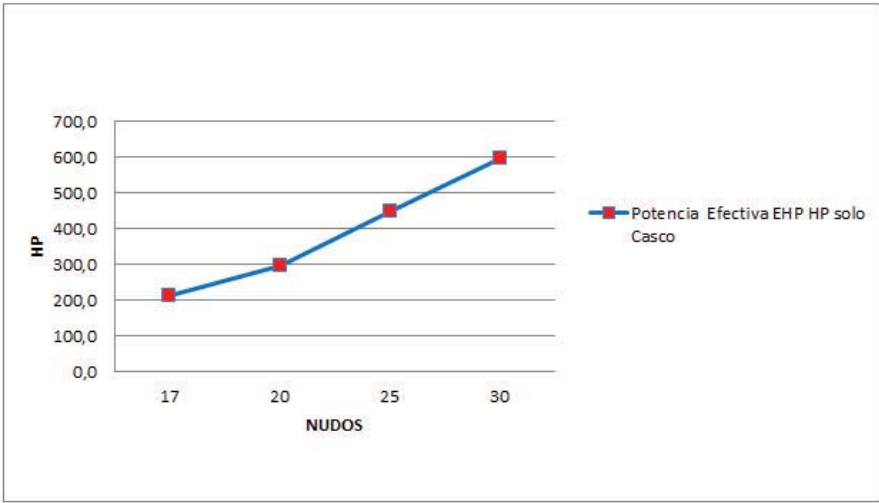


Figura 33. Tabla y gráfico del resumen de las pruebas de arrastre con modelo sin perfiles hidrodinámicos. Junio 2012.Fuente: L.Krebs.

CALCULO POTENCIA EFECTIVA																			
Identificación de embarcación:			Embarcación hidrofoil, mediciones casco																
Tipo de ensayo:			Ensayo en sistema de arrastre flotante sin superestructura y sin perfiles																
Fecha			22-06-2012																
OBSERVACIONES:			DATOS MODELO Y PROTOTIPO																
Embarcación sin hidroalas mediciones CASCO			Modelo:		Esloa		Lm =	1,1	[m]	Prototipo:		Esloa		Lp =	13,2	[m]	esloa casco		
					Escala		λ =	12	[-]										
			Canal de pruebas		Superficie mojada		Sm=	0,265	[m²]	Superficie mojada			Sp =	38,16	[m²]	superficie mojada casco			
					Longitud		D =	30	[m]										
			Agua canal		Densidad = ρm=			ρm=	1.000	[kg/m³]	Agua navegación		Densidad					ρp =	1.000
Viscosidad= m _m =					μm=	0,001518	[Pa s] a 5 [°C]	Viscosidad					μp =	0,001518	[Pa s] a 5 [°C]				
DATOS PRUEBAS			CÁLCULOS																
Prueba N°	Velocidad modelo Vm [m/s]	Resistencia Total R _{Tm} [kp]	Coef. Res. Total C _{Tm} [-]	N° Reynolds R _{Lm} [-]	Coeficiente Friccional C _{Fm} [-]	Coef. Res Residual C _{Rm} [-]	Resistencia Friccional R _{Fm} [N]	Resistencia Residual R _{Rm} [N]		Velocidad prototipo Vp [m/s]	N° Reynolds R _{Lp} [-]	Coeficiente Friccional C _{Fp} [-]	Resistencia Friccional R _{Fp} [N]	Resistencia Residual R _{Rp} [N]	Resistencia Total R _{Tp} [N]	Potencia Efectiva EHP HP	20% Perdida DHP/ SHP BHP/HP HP	40% Perdida Helice HP	EHP + P Perdida HP
Prueba 12 de 27,5 kg 6 a 9 seg	0,86 1,67	12,11 118,759	1,2194	621.260	0,0005	1,2189	0,0508	12,0592		10,2881 20,00	89.461.442	0,0002	1.235,40	20.838,36	22.073,76	304,60	60,92	121,84	487,37
Prueba 13 de 27,5 kg 4,5 a 5,7 seg	0,86 1,67	11,33 111,109	1,1409	621.260	0,0005	1,1403	0,0508	11,2792		10,2881 20,00	89.461.442	0,0002	1.235,40	19.490,52	20.725,92	286,00	57,20	114,40	457,61
Prueba 14 de 30 kg 4 a 4,5	0,86 1,67	11,75 115,228	1,1831	621.260	0,0005	1,1826	0,0508	11,6992		10,2881 20,00	89.461.442	0,0002	1.235,40	20.216,28	21.451,68	296,02	59,20	118,41	473,63
Prueba 15 de 30 kg 4 a 5 seg	0,86 1,67	11,74 115,130	1,1821	621.260	0,0005	1,1816	0,0508	11,6892		10,2881 20,00	89.461.442	0,0002	1.235,40	20.199,00	21.434,40	295,78	59,16	118,31	473,25
															Promedio EHP	295,60			472,96
Prueba 12 de 27,5 kg 13,7 a 14,1 seg	1,07 2,08	14,01 137,391	0,9029	776.575	0,0005	0,9024	0,0754	13,9346		12,8601 25,00	111.826.803	0,0002	1.909,08	24.078,96	25.988,04	448,27	89,65	179,31	717,24
Prueba 13 de 27,5 kg 11 a 11,6 seg	1,07 2,08	13,78 135,136	0,8880	776.575	0,0005	0,8875	0,0754	13,7046		12,8601 25,00	111.826.803	0,0002	1.909,08	23.681,52	25.590,60	441,42	88,28	176,57	706,27
Prueba 14 de 30 kg 7,4 a 8,1	1,07 2,08	13,96 136,901	0,8996	776.575	0,0005	0,8991	0,0754	13,8846		12,8601 25,00	111.826.803	0,0002	1.909,08	23.992,56	25.901,64	446,78	89,36	178,71	714,85
Prueba 15 de 30 kg 9,9 a 10,36 seg	1,07 2,08	14,28 140,039	0,9203	776.575	0,0005	0,9198	0,0754	14,2046		12,8601 25,00	111.826.803	0,0002	1.909,08	24.545,52	26.454,60	456,32	91,26	182,53	730,11
															Promedio EHP	448,20			717,12
Prueba 14 de 30 kg 10,4 a 10,9	1,29 2,50	15,14 148,473	0,6776	931.890	0,0005	0,6771	0,1043	15,0357		15,4321 30,00	134.192.163	0,0002	2.725,15	25.981,67	28.706,82	594,20	118,84	237,68	950,73
Prueba 15 de 30 kg 12,47 a 13,16 seg	1,29 2,50	15,09 147,982	0,6753	931.890	0,0005	0,6748	0,1043	14,9857		15,4321 30,00	134.192.163	0,0002	2.725,15	25.895,27	28.620,42	592,42	118,48	236,97	947,87
															Promedio EHP	593,31			871,90
Prueba 12 de 27,5 kg 2,5 a 3 seg	0,73 1,42	9,18 90,025	1,2794	528.071	0,0005	1,2789	0,0381	9,1419		8,7449 17,00	76.042.226	0,0002	900,04	15.797,24	16.697,27	195,85	39,17	78,34	313,36
Prueba 13 de 27,5 kg 3,1 seg	0,73 1,42	9,61 94,242	1,3393	528.071	0,0005	1,3388	0,0381	9,5719		8,7449 17,00	76.042.226	0,0002	900,04	16.540,28	17.440,31	204,57	40,91	81,83	327,31
Prueba 14 de 30 kg 3seg	0,73 1,42	10,61 104,049	1,4787	528.071	0,0005	1,4781	0,0381	10,5719		8,7449 17,00	76.042.226	0,0002	900,04	18.268,28	19.168,31	224,83	44,97	89,93	359,73
Prueba 15 de 30 kg 2,5 a 3 seg	0,73 1,42	10,26 100,616	1,4299	528.071	0,0005	1,4294	0,0381	10,2219		8,7449 17,00	76.042.226	0,0002	900,04	17.663,48	18.563,51	217,74	43,55	87,10	348,38
															Promedio EHP	210,76			337,20

Figura 34. Tabla Excel con resultados de pruebas de modelo en canal de arrastre casco sin perfiles hidrodinámicos, a modo de embarcación tradicional. Junio 2012. Fuente: L.Krebs

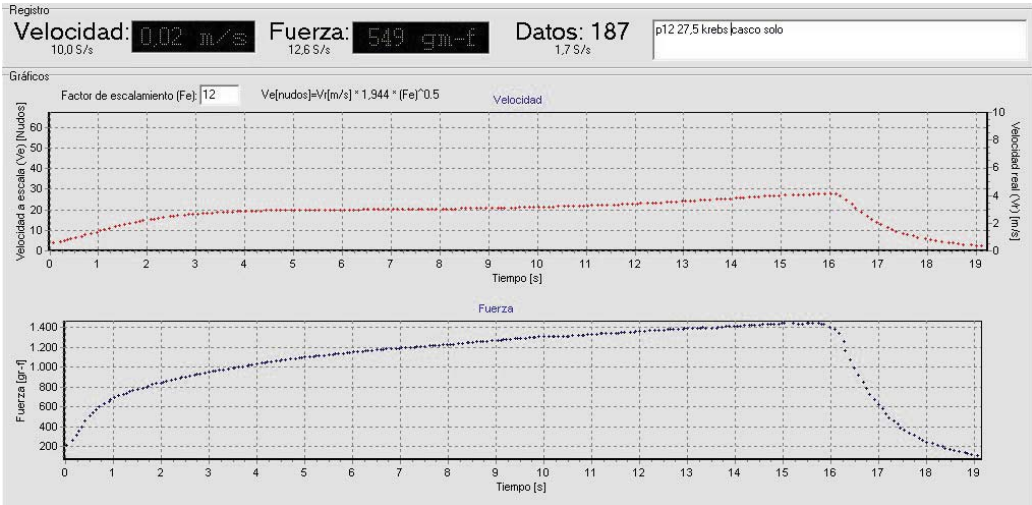


Figura 35. Gráfico Prueba 12 sin perfiles, con 27,5 kg contrapeso. Junio 2012. Fuente: L.Krebs.

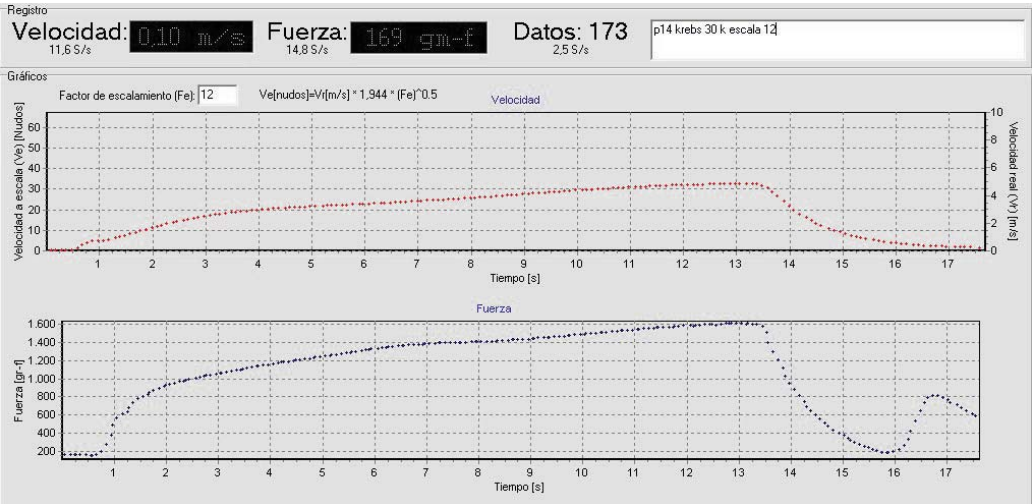


Figura 37. Gráfico Prueba 14 sin perfiles, con 30 kg contrapeso. Junio 2012. Fuente: L.Krebs.

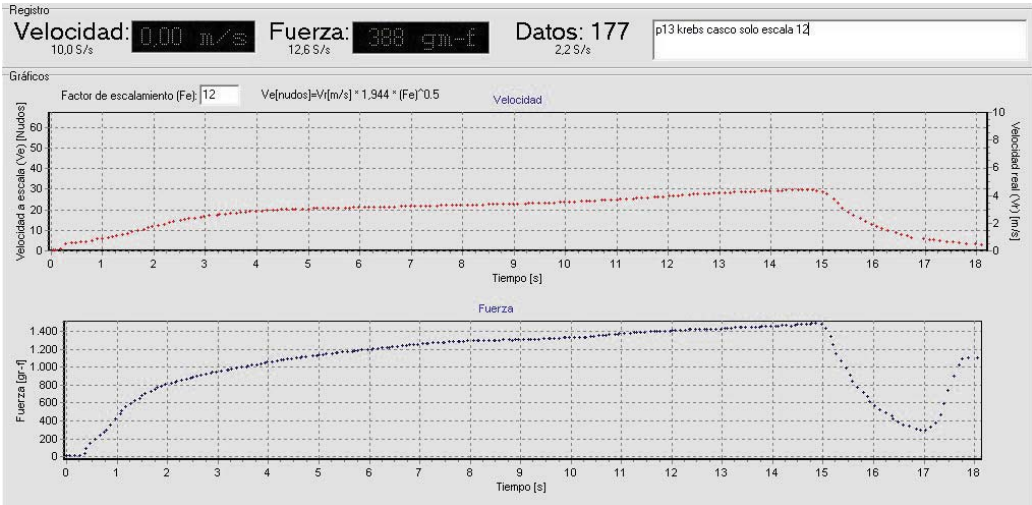


Figura 36. Gráfico Prueba 13 sin perfiles, con 27,5 kg contrapeso. Junio 2012. Fuente: L.Krebs.

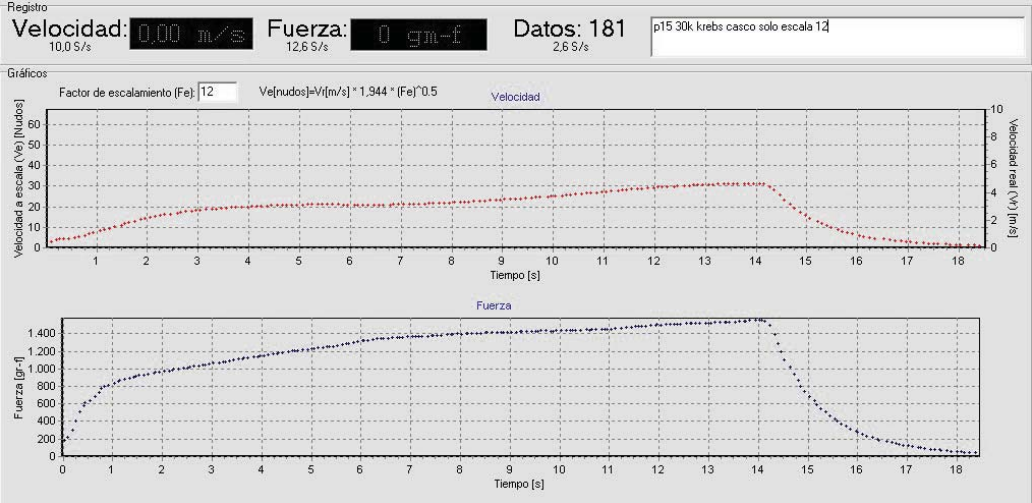


Figura 38. Gráfico Prueba 15 sin perfiles, con 30 kg contrapeso. Junio 2012. Fuente: L.Krebs.

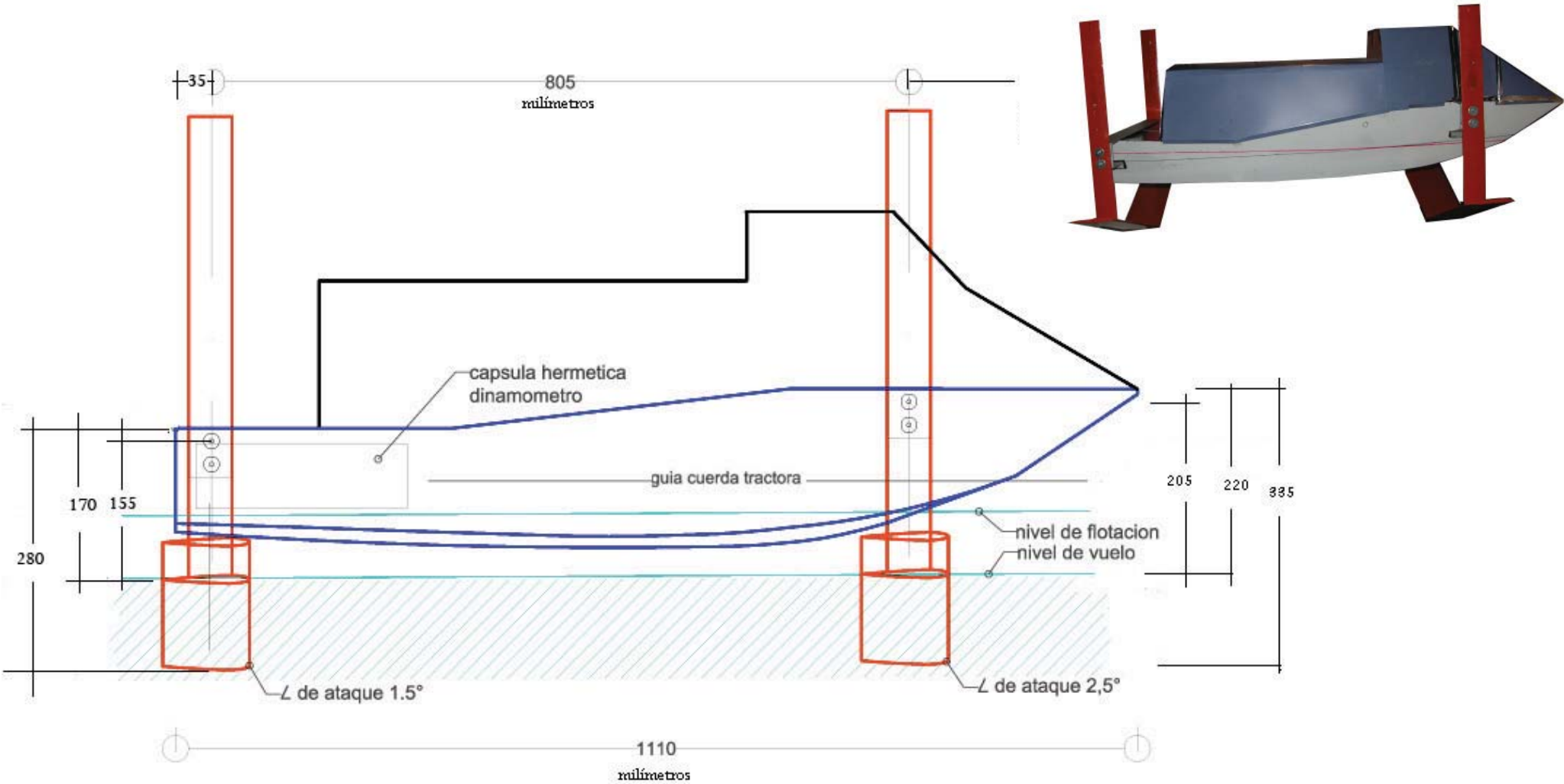
VI. 5. Planimetrías y procesos constructivos (Proposición final)

Este capítulo recoge la rectificación de los planos del prototipo basado en el modelo que se utiliza para las pruebas hidrodinámicas, recoge el dimensionamiento de proa para un correcto plegado del perfil alar delantero, recoge el estudio del tamaño y las geometrías utilizadas para el desarrollo de la rampa biarticulada de proa y el plegado del suelo del puente de mando para permitir la circulación del Vehículo tipo.

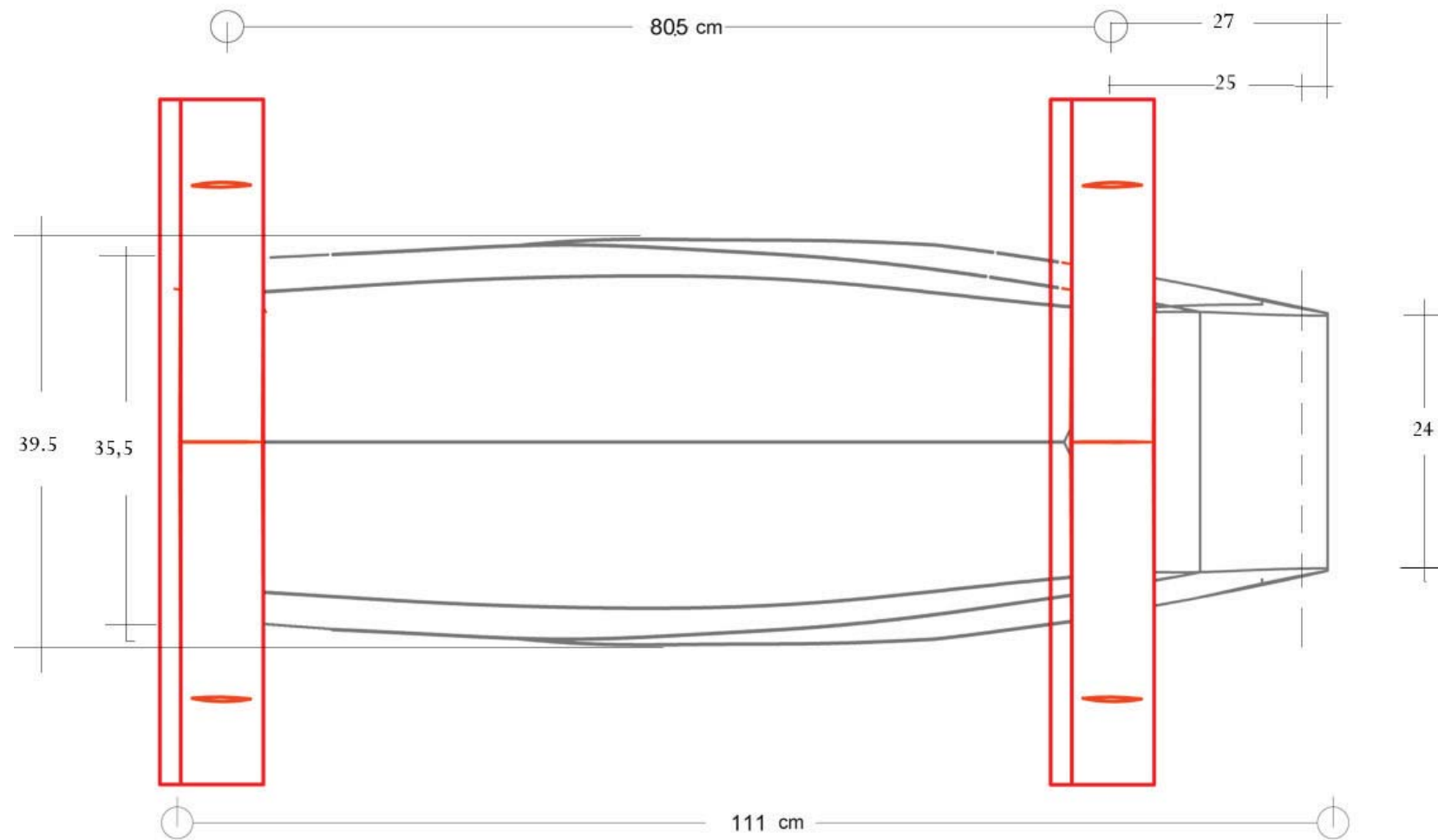
Las maquetas se desarrollaron a escalas 1:12 y 1:15, teniendo como principal objetivo la verificación del funcionamiento y objetivo.

VI. 5. a. PLANIMETRÍA GENERAL MODELO ESCALA 1:12 EMBARCACIÓN HIDROFOIL

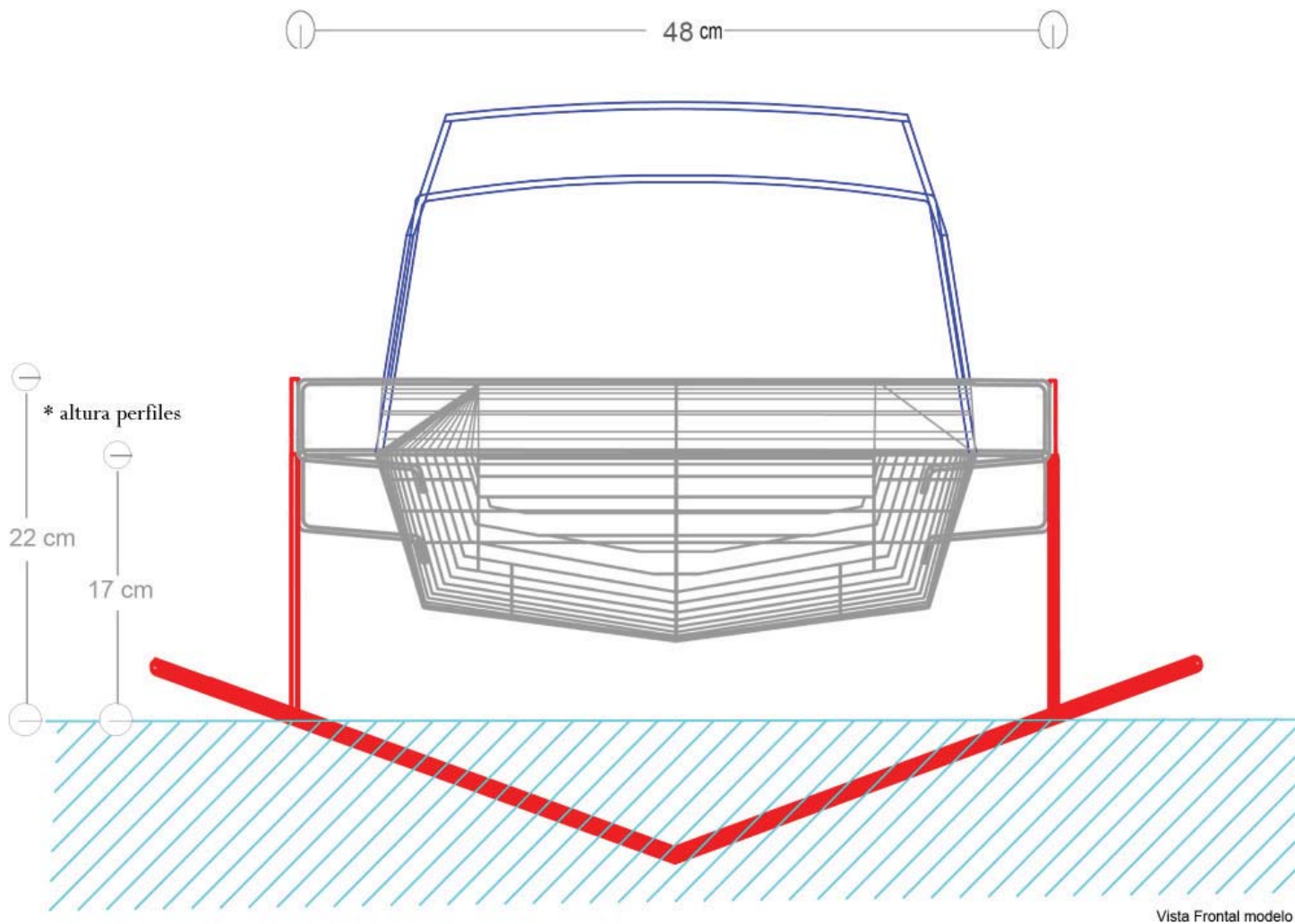
- Elevación lateral modelo a escala 1:12 embarcación hidrofoil



- **Planta** modelo a escala 1:12 embarcación hidrofoil

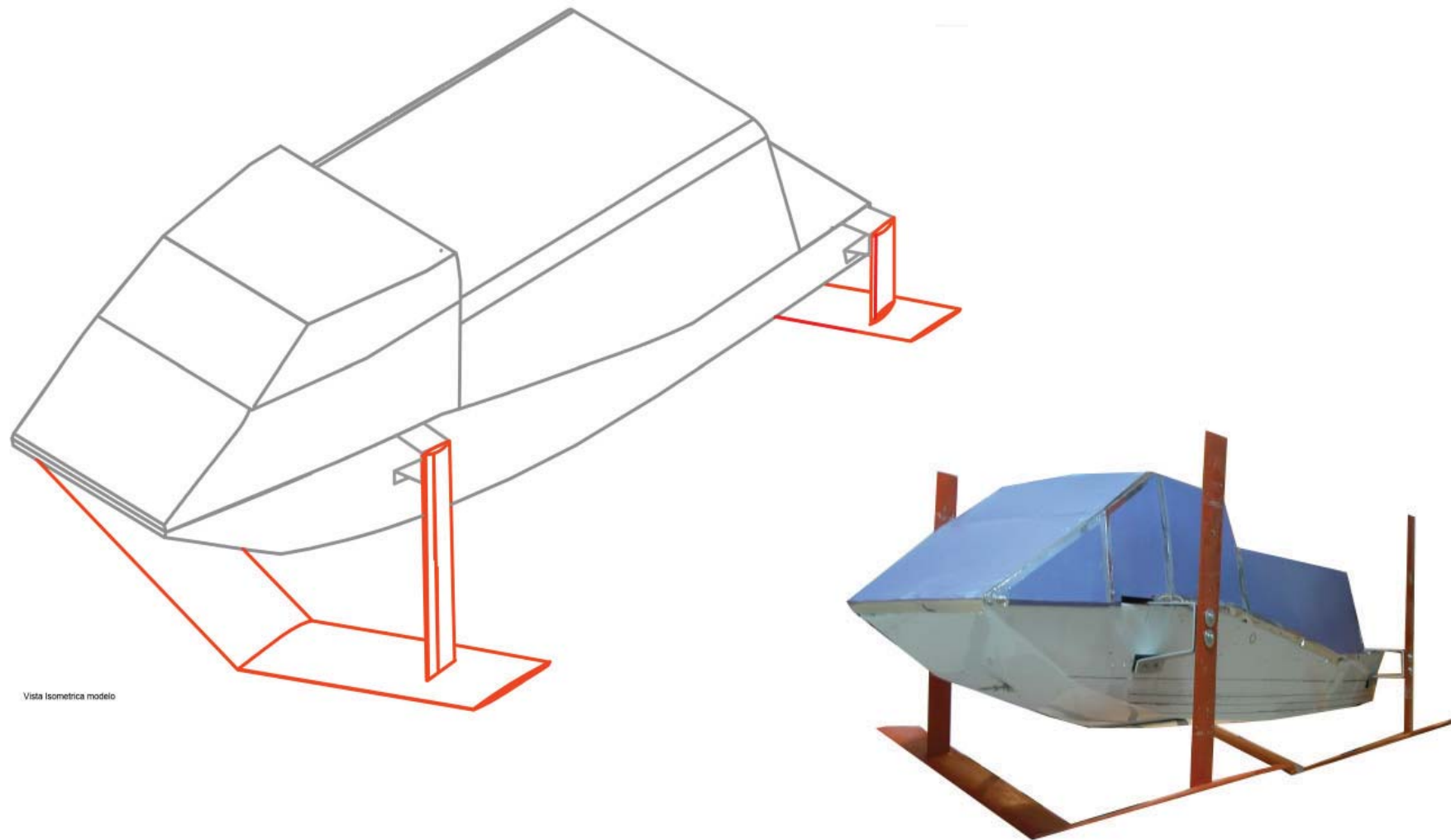


- Elevación frontal modelo a escala 1:12 embarcación hidrofoil

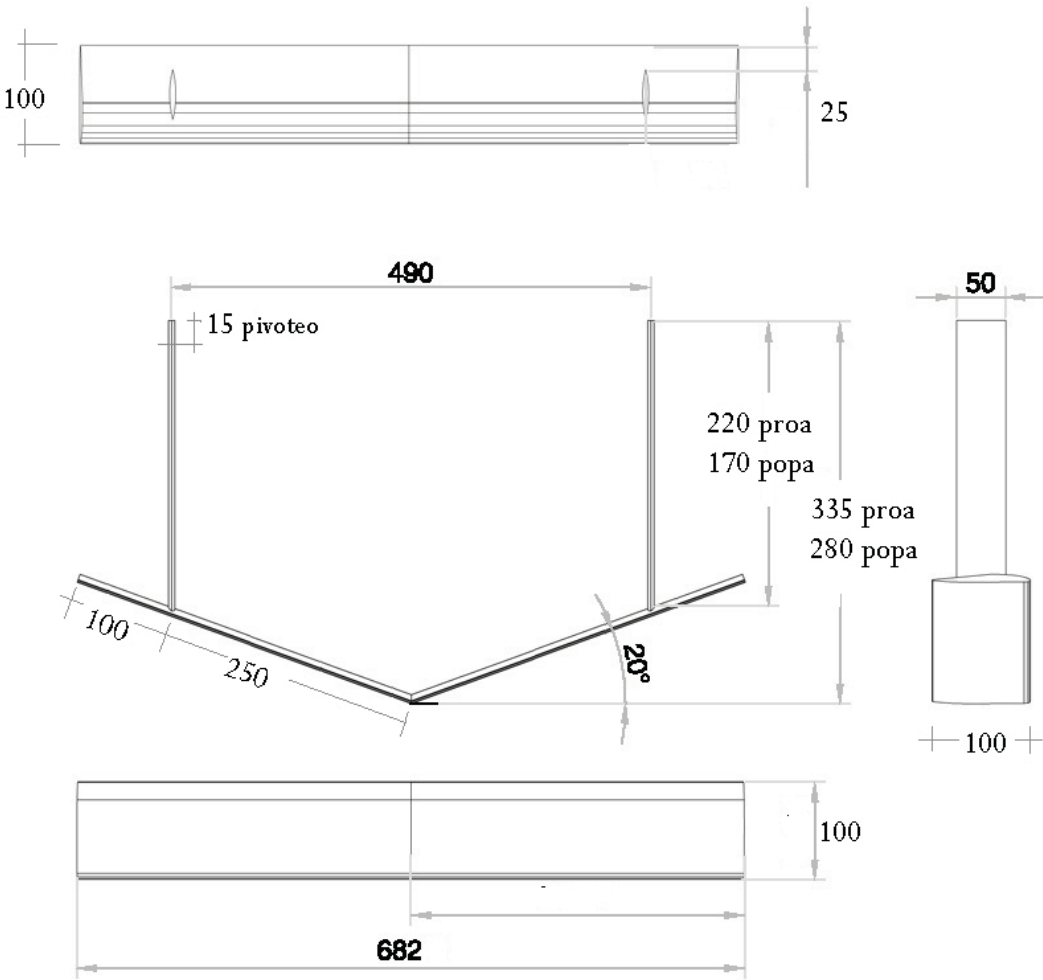


- Puntal popa: 12 cm
- Mnaga popa: 35,5 cm
- Manga máxima: 39,5 cm
- Ancho proa (rampo): 24 cm

- Vista axonométrica modelo a escala 1:12 embarcación hidrofoil

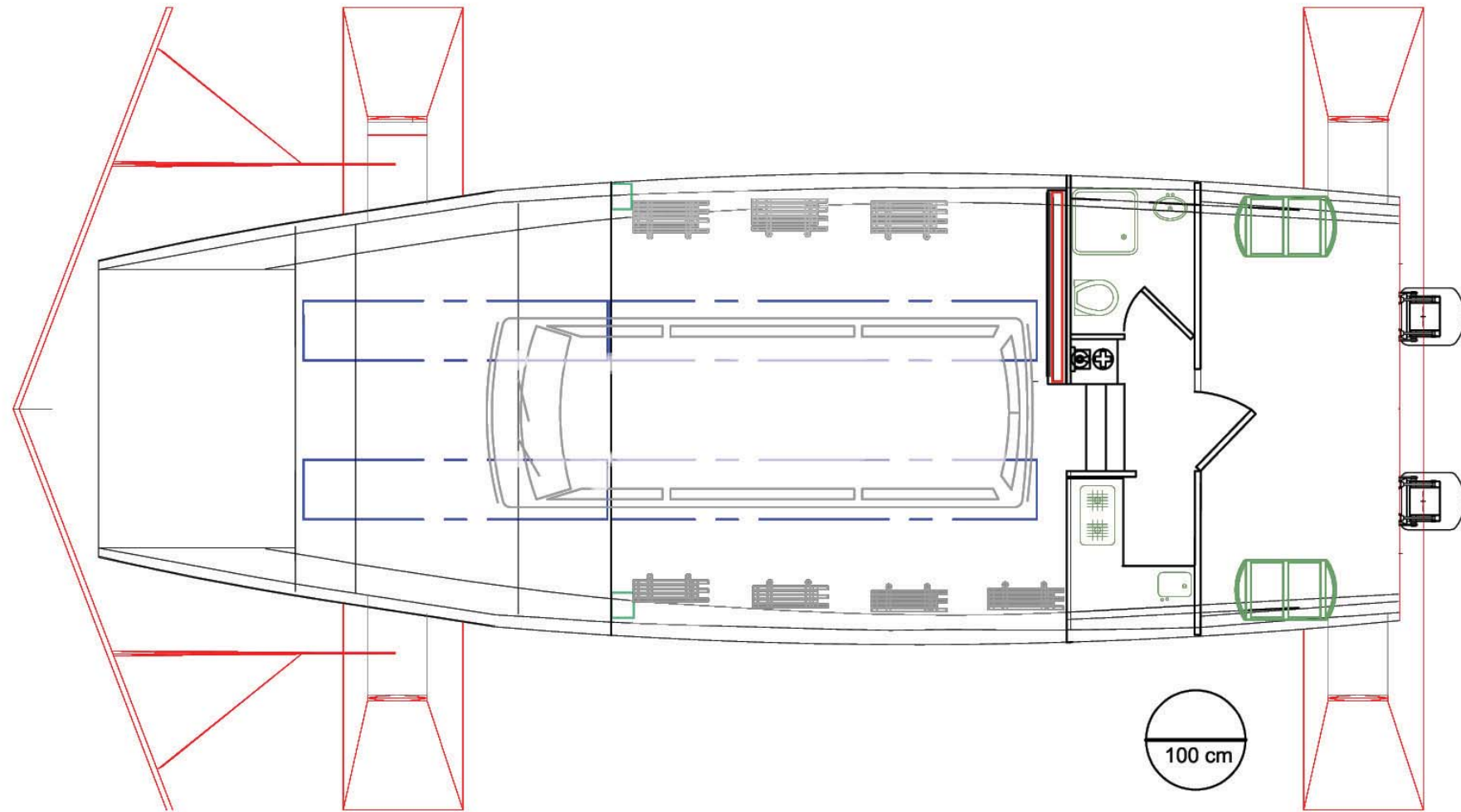


- Elevación lateral y frontal perfil alar modelo a escala 1:12 embarcación hidrofoil

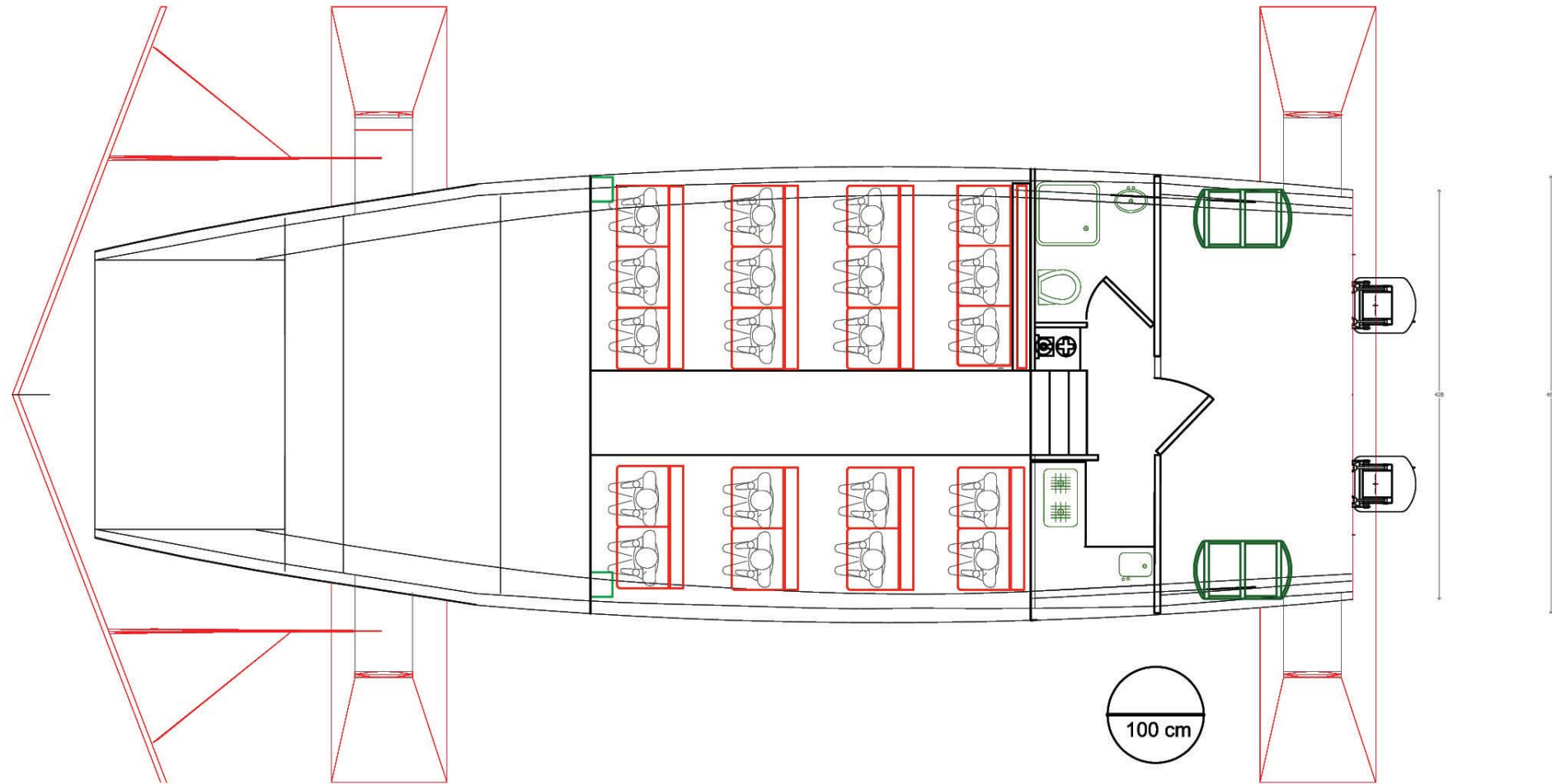


VI. 5. b. PLANIMETRÍA GENERAL DEL PROTOTIPO

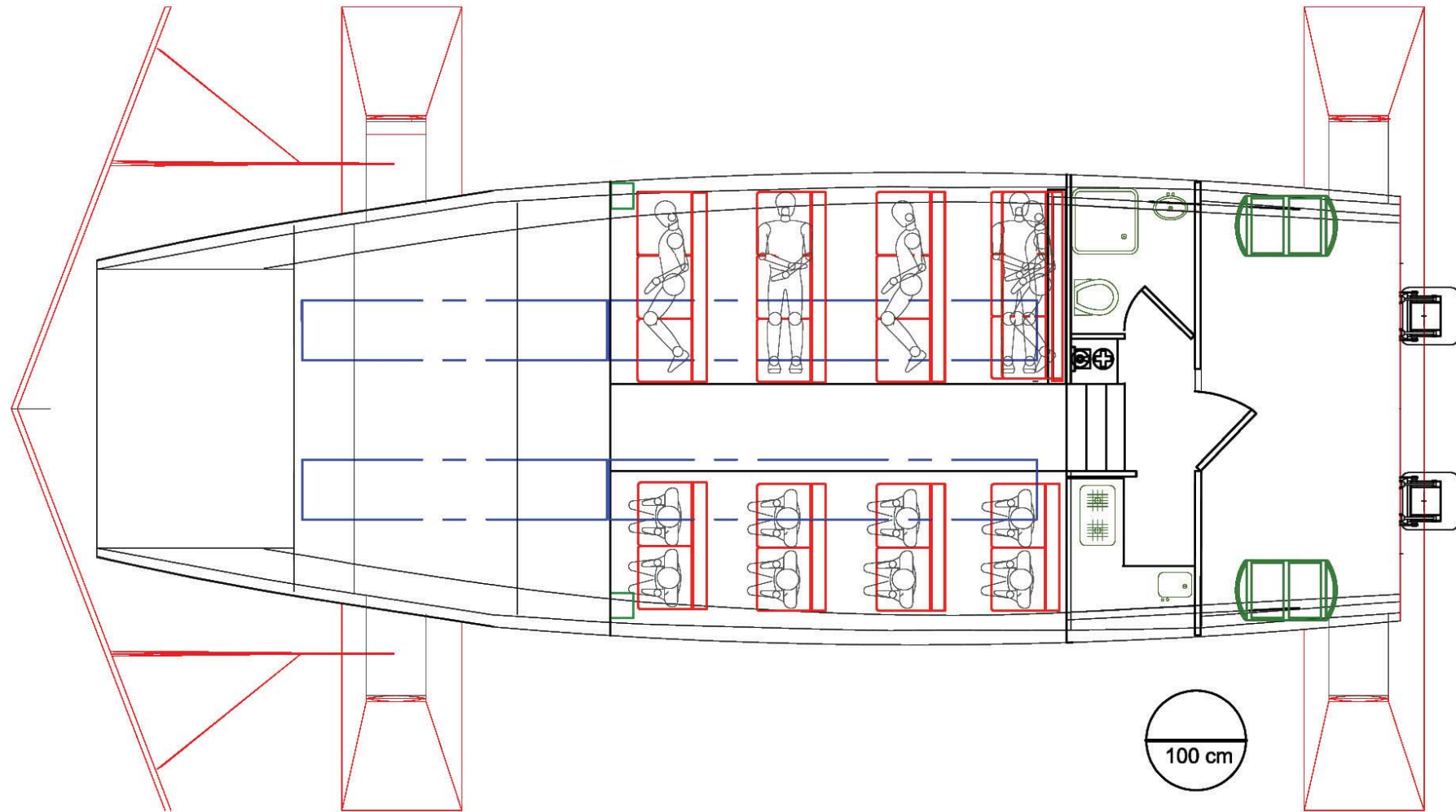
- Planta general: vehículo Hyundai H-1 y asientos plegados al borde.



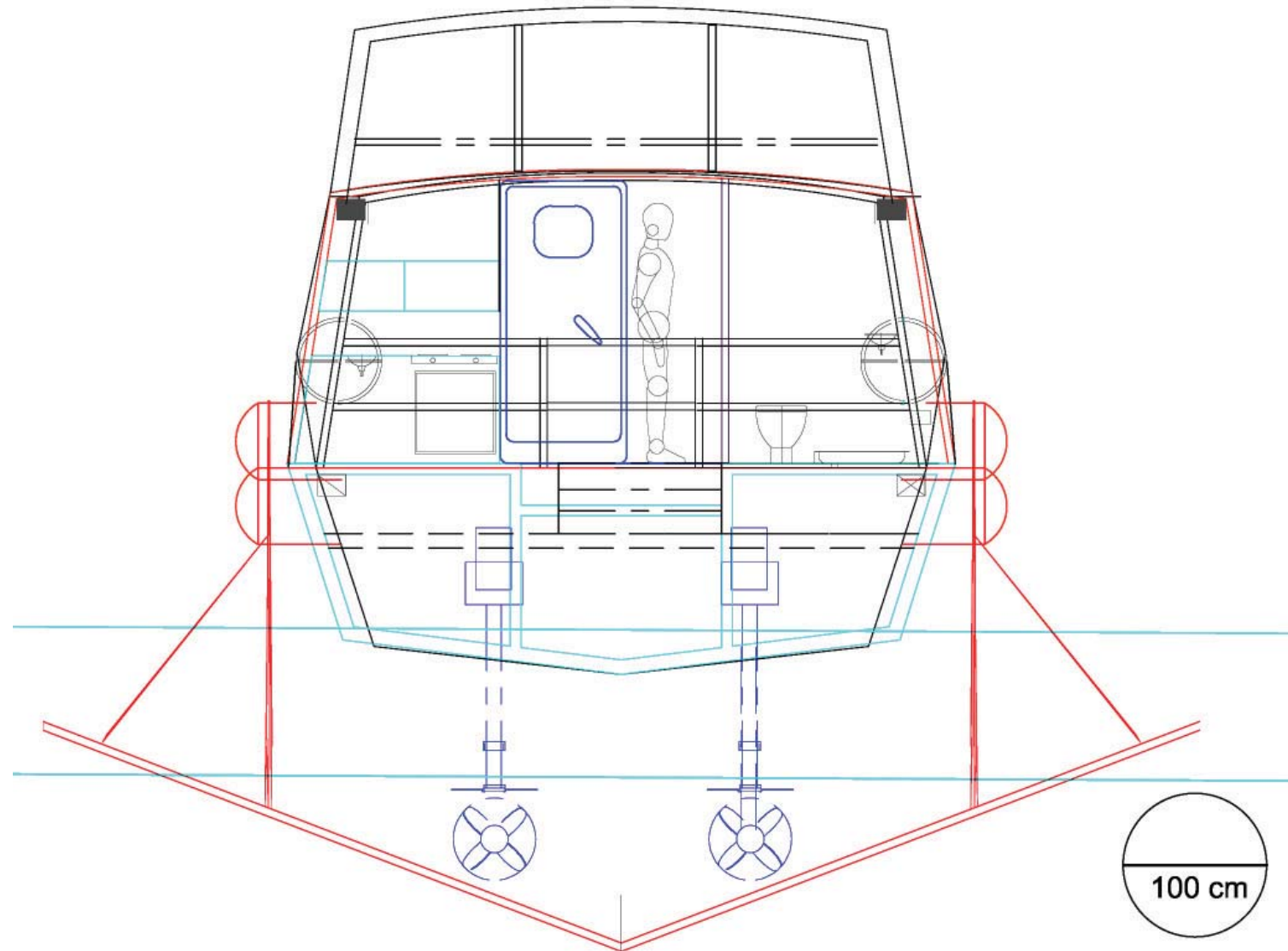
- Planta general: asientos para 20 pasajeros.



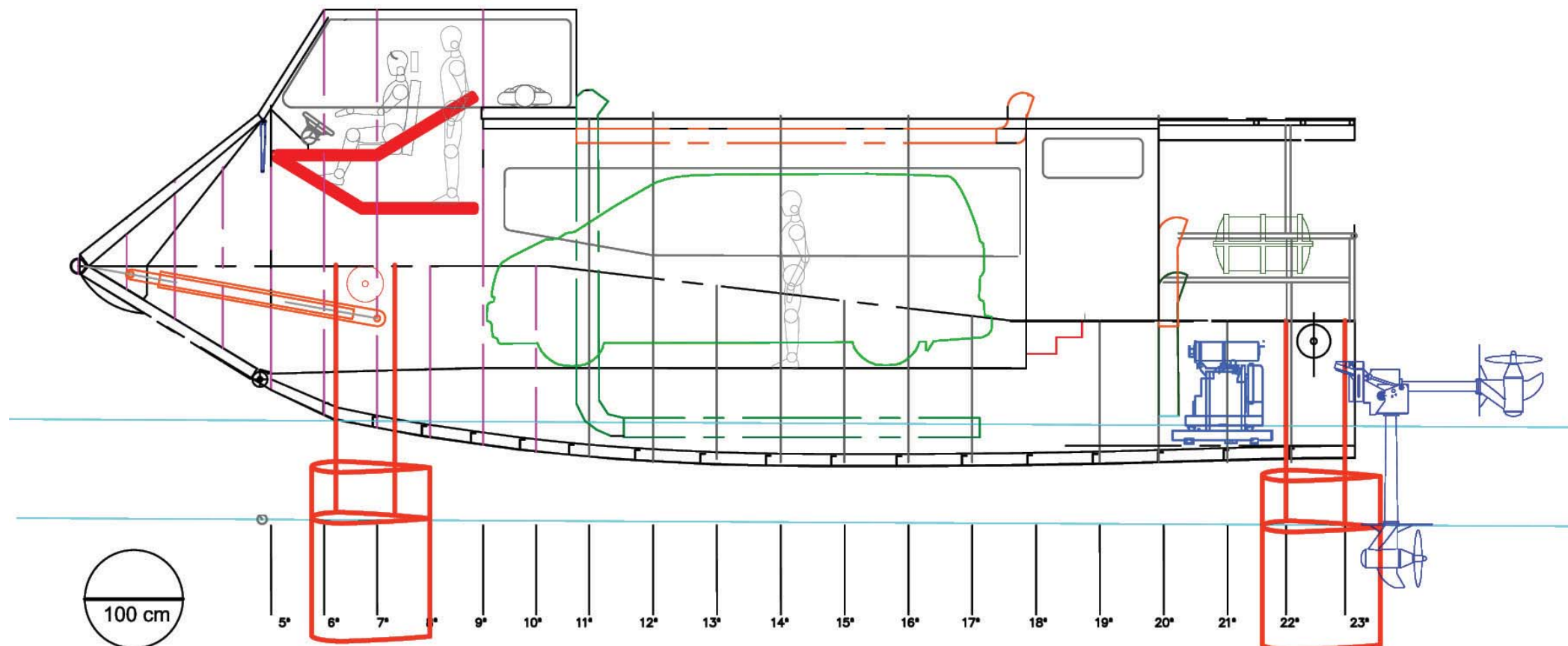
- Planta general: asientos para 8 pasajeros sentados , camas para 4 pasajeros y un camarote plegable.



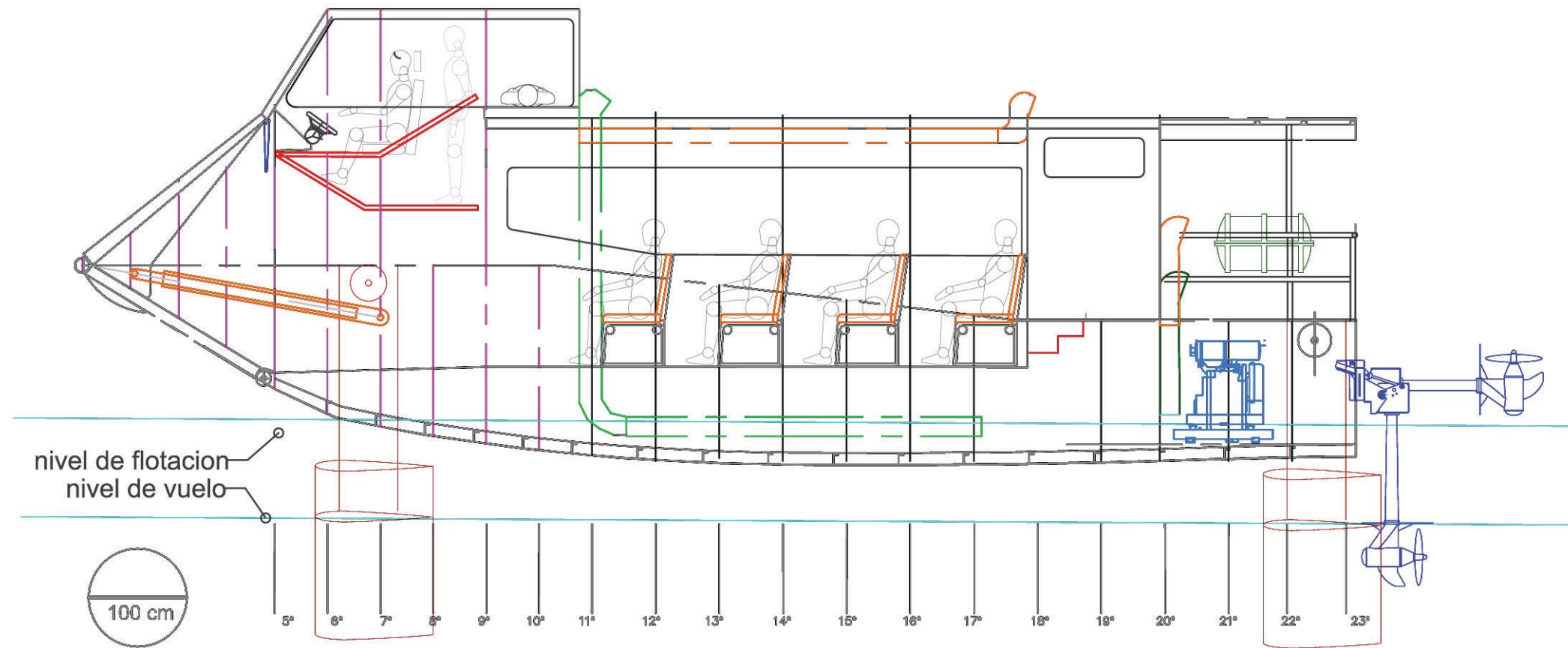
- Elevación frontal general



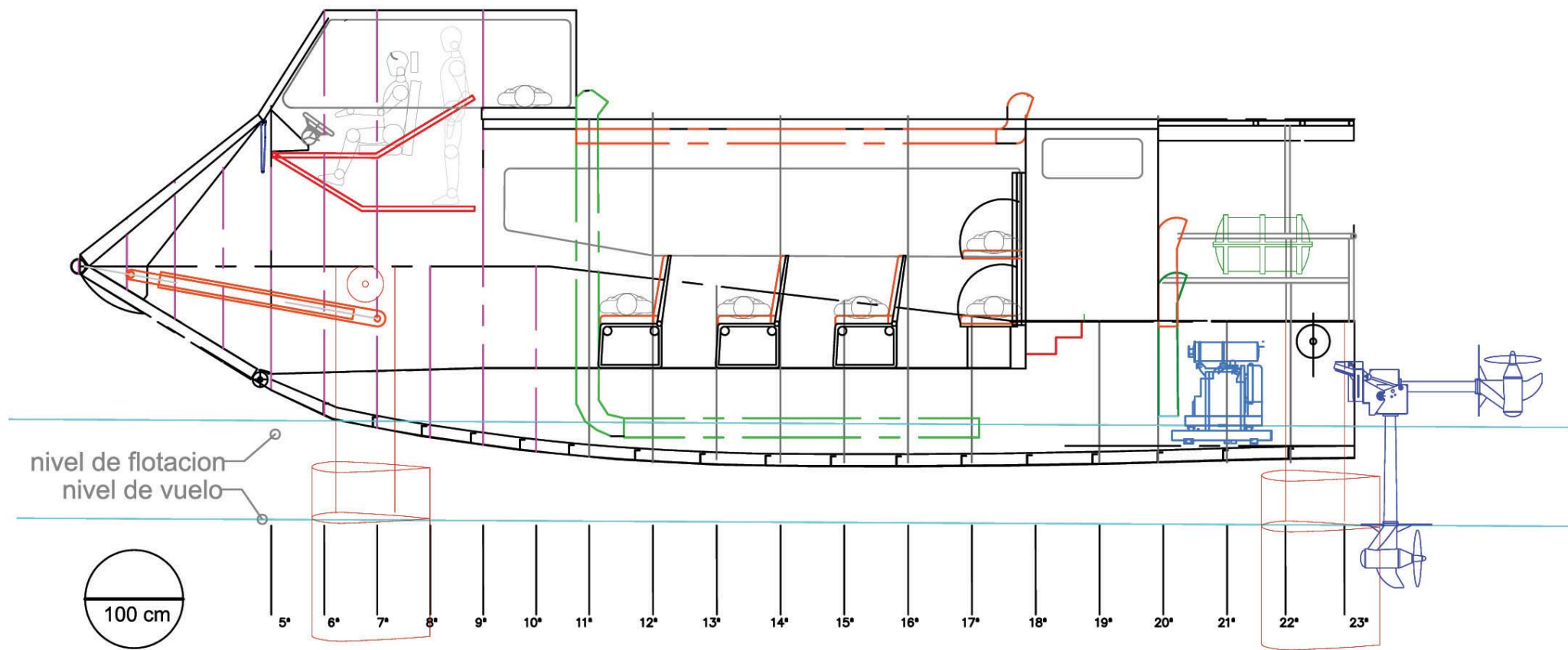
- Elevación lateral general con vehículo Hyundai H-1 a bordo.



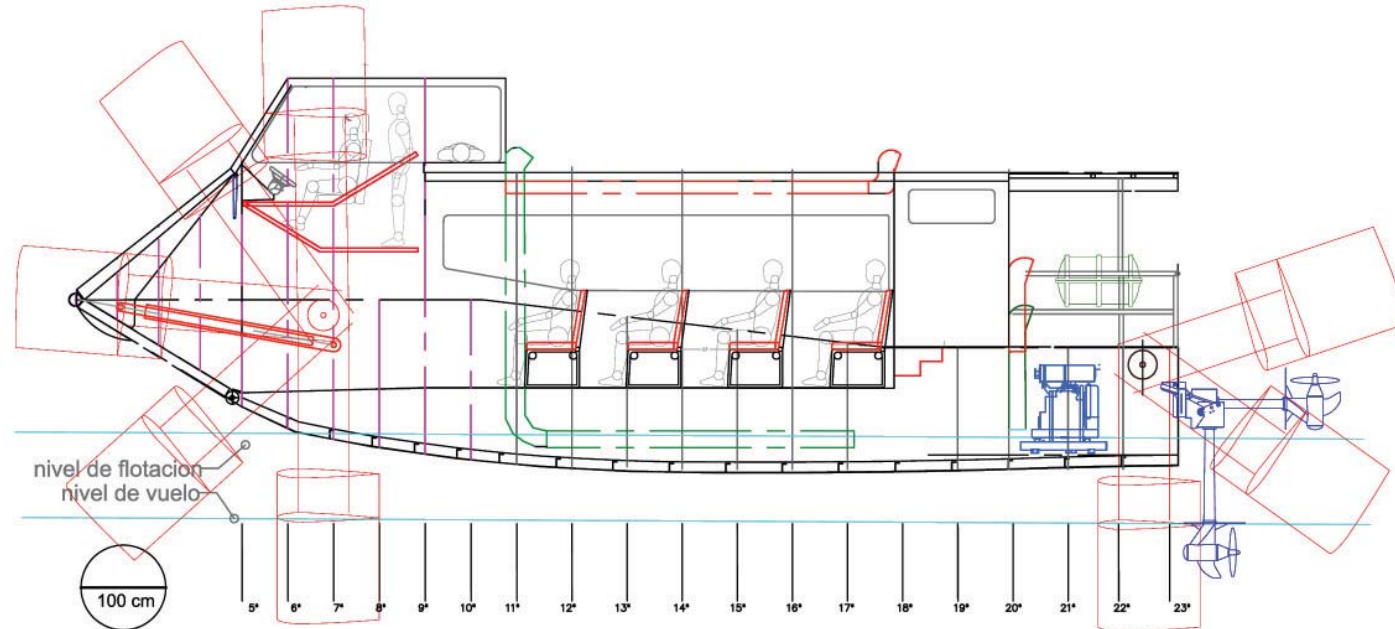
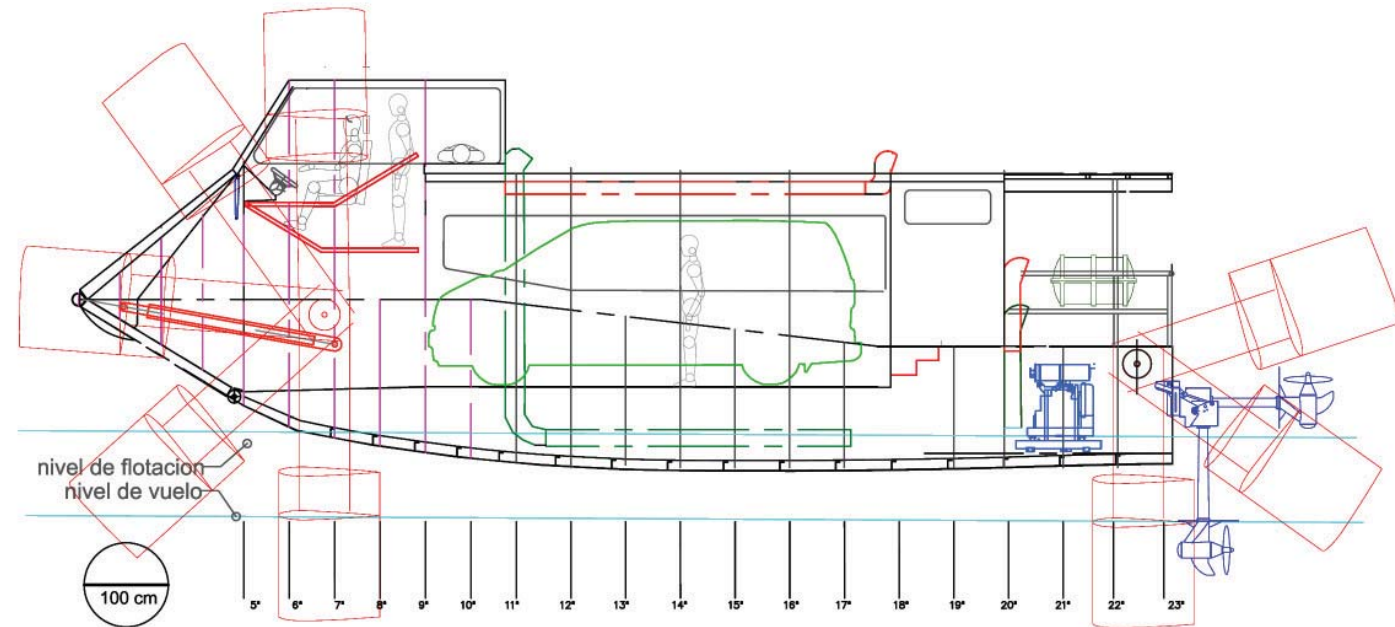
- Elevación lateral general con asientos para 20 pasajeros.



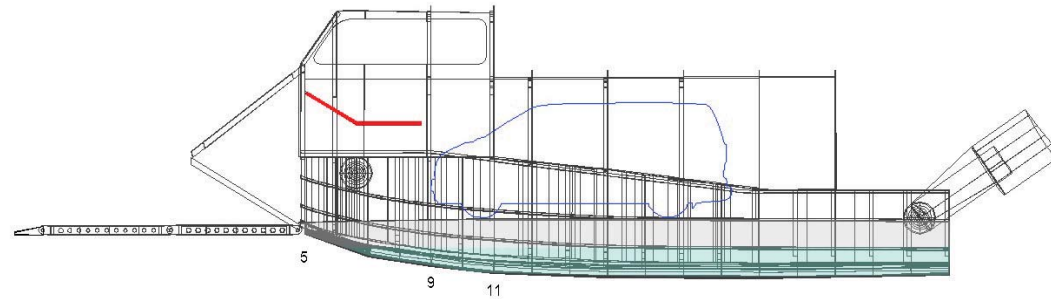
- Elevación transversal general con camas para 5 pasajeros (incluido un camarote plegable) y 8 pasajeros sentados.



- Elevación longitudinal recorrido plegamiento
perfiles hidrodinámicos. (Pivoteo)



VI. 5. c. PUENTE DE MANDO: SUELO PIVOTEANTE

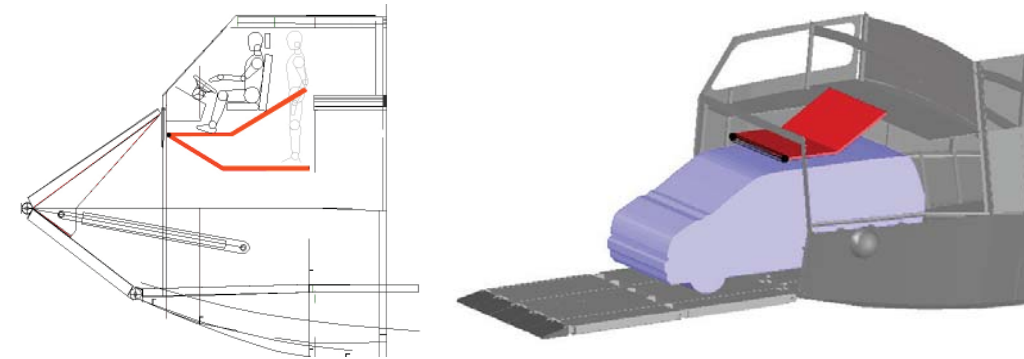
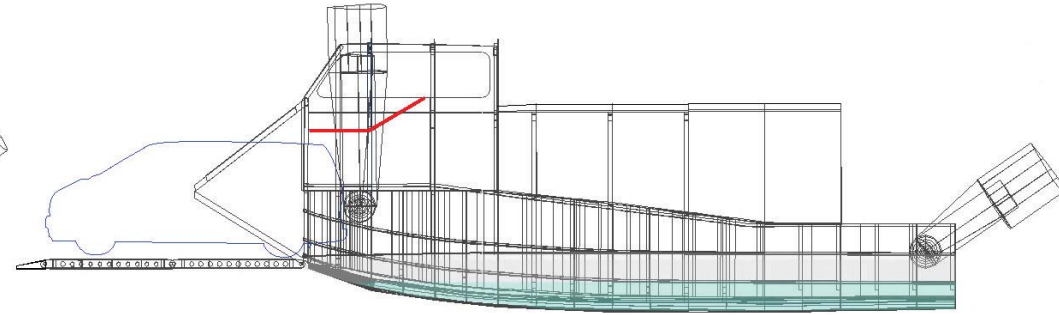


El Puente de mando se ubica entre la cuaderna 11 y 5 y el suelo de este entre la cuaderna 5 y 9. Se encuentra a 1,60 mts de suelo de la cubierta interior principal. En su lado de estribor posee un hueco a modo de pasillo para el transito de pasajeros sin tener que tener la necesidad de elevar el suelo del puente de mando. Este se levantará solo en caso de ingreso o salida de algún vehículo o carga mayor. La forma de elevarse será a través de un pivoteo desde su eje de proa a través de un motor hidráulico rotativo de giro limitado.

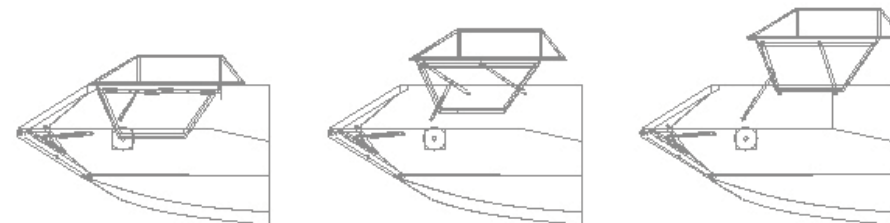
Cabe recalcar que en relación a la ultima propuesta de puente de mando (de tesis anterior), se simplificó de que la cabina de puente de mando se levantara completamente, a que solo una sección del suelo de este pivoteara y se levantará para dar paso al vehículo.

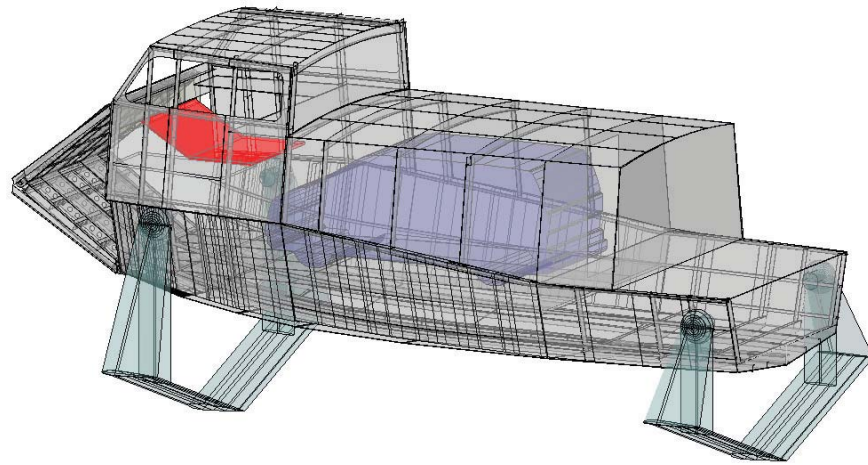
Para dar cabida al vehículo y al pivoteo del suelo sección central del puente de mando se bajó 20 cm el suelo del salón de pasajeros y se subió 32 cm el nivel del suelo del puente de mando según propuesta anterior. El eje de la rampa de acceso quedó a 68 cm del nivel de flotación.

Propuesta actual tesis L.Krebs 2012, seccion central suelo puente mando pivoteante.

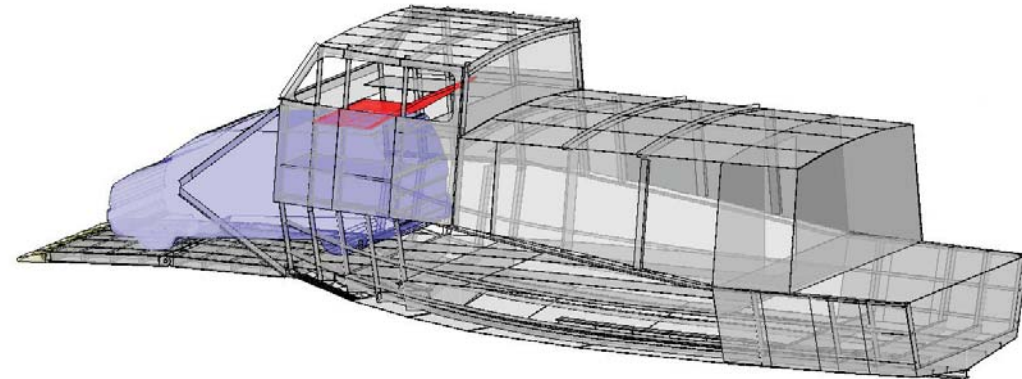
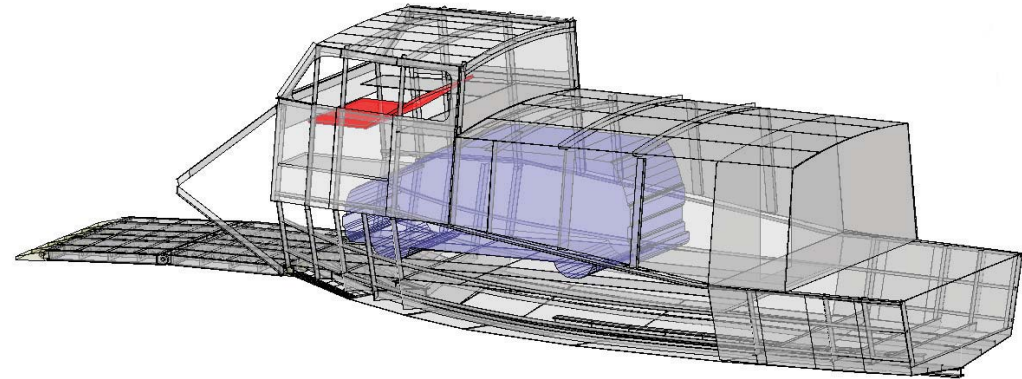
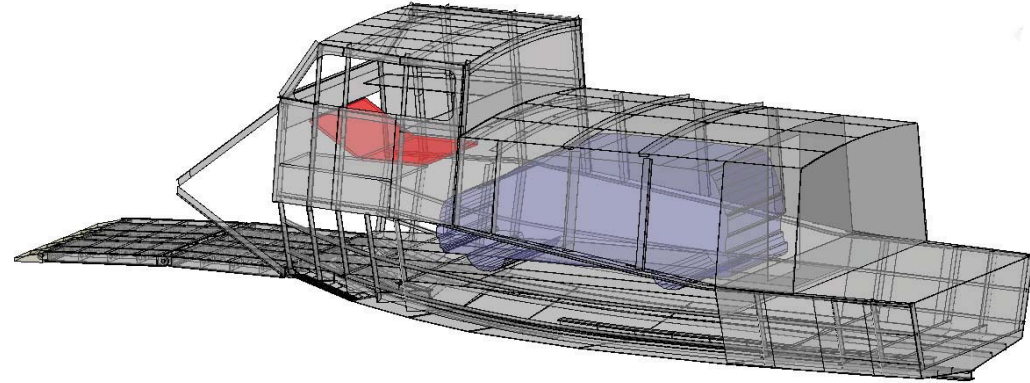


Propuesta tesis anterior, puente de mando elevable.

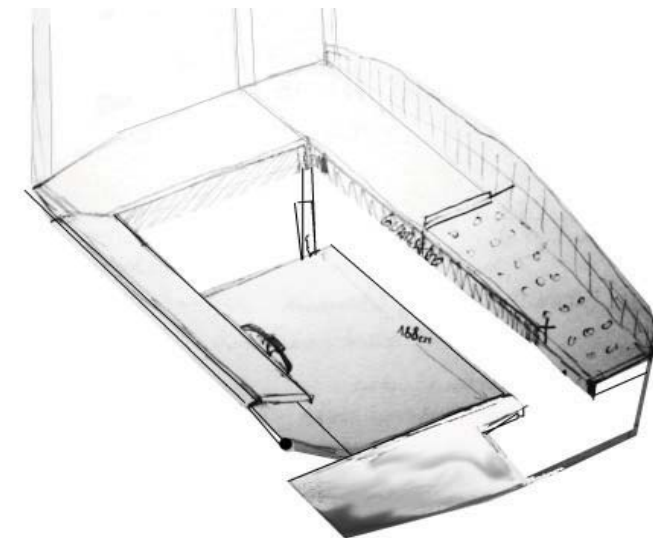
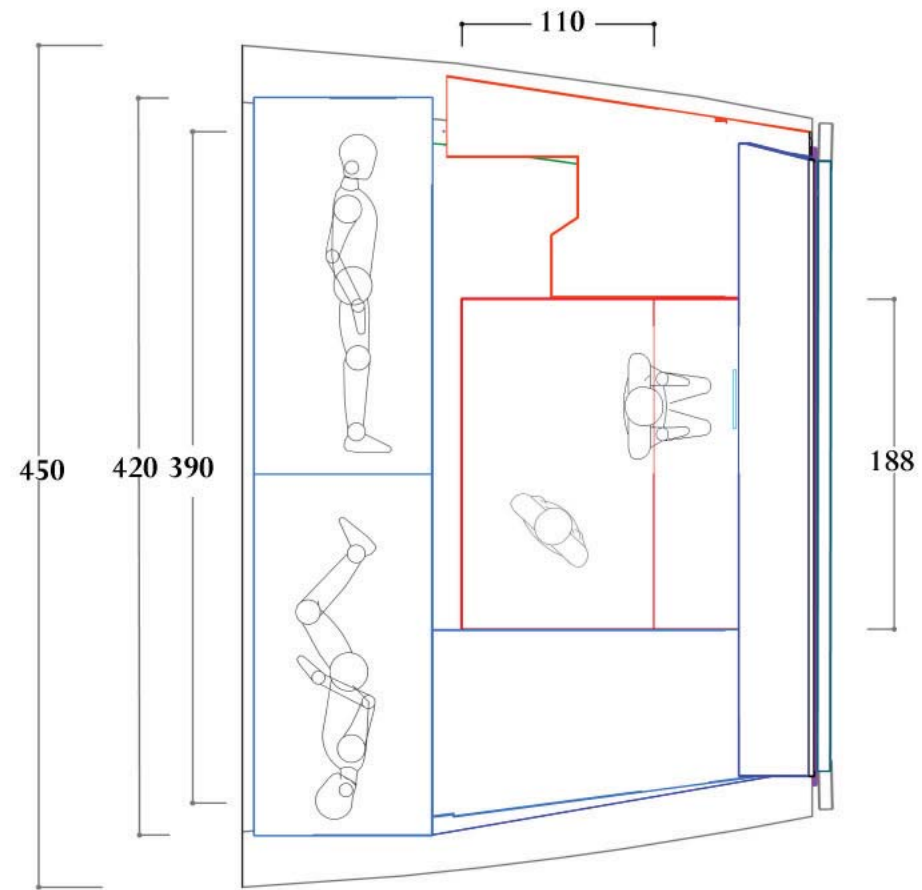




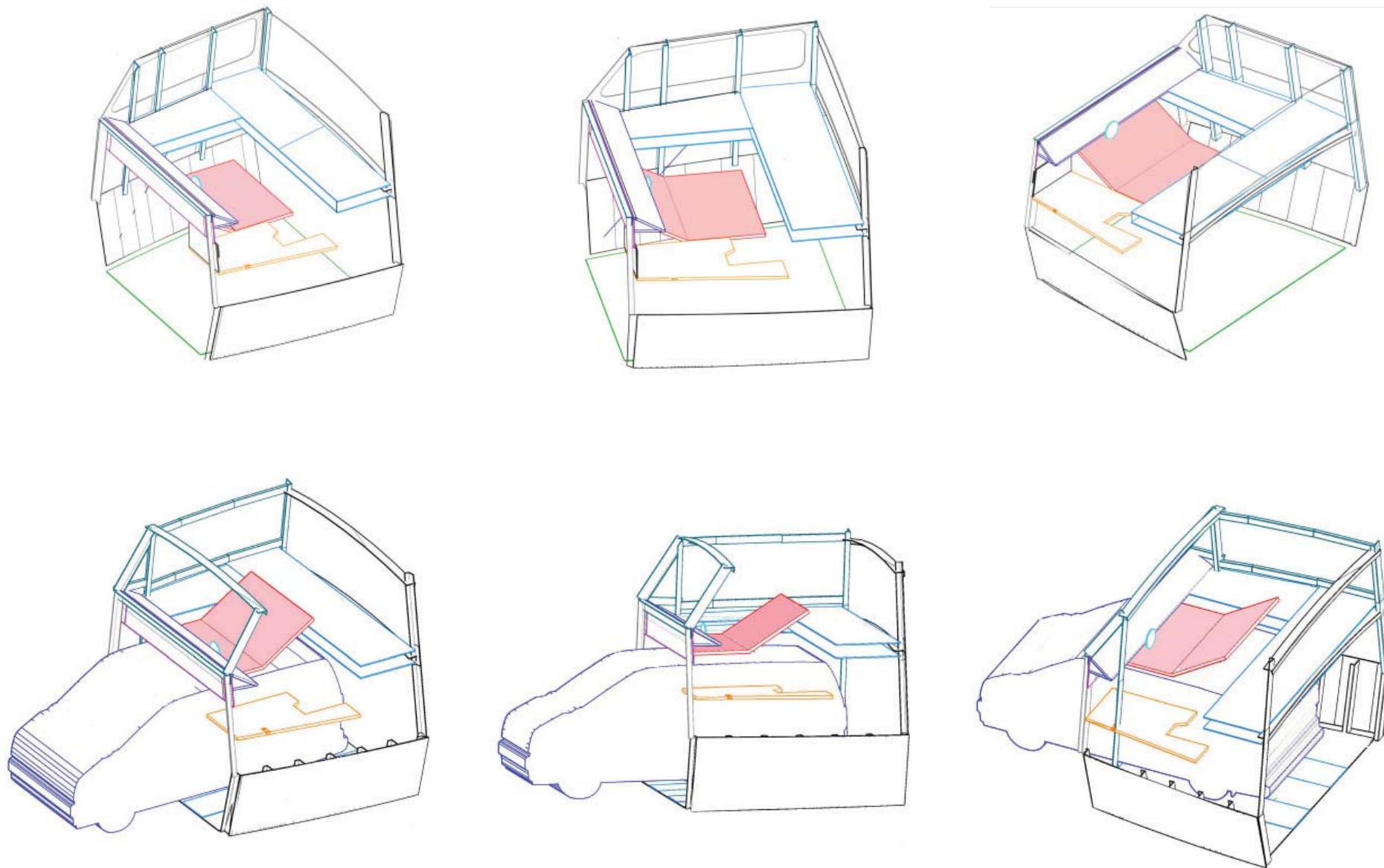
En el tablero de gobierno se ubicaran los elementos de navegación y sistema de manejos de accesos y pedirles hidrodinámicos. El Puente de mando tendrá 3 camas para tripulantes y capitán. En el sector del techo se encontraran los sistemas de comunicación, radio y control de luces. Se accede al puente de mando a través de una escalera desde la planta principal. Además tiene un acceso (puerta) en lado babor para ser usado en maniobras, conectado a una estructura liviana a modo de camino de gato, para poder pisar y transitar por el exterior (solo tripulantes) cuando se requiera.



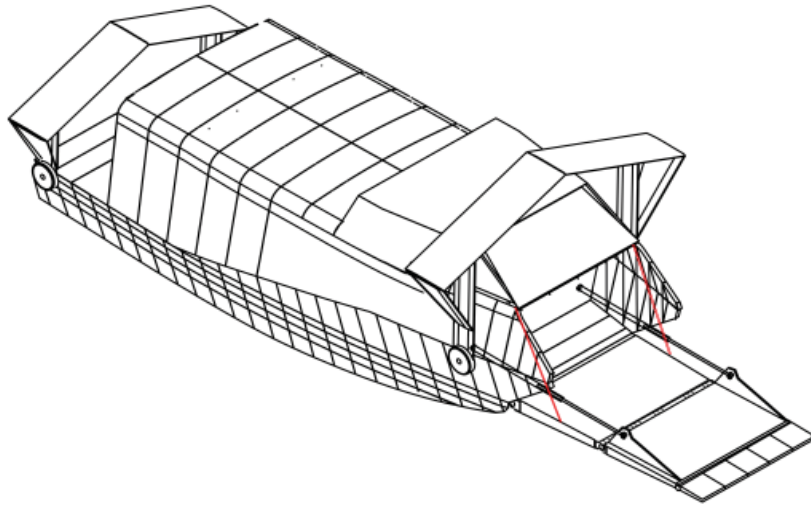
- Planta puente de mando



- Axonométricas P.Mando, suelo elevado y suelo estado normal de navegación



VI. 5. d. RAMPA DE ACCESO

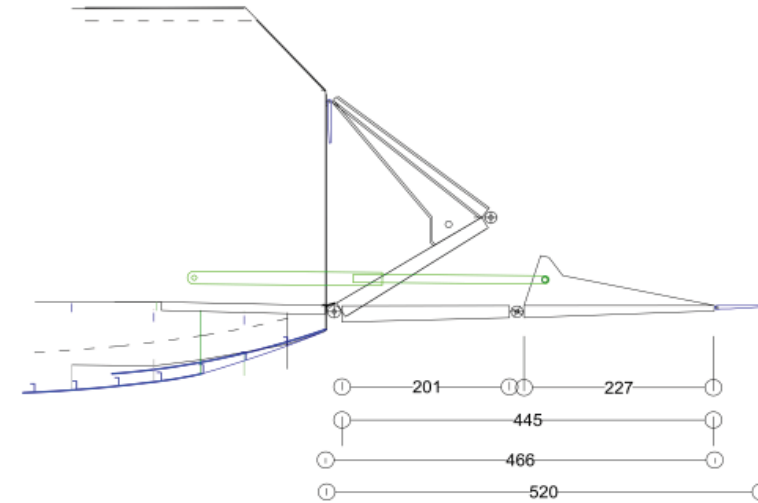


Conociendo un poco más los sistemas y mecanismos de las rampas de los transbordadores y considerando que la embarcación del proyecto se posa en la playa para la fluidez del embarco y desembarco de las personas o del vehículo, a la manera del trasbordador. Que abre en toda la magnitud su proa, que los perfiles y el suelo del puente de mando se levantan, pivotean podemos llegar a una proposición estructural y geométrica para la rampa de acceso de nuestra embarcación hidrofoil.

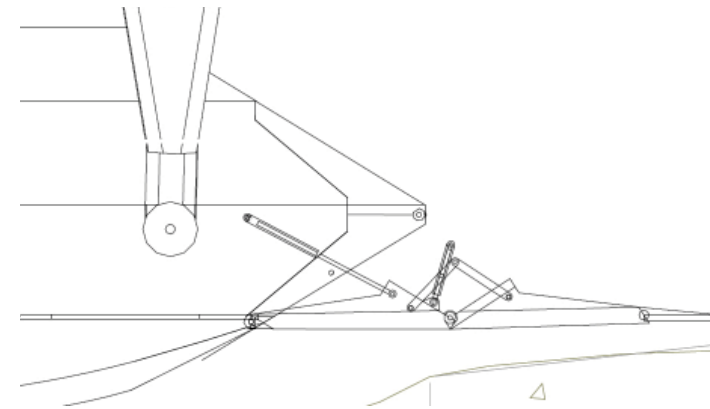
Para llegar a alguna proposición de la rampa se trabajo en maquetas a escala y planos. Las planimetrías corresponden a elevaciones, cortes y vistas generales, proyectadas digitalmente en software Autodesk Autocad, donde se comprueban los calces geométricos de las estructuras, los sistemas de energías y mecanismos móviles.

Las maquetas se desarrollaron a escalas 1:12 y 1:15, teniendo como principal objetivo la verificación del funcionamiento y objetivo.(Ver capítulo siguiente VI. 7 Maquetas de estudio)

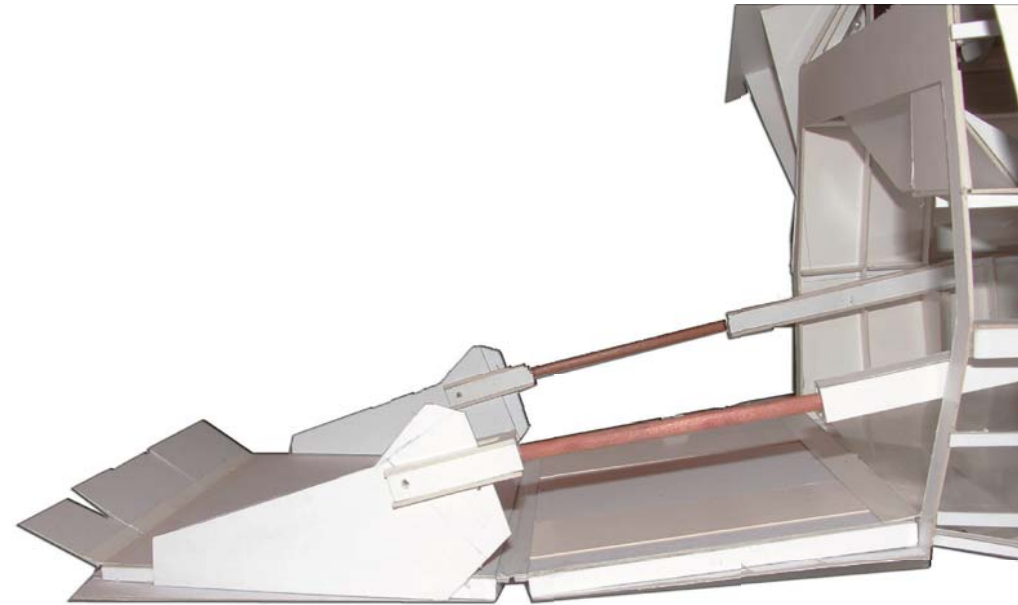
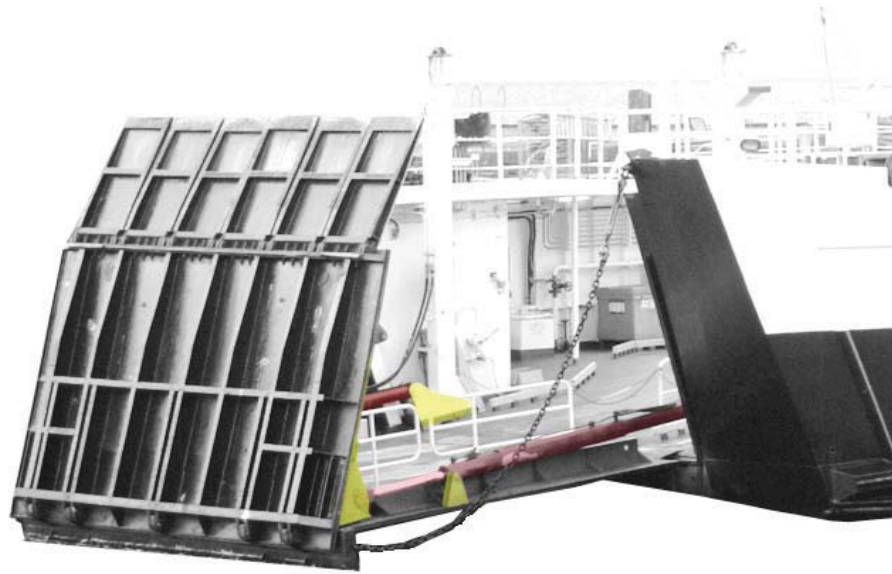
Propuesta actual tesis L.Krebs 2012, un solo par de émbolos hidráulicos. (2 unidades)



Propuesta tesis anterior, dos pares de émbolos hidráulicos. (4 unidades)



Se propone simplificar el sistema de abertura de rampa, de 2 pares de émbolos a un par de émbolos o pistones hidráulicos. Con esto se presenta un gran ahorro en mantención y fabricación. El alcance de rampa es de 4.66 mts.

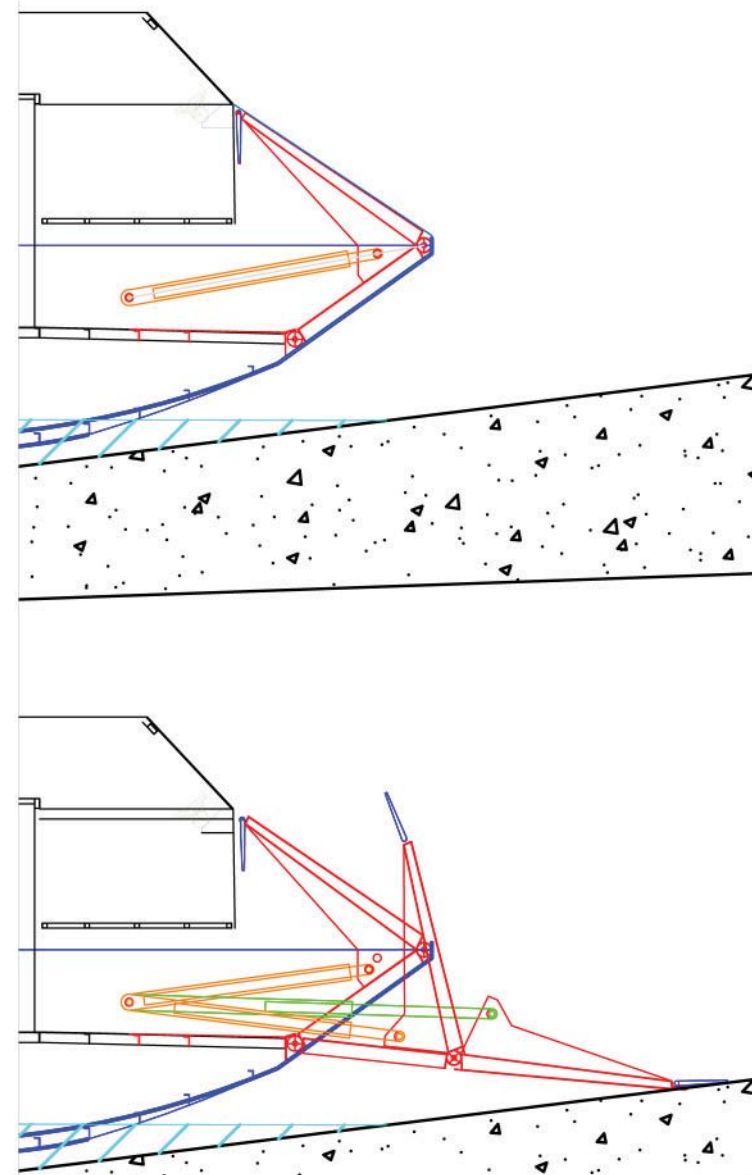
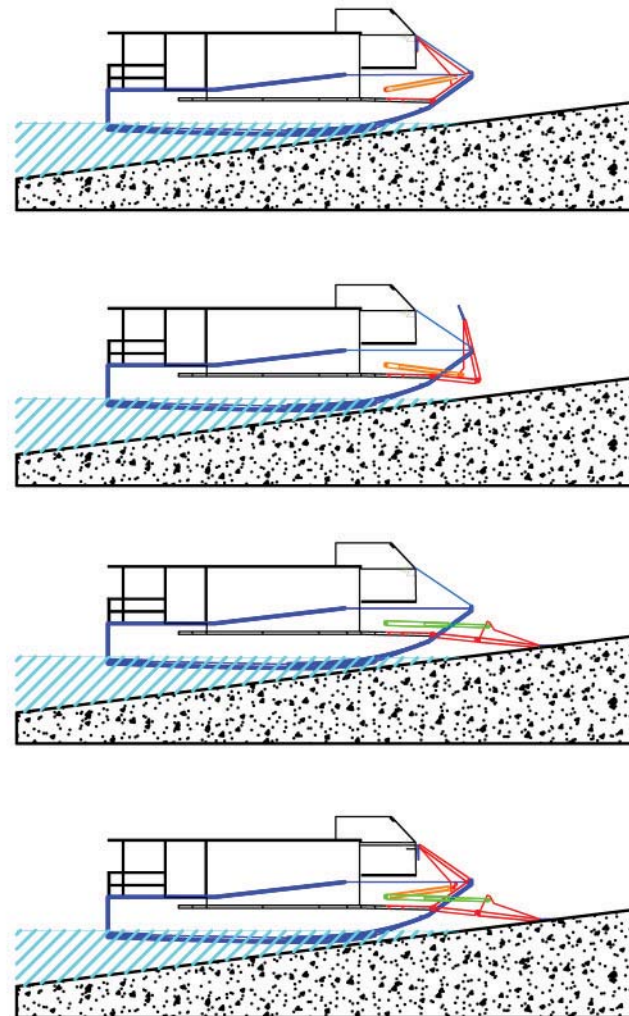


El cilindro hidráulico debe ser de doble efecto, vástago de 50 [mm] de diámetro, camisa de 70 [mm] de diámetro, carrera de 1700[mm], largo total cilindro 2000 [mm], peso de 90 [kg], funcionamiento entre 1000 y 3000 psi, capacidad de 600 kg de carga. (Peso rampa 1 tonelada)

Rampa compuesta de dos secciones con una uña de 50 cm. Con un ancho transitable de 2.8 mts

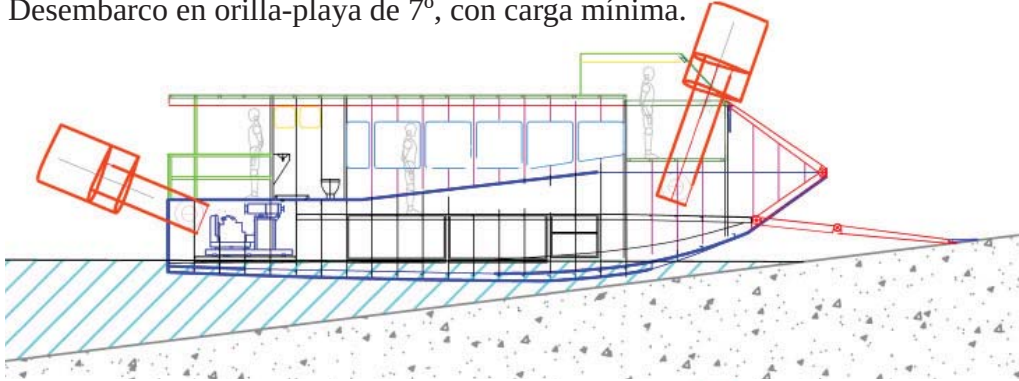
La Rampa debe ser adaptable a los diferentes ángulos de playa, rampas y para ciertos requeríos. Su materialidad será duro-aluminio.

- Geometría de la abertura de la rampa de acceso

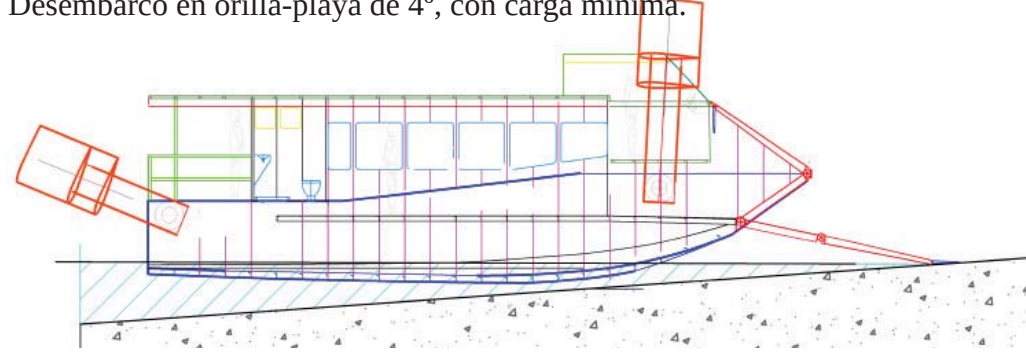


- Desembarco en orillas de 4° y de 7° (con y sin carga maxima)

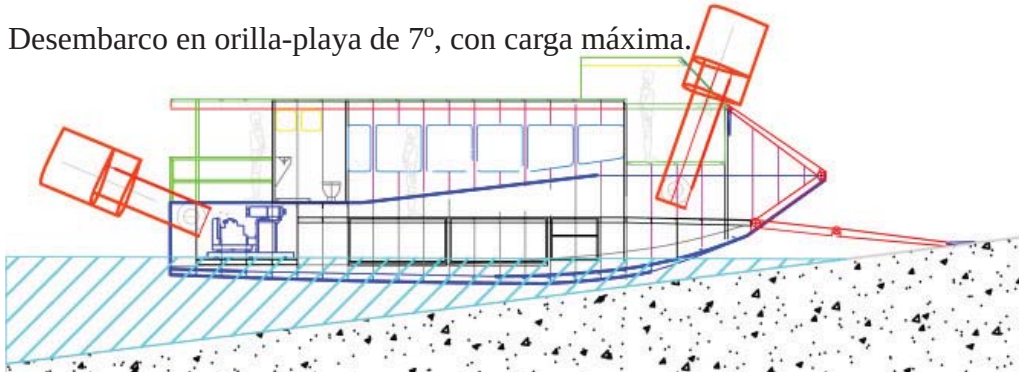
Desembarco en orilla-playa de 7°, con carga mínima.



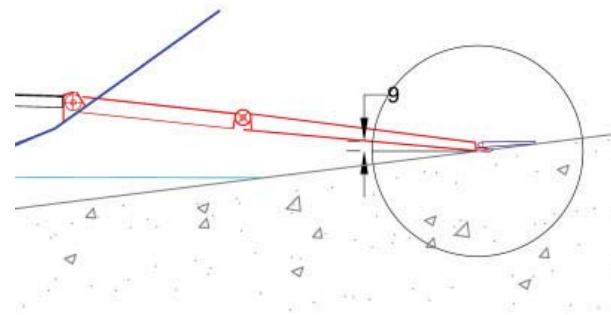
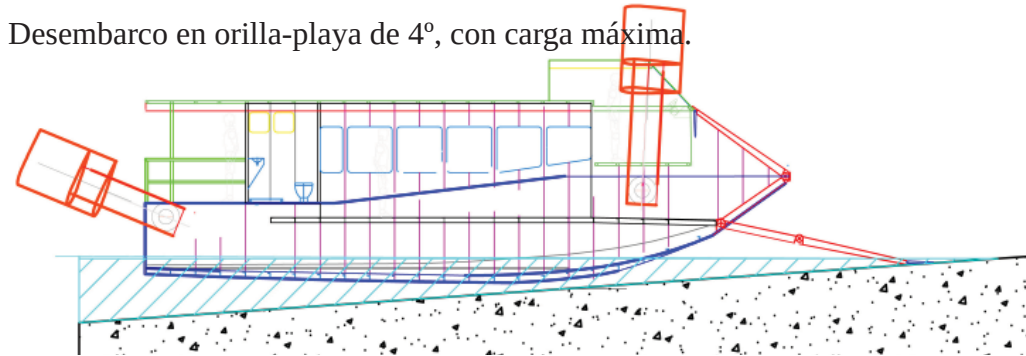
Desembarco en orilla-playa de 4°, con carga mínima.



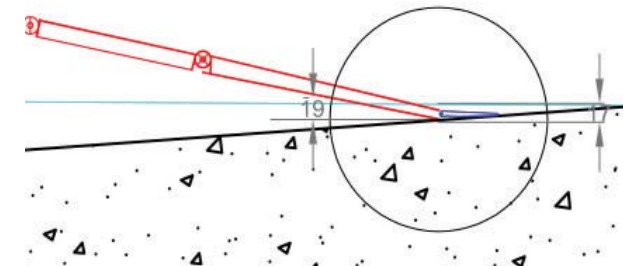
Desembarco en orilla-playa de 7°, con carga máxima.



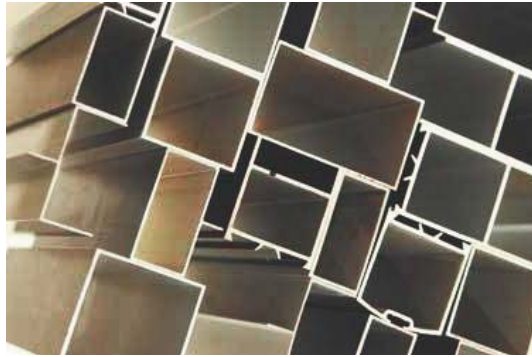
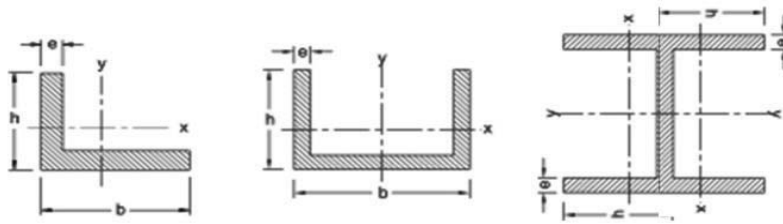
Desembarco en orilla-playa de 4°, con carga máxima.



La rampa plegable permite graduar su ángulo de llegada a la pendiente de playa con rangos entre 4 y 7 grados. En las playas de 4° al estar con carga máxima la rampa tiende a apoyarse levemente en el agua, pero esto no dificulta la salida del vehículo, para la salida de los peatones se puede poner una especie de puente tablón.....pero esto ya son casos aislados y extremos. Ya que por lo general las playas y rampas del Fiordo son de 7° y más(estudio realizado durante viaje de travesía, ver capítulo III. 2. Fundamento creativo)



- Perfiles de Aluminio considerados para la estructura de la rampa:

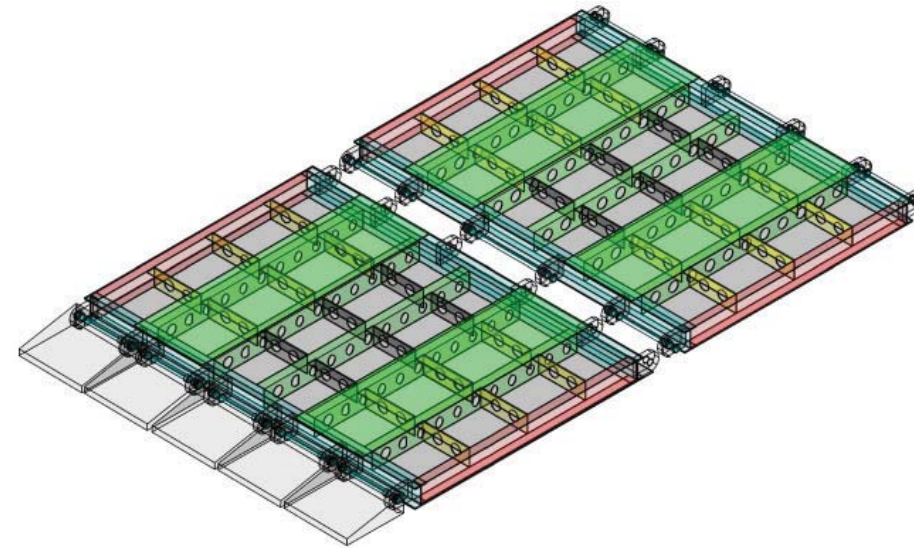
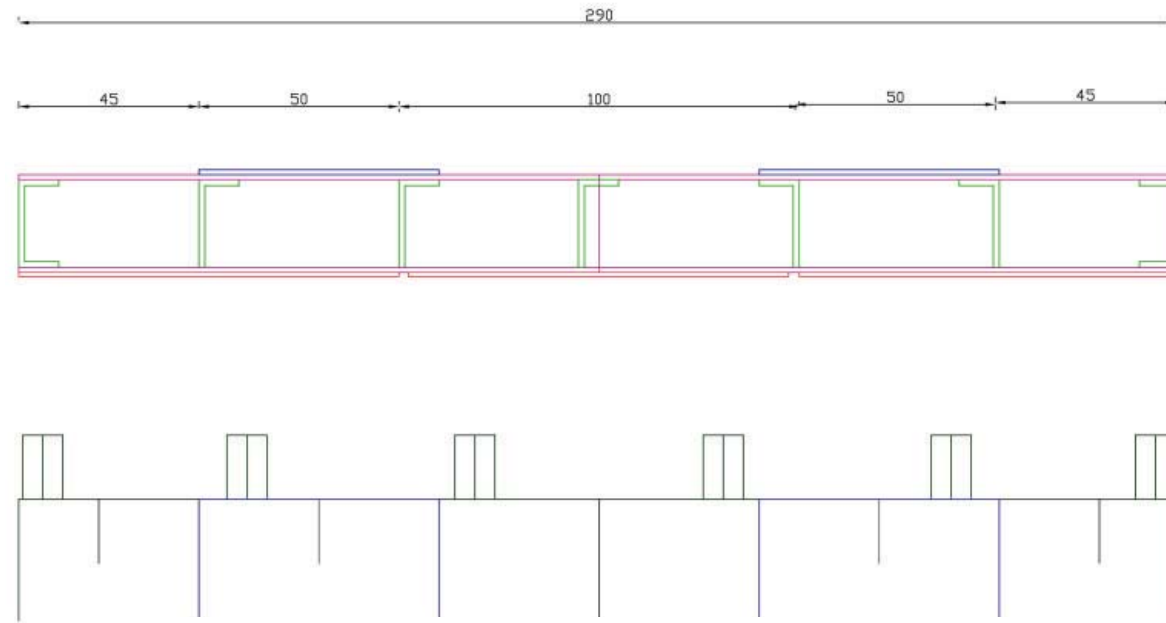


- Aluminio naval serie 5000 y 6000
- Soldadura de acuerdo a normas AWS
- Plancha Al de 6 mm.
- Perfil L: 70 x 150 x 5 mm (perforadas)
- Perfil C: 100 x 150 x 5 mm
- Perfil I o H: 70 x 150 x 5 mm

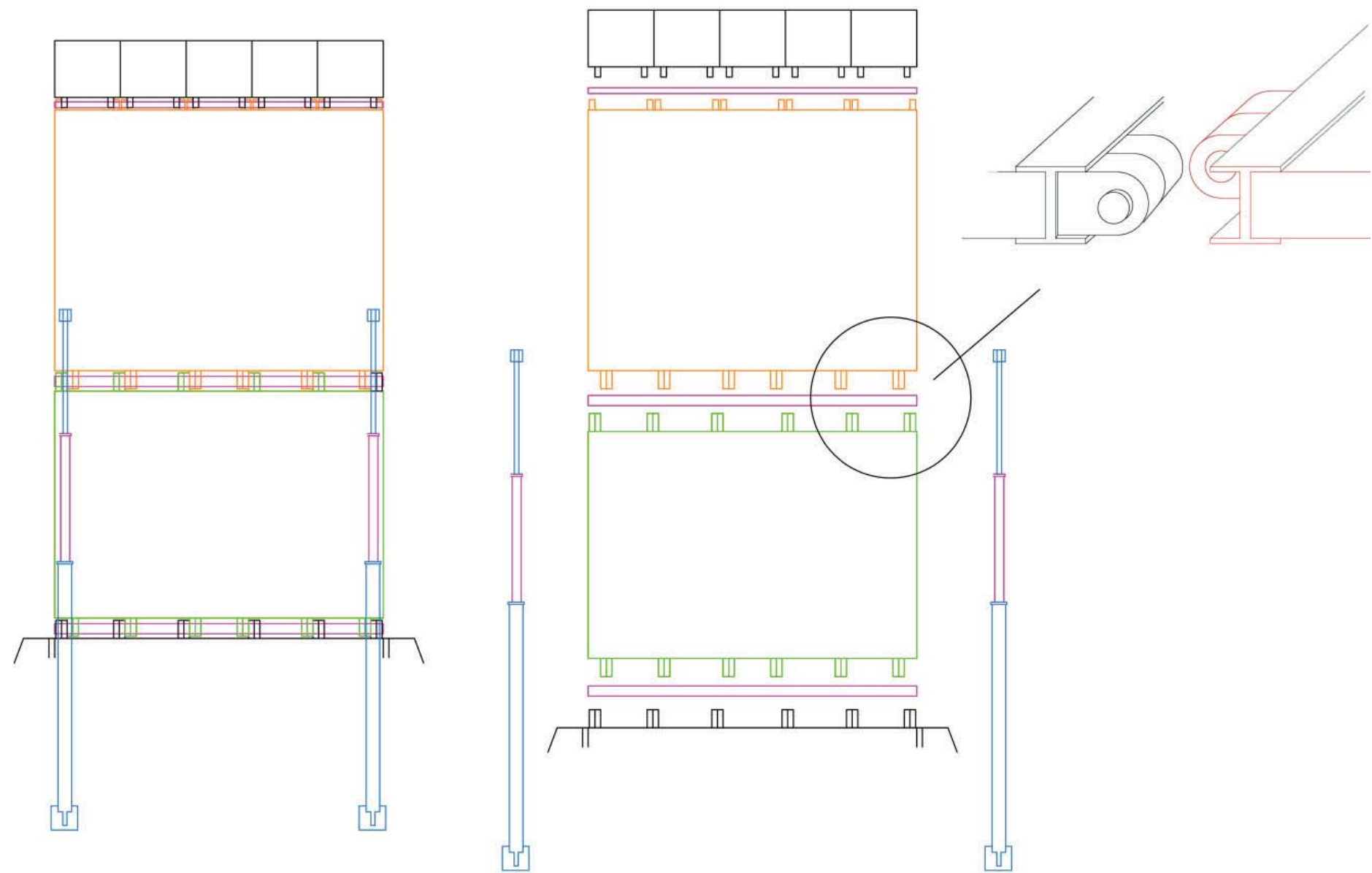
* En el capítulo siguiente (VI.6.a. Cálculo peso y comprobación estructural) se verá en detalle los criterios utilizados en el desarrollo estructural de la rampa. (Reunion empresa especializada Sitecna s.a, 9 abril del 2012).

La rampa está considerada realizarse en aluminio, excepto el eje de pivoteo que serán secciones de acero inoxidable con buje o con alguna camisa plástica altamente resistente.

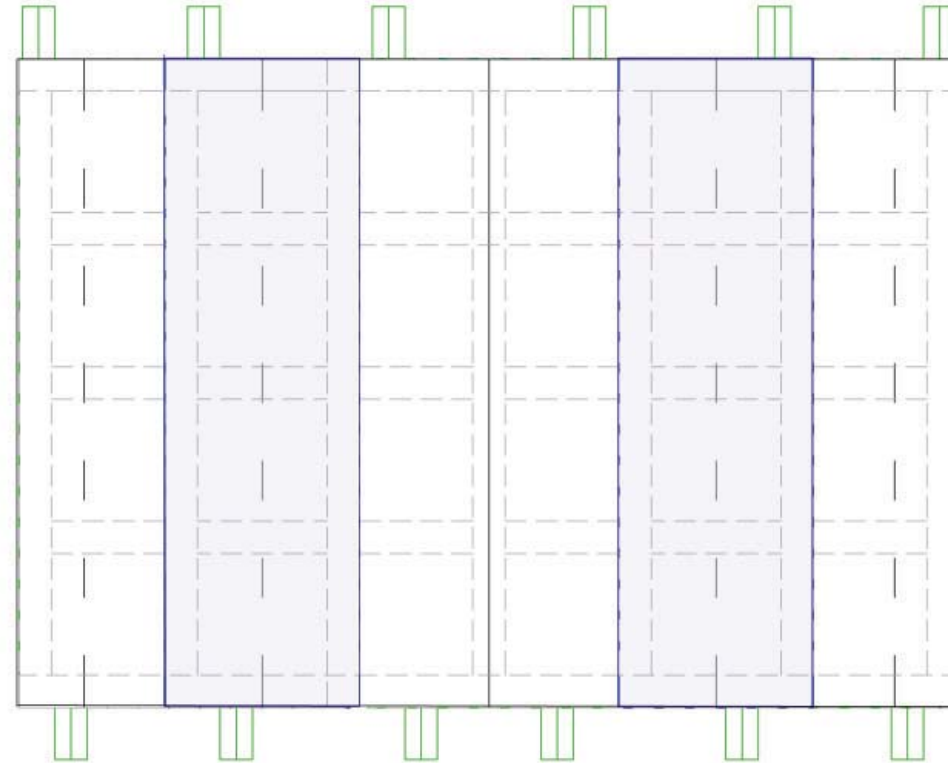
- Planimetria general rampa biarticulada



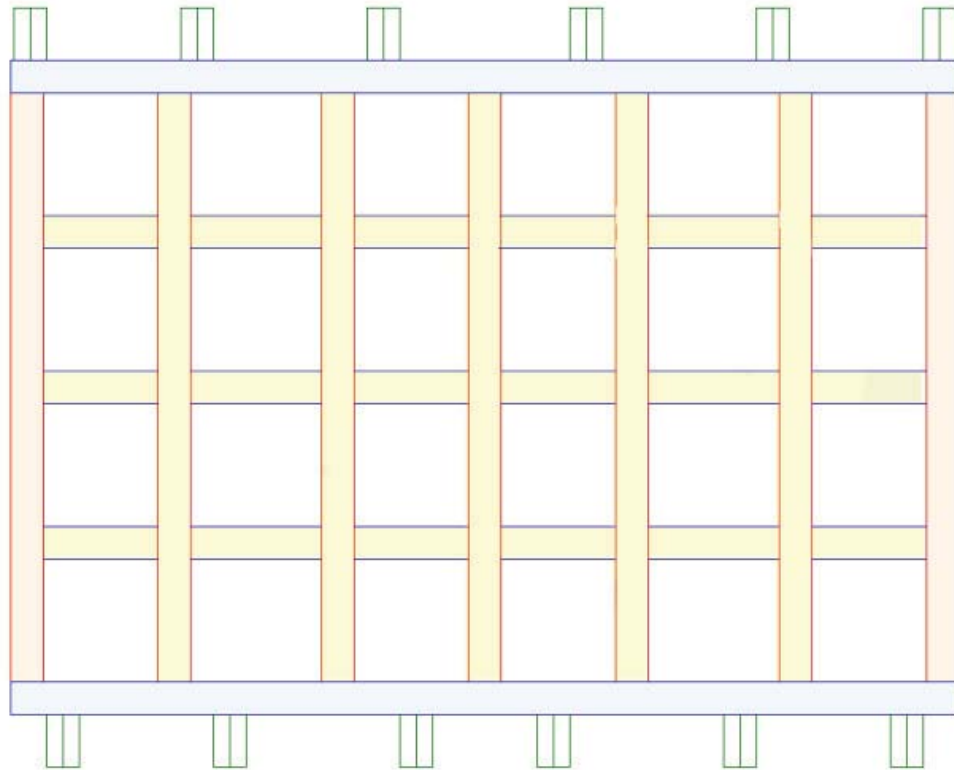
- Planta general



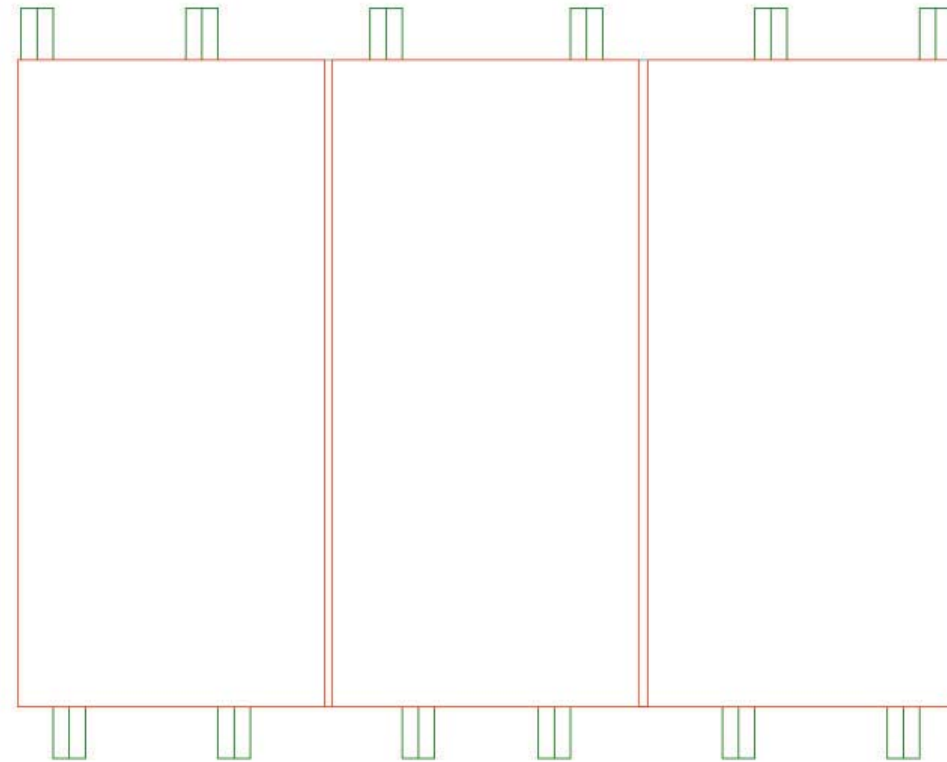
- Vistas sección rampa:
 - a) cara Interior rampa, cara protegida.



b) Estructura interna, con perfiles C, L y H o I

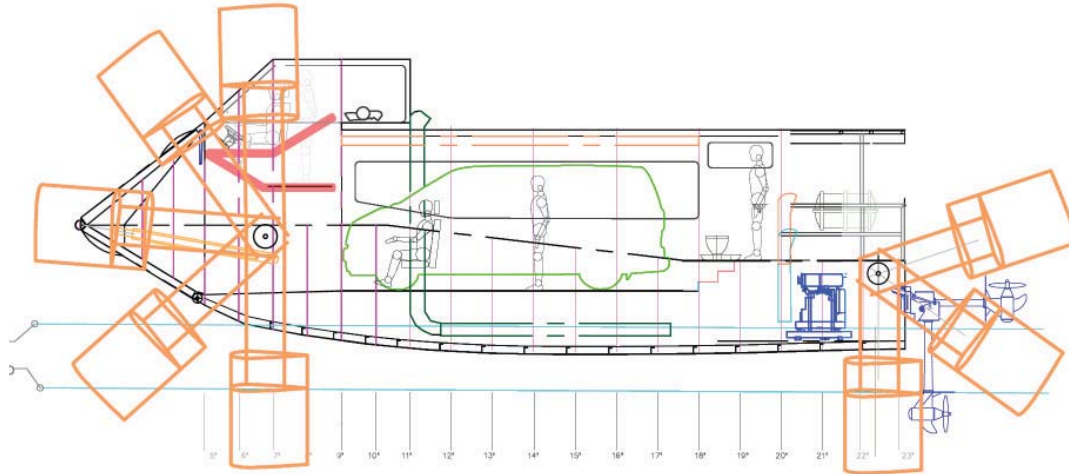


c) Cara Exterior, cara expuesta al oleaje y viento



*Tono azulino corresponde a perfil H o I
 Tono rojizo corresponde a perfil C
 Tono amarillento perfil L con perforaciones para alivianar estructura

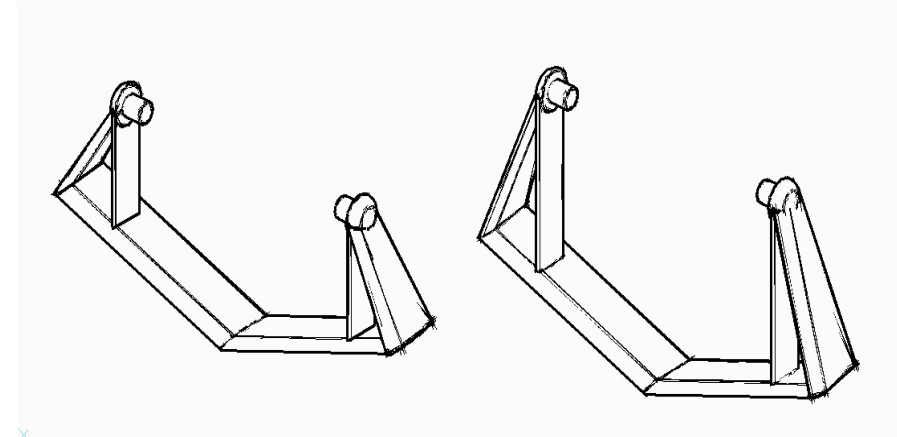
VI. 5. e. PERFILES HIDRODINÁMICOS PLEGABLES O PIVOTEANTES



Cuando la embarcación se desplaza como lancha de velocidad, lo hace gracias a los perfiles hidrodinámicos que le proporcionan sustentación. Pero estos mismos perfiles producen un aumento en la resistencia cuando la embarcación se desplaza de manera tradicional. En malas condiciones de mar, estos hacen de una especie de quilla dándole mayor estabilidad al ir a modo tradicional, pero al llegar a la orilla, estos se levantan, se pliegan para poder acceder al borde. (Peculiaridad de la plegabilidad- pivotean desde su eje)

Los perfiles en la embarcación tienen 4 momentos:

- Navegación tradicional, perfiles abajo actuando de quilla, cuando se necesita el centro de gravedad más abajo (baja velocidad, alta resistencia, alta estabilidad. Ideal para malas condiciones climáticas) / velocidad menor a 12 Nudos.



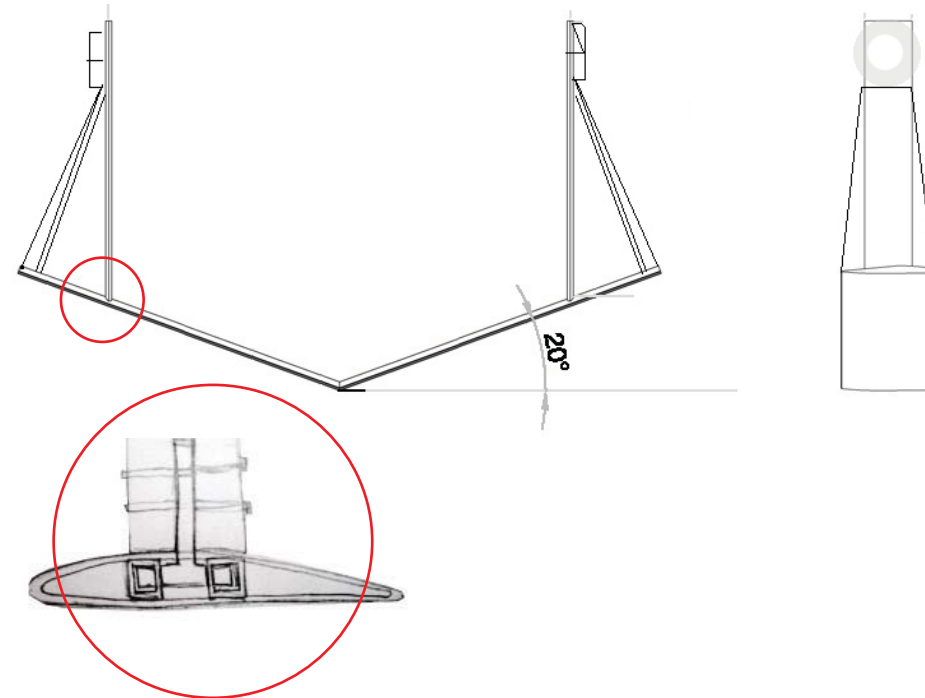
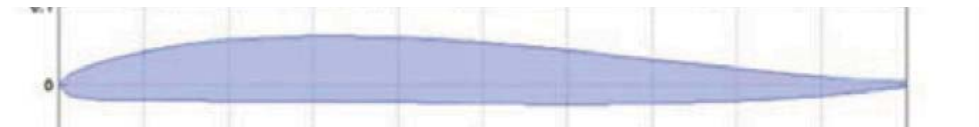
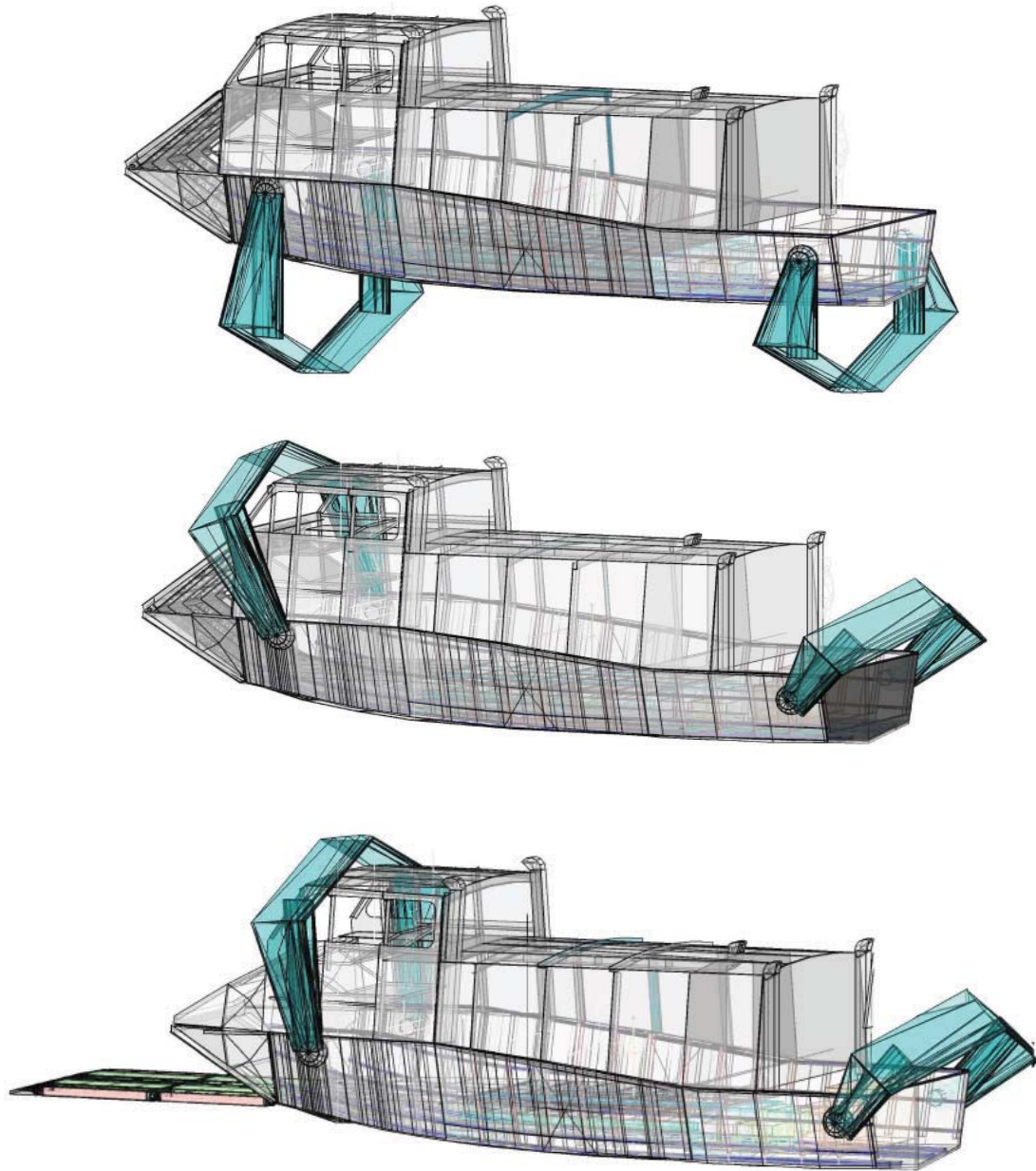
- Navegación tradicional con perfiles arriba, plegados. (Velocidad hasta 18 Nudos en un mar plano sin olas. Estabilidad media, porque su centro de gravedad sube al dejar los perfiles plegados hacia arriba) Solo recomendable en días de buenas condiciones climáticas.
- Navegación a alta velocidad, en vuelo. (Sobre 17 Nudos, hasta 25 nudos) Aquí el casco ya no ofrece resistencia al agua, solo al viento. navegación estable, confiable, segura y de bajo consumo de combustible por su baja resistencia. Se puede navegar en esta condición hasta con olas de 1 metro, sobre esa altura, las olas chocarían con el casco.
- Llegada a orilla con rampa abierta para desembarco, perfiles deben subir.

* Estos perfiles girarán a través de un motor hidráulico de engranajes de giro limitado impulsados por la central hidráulica alimentada por motor a combustión de 500 HP.

- Sección de perfil NACA Munk M5

Corresponde a la sección de perfil alar seleccionada para los perfiles de proa y popa. Los criterios de selección se basan en la experiencia de pruebas de arrastre que se han estado desarrollando desde el principio del magister.

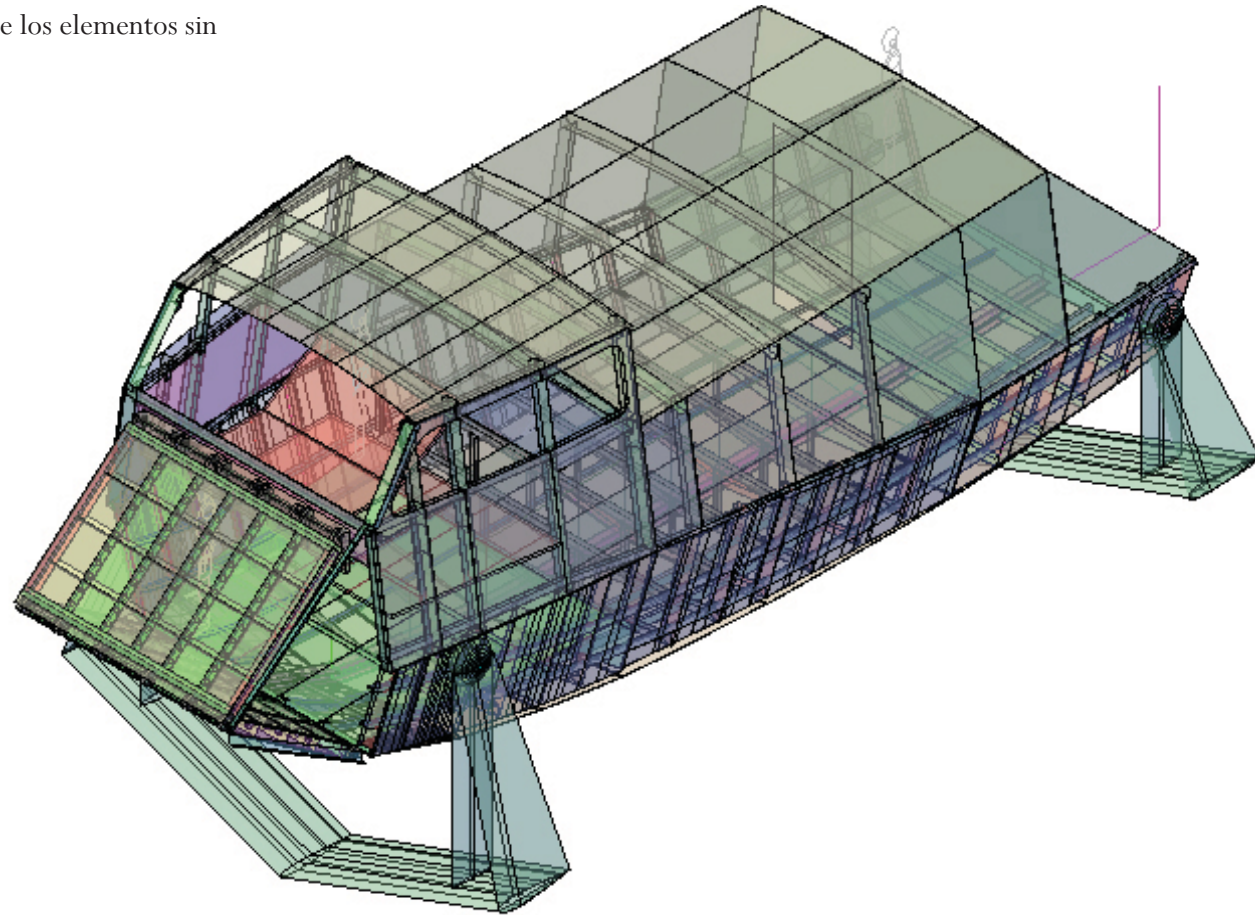
El perfil Naca Munk M5, se caracteriza por ser mas esbelto en su ancho máximo y genera una estela de menor turbulencia, lo cual hace que no afecte al perfil de popa. El Coeficiente de sustentación de este perfil es de 0.64.



VI. 6. Modelamiento 3D, software AutoCAD

Son proyecciones digitales tridimensionales en software Autodesk Autocad, en donde se verifican los pesos, calces geométricos de las estructuras, los sistemas de energías, elementos de habitabilidad y mecanismos móviles.

De esta forma se trata de ir verificando el equilibrio interno de peso de los elementos sin que se produzcan interferencias entre estructuras y elementos.



VI. 6. a. CÁLCULO DE PESO Y COMPROBACIÓN GEOMÉTRICA ESTRUCTURAL DEL PROTOTIPO

Para poder realizar el modelamiento 3D y luego la obtención de los pesos, primero que nada se realizó una reunión con el diseñador e ingeniero de Sitecna S.A. para determinar los perfiles a utilizar, grosores de planchas y separaciones de cuadernas. (Reunión efectuada el 9 abril del 2012 en sus instalaciones, region de los Lagos.)



- Perfiles y planchas para construccion hidrofoil

- 1-

Utilización de perfiles “L” de 150mm x 70 mm x 5 mm de espesor para todas las cuadernas y baos de la superestructura.
- 2-

Planchas para el fondo de la embarcación de 8 mm
- 3-

Planchas laterales Casco de 5 mm de espesor
- 4-

Planchas superestructura de 4 mm de espesor
- 5-

Planchas de 12 mm para piso huella de vehículo
- 6-

Quilla especial elaborada por Sitecna de 12 mm de espesor
- 7-

Plancha de mamparos popa y espejo de 6 mm espesor
- 8-

Perfil “L” de 100mm x 50 mm x 4 mm de espesor para palmajares y para estructurar bajo huella vehículo
- 9-

Barra de 20 mm diámetro para unión de planchas laterales y fondo.
- 10-

Planchas de 6 mm de espesor para suelos
- 11-

Para la Rampa de acceso recomiendan Perfiles “I” de 70 mm x 150 mm x 70mm , espesor 5 mm para parte lateral, Perfiles “L” de 150 x 70 x 5mm para estructurar la parte central y perfiles “I” de 100 mm x 150 mm x 5 mm para los extremos donde pivotearan.
- 12-

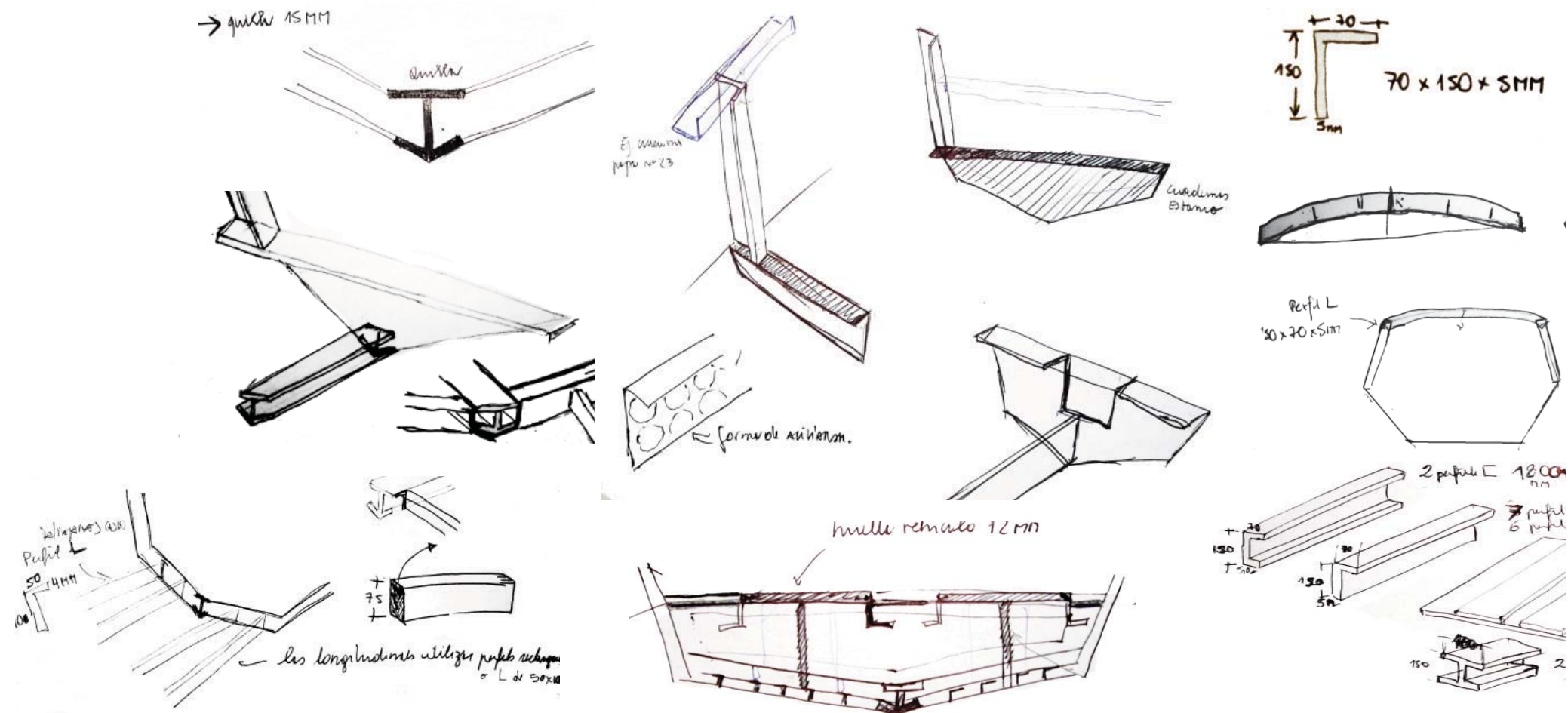
Plancha de 6 mm de espesor para cerrar rampa
- 13-

Pasador de acero de 50mm de diámetro para pivote rampa

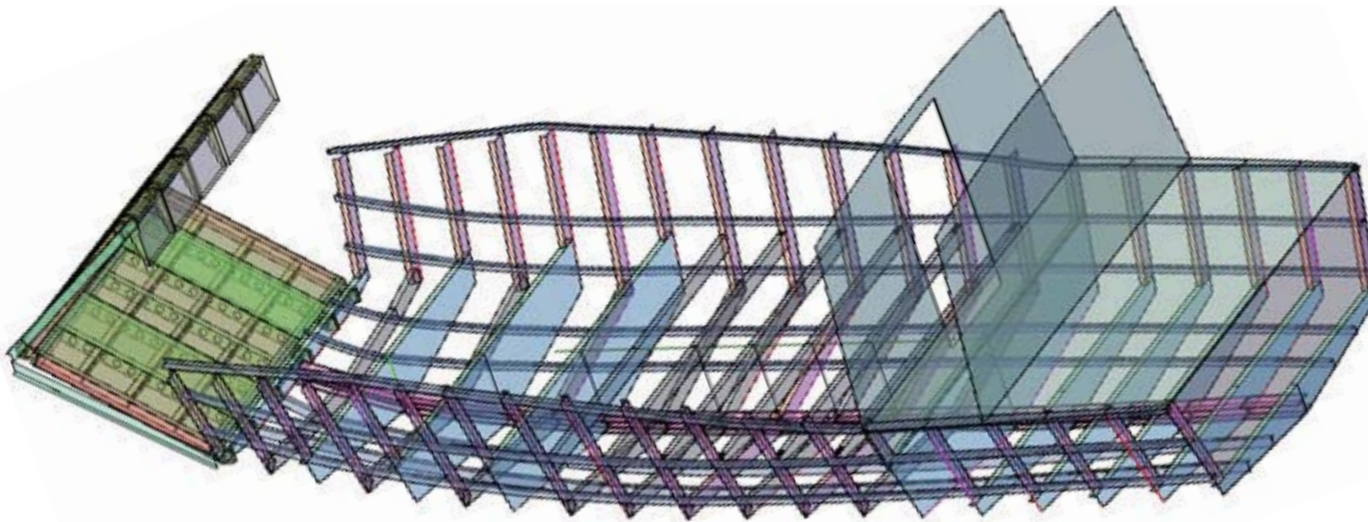
Existen 3 zonas estancas: la proa (cuaderna 5 a 11), salón (cuaderna 11 a 18) y popa(cuaderna 18 a 23) .

Se decidió que las cuadernas tuvieran una distancia de 650 mm entre sus ejes y los baos de la superestructura construirlas cada cuadernas por medio, o sea la distancia entre baos será de 1300 mm.

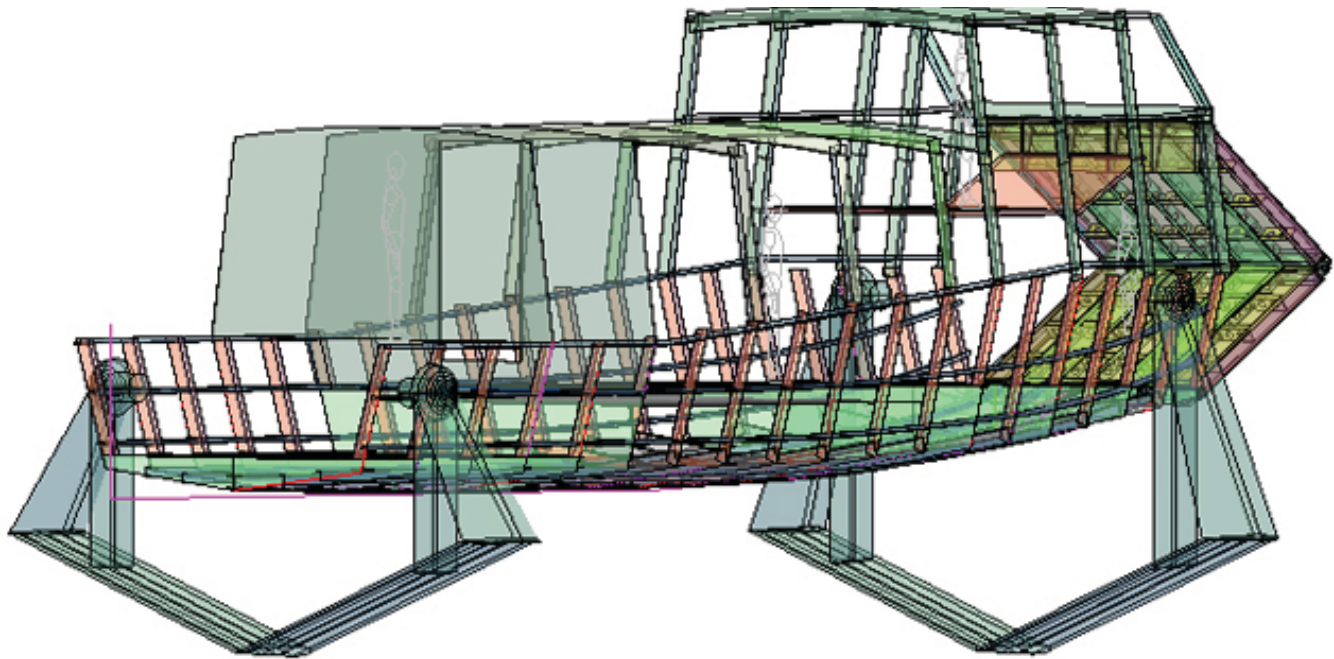
- Esquemas realizados en reunión para definición estructural de la embarcación con empresa Sitecna S.A., abril 2012.



CALCULO PESO CASCO Y ESTRUCTURA HIDROFOIL MAYO 2012									
CASCO									
CANT	ELEMENTO	Dimension anchox alto mm	espesor mm	Volumen AutoCad mm3	Volumen mts3	Volumen dm3	p.e Aluminio Kg/dm3	Peso elemento Kg	Peso Total Kg
1	CUADERNA 5	perfil L y estanco	5	6222233	0,00622223	6,222233	2,75	17,11	17,11
1	CUADERNA 6	perfil L 150x70	5	6577568	0,00657757	6,577568	2,75	18,09	18,09
1	CUADERNA 7	perfil L y estanco	5	11410732	0,01141073	11,410732	2,75	31,38	31,38
1	CUADERNA 8	perfil L 150x70	5	7163730	0,00716373	7,16373	2,75	19,70	19,70
1	CUADERNA 9	perfil L y estanco	5	15725423	0,01572542	15,725423	2,75	43,24	43,24
1	CUADERNA 10	perfil L 150x70	5	7599668	0,00759967	7,599668	2,75	20,90	20,90
1	CUADERNA 11	perfil L y estanco	5	18360998	0,018361	18,360998	2,75	50,49	50,49
1	CUADERNA 12	perfil L 150x70	5	12087468	0,01208747	12,087468	2,75	33,24	33,24
1	CUADERNA 13	perfil L 150x70	5	12141780	0,01214178	12,14178	2,75	33,39	33,39
1	CUADERNA 14	perfil L 150x70	5	12135060	0,01213506	12,13506	2,75	33,37	33,37
1	CUADERNA 15	perfil L 150x70	5	11969689	0,01196969	11,969689	2,75	32,92	32,92
1	CUADERNA 16	perfil L 150x70	5	11837942	0,01183794	11,837942	2,75	32,55	32,55
1	CUADERNA 17	perfil L 150x70	5	11720466	0,01172047	11,720466	2,75	32,23	32,23
1	CUADERNA 18	perfil L y estanco	5	20862439	0,02086244	20,862439	2,75	57,37	57,37
1	CUADERNA 19	perfil L 150x70	5	8972624	0,00897262	8,972624	2,75	24,67	24,67
1	CUADERNA 20	perfil L 150x70	5	8667554	0,00866755	8,667554	2,75	23,84	23,84
1	CUADERNA 21	perfil L 150x70	5	8541804	0,0085418	8,541804	2,75	23,49	23,49
1	CUADERNA 22	perfil L 150x70	5	8080450	0,00808045	8,08045	2,75	22,22	22,22
1	CUADERNA 31	perfil L 150x70	5	7570416	0,00757042	7,570416	2,75	20,82	20,82
2	Palmajares 1 superior	perfil L 100x50	4	9932128	0,00993213	9,932128	2,75	27,31	54,63
2	Palmajares 2	perfil L 100x50	4	13519377	0,01351938	13,519377	2,75	37,18	74,36
2	Palmajares 3	perfil L 100x50	4	6775350	0,00677535	6,77535	2,75	18,63	37,26
2	Palmajares 1 fondo	perfil L 100x50	4	6546343	0,00654634	6,546343	2,75	18,00	36,00
2	Palmajares 2 fondo	perfil L 100x50	4	6564438	0,00656444	6,564438	2,75	18,05	36,10
1	Quilla	perfil especial	15	99252168	0,09925217	99,252168	2,75	272,94	272,94



1	Cierre ESPEJO POPA	Plancha	6	30815222	0,03081522	30,815222	2,75	84,74	84,74
2	Cierre Lateral popa	Plancha	5	21609772	0,02160977	21,609772	2,75	59,43	118,85
2	Cierre Lateral central	Plancha	5	37093958	0,03709396	37,093958	2,75	102,01	204,02
2	Cierre Lateral proa	Plancha	5	32389681	0,03238968	32,389681	2,75	89,07	178,14
1	Fondo popa seccion 1	Plancha	8	97995787	0,09799579	97,995787	2,75	269,49	269,49
1	Fondo seccion 2	Plancha	8	82815357	0,08281536	82,815357	2,75	227,74	227,74
1	Fondo seccion 3	Plancha	8	60990029	0,06099003	60,990029	2,75	167,72	167,72
1	Fondo seccion 4	Plancha	8	32754487	0,03275449	32,754487	2,75	90,07	90,07
1	Fondo seccion 5	Plancha	8	32007639	0,03200764	32,007639	2,75	88,02	88,02
1	Fondo proa seccion 6	Plancha	8	33399558	0,03339956	33,399558	2,75	91,85	91,85
1	Suelo Popa exterior	Plancha	6	88817010	0,08881701	88,81701	2,75	244,25	244,25
1	Suelo Salon	Plancha	6	111200574	0,11120057	111,20057	2,75	305,80	305,80
1	Suelo proa	Plancha	6	68261878	0,06826188	68,261878	2,75	187,72	187,72
2	Huella vehiculo salon	Plancha 600x 4610	6	16615479	0,01661548	16,615479	2,75	45,69	91,39
2	Huella vehiculo proa	Plancha 600x 3277	6	11783007	0,01178301	11,783007	2,75	32,40	64,81
18	perfil bajo huella	perfil L 100x 50	5	469306	0,00046931	0,469306	2,75	1,29	23,23
								Total planchas	3520,18



Estructura Proa

CANT	ELEMENTO	Dimension anchox alto mm	espesor mm	Volumen AutoCad mm3	Volumen mts3	Volumen dm3	p.e Aluminio Kg/dm3	Peso elemento Kg	Peso Total Kg
1	rampa	estructura completa			0	0	2,75	0,00	1000,00
2	perfiles verticales	perfil L 100x70	5	2400000	0,0024	2,4	2,75	6,60	13,20
2	perfiles 1 horizontales	perfil L 100x70	5	1600000	0,0016	1,6	2,75	4,40	8,80
2	perfiles 2 horizontales	perfil L 100x70	5	1500000	0,0015	1,5	2,75	4,13	8,25
2	Plancha lateral	Plancha	5		0	0	2,75	0,00	150,00
1	extras		5		0	0	2,75	0,00	50,00
								Total	1230,25

Super Estructura									
CANT	ELEMENTO	Dimension anchox alto mm	espesor mm	Volumen AutoCad mm3	Volumen mts3	Volumen dm3	p.e Aluminio Kg/dm3	Peso elemento Kg	Peso Total Kg
1	Bao nº16	perfil L 150x70	5	8264250	0,00826425	8,26425	2,75	22,73	22,73
1	Bao nº14	perfil L 150x70	5	7941940	0,00794194	7,94194	2,75	21,84	21,84
1	Bao nº12	perfil L 150x70	5	7760678	0,00776068	7,760678	2,75	21,34	21,34
1	Bao nº 11 +pMando	perfil L 150x70	5	14559316	0,01455932	14,559316	2,75	40,04	40,04
1	Bao nº 9	perfil L 150x70	5	9992695	0,0099927	9,992695	2,75	27,48	27,48
1	Bao nº 7	perfil L 150x70	5	9992695	0,0099927	9,992695	2,75	27,48	27,48
1	bao nº 6	perfil L 150x70	5	9471316	0,00947132	9,471316	2,75	26,05	26,05
1	bao nº5	perfil L 150x70	5	7228448	0,00722845	7,228448	2,75	19,88	19,88
2	transversales P.mando	perfil L 100x50	5	5764607	0,00576461	5,764607	2,75	15,85	31,71
1	Mamparo Popa	Plancha	4	34519839	0,03451984	34,519839	2,75	94,93	94,93
1	Mamparo divisor interior	Plancha	4	35805256	0,03580526	35,805256	2,75	98,46	98,46
1	Pared divisoraBaño	Plancha y perfil	4 y 5	0	0	0	2,75	0,00	0,00
1	Pared divisora Cocina	Plancha y perfil	4 y 5	0	0	0	2,75	0,00	0,00
2	Cierre lateral cabina1	Plancha	4	40031630	0,04003163	40,03163	2,75	110,09	220,17
2	Cierre cabina y Pmando	Plancha	4	41740679	0,04174068	41,740679	2,75	114,79	229,57
1	Cierre popa P.Mando	Plancha	4	18148071	0,01814807	18,148071	2,75	49,91	49,91
1	Cierre Techo cabina	Plancha	4	97603909	0,09760391	97,603909	2,75	268,41	268,41
1	Cierre Techo Pmando	Plancha	4	41261980	0,04126198	41,26198	2,75	113,47	113,47
1	Suelo P.Mando		4		0	0	2,75	0,00	300,00
1	Tablero Control		4		0	0	2,75	0,00	30,00
								Total	1643,47
								TOTAL	6393,89

1. CUADRO DE CARGA HIDROFOIL

Identificacion carga	Peso TM	LCG m	Mto Longit TM m	KG m	Mto Vertic TM m
Peso Liviano(casco-s.estruc)	6,400	7,000	44,800	1,700	10,880
Constante	1,340	4,457	5,972	1,700	2,278
Pasajeros o auto Hyunday H-	2,250	6,000	13,500	1,900	4,275
carga de mano pasajeros	0,400	6,000	2,400	2,500	1,000
Carga para bodegas	0,480	4,755	2,282	0,511	0,245
Compartimiento bodega	0,400	4,755	1,902	0,511	0,204
Motor Volvo Penta D9-500	1,205	0,770	0,928	0,582	0,701
Generador full petroleo	0,184	2,429	0,447	0,418	0,077
Central hidraulica	0,300	0,770	0,231	0,420	0,126
Cilindros hidraulicos rampa	0,100	8,000	0,800	1,500	0,150
Est.agua potable 1 babor	0,374	3,418	1,278	0,400	0,150
Est..agua potable 2 estribor	0,374	3,418	1,278	0,400	0,150
Est.Petroleo 1 babor	0,245	2,173	0,532	0,426	0,104
Est.Petroleo 2 estribor	0,245	2,173	0,532	0,426	0,104
Bote acerc.	0,090	9,593	0,863	1,500	0,135
OTROS	0,600				
TOTAL	14,987	5,188	77,747	1,373	20,580
considerando g.e. agua	1,025				
TOTAL	14,621	5,317	77,747	1,408	20,580
	W			KG	

Peso Constante:				
Identificacion	peso Kg.	cantidades	totales	mts KG
tripulantes	85	3	255	2
asientos pas.	30	10	300	1,5
carga trip.	20	3	60	2,5
redes electricas	85	1	85	2,2
redes agua	100	1	100	1
ventilacion	200	1	200	1,5
balsas salvavid	170	2	340	1,5
		total	1340	1,7

carga para bodegas				
Identificacion	peso Kg.	cantidades	totales	
sacos, otros	40	12	480	papa, 1
		total	480	

Peso liviano	
Identificacion	peso Kg.
casco	3520
superestructur	1650
proa	1230
total	6400

AutoCad KG 1,7 mts / LCG 7 mts

CALCULO PESO RAMPA HIDROFOIL MAYO 2012

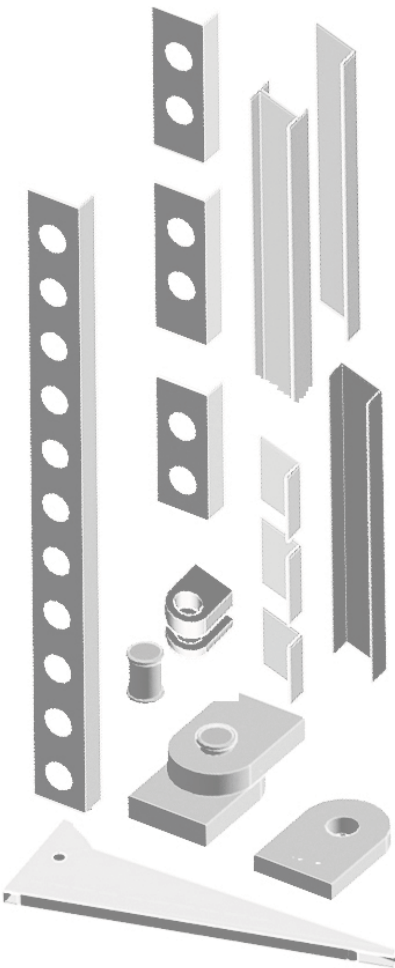
Seccion 1 rampa										
CANTIDAD	ELEMENTO	Dimension anchox alto mm	espesor mm	LARGO mm	Volumen AutoCad mm3	Volumen mts3	Volumen dm3	p.e Aluminio Kg/dm3	Peso elemento Kg	Peso Total Kg
2	PERFIL [cierre extremos	70x150	5	1800	2520000	0,00252	2,52	2,75	6,93	13,86
5	PERFIL L con perforaciones d	70x150	5	1800	1658550	0,00165855	1,65855	2,75	4,56	22,81
6	PERFIL L con perforaciones d	70x150	5	430	411985	0,000411985	0,411985	2,75	1,13	6,80
6	PERFIL L con perforaciones d	70x150	5	410	390485	0,000390485	0,390485	2,75	1,07	6,44
6	PERFIL L con perforaciones d	70x150	5	370	347485	0,000347485	0,347485	2,75	0,96	5,73
2	PERFIL I cierre extremos	100x150	5	2900	4930000	0,00493	4,93	2,75	13,56	27,12
2	Plancha cierre	2900x2000	6	-	34800000	0,0348	34,8	2,75	95,70	191,40
2	Plancha rugosa huella	600x2000	6	-	7200000	0,0072	7,2	2,75	19,80	39,60
12	Pieza Bisagra Pasador	180x140 +50 Diamet	40	-	889046	0,000889046	0,889046	2,75	2,44	29,34
TOTAL										343,09

Seccion 2 rampa										
CANTIDAD	ELEMENTO	Dimension anchox alto mm	espesor mm	LARGO mm	Volumen AutoCad mm3	Volumen mts3	Volumen dm3	p.e Aluminio Kg/dm3	Peso elemento Kg	Peso Total Kg
2	PERFIL [cierre extremos	70x150	5	1800	2520000	0,00252	2,52	2,75	6,93	13,86
5	PERFIL L con perforaciones d	70x150	5	2100	1930775	0,001930775	1,930775	2,75	5,31	26,55
6	PERFIL L con perforaciones d	70x150	5	430	411985	0,000411985	0,411985	2,75	1,13	6,80
6	PERFIL L con perforaciones d	70x150	5	410	390485	0,000390485	0,390485	2,75	1,07	6,44
6	PERFIL L con perforaciones d	70x150	5	370	347485	0,000347485	0,347485	2,75	0,96	5,73
2	PERFIL I cierre extremos	100x150	5	2900	4930000	0,00493	4,93	2,75	13,56	27,12
2	Plancha cierre	2900x2300	6	-	40020000	0,04002	40,02	2,75	110,06	220,11
2	Plancha rugosa huella	600x2300	6	-	8280000	0,00828	8,28	2,75	22,77	45,54
6	Pieza Bisagra Pasador	180x140 +50Diametr	40	-	889046	0,000889046	0,889046	2,75	2,44	14,67
10	Pieza Bisagra Pasador	180x140 +50Diametr	30	-	666785	0,000666785	0,666785	2,75	1,83	18,34
2	Pieza Palanca TERMINAL PISTON Acad		100	-	22492000	0,022492	22,492	2,75	61,85	123,71
TOTAL										508,86

Seccion 3 rampa (compuesta x 5 unidades)										
CANTIDAD	ELEMENTO	Dimension anchox alto mm	espesor mm	LARGO mm	Volumen AutoCad mm3	Volumen mts3	Volumen dm3	p.e Aluminio Kg/dm3	Peso elemento Kg	Peso Total Kg
1	PERFIL I	100x150	5	550	935000	0,000935	0,935	2,75	2,57	2,57
1	PERFIL RECTANG.	50X550	6	550	778800	0,0007788	0,7788	2,75	2,14	2,14
1	Plancha	550X500	6	-	1650000	0,00165	1,65	2,75	4,54	4,54
1	Plancha rugosa	550X510	6	-	1815000	0,001815	1,815	2,75	4,99	4,99
3	Pieza 2 LATERAL 1 Central	150-50X500-510	10		500000	0,0005	0,5	2,75	1,38	4,13
2	Pieza Bisagra Pasador	180x140 +50Diametr	30	-	666785	0,000666785	0,666785	2,75	1,83	3,67
TOTAL										22,03
x 5 unidades										110,17

CANTIDAD	ELEMENTO	Dimension anchox alto mm	espesor mm	LARGO mm	Volumen AutoCad mm3	Volumen mts3	Volumen dm3	p.e acero inox. Kg/dm3	Peso elemento Kg	Peso Total Kg
22	Pasador solido acero	50 diametro	50 diametro	70	165719	0,000165719	0,165719	7,9	1,31	28,80
TOTAL										28,80

TOTAL RAMPA	990,92
-------------	--------



Los perfiles hidrodinámicos están pensados en fibra de carbono con una estructura interior (nervio) de duro aluminio para estructurarlo mejor.

Cálculo peso:

- Fibra de carbono: $3\text{kg} \times \text{m}^2$ (considerando 2 capas de fibra y resina vinilester, 3mm x capa)
- * dato obtenido por fabricante de objetos de fibra de carbono y resina) p.e.fibra carbono : $1,75\text{ kg/dm}^3$
- Para calcular el peso se trabajo con la mitad del perfil alar, para el resultado final se debe multiplicar por 2:

Área perfil proa: $34,8\text{ m}^2 \times 3 = 105\text{ kg}$ (2 Capas de fibra con resina) $\times 2 = 210\text{ kg}$.

Área perfil popa: $31,6\text{ m}^2 \times 3 = 95\text{ kg}$ (2 Capas de fibra con resina) $\times 2 = 190\text{ kg}$.

- Peso duro aluminio:

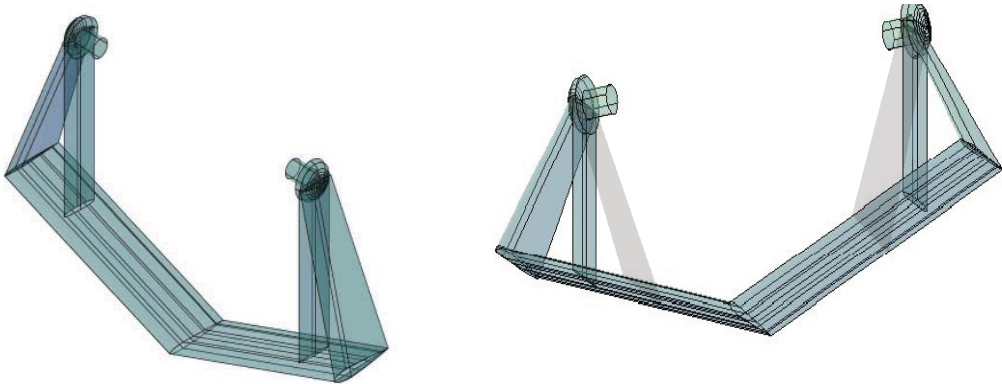
Aluminio en Perfil alar

CANTIDAD	ELEMENTO	Dimension anchox alto mm	espesor mm	LARGO mm	Volumen AutoCad mm3	Volumen mts3	Volumen dm3	p.e Aluminio Kg/dm3	Peso elemento Kg	Peso Total Kg
2	PERFIL RECTANG.	70x70	6	4200	6451200	0,0064512	6,4512	2,75	17,74	35,48
2	PERFIL T	190x54/300x40 diam.			931031	0,000931031	0,931031	2,75	2,56	5,12

40,60

Perfil proa: $210\text{ kg} + 41\text{ kg de aluminio} = 251\text{ kg}$

Perfil popa: $190\text{ kg} + 41\text{ kg de aluminio} = 231\text{ kg}$



RESUMEN DE PESOS

- Peso Casco : 3750 Kg
- Peso Superestructura (con cubiertas, mamparos, suelo): 1640 kg
- Peso Rampa de acceso: 1000 kg
- Peso Perfil alar proa: 270 kg
- Peso Perfil alar popa: 250 kg

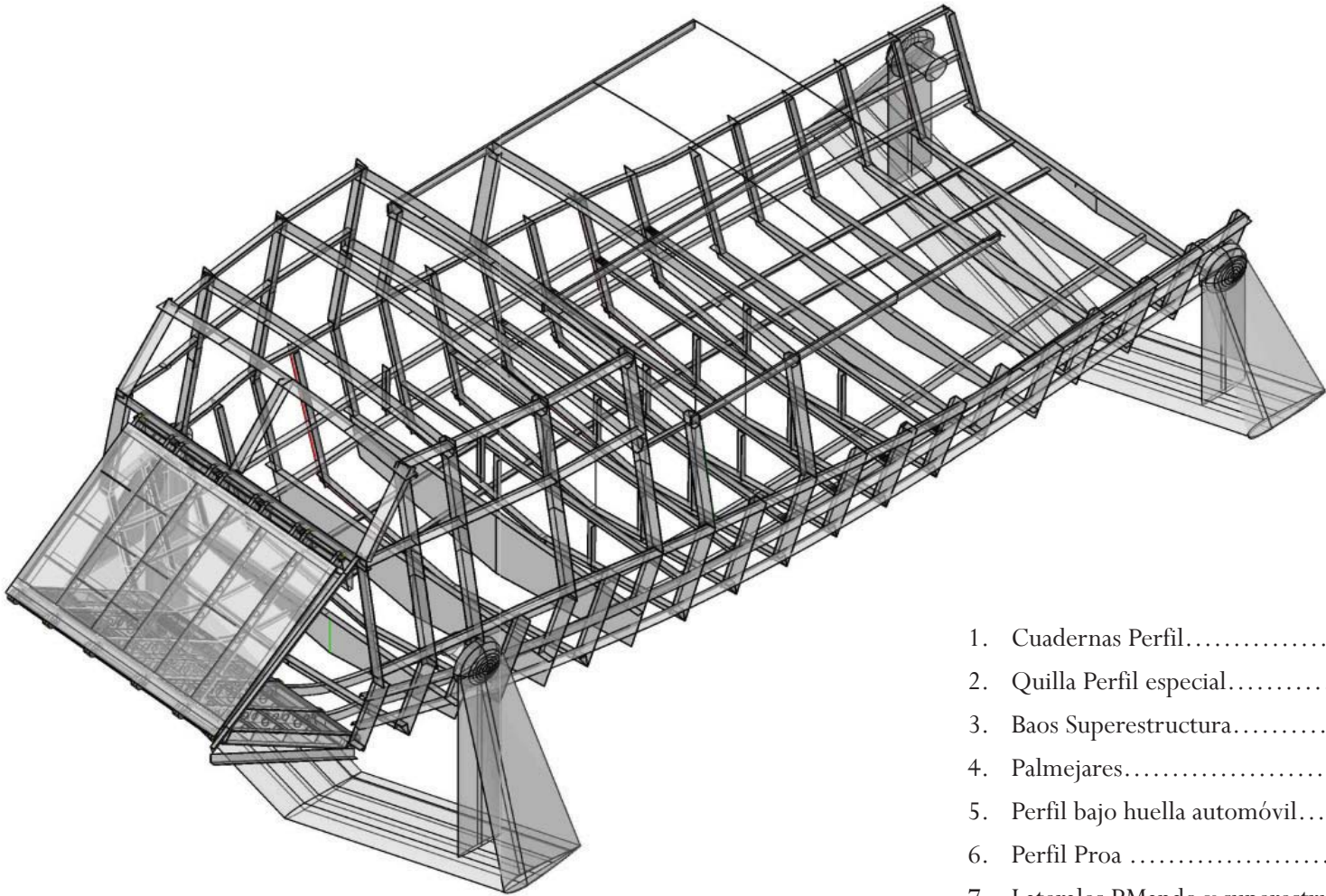
A esto le sumaremos 19 kg por un perfil adicional estructural para achicar la luz (por definir)

⇒ **Perfil proa:** $251\text{ kg} + 19\text{ kg} = 270\text{ kg}$

⇒ **Perfil popa:** $231\text{ kg} + 19\text{ kg} = 250\text{ kg}$

ISOMETRICA ESTRUCTURAL

PERFILES Y ESPESORES DE ALUMINIO

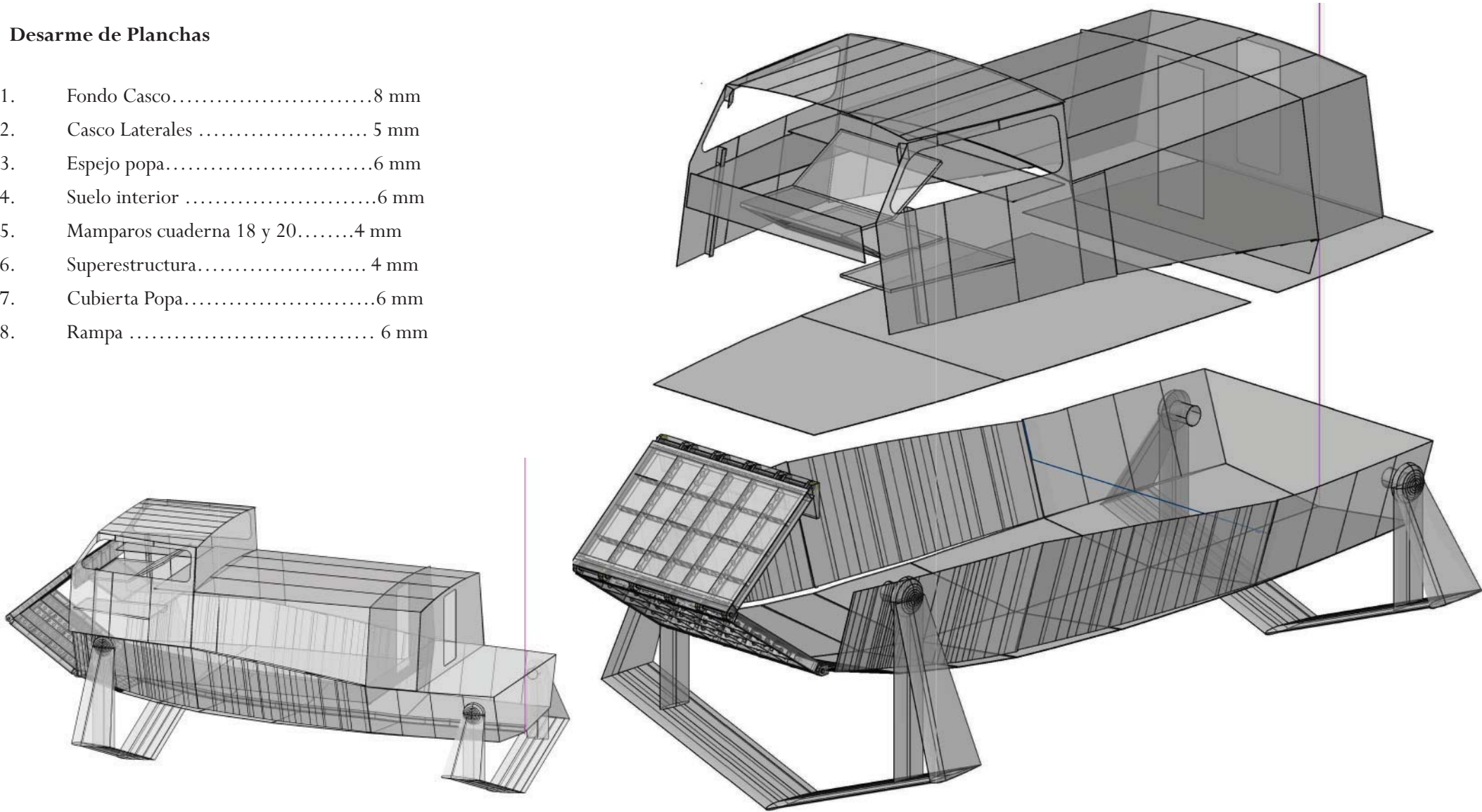


- 1. Cuadernas Perfil.....L 150 x 70 x 5 mm
- 2. Quilla Perfil especial..... 15 mm espesor
- 3. Baos Superestructura..... L 150 x 70 x 5 mm
- 4. Palmejares.....L 100 x 50 x 4 mm
- 5. Perfil bajo huella automóvil.....L 100 x 50 x 5 mm
- 6. Perfil ProaL 100 x 70 x 5 mm
- 7. Laterales PMando y superestructura... 50x50x4 mm
- 8. Perfiles Rampa.....L/ [/ I 70 x 150 x 5 mm

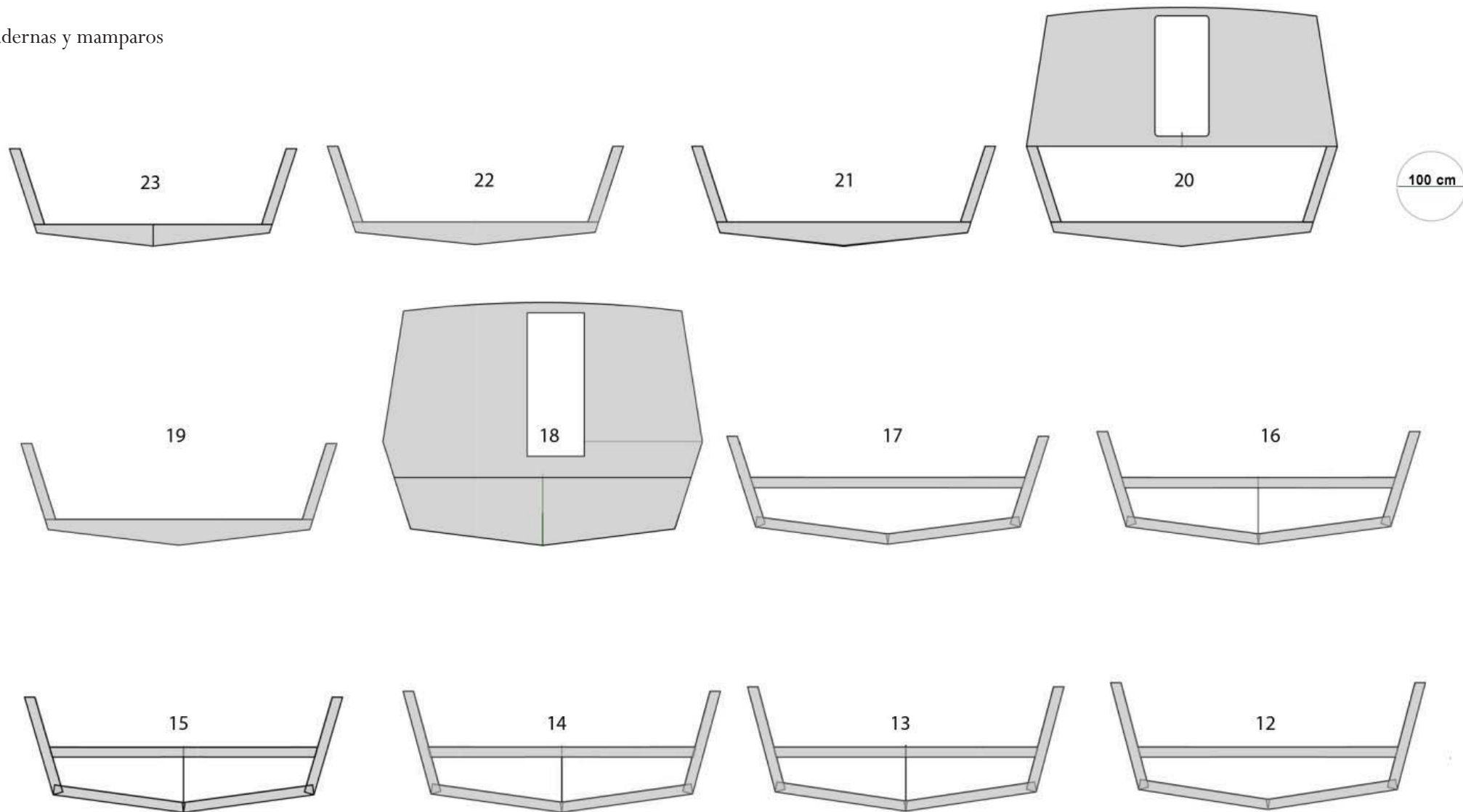
PLANCHASY ESPESORES DE ALUMINIO

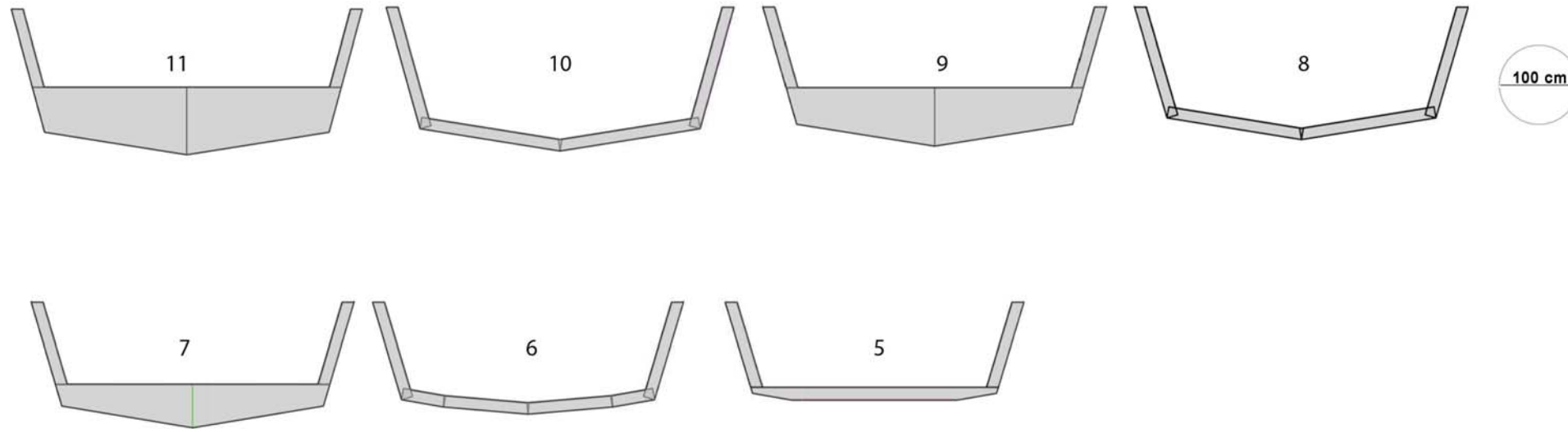
Desarme de Planchas

- 1. Fondo Casco.....8 mm
- 2. Casco Laterales 5 mm
- 3. Espejo popa.....6 mm
- 4. Suelo interior6 mm
- 5. Mamparos cuaderna 18 y 20.....4 mm
- 6. Superestructura..... 4 mm
- 7. Cubierta Popa.....6 mm
- 8. Rampa 6 mm

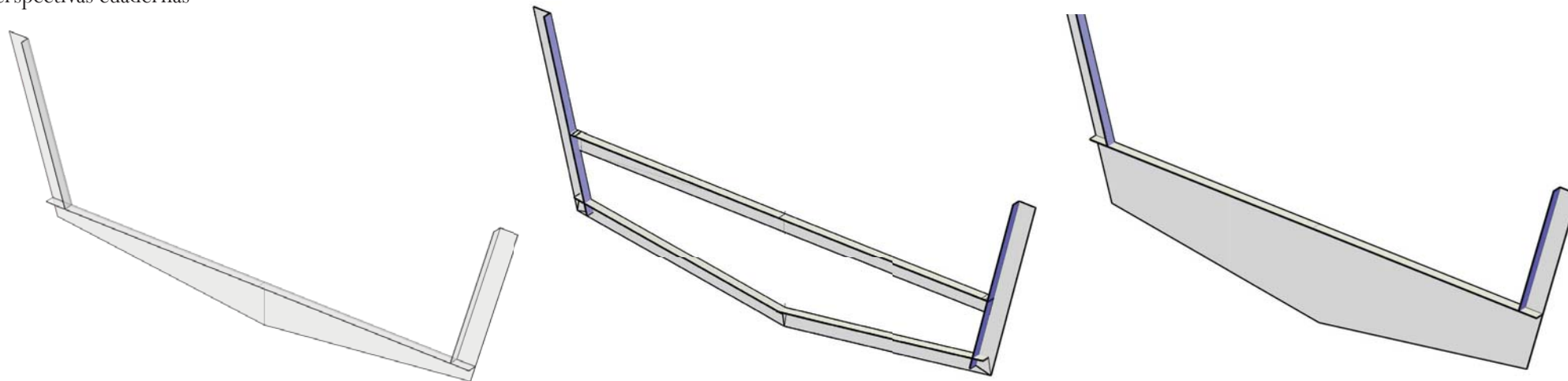


Cuadernas y mamparos





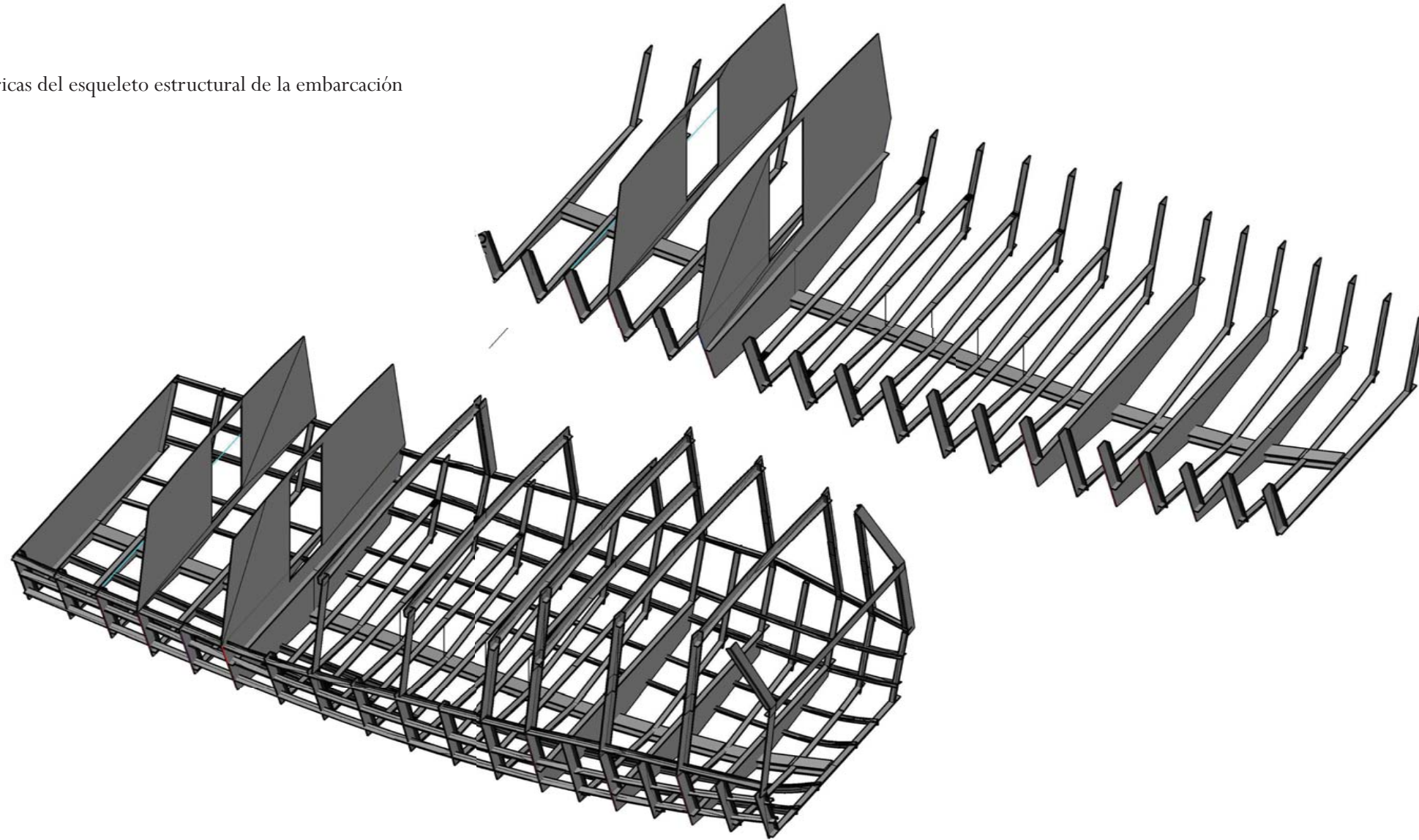
Perspectivas cuadernas



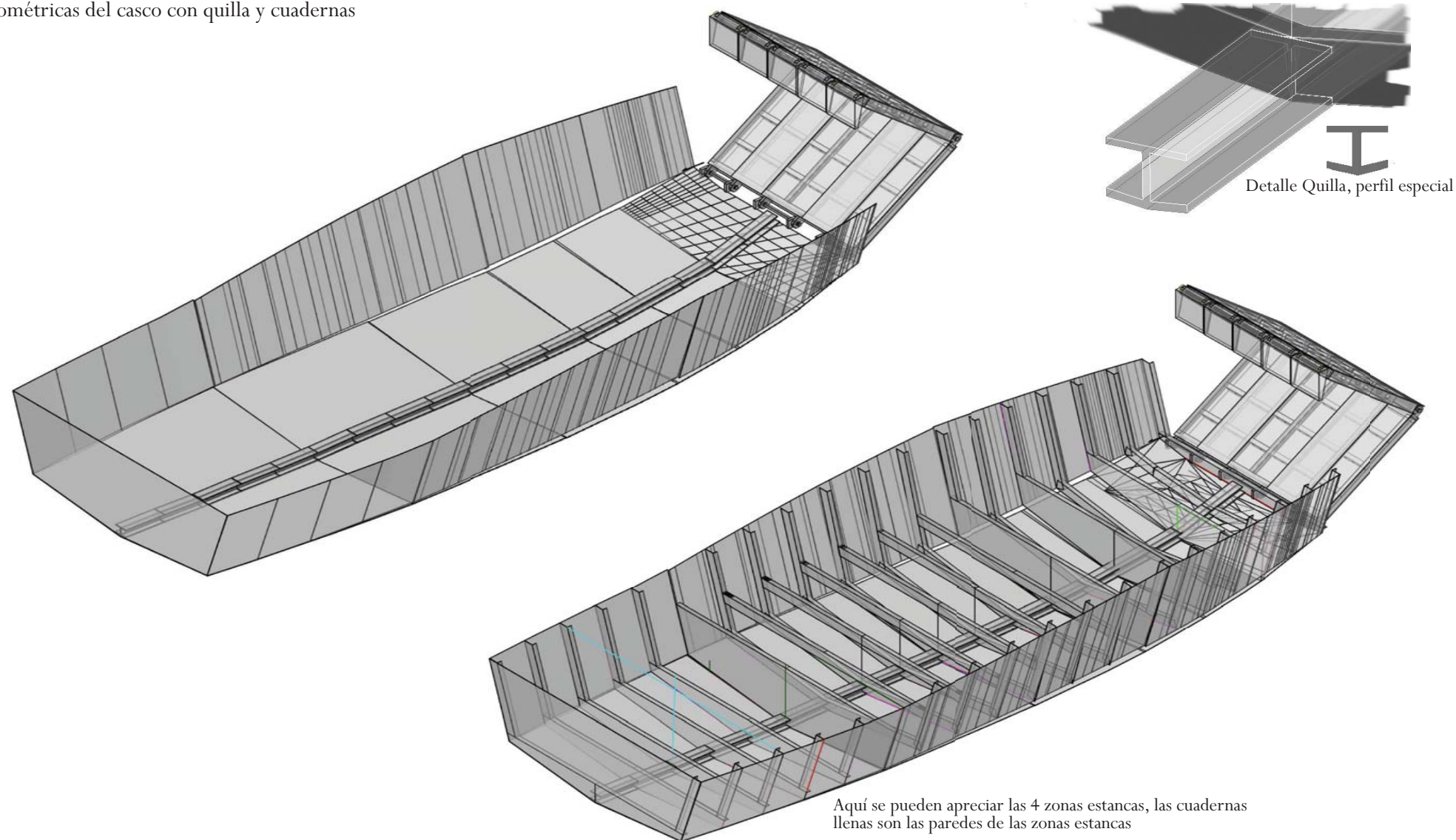
Enumeración cuadernas desde 5 a 23, de 1 1 al 4 corresponde a la rampa.

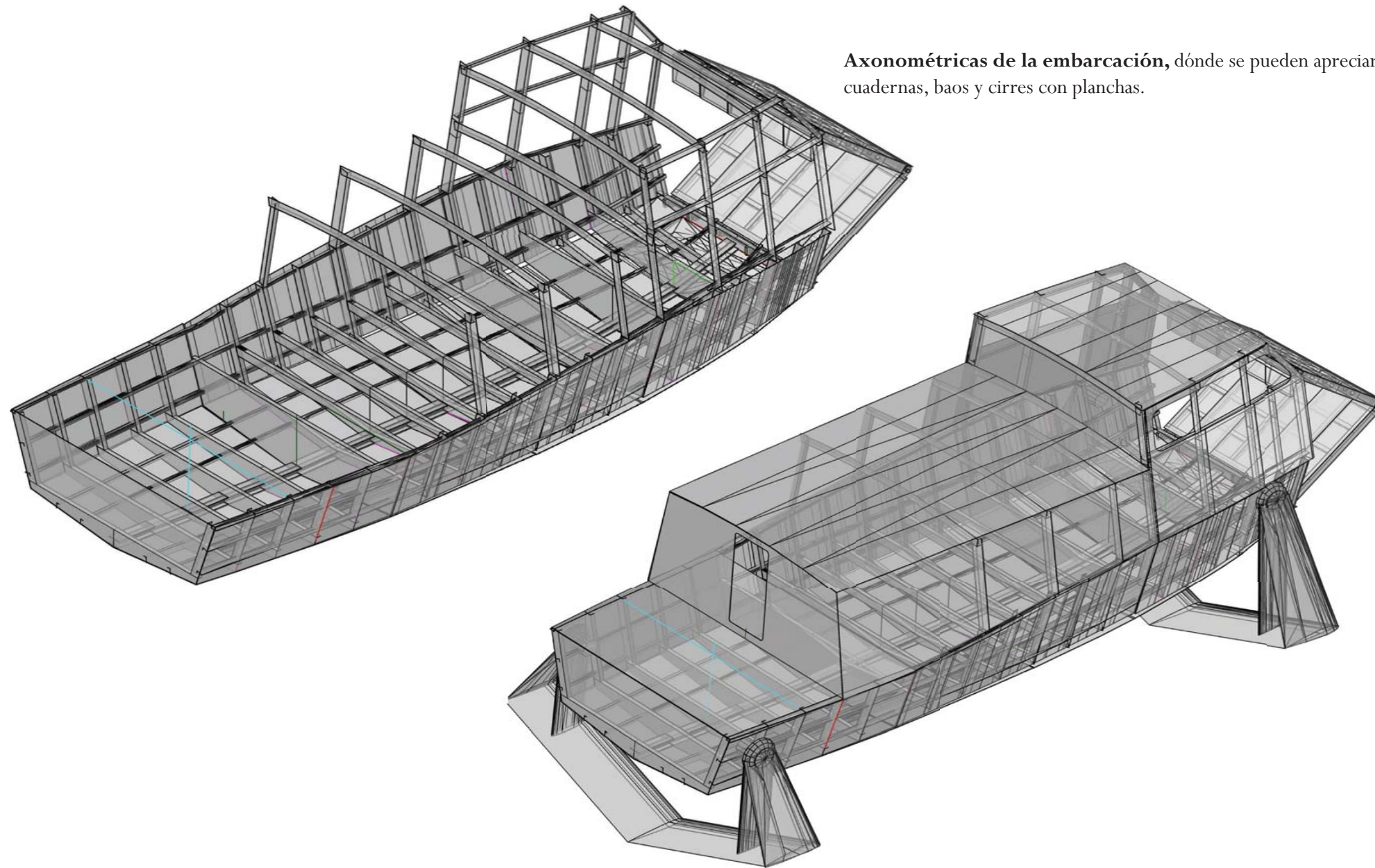


Axonómicas del esqueleto estructural de la embarcación



Axonométricas del casco con quilla y cuadernas





Axonométricas de la embarcación, dónde se pueden apreciar las las cuadernas, baos y cirres con planchas.

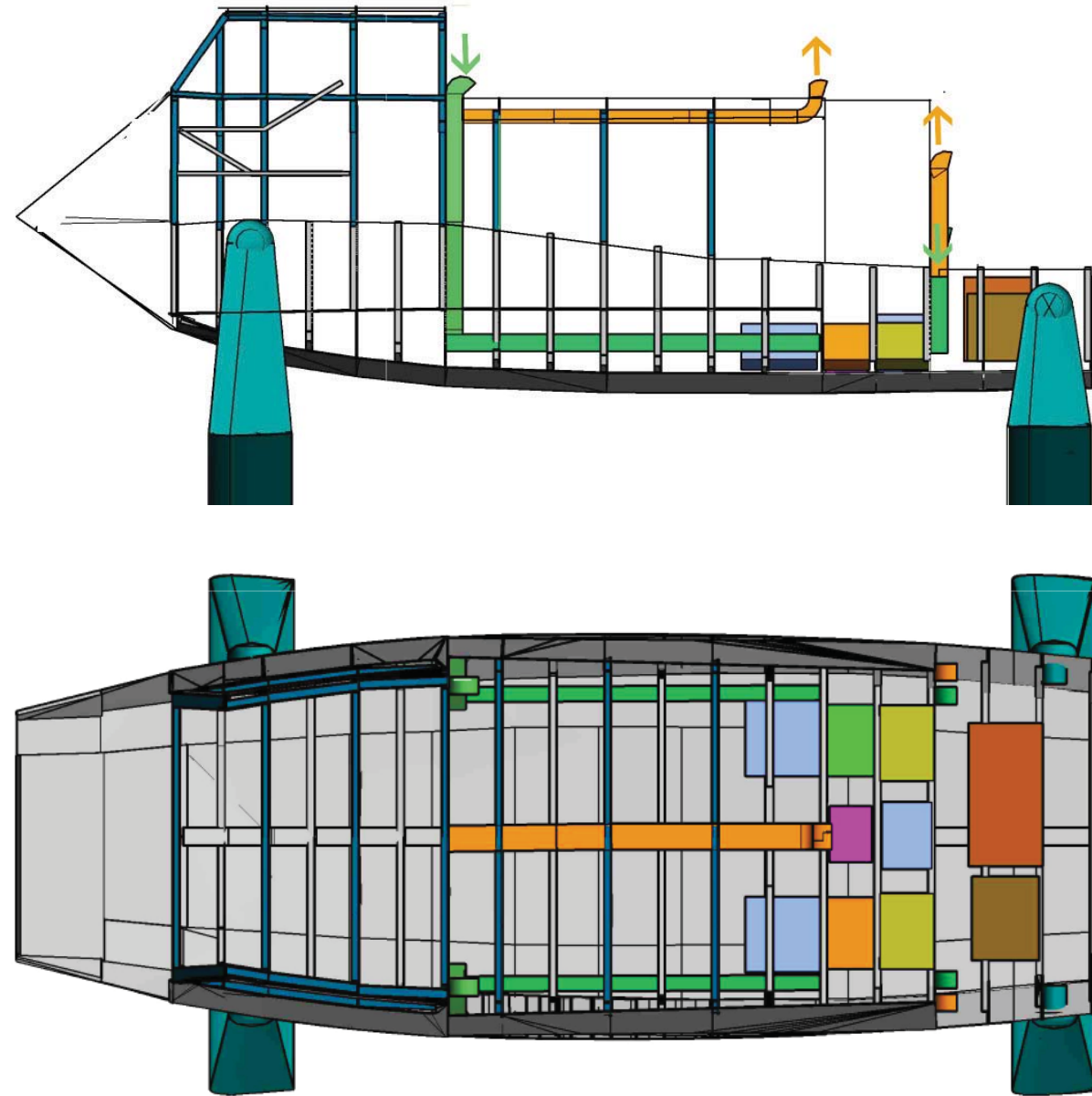
VI. 6. b. DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS ENERGÉTICOS (REDES)

Se introducen las redes y los volúmenes que ocupan en el espacio.

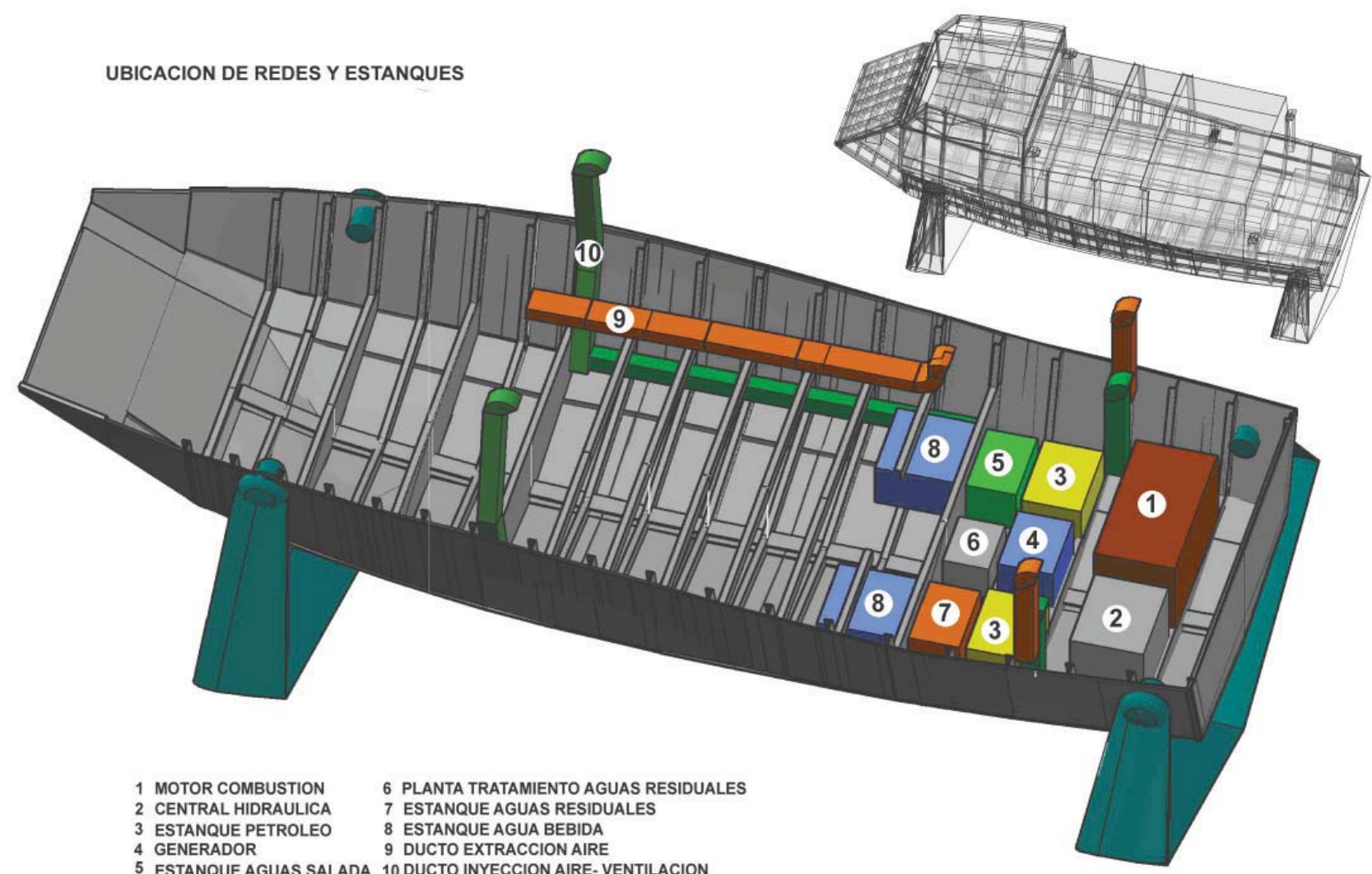
Esto determina un orden en la disposición de los elementos y también una sumatoria de peso y el posicionamiento del centro de gravedad de la embarcación.

Los elementos corresponden a:

1. Ductos de ventilación y calefacción
 - a) planta de pasajeros (inyector tipo ventilador y serpentín)
 - b) sistema de aire para el motor (el mismo motor inyecta aire)
2. Ductos de extracción aire (renovación)
 - a) Planta de pasajeros
 - b) Motor / Generador
3. Motor Combustión (86 x 90 x 108 cm)
4. Generador eléctrico (80 x 60 x 66 cm)
5. Central Hidráulica (80 x 90 x 85 cm)
6. Estanques de combustible - 2 unidades de 250 lts(60 x 50 x 65 cm)
7. Estanque de aguas dulce - 2 unidades de 350 lts(60 x 50 x 130 cm)
8. Estanque de agua salina- 1 unidad de 200 lts. (60 x 60 x 60 cm)
9. Estanque de aguas servidas: 1 unidad de 200 lts (60 x 60 x 60 cm)
10. Planta tratamiento de aguas grises/negras (66 x 47 x 46 cm)



UBICACION DE REDES Y ESTANQUES



- | | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| 1 MOTOR COMBUSTION | 6 PLANTA TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES |
| 2 CENTRAL HIDRAULICA | 7 ESTANQUE AGUAS RESIDUALES |
| 3 ESTANQUE PETROLEO | 8 ESTANQUE AGUA BEBIDA |
| 4 GENERADOR | 9 DUCTO EXTRACCION AIRE |
| 5 ESTANQUE AGUAS SALADA | 10 DUCTO INYECCION AIRE- VENTILACION |

- Para determinar la ubicación, las dimensiones y pesos del motor a combustion, los estanques de petroleo y de aguas, se debió hacer el siguiente estudio:

a. SELECCIÓN DEL MODELO DEL MOTOR A COMBUSTION DIESEL

Estudio de las posibilidades de un modelo de motor que cumpla nuestros requerimientos y restricciones.

a) Restricción de altura: el espacio para el motor en la embarcación tiene una altura de 1200 mm, por lo cual el motor no debería exceder los 1000 mm.

b) Debe ser un Motor de 500 hp o 2 motores de 250-300 Hp.

Fabricante	Modelo Motor	HP (Continuous/Medium/High)	rpm	Altura mm	Ancho mm	largo mm	Peso Kg
Baudouin (frances)	6 M19.3	450/500/550		1091	995	1925	1200
Lugger marine Engine, Alaska	L1276A2	340/425/525	1800/2100/2100	1169	926	1776	1456
	L6125H	470	1300	1143	840	1758	1300
	L1066A	250	2400	947,6	753,1	1438,9	750
	L1066H	275	2400	947,6	733,8	1412,7	750
	L1066H	250	2400	947,6	733,8	1412,7	750
MAN	D 0836 LE 402	360	2400	925	740	1377	730
	D 2866 LXE 401	400	2100	1148	897	1448	1020
	D 2866 LE 403	500	2100	998	897	1565	1160
	D 2876 LE 402 EDC	560	2100	966 / 1068	882	1605	1290
	D 2866 LXE 401	258	1800	1347	897	1448	1020
	D 2866 LXE 471)	300	1800	1347	897	1448	1020
	D 2866 LXE 401)	340	1800	1347	897	1448	1020
	D 2876 LE 403	450	1800	1083	882	1607	1220
	LE403	450	1800	1064	830	1565	1160
	LE407	490	1800	1064	830	1565	1160
Volvo Penta	D4-260	260	3500	860	754	1156	560
	D4-300	300	3500	860	754	1156	560
	D9-500	500	2600	970/ 1070	885	1310/1710	1205
Perkins	Serie 1166 M300C	250/300	2400	841	835	1536	738
Scania		450	1800	1071	957	1503	1190
Cummins	QSB7-DM 250	250	1800	994	952	1282	709,5
	QSB6,7 -250	250	2600	857	634,1	1074	634,1
	QS29 - 280	280	1800	1086	842	1174	
	QSB7-DM 282	282	1800	994	952	1282	709,5
	QS29 - 300	300	1800	1086	842	1174	
	QSM11 - 300	300	1800	1142,8	973,7	1289,7	1184
	QSB6,7 -305	305	2600	857	634,1	1074	634,1
	QSM11 - 455	455	2100	1142,8	973,7	1289,7	1184
	QSB5,9 - 480	480	3400	880	836	1036	612
	***** QSB6,7 - 480	480	3300	857	634,1	1074	634,1
	QSC8.3 - 500 HO/ID	500	2600	982	839	1174	896
ISUZU MARINE	UM6BG1TCX 6Bseries	250 HP / 191kW	2600	967,5	863	1343	645
	UM6HE1TCX 6Hserie	319 HP / 235kW	2700	1101	952	1597	720
	UM6WG1TC-AB1K 6W	512 HP / 377 KB	1800	1354	1092	2002	1500

En resumen, los más adecuados serian:

- Volvo D9-500 hp
- Man D2866- 500 hp
- Cummins QSC8.3 500 hp

* En Chile es más conveniente los motores Cummins por tener una mayor cobertura al igual que los Volvo Penta.

Posibilidad 1: Cummins QSC8.3 500 Hp

Features

- Fuel System:** Cummins High-Pressure Common-Rail; handed spin-on engine mounted fuel filter
- Lubrication System:** Handed spin-on engine mounted lube filter, cast aluminum oil pan
- Electrical System:** 12-volt and 24-volt systems available
- Coolant System:** Sea water heat exchanger cooling system
- Emissions:** EPA Tier 2, IMO, and RCD certified, EIAPP and RRR certificate options available

Engine Overview

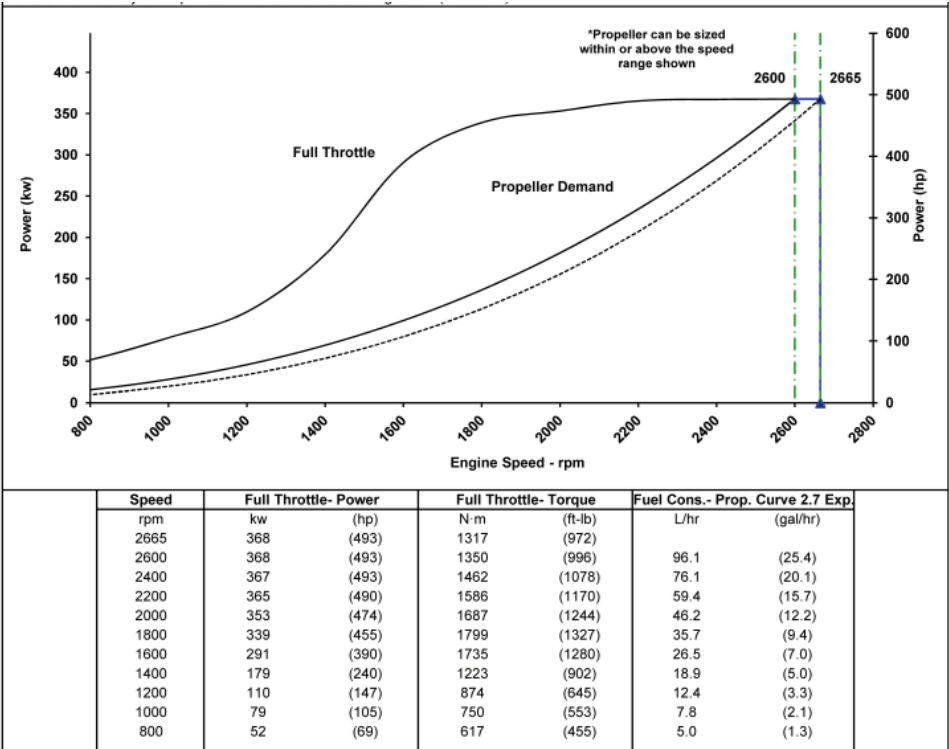
- Unmatched performance from industry-leading power density on this four-valve-per-cylinder engine
- Increased durability from innovative engine design characteristics
- Improved fuel economy and sociability from the high-pressure common-rail fuel system
- Maximize vessel performance and access comprehensive vessel diagnostic information via SmartCraft® electronics
- Peace of mind delivered by the Cummins Captain's Briefing and global service network

Engine Specifications

Configuration	In-line 6-cylinder, 4-stroke diesel
Bore & Stroke	114 mm x 135 mm (4.49 in x 5.31 in)
Displacement	8.3 L (505 in³)
Aspiration	Turbocharged / Aftercooled
Rotation	Counterclockwise facing flywheel



Fabricante	Modelo Motor	HP	rpm	Altura mm	Ancho mm	largo mm	Peso Kg
Volvo Penta	D9-500	500	2600	970	885	1310/1710	1205
MAN	D 2866 LE 403	500	2100	998	897	1565	1160
Cummins	QSB5,9 - 480	480	3400	880	836	1036	612
	QSB6,7 - 480	480	3300	857	634,1	1074	634,1
	QSC8.3 - 500 HO/I	500	2600	982	839	1174	896



Power Ratings

Rating	HO/ID	HO	HO/GS
Metric hp	500	550	600
bhp	493	543	593
KW	368	405	442
Rated rpm	2600	3000	3000
Max Torque ft-lbs	1327	1327	1327
Max Torque N-m	1799	1799	1799
rpm @ max torque	1800	1800	1800

Posibilidad 2 :VOLVO PENTA Diesel modelo D9-500

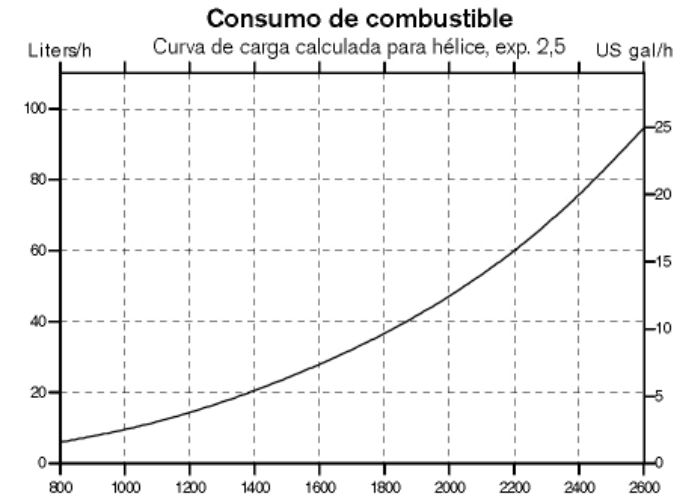
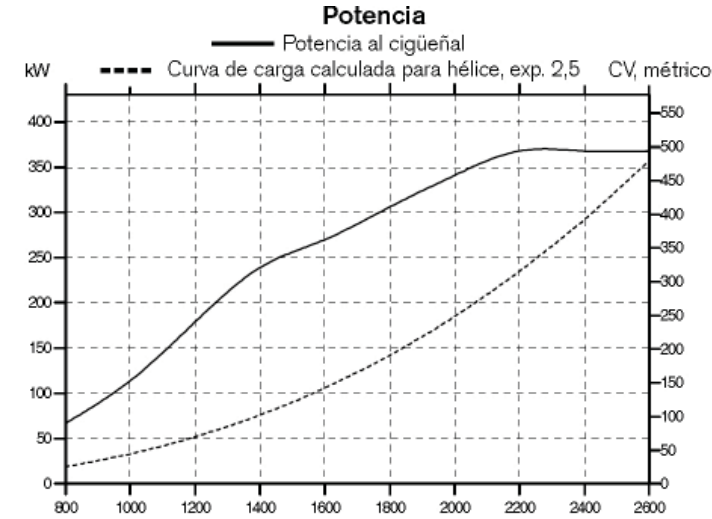
(368 kW o 500HP)



Datos técnicos

Modelo.....	D9-500
Número de cilindros y configuración.....	6 en línea
Método de operación.....	Motor marino diesel de 4 tiempos, inyección directa, turboalimentado y con postenfriador
Diámetro/Carrera, mm	120/138
Cilindrada, l.....	9,4
Relación de compresión.....	17,4:1
Peso en seco sin inversor, kg.....	1075
Peso en seco con MG5075A-E, kg.....	1205
Potencia al cigüeñal, kW (CV) @ 2600 rpm	368 (500)
Par máx., Nm @ 1400 rpm	1630
Gasóleos que cumplan las normas.....	ASTM-D975 1-D & 2-D, EN 590 o JIS KK 2204
Consumo específico de combustible, g/kWh @ 2600 rpm.....	214

Potencia: R5
Datos técnicos según ISO 8665. El poder calorífico inferior del combustible es de 42.700 kJ/kg y la densidad de 840 g/litro a 15°C. Combustibles comerciales pueden desviarse de esta especificación, lo que influirá la potencia y el consumo de combustible.
El motor cumple las exigencias de emisiones de escape IMO NOx, US EPA Tier 2 y EU RCD.



Rendimiento motor: cálculo de litros necesarios para travesía de Fiordo Comau y travesía Hornopirén - Pto.Montt

Cómo sabemos que la velocidad crucero de la Embarcación hidrofoil según los estudios realizados es de 20 Nudos con una Potencia requerida de 360,8 HP (ver tabla lado derecho superior) y sabemos el consumo del motor en distintos Hp y rpm a través de los gráficos de la pagina anterior, podemos obtener la siguiente información (tanto para motor VolvoPenta D9-500 y Cummins QSC8.3 500):

A 1600 rpm su consumo es de 7 gal/hora, lo que equivale a 26,6 lts/hora con una potencia de 370 Hp, la cual es la necesaria para nuestra velocidad crucero de 20 nudos.

2600 rpm	25 gal/hora	95 lts/hora	500 Hp
2400 rpm	20 gal/hora	76 lts/hora	500 Hp
2200 rpm	15 gal/hora	60 lts/hora	500 Hp
2000 rpm	13 gal/hora	49 lts/hora	450 Hp
1800 rpm	9 gal/hora	34 lts/hora	420 Hp
1600 rpm	7 gal/hora	26,6 lts/hora	370 Hp
1500 rpm	6,5 gal/hora	25 lts/hora	350 Hp

- Nuestra velocidad crucero es de 20 Nudos = 20 Millas náuticas/hora
- 1 Milla náutica = 1,852 km (ver tabla lado derecho inferior)
- 20 Millas náuticas = 37,04 km, entonces a 20 nudos, el Hidrofoil va a **consumir 26,6 lts por hora** y va a recorrer una distancia de 37,04 km a una potencia de 370 Hp.

Velocidad	Consumo	Tiempo	Distancia Recorrida	Potencia Motor
20 Nudos	26,6 lts	1 hora	37,04 Km	370 HP

RESUMEN VELOCIDAD - POTENCIA PRUEBAS

Obtenidas en pruebas d modlo en canal

Velocidad prototipo Vp [NUDOS]	Potencia Efectiva EHP HP	EHP + 60% Potencia Perdida +
15	-	-
17	155	248
20	225,5	360,8
25	301	481,6
27,5	390	624
30	420,5	672,8
35	469	750,4
40	605	968

Hidrofoil no esta en vuelo
Hidrofoil en vuelo
Velocidad Crucero

40% Perdida Helice / 20% otras

Milla Nautica	Kilometr o	Milla Nautica	Kilometro
1	1,852	35	64,82
2	3,704	40	74,08
3	5,556	45	83,34
4	7,408	50	92,6
5	9,26	60	111,12
6	11,112	70	129,64
7	12,964	80	148,16
8	14,816	90	166,68
9	16,668	100	185,2
10	18,52	150	277,8
15	27,78	200	370,4
20	37,04	250	463
25	46,3	500	926
30	55,56	1000	1852

b. CÁLCULO DE DISTANCIAS DEL RECORRIDO, CÁLCULO CANTIDAD DE PETROLEO NECESARIO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESTANQUES.

Recorridos vía marítima: Puerto Montt - Hornopirén y entre Hornopirén - Leptepu, considerando altos rangos de seguridad.

El **recorrido marítimo directo del Fiordo Comau es 60 km** (Hornopirén – Leptepu), pero cómo la embarcación hidrofoil va a hacer distintas paradas y se va a desviar levemente de la ruta directa le vamos a sumar un 20% y además vamos a considerar un rango de seguridad de 30%, entonces a ese 60 km le vamos a sumar un 50% quedando una distancia **de recorrido de 90 Km.**

$$60 \text{ km} + 20\% \times \text{paradas} + 30\% \times \text{seguridad} = 90 \text{ Km.}$$

Entonces si el consumo de petróleo a 20 nudos es de 26,6 lts x hora en 37 km, vamos a tener que en 90 Km el consumo va a ser 65Lts. $(26,6 \text{ lts} \times 90 \text{ Km}) / 37 \text{ Km} = 64,7 \text{ lts.}$

Considerar la ida y la vuelta, el petróleo necesario para el Tramo Hornopirén-Leptepu-Hornopirén incluyendo paradas y un rango de seguridad es de 130 lts.

$$65 \text{ lts} \times 2(\text{ida y vuelta}) = 130 \text{ lts para un recorrido de } 180 \text{ km a } 20 \text{ nudos}$$

Ahora si consideramos que en caso de alguna urgencia el hidrofoil anduviera a 25 nudos, su consumo sería 60 lts x hora en 46,3 km. Entonces en 90 km el consumo va a ser de 117 lts. $(60\text{lts} \times 90\text{km}) / 46,3\text{km} = 117 \text{ lts}$

$$117 \text{ lts} \times 2(\text{ida y vuelta}) = 234 \text{ lts para un recorrido de } 180 \text{ km a } 25 \text{ nudos}$$

En caso de reparaciones o viajes muy especiales hay que considerar el trayecto entre Hornopirén-Pto.Montt–Hornopirén. Se calculó que la distancia vía marítima es de 105 km. Considerando un rango de seguridad de 30 %, optemos una distancia de 132 km.

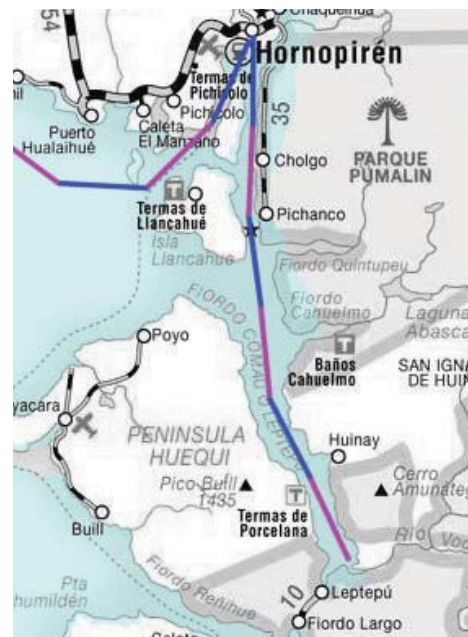
$$105 \text{ km} + 30\% \times \text{seguridad} = 132 \text{ Km}$$

Entonces el consumo de petróleo va a ser de 95 lts a 20 nudos. $(26,6 \text{ lts} \times 132 \text{ km} / 37 \text{ Km} = 94,89 \text{ lts.})$ Considerando el consumo para el viaje de ida y vuelta, el consumo será de 190 lts.

$$95 \text{ lts} \times 2 (\text{ida y vuelta}) = 190 \text{ lts para un recorrido de } 264 \text{ km a } 20 \text{ nudos.}$$

$$\text{A } 25 \text{ nudos, el consumo en } 264 \text{ km será de } 342 \text{ lts.} (60 \text{ lts} \times 264 \text{ km} / 46,3 \text{ km} = 342 \text{ lts})$$

+ (Se considera ida y vuelta por motivos de seguridad ante una eventual emergencia que no permita llegar a puerto de destino y tenga que devolverse a puerto de salida)



- Ahora podemos concluir que la embarcación tiene que contar con 342 lts solo para el consumo del motor. Lo redondearemos a 350 lts.

Consideraremos una cantidad de petróleo adicional por seguridad de 100 lts, que no se considerarán como parte de la autonomía. (Solo emergencias), deberíamos contar con 450 lts.

- Otro consumo de petróleo a considerar es el generador (pequeño), pero este tiene su propio estanque y autonomía de 8 hrs, lo cual es más que suficientes para las travesías que va a realizar la embarcación hidrofoil.

Datos Generador: Modelo MODELO DG-12E/ Marca U.S.A MACHINERY Co.

- Peso neto 160 (Kg)
- Dimensiones 880 x 600 x 660 (mm)
- Capacidad Estanque 25 lts.
- Ac voltaje de salida (v) 220 / dc salida (v – a) 12 / 8,3
- Motor (hp) 20
- Autonomía Generador de 8 horas con consumo 3.1 l/h a potencia promedio

Pesos petróleo diesel

25 lts diesel x peso específico 0,85 Kg/lit = 21,25 Kg

150 lts diesel x peso específico 0,85 Kg/lit = 127,5 Kg

200 lts diesel x peso específico 0,85 Kg/lit = 170 Kg

250 lts diesel x peso específico 0,85 Kg/lit = 213 Kg

300 lts diesel x peso específico 0,85 Kg/lit = 225 Kg

Dimensión estanques de petróleo

Petróleo: $450 \text{ lts} = 450 \text{ dm}^3 = 0,45 \text{ m}^3 = 450.000 \text{ cm}^3 = \text{Volumen}$

Hay que considerar que los estanques solo se llenan entre el 90 al 93% de su capacidad, por lo cual hay que considerar un estanque con capacidad de 500 lts (90% de 500 lts es de 450lts) o bien 2 estanques de 250 lts c/u. (Clases profesor B. Guerrero)



Petróleo: 500 lts = $500 \text{ dm}^3 = 0,5 \text{ m}^3 = 500.000 \text{ cm}^3 = \text{Volumen}$

Petróleo: 250 lts = $250 \text{ dm}^3 = 0,25 \text{ m}^3 = 250.000 \text{ cm}^3 = \text{Volumen}$

Dimensiones y volúmenes

- Estanque de 0,60 mts x 0,60 mts x 0,70 mts = 0,252 m³
- Estanque de 0,80 mts x 0,80 mts x 0,80 mts = 0,512 m³

Modelo estanque referencia:

IBC tank 250 lts (ultra compacto)

- Materialidad Estanque: Aluminio
- Dimensiones (60cm x 60cm x 70cm)
- Peso: 20kg
- Sistema salida válvulas integrado
- Options: pump kit 12 or 24V



Conclusión: Embarcación Hidrofoil

tendrá 2 estanques de aluminio de

250 lts c/u, peso lleno: 213 Kg c/u + 20kg = 233 kg

c. CÁLCULO CANTIDAD DE AGUA POTABLE, AGUA SALADA Y DIMENSIONES DE ESTANQUES

- 1) Estanque de Agua potable con red de distribución a baño (lavamanos y ducha) y cocina. (+ bomba agua)
- 2) Estanque Agua salada con distribución a w.c baño (+ bomba sumergida)

Para calcular la cantidad de agua necesaria se deben saber los tiempos de recorridos.

- Recorrido Hornopirén a Leptepu : 60 km / Tiempo estimado: 1 hora 40min
- Recorrido Hornopirén con paradas a Leptepu: 72 Km/Tiempo estimado 2 hrs
- Recorrido Hornopirén a Pto.Montt :105 Km / Tiempo estimado 2hrs y 50min

1) Calculo Agua Potable:

El recorrido habitual de esta embarcación será de Hornopirén a Leptepu con sus respectivas paradas intermedias, considerando ida y vuelta suman 4 horas de travesía a su velocidad crucero y en condición de hidrofoil. Hay que considerar los tiempos de espera de zarpe y embarque de pasajeros o cargas, 1 hora en condiciones normales.

Total 5 horas.

Pero cómo puede presentarse algún cambio meteorológico repentino, los tiempos de espera de zarpe, de embarco y desembarque se pueden prolongar y en malas condiciones hay dos posibilidades, una que cierren puerto y no den zarpe y la otra es que la embarcación deja de navegar en su condición de hidrofoil y lo hace en forma tradicional, lo cual hace que el tiempo de recorrido sea mayor ya que la velocidad sería menor, 10-12 nudos. Esto doblaría los tiempos a 10 horas (ida y vuelta).

Incluso podría presentarse la posibilidad de que la embarcación tenga que fondearse en algún lugar refugiado del Fiordo a mitad de su travesía. Por esta razón es que vamos a considerar agua potable para 24 hrs. (*el fiordo presenta recursos naturales de agua dulce, por lo cual hay posibilidades de cargar agua en caso de emergencia)

Consumo diario agua Potable por persona.

- a) Beber: 3 lts diarios
- b) Lavado de manos: 2 lts cada vez (6 veces al día) = 12 lts diarios
- c) Ducha: 6 lts x min, duchas 5 min= 30 lts diarios (es de poco uso en el recorrido habitual que tendrá la embarcación, a si que consideraremos ducha para la mitad de los pasajeros, 10 personas)

Consumo diario agua Potable total pasajeros.

- a) Beber: $23 \times 3 = 69$ lts.
- b) Ducha: $10 \times 30 = 300$ lts
- c) Lavado de manos: $23 \times 12 = 276$ lts
- d) Uso en cocina : 60 lts (es de poco uso en el recorrido habitual que tendrá la embarcación, uso solo tripulantes)

Total 700 lts de agua potable necesarios, lo cual se distribuirá en 2 estanques de 350 lts c/u.

Dato: Peso agua potable= 700lts x peso especifico que es 1,0= 700 kg.

Cada estanque debe tener la capacidad de 350 lts, o sea un volumen de 0,35 m³, pero considerando que los estanques nunca se llenan totalmente, por lo cual le sumaremos un 10% al volumen que necesitamos.

$$0,35 \text{ m}^3 + 10\% = 0,385 \text{ m}^3$$

Dimensión estanque sugerido:

$$2 \text{ Estanque } 350 \text{ lts de aluminio de } 60\text{cm} \times 50 \text{ cm} \times 130 \text{ cm} = 0,39 \text{ m}^3$$

Peso cada uno de: 35 kg estanque vacío / **385 kg estanque lleno**

2) Calculo Agua Salada (agua mar):

Uso retretes, baños ¿Cuántas descargas al día por persona? 5 veces

Modelo W.C:

- Retretes estándar por gravedad = 5 galones o 19 lts por descarga
- Retretes al vacío (especial embarcaciones) = 2,5 galones o 9 lts por descarga

Aquí hay que considerar que cada vez que la embarcación esta navegando o recalado en su condición de embarcación tradicional, tendrá la posibilidad de cargar su estanque de agua salada a través de una bomba sumergida.

Por eso consideraremos solo el tiempo en que los estanques no pueden ser llenados, y eso es cuando se encuentre navegando en su condición de hidrofoil en el recorrido Hornopirén- Leptepu o Leptepu-Hornopirén en condiciones normales meteorológico.

Entonces consideraremos el recorrido de Hornopirén a Leptepu con paradas intermedias: 72 Km / Tiempo estimado 2 hrs.

Consideremos que en dos horas cada persona irá 1 vez al baño, lo que se necesitaría 9lts x 23personas = 207 lts de agua salada, lo que equivale a 211,7 Kg.

Dimensión estanque sugerido:

1 estanque 200 lts de aluminio de 60cm x 60 cm x 60 cm =0,216 m3

Peso de: 24 kg estanque vacío / **236 Kg estanque lleno**

- Resumen estanques y pesos:

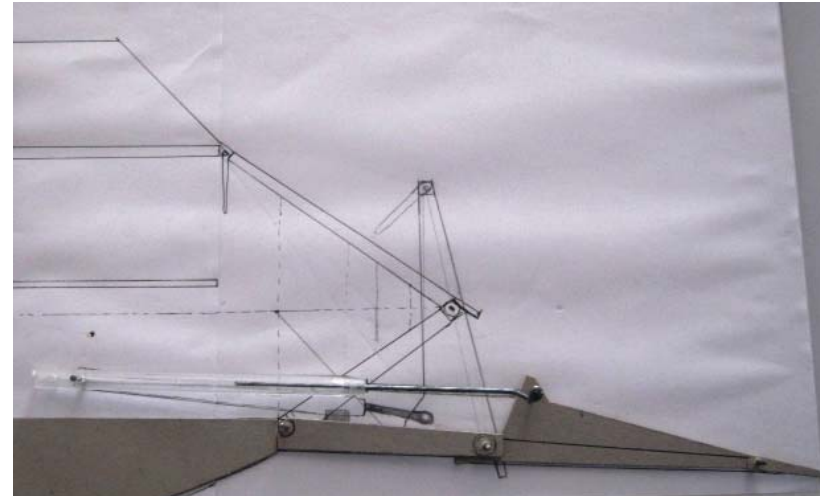
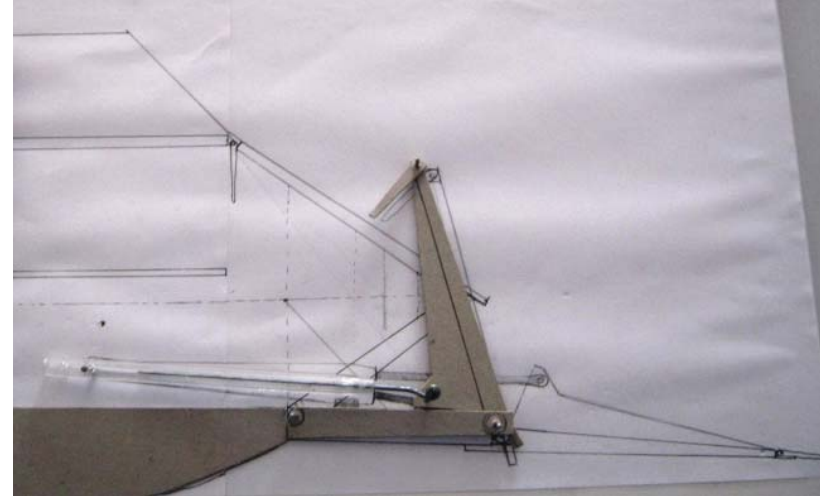
- Estanques de combustible:
 - 2 unidades de 250 lts.
 - 60 x 50 x 65 cm. (c/u)
 - Peso lleno 233 kg. , vacío 20 kg. (c/u)
- Estanque de aguas dulce
 - 2 unidades de 350 lts.
 - 60 x 50 x 130 cm. (c/u)
 - Peso lleno 385 kg. , vacío 35 kg. (c/u)
- Estanque de agua salina
 - 1 unidad de 200 lts.
 - 60 x 60 x 60 cm. (c/u)
 - Peso lleno 236 kg. , vacío 24 kg. (c/u)
- Estanque de aguas servidas:
 - 1 unidad de 200 lts.
 - 60 x 60 x 60 cm. (c/u)
 - Peso lleno 236 kg. , vacío 24 kg. (c/u)

VI. 7. Maquetas de estudio

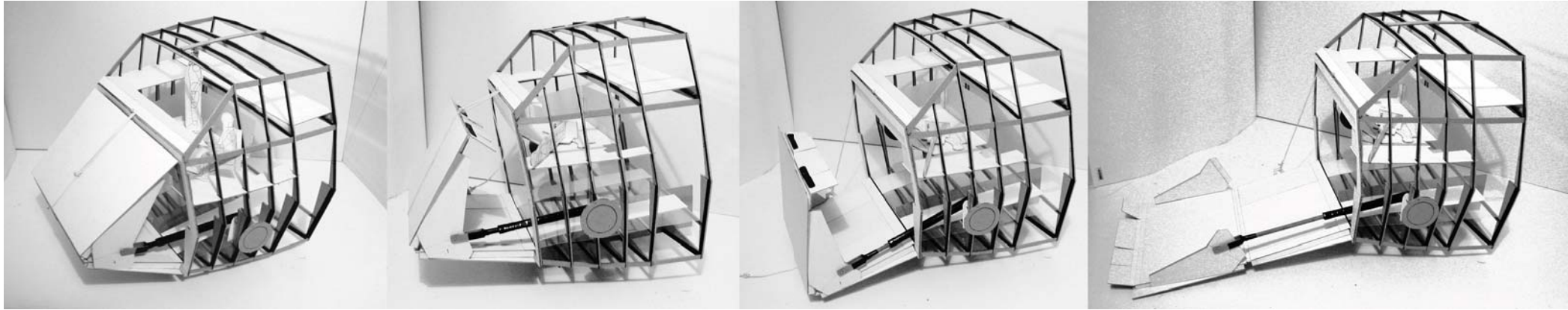
Las maquetas, escala 1:15, se desarrollaron principalmente para demostrar:

1. Verificación tridimensional generales de diseño y requerimientos.
2. Ubicación de los perfiles hidrodinámicos y su rango de plegamiento.
3. Ubicación del sistema de propulsión y protecciones.
4. Microhabitabilidad para pasajeros y tripulantes (asientos camarotes, Guardado, ventilación, estanques, etc.).
5. Ubicación de los espacios principales, mamparos, puente de mando, baño, cocina, sala de máquinas, bodega y exteriores.
6. Ubicación de mecanismos móviles.

MAQUETA 1 de proyecto, escala 1:15. Integración del funcionamiento operativo de los sistemas de apertura del casco para el desembarco, verificación de su geometría en 2D



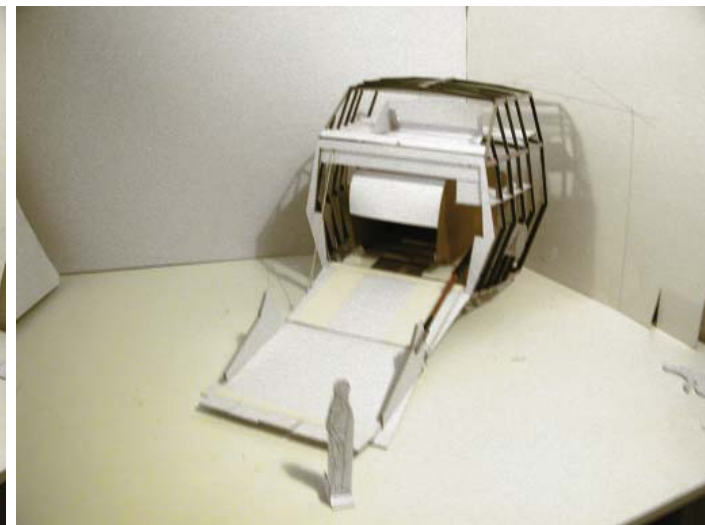
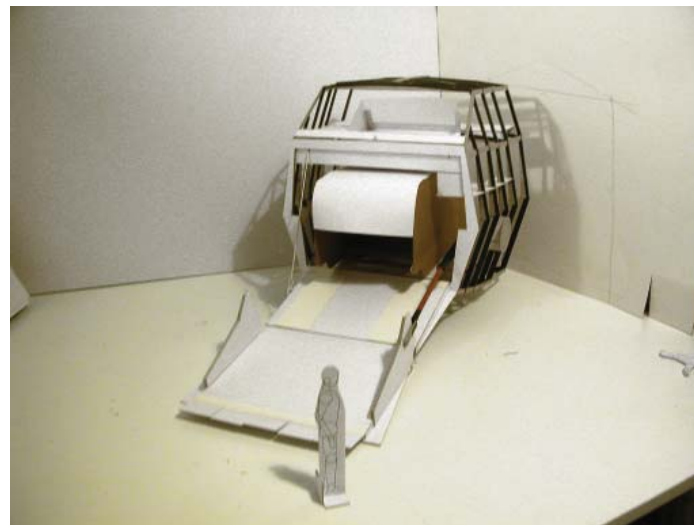
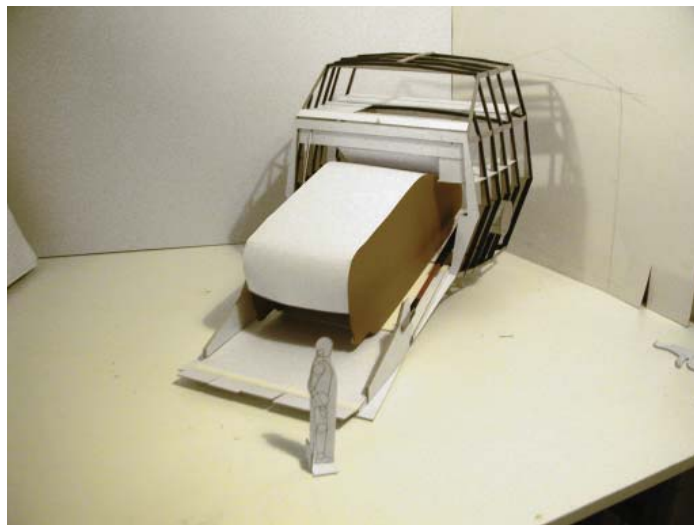
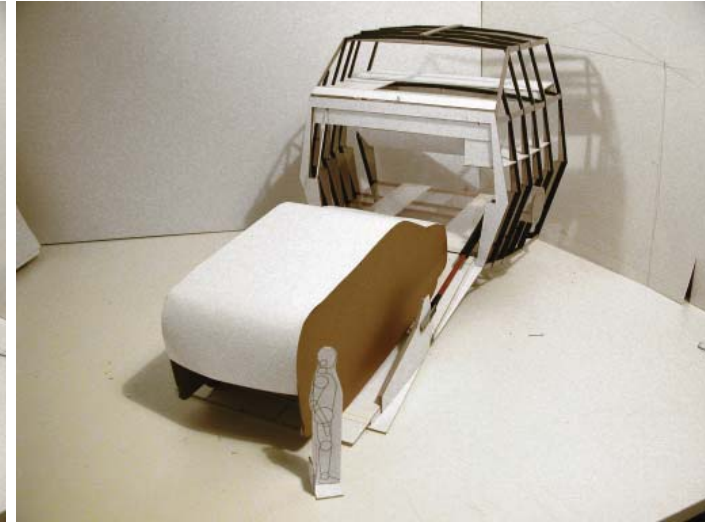
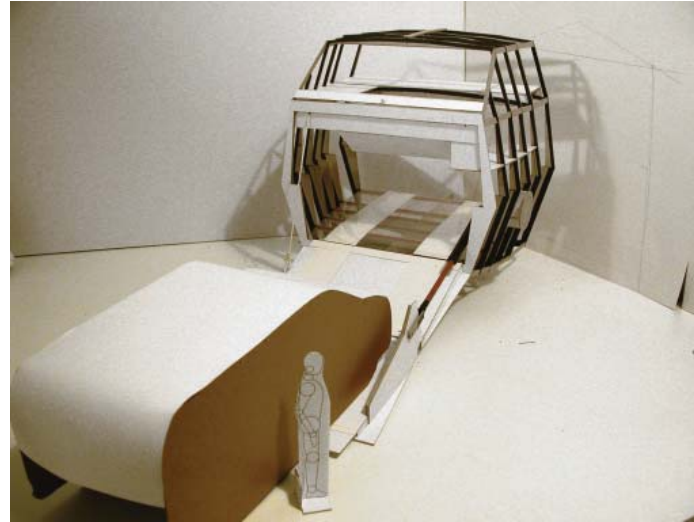
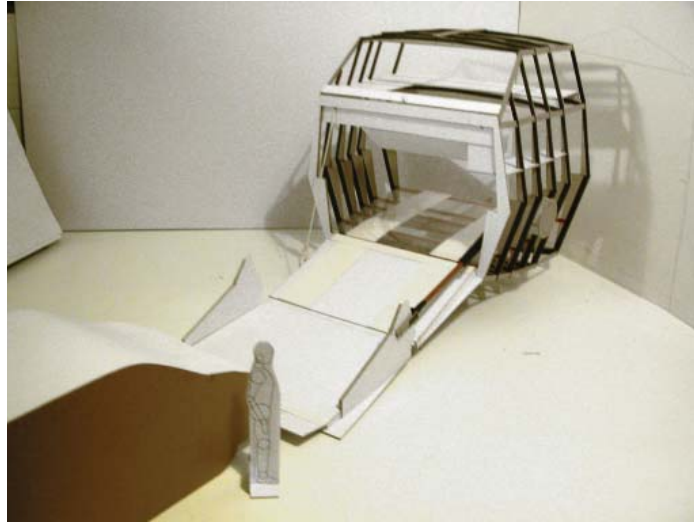
MAQUETA 2 : Proa embarcación hidrofoil. Se encontró y verificó la geometría ideal para el funcionamiento de la rampa con un solo par de embolos o cilindros hidráulicos.



Se encontró y verificó la geometría de la seccion media del suelo del puente de mando para lograr el ingreso del vehículo a través de un simple pivoteo.

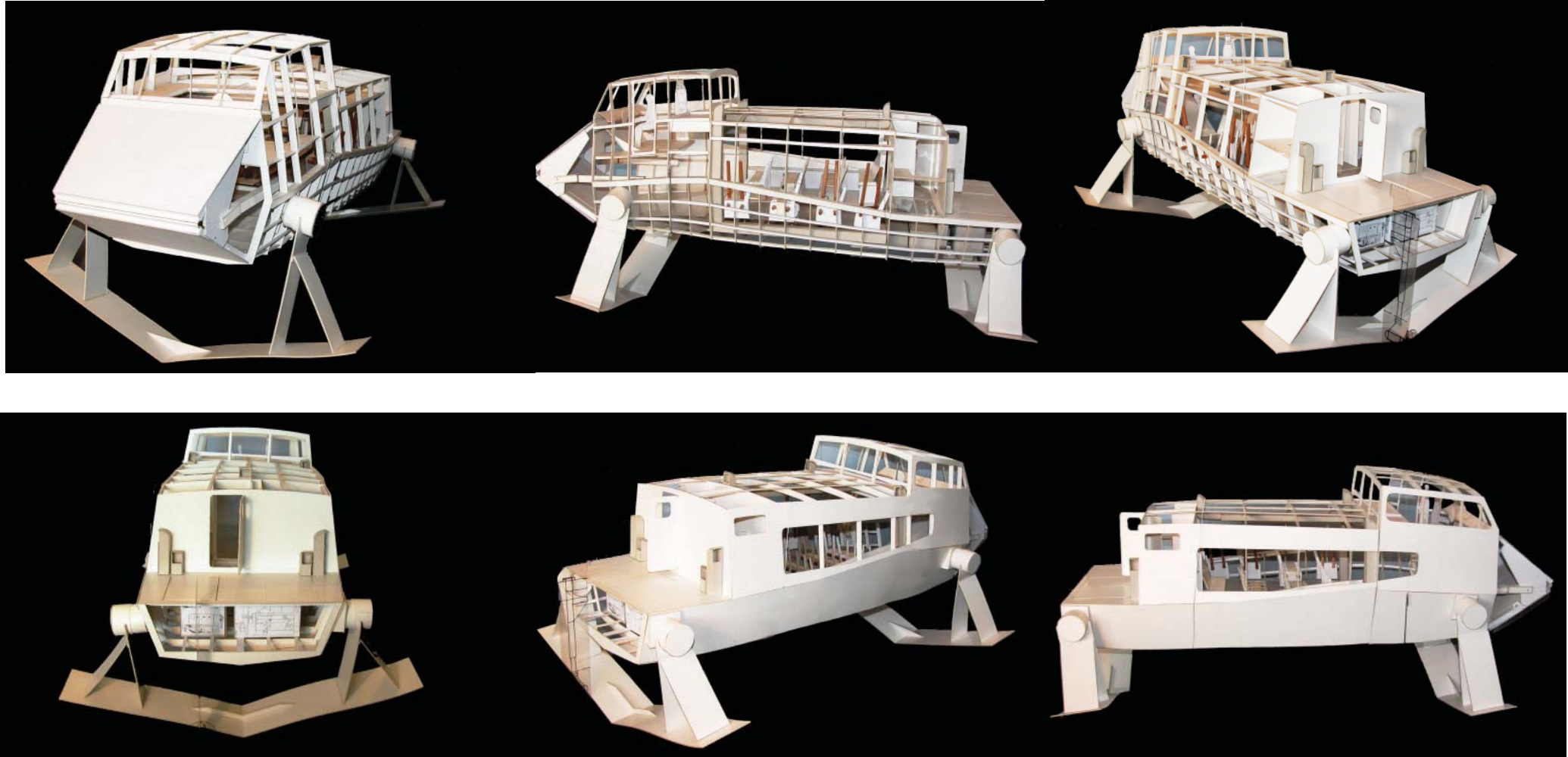


Secuencia de ingreso vehículo con pivoteo del suelo del puente de mando (referencias
mayor tamaño vehículo: Vand Hyundai H-1, altura 1.93mts.)

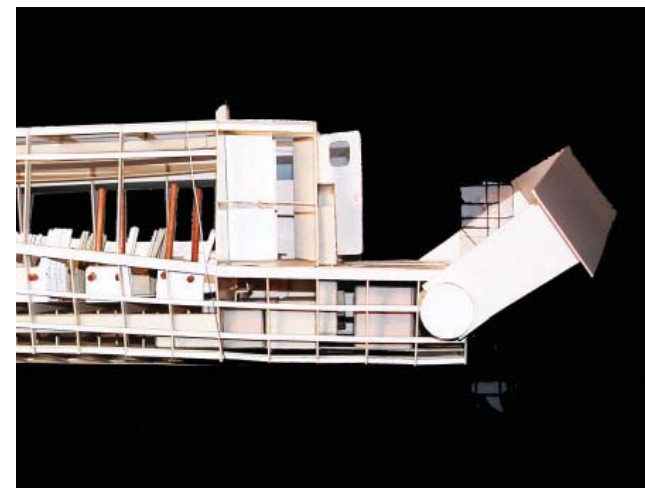
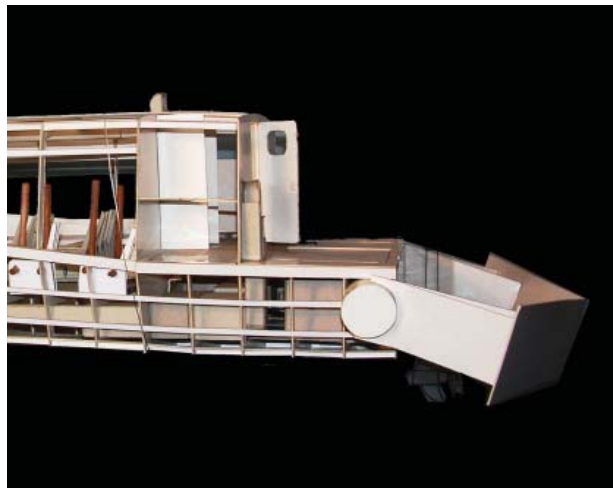
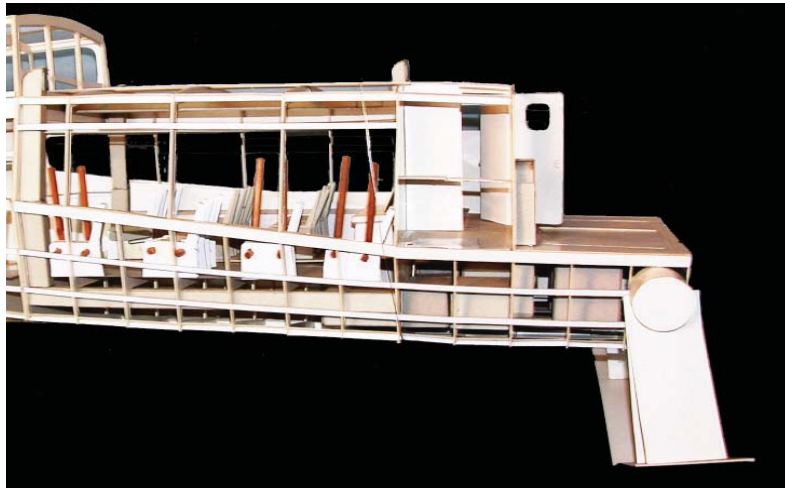


Maqueta 3: Embarcación hidrofoil completa, proposición final. Escala 1:15.

1. Se verificó tridimensionalmente características generales de diseño y requerimientos.
2. Ubicación de los perfiles hidrodinámicos y su rango de plegamiento.
3. Ubicación del sistema de propulsión y protecciones.
4. Microhabitabilidad para pasajeros y tripulantes
5. Ubicación de los espacios principales, mamparos, puente de mando, baño, cocina, sala de máquinas, bodega y exteriores.
6. Ubicación de mecanismos móviles. (Rampa de acceso, pistones, etc)
7. Ubicación de los estanques, sistemas de ventilación y calefacción.

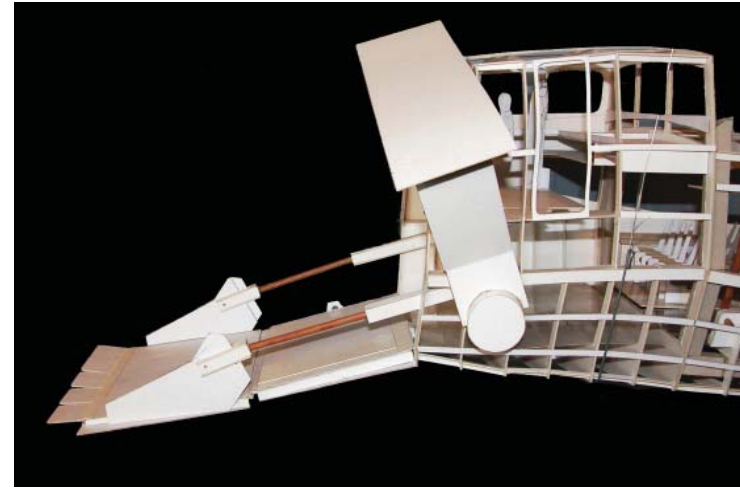
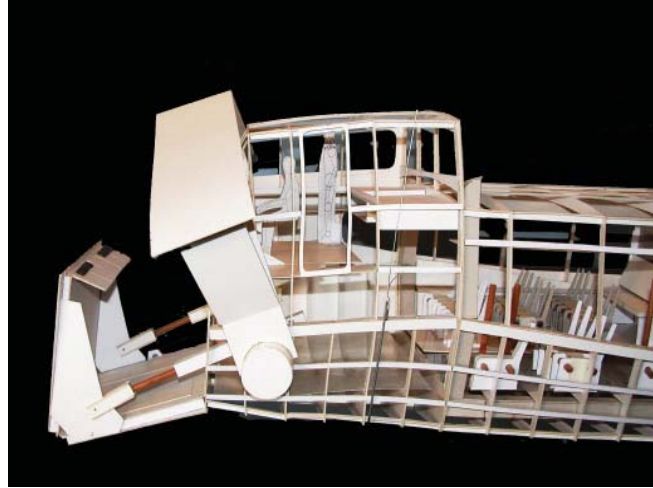


Ubicación de los perfiles hidrodinámicos y su rango de plegamiento.

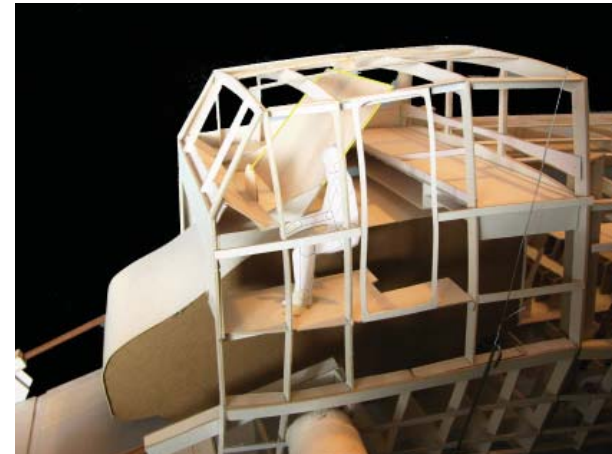
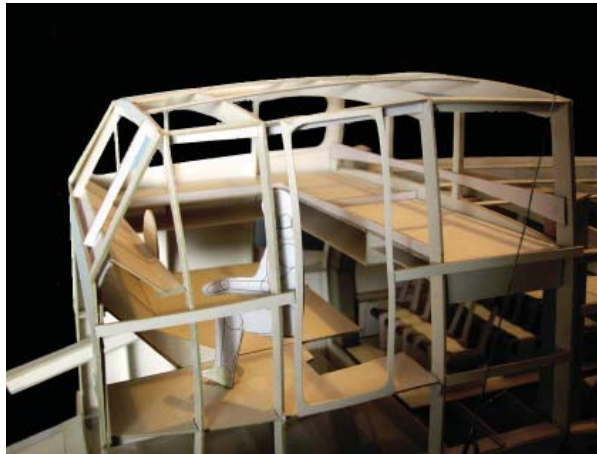


Mecanismos móviles:

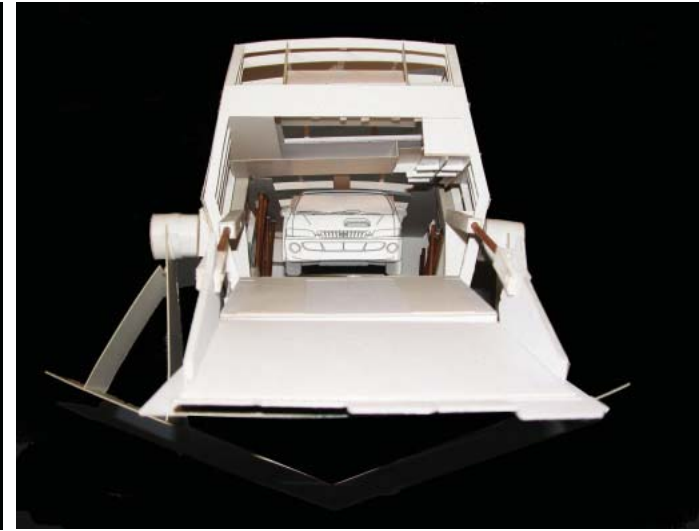
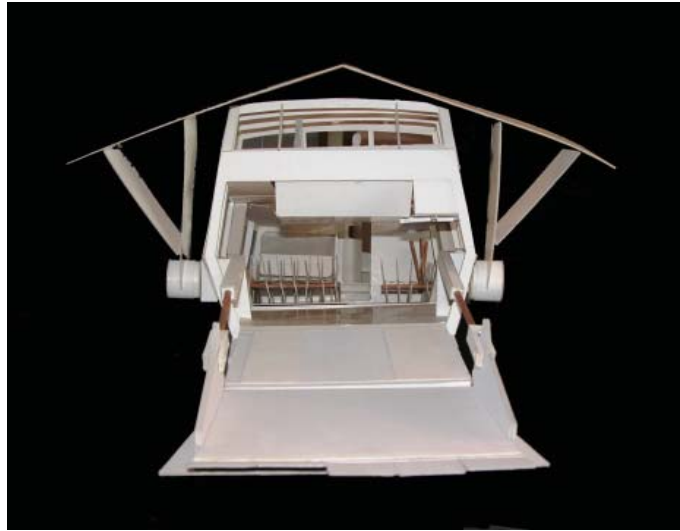
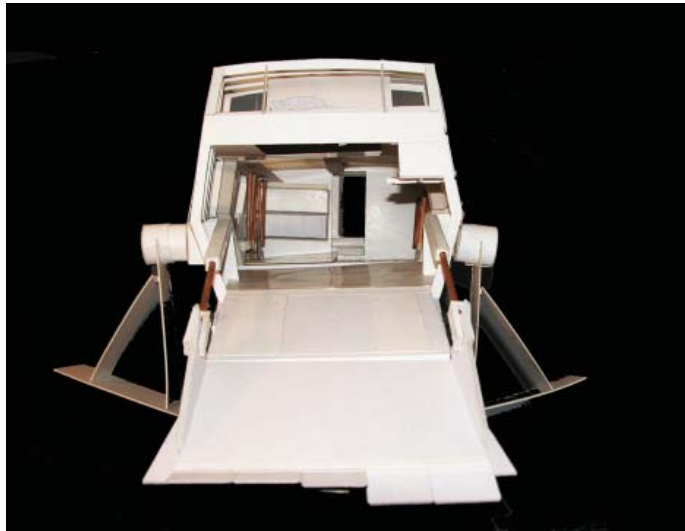
- Apertura de rampa de acceso



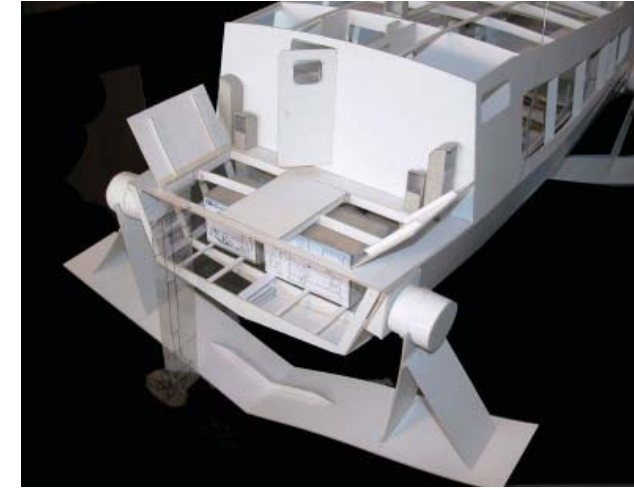
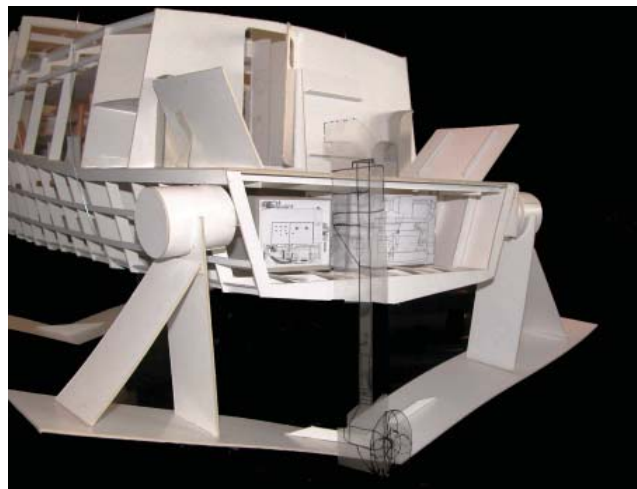
- Puente de mando y plegamiento o elevación de su suelo



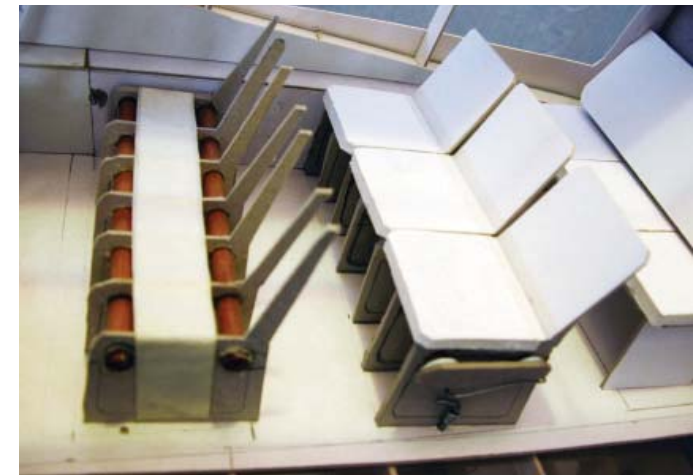
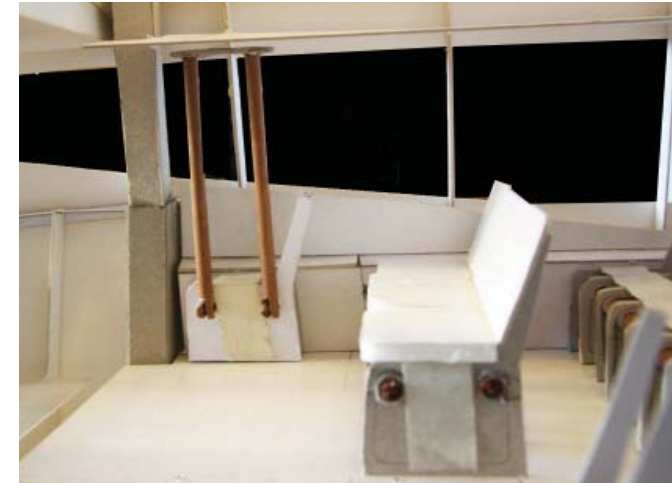
Planta libre con asientos plegados a bordo o con vehículo Hyundai H-1 en su interior o asientos de pasajeros.



Detalles y ubicación de baño, cocina, motor y propulsor.



Detalles de asientos plegables a la borda del mamparo de pasajeros.



Detalles de asientos plegables a la borda del mamparo de pasajeros.



VI. 8. Estabilidad, Teoría de buque

VI. 8. a. CURVAS HIDROSTÁTICAS

Tabla curvas hidroestaticas															
calados (m)	V (m3)	KB (m)	LCB (m)	TPC a.dulce	TPC a.mar	LCF (m)	BM (m)	KM(m)	BM´(m)	KM´(m)	W (TN)	Lpp(m)	MTC	INERCIA T(m4)	INERCIA L (m4)
0,1	0,258	0,075	3,517	0,065	0,067	3,529	2,195	2,270	102,297	5,712	0,264	7,700	0,035	0,566	26,392
0,11	0,397	0,082	3,526	0,077	0,079	3,556	2,510	2,592	98,286	6,035	0,407	7,797	0,051	1,391	34,021
0,12	0,537	0,089	3,534	0,089	0,091	3,583	2,824	2,913	94,276	6,358	0,550	7,894	0,066	2,215	41,650
0,13	0,676	0,096	3,543	0,101	0,104	3,609	3,138	3,234	90,266	6,681	0,693	7,991	0,078	3,040	49,279
0,14	0,815	0,103	3,551	0,113	0,116	3,636	3,452	3,555	86,255	7,003	0,836	8,088	0,089	3,864	56,908
0,15	0,955	0,110	3,560	0,126	0,129	3,663	3,766	3,876	82,245	7,326	0,978	8,185	0,098	4,689	64,537
0,16	1,094	0,116	3,569	0,138	0,141	3,690	4,080	4,197	78,235	7,649	1,121	8,282	0,106	5,513	72,166
0,17	1,233	0,123	3,577	0,150	0,153	3,717	4,394	4,518	74,224	7,972	1,264	8,379	0,112	6,338	79,795
0,18	1,372	0,130	3,586	0,162	0,166	3,743	4,709	4,839	70,214	8,294	1,407	8,476	0,117	7,162	87,424
0,19	1,512	0,137	3,594	0,174	0,178	3,770	5,023	5,160	66,204	8,617	1,549	8,573	0,120	7,987	95,053
0,2	1,651	0,144	3,603	0,186	0,191	3,797	5,337	5,481	62,193	8,940	1,692	8,670	0,121	8,811	102,681
0,21	1,919	0,151	3,619	0,198	0,203	3,827	5,575	5,726	61,190	9,194	1,967	8,741	0,138	11,275	115,007
0,22	2,187	0,157	3,634	0,210	0,215	3,856	5,814	5,971	60,186	9,448	2,242	8,812	0,153	13,739	127,333
0,23	2,455	0,164	3,650	0,222	0,227	3,886	6,052	6,216	59,182	9,702	2,517	8,883	0,168	16,203	139,659
0,24	2,723	0,171	3,666	0,234	0,239	3,916	6,291	6,461	58,179	9,956	2,791	8,954	0,181	18,666	151,985
0,25	2,992	0,178	3,682	0,246	0,252	3,946	6,529	6,707	57,175	10,211	3,066	9,025	0,194	21,130	164,311
0,26	3,260	0,184	3,697	0,257	0,264	3,975	6,768	6,952	56,171	10,465	3,341	9,096	0,206	23,594	176,637
0,27	3,528	0,191	3,713	0,269	0,276	4,005	7,006	7,197	55,167	10,719	3,616	9,167	0,218	26,058	188,963
0,28	3,796	0,198	3,729	0,281	0,288	4,035	7,245	7,442	54,164	10,973	3,891	9,238	0,228	28,522	201,289
0,29	4,064	0,204	3,744	0,293	0,300	4,064	7,483	7,687	53,160	11,227	4,165	9,309	0,238	30,986	213,615
0,3	4,332	0,211	3,760	0,305	0,313	4,094	7,721	7,932	52,156	11,481	4,440	9,380	0,247	33,449	225,941
0,31	4,663	0,217	3,786	0,309	0,317	4,137	7,489	7,706	49,550	11,275	4,779	9,439	0,251	34,227	231,038
0,32	4,993	0,223	3,811	0,314	0,322	4,180	7,256	7,480	47,290	11,068	5,118	9,498	0,255	35,004	236,135
0,33	5,324	0,229	3,837	0,318	0,326	4,223	7,024	7,253	45,310	10,861	5,457	9,557	0,259	35,781	241,233
0,34	5,655	0,235	3,862	0,323	0,331	4,266	6,791	7,027	43,561	10,654	5,796	9,616	0,263	36,558	246,330
0,35	5,986	0,242	3,888	0,327	0,335	4,310	6,559	6,800	42,006	10,447	6,135	9,675	0,266	37,336	251,427
0,36	6,316	0,248	3,914	0,331	0,340	4,353	6,326	6,574	40,614	10,240	6,474	9,734	0,270	38,113	256,524

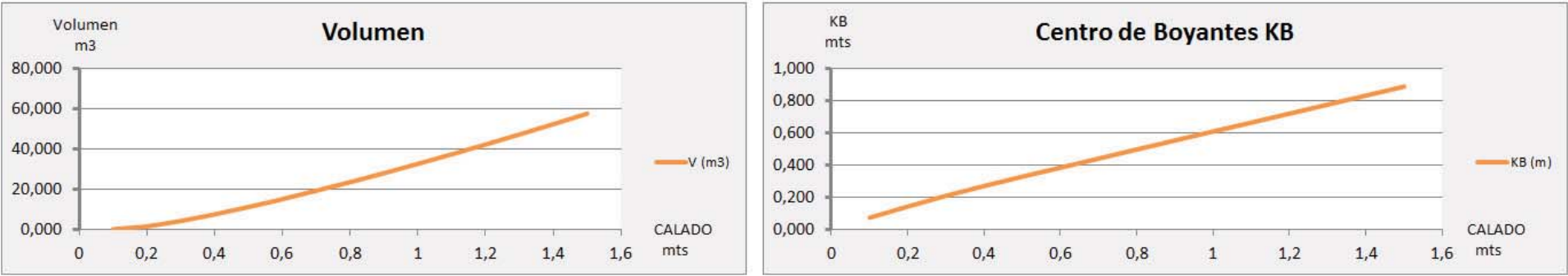
calados (m)	V (m3)	KB (m)	LCB (m)	TPC a.dulce	TPC a.mar	LCF (m)	BM (m)	KM(m)	BM'(m)	KM'(m)	W (TN)	Lpp(m)	MTC	INERCIA T(m4)	INERCIA L (m4)
0,37	6,647	0,254	3,939	0,336	0,344	4,396	6,094	6,348	39,360	10,033	6,813	9,793	0,274	38,890	261,622
0,38	6,978	0,260	3,965	0,340	0,349	4,439	5,861	6,121	38,225	9,826	7,152	9,852	0,277	39,668	266,719
0,39	7,308	0,266	3,990	0,345	0,353	4,482	5,629	5,895	37,193	9,619	7,491	9,911	0,281	40,445	271,816
0,4	7,639	0,272	4,016	0,349	0,358	4,525	5,396	5,668	36,250	9,412	7,830	9,970	0,285	41,222	276,913
0,41	8,004	0,278	4,038	0,352	0,361	4,553	5,221	5,498	35,299	9,258	8,204	9,999	0,290	41,785	282,526
0,42	8,369	0,284	4,059	0,355	0,363	4,581	5,060	5,344	34,430	9,120	8,578	10,028	0,295	42,348	288,138
0,43	8,734	0,289	4,081	0,357	0,366	4,609	4,913	5,203	33,634	8,994	8,952	10,057	0,299	42,911	293,751
0,44	9,099	0,295	4,103	0,360	0,369	4,637	4,778	5,073	32,902	8,881	9,326	10,086	0,304	43,474	299,363
0,45	9,464	0,301	4,125	0,363	0,372	4,665	4,653	4,954	32,226	8,778	9,700	10,115	0,309	44,036	304,975
0,46	9,828	0,307	4,146	0,366	0,375	4,692	4,538	4,845	31,601	8,684	10,074	10,144	0,314	44,599	310,588
0,47	10,193	0,313	4,168	0,369	0,378	4,720	4,431	4,743	31,020	8,598	10,448	10,173	0,319	45,162	316,200
0,48	10,558	0,318	4,190	0,371	0,381	4,748	4,331	4,649	30,480	8,520	10,822	10,202	0,323	45,725	321,812
0,49	10,923	0,324	4,211	0,374	0,384	4,776	4,238	4,562	29,975	8,449	11,196	10,231	0,328	46,288	327,425
0,5	11,288	0,330	4,233	0,377	0,386	4,804	4,150	4,480	29,504	8,383	11,570	10,260	0,333	46,851	333,037
0,51	11,678	0,336	4,251	0,379	0,389	4,825	4,050	4,386	28,918	8,301	11,969	10,290	0,336	47,296	337,690
0,52	12,067	0,341	4,268	0,382	0,391	4,846	3,956	4,298	28,370	8,225	12,369	10,320	0,340	47,742	342,343
0,53	12,457	0,347	4,286	0,384	0,393	4,867	3,868	4,215	27,857	8,155	12,768	10,350	0,344	48,187	346,996
0,54	12,846	0,352	4,304	0,386	0,396	4,888	3,786	4,138	27,374	8,090	13,167	10,380	0,347	48,633	351,649
0,55	13,236	0,358	4,322	0,389	0,398	4,909	3,708	4,066	26,920	8,030	13,566	10,410	0,351	49,078	356,302
0,56	13,625	0,364	4,339	0,391	0,401	4,930	3,635	3,998	26,492	7,974	13,966	10,440	0,354	49,523	360,955
0,57	14,015	0,369	4,357	0,393	0,403	4,951	3,566	3,935	26,088	7,922	14,365	10,470	0,358	49,969	365,608
0,58	14,404	0,375	4,375	0,395	0,405	4,972	3,500	3,875	25,705	7,875	14,764	10,500	0,361	50,414	370,261
0,59	14,794	0,380	4,392	0,398	0,408	4,993	3,438	3,818	25,343	7,830	15,163	10,530	0,365	50,860	374,914
0,6	15,183	0,386	4,410	0,400	0,410	5,014	3,379	3,765	24,999	7,789	15,563	10,560	0,368	51,305	379,567
0,61	15,606	0,392	4,425	0,402	0,412	5,033	3,313	3,705	24,624	7,738	15,996	10,586	0,372	51,701	384,269
0,62	16,029	0,397	4,439	0,404	0,414	5,051	3,250	3,648	24,267	7,689	16,429	10,612	0,376	52,096	388,972
0,63	16,451	0,403	4,454	0,406	0,416	5,070	3,191	3,594	23,930	7,645	16,863	10,638	0,379	52,491	393,674
0,64	16,874	0,409	4,468	0,408	0,419	5,088	3,134	3,543	23,609	7,603	17,296	10,664	0,383	52,887	398,376
0,65	17,297	0,414	4,483	0,411	0,421	5,107	3,080	3,495	23,304	7,563	17,729	10,690	0,386	53,282	403,079
0,66	17,720	0,420	4,498	0,413	0,423	5,125	3,029	3,449	23,013	7,527	18,162	10,716	0,390	53,677	407,781
0,67	18,142	0,426	4,512	0,415	0,425	5,144	2,980	3,406	22,736	7,493	18,596	10,742	0,394	54,073	412,484
0,68	18,565	0,431	4,527	0,417	0,427	5,162	2,934	3,365	22,472	7,461	19,029	10,768	0,397	54,468	417,186

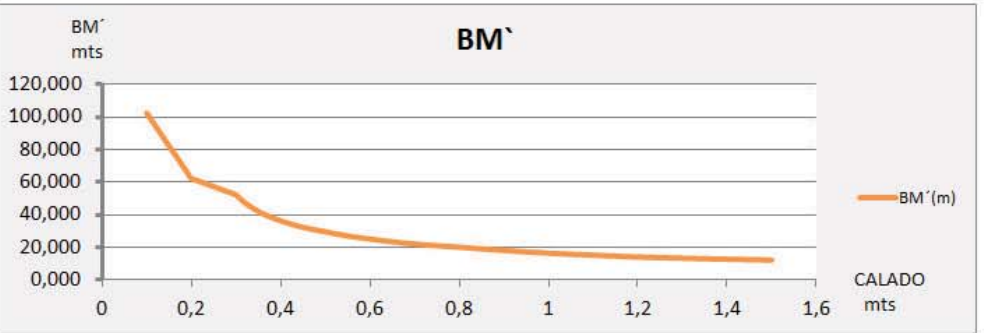
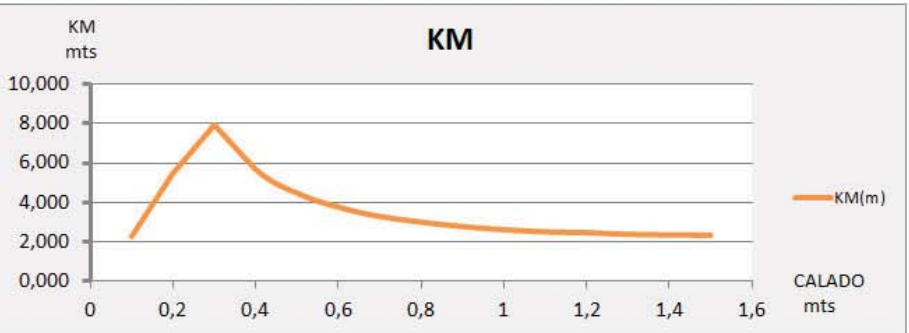
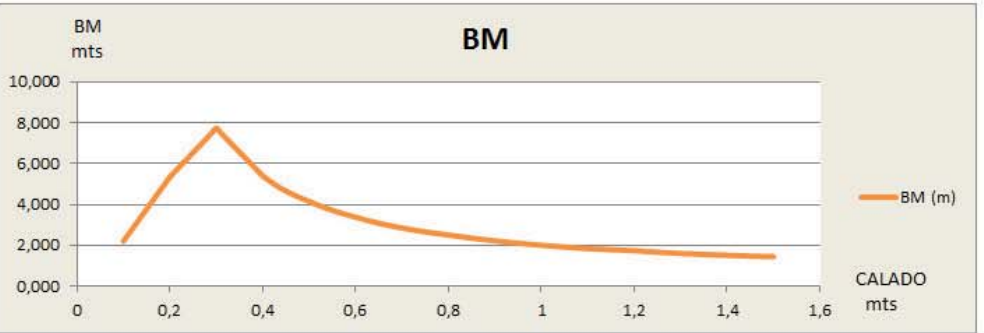
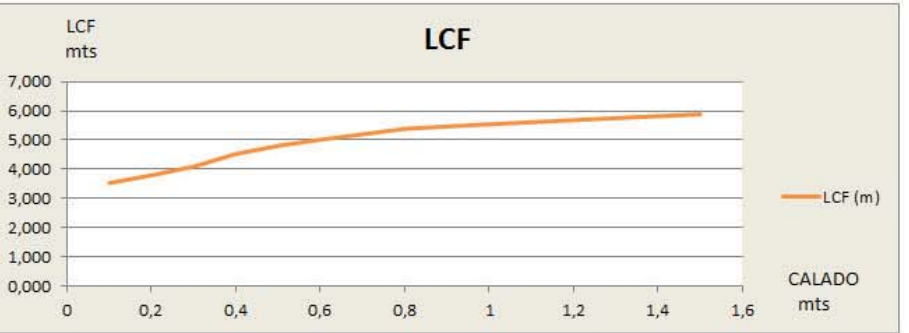
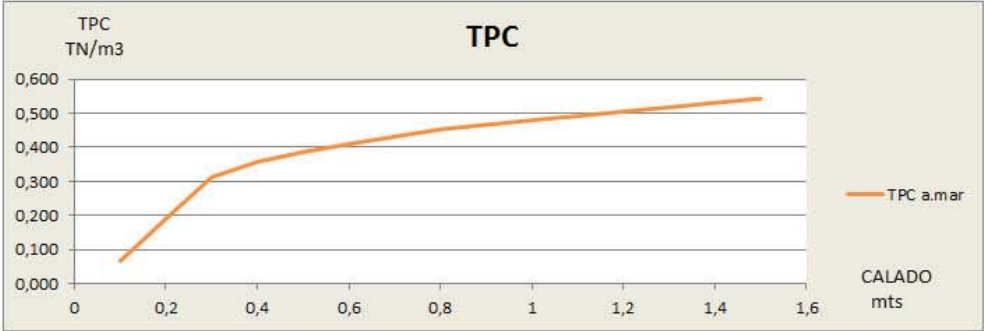
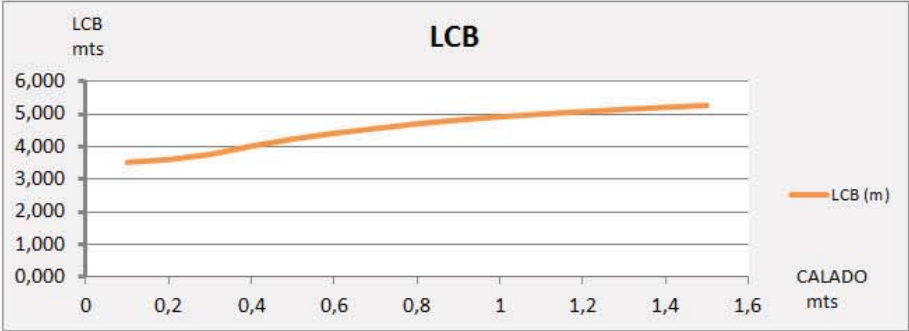
calados (m)	V (m3)	KB (m)	LCB (m)	TPC a.dulce	TPC a.mar	LCF (m)	BM (m)	KM(m)	BM'(m)	KM'(m)	W (TN)	Lpp(m)	MTC	INERCIA T(m4)	INERCIA L (m4)
0,69	18,988	0,437	4,541	0,419	0,429	5,181	2,889	3,326	22,219	7,431	19,462	10,794	0,401	54,863	421,888
0,7	19,411	0,443	4,556	0,421	0,432	5,199	2,847	3,289	21,977	7,403	19,896	10,820	0,404	55,259	426,591
0,71	19,833	0,448	4,571	0,423	0,434	5,218	2,806	3,254	21,746	7,377	20,329	10,846	0,408	55,654	431,293
0,72	20,256	0,454	4,585	0,425	0,436	5,236	2,767	3,221	21,524	7,352	20,762	10,872	0,411	56,049	435,996
0,73	20,679	0,459	4,600	0,427	0,438	5,255	2,730	3,189	21,312	7,329	21,196	10,898	0,414	56,445	440,698
0,74	21,102	0,465	4,614	0,429	0,440	5,273	2,694	3,159	21,108	7,308	21,629	10,924	0,418	56,840	445,400
0,75	21,524	0,471	4,629	0,432	0,442	5,292	2,659	3,130	20,911	7,288	22,062	10,950	0,421	57,235	450,103
0,76	21,947	0,476	4,644	0,434	0,444	5,310	2,626	3,102	20,723	7,269	22,496	10,976	0,425	57,631	454,805
0,77	22,370	0,482	4,658	0,436	0,447	5,329	2,594	3,076	20,541	7,252	22,929	11,002	0,428	58,026	459,508
0,78	22,793	0,488	4,673	0,438	0,449	5,347	2,563	3,051	20,367	7,236	23,362	11,028	0,431	58,421	464,210
0,79	23,215	0,493	4,687	0,440	0,451	5,366	2,534	3,027	20,198	7,221	23,796	11,054	0,435	58,817	468,912
0,8	23,638	0,499	4,702	0,442	0,453	5,384	2,505	3,004	20,036	7,207	24,229	11,080	0,438	59,212	473,615
0,81	24,087	0,505	4,714	0,443	0,454	5,392	2,472	2,976	19,800	7,185	24,689	11,098	0,440	59,537	476,938
0,82	24,537	0,510	4,725	0,445	0,456	5,401	2,440	2,950	19,573	7,165	25,150	11,116	0,443	59,862	480,261
0,83	24,986	0,516	4,737	0,446	0,457	5,409	2,409	2,925	19,354	7,146	25,611	11,134	0,445	60,187	483,584
0,84	25,435	0,521	4,748	0,447	0,458	5,417	2,379	2,900	19,143	7,127	26,071	11,152	0,448	60,512	486,907
0,85	25,885	0,527	4,760	0,449	0,460	5,426	2,350	2,877	18,939	7,110	26,532	11,170	0,450	60,837	490,231
0,86	26,334	0,533	4,772	0,450	0,461	5,434	2,323	2,855	18,742	7,094	26,992	11,188	0,452	61,162	493,554
0,87	26,783	0,538	4,783	0,451	0,462	5,442	2,296	2,834	18,552	7,079	27,453	11,206	0,454	61,487	496,877
0,88	27,232	0,544	4,795	0,452	0,464	5,450	2,270	2,814	18,368	7,065	27,913	11,224	0,457	61,812	500,200
0,89	27,682	0,549	4,806	0,454	0,465	5,459	2,245	2,794	18,190	7,051	28,374	11,242	0,459	62,137	503,523
0,9	28,131	0,555	4,818	0,455	0,466	5,467	2,220	2,775	18,017	7,038	28,834	11,260	0,461	62,462	506,846
0,91	28,593	0,561	4,828	0,456	0,468	5,474	2,196	2,756	17,825	7,023	29,308	11,278	0,463	62,780	509,667
0,92	29,055	0,566	4,838	0,458	0,469	5,482	2,172	2,738	17,639	7,009	29,781	11,296	0,465	63,098	512,487
0,93	29,517	0,572	4,847	0,459	0,470	5,489	2,149	2,720	17,458	6,996	30,255	11,314	0,467	63,417	515,307
0,94	29,979	0,577	4,857	0,460	0,472	5,496	2,126	2,703	17,283	6,983	30,728	11,332	0,469	63,735	518,128
0,95	30,441	0,583	4,867	0,462	0,473	5,504	2,104	2,687	17,114	6,971	31,202	11,350	0,470	64,054	520,948
0,96	30,902	0,589	4,877	0,463	0,474	5,511	2,083	2,672	16,949	6,960	31,675	11,368	0,472	64,372	523,768
0,97	31,364	0,594	4,887	0,464	0,476	5,518	2,063	2,657	16,789	6,949	32,148	11,386	0,474	64,691	526,589
0,98	31,826	0,600	4,896	0,465	0,477	5,525	2,043	2,642	16,634	6,939	32,622	11,404	0,476	65,009	529,409
0,99	32,288	0,605	4,906	0,467	0,478	5,533	2,023	2,629	16,484	6,929	33,095	11,422	0,478	65,327	532,230
1	32,750	0,611	4,916	0,468	0,480	5,540	2,004	2,615	16,337	6,920	33,569	11,440	0,479	65,646	535,050

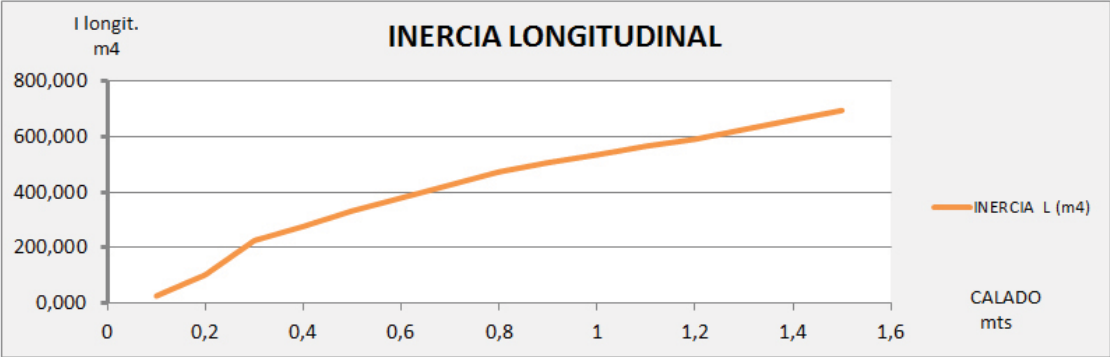
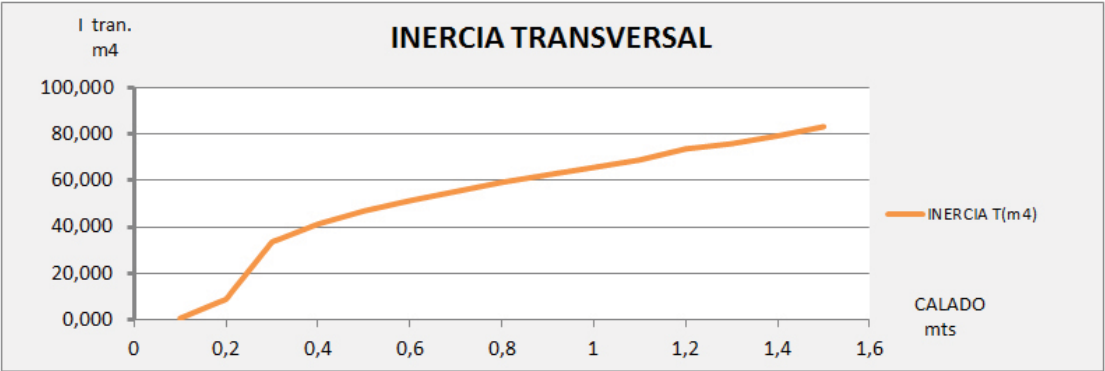
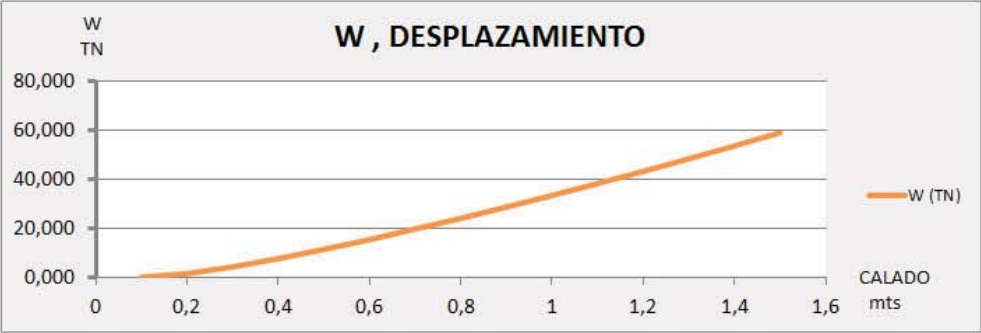
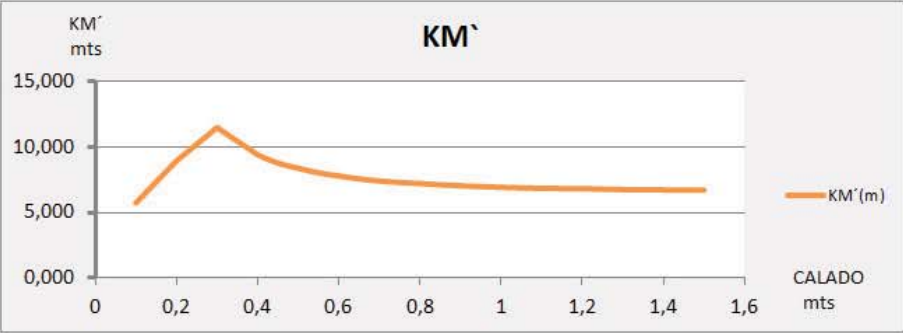
calados (m)	V (m3)	KB (m)	LCB (m)	TPC a.dulce	TPC a.mar	LCF (m)	BM (m)	KM(m)	BM'(m)	KM'(m)	W (TN)	Lpp(m)	MTC	INERCIA T(m4)	INERCIA L (m4)
1,01	33,225	0,617	4,924	0,469	0,481	5,547	1,986	2,602	16,198	6,910	34,055	11,457	0,481	65,969	538,166
1,02	33,699	0,622	4,933	0,470	0,482	5,554	1,967	2,589	16,062	6,900	34,541	11,474	0,484	66,292	541,282
1,03	34,174	0,628	4,941	0,472	0,483	5,562	1,949	2,577	15,930	6,891	35,028	11,491	0,486	66,615	544,398
1,04	34,648	0,633	4,950	0,473	0,485	5,569	1,932	2,565	15,802	6,882	35,514	11,508	0,488	66,937	547,515
1,05	35,123	0,639	4,958	0,474	0,486	5,576	1,915	2,554	15,677	6,873	36,001	11,525	0,490	67,260	550,631
1,06	35,597	0,644	4,966	0,475	0,487	5,583	1,899	2,543	15,556	6,865	36,487	11,542	0,492	67,583	553,747
1,07	36,072	0,650	4,975	0,476	0,488	5,590	1,883	2,532	15,438	6,857	36,973	11,559	0,494	67,906	556,863
1,08	36,546	0,655	4,983	0,478	0,490	5,598	1,867	2,522	15,323	6,850	37,460	11,576	0,496	68,229	559,979
1,09	37,021	0,661	4,992	0,479	0,491	5,605	1,852	2,512	15,210	6,843	37,946	11,593	0,498	68,552	563,096
1,1	37,495	0,666	5,000	0,480	0,492	5,612	1,837	2,503	15,101	6,837	38,432	11,610	0,500	68,875	566,212
1,11	37,982	0,672	5,008	0,481	0,493	5,619	1,826	2,498	14,973	6,833	38,932	11,626	0,501	69,352	568,709
1,12	38,469	0,677	5,015	0,483	0,495	5,626	1,815	2,492	14,848	6,830	39,431	11,642	0,503	69,828	571,207
1,13	38,956	0,683	5,023	0,484	0,496	5,633	1,805	2,488	14,727	6,827	39,930	11,658	0,504	70,305	573,705
1,14	39,443	0,688	5,030	0,485	0,497	5,640	1,795	2,483	14,608	6,825	40,429	11,674	0,506	70,782	576,202
1,15	39,931	0,694	5,038	0,487	0,499	5,647	1,785	2,479	14,493	6,822	40,929	11,690	0,507	71,258	578,700
1,16	40,418	0,700	5,045	0,488	0,500	5,654	1,775	2,474	14,380	6,820	41,428	11,706	0,509	71,735	581,198
1,17	40,905	0,705	5,053	0,489	0,501	5,661	1,765	2,471	14,270	6,818	41,927	11,722	0,510	72,212	583,695
1,18	41,392	0,711	5,060	0,490	0,503	5,668	1,756	2,467	14,162	6,816	42,427	11,738	0,512	72,688	586,193
1,19	41,879	0,716	5,068	0,492	0,504	5,675	1,747	2,463	14,057	6,815	42,926	11,754	0,513	73,165	588,691
1,2	42,366	0,722	5,075	0,493	0,505	5,682	1,738	2,460	13,954	6,813	43,425	11,770	0,515	73,642	591,188
1,21	42,866	0,728	5,082	0,494	0,507	5,689	1,723	2,451	13,874	6,805	43,937	11,791	0,517	73,864	594,710
1,22	43,365	0,733	5,089	0,495	0,508	5,696	1,708	2,442	13,795	6,797	44,450	11,812	0,519	74,087	598,231
1,23	43,865	0,739	5,095	0,497	0,509	5,703	1,694	2,433	13,718	6,789	44,962	11,833	0,521	74,310	601,752
1,24	44,365	0,744	5,102	0,498	0,510	5,710	1,680	2,424	13,643	6,782	45,474	11,854	0,523	74,533	605,273
1,25	44,865	0,750	5,109	0,499	0,511	5,717	1,666	2,416	13,570	6,775	45,986	11,875	0,525	74,756	608,795
1,26	45,364	0,756	5,116	0,500	0,513	5,724	1,653	2,408	13,498	6,769	46,498	11,896	0,528	74,979	612,316
1,27	45,864	0,761	5,123	0,501	0,514	5,731	1,640	2,401	13,427	6,762	47,010	11,917	0,530	75,202	615,837
1,28	46,364	0,767	5,129	0,503	0,515	5,738	1,627	2,394	13,359	6,756	47,523	11,938	0,532	75,425	619,358
1,29	46,863	0,772	5,136	0,504	0,516	5,745	1,614	2,387	13,291	6,750	48,035	11,959	0,534	75,647	622,880
1,3	47,363	0,778	5,143	0,505	0,518	5,752	1,602	2,380	13,226	6,745	48,547	11,980	0,536	75,870	626,401
1,31	47,875	0,784	5,149	0,506	0,519	5,759	1,592	2,375	13,156	6,741	49,072	11,996	0,538	76,210	629,863
1,32	48,388	0,789	5,156	0,508	0,520	5,765	1,582	2,371	13,089	6,738	49,597	12,012	0,540	76,549	633,324

calados (m)	V (m3)	KB (m)	LCB (m)	TPC a.dulce	TPC a.mar	LCF (m)	BM (m)	KM(m)	BM´(m)	KM´(m)	W (TN)	Lpp(m)	MTC	INERCIA T(m4)	INERCIA L (m4)
1,33	48,900	0,795	5,162	0,509	0,522	5,772	1,572	2,367	13,022	6,734	50,123	12,028	0,543	76,888	636,786
1,34	49,413	0,800	5,168	0,510	0,523	5,778	1,563	2,363	12,957	6,731	50,648	12,044	0,545	77,227	640,247
1,35	49,925	0,806	5,175	0,512	0,524	5,785	1,554	2,360	12,894	6,728	51,173	12,060	0,547	77,566	643,709
1,36	50,437	0,812	5,181	0,513	0,526	5,792	1,545	2,356	12,831	6,725	51,698	12,076	0,549	77,905	647,171
1,37	50,950	0,817	5,187	0,514	0,527	5,798	1,536	2,353	12,770	6,723	52,224	12,092	0,552	78,245	650,632
1,38	51,462	0,823	5,193	0,515	0,528	5,805	1,527	2,350	12,710	6,720	52,749	12,108	0,554	78,584	654,094
1,39	51,975	0,828	5,200	0,517	0,530	5,811	1,518	2,347	12,651	6,718	53,274	12,124	0,556	78,923	657,556
1,4	52,487	0,834	5,206	0,518	0,531	5,818	1,510	2,344	12,594	6,716	53,799	12,140	0,558	79,262	661,017
1,41	53,012	0,840	5,212	0,519	0,532	5,824	1,503	2,342	12,533	6,715	54,337	12,157	0,560	79,657	664,399
1,42	53,537	0,845	5,218	0,520	0,533	5,831	1,495	2,340	12,473	6,713	54,875	12,174	0,562	80,052	667,780
1,43	54,061	0,851	5,224	0,522	0,535	5,837	1,488	2,339	12,415	6,712	55,413	12,191	0,564	80,447	671,162
1,44	54,586	0,856	5,230	0,523	0,536	5,843	1,481	2,337	12,357	6,711	55,951	12,208	0,566	80,842	674,544
1,45	55,111	0,862	5,236	0,524	0,537	5,850	1,474	2,336	12,301	6,710	56,489	12,225	0,568	81,237	677,925
1,46	55,636	0,868	5,241	0,525	0,538	5,856	1,467	2,335	12,246	6,709	57,027	12,242	0,570	81,633	681,307
1,47	56,161	0,873	5,247	0,526	0,540	5,862	1,461	2,334	12,192	6,708	57,565	12,259	0,572	82,028	684,688
1,48	56,685	0,879	5,253	0,528	0,541	5,868	1,454	2,333	12,138	6,707	58,103	12,276	0,575	82,423	688,070
1,49	57,210	0,884	5,259	0,529	0,542	5,875	1,448	2,332	12,086	6,707	58,640	12,293	0,577	82,818	691,452
1,50	57,735	0,890	5,265	0,530	0,543	5,881	1,441	2,331	12,035	6,706	59,178	12,310	0,579	83,213	694,833

Gráficos curvas hidroestaticas (base dato tabla anterior)

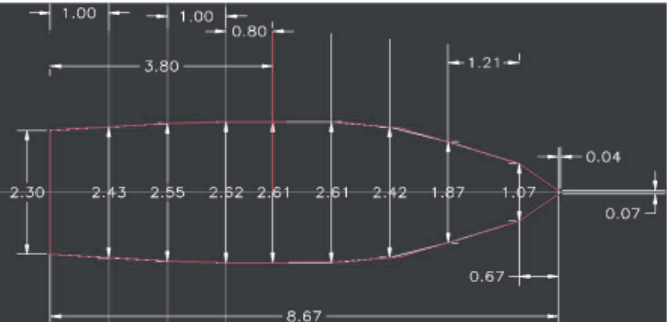




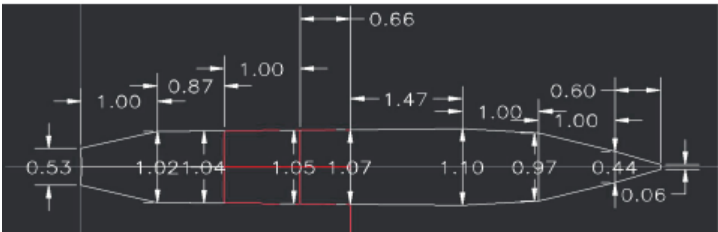


Proceso de cómo se obtuvieron los momentos de Inercias en la tabla, a través de la formula del trapecio y planta del corte del casco en el software AutoCad.

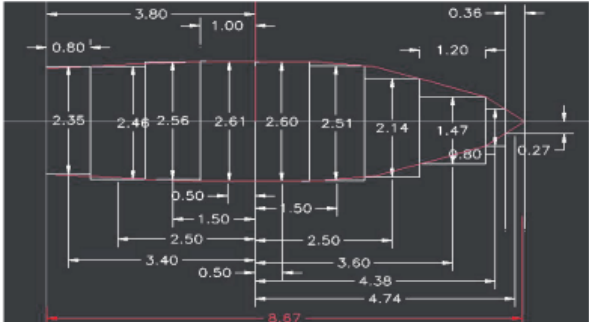
calculo momento I transversal			corte a 20 cm		
h	a	b	area	a2+b2	I (M4)
1,00	2,30	2,43	2,37	11,19	1,10
1,00	2,43	2,55	2,49	12,41	1,29
1,00	2,55	2,62	2,59	13,37	1,44
0,80	2,62	2,61	2,09	13,68	1,19
1,00	2,61	2,61	2,61	13,62	1,48
1,00	2,42	2,61	2,52	12,67	1,33
1,00	1,87	2,42	2,15	9,35	0,84
1,21	1,07	1,08	1,30	2,31	0,13
0,67	1,07	0,07	0,38	1,15	0,02
					8,811



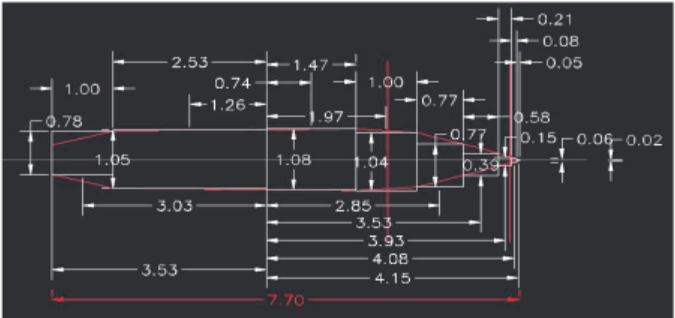
calculo momento I transversal			corte a 10 cm		
h	a	b	area	a2+b2	I (M4)
1,00	0,53	1,02	0,78	1,32	0,04
0,87	1,02	1,04	0,90	2,12	0,08
1,00	1,04	1,05	1,05	2,18	0,10
0,66	1,05	1,07	0,70	2,25	0,07
1,47	1,07	1,10	1,59	2,35	0,16
1,00	0,97	1,10	1,04	2,15	0,09
1,00	0,44	0,97	0,71	1,13	0,03
0,60	0,44	0,06	0,15	0,20	0,00
					0,566



calculo momento I'' longitudinal			corte a 20 cm			
b (m)	a (m)	area (m2)	I (m4)	d al eje	d2	I''(m4)
2,35	0,80	1,88	0,87	3,40	11,56	22,60
2,46	1,00	2,46	1,24	2,50	6,25	16,62
2,56	1,00	2,56	1,40	1,50	2,25	7,16
2,61	1,00	2,61	1,48	0,50	0,25	2,13
2,60	1,00	2,60	1,46	0,50	0,25	2,11
2,51	1,00	2,51	1,32	1,50	2,25	6,97
2,14	1,00	2,14	0,82	2,50	6,25	14,19
1,47	1,20	1,76	0,32	3,60	12,96	23,18
0,80	0,36	0,29	0,02	4,38	19,18	5,54
0,27	0,36	0,10	0,00	4,74	22,47	2,18
						102,681



calculo momento I'' longitudinal			corte a 0,1 mts			
b (m)	a (m)	area (m2)	I (m4)	d al eje	d2	I''(m4)
1,00	0,78	0,78	0,07	3,03	9,18	7,23
2,53	1,05	2,66	1,42	1,26	1,59	5,63
1,47	1,08	1,59	0,29	0,74	0,55	1,16
1,00	1,04	1,04	0,09	1,97	3,88	4,12
0,77	0,77	0,59	0,03	2,85	8,12	4,85
0,58	0,39	0,23	0,01	3,53	12,46	2,82
0,21	0,15	0,03	0,00	3,93	15,44	0,49
0,08	0,06	0,00	0,00	4,08	16,65	0,08
0,05	0,02	0,00	0,00	4,15	17,22	0,02
						26,392

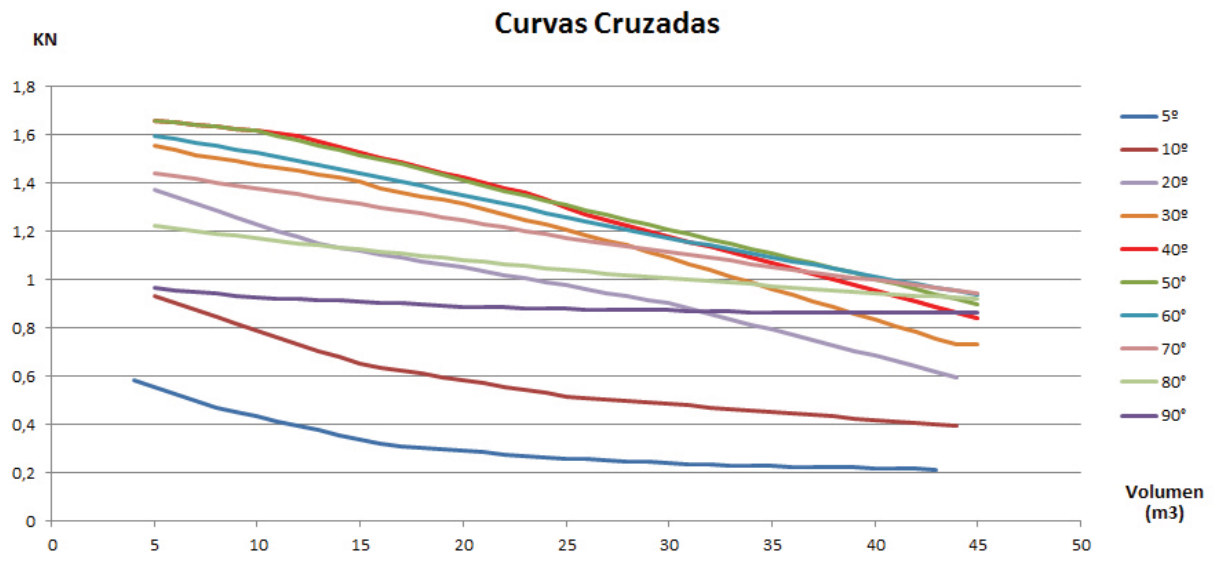


VI. 8. b. CURVAS CRUZADAS EMBARCACIÓN HIDROFOIL 13 MTS. ESLORA.

Tabla de cálculo KN

M3	KN (m)	KN (m)	KN (m)	KN (m)	KN (m)	KN (m)	KN (m)	KN (m)	KN (m)	KN (m)
5,0	0,554	0,935	1,373	1,556	1,66	1,66	1,598	1,442	1,226	0,965
6,0	0,527	0,906	1,345	1,540	1,652	1,651	1,584	1,430	1,215	0,958
7,0	0,499	0,877	1,317	1,519	1,644	1,643	1,570	1,417	1,204	0,950
8,0	0,472	0,848	1,289	1,507	1,635	1,634	1,556	1,405	1,193	0,943
9,0	0,453	0,819	1,260	1,493	1,627	1,626	1,542	1,392	1,182	0,935
10,0	0,434	0,790	1,232	1,479	1,619	1,617	1,528	1,380	1,171	0,928
11,0	0,414	0,762	1,204	1,465	1,607	1,597	1,510	1,367	1,162	0,924
12,0	0,395	0,734	1,176	1,451	1,594	1,578	1,493	1,354	1,153	0,921
13,0	0,376	0,707	1,148	1,437	1,574	1,558	1,475	1,341	1,144	0,917
14,0	0,357	0,679	1,134	1,423	1,552	1,539	1,458	1,327	1,135	0,914
15,0	0,337	0,651	1,120	1,409	1,530	1,519	1,440	1,314	1,126	0,910
16,0	0,318	0,638	1,106	1,381	1,508	1,499	1,423	1,301	1,117	0,906
17,0	0,311	0,624	1,093	1,364	1,486	1,480	1,405	1,288	1,108	0,902
18,0	0,304	0,611	1,079	1,348	1,464	1,460	1,388	1,275	1,100	0,897
19,0	0,297	0,597	1,065	1,331	1,443	1,438	1,370	1,262	1,091	0,893
20,0	0,291	0,584	1,051	1,314	1,423	1,415	1,353	1,248	1,083	0,889
21,0	0,284	0,571	1,036	1,293	1,402	1,393	1,334	1,233	1,074	0,887
22,0	0,277	0,557	1,021	1,271	1,382	1,370	1,316	1,218	1,065	0,885
23,0	0,270	0,544	1,006	1,250	1,361	1,350	1,297	1,203	1,057	0,883
24,0	0,263	0,530	0,991	1,228	1,331	1,330	1,278	1,188	1,048	0,881
25,0	0,259	0,517	0,977	1,207	1,302	1,310	1,260	1,172	1,039	0,879
26,0	0,256	0,511	0,962	1,185	1,272	1,290	1,242	1,161	1,033	0,878
27,0	0,252	0,504	0,947	1,164	1,249	1,270	1,225	1,149	1,027	0,877
28,0	0,248	0,498	0,932	1,142	1,227	1,250	1,208	1,138	1,021	0,875
29,0	0,245	0,491	0,917	1,116	1,204	1,230	1,190	1,126	1,015	0,874
30,0	0,241	0,485	0,902	1,091	1,181	1,210	1,173	1,114	1,009	0,873

30,0	0,241	0,485	0,902	1,091	1,181	1,210	1,173	1,114	1,009	0,873
31,0	0,237	0,478	0,880	1,065	1,159	1,190	1,158	1,103	1,002	0,871
32,0	0,234	0,472	0,859	1,039	1,136	1,170	1,142	1,091	0,995	0,869
33,0	0,230	0,465	0,837	1,014	1,114	1,150	1,126	1,079	0,989	0,868
34,0	0,228	0,459	0,815	0,988	1,091	1,130	1,111	1,067	0,982	0,866
35,0	0,227	0,452	0,793	0,962	1,068	1,110	1,095	1,055	0,975	0,864
36,0	0,225	0,446	0,772	0,937	1,046	1,090	1,079	1,044	0,969	0,864
37,0	0,224	0,439	0,750	0,911	1,023	1,070	1,062	1,033	0,963	0,863
38,0	0,222	0,432	0,728	0,885	1,000	1,050	1,046	1,021	0,957	0,863
39,0	0,220	0,426	0,706	0,859	0,978	1,028	1,029	1,010	0,951	0,863
40,0	0,219	0,419	0,685	0,834	0,955	1,004	1,013	0,999	0,945	0,862
41,0	0,217	0,413	0,663	0,808	0,933	0,983	0,998	0,988	0,940	0,862
42,0	0,216	0,406	0,641	0,782	0,910	0,962	0,983	0,977	0,935	0,862
43,0	0,214	0,399	0,620	0,757	0,887	0,941	0,968	0,966	0,931	0,862
44,0	0,211	0,393	0,598	0,731	0,865	0,920	0,954	0,955	0,926	0,862
45,0	0,208	0,386	0,591	0,731	0,842	0,899	0,939	0,944	0,921	0,862
VOLUMEN	5º	10º	20º	30º	40º	50º	60º	70º	80º	90º



VI. 8. C. CUADRO DE CARGA EMBARCACIÓN HIDROFOIL Y ESTABILIDAD DINÁMICA

1. CUADRO DE CARGA HIDROFOIL

Identificacion carga	Peso TM	LCG m	Mto Longit TM m	KG m	Mto Vertic TM m
Peso Liviano(casco-s.estruc-rampa)	6,400	7,000	44,800	1,800	11,520
Constante	2,090	4,500	9,405	2,300	4,807
Pasajeros o auto Hyunday H-1	2,250	6,000	13,500	2,200	4,950
carga de mano pasajeros	0,400	6,000	2,400	2,300	0,920
Carga para bodegas	0,480	5,000	2,400	0,660	0,317
Compartimiento bodega	0,300	5,000	1,500	0,660	0,198
Motor cumming QSC8.3-500 HP	0,900	0,770	0,693	0,900	0,810
Generador full petroleo	0,184	2,500	0,460	0,800	0,147
Central hidraulica	0,300	0,770	0,231	0,800	0,240
Cilindros hidraulicos rampa	0,100	8,000	0,800	1,500	0,150
Est.agua potable 1 babor lleno	0,385	3,418	1,316	0,560	0,216
Est..agua potable 2 estribor	0,385	3,418	1,316	0,560	0,216
Est.Petroleo 1 babor	0,242	2,173	0,526	0,600	0,145
Est.Petroleo 2 estribor	0,242	2,173	0,526	0,600	0,145
Est.agua salada-mar 1 estribor	0,236	2,800	0,661	0,570	0,135
Est.aguas grises/negras 1 babor	0,236	2,800	0,661	0,570	0,135
Planta tratamiento aguas residuales	0,203	2,800	0,568	0,600	0,122
Bote acerc.pequeño	0,090	9,593	0,863	1,800	0,162
TOTAL	15,423	5,357	82,626	1,643	25,333
considerando g.e. agua	1,025				
	15,047	5,491	82,626	1,684	25,333

W KG

**Para el LCG se tomo como mi punto 0,0,0 el eje de la popa

Peso Constante:			
Identificacion	peso Kg.	cantidades	totales
tripulantes	85	3	255
asientos pas.	30	10	300
carga trip.	20	3	60
redes electricas	85	1	85
redes agua	100	1	100
ventilacion	200	1	200
Modulo baño	350	1	350
Modulo Cocina	400	1	400
balsas salvavidas	170	2	340
	total		2090

mts KG

3

1,8

3,3

2,5

1,5

2

2,5

2,5

2

2,3

carga para bodegas			
Identificacion	peso Kg.	cantidades	totales
sacos, otros	40	12	480
		total	480

papa, trigo, harina, etc

Peso liviano	
Identificacion	peso Kg.
casco	3520
superestructura	1650
proa	1230
total	6400

AutoCad KG 1,8 mts / LCG 7 mts

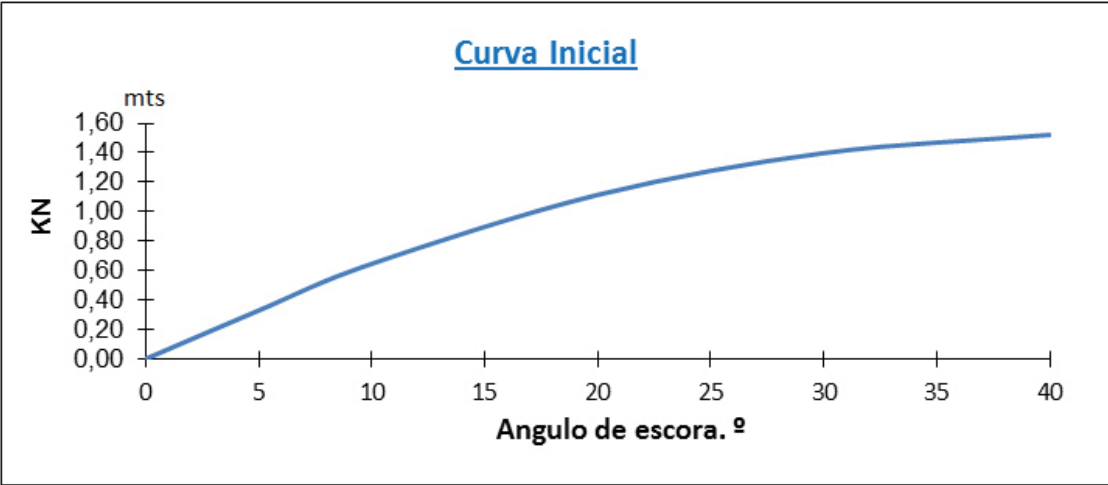
2. TABLA DE DATOS PARA 15,423 = W

	5°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	
	KN (m)	KN (m)	KN (m)	KN (m)	KN (m)	KN (m)	KN (m)	KN (m)	KN (m)	KN (m)	
W=15,4	0,329	0,646	1,114	1,398	1,521	1,511	1,433	1,309	1,122	0,908	Datos de cruzadas

angulo escora	KN	KG	SEN 0	KG*SEN 0	GOZ	(KG*SEN0)-KN
5	0,329	1,643	0,087	0,143	0,186	
10	0,646	1,643	0,174	0,286	0,360	
20	1,114	1,643	0,340	0,558	0,556	
30	1,398	1,643	0,500	0,821	0,577	
40	1,521	1,643	0,640	1,051	0,470	
50°	1,511	1,643	0,766	1,258	0,253	
60°	1,433	1,643	0,866	1,422	0,011	
70°	1,309	1,643	0,940	1,544	-0,235	
80°	1,122	1,643	0,980	1,610	-0,488	
90°	0,908	1,643	1,000	1,643	-0,735	

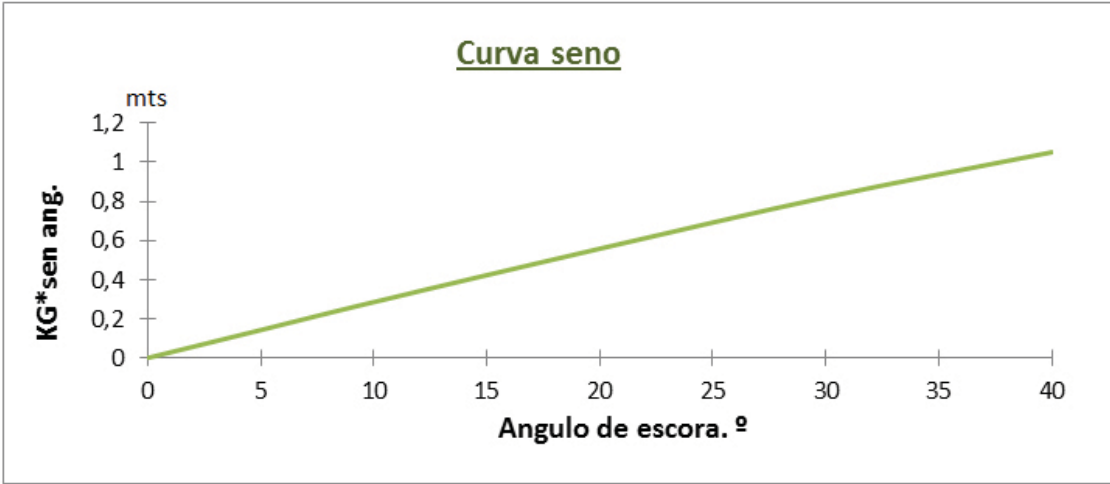
03. CURVA INICIAL KN inicial

Escora	KN
0	0,00
5	0,33
10	0,65
20	1,11
30	1,40
40	1,52
50°	1,51
60°	1,43
70°	1,31
80°	1,12
90°	0,91



04. CURVA DEL SENO (KG*SEN 0)

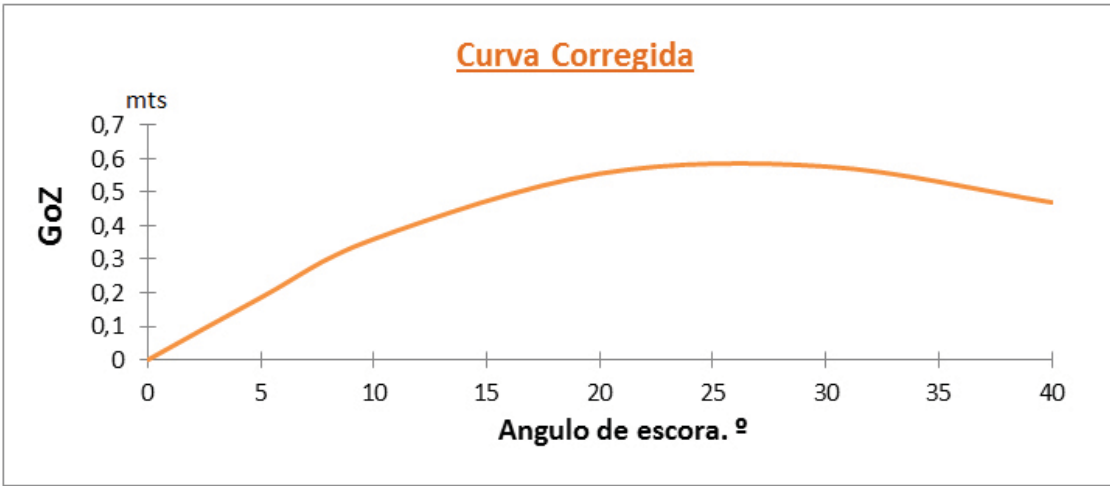
Escora	KG*SEN 0
0	0,00
5	0,14
10	0,29
20	0,56
30	0,82
40	1,05
50°	1,26
60°	1,42
70°	1,54
80°	1,61
90°	1,64



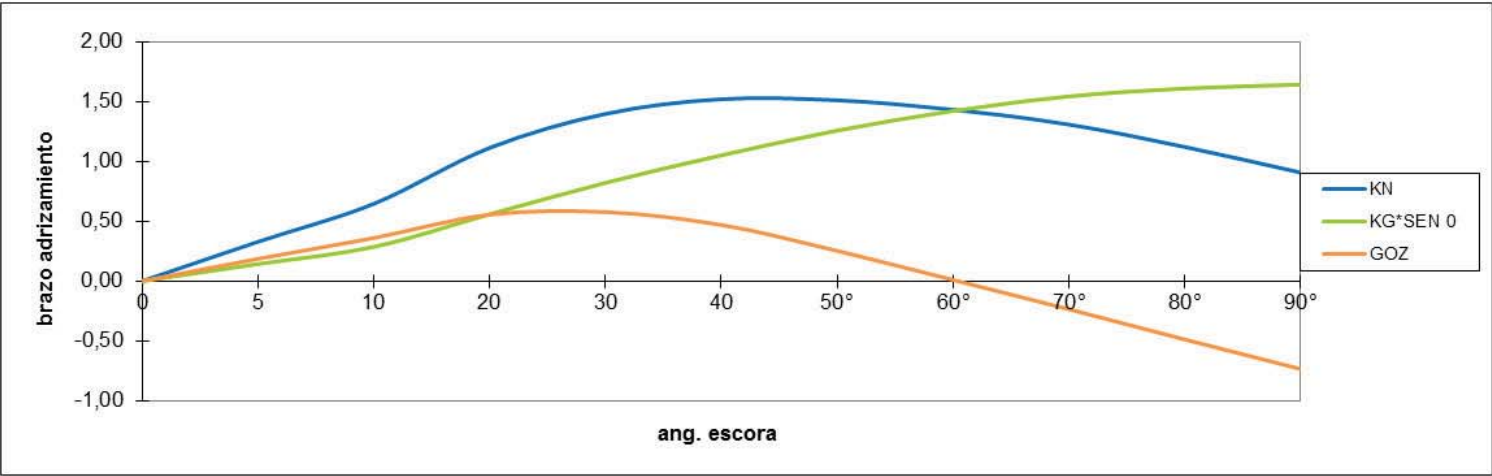
05. CURVA CORREGIDA

GoZ

Escora	GOZ
0	0,00
5	0,19
10	0,36
20	0,56
30	0,58
40	0,47
50°	0,25
60°	0,01
70°	-0,24
80°	-0,49
90°	-0,73



06. CURVAS INTEGRADAS

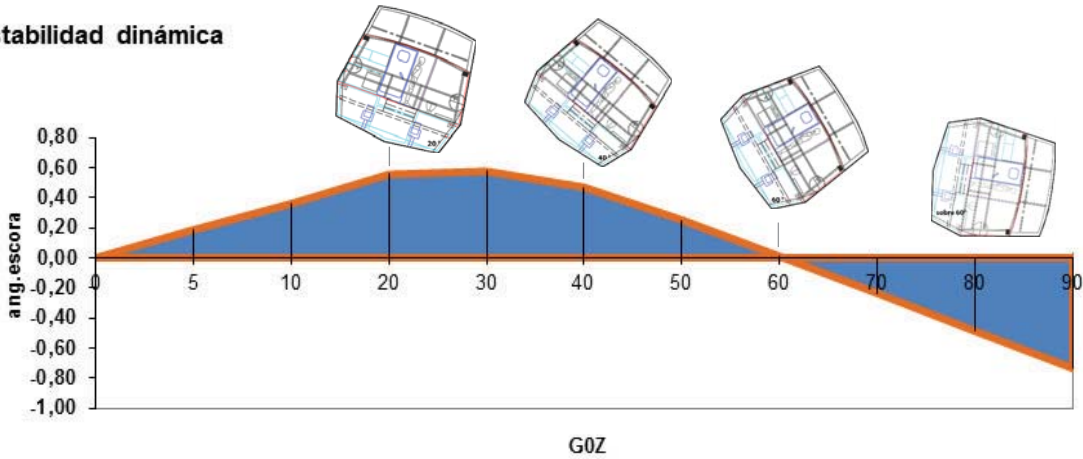


ang escora	KN	KG*SEN 0	GOZ
0	0,00	0,00	0,00
5	0,33	0,14	0,19
10	0,65	0,29	0,36
20	1,11	0,56	0,56
30	1,40	0,82	0,58
40	1,52	1,05	0,47
50°	1,51	1,26	0,25
60°	1,43	1,42	0,01
70°	1,31	1,54	-0,24
80°	1,12	1,61	-0,49
90°	0,91	1,64	-0,73

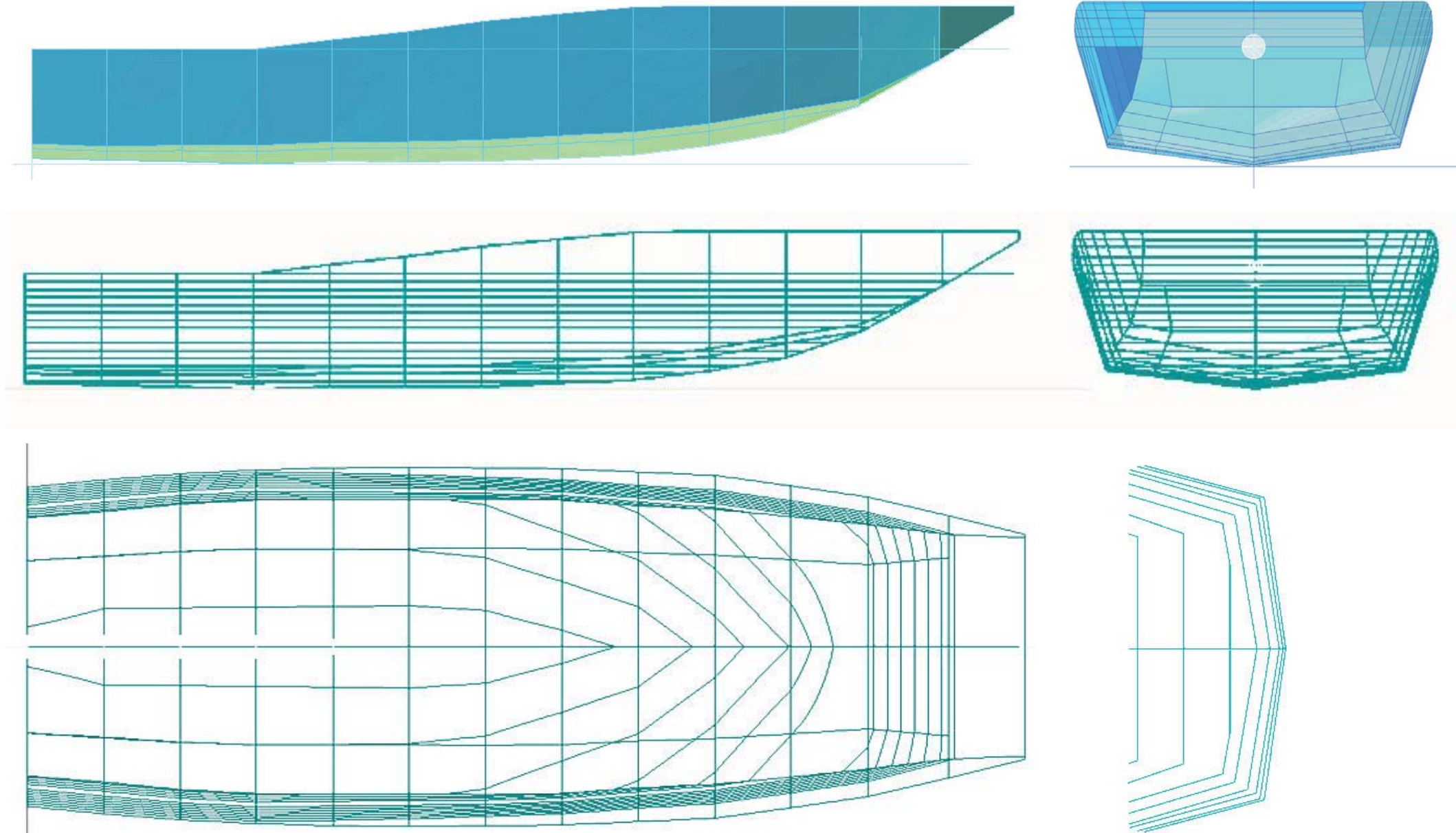
07. ESTABILIDAD DINÁMICA

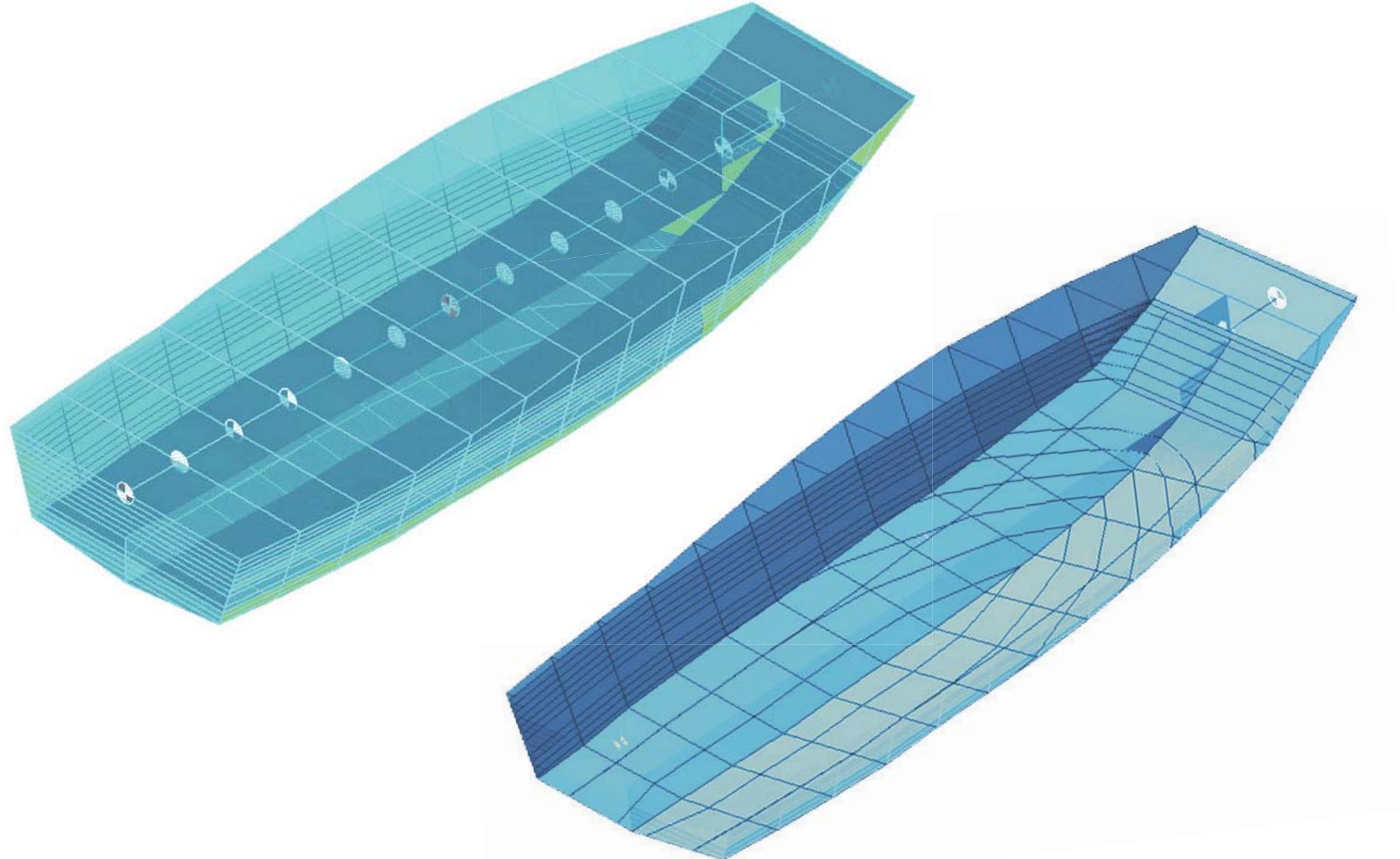
ang escora	GOZ
0	0,00
5	0,19
10	0,36
20	0,56
30	0,58
40	0,47
50	0,25
60	0,01
70	-0,24
80	-0,49
90	-0,73

estabilidad dinámica



VI. 8. d. PLANOS DE LÍNEAS





VI. 9. Calculo hélices

VI. 9. a. RESULTADOS HÉLICES CON SOFTWARE

Resumen resultados obtenidos por software (C.Sanguinetti)

Datos entrada:

Vs= **20 nudos**, EHP (obtenidos de estudios)de 112,5 hp para cada hélice, 950 rpm.

Datos salida:

- 1-Se necesitan entregar 166 hp a cada hélice. Más un 5% de resguardo, total 174 hp .
- 2-Se necesitan entregar una fuerza de torque de 125 kg x m, más un 5% de resguardo, total 132 kg x m a cada hélice.
- 3- Características físicas: Hélice de 4 palas ; Diámetro de 0.70 m ; Paso de 0.755 m
Relación de área 0.52 , H/D de 1.08 ; Rendimiento de 71% hélice sola

La información siguiente viene directamente del Software, tal cual como se lee en pantalla, sin ninguna alteración

DATOS DE ENTRADA

VELOCIDAD DEL BUQUE	20	NUDOS
E.H.P. CONDICION EN ESTUDIO	112.5	HP MET.
COEF. DE ESTELA EFECTIVA	.05	
COEF. DE SUCCION	.05	
DIAMETRO MAXIMO A ESTUDIAR	.7	M
VARIACION DE DIAMETRO	.0254	M
DISTANCIA DESDE CWL A EJE PORTA HELICE	.4	M
ESLORA EN FLOTACION	10	M
PESO ESPECIFICO DEL AGUA	1025	Kg/M3
RENDIMIENTO ROTATIVO RELATIVO	1	
RENDIMIENTO MECANICO	.95	
REVOLUCIONES DEL MOTOR (MAX. CONTINUAS)	950	R.P.M.
POTENCIA DEL MOTOR (BHP MAX. CONTINUOS)	400/500	HP MET.
CAJA DE REDUCCION	1 : 1	
PORCENTAJE DE DISMINUCION DE PAR (DISEÑO LIGERO)	0	
CAVITACION	0	
(<0 CARGA BAJA, =0 CARGA NORMAL, >0 CARGA ALTA)		

IDENTIFICACION DE LA EMBARCACION:

ESLORA EN FLOTACION	10	M
MANGA EN FLOTACION	4.8	M
CALADO MEDIO	.4	M
DESPLAZAMIENTO	15	Ton
ARMADOR		
MOTOR	.	

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO :

POTENCIA DEL MOTOR (BHP MAXIMOS CONTINUOS)	400/500	HP ME
REVOLUCIONES DEL MOTOR (MAXIMAS CONTINUAS)	950	R.P.M
RELACION DEL REDUCTOR	1 : 1	
POTENCIA DEL MOTOR UTILIZADA (BHP)	165.7671	HP ME
PAR DEL MOTOR UTILIZADO	124.9702	Kg*M
POTENCIA ABSORBIDA POR EL PROPULSOR (DHP)	157.4787	HP ME
REVOLUCIONES DEL PROPULSOR	950	R.P.M
VELOCIDAD DEL BUQUE	20	NUDOS

Cada hélice
necesita 166

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL PROPULSOR REAL:

NUMERO DE PALAS	4	
DIAMETRO	.7	M
PASO	.7554227	M
RELACION DE AREA	.5255301	
PASO/DIAMETRO	1.079175	

CARACTERISTICAS HIDRODINAMICAS DEL PROPULSOR REAL:

RENDIMIENTO PROPULSOR AISLADO	.7137297	✓
COEF. DE CARGA (Bp)	7.437225	
COEF. DE EMPUJE (Kt)	.1368209	
COEF. DE PAR (Kq)	2.693998E-02	0.002
GRADO DE AVANCE (J)	.8829947	
COEF. DE CAVITACION (SIGMA A 0.8R)	.2271645	

Resumen resultados obtenidos por software (C.Sanguinetti)

Datos entrada:

Vs= **25 nudos**, EHP (obtenidos de estudios)de 150,5 hp para cada hélice, 950 rpm.

Datos salida:

- 1-Se necesitan entregar 211,4 hp a cada hélice. Más un 5% de resguardo, total 222 hp .
- 2-Se necesitan entregar una fuerza de torque de 159,4 kg x m, más un 5% de resguardo, total 167,4 kg x m a cada hélice.
- 3-Características físicas: Hélice de 4 palas ; Diámetro de 0.69 m ; Paso de 0.93 m
Relación de área 0.62 , H/D de 1.35 ; Rendimiento de 74% hélice sola

La información siguiente viene directamente del Software, tal cual como se lee en pantalla, sin ninguna alteración

☐☐E	DATOS DE ENTRADA		
☐F			
	VELOCIDAD DEL BUQUE	25	NUDOS
	E.H.P. CONDICION EN ESTUDIO	150	HP MET.
	COEF. DE ESTELA EFECTIVA	.05	
	COEF. DE SUCCION	.05	
	DIAMETRO MAXIMO A ESTUDIAR	.74	M
	VARIACION DE DIAMETRO	.0254	M
	DISTANCIA DESDE CWL A EJE PORTA HELICE	.4	M
	ESLORA EN FLOTACION	10	M
	PESO ESPECIFICO DEL AGUA	1025	Kg/M3
	RENDIMIENTO ROTATIVO RELATIVO	1	
	RENDIMIENTO MECANICO	.95	
	REVOLUCIONES DEL MOTOR (MAX. CONTINUAS)	950	R.P.M.
	POTENCIA DEL MOTOR (BHP MAX. CONTINUOS)	400	HP MET.
	CAJA DE REDUCCION	1 : 1	
	PORCENTAJE DE DISMINUCION DE PAR (DISEÑO LIGERO)	0	
	CAVITACION	n	

☐☐E	CALCULO DEL PROPULSOR (HELICES CONVENCIONALES TIPO SERIE B)		
☐F			
☐G	IDENTIFICACION DE LA EMBARCACION:		
☐H	ESLORA EN FLOTACION	10	M
	MANGA EN FLOTACION	4.8	M
	CALADO MEDIO	.4	M
	DESPLAZAMIENTO	15	Ton
	ARMADOR		
	MOTOR	.	
☐G	CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO :		
☐H	POTENCIA DEL MOTOR (BHP MAXIMOS CONTINUOS)	400	HP MET.
	REVOLUCIONES DEL MOTOR (MAXIMAS CONTINUAS)	950	R.P.M.
	RELACION DEL REDUCTOR	1 : 1	
	POTENCIA DEL MOTOR UTILIZADA (BHP)	211.4411	HP MET.
	PAR DEL MOTOR UTILIZADO	159.4034	Kg*M
	POTENCIA ABSORBIDA POR EL PROPULSOR (DHP)	200.869	HP MET.
	REVOLUCIONES DEL PROPULSOR	950	R.P.M.
	VELOCIDAD DEL BUQUE	25	NUDOS
☐G	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL PROPULSOR REAL:		
☐H	NUMERO DE PALAS	4	
	DIAMETRO	.6892	M 7
	PASO	.9334047	M
	RELACION DE AREA	.6193492	
	PASO/DIAMETRO	1.354331	
☐G	CARACTERISTICAS HIDRODINAMICAS DEL PROPULSOR REAL:		
☐H	RENDIMIENTO PROPULSOR AISLADO	.7470142	
	COEF. DE CARGA (Bp)	4.805158	
	COEF. DE EMPUJE (Kt)	.1555089	
	COEF. DE PAR (Kq)	3.714087E-02	
	GRADO DE AVANCE (J)	1.120999	
	COEF. DE CAVITACION (SIGMA A 0.8R)	.2197026	

VI. 9. b. RESULTADOS HÉLICES CÁLCULO FORMA MANUAL, USANDO ECUACIONES Y GRÁFICOS

DATOS
 $V_s = 20$ NUDOS
 $EHP = 225$; 2 hélices (4 PALAS) = 112,5 EHP c/v @ 950 rpm / $w=0,05$; $t=0,05$

① $\frac{EHP}{BHP} = \frac{1-t}{1-w} \cdot \eta_o \cdot \eta_{rr} \cdot \eta_m = \frac{1-0,05}{1-0,05} \times 0,7 \times 1 \times 0,95 = 0,665$

$BHP = \frac{EHP}{0,665} = \frac{112,5}{0,665} = 169,2$ c.v

② $B_p = \frac{\sqrt{DHP} \times N}{V_e^{2,5}}$

$B_p = \frac{\sqrt{158,6} \times 950}{19^{2,5}}$

$B_p = 7,6$

* $DHP = BHP \times \eta_m = 2\pi \cdot n \cdot Q_D$
 $= 169,2 \times 0,95$
 $= 160,7 \times \frac{75}{76} = 158,6$

* $1 HP \text{ ing } 76 \frac{kg \cdot m}{seg}$ 1 c.v met 75 $\frac{kg \cdot m}{seg}$

* $V_e = V_s(1-w)$
 $V_e = 20(1-0,05) = 19$ NUDOS

* UTILIZANDO DIAGRAMA Bp-P (Wageningen)

D.A.R	0,40	0,55	0,70	0,85	1,0	
δ	113	112,5	112,5	107	107	
$\delta - 2^\circ$	110,7	110,3	110,3	104,9	104,9	
H/D	1,12	1,17	1,14	1,23	1,27	
η_o	0,74*	0,73	0,71	0,68	0,68	
D	2,214	2,206	2,206	2,098	2,098	(pies)
	0,676	0,672	0,672	0,639	0,639	(mts)
	26,57	26,47	26,47	25,18	25,18	(pulgadas)

$V_s = 25$ NUDOS
 $EHP = 301$ (uso estudio) , 2 motores c/v 150,5 @ 950 rpm / $w=0,05$
 $t=0,05$

① $\frac{EHP}{BHP} = \frac{1-t}{1-w} \cdot \eta_o \cdot \eta_{rr} \cdot \eta_m = \frac{1-0,05}{1-0,05} \times 0,7 \times 1 \times 0,95 = 0,665$

$BHP = \frac{EHP}{0,665} = \frac{150,5}{0,665} = 226,3$ c.v

② $B_p = \frac{\sqrt{DHP} \times N}{V_e^{2,5}}$

$B_p = \frac{\sqrt{212,2} \times 950}{(23,75)^{2,5}}$

$B_p = 5,0$

* $DHP = BHP \times \eta_m = 2\pi \cdot n \cdot Q_D$
 $= 226,3 \times \frac{75}{76} \times 0,95$

$DHP = 212,2$

* $V_e = V_s(1-w)$
 $V_e = 25(1-0,05) = 23,75$ NUDOS = V_e

D.A.R	0,40	0,55	0,70	0,85	1,0	
δ	94	93	92,5	88	87	
$\delta - 2^\circ$	92,1	91,1	90,7	86,2	85,3	
H/D	1,27	1,32	1,33	1,45	1,47	
η_o	0,77	0,765	0,74	0,72	0,71	
D	2,3	2,28	2,27	2,16	2,13	(pies)
	0,70	0,69	0,69	0,66	0,65	(mts)
	27,6	27,4	27,2	25,9	25,6	(pulgadas)

Cálculo de Cavitación

$D.A.R = 0,4$ * $D = 0,68 \text{ m}$ * $V_e = V_s(1-w) = 20(1-0,05) = 19 \text{ NUDO} = 9,77 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 * $950 \text{ rpm} = 15,8 \text{ rps}$ * $P_{atm} = 10330 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$ * $\rho_{\text{agua}} = 1025 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$
 * $h_{eje} = 0,45 \text{ m}$ * $h_{rln} = 0,075 \text{ m}$ * $h_{\text{vapor}} = 300 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$
 * $EHP = 112,5 \text{ hp}$

$$\sigma = \frac{P_{atm} + \rho [h_{eje} + h_{rln} - 0,7R] - P_{\text{vapor}}}{\frac{1}{2} \times \rho \times [V_e^2 + (0,7\pi n D)^2]}$$

$\sigma = \frac{10330 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} + 1025 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times [0,45 \text{ m} + 0,075 \text{ m} - 0,7R] - 300 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}}{\frac{1}{2} \times 104,6 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times [9,77^2 \frac{\text{m}^2}{\text{seg}^2} + (0,7\pi \times 15,8 \text{ rps} \times 0,68 \text{ m})^2]}$

$= \frac{10324,2}{34196,4} = 0,3 \Rightarrow \text{Ico gráfico cavitación } \frac{T/AP}{\frac{1}{2} \times \rho \times [V_e^2 + (0,7\pi n D)^2]} = 0,12$

$\therefore T/AP = 0,12 \times 34196,4 = 4103,568 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$

Cálculo de (T) $\frac{EHP}{THP} = \frac{1-t}{1-w} \Rightarrow THP = \frac{112,5}{0,95} = 118,4 \text{ Hp}$

$\therefore THP = \frac{T(\text{Kg}) \cdot V_e (\frac{\text{m}}{\text{seg}})}{75} \Rightarrow \frac{118,4 \text{ cv(hp)} \times 75}{9,77 \frac{\text{m}}{\text{seg}}} = 909 \text{ Kg}$

luego $A_p = \frac{T}{T/AP} = \frac{909}{4103,6} = 0,22 \text{ m}^2$

$\frac{A_p}{A_d} = 1,067 - 0,229 \times \frac{H}{D} = 1,067 - (0,229 \times 1,12) = 0,811$

$A_d = \frac{0,22}{0,811} = 0,27 \text{ m}^2$

Como $A_0 = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = \pi \times \frac{(0,68)^2}{4} = 0,363 \text{ m}^2$

$\frac{A_d}{A_0} = \frac{0,27}{0,363} = 0,74 = D.A.R \Rightarrow 0,7 D.A.R$

Ahora cómo el DAR inicial (dado por gráfico-diagrama Bp) no coincid con el DAR resultante, hay que volver a hacer el proceso de cálculo con DAR inicial 0,7

Cálculo D.A.R=0,7

$H/D = 1,14$

$\gamma_0 = 0,71$

$D = 0,672$

$\theta = \frac{10330 + 1025 [0,45 + 0,075 - 0,7R] - 300}{\frac{1}{2} \times 104,6 \times [9,77^2 + (0,7\pi \times 15,8 \times 0,672)^2]}$

$\theta = \frac{10330 + 1025 \times [0,29] - 300}{\frac{1}{2} \times 104,6 \times [9,77^2 + (0,7\pi \times 15,8 \times 0,672)^2]}$

$\sigma = \frac{10327}{38499} = 0,27$

Ico gráfico $= \frac{T/AP}{\frac{1}{2} \times \rho \times [V_e^2 + (0,7\pi n D)^2]} = 0,12$

$T/AP = 0,12 \times 38499 = 4619,9 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$

Sabemos $T = 909 \text{ Kg}$; luego $A_p = \frac{T}{T/AP} = 0,197 \text{ m}^2$

$\frac{A_p}{A_d} = 1,067 - 0,229 \times \frac{H}{D} = 1,067 - (0,229 \times 1,14) = 0,8$

$A_d = \frac{0,197}{0,8} = 0,246 \text{ m}^2$; $A_0 = 0,355 \text{ m}^2$

$\frac{A_d}{A_0} = 0,693 = D.A.R \Rightarrow 0,7$

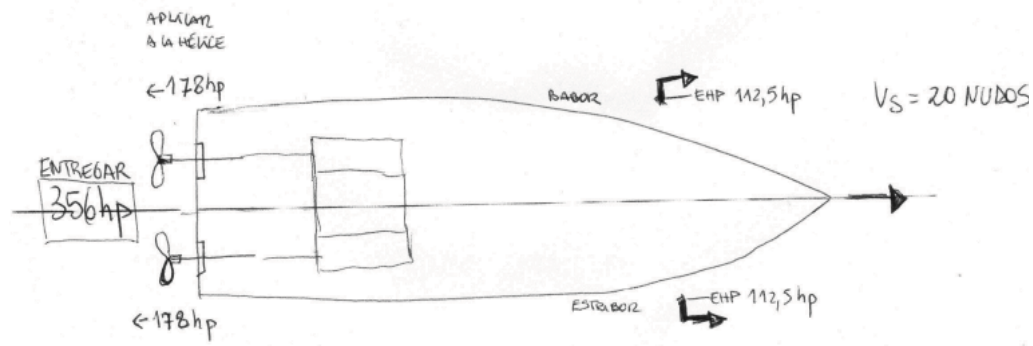


Figura 39. HP requeridos para 20 nudos . Fuente :esquema autor

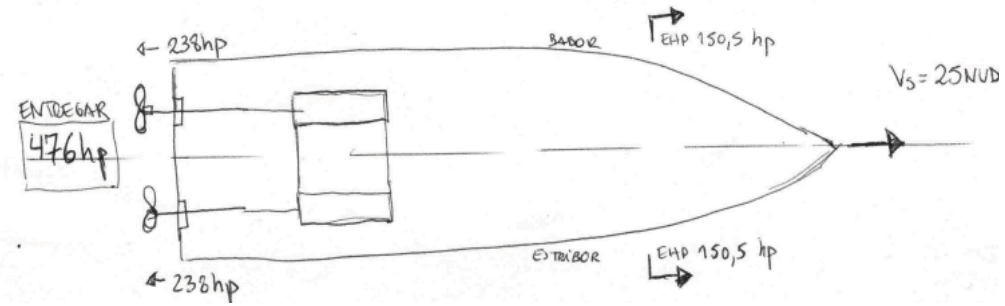


Figura 40. HP requeridos para 25 nudos . Fuente :esquema autor

Resumen resultados obtenidos por cálculo (ecuaciones y gráficos)

$V_s = 20$ nudos, EHP (obtenidos de estudios) de 112,5 hp para cada hélice, 950 rpm.
Se necesitan entregar 169,2 hp a cada hélice, más un 5% de resguardo, total 178 hp por hélice.

$V_s = 25$ nudos, EHP (obtenidos de estudios) de 150,5 hp para cada hélice, 950 rpm.
Se necesitan entregar 226,3 hp a cada hélice, más un 5% de resguardo, total 238 hp por hélice.

Entonces se necesitan 356 hp para 20 nudos y 476 hp para 25 nudos.

Características físicas hélice:

$Z = 4$ (Hélice de 4 palas)

$D = 0.67$ m

Paso = 0.76 m

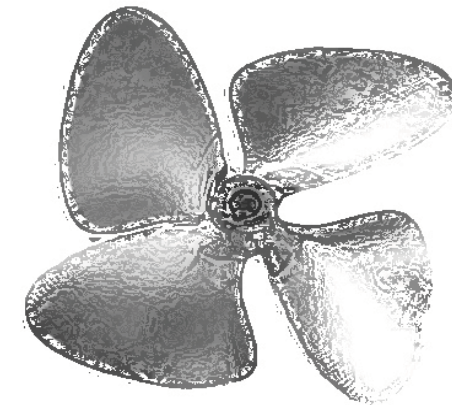
$H/D = 1,14$ (relación paso diámetro)

$DAR = 0,7$ (relación de área)

$N = 950$ rpm (revoluciones por minuto)

$\% = 71$ % (rendimiento hélice sola)

HP= 178 hp para 20 nudos y 238 hp para 25 nudos (potencia entregado a cada hélice)





VII. CONCLUSIONES

Velocidad prototipo Vp [NUDOS]	Potencia Efectiva EHP HP Con Carcasa
20	204.37
25	280.37
30	372.44

Figura 2. Resumen Canal arrastre, Pruebas hidrodinámicas etapa 1, mayo 2011

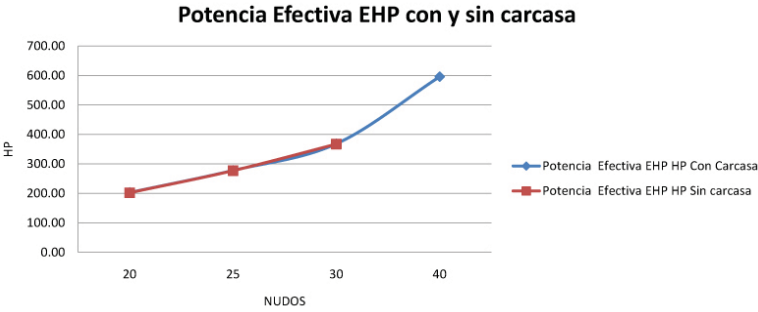


Figura 1. Gráfico comparativo con los resultados de las pruebas hidrodinámicas del modelo con y sin carcasa efectuadas en el canal de arrastre mayo 2011. Curvas similares en ambas pruebas.

Velocidad	Potencia
	Con Carcasa
Nudos	HP
20,00	12,00
25,00	29,00
30,00	51,00

Figura 3. Resumen Túnel de viento, Pruebas aerodinámicas etapa 1, Junio 2011.

1- Conclusiones Etapa 1 magíster:

Analizando las medidas obtenidas en las pruebas de arrastre, da la impresión que con más fuerza y velocidad No anda mejor, sobre los 30 nudos es mucho el hp que se necesita y no se justifica. Ideal 20-25 nudos, a pesar que llega sobre los 30 nudos, pero al pasar los 30 el hp es muy elevado.

Se logro en las pruebas tener una buena sustentación, que no tuviera problemas de equilibrio con un ángulo de ataque de 1,5° en perfil de popa y de 2,5 ° en perfil de proa.

La mayor resistencia es la del aire. En las pruebas del túnel de viento nos muestra que ofrece poca resistencia al viento. Prueba con carcasa y sin carcasa arrojaron una resistencia parecida y eso que al ponerle la carcasa estamos doblando su volumen, superficie mojada, al ser aerodinámico la resistencia es igual que sin carcasa.

Ahora podemos decir que a los 20 nudos el EHP es de 204 HP, de los cuales aprox.12 HP corresponde a la resistencia del viento sobre el hidrofoil en vuelo. Lo que equivale a un 6 % del hp total.

En el caso de 25 nudos, 29 HP corresponde a la resistencia del viento de un total de 280 HP, lo que equivale a un 10%.

y a los 30 nudos, la resistencia del viento se aproxima a 51 HP de un total de 372HP, correspondiente al 14 % . (* ver tablas figura 3 y 4)

2- Conclusiones Etapa 2 magíster:

a) Respecto a las pruebas en el canal de arrastre, se volvió a comprobar que sobre los 30 nudos es mucho el hp que se necesita y no se justifica. Su óptimo funcionamiento es entre 20-25 nudos. Con una velocidad crucero de 20 nudos se garantiza un viaje de alrededor de 1:45 h. a lo largo del Fiordo Comau, lo que representa una unión de forma rápida con las localidades.

Se logró en las pruebas tener una buena sustentación, no presento problemas de equilibrio, pero si presentó problemas de desviación. A futuro hay que tener algún sistema que evite que el modelo tienda a irse para los lados y otro sistema que no permita el ingreso de la ola al sector donde se realizan las pruebas. (Rompe ola flotante)

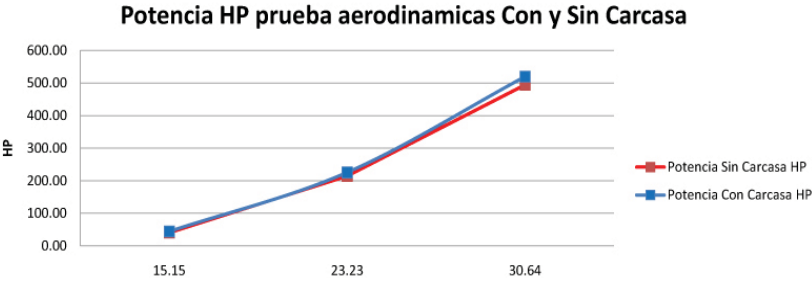


Figura 4. Gráfico comparativo con los resultados de las pruebas aerodinámicas del modelo con y sin carcasa efectuadas en el túnel de Viento Junio 2011. Curvas similares en ambas pruebas.

Velocidad prototipo Vp [NUDOS]	Potencia Efectiva EHP HP solo Casco	Potencia Efectiva EHP HP Con Hidrofoil
17	210,7	155,0
20	295,6	225,0
25	448,2	301,0
30	593,3	420,5

Velocidad prototipo Vp [NUDOS]	Potencia Efectiva + 60%perdida HP solo Casco	Potencia Efectiva + 60%perdida HP Con Hidrofoil
17	337,2	248,0
20	473,0	360,0
25	717,1	481,6
30	949,3	672,8

Figura 5. Tabla de los resultados obtenidos a través de las pruebas en el canal de arrastre, del EHP requerido para la embarcación con perfiles hidrodinámicos vs embarcación sin perfiles. (Una tabla muestra sin perdidas y la otra con perdidas de un 60%)

El motor adecuado para la embarcación hidrofoil es de 450-500 HP, ahora teniendo este dato hay que buscar el modelo exacto.

b) En relación al sistema hidráulico de abertura de la rampa de acceso, se simplificó de 2 pares a un par de émbolos o cilindros hidráulicos. Con esto se presenta un gran ahorro en cuanto a su mantención y fabricación. El alcance de rampa es de 4.60 mts.

c) El sistema de plegado del suelo del puente de mando se simplifico utilizando un sistema de pivoteo, se obtuvo la geometría ideal para su funcionamiento. (plegado a través de un motor hidráulico de rotación limitada en el eje de suelo pivotante)

3- Conclusiones Etapa 3 magíster:

A través de la pruebas en el canal de arrastre del modelo escala 1:12 sin perfiles, a modo de embarcación tradicional se verificó la hipótesis sobre el consumo menor de combustible de una embarcación hidrofoil en comparación con una embarcación tradicional (casco planeador de baja resistencia).

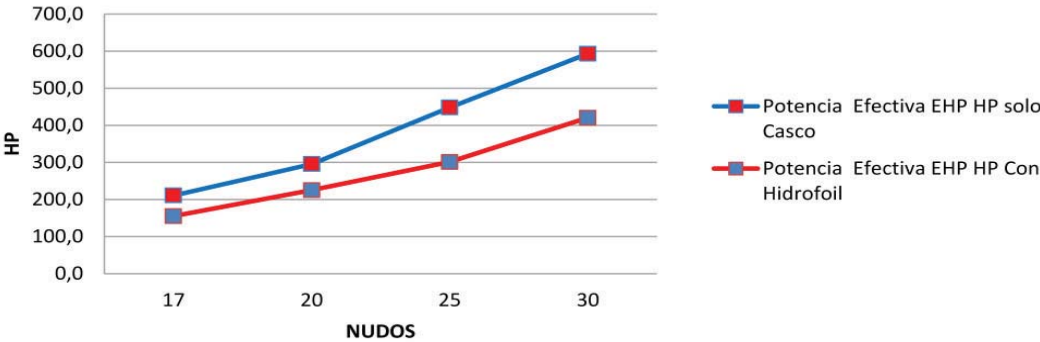


Figura 6. Grafico comparativo de Potencia Efectiva de casco con perfiles hidrodinámicos vs casco sin perfiles, a modo de embarcación tradicional.

Colocando perfiles hidrodinámicos debajo del casco planeador, puede lograrse que a cierta velocidad (caso de este proyecto, 17 nudos), la sustentación generada sobre los perfiles logre levantar completamente el casco fuera del agua, momento en el cual disminuye drásticamente la fuerza de arrastre, ahorrando consumo de combustible.

VELOCIDAD	CASCO CON PERFILES	CONSUMO COMBUSTIBLE	CASCO SIN PERFILES	CONSUMO COMBUSTIBLE	DIFERENCIA CONSUMO	DIFERENCIA POTENCIA HP
NUDOS	HP	Lts x hora	HP	Lts x hora	%	%
20	360	65	473	88	35%	31%
25	482	88	717	130	47%	49%

Figura 7. Tabla comparativa de consumo de combustible v/s Hp de embarcación tradicional sin perfiles hidrodinámicos y con perfiles.(mismo casco, mismo peso)

VALORES Y PORCENTAJES que demuestran la hipótesis sobre el consumo menor de combustible de una embarcación hidrofoil en comparación con una embarcación tradicional.

Viendo la tabla superior, tenemos que a la velocidad crucero de 20 nudos el hidrofoil necesita 360 Hp y la embarcación tradicional necesita 473 Hp, esto significa que el hidrofoil necesita un 31% menos de potencia para andar a 20 nudos que una embarcación tradicional de las mismas características (mismo casco, eslora, manga, puntal y peso).

A la velocidad máxima propuesta en este proyecto, 25 nudos, el hidrofoil necesita 482 Hp y la embarcación sin perfiles necesita 717 Hp, lo que hace una diferencia de un 49%.

Ahora en cuanto al consumo de combustible comparemos con un motor en común de 760 HP, Cummins QSK-19M 2100 rpm, y obtendremos que el consumo a 25 nudos es de un 47% más. (*no es el motor propuesto para este proyecto, es a modo de ejemplo)

Ahora si comparamos con las embarcaciones de uso público actuales en funcionamiento en Fiordo Comau, obtenemos lo siguiente:

Tanto la lancha a motor San Sebastian y Serenade, tienen un consumo de 112,5 lts en el recorrido desde Hornopirén a Leptepu en 4,5 hrs a 9-10 nudos.

El hidrofoil hace el recorrido en 2 horas y su consumo es de 29 lts x hora a 20 nudos, por lo cual su consumo total será de 58 lts.

Serian 112,5 lts en 4,5 hrs v/s 58 lts en 2 hrs, lo que es una diferencia en tiempo y consumo muy importante.

En resumen, otras conclusiones son que se llegó:

- a una simplificación del sistema de apertura de la rampa de acceso a través de la utilización de un solo par de pistón hidráulico contra 4
- a la levedad del plegamiento o pivoteo del suelo del puente de mando para hacer ingreso de un vehículo
- a la definición estructural de la embarcación
- a la definición de pesos estructurales y totales de la embarcación.

* Lo que no se logró en su totalidad fue el desarrollo en profundidad del mobiliario de la embarcación, incluyendo los asientos plegables lo cual quedaron planteados en la maqueta y en algunos planos generales pero sin desarrollo constructivo.

Conclusiones de Análisis Consumo combustible y dimensiones estanques

RESUMEN DATOS IMPORTANTES

1- Rendimiento motor:

Velocidad	Consumo	Tiempo	Distancia Recorrida	Potencia Motor
20 Nudos	26,6 lts	1 hora	37,04 Km	370 HP

- A velocidad máxima, 25 nudos su consumo es de 60 lts x hora, distancia recorrida de 46,3 km con una potencia de 480-500Hp.
- Autonomía Embarcación hidrofoil a 20 nudos: 487 km / 13 horas
Autonomía Embarcación hidrofoil a 25 nudos: 270 km / 6 horas
(No se consideran los 100 lts extras de emergencias, 140 km adicionales a 20 nudos)
- 2 estanques de aluminio petróleo de 250 lts , peso lleno: 233 Kg c/u
- 2 estanques de aluminio agua bebida de 350 lts, peso lleno: 385 kg c/u
- 1 estanque de aluminio agua salada de 200 lts, peso lleno: 236 kg
- Autonomía Generador de 8 horas con consumo 3.1 l/h a potencia promedio.
- Recorrido Hornopiréna Leptepu :60km /Tiempo estimado: 1 hora 40 min. (directo)
- Recorrido Hornopirén con paradas a Leptepu: 72 Km/Tiempo estimado 2 hrs.
- Recorrido Hornopirén a Pto.Montt :105 Km / Tiempo estimado 2hrs y 50min

Datos generales del proyecto embarcación hydrofoil:

- Tipo embarcación: Monocasco con perfiles hidrodinámicos
- Eslora máxima: 13 [m]
- Eslora Línea Flotación: 10 [m].
- Manga máxima: 4,8 [m].

- Manga con Perfiles hidrodinámicos: 8 [m]
- Puntal casco popa: 1,44 [m]
- Puntal casco proa :2,03 [m]
- Puntal con Perfiles hidrodinámicos: 2,46 [m]
- Calado a máxima carga: 0,40 [m]
- Material Casco: Aluminio Naval serie 5000- 6000/Soldaduras normas AWS
- Peso Liviano: 6,4 [tn]
- Desplazamiento: 15 [tn]
- Peso Carga Máxima móvil: 3,5 [tn]
- Capacidad pasajeros: 20 + 3 tripulantes
- Altura habitable interior: 2,30 [m]/ 1,95 [m]
- Combustible Diesel: 500 [lt], 2 estanques de 250 lts.
- Agua Potable - agua bebida: 700 [lt], 2 estanques de 350 lts.
- Planta tratamientos aguas negras: LectraSan LST/MC (x electrolisis)
- Motor Principal Marino Diesel: Cummins QSC8.3-500HP o Volvo D9-500HP
- Consumo : 29 lts x hora con un recorrido de 37 Km (1,27 lts x km)
- Central Hidráulica (Diseño Escuela Ing. Mecánica PUCV-R. Mege)
- Propulsores-timón: 2 Hélices, 2 motor rotativo hidráulico hermético 950 rpm, 170 kg/m, 223Hp para cada Hélice de 26 3/8" (67 cm) de diámetro de 4 palas.
- Cilindros hidráulicos rampa de acceso: Un par de cilindros de doble efecto, vástago de 50 [mm] de diámetro, camisa de 70 [mm] de diámetro, carrera de 1700[mm], largo total cilindro 2000 [mm], peso de 90 [kg], funcionamiento entre 1000 y 3000 psi, capacidad de 600 kg de carga.
- Generador: DG-12E diesel voltaje salida 50HZ/220 V, autonomía 8 hrs, partida eléctrica, 20Hp-11kw, 3000 Rpm, consumo 5 lts hora
- Velocidad: 17 a 25 Nudos en modalidad hidrofoil, 20 nudos velocidad crucero.
- Autonomía: 487 Km. a 20 Nudos (13 hrs)/ 270 Km. A 25 nudos (6 horas)





VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FUNDAMENTO TEÓRICO

+ Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar patagónico.

Autor: Ivelic K., Boris. Valparaíso, 2005.

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Arquitectura y diseño. Taller de ediciones e.(ad) Año: 2005.

+ Aysén carta del mar nuevo.

Autor: Balcells Eyquem, Ignacio. Chile, 1988.

Pesquera Frio Sur. Puerto Chacabuco, Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campos.

+ Aborígenes Astrales de América.

Capítulo 2: Yamana: los primitivos más australes de la tierra. P. 15-25

Autor: Barros Valenzuela, Álvaro. Santiago, 1931-1975.

Colección Biblioteca Nacional. Editorial: Lord Cochrane, 1975.

<http://www.memoriachilena.cl/archivos2/pdfs/mc0001754.pdf>

+ Los Chono y los Veliche de Chiloé, 1991.

Autores: Cárdenas, Renato/ Hall, Catherine / Montiel Vera, Dante. Ediciones Olimpo, Santiago 1991.

<http://www.memoriachilena.cl/archivos2/pdfs/MC0012567.pdf>

+ Los nómades del mar.

Autor: Emperaire, Joseph. Lom Ediciones. Santiago, 2002.

http://www.educarchile.cl/Userfiles/P0001%5CFile%5Cnomades_mar.pdf

+ Memorias anuales de Fundación San Ignacio de Huinay, 2006, 2008, 2009 y 2010.

Autor: Fundación San Ignacio del Huinay. Enersis – Endesa.

<http://www.fundacionhuinay.cl/newslettere.html>

+ Proyecto de maritorio para el poblado ribereño de Puerto Bonito, Fiordo Comau, Patagonia Occidental.

Autor: Ivelic K, Boris. 2007, Escuela de Arquitectura y Diseño PUCV.

+ Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a Cabo de Hornos.

Autor: Silva, Nelson / Palma, Sergio / Comité Oceanográfico Nacional.

Edición Centro Oceanográfico Nacional y la PUCV, 2006.

+ Tabla de mareas

<http://www.tablademareas.com/cl>

<http://www.shoa.cl/pagnueva/mareas2.html>

+ Sistema Bimodal, Sernatur.

Puerto Montt y Chaitén unidos por sistema bimodal, 2011.

<http://www.sernatur.cl/noticias/puerto-montt-y-chaiten-unidos-por-sistema-bimodal>

+ Ship of Calmac: “Loch Class” y “Island Class”

Línea de ferries que opera en la costa oeste de Escocia con rampas de acceso.

www.shipsofcalmac.co.uk

http://www.shipsofcalmac.co.uk/gallery/loch_striven.asp

FUNDAMENTO CREATIVO

+ Acerca de la Observación Arquitectónica.

El mundo del croquis; observación y croquis en la UCV.

Autor: Cruz, Fabio. 1993

<http://www.ead.pucv.cl/carreras/una-clase-de-la-observacion/>

+ De Asombros y Nostalgias: ensayos filosóficos.

Autor: Rivera Cruchaga, Jorge Eduardo.

Editorial Puntángelos, 1999. Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación.

+ Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar patagónico.

Autor: Ivelic K., Boris. Valparaíso, 2005.

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Arquitectura y diseño.

+ Un recorrido Náutico y Marítimo

Autor: Reyes Gil, Jaime. Valdivia, 2011.

<http://www.ead.pucv.cl/2011/un-recorrido-nautico-y-maritimo/>

+ **Chile es un archipiélago: el ritmo del habitar en las aguas.**

Autor: Reyes Gil, Jaime. Valparaíso, 2009.

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Chile.

+ **Amereida II.**

Autores: Varios. Valparaíso, 1986.

Taller de Investigaciones Gráficas, Escuela de Arquitectura y Diseño PUCV.

+ **Fundamentos de la Escuela de Arquitectura.**

Autor: Cruz, Alberto/ Iommi, Godofredo / Sanchez, Jorge

Valparaíso, 1971

Ediciones Graficas EA.

+ **Exposición 20 Años Escuela de Arquitectura UCV.**

Escuela de Arquitectura, Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso. 1972.

<http://www.ead.pucv.cl/1972/exposicion-20-anos-escuela-de-arquitectura-ucv/>

+ **Segunda Carta sobre la Phalène**

Autor: Iommi, Godofredo. Viña del Mar, 1984

Edición: Taller de Investigaciones Gráficas, Escuela de Arquitectura PUCV.

<http://www.ead.pucv.cl/1984/segunda-carta-sobre-la-phalene/>

+ **Teoría de las cualidades intrínsecas o peculiares de los Objetos.**

Autor: Ivelic, Boris. Proyecto Fondecyt n° 1990793.

Revista ARQ, número 049, diciembre 2001. Pág. 30-35, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.

FUNDAMENTO TÉCNICO

+ **Definición de Hidroala**, Wikipedia, 2013.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Hidroala>

+ **Definición de Perfil Alar**, Wikipedia, 2013.

http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_alar

+ **Ships That Fly: A Story of the modern Hydrofoil.**

Autor: Meyer, John R. Jr. Nueva York, 1990.

<http://www.foils.org/shipsthatfly/ShipsThatFly.pdf>

+ **Análisis comparativo de embarcaciones avanzadas y de Desplazamiento.**

Armada del Ecuador

<http://www.fontem.com/archivos/68.pdf>

+ **A Comparative Analysis of Naval Hydrofoil and Displacement Ship Design.**

Autor: Grostick, John Larsen.

Massachusetts Institute of Technology, tesis de grado “Nav. Arch. and M.S. in Nav. Arch and Marine E.”, 1975.

+ **The International Hydrofoil Society**

The Hydrofoil Resource Site

<http://www.foils.org/>

<http://www.hydrofoilworld.org/theater/>

+ **Classic fast ferries**

Revista sobre historia de hydrofoils, hovercraft, catamaranes, sus fabricantes y operarios.

N° 4 June 2002: Lake Titicaca Arrows.

http://www.classicfastferries.com/cff/pdf/cff_2002_4.pdf

N°48 March 2013: Rodríguez RHS 160 versus Supramar PTS.75

<http://www.classicfastferries.com/cff/pdf/cff48-2013pdf.pdf>

N°47 December 2012: Rodriquez fully submerged hydrofoil.

<http://www.classicfastferries.com/cff/pdf/cff47-2012pdf2.pdf>

N° 46 November 2012: The Italian hydrofoil scene.

<http://www.classicfastferries.com/cff/pdf/cff46nov12pdf.pdf>

+ **Theory of Wing Sections**

Autor: Abbott, Ira h. / Von Doenhoff, Albert E.

Dover Publications, Inc. New York. 1959.

<http://aeroknowledge77.files.wordpress.com/2011/09/58986488-theory-of-wing-sections-including-a-summary-of-airfoil-data.pdf>

+ **Principios básicos aerodinámicos /hidrodinámicos**

<http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV10.html>

Teorema de Bernoulli: <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV12.html>

Sustentación: <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV13.html>

La pérdida: <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV18.html>

+ **Naca M5 Airfoil - Naca/Munk M-5 airfoil**

Perfil alar utilizado en esta tesis.

<http://airfoiltools.com/airfoil/details?airfoil=m5-il>

+ **Historia y Arqueología Marítima: Hidroalas o Hydrofoils.**

Tipos de formas de hidroalas

<http://www.histarmar.com.ar/InfGral/Hidroalasbase.htm>

+ **Perfiles hidrodinámicos en la náutica:** Sistemas integrados en una embarcación rápida de desembarco, para los habitantes del fiordo Comau.

Autor: Macowan, Leslie. Tesis de grado de magíster en Arquitectura y Diseño mención Náutico y Marítimo PUCV, 2009.

+ **Embarcación de asistencia con hidroalas para los habitantes de la**

Patagonia Occidental: Sistemas de accesos y propulsión para el desembarco en todo tipo de orillas. Autor: Jeria, Egidio. Tesis de grado de magíster en Arquitectura y Diseño mención Náutico y Marítimo PUCV, 2010.

+ **Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar patagónico.**

Redes embarcación Amereida, Pág.180-183.

Autor: Ivelic K., Boris. Valparaíso, 2005.

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Arquitectura y diseño.

+ **Principio de Bernoulli**

Teorema matemático enunciado por Jakob Bernoulli.

Wikipedia, 2013.

http://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_Bernoulli

+ **Principio de Pascal**

Ley enunciada por el físico y matemático francés Blaise Pascal(1623–1662). Wikipedia, 2013.

http://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_Pascal

+ **Oleohidráulica**

Autor: Profesor Mege, Ramiro.

Documento clases de magíster de hidrodinámica. Publicación Escuela de Ingeniería mecánica PUCV, 2012.

+ **Oleohidráulica, circuitos.**

<http://es.wikipedia.org/wiki/Oleohidraulica>

<http://industrial-automatiza.blogspot.com/>

<http://www.sabelotodo.org/aparatos/hidrocircuitos.html>

+ **Análisis Dimensional y semejanza dinámica en embarcaciones**

Autor: Profesor Mege, Ramiro.

Documento clases de magíster de hidrodinámica 2011. Publicación Escuela de Ingeniería mecánica PUCV.

+ **Principios de Estabilidad**

Autor: profesor Boris Guerrero, 2012.

Apuntes de teoría de buque, magíster en Arquitectura y Diseño mención Náutico y Marítimo PUCV.

+ **Hélices**

Autor: Profesor Mege, Ramiro.

Documento clases de magíster de hidrodinámica 2011. Publicación Escuela de Ingeniería mecánica PUCV.

+ **Calculando el Diámetro y Paso de una Hélice o Método de la Hélice de Crouch**

<http://www.mundodelosbarcos.com/index.php/motonautica-y-motores/250.html>

+ **Ventajas del Aluminio**

http://www.fondear.org/infonautic/barco/Diseno_Construccion/Ventajas_Aluminio/Ventajas_aluminio.htm

+ **Embarcaciones de aluminio, empresa Sitecna S.A.**

<http://www.sitecna.cl/alumas/>

+ **Material de apoyo de magister, realizados por alumnos visita empresa Sitecna S.A, 2009 y 2011.**

METODOLOGÍA

+ **Introducción a Sistemas Marítimos**

Apuntes de clases de magíster 2011, realizado por el profesor Sergio Ostornol y alumnos de magíster.

+ **Canal de arrastre y sistema para realizar pruebas de arrastre en modelos a escala reducida, 2009.**

Material de apoyo para el programa de magister, realizado por alumnos y profesores del magister en conjunto con la Escuela de Ingeniería Electrónica de la PUCV.

+ **Túnel de Viento, ensayos aerodinámicos, 2008.**

Material de apoyo para el programa de magister, realizado por alumnos y profesores del magister en conjunto con la Escuela de Ingeniería Mecánica PUCV.

+ **Manual de usuario: Software e instrumentación Perfilador de Fuerza / Velocidad Angular LABSEI-108, 2011.**

Software e instrumentación para ensayos de canal de arrastre.
Autor: Daniel Yunge, Escuela de Ingeniería Eléctrica PUCV.

+ **Software para el cálculo de potencia efectiva de una embarcación,** desarrollado en el programa microsoft Excel con ecuaciones de análisis dimensional y semejanza dinámica con extrapolaciones de modelo a prototipo.

Autores: Profesor R.Mege y alumnos de magister M.Bravo (2010) y L.Krebs (2011).

* Los anexos de esta tesis tienen su propia referencia bibliográfica.

IX. ANEXOS

- + Anexo 1 : El aluminio, sus propiedades y soldadura mig-tig.
- ++ Anexo 2 : Maniobrabilidad y fondeo.
- +++ Anexo 3 : La localidad de Puerto Gala, el far west criollo.
- ++++ Anexo 4 : Referente al modelo hidrofoil
- +++++ Anexo 5 : Fichas técnicas, folletos y cotizaciones.

† Lancha rápida con perfiles hidrodinámicos

ANEXO 1: EL ALUMINIO, SUS PROPIEDADES Y SOLDADURA MIG -TIG

EL ALUMINIO

Para entender mejor este material se partirá desde sus inicios.

HISTORIA

A pesar de ser el segundo metal de más importancia entre los usados por el hombre en la actualidad, el aluminio tiene una historia relativamente breve ya que fue descubierto por el danés Hans Christian Ørsted en el año 1827. Esto se debió principalmente al hecho que el aluminio no se encuentra en la naturaleza en estado puro sino que debe ser extraído de la Bauxita por medio de procesos químicos no conocidos en esa época. (Por electrólisis se obtiene aluminio en un 99,9% de pureza, la electrólisis es un proceso electroquímico en donde se hace pasar corriente eléctrica por una solución para provocar una serie de transformaciones químicas)

Dada la dificultad de producirlo masivamente, en sus primeros tiempos, el aluminio era considerado un metal precioso al punto tal que Napoleón III agasajaba a sus más importantes huéspedes sirviéndoles con cubiertos de aluminio en lugar de los “comunes” de oro.

El método para obtener el aluminio primario a partir de la Alúmina (óxido de aluminio puro) para producir cantidades industriales, fue descubierto recién en 1886 por dos investigadores, Paul Louis Toussaint Heroult (Normandía-Francia) y Charles Martin Hall (Ohio-Estados Unidos). Ambos llegaron al mismo resultado sin conocerse entre sí y curiosamente nacen y mueren el mismo año.



Imagen de Mineral de Bauxita. Fuente:
<http://www.xtec.es/sgfp/llicencies/200405/memories/967/6geologia/MINERALS-ROQUES/MINERALS%20I%20ROQUES.htm>



Nota 1: Para producir 1 tonelada de aluminio primario se utilizan 2 toneladas de Alúmina que se extraen de 4 toneladas de bauxita.

PROPIEDADES FÍSICAS

- Apariencia plateada.
- Su estado normal es sólido.
- Baja densidad (2.700 Kg./m³) que equivale a 2,7 veces la densidad del agua y 1/3 de la densidad del acero.
- Muy alta resistencia a la corrosión. (Debido a su estructura atómica, al estar en contacto con el aire, el aluminio genera una fina capa superficial de óxido de aluminio o Alúmina Al₂O₃ que es impermeable y adherente que detiene el proceso de oxidación).
- Es un buen conductor de calor y electricidad (34,8 m/ohmio mm²), por eso hoy se utiliza para cables de alta tensión.
- Tiene una dilatada vida útil.
- Ligero.
- Tiene un punto de fusión bajo 660° C.
- Punto de ebullición 2792 K°
- Alto poder de reflexión de radiaciones luminosas y térmicas.
- Resistente a la intemperie y el agua de mar.
- Límite de elasticidad de 2750 kg/cm²
- Reciclable: de una forma muy económica se puede recuperar casi el total del material ahorrando de esta manera energía y recursos naturales.



Imagen del Aluminio. Fuente: <http://www.aislo.com/wp-content/uploads/2011/02/Reynaers-1.jpg>

PROPIEDADES MECÁNICAS

- Maleable (permite la producción de láminas muy delgadas).
- Dúctil (permite hacer cables eléctricos, hilos).
- Blando en estado puro, escasa dureza.
- Para su uso como material estructural se debe alea, por eso el aluminio unido en aleación con otros elementos, adquiere características mecánicas muy superiores. La primera aleación resistente de aluminio descubierta fue el Duraluminio. El duraluminio contiene pequeñas cantidades de cobre (Cu)(3-5%), magnesio(Mg)(0,5-2%), manganeso(Mn)(0,25-1%) y Zinc (3,5-5%).

Posee buenas aptitudes para formar aleación con:

- Hierro (Fe): Incrementa la resistencia mecánica
- Silicio (Si) combinado con magnesio (Mg): tiene mayor resistencia mecánica
- Cobre (Cu): Incrementa las propiedades mecánicas pero reduce la resistencia a la corrosión.
- Manganeso (Mn): Incrementa las propiedades mecánicas y reduce la calidad de embutición.
- Magnesio (Mg) Tiene alta resistencia tras el conformado en frío
- Cromo (Cr): Aumenta la resistencia mecánica cuando está combinado con otros elementos Cu, Mn, Mg.
- Titanio (Ti): Aumenta la resistencia mecánica

- Zinc (Zn) : Reduce la resistencia a la corrosión
- Escandio (Sc): Mejora la soldadura.

- Resiste el ataque de ácidos nítrico y sustancias orgánicas.
- Permite la fabricación de piezas por fundición, forja y extrusión. La extrusión en prensa es un procedimiento de conformación de las piezas por deformación plástica, que consiste en moldear un metal, en caliente o frío, por compresión en un recipiente obturado en un extremo con una matriz o hilera que presenta un orificio con las dimensiones aproximadas del producto que se desea obtener y por el otro extremo un disco macizo, llamado disco de presión.
- Soldable.
- A temperaturas cercanas a su punto de fusión se vuelve quebradizo.

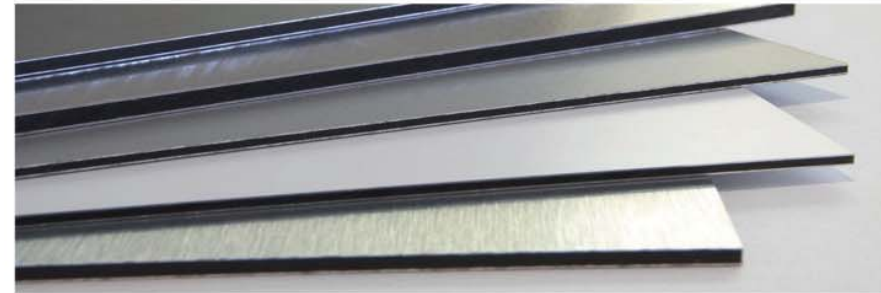


Imagen de placas de aluminio de distinto espesor. Fuente: <http://www.mrhergar.com/imagenes/dibond.jpg>

CLASIFICACIÓN SEGÚN ALEACIONES

Actualmente las aleaciones de aluminio se clasifican en series, desde la 1000 a la 8000. Las series 2000, 6000 y 7000 son tratadas térmicamente para mejorar sus propiedades. El nivel de tratamiento se denota mediante la letra T seguida de varias cifras, de las cuales la primera define la naturaleza del tratamiento. Así T3 es una solución tratada térmicamente y trabajada en frío.

- **Serie 1000:** realmente no se trata de aleaciones sino de aluminio con presencia de impurezas de hierro o aluminio, o también pequeñas cantidades de cobre, que se utiliza para laminación en frío.
- **Serie 2000:** el principal aleante de esta serie es el cobre, como el duraluminio o el avional. Con un tratamiento T6 adquieren una resistencia a la tracción de 442 MPa, que lo hace apto para su uso en estructuras de aviones.
- **Serie 3000:** el principal aleante es el manganeso, que refuerza el aluminio y le da una resistencia a la tracción de 110 MPa. Se utiliza para fabricar componentes con buena mecanibilidad, es decir, con un buen comportamiento frente al mecanizado.
- **Serie 4000:** el principal aleante es el silicio.
- **Serie 5000:** el principal aleante es el magnesio que alcanza una resistencia de 193 MPa después del recocido.

- **Serie 6000:** se utilizan el silicio y el magnesio. Con un tratamiento T6 alcanza una resistencia de 290 MPa, apta para perfiles y estructuras.
- **Serie 7000:** el principal aleante es el zinc. Sometido a un tratamiento T6 adquiere una resistencia de 504 MPa, apto para la fabricación de aviones

Serie	Designación	Aleante principal	Fase principal presente en la aleación
Serie 1000	1XXX	99% al menos de aluminio	-
Serie 2000	2XXX	Cobre (Cu)	Al ₂ Cu - Al ₂ CuMg
Serie 3000	3XXX	Manganeso (Mn)	Al ₆ Mn
Serie 4000	4XXX	Silicio (Si)	-
Serie 5000	5XXX	Magnesio (Mg)	Al ₃ Mg ₂
Serie 6000	6XXX	Magnesio (Mg) y Silicio (Si)	Mg ₂ Si
Serie 7000	7XXX	Zinc (Zn)	MgZn ₂
Serie 8000	8XXX	Otros elementos	-
Serie 9000	/	Sin utilizar	-

Clasificación del aluminio según aleaciones. Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Aluminio>

APLICACIONES Y USOS

La utilización industrial del aluminio ha hecho de este metal uno de los más importantes, tanto en cantidad como en variedad de usos, siendo hoy un material polivalente que se aplica en ámbitos económicos muy diversos y que resulta estratégico en situaciones de conflicto. Hoy en día, tan sólo superado por el hierro/acero. El aluminio se usa en forma pura, aleado con otros metales o en compuestos no metálicos.

En estado puro se aprovechan sus propiedades ópticas para fabricar espejos domésticos e industriales, como pueden ser los de los telescopios reflectores.

Su uso más popular, sin embargo, es como papel aluminio, que consiste en láminas de material con un espesor tan pequeño que resulta fácilmente maleable y apto por tanto para embalaje alimentario. También se usa en la fabricación de latas y tetrabriks.

Por sus propiedades eléctricas es un buen conductor, capaz de competir en coste y prestaciones con el cobre tradicional. Dado que, a igual longitud y masa, el conductor de aluminio tiene más conductividad, resulta un componente útil para utilidades donde el exceso de peso resulta oneroso.

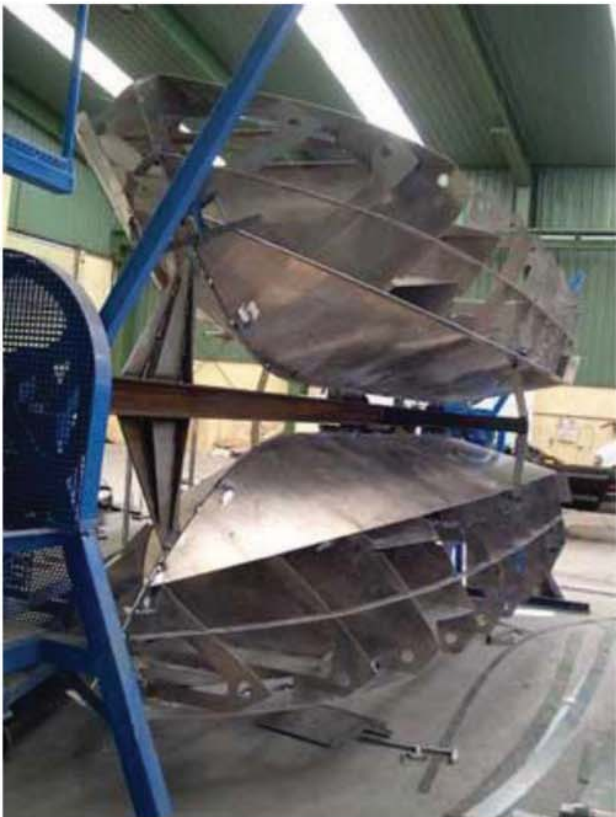
Es el caso de la aeronáutica, la náutica y de los tendidos eléctricos donde el menor peso implica en un caso menos gasto de combustible y mayor autonomía, y en el otro la posibilidad de separar las torres de alta tensión. Además de eso, aleado con otros

metales, se utiliza para la creación de estructuras portantes en la arquitectura y para fabricar piezas industriales de todo tipo de vehículos y calderería.

- También está presente en enseres domésticos tales como utensilios de cocina y herramientas.
- Se utiliza asimismo en la soldadura aluminotérmica y como combustible químico y explosivo por su alta reactividad.
- Industria de transportes y automotriz (Piezas de aluminio y llantas, carrocerías, aviones
- Material estructural (principalmente perfiles para ventanas y puertas, revestimientos, estructuras portantes, andamios, cielos falsos y últimamente como elementos estructurales)
- Industria mobiliaria (accesorios, sillas, mesas, muebles, etc.)
- Diseño de objetos (latas, espejos aluminio puro, conservas, cubiertos, entre otros)
- Industria tecnológica (computadores, celulares, electrodomésticos, entre otros)
- Industria gastronómica (papel aluminio, menaje)
- Industria eléctrica (cables)



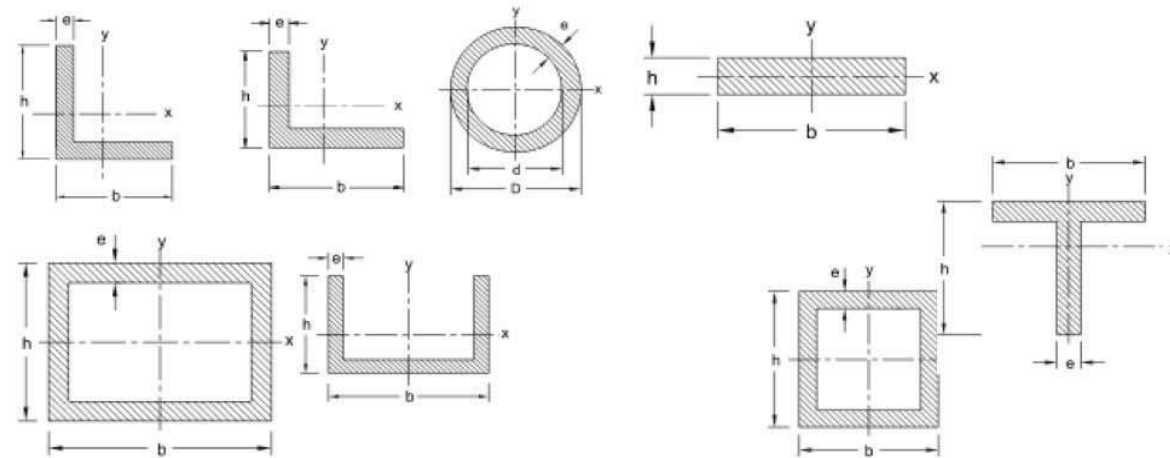
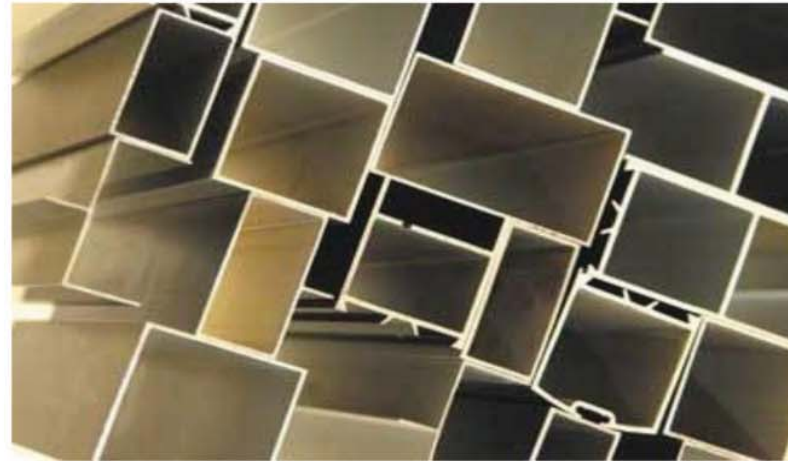
- Construcción naval



FORMATOS DE PRODUCTOS DE ALUMINIO

Perfiles de formas regulares:

- Ángulos de lados iguales
- Ángulos de lados desiguales
- Pletinas extruidas
- Pletinas calibradas
- Tubos redondos extruidos
- Tubos redondos calibrados
- Tubos cuadrados
- Tubos rectangulares
- Tubos estirados
- Perfiles neumáticos
- Tes y dobles tes
- Ues



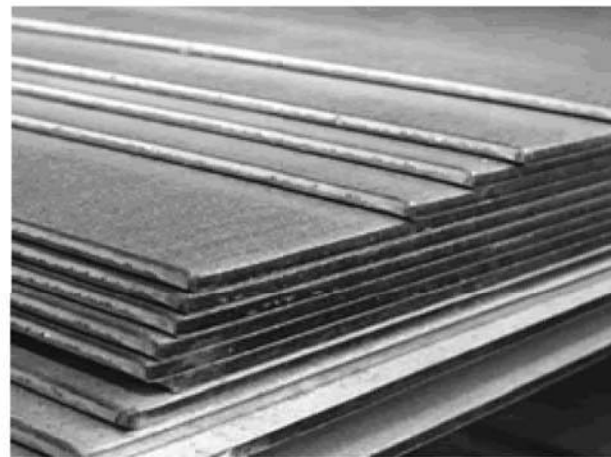
Barras:

- Barras para forja redondas
- Barras redondas mecanizables Al.puro,AlMg,AlZn
- Barras redondas mecanizables Al-Cu
- Barras redondas mecanizables Al-Mg-Si
- Barras para mecanización cuadradas
- Barras para mecanización hexagonales



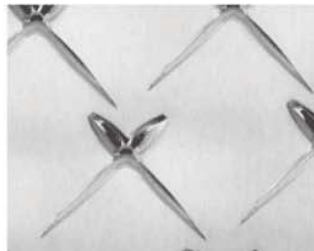
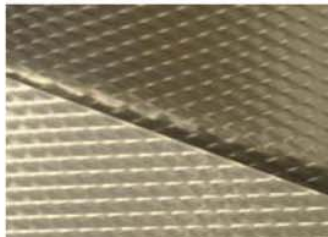
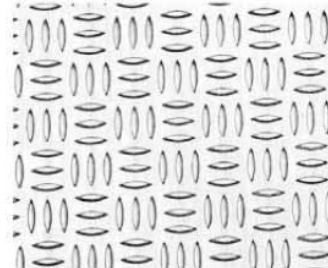
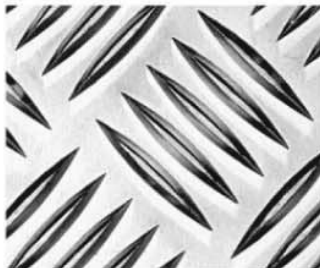
Chapas y planchas:

- Aleación Puraltok 99,5 (1050)
- Aleación Cobrealtok 24 (2024)
- Aleación Cobrealtok 17 (2017)
- Aleación Magrealtok 10 (5005)
- Aleación Magrealtok 45 (5083)
- Aleación Magrealtok 40 (5086)
- Aleación Magrealtok 30 (5754)
- Aleación Simagaltok 61 (6061)
- Aleación Simagaltok 82 (6082)
- Aleación Alzintok 75 (7075)
- Plancha laminada y mecanizada



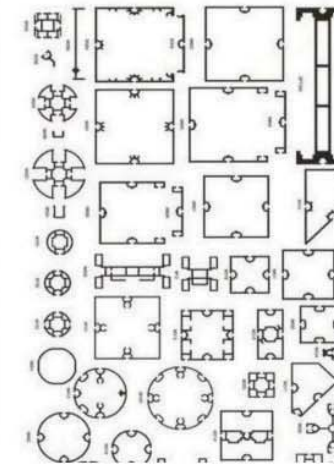
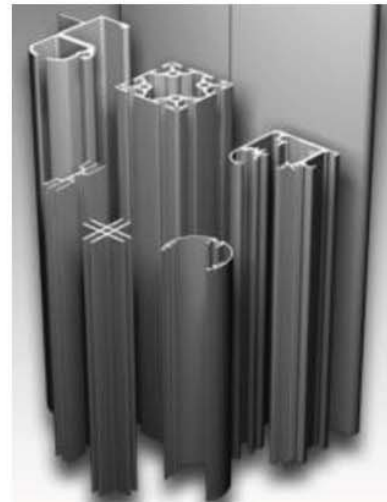
Chapas impresas, decorativas y para aplicaciones diversas.

- Chapa antideslizante Alu-TopGrip
- Chapas impresas antideslizantes
- Chapas impresas decorativas
- Chapas anodizadas lijadas y lisas
- Chapas perforadas
- Chapas de rejilla-celosía GARDEN-KIT
- Chapa "DEPLOYE"
- Panel nido de abeja
- Chapas estampadas y punzonadas



Perfiles especiales para usos específicos:

- Perfiles para carpas
- Perfiles para plataformas Aluskit
- Perfiles para pasarelas y plataformas
- Perfiles para claraboyas
- Perfiles con porta-tornillos
- Perfiles para barandillas
- Perfiles para señalética
- Perfiles para aplicaciones diversas
- Rodapiés
- Perfiles para paneles solares
- Accesorios para paneles solares



PROTECCIÓN SUPERFICIAL DEL ALUMINIO

El aluminio, para protegerse de la acción de los agentes atmosféricos, se recubre de forma natural de una delgada película de óxido, esta capa de Al_2O_3 tiene un espesor más o menos regular del orden de 0,01 micras sobre el metal recientemente decapado y puede llegar a 0,2 o 0,4 micras sobre metal que haya permanecido en un horno de recocido.

Para poder soldar es necesario eliminar previamente, por procedimientos químicos o mecánicos, dicha capa.

Se pueden obtener películas de óxido artificialmente mucho más gruesas y de características distintas a las de la capa natural, más protectoras, por procedimientos químicos y electrolíticos. El proceso de anodizado permite formar capas en las que el espesor puede, a voluntad, ser de algunas micras a 25/30 micras en los tratamientos de protección o decoración, llegando a las 100 micras y más por procesos de endurecimiento superficial, esto es el anodizado duro.

Proceso de anodizado:

El proceso de anodizado llevado a cabo en un medio sulfúrico produce la oxidación del material desde la superficie hacia el interior, aumentando la capa de óxido de aluminio, con propiedades excelentes por resistencia a los agentes químicos, dureza,

baja conductividad eléctrica y estructura molecular porosa, esta última junto con las anteriores, que permite darle una excelente terminación, que es un valor determinante a la hora de elegir un medio de protección para este elemento.

Las ventajas que tiene el anodizado son:

- La capa superficial de anodizado es más duradera que la capas obtenidas por pintura.
- El anodizado no puede ser pelado porque forma parte del metal base.
- El anodizado le da al aluminio una apariencia decorativa muy grande al permitir colorearlo en los colores que se desee.
- Al anodizado no es afectado por la luz solar y por tanto no se deteriora. Los anodizados más comerciales son los que se utilizan coloreados por motivos decorativos. Se emplean diversas técnicas de coloraciones.



1. Proceso de pintura

El proceso de pintura de protección que se da al aluminio es conocido con el nombre de lacado y consiste en la aplicación de un revestimiento orgánico o pintura sobre la superficie del aluminio. Existen diferentes sistemas de lacado para el aluminio

El lacado, que se aplica a los perfiles de aluminio, consiste en la aplicación electrostática de una pintura en polvo a la superficie del aluminio. Las pinturas más utilizadas son las de tipo poliéster por sus características de la alta resistencia que ofrecen a la luz y a la corrosión.

Los objetivos del lacado son:

- Mejorar el aspecto estético y las propiedades físicas del aluminio.

El proceso de lacado, puede dividirse en tres partes:

- Limpieza de las piezas
- Imprimación de pintura
- Polimerizado

El proceso de lacado exige una limpieza profunda de la superficie del material, con disoluciones acuosas ácidas, para eliminar suciedades de tipo graso. Este proceso consigue una mayor adherencia a las pinturas. Mejora la resistencia a la corrosión y a los agentes atmosféricos.

La imprimación con la pintura deseada se realiza en cabinas equipadas con pistolas electrostáticas. La pintura es polvo de poliéster, siendo atraído por la superficie de la pieza que se laca. Combinando todos los parámetros de la instalación se consiguen las

capas de espesor requeridas que en los casos de carpintería metálica suele oscilar entre 60/70 micras.

El polimerizado se realiza en un horno de convección de aire, de acuerdo con las especificaciones de tiempo y temperatura definidos por el fabricante de la pintura. El sistema industrial de lacado puede estar robotizado



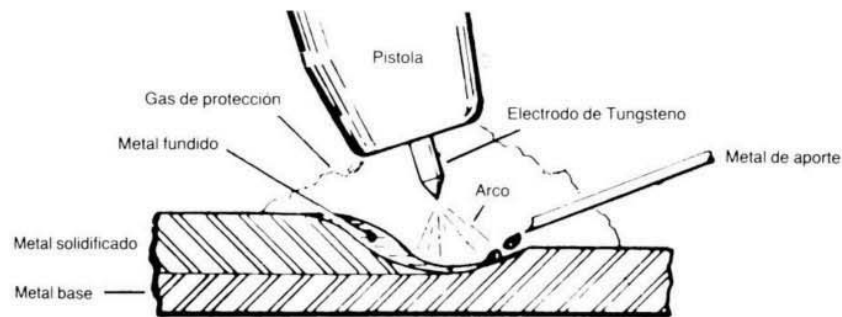
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS POR MEDIO DE SOLDADURAS

Las aleaciones de aluminio se sueldan al arco, bajo atmósfera inerte (argón, helio o una mezcla de los dos) y hay dos técnicas:

1-. SOLDADURA AL ARCO BAJO ATMÓSFERA INERTE CON ELECTRODO REFRACTARIO O PROCEDIMIENTO **TIG** (Tungtène Inert Gas).

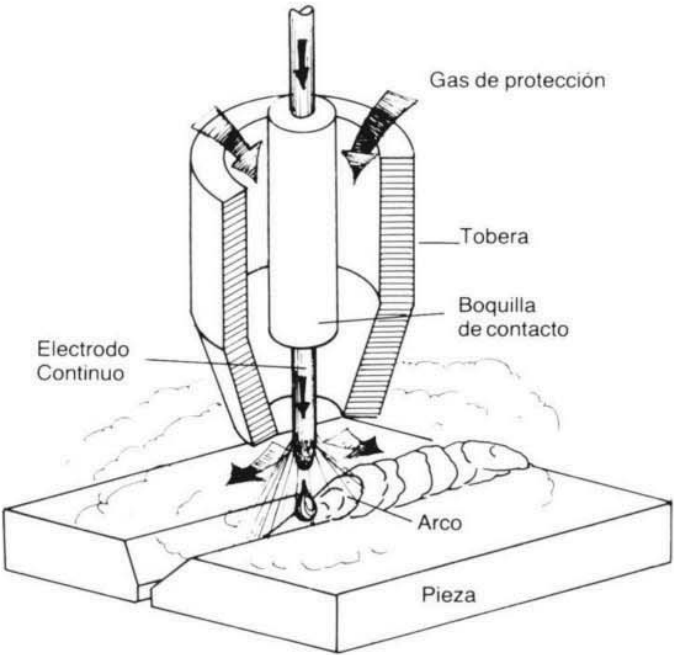
En este procedimiento se hace saltar un arco eléctrico entre un electrodo refractario de tungsteno y la pieza a soldar, mientras que un chorro de gas inerte, generalmente argón, rodeando el electrodo, protege el baño de fusión contra la oxidación. Una varilla de aportación sujeta con la mano alimenta el baño de fusión. Este procedimiento utiliza una fuente alimentada por corriente alterna estabilizada por HF específicamente concebida para la soldadura de las aleaciones de aluminio. Se utiliza en espesores comprendidos entre 1 y 6 mm y se puede robotizar.

2-. LA SOLDADURA AL ARCO BAJO ATMÓSFERA INERTE CON ELECTRODO



CONSUMIBLE O PROCEDIMIENTO **MIG** (Metal Inert Gas).

En este procedimiento de soldadura, el aluminio o la aleación de aluminio sirve a la vez de electrodo y de metal de aportación. Se suministra en hilo previamente enrollado en una bobina, el cual se desenrolla automáticamente hasta la herramienta de soldadura, pistola, a medida que se consume.



La energía para la soldadura se suministra por una fuente de corriente continua. La conexión se efectúa con polaridad inversa (-) en la pieza para asegurar a la vez el decapado y la fusión del hilo del electrodo. Este procedimiento, utilizable para los productos con espesor superior a 2,5 mm., es igualmente automatizable. La versión manual de MIG se llama comúnmente soldadura semi-automática.

Desde hace algunos años, los constructores de material de soldadura proponen fuentes de corriente pulsante. Este equipo permite soldar espesores delgados de 1,5 a 4 mm. Con mucha facilidad. Para los espesores medios y gruesos, su ventaja con relación a las fuentes clásicas no está demostrada.



BIBLIOGRAFIA referente al Aluminio

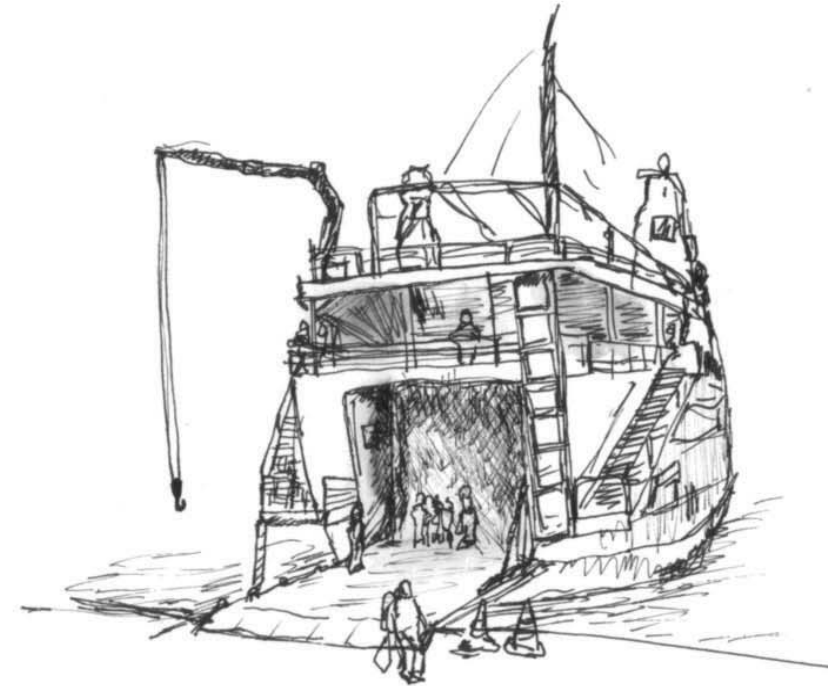
- http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Diseno_Construccion/Ventajas_Aluminio/Ventajas_aluminio.htm
- http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Diseno_Construccion/Aluminio_Veleros/Aluminio_Veleros.htm
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Aluminio>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura>
- <http://www.gizmag.com/go/6997/picture/32463/>
- <http://www.sitecna.cl/alumas/>
- Material magister de arquitectura y diseño mención náutico y marítimo años anteriores al 2011.
- Apuntes tomados por alumnos del magister durante visitas en travesía 2011.

ANEXO 2: MANIOBRABILIDAD Y FONDEO
ESTUDIO DE DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE FONDEO

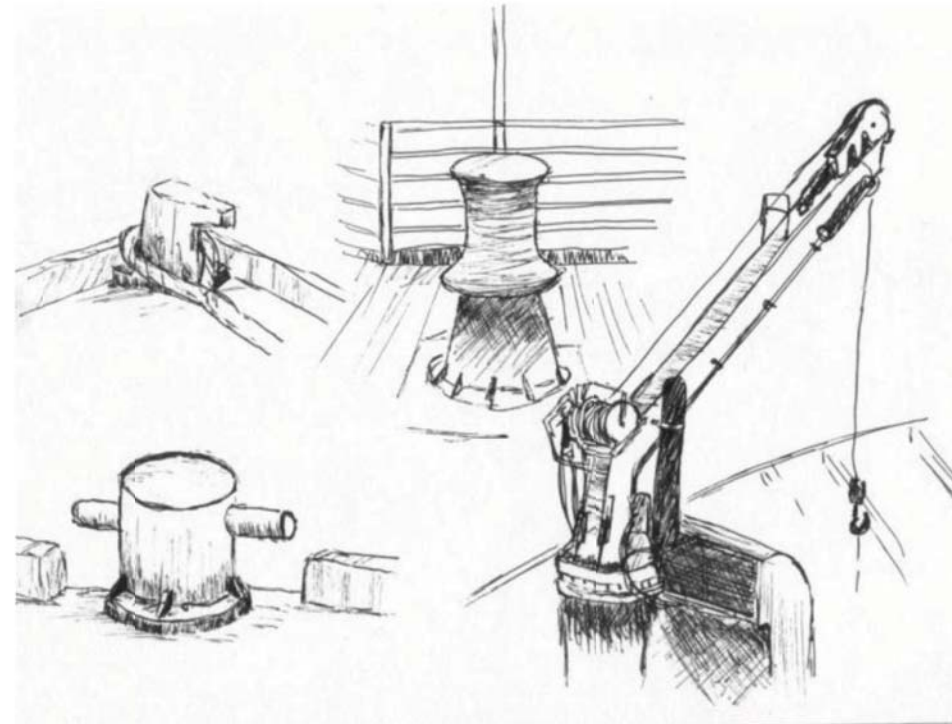
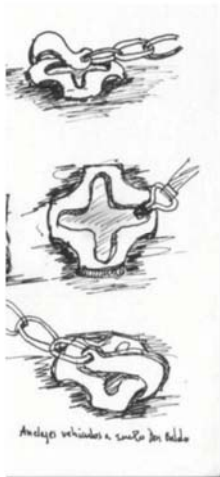
ESTUDIO DE MANIOBRABILIDAD

Corresponde a la definición, descripción y justificación técnica de seguridad de las maniobras de aproximación, fondeo, atraque, desatraque o amarre y desamarre de una nave con características específicas en una instalación portuaria, efectuadas en condiciones diurnas y/o nocturnas, considerando para su operación las condiciones climáticas, oceanográficas, batimétricas y tipo y calidad del fondo marino del lugar de emplazamiento de las instalaciones portuarias y del área de maniobra de las naves.

Observando la maniobrabilidad para el atracar, desembarcar o embarcar de La embarcación Don Baldo de la Naviera Austral (Trayecto Pto.Montt, Chaitén, Quéllon, pto.Cisne, Pto. Aguirre, Pto.Chacabuco). Caigo en la cuenta que aparecen movimientos precisos, no es al azar. En esta acción aparecen objetos que acompañan esa precisión de maniobra. Aparecen cabos, huinches, bitas, anclas que se van ajustando con el avanzar hacia la orilla, hasta llegar al punto preciso según marea, pero al estar ya atracados en la rampa estos objetos deben seguir ajustándose con el cambio de mareal.



Al interior de la embarcación todos los autos y camiones deben ir anclados al suelo por medio de unas cadenas y pieza metálica que se encuentran soldada al suelo, la carga debe ir muy bien amarrada por seguridad y estabilidad de la embarcación.



ESTUDIO DE DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE FONDEO

Corresponde al dimensionamiento de los elementos de fondeo y sujeción requeridos por una nave de características específicas, objeto garantizar su permanencia segura en las instalaciones portuarias.

➤ **Información mínima que debe contener una embarcación en momentos de maniobras de fondeo**

A.- Generalidades

1. Antecedentes
2. Descripción del Proyecto
3. Nave Tipo
4. Condiciones de:
 - a. Vientos
 - b. Corrientes
 - c. Olas
 - d. Mareas
 - e. Marejadas
 - f. Batimetría

g. Naturaleza del Fondo

h. Visibilidad

B.- Definición de Condición:

1. Calma
2. Normal
3. Extrema

C.- Descripción de las áreas de Acceso y Maniobrabilidad

1. Canal de Acceso
2. Zona de Fondeo
3. Zona de toma de Prácticos
4. Zona de toma de Remolcadores
5. Área de Maniobra
6. Área de Atraque / Amarre

D.- Efectos de las condiciones de viento, oceanográficas y batimétricas sobre el buque tipo:

1. Presión frontal y lateral del viento según ángulo incidencia
2. Presión frontal y lateral de la corriente s./ ángulo incidencia
3. Fuerza de fricción de la corriente sobre el buque
4. Fuerza de las olas actuando sobre el buque
5. Efectos de las mareas sobre la operación de carga y descarga

de la nave .

E.- Requerimiento uso de remolcadores

1. Número de Remolcadores
2. Potencia de tiro (Bollard pull)
3. Considerar nave tipo en:
 - a. Máximo desplazamiento
 - b. En lastre
4. En condición:
 - a. Calma
 - b. Normal
 - c. Extrema

F.- Descripción de la maniobrabilidad:

1. Aproximación
2. Maniobra de fondeo y número de paños
3. Maniobra de atraque / amarre
4. Maniobra de desatraque / desamarre
5. Maniobra de corrida de la nave
6. Maniobra de abastecimiento de rancho
7. Plano de Maniobrabilidad que considere:
 - a. elementos de fondeo, amarre

- b. señalización marítima
- c. infraestructura portuaria
- d. áreas marítimas de las IP

G.- Análisis de calados máximos

H.- Determinación de condiciones para la ejecución de maniobras, permanencia y salida de la nave del frente de atraque

1. Determinar las condiciones meteorológicas y oceanográficas límites para:
 - a. Ejecución de maniobras
 - b. Permanencia en el sitio de atraque o fondeadero
 - c. Ejecución de faenas de carga y descarga
 - d. Salida del puerto o terminal marítimo
2. Considerar:
 - Mínima Visibilidad
 - Máxima velocidad del viento,
 - Máxima altura de la ola y
 - Máxima velocidad de la corriente

➤ **Información mínima que debe contener un estudio de dimensionamiento de los elementos de fondeo**

Descripción y dimensionamiento de la infraestructura necesaria para mantener la posición del buque:

1. Dimensionamiento y ubicación de los elementos de amarre
2. Boyas y elementos de sujeción
3. Rejas
4. Espías
5. Dolphins o duques de alba
6. Defensas
7. Anclas de leva y cadenas

LAS ANCLAS Y LOS FONDOS

Algunas anclas funcionan mejor que otras bajo distintos ángulos de tracción. Dependiendo del tipo de fondo en el que vayamos a utilizar el ancla debemos utilizar uno u otro tipo.

Fondo de arena: Algunos fondos, formados por finos granos de arena, son relativamente fáciles de penetrar por el ancla y ofrecen buena resistencia a la tracción. La mayoría de las anclas trabajan bien en arena dura. Las mejores anclas para arena son: la Fortress y la West Marine.

Fondos de Lodo: Anclas con un ángulo de uña ancho y una superficie importante permiten que el ancla penetre profundamente ofreciendo la máxima resistencia. Normalmente, bajo el barro se esconde otra capa de material casi siempre más duro, por lo que el ancla deberá poder penetrar para ejercer la máxima resistencia. En estos fondos el ancla Fortress es el más utilizado.

Fondos Rocosos: El agarre depende más de donde y cómo quede posicionado el ancla. Las anclas de uña fija tipo grapnel, tiene mayor fuerza estructural para sostener la carga desde un punto de tracción más vertical. Entre estas se incluyen las Bruce, CQR, Yachtsman y Delta.

Fondos con gruesas capas de algas: Cualquier ancla trabajará mal, y será determinante el peso de esta en lugar de su forma y diseño. A pesar de ello, las anclas de tipo Delta, y las de Yachtsman, son más adecuadas gracias a sus largas uñas capaces de penetrar entre la vegetación.



Fortress o Danford



Bruce



CQR



Yachtman

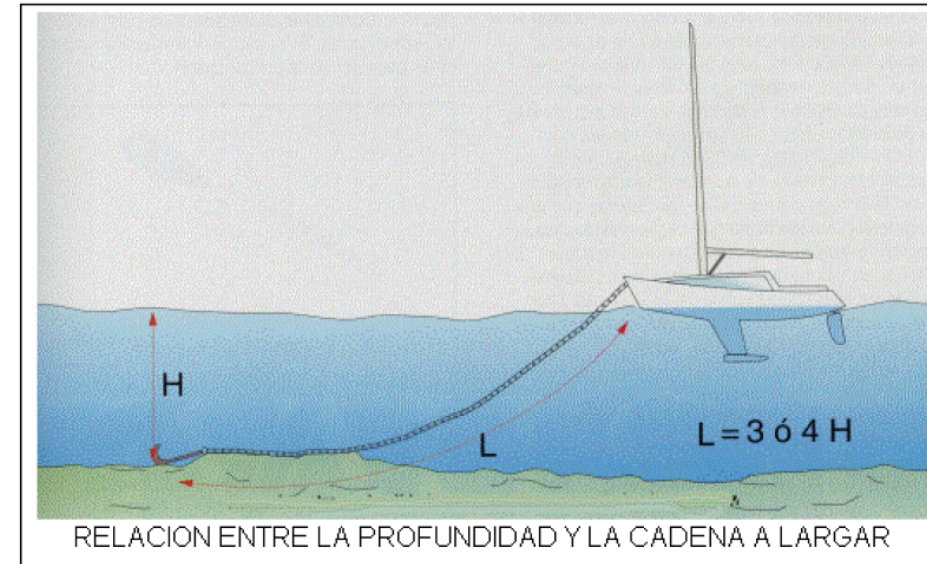


Delta

Maniobra de Fondeo

Fondear es la acción de fijar una embarcación al fondo mediante la utilización de uno ó varias anclas.

Una vez elegido un sitio de fondeo, que se llama tenedero, se prepara el ancla, destrincándola y apeándola, es decir sacando la caña del escobén. El ancla y su cadena, normalmente, se deja firme sobre freno por lo cual para largar el ancla cuando estemos en posición de fondeo sólo debemos aflojar el freno, saliendo ancla y cadena por su propio peso. En condiciones normales se larga o deja salir una longitud de cadena de entre tres o cuatro veces el fondo. Cuando hace mucho viento o la fuerza de marea grande se larga una longitud de cadena de entre 5 o 6 veces el fondo. Teniendo en cuenta la resultante de la corriente y viento se lleva proa a la misma con poca maquina hasta llegar al lugar de fondeo, en donde se da fondo y maquina atrás al mismo tiempo que va saliendo cadena hasta parar el barco, se da por terminada la operación cuando veamos que el barco ha hecho cabeza, es decir, cuando comprobamos que la cadena trabaja y vuelve a estar a pique (en posición vertical o casi vertical con respecto al fondo) varias veces. Entonces comprobamos la situación y observamos que nos mantenemos en esa posición. Se llama borneo al movimiento circular que por la acción del viento y o la corriente realiza el barco teniendo como punto de giro el ancla y como radio la cadena.



- Garreo

Es el movimiento que el barco realiza cuando ha perdido el ancla su cama (se ha desligado del fondo) y comienza a derivar por la acción combinada de la corriente de marea y viento. Para evitar este riesgo hay que procurar que la línea de fondeo no trabaje directamente sobre la caña del ancla, razón por la cual es aconsejable que el primer tramo de dicha línea de fondeo a partir del ancla sea de cadena y que ésta quede correctamente tendida. De ahí la necesidad de largar una cantidad suficiente de línea de fondeo.

procurará largar una longitud de cadena (o cabo en su caso) de entre 3 y 5 veces la profundidad en el lugar.

También será necesario conocer que profundidad tendremos en el fondeadero elegido. Si hay mucho fondo, se arriará el ancla sobre molinete, al menos un par de grilletes, para que el ancla no caiga desde tanta altura, evitando de esta forma esfuerzos al molinete, cadena y ancla.

2. Círculo de borneo

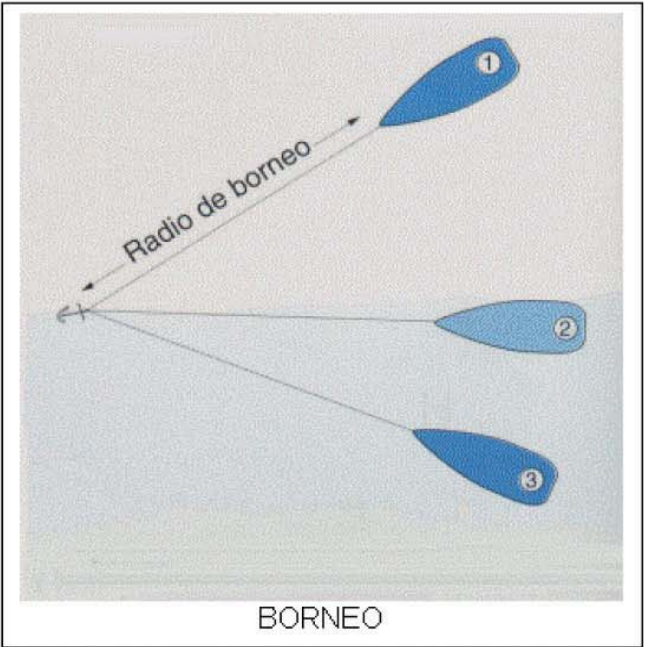
Una vez fondeados el buque, que continúa sometido a las fuerzas del viento y la corriente, pivotará, en función de éstas, sobre el ancla describiendo un círculo que se llama círculo de borneo. El radio de este círculo dependerá de la relación de cadena soltada con respecto al fondo en el lugar de fondeo. Cuando se fondea en fondeaderos concurridos el radio del círculo de borneo será una magnitud a considerar ya que si es muy elevado puede dar lugar a que se colisione con otros buques mientras se permanece en el fondeadero, en el caso de que distintos buques evolucionen de forma opuesta a lo largo de sus círculos de borneo.

3. Garreo. Referencias de tierra. Alarma de sonda

Es importante, una vez fondeados, cuando ya el ancla ha hecho cabeza, el obtener una posición por cualquier método. A los niveles que nos ocupan, se pueden tomar varias referencias de tierra, recomendando que sean

enfilaciones o sino un mínimo de tres referencias y en ángulos que se aproximen, en la medida de lo posible, a los 90°, ya que ello proporcionará un mejor corte de las líneas de posición que representan tales referencias. Obteniendo de esta forma una posición del buque, se podrá vigilar un posible garreo del mismo, previendo situaciones de deriva peligrosas para la seguridad del buque.

Adicionalmente a las marcas o referencias a tierra tomadas, deberemos establecer una alarma de sonda mínima en la sonda, de forma que cuando esta sonda mínima se alcance suene una alarma que nos avise del peligro de varar.



4. Maniobra de fondeo con un ancla

La maniobra de fondeo es aquella por la cual el buque deja caer el ancla al fondo. Se explicará la maniobra para fondear un ancla en un barco a motor y en un velero.

a) Barco con propulsión a motor: Una vez elegido el lugar de fondeo, el buque se dirigirá a él con poca arrancada. Cuando se esté a poca distancia del lugar de fondeo elegido, se parará el motor, y cuando la proa haya llegado a la altura del lugar de fondeo se dará máquina atrás para parar la arrancada. Una vez el barco parado se dará fondo. Para que la cadena salga (file) a fin de que la cadena quede bien sembrada por el fondo, es necesario que el barco tenga un poco de arrancada atrás. Un poco antes de que se hayan arriado los grilletes necesarios, se aprieta el freno en el molinete, o se dan una vueltas de la línea de cabo de fondeo a una bita (en caso de embarcaciones pequeñas, sin molinete y con ancla afirmada por cabo), para que el ancla agarre al fondo, lo cual sucede cuando vemos que se tensa la cadena. Una vez el ancla agarre al fondo, se quitará el freno en el molinete o se largará el cabo de la bita, para permitir que siga saliendo cadena. Una vez largados los grilletes deseados se deberá ver como llama la cadena, es decir la dirección en la que trabaja.

b) Barco con propulsión a vela: Cuando debido al lugar de fondeo elegido es necesario fondear con el viento de proa, la aproximación se realizará con el viento de través o de amura y con todo el velamen desplegado para coger arrancada. Durante la aproximación se preparará la maniobra de fondeo (molinete, cabos, etc). Antes de llegar a la altura del punto de fondeo se arriará el foque y se orzará hacia el punto escogido para el fondeo. Con el viento de proa se esperará a que el barco se detenga en cuyo momento se largará una longitud de cadena igual a la profundidad del agua. Se conservará la mayor desplegada para ir atrás, evitando así que la cadena se amontone en el fondo. A medida que el barco retrocede se va filando cadena. Al llegar a la longitud deseada se hará firme la cadena en el molinete o si se trata de cabo a la bita. Se arriará la mayor y se comprobará que el barco ha hecho cabeza y ha quedado firme al fondo.

Cuando es necesario fondear procediendo al fondeadero con el viento de popa se realizará la aproximación sólo con el foque desplegado. Cuando el barco se encuentre en posición de fondeo se largará el ancla y se filará seguido hasta que haya salido la cantidad de cadena requerida, en cuyo momento se hará firme dejando que el barco haga cabeza sobre el ancla y se ponga proa al viento.

**PROCEDIMIENTO DE MANIOBRAS DE FONDEO EMBARCACION
HIDROALAS**

1. Plegar perfiles
2. Tirar ancla por popa
3. Bajar rampa a posición de desembarco
4. Al acercarse a la orilla , se tiene que ir dando cabo o cadena a la línea del ancla.
5. Al llegar a la orilla, se frena totalmente la embarcación con un sector de sacrificio ubicado en la embarcación.
6. Se acomoda la rampa para el acceso o desembarco. En buen clima no es necesario tirar líneas de proa a tierra, se mantiene la posición con el ancla y con motor. En malas condiciones climáticas es primordial asegurar la embarcación con líneas hacia tierra
7. Para el zarpe se debe utilizar el motor y además ir acortando la línea del ancla a través de un huinche hidráulico y/o eléctrico

Para el sistema de fondeo y amarre se recomienda tener:

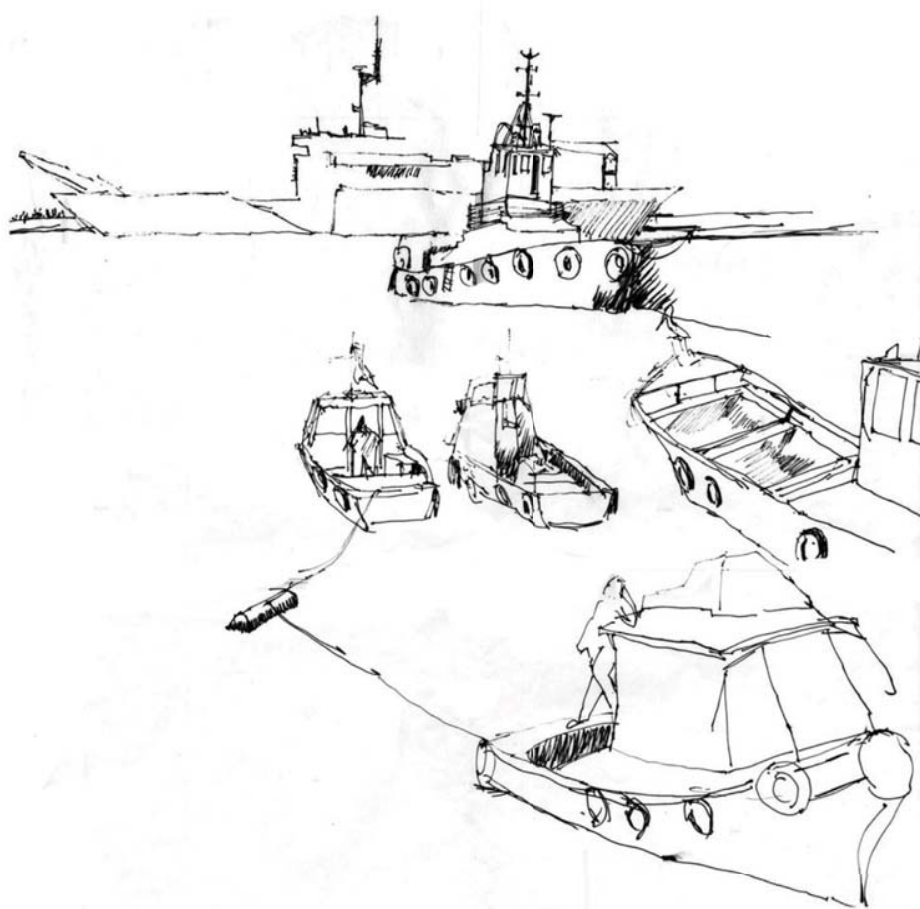
- + 6 Bitas de amarre
- + 2 Ancla Bruce de 50 kg con 50m cadena
- + 60 metros Cabo de fondeo
- + 2 Cáncamo de remolque popa
- + 2 Cáncamo de remolque proa
- + 1 Bichero aluminio
- + 1 Huinche o molinete hidráulico y/o eléctrico
- + 8 cabos amarre

† Lancha rápida con perfiles hidrodinámicos

ANEXO 2: LA LOCALIDAD DE PUERTO GALA, EL FAR WEST CRIOLLO

Encargo de Poética del Mar, profesor Jaime Reyes. Ciudades de agua

Ciudades de agua – La Localidad de Puerto Gala



La localidad de Puerto Gala

El Far West Criollo

Boom de la merluza austral y las llamadas ciudades de Plástico

La colonización definitiva y estabilización de la localidad

Relación con el proyecto ‘Lancha Barcaza con Hidroalas para la conectividad del Fiordo Comau’

Conclusiones

Referencias bibliográficas

LA LOCALIDAD DE PUERTO GALA

La localidad está compuesta por un grupo de islas (isla Toto, Chita, Padre Ronchi e isla Sin Nombre). Tres de ellas están habitadas formando pequeñas caletas que se unen por medio de pasarelas y un puente. En isla Toto se encuentra la iglesia y la escuela internado, dos elementos que han sido fundamentales en la reciente colonización definitiva de las islas. La localidad es también conocida como Isla Toto, aunque ya antes se las llamaba Islas Gala o Grupo Gala en las cartas de navegación.

Su población, que asciende a los 300 habitantes, vive de la pesca y comercialización de la merluza austral, y eventualmente de la extracción de otros productos del mar.

El pueblo de Puerto Gala fue fundado oficialmente el 21 de agosto de 1999, pero su historia se remonta a principio de los 80’, cuando el boom de la merluza austral motivó a miles de personas a trasladarse a pescar este producto, sujetos de diversas partes, y no necesariamente pescadores. La abundancia de merluzas australes (‘la Waica’ nombre dado a la merluza por los lugareños) parecía inagotable y la oportunidad económica única, por lo cual gente no relacionada al mundo de la pesca se instruyó para poder extraerla.

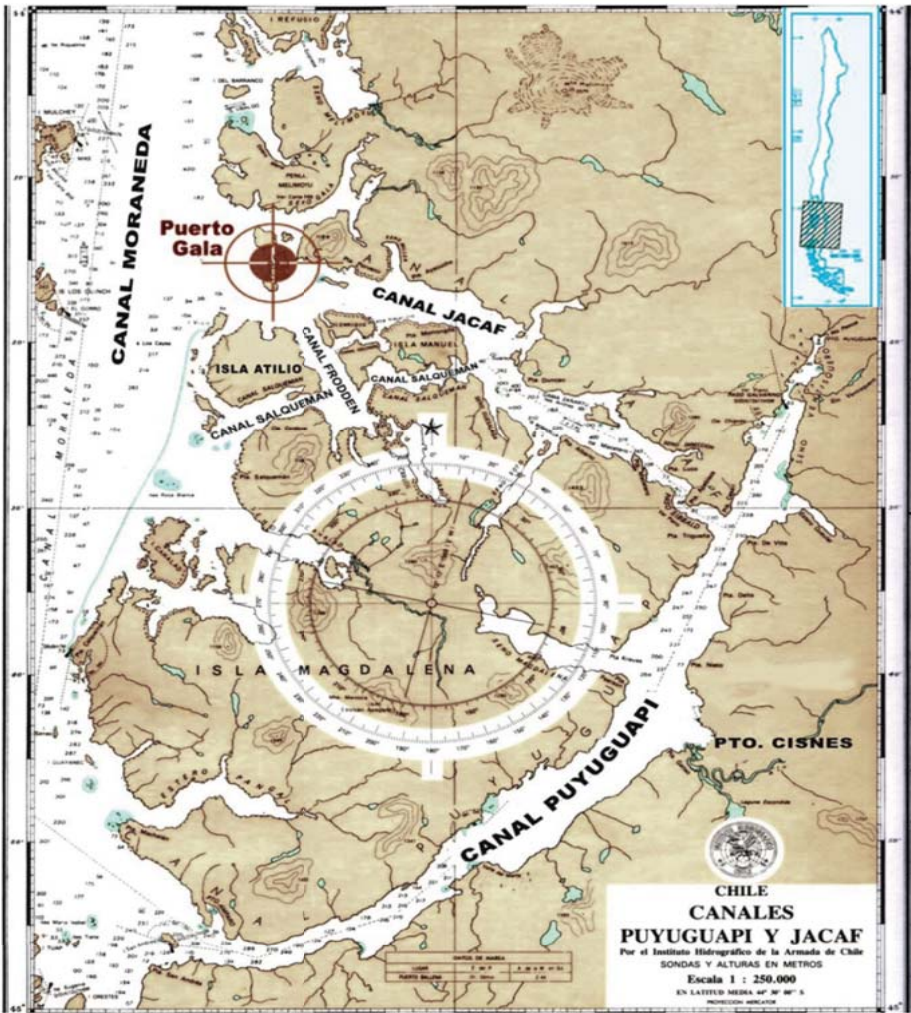


Figura 1. Atlas Hidrográfico de Chile. 6ta Edición 2001, carta de navegación n° 8500. Puerto Gala se ubica en la intersección de los canales Jacaf y Moraleda (sur del paralelo 44°), al norte de la Isla Magdalena, y depende administrativamente de la Comuna de Cisnes, XIª Región-Chile.



Figura 2. Imagen de Google Earth.
Conjunto de Islas de la Localidad de PuertoGala.

EL FAR WEST CRIOLLO

El *Far West* Criollo es una analogía de la leyenda del *Far West* Norteamericano, concepto usado en la historia de Estados Unidos que hace alusión a la conquista del lejano y salvaje oeste a principios del siglo XIX, una expansión de la frontera hacia la costa del Pacífico, un avance y búsqueda de oportunidades dentro de un territorio desconocido. Hombres solos y familias completas que iban con el sueño de conquistar

esas tierras tan lejanas para ellos, un mundo duro y violento, en el que solo parece imperar la ley del más fuerte.

En la tesis Chile es un Archipiélago, IV.3.c El Inglés de los Mares [en línea], Jaime Reyes hace referencia a la leyenda de la conquista del Oeste, donde dice que:

“ la nación más poderosa del mundo. Y lo consigue porque conquista su mar interior. Lo que los norteamericanos llaman ‘La Conquista de Oeste’ es la historia épica por excelencia; es el fundamento que forja a un pueblo; es la leyenda. Los que hasta hace no mucho eran colonos, se lanzan a atravesar un continente gigantesco fundando ciudades y estados ... les permite unir y convertir un continente en un solo territorio que va de océano a océano.”

El *Far West* Criollo o la localidad de Gala, nace desde una situación meramente marítima-económica, que buscaba la conquista de la merluza austral en un mundo nuevo, solitario, de hombres solos que buscaban una oportunidad para surgir, pernoctaban en ranchos de plásticos, estaban aislados de la civilización, era un mundo sin leyes ni reglas, con mucha violencia, muchos duelos y asesinatos, pero luego se convierte en una localidad constituida, ordenada y con reglas, una localidad conquistada y fundada.

BOOM DE LA MERLUZA AUSTRAL Y LAS LLAMADAS CIUDADES DE PLÁSTICO

Puerto Gala, entre otras, fue conocida durante la década de 1990 cómo ‘ciudad de plástico’, ya que estos hombres en busca de ‘la conquista de la merluza’ construyeron ranchos con pliegos de nylon para guarecerse de la lluvia. El asentamiento precario y transitorio, la paga abundante en efectivo y la predominancia de hombres solos, sin familia, constituían un contexto que inspira a la imaginación y a la desconfianza de las autoridades y el público nacional, para quienes estos pescadores vivían como en una especie de *Far West*, donde no habían tierras con dueño, un lugar tremendamente violento, sin leyes, donde simplemente se instalaron y se apropiaron de ese lugar, haciendo patria.

I.Barcells hace referencia de estos ranchos de plástico en su libro “Aysén, carta del Mar nuevo”(con fotos), carpas de Isla Atilio, la cual queda muy cerca de la localidad de Gala. (I. Balcells, página 67.)

“De repente, atorados entre los troncos de los árboles, aparecieron unos volúmenes que la lluvia plateaba. ¡Una aldea de polietileno! De uno de esos prismas deformes salía humo por la rajadura que hacía de entrada. Adentro, un viejo sentado...echando unos palos negros al fuego, nos hizo acomodarnos en los otros catres que ocupaban casi toda la

superficie cubierta por la carpa... Los goterones que caen dentro de un bosque golpeaban por fuera la piel cebrada y translúcida de la carpa, se deslizaban por sus faldones y, entrando por pliegues y hoyos de puntales, empapaban las frazadas y cuanto atochaba el suelo de ese cobijo masculino. Al centro, el fuego de tepú verde combatía miserablemente contra el frío, pero nos reunía.”



Figura 5. Juan Enrique Mastrantonio. Publicación “Aysén, carta del Mar Nuevo”.
Aldea de polietileno en Isla Atilio.

En esta fotografía, Ignacio nos da a conocer muy bien en las condiciones en que se vivía en estas aldeas, condiciones precarias y poco hóspitas, pero a pesar de eso los protegía de las condiciones climáticas extremas.

TESTIMONIOS DE LUGAREÑOS (Tesis del ‘Núcleo de Investigación de la realidad Insular de la Univ.de Academia de Humanismo Cristiano’, 2006. <http://www.scribd.com/doc/34825460/ponenciamercanciagalaapiao>)

Como menciona G.N (pescador de la zona):

“...los primeros años de extracción de merluza, la abundancia de hombres y de dinero no fue una mezcla afortunada, esta época es recordada como peligrosa, incluso podríamos decir que es recordado como un tiempo ‘barbárico’, como en el tiempo de las cavernas..., como volver 100 ó 150 años atrás. La única comodidad era el fuego...se formaban bandas de pescadores. Dentro de éstas, la más recordada es la ‘La embajada’, un grupo de entre 10 y 15 pescadores que compartían rancho, se protegían entre ellos... siempre andaban con navajas...el gran problema era el excesivo consumo de alcohol... La plata que se ganaba, se tomaba. A veces terminaba en pelea y se mataban...”

Esta época es recordada como precaria en comodidades, aislada, desconectada del resto del país, sin ninguna presencia estatal o policial; esto sumado a las grandes cantidades de dinero que portaban los pescadores en sus cuerpos, escondido o enterrado en alguna isla, hacía de la atmósfera social de la época algo peligroso.

G.N dice:

“Acá estaba revuelta la cosa, acá había gente que andaba arrancaca incluso de la justicia. ...”

Los únicos requisitos para ir a estas tierras, mejor dicho aguas, tan ricas como un yacimiento de oro, eran contar con las condiciones físicas y económicas para trasladarse a la XIª Región, y las agallas para aventurarse por una oportunidad económica. Personas de Puerto Montt, Talcahuano, San Antonio, Iquique e Isla de Pascua, solo para nombrar algunos, son los que llegaron a instalarse en la zona insular de esta región. No existía un pueblo, sólo islas donde se instalaban ranchos de plástico para guardar materiales y pernoctar.



Figura 6. Juan Enrique Mastrantonio. Publicación “Aysén, carta del Mar Nuevo”.

LA COLONIZACIÓN DEFINITIVA Y ESTABILIZACIÓN DE LA LOCALIDAD.



Figura 7. Puerto Gala. XI Región [En línea]. Disponible en: <http://www.fagartravels.com/userfiles/image/canales%20patagoncos%20isla%20atilio%202%20.jpg>

En la actualidad, el Far West Criollo está bastante más dominado, se podría decir casi conquistado, Gala ha cambiado muchísimo. La colonización definitiva y estabilización de estas islas se debe mucho al Padre Ronchi, Misionero Italiano que se dedicó mucho a estos tipos de poblados para que surgieran, impulsó a una vida social con miras a

formar una comunidad. Consideraba que trayendo a las familias, la vida social se normalizaría y prosperaría la zona. El tiempo le dio la razón.

Hubo una voluntad y una épica de fundación, los ranchos de nylon dieron lugar a mejoras construidas mediante subsidio estatal, se logró instalar un circuito de luz eléctrica alimentada por un generador central; lo que hace la vida más cómoda y estable. La construcción de pasarelas (se posan sobre el suelo de roca, fango o agua, creando la calle), de la Iglesia, la escuela-internado y la posta, entre otros, fueron parte de la estrategia de este Padre, él trata de consolidar, de instaurar y lo hace también a través de la Palabra, la palabra a través de la telefonía, instala antenas de radio en muchos lugares, en otras palabras, la conectividad está dada a través de la palabra en las radios, no por un camino físico, palpable. (Ahora podemos decir, tal como sale en Amereida: “el camino, no es el camino”). En 1980 solo eran campamentos y en 1999 se convierte con todas sus leyes en una fundación.

La épica noruega, libro: ‘La Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar de la Patagonia occidental’ pag.16 – (Boris Ibelic, 2005).

“Su territorio ya no es un accidente geográfico y climático inhabitable, pues ha habido una voluntad y una épica de fundación, transformando lo adverso en favorable”

Ciudades de agua – La Localidad de Puerto Gala



Figura 8. Puerto Gala, Guillermo Brinck. 2010

[En línea]. Disponible en: <http://nucleoislas.wordpress.com/tag/puerto-gala/>

RELACIÓN CON EL PROYECTO 'LANCHA BARCAZA CON HIDROALAS PARA LA ACCECIBILIDAD Y CONECTIVIDAD DEL FIORDO COMAO'.

En la localidad de Gala, al igual que la que da origen al proyecto mencionado en el título, se presenta como uno de los principales problemas la conectividad, el aislamiento de los colonos y la discontinuidad de transporte, el cual es únicamente vía marítima. Puerto Gala ha logrado una mejoría, pero en el Fiordo Comao se reconoce una carencia de infraestructura portuaria y de medios de comunicación públicos entre las comunidades y el continente, situación que acrecienta el nivel de aislamiento y conectividad (abandono) de los poblados. Este Proyecto, este tipo de vehículo propone solucionar con el problema de la accesibilidad y conectividad para esta localidad del Fiordo que al igual que puerto Gala surgió a través de un tema marítimo-económico (salmoneras).

CONCLUSIONES

Ahora se puede decir que:

El FAR WEST NORTEAMERICANO

- Es una Conquista de tierras
- Funda entre dos océanos, entre dos aguas.(mar interior)
- Una expansión hacia las aguas. El mar limita.
- Se movilizan en carretas y a caballos, medios terrestres.
- Pernoctan en sus carretas (carpas sobre estructura de madera)



Figura 3. Cruzando el Misisipi Siglo XIX, de Carl Christian Anton Christensen.
[En línea]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Viejo_oeste

El FAR WEST CRIOLLO

- Es una Conquista de aguas, conquista de la Merluza austral.
- Funda desde el mar, se adueñan de la orilla desde las aguas.
- Una expansión desde las aguas *El agua es la conectividad del Mundo. El mar abre.
- Se movilizan en ‘Chalupas’ o ‘Chalupones’ (Término derivado del alemán *Schaluppe*, que significa lancha.), medios acuáticos.
- Pernoctan en Ranchos de Plásticos



Figura 4. Sur de Chile. Autor desconocido.
[En línea]. Disponible en: <http://2.bp.blogspot.com/3250871061f62d85674eb.jpg>

En la comparación anterior se puede apreciar que el *Far West* norteamericano y el *Far West* Criollo no tienen nada en común, pero sí comparten algo muy importante.

¿Cuándo estas instalaciones o posesión de estos lugares se transforman en fundación? Frente a qué circunstancia?

Tanto en el caso chileno y el norteamericano, aparece una voluntad de querer hacer patria, de dar el primer golpe, sin eso no hubieran sido capaces de fundar y dar origen a las ciudades, a conquistar el Far West. Sin esa voluntad y épica de fundación, estos asentamientos hubieran desaparecido.

En la épica moderna, libro: “La Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar de la Patagonia occidental” – pag.20 (Boris Ibelic, 2005) describe que:

“Es necesario abrir y fundar la tierra para que exista suelo, sólo por este giro lo adverso se muda en favorable. Fundar es reconocer, echar los cimientos, dar el golpe inicial, es abrir el lugar a una destinación.”

Ahora, la gran diferencia de estos dos tipos de conquistas, y es por esto que hago esta comparación en el encargo, es el fundar entre aguas y fundar desde las aguas. Y aquí es donde aparece la ciudad de este

encargo, la localidad de agua, que es un agua que hace ciudad, un mar que permite hacer ciudad. Sin ese mar no existiría ciudad.

Friedrich Hölderling, en el Archipiélago (1985), menciona que los griegos vivían dentro de un conjunto de mares (no de islas), siempre el mar es el personaje principal. Le habla al mar, él dice que el mar es el padre, el mar domina todas las demás aguas y que la tierra y las islas son las hijas. También menciona que las ciudades florecen en honor al mar y que solo los pueblos humanamente fundados en el mar serán felices.

Esto de Hölderling expone claramente que hay comenzar a contar la historia, o sea fundar, ya no desde la tierra, sino desde el mar.

El texto de la ‘Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar de la Patagonia occidental - Maritorio’(pag.21)

“Fundar con un solo sentido no es poblar, puede ser un defender o explotar que nos conduce a establecer factorías o campamentos, que meramente son de paso.

El mar de la Patagonia es su suelo: elemento unificador y único acceso posible. Hay que verlo como territorio, fundarlo y habitarlo.”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Video, documental.

‘SUEÑOS DE PESCA’, pescadores artesanales de puerto gala, XI región, Chile. 2008, Núcleo de Investigación de la Realidad Insular de la Universidad Academia de Humanismo Cristiano.

<http://www.youtube.com/watch?v=lt2lihc3qu0>

Página de internet.

Información general sobre Far West

http://es.wikipedia.org/wiki/Viejo_oeste

Páginas de internet.

Información del Padre Ronchi y su Influencia en Puerto Gala

<http://www.fundacionronchi.cl>

<http://www.fundacionronchi.cl/localidades.htm>

<http://www.misioneros.cl/reportajes2.htm>

Página de internet.

Información general de Puerto Gala

<http://nucleoisl.wordpress.com/tag/puerto-gala/>

http://www.academia.cl/carr_09/antropologia/insular/islatoto.html

Documento Online

Testimonios de lugareños (Tesis del ‘Núcleo de Investigación de la realidad Insular de la Universidad Academia de Humanismo Cristiano’, 2006. <http://www.scribd.com/doc/34825460/ponenciamercanciagalaapiao>

Libro

Balcells, Ignacio (1988)

‘Aysén, carta del Mar Nuevo.’

Libro

Godofredo Iommi, Alberto Cruz, Fabio Cruz entre otros (1967) ‘Amereida’. Valparaíso.

<http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Casiopea>

Libro

Ivelic Boris. (2005)

‘La embarcación Amereida y la épica de fundar el mar de la Patagonia occidental’. Valparaíso. Ediciones Universitarias de Valparaíso.

Diccionario Online

Chalupa- Schaluppe

<http://definicion.dictionarist.com/Schaluppe>

Atlas

Atlas Hidrográfico de Chile. 6ta Edición 2001, cartas de navegación.

Servicio hidrográfico y oceanográfico la Armada de Chile.

Nº8500 CANALES PUYUGUAPI Y JACAF

www.shoa.cl

Poema

Hölderling, Friedrich. (1985)

El Archipiélago/ Der Archipelagus. Madrid. Alianza

Libro, Tesis de Magister

Reyes, Jaime (2009)

‘Chile es un archipiélago’

† Lancha rápida con perfiles hidrodinámicos

ANEXO 4: REFERENTE AL MODELO HIDROFOIL

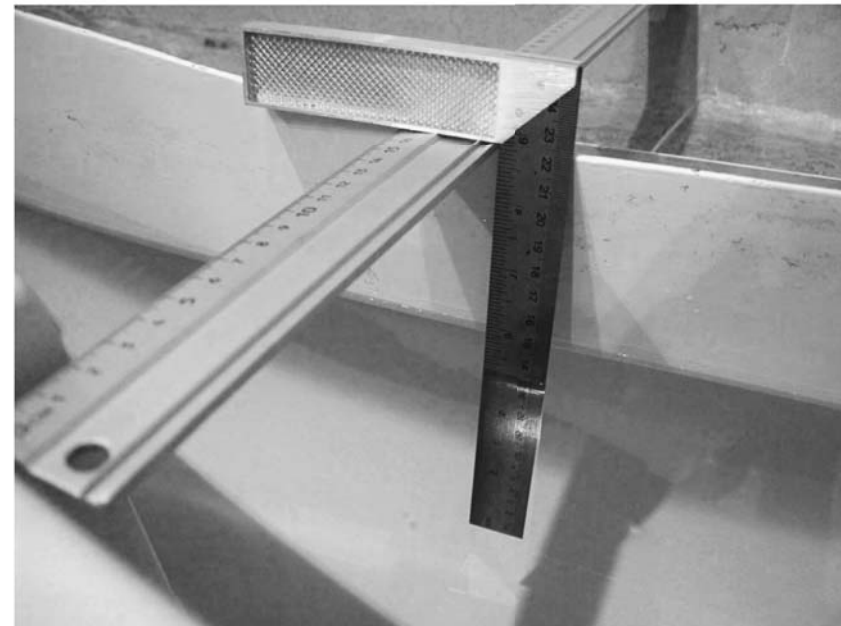
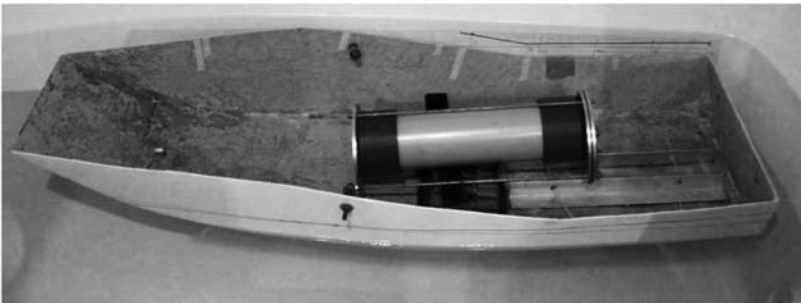
- Línea de flotación del modelo
- Proposición y construcción de soporte de perfiles hidrodinámicos modelo
- Proposición y construcción de carcasa o superestructura aerodinámica.
- Cálculo superficie mojada de casco y perfiles hidrodinámicos

DEFINICIÓN DE LINEA DE FLOTACIÓN DEL CASCO DEL MODELO CON PERFILES HIDRODINÁMICOS

Para definir el ángulo de ataque se necesita dar ese ángulo con respecto a algo, anteriormente era a través del sistema de coordenadas que se elimino por ser muy pesado. Para ello se pensó en la línea de flotación, la cual se midió y se trazó en el casco del modelo, luego se dibujaron paralelas a ella.

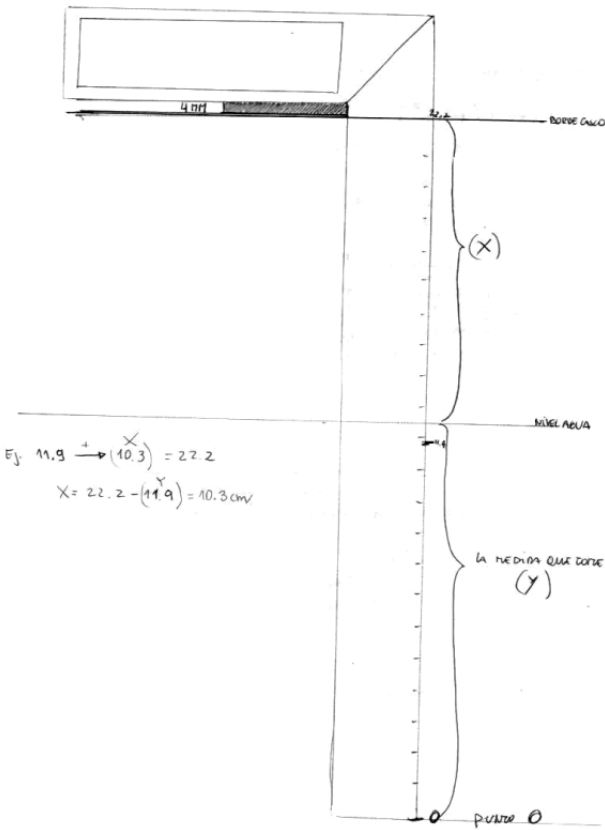
Objetivo:

- Buscar el **nivel de flotación** en el modelo, buscar mi horizonte, mi punto o línea de referencia para poder posicionar correctamente los perfiles aleares en el modelo.
- Procedimiento: Se hicieron distintas pruebas en una bañera con agua, con el modelo cargado y sin carga.

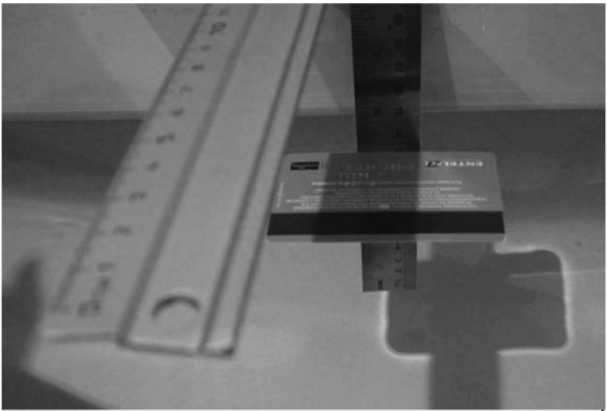
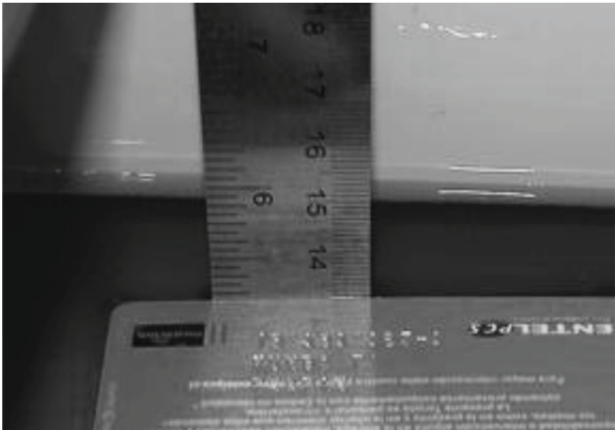


1ª prueba A

Se tomaron 8 puntos del modelo y se midió la distancia desde la superficie del agua hasta el borde superior del casco (x) , luego se volvió a medir pero esta vez desde la superficie del agua hasta el punto 0 de la regla-escuadra.

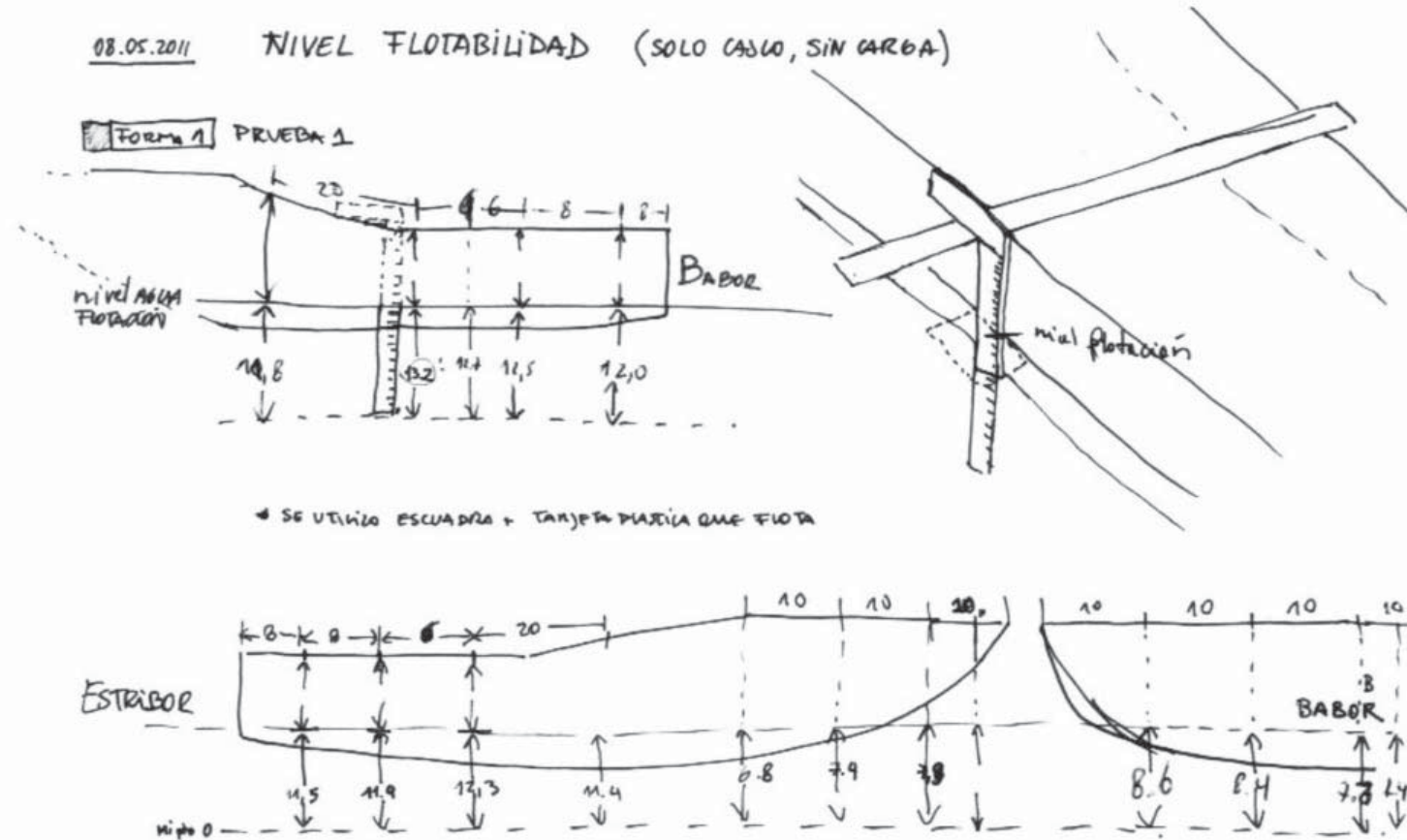


* Esa suma entre X+Y debería dar 22,2
(medida de la regla a la altura del borde del casco)



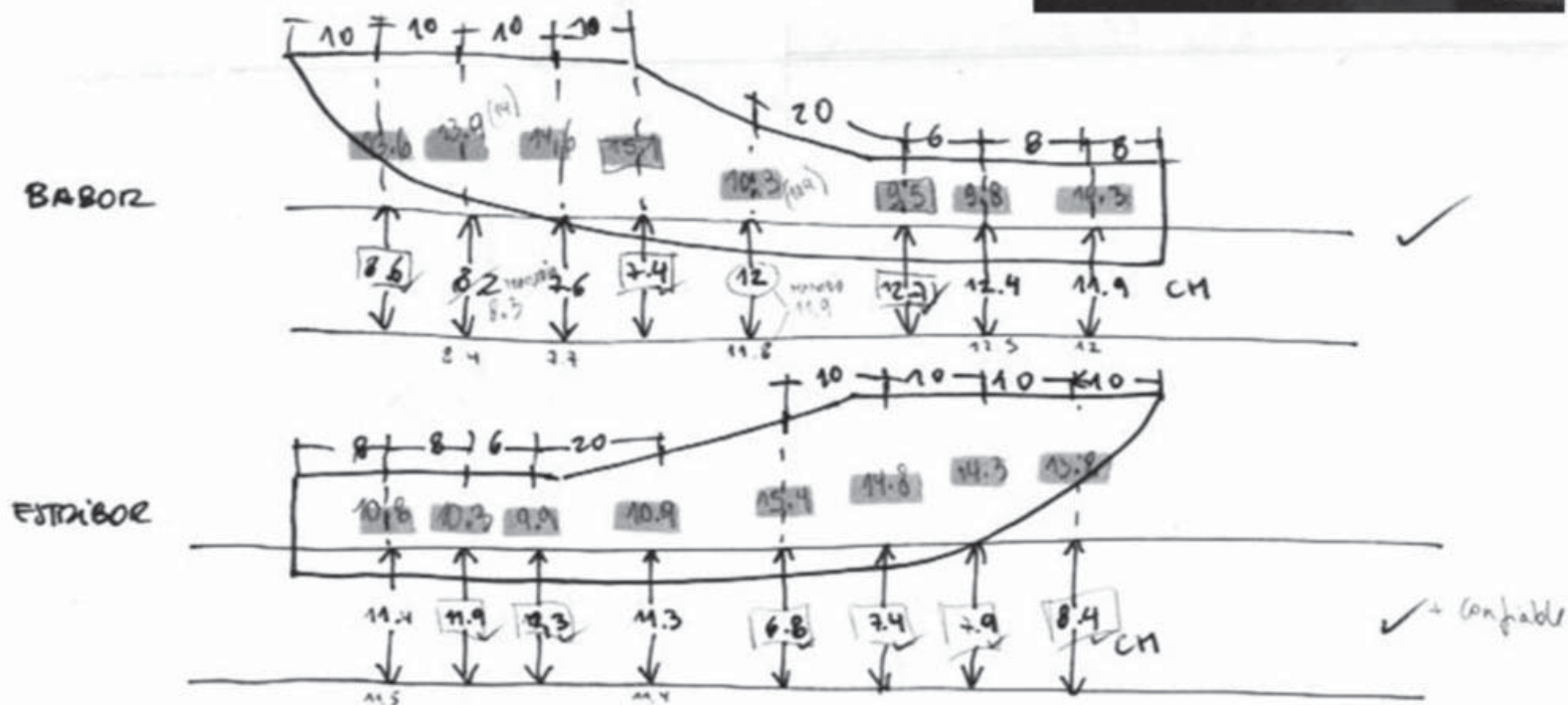
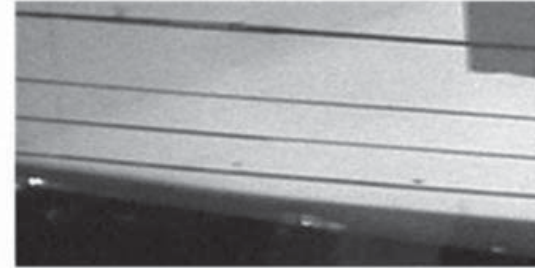
Como costaba mucho ver en la regla la medida del nivel del agua, opte por ayudarme con una tarjeta plástica que flotara.

❑ Prueba 1A y su resultado



□ Prueba 2 A y su resultado

FORMA 1 PRUEBA 2



* De las pruebas que se hicieron, estribor siempre tuvo mayores coincidencias, mejores resultados....., después de hacer estas pruebas se trazo la línea de flotación y algunas líneas paralelas a ella.

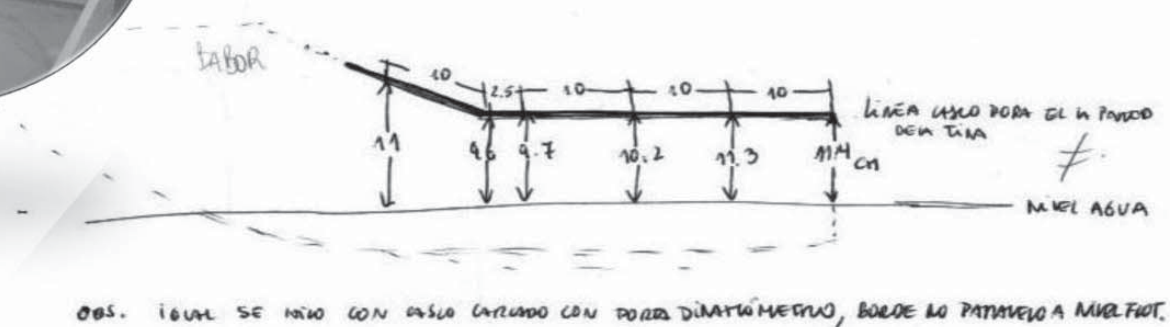
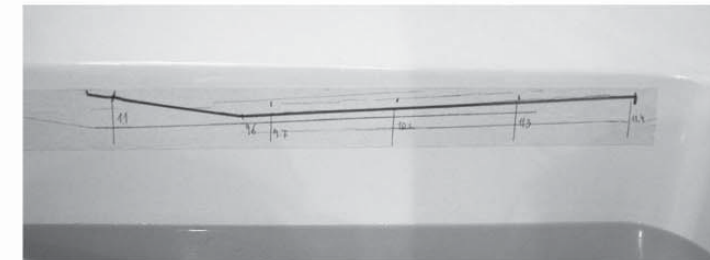
❑ Prueba 1 B

Para rectificar que la línea de flotación y sus líneas paralelas trazadas en el casco estuvieran correctas, se utilizó una caja plástica con bordes rectos que flotara a nivel de superficie del agua. Luego se apoyó sutilmente contra el casco y cómo resultante, el borde de la caja plástica coincidió con una de las líneas trazadas paralela a mi línea de flotación inicial.

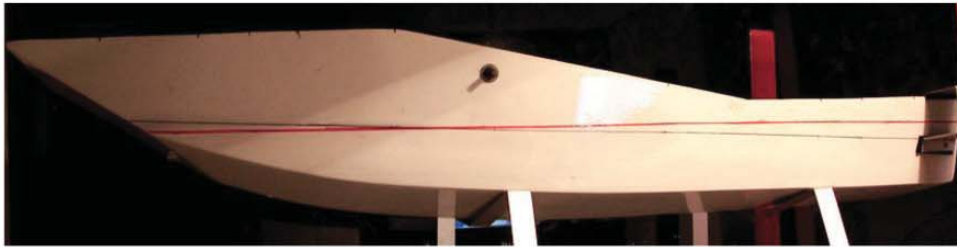
* Al estar realizando esta prueba fue notorio que el borde más horizontal del casco en la popa **NO es paralelo a la línea de flotación** como lo indica los planos heredados del modelo.



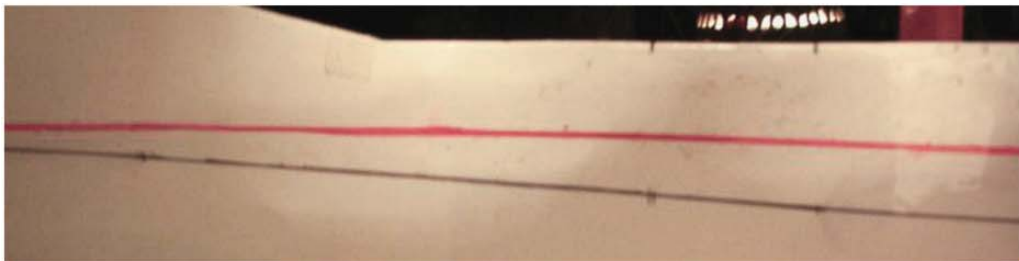
Y para verificar que el borde más horizontal del casco en la popa **NO es paralelo a la línea de flotación** como lo muestra los planos, se marcó la línea del casco en la pared de la bañera y luego se midió esa línea hasta el nivel de agua.



Luego se hizo lo mismo pero con peso, con el dinamómetro en su posición en que se venía trabajando, pero resultó que con ese peso mi línea de flotación cambia completamente, ni siquiera queda paralela.

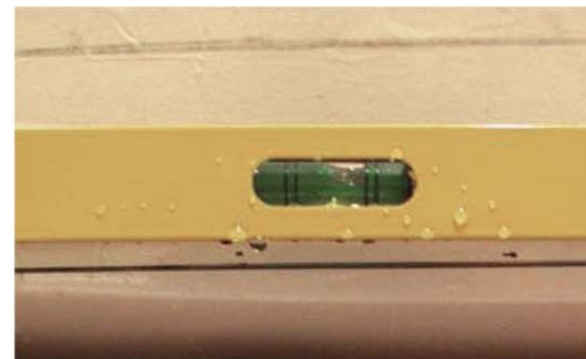
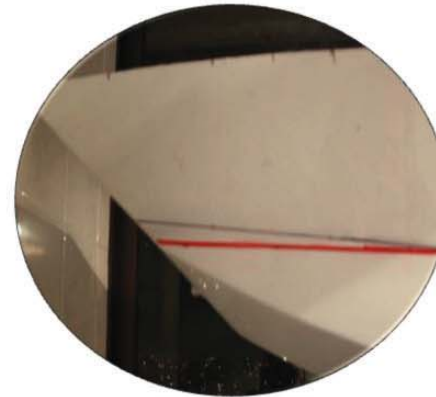


Hay bastante diferencia entre mi nivel de flotación cargado y no, pero esto tiene que ver más con la distribución adecuada del peso.

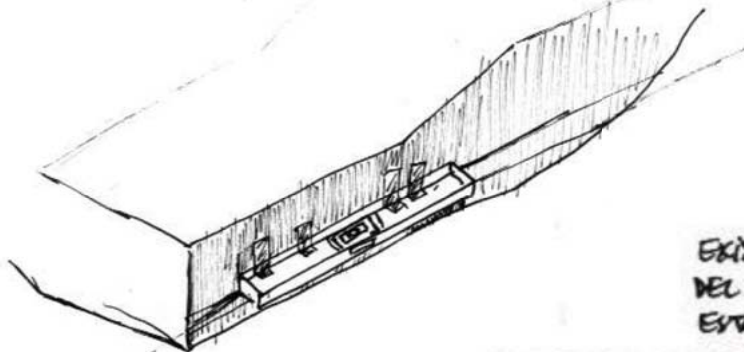
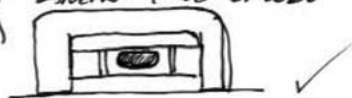


Cual será la distribución de carga adecuada para que se conserve mi línea de flotación o su paralela?

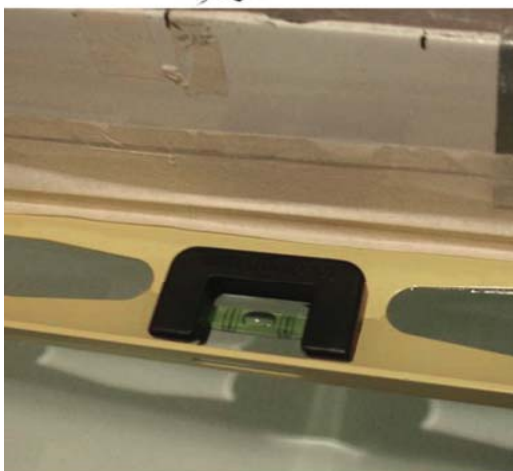
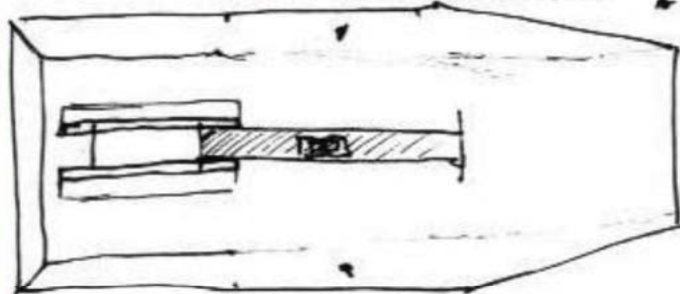
Pero en todo caso la línea de flotación obtenida es la del casco solo, sin pesos externos que interfieran.



PARA RECTIFICAR LAS LINEAS TRAZADAS EN EL CASCO SE "PEGO NIVEL" EN UNA DE LAS LINEAS TRAZADAS, LUEGO SE LLEVO MODELO A "BAÑERA" Y SE OPERO QUE ESTABA TOTALMENTE NIVELADO (BURBUJA CENTRADA)



EXISTE UNA POSICIÓN DE "NIVEL" EN EL FONDO DEL CASCO EN EL CUAL QUEDA NIVELADO AL ESTAR FLOTANDO EL CASCO. * ESTÁ MARCANDO EN MODELO

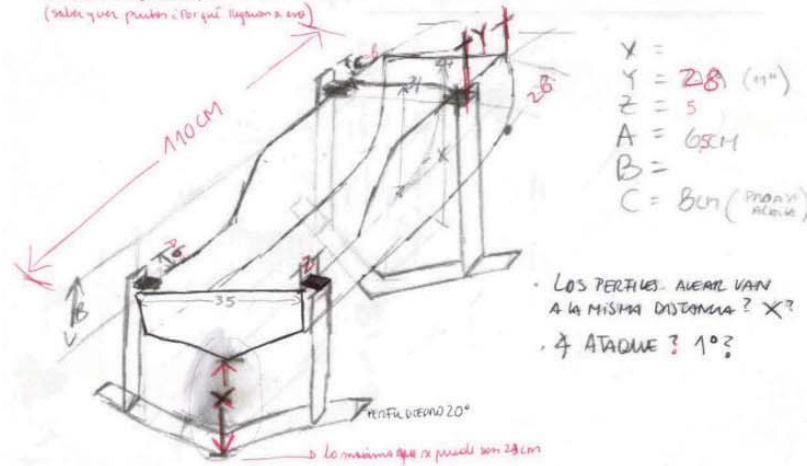


PROPOSICIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE SOPORTE DE PERFIL ALAR EN MODELO

1. MEDIDAS

MECENITO MEDIDA X
(valer que puntos a los que lleguen a eso)

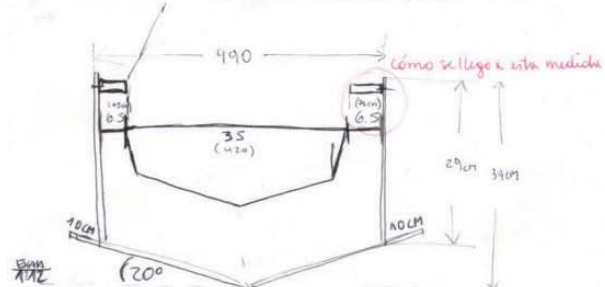
15/09/2011



X =
Y = 28 (mm)
Z = 5
A = 65cm
B =
C = 8cm (propio alar)

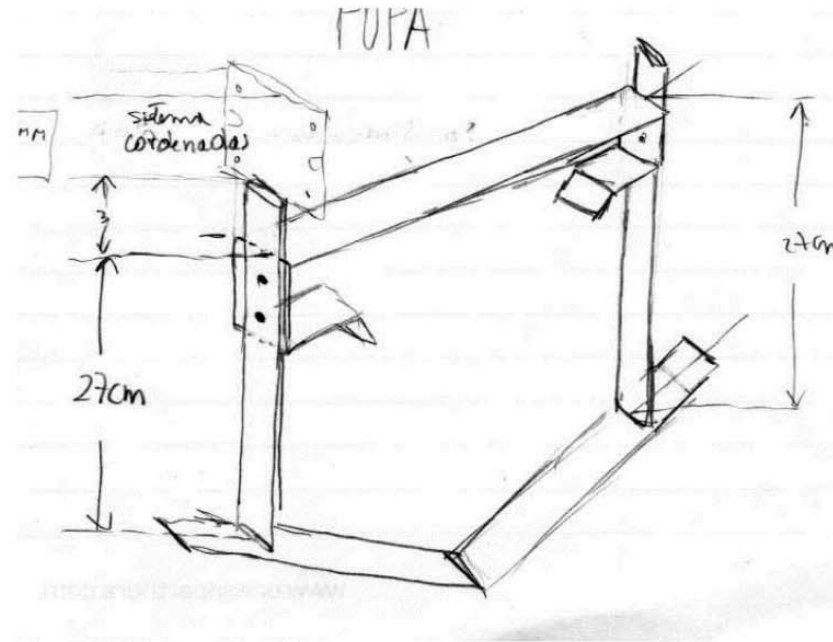
LOS PERFILES ALAR VAN
A LA MISMA DISTANCIA X?
¿ATAQUE? 1°?

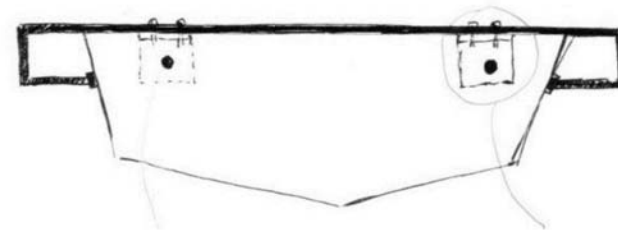
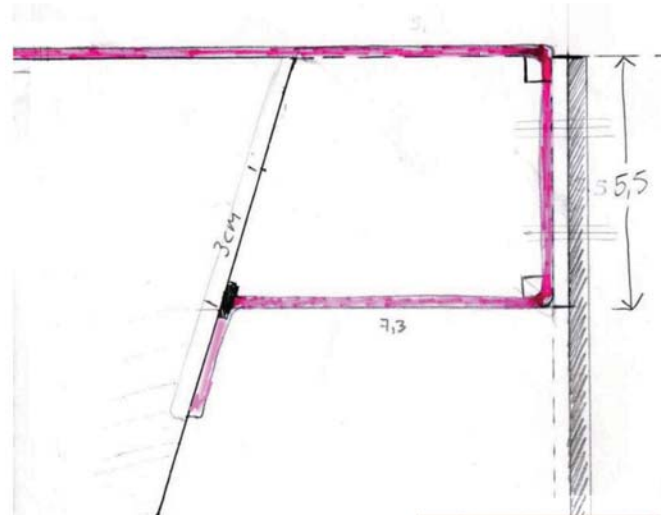
Lo máximo que se puede ser 28cm

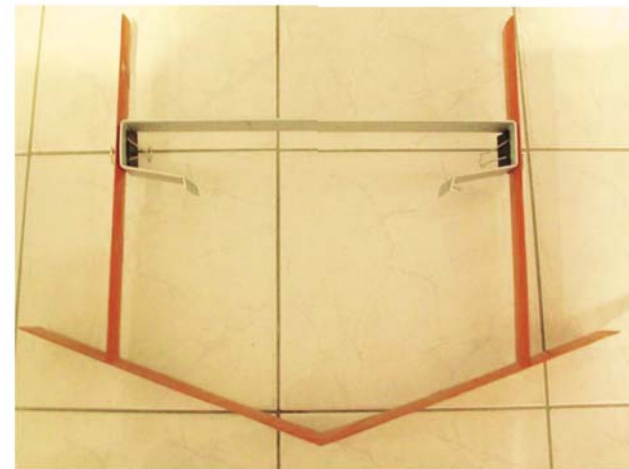


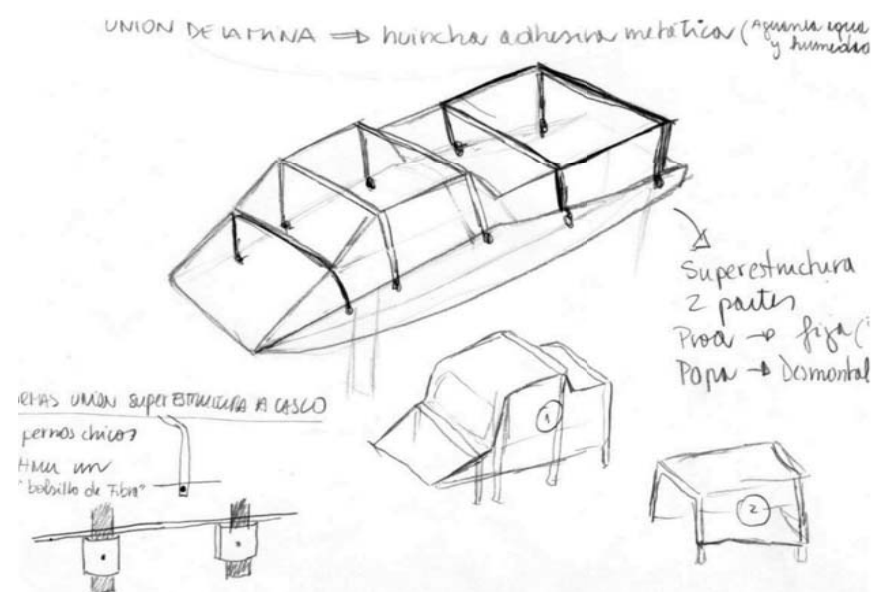
35cm - 420cm = 4.20 mtr (ancho popa) - RANCHA
110cm - 1320cm = 12.20 mtr (ESLORA)

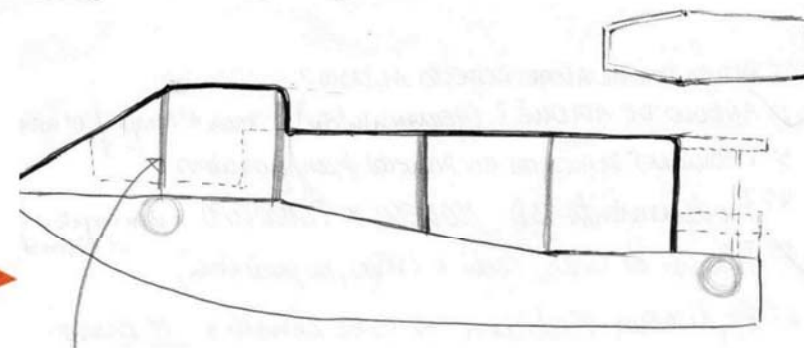
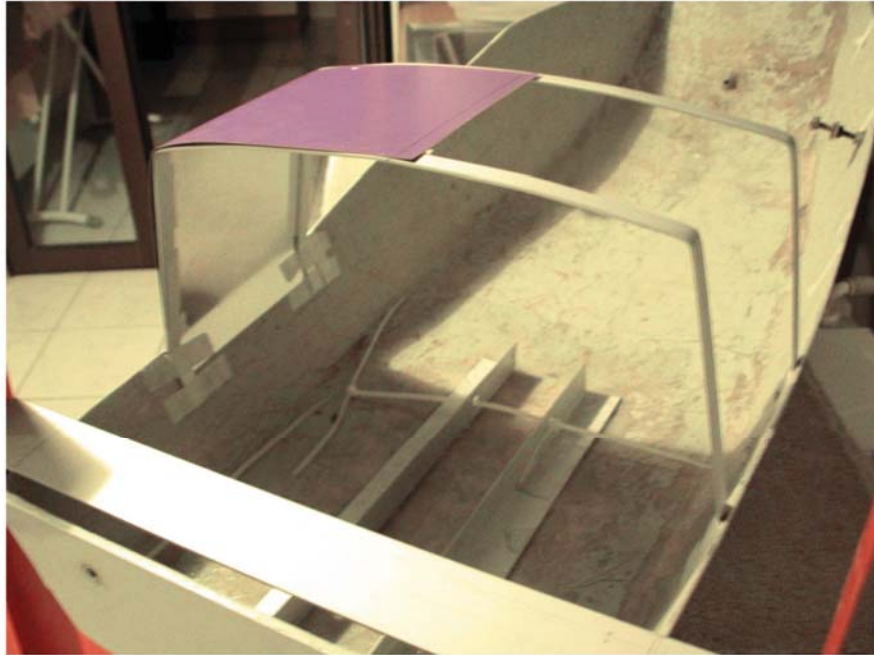
PEÑO MODELO 8 kg / PEÑO REAL EMBARCAÇÃO: 15 kg (peso del cubo)
Aceleración 12









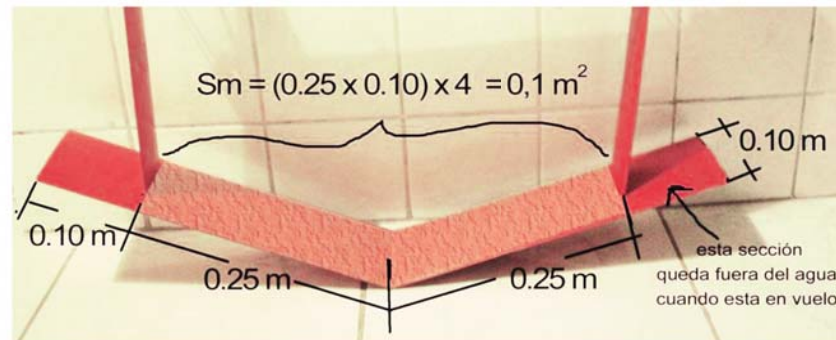


CALCULO SUPERFICIE MOJADA

1. DE PERFILES DEL MODELO (estado Vuelo)

Es de suma importancia conocer el valor de la superficie mojada (S_m) de la embarcación en vuelo, es decir la superficie mojada de los perfiles alares. Esta medida se utiliza en la tabla de cálculo Excel para calcular la potencia efectiva del prototipo.

La suma de toda el área que está en contacto con el agua cuando la embarcación está en vuelo. Esto quiere decir que se tiene que considerar tanto la superficie de abajo y de arriba de los perfiles.



S_m de un perfil es de 0,1 m^2 .

Y como son dos perfiles la **S_m total es de 0,2 m^2** para el modelo en vuelo.

2. DE CASCO DEL MODELO (estado Flotación)

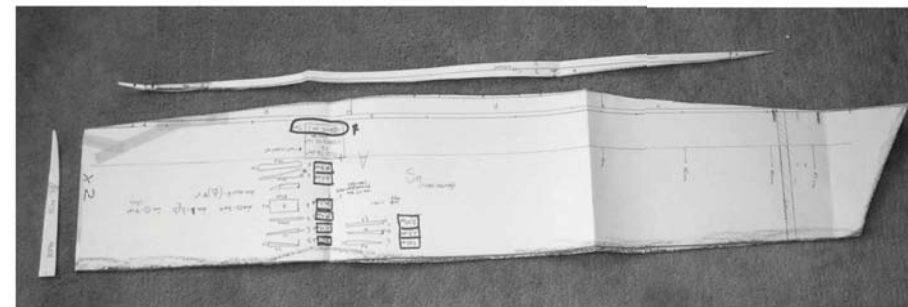
Para obtener la S_m cuando el casco está flotando se sacaron plantillas de papel, desde la línea de flotación hacia abajo, o sea todo lo que está en contacto con el agua.

$$A = \frac{b \cdot a}{2}$$

Luego a través de trazados en las plantillas (formando rectángulos y triángulos de ángulo 90°) se midió su área.

Área de un rectángulo: $A = a \cdot b$ base por la altura

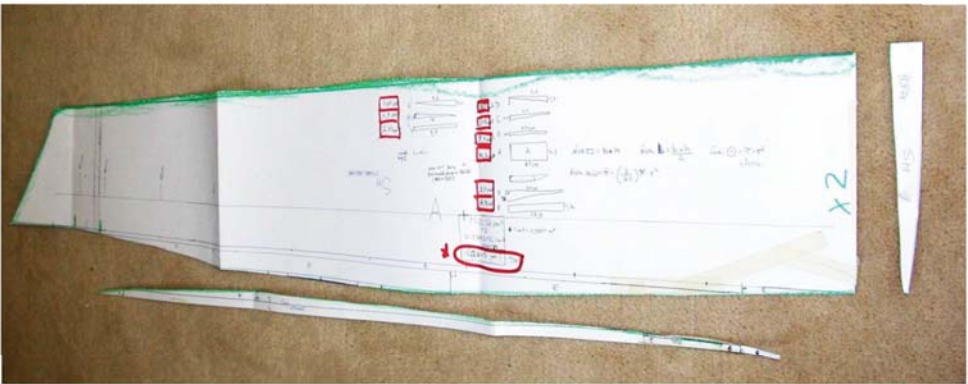
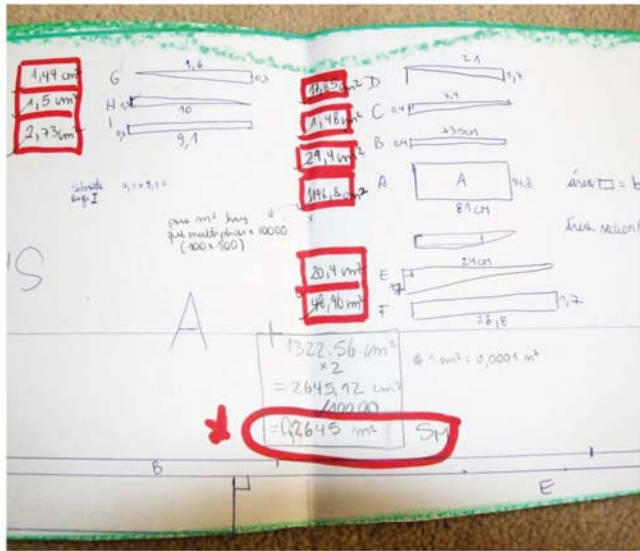
Área de un triángulo recto: base x la altura dividido por dos



La S_m para el casco es de $0,265 \text{ m}^2$ cuando el casco modelo no está cargado, ahora cuando se le agrega el peso de los perfiles, más el dinamómetro, carcasa y lastre, o sea con $8,6 \text{ kg}$, la S_m es de $0,3 \text{ m}^2$.

S_m es de $0,265 \text{ m}^2$ sin carga (solo propio peso casco)

S_m es de $0,3 \text{ m}^2$ con peso total de $8,6 \text{ kg}$



† Lancha rápida con perfiles hidrodinámicos

ANEXO 5: FICHAS TÉCNICAS, FOLLETOS Y COTIZACIONES

- Motores combustion diesel
- Generadores portatiles diesel
- Sistemas tratamientos aguas grises/negras
- Centrales, cilindros y bombas hidraulicos

† Lancha rápida con perfiles hidrodinámicos

Technical Data D9-500

Rating 4/5

General

4-stroke direct injected, turbocharged and aftercooled diesel engine

Number of cylinders		6
No of valves		24
Displacement, total	litres in³	9,36 571,4
Firing order		1-5-3-6-2-4
Rotational direction, viewed from the front		Clockwise
Bore	mm in	120 4,72
Stroke	mm in	138 5,43
Compression ratio		17,4 : 1
Max installed forward inclination:	°	0
Max installed backward inclination:	°	6
Max. intermittent forward tilt while running:	°	10
Max. intermittent backward tilt while running:	°	12
Idling speed	rpm	550 (- 50 / + 200)
Rated speed	rpm	2600
Recommended WOT range	rpm	2400-2650
Dry weight engine BT	kg lb	1075 2370

Performance	Rating	r/min	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
Crankshaft power 1), 5)	5	kW hp	67 91,12	114 155	178 242,1	239 325	274 372,6	307 417,5	342 465,1	368 500,5	368 500,5	367,6 500
Propeller shaft power 1) (At full load)	5	kW hp	64,99 88,39	110,6 150,4	172,7 234,8	231,8 315,3	265,8 361,5	297,8 405	331,7 451,2	357 485,5	357 485,5	356,6 485
Propellershaft power at prop.load x ^{2,5}	5	kW hp	19 25	33 44	52 70	76 103	106 144	142 193	185 252	235 319	292 397	357 485
Torque at crankshaft 2)	5	Nm lbf ft	799,8 590	1089 803	1416 1045	1630 1206	1635 1206	1629 1201	1633 1204	1597 1178	1464 1080	1350 996
Mean piston speed		m/s ft/s	3,7 12,1	4,6 15,1	5,5 18,1	6,4 21,1	7,4 24,1	8,3 27,2	9,2 30,2	10,1 33,2	11,0 36,2	12,0 39,2
Effective mean pressure 2)	5	MPa psi	1,07 155,7	1,46 211,9	1,90 275,7	2,19 317,3	2,19 318,3	2,19 317,0	2,19 317,8	2,14 310,9	1,96 285,0	1,81 262,8
Max combustion pressure 2)	5	MPa psi	11,6 1682	13,1 1900	16,8 2437	19 2756	19,7 2857	19,5 2828	19,7 2857	19,8 2872	19,7 2857	19,4 2814

Lubricating system

Specific lubricating oil consumption.		g/kWh	0,1
Max oil volume excluding filters	0	litres US gal	26 6,87
Min oil volume excluding filters	0	litres US gal	22 5,81
Max oil volume excluding filters	4°	litres US gal	21 5,55
Min oil volume excluding filters	4°	litres US gal	17 4,49
Max oil volume excluding filters	6°	litres US gal	19 5,02
Min oil volume excluding filters	6°	litres US gal	15 3,96

- 1) ISO 3046, fuel temp 40°C.
ISO 8665 (=SAE J 1228=ICOMIA 28-83)
2) At power according to 1).
3) If reverse gear is used, 4% in heat rejection will be added for its oil cooler.
4) Acc. to ISO 3744
5) At max permitted back pressure

**VOLVO
PENTA**

AB Volvo Penta
SE-405 08 Göteborg, Sweden
www.volvopenta.com

12-2011. © 2011

Technical Data D9-500

Rating 4/5

Fuel system	Rating	r/min	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
Specific fuel consumption 2)	5	g/kWh lb/hph	255,6 0,414	241,7 0,392	226,9 0,368	210,9 0,342	199,6 0,323	196 0,318	198,6 0,322	202,8 0,329	207,8 0,337	214,3 0,347
Fuel consumption at prop. load x ^{2,5}	5	l/h US gal/h	6,005 1,6	9,826 2,6	14,64 3,9	20,73 5,5	28,82 7,6	37,37 9,9	48,22 12,7	60,96 16,1	76,92 20,3	94,05 24,8
Fuel consumption at full load	5	l/h US gal/h	20,46 5,4	32,92 8,7	48,26 12,7	60,23 15,9	65,35 17,3	71,9 19,0	81,16 21,4	89,17 23,6	91,37 24,1	94,14 24,9

Intake and exhaust system	Rating	r/min	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
Specific exhaust heating effect in percent of crankshaft power		%	64,18	73,68	74,72	68,2	64,96	65,8	68,71	73,37	75,82	76,7
Exhaust temperature at the exhaust pipe connecting flange after the turbo charger.	5	°C °F	456 853	564 1047	605 1121	555 1031	489 912	455 851	440 824	442 828	437 819	429 804
Permitted back pressure in the exhaust line at rated speed. (Installed back pressure)		kPa psi							Max		15 2,2	
Engine air consumption at 25°C / 77°F atmospheric pressure 100kPa and relative humidity 30%.	5	m³/min cu.ft./min	4,117 145,4	6,25 220,7	9,233 326,1	12,57 443,8	16 565	19,82 699,8	24,1 851,1	27,67 977	29 1024	29,92 1056
Turbo charge pressure.	5	kPa psi	23 3,3	51 7,4	88 12,8	120 17,4	143 20,7	169 24,5	196 28,4	212 30,7	205 29,7	197 28,6
Exhaust gas flow	5	m³/min cu.ft./min	11 388,5	19,22 678,6	29,45 1040	37,07 1309	42,13 1488	48,42 1710	55,6 1963	62,12 2194	63,87 2255	64,7 2285

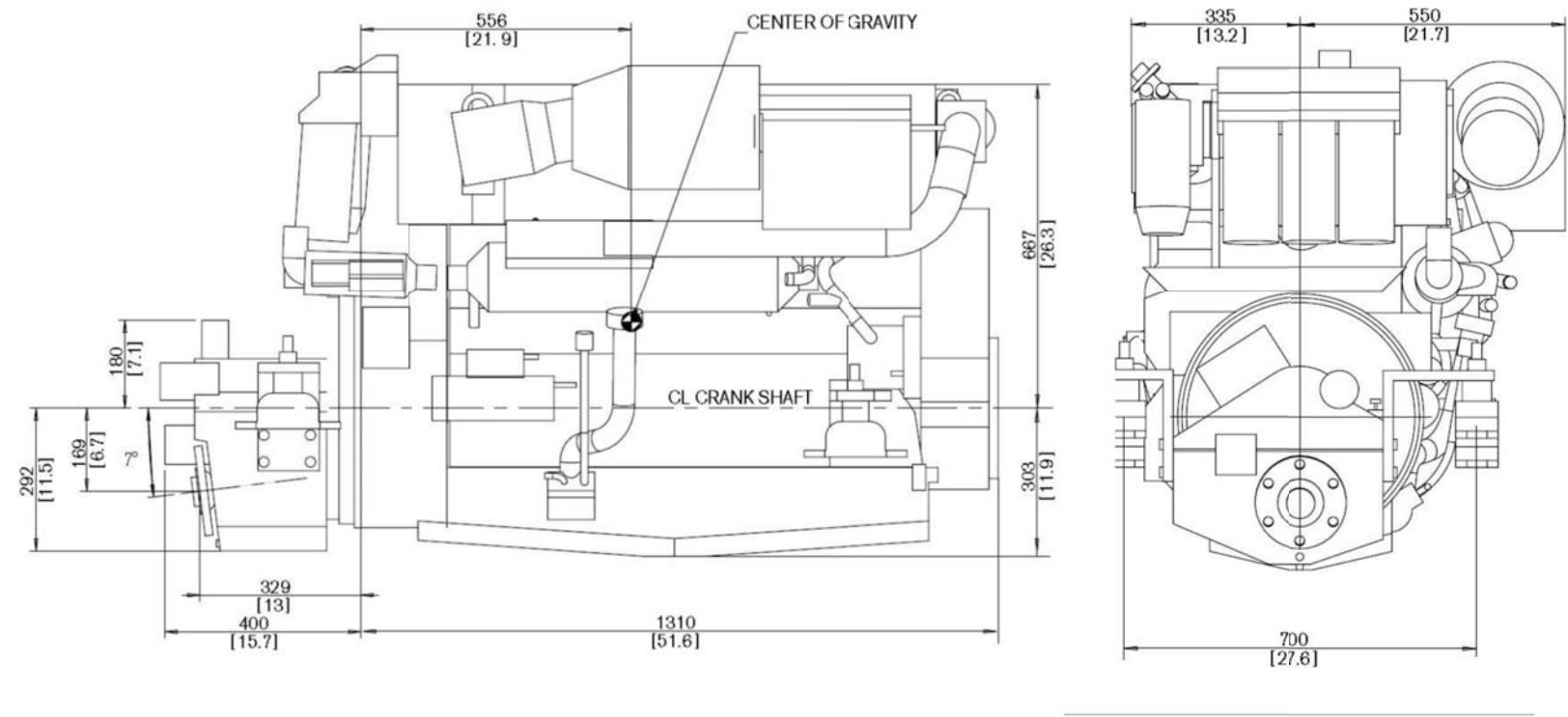
Cooling system	Rating	r/min	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
Sea water pump flow.		m³/h foot³/h	5,4 191	6,6 233	8,1 286	9,3 328	10,8 381	12,3 434	13,5 477	15,0 530	16,2 572	17,4 614
Fresh water circulation pump flow		m³/h foot³/h	14,0 494	18,2 643	22,5 795	26,5 936	30,8 1088	34,7 1225	38,7 1367	43,0 1519	46,8 1653	51,0 1801
Max permissible temperature on fresh water circulation outlet from the engine		°C °F					96 205					
Coolant content engine, incl. heat exchangers and air cooler		litres U.S. gal.					39 10,30					
Maximum additional coolant for cabin heater etc. with std expansion tank		litres U.S. gal.					40 10,57					
Thermostat, start open at		°C °F					86 187					
Thermostat, fully open at		°C °F					96 205					

Emissions	Rating	r/min	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
Smoke at prop. load x ^{2,5}	5	*BSU	0,0	0,1	0,1	0,2	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,3
Noise at prop. load x ^{2,5} 4)	5	dBA	106	107,4	108,7	109,5	110,4	111,6	113,3	114,7	116,4	119,6

*NB.1 BSU are calculated values. Measured values are acc. to ISO 10054 in FSN units

- 1) ISO 3046, fuel temp 40°C.
ISO 8665 (=SAE J 1228=ICOMIA 28-83)
2) At power according to 1).
3) If reverse gear is used, 4% in heat rejection will be added for its oil cooler.
4) Acc. to ISO 3744
5) At max permitted back pressure

Dimensiones motor Volvo Penda D9-500HP





QSC8.3
QUANTUM SERIES ENGINE

Features

Fuel System: Cummins High-Pressure Common-Rail; handed spin-on engine mounted fuel filter

Lubrication System: Handed spin-on engine mounted lube filter, cast aluminum oil pan

Electrical System: 12-volt and 24-volt systems available

Coolant System: Sea water heat exchanger cooling system

Emissions: EPA Tier 2, IMO, and RCD certified, EIAPP and RRR certificate options available

Engine Overview

Unmatched performance from industry-leading power density on this four-valve-per-cylinder engine

Increased durability from innovative engine design characteristics

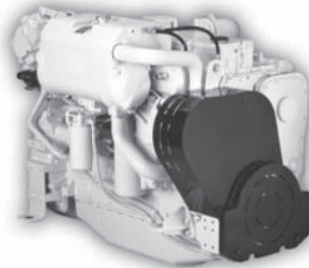
Improved fuel economy and sociability from the high-pressure common-rail fuel system

Maximize vessel performance and access comprehensive vessel diagnostic information via SmartCraft® electronics

Peace of mind delivered by the Cummins Captain's Briefing and global service network

Engine Specifications

Configuration	In-line 6-cylinder, 4-stroke diesel
Bore & Stroke	114 mm x 135 mm (4.49 in x 5.31 in)
Displacement	8.3 L (505 in³)
Aspiration	Turbocharged / Aftercooled
Rotation	Counterclockwise facing flywheel



Power Ratings

Rating	HO/ID	HO	HO/GS
Metric hp	500	550	600
bhp	493	543	593
KW	368	405	442
Rated rpm	2600	3000	3000
Max Torque ft-lbs	1327	1327	1327
Max Torque N-m	1799	1799	1799
rpm @ max torque	1800	1800	1800

Ratings and specifications subject to change without notice. Not responsible for typographical errors.

QSC8.3 QUANTUM SERIES ENGINE

Fuel Consumption (Prop Curve)

Rating	QSC8.3-500 ID/HO				QS8.3-550 HO				QSC8.3-600 HO/GS			
rpm	2600	2400	2200	2000	3000	2800	2600	2400	3000	2800	2600	2400
KW	368	367	366	353	405	404	399	221	442	428	418	410
l/hr	96.1	76.1	59.4	46.2	112.8	87.7	73.1	56.8	123.1	96.1	76.9	61.9
bhp	493	493	490	474	543	541	535	530	593	573	561	549
gal/hr	25.4	20.1	15.7	12.2	29.8	23.2	19.3	15.0	32.5	25.4	20.3	16.4

Fuel consumption data represents performance along a 2.7 fixed pitch propeller curve (for HO, ID, MCD, 3.0 for HO and CON ratings). Fuel consumption is based on fuel of 35° API gravity at 16°C (60°F) having an LHV of 42, 780 KJ/KG (18,390 BTU/lb) when used at 29°C (85°F) and weighing 838.9 g/liter (7.001 lb/US gal). Observed horsepower is certified within ±5% of rated horsepower. Consult your local Cummins professional for further information.

Engine Dimensions

Length		Width		Height		Weight (Dry)*	
mm	in	mm	in	mm	in	kg	lb
1174	46.2	839	33	962	38.7	896	1975

*Does not include exhaust connection. Weights vary by rating.

Available Accessories

Engine Controls: Digital Throttle and Shift; Electronic Throttle and Shift (ETS) and optional potentiometer for mechanical controls

Instrumentation: SmartCraft® 2.2 digital displays and/or analog gauges provide data on engine speed, oil pressure, engine load and more

Vessel System Integration: SmartCraft® 2.2 monitors fluid level, vessel range, depth, vessel speed, rudder position, temperatures and more



Ratings Definitions

Intermittent (ID): Intended for intermittent use in variable load applications, where full power is limited to two hours out of every eight hours of operation. Also, reduced power operation must be at or below cruise rpm, which is 200 rpm below the maximum rated speed. This rating is for applications operating less than 1500 hours per year.

Government Service (GS): Intended for infrequent use in variable load applications, where full power is limited to one hour out of every eight hours of operation. Also, reduced power operation must be at or below cruise speed (rpm). Cruise speed (rpm) is dependent on the engine rated speed (rpm). Refer to Table 1 below. For applications operating less than 500 hours per year. Engines with this rating are restricted to non-revenue generating government service propulsion applications. It is not to be used in any revenue generating commercial applications, nor is it to be used in recreational/pleasure applications

High Output (HO): Intended for infrequent use in variable load applications, where full power is limited to one hour out of every eight hours of operation. Also, reduced power operation must be at or below cruise speed (rpm). Cruise speed (rpm) is dependent on the engine rated speed (rpm). Refer to Table 1 below. For applications operating less than 500 hours per year. Engines with this rating are intended for powering recreational/pleasure use vessels only. Commercial use is defined as any work or employment related use of the product, or any use of the product which generates income, for any part of the warranty period, even if the product is only occasionally used for such purposes.

Rating Conditions: Declared power ratings are based upon ISO 15550 reference conditions/ air pressure of 100kPa (29.612 in Hg) air temperature of 25° C (77°F) and 30% relative humidity. Propeller Shaft Power represents the net power available after typical reverse/reduction gear losses and is 97% of rated power. Power rated in accordance with IMCI procedures.

Table 1.	
Rated Speed	Cruise Speed (reduction from rated)
2000 to 2800 rpm	200 rpm
2801 to 3000 rpm	300 rpm
3001 to 4000 rpm	400 rpm

Ratings and specifications subject to change without notice. Not responsible for typographical errors.



Cummins Inc.
4500 Leeds Avenue - Suite 301
Charleston, SC 29405-6539
U.S.A.

©2012 Cummins Inc.

CHIEF ENGINEER.

General Engine Data

TBD= To Be Determined N/A = Not Applicable N.A. = Not Available

¹ Unless otherwise specified, all data is at rated power conditions and can vary ± 3%.

² No rear loads can be applied when the FTFO is fully loaded. Max PTO torque is contingent on torsional analysis results for the specific drive system. Consult Installation Direction Booklet for Limitations.

³ Heat rejection to coolant values are based on 80% water/90% ethylene glycol mix and do NOT include fouling factors. If sourcing your own cooler, a service fouling factor should be applied according to the cooler manufacturer's recommendation.

⁴ Consult option notes for flow specifications of optional Cummins seawater pumps, if applicable.

⁵ May not be at rated load and speed. Maximum heat rejection may occur at other than rated conditions.

All Data is Subject to Change Without Notice - Consult the following Cummins intranet site for most recent data:

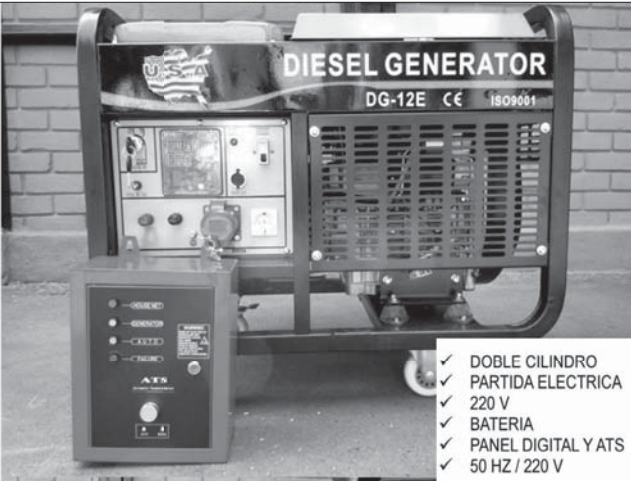
N.A. = Not Available

<http://icmdmarine.com/>

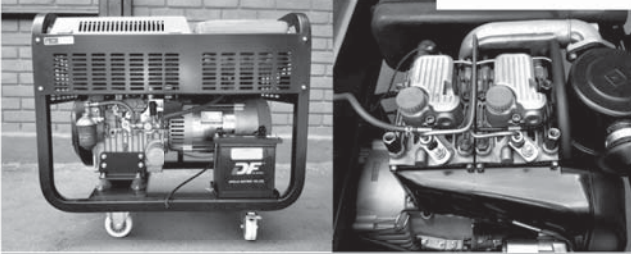


GENERADOR MOTOR DIESEL
DG-12E ; 11 KW

MARCA	U.S.A MACHINERY Co.
MODELO	DG-12E
AC FRECUENCIA (Hz)	50
AC VOLTAJE DE SALIDA (V)	220
AUT (AMP)	50
PRIME (KW)	10
STAND BY (KW)	11
FACTOR DE POTENCIA	1
MODELO MOTOR	290
PARTIDA	ELECTRICA
MOTOR	
DESPLAZAMIENTO (CC)	954
VELOCIDAD MOTOR (Rpm)	3000
CAPACIDAD ACEITE (L)	1,5
CAPACIDAD TANQUE COMBUSTIBLE (L)	25
MOTOR (Hp)	20
CONSUMO MAX (L / H)	5
PESO NETO (Kg)	160
DIMENSIONES	880x600x660
A POTENCIA PROMEDIO 8 HORAS AUTONOMIA CONSUMO 3.1 L/H	



- ✓ DOBLE CILINDRO
- ✓ PARTIDA ELECTRICA
- ✓ 220 V
- ✓ BATERIA
- ✓ PANEL DIGITAL Y ATS
- ✓ 50 HZ / 220 V



DIVERMAQ LTDA.

COMPAÑIA #4270, QUINTA NORMAL, SANTIAGO
MESA CENTRAL: 56-02-947 93 33
EMAIL: INFO@DIVERMAQ.CL





LECTRA/SAN[®] LST/MC[™]

Smallest, most popular U.S. Coast Guard certified Type I Marine Sanitation Device for environmentally friendly treatment of waste and legal overboard discharge on inspected and uninspected vessels up to 65 feet.

Benefits

- Microprocessor control (MC) monitors conditions inside the treatment unit and automatically informs users of changes in water conditions
- One-step activation with toilet switch or LST/MC™ touch pad automatically activates toilet and treatment system
- Light sequence on the Control Indicator Panel indicates system functions and changes in salt and voltage conditions
- Generates its own natural disinfectant from salt water
- Coated electrodes use salt water to kill bacteria and viruses without adding harmful chemicals to the sea
- Discharges with treatment levels that are safe for environmentally sensitive areas
- Eliminates the need for bulky holding tanks in areas that have not been declared No Discharge Zones by the U.S. EPA
- Treats each flush as waste is generated
- Can be used with two marine toilets
- Easy to install
- Can be used with both manual and electric toilets
- Each unit is assembled by hand, individually tested and backed by Raritan's one-year Limited Warranty and legendary technical support team

Options

- Available for 12, 24 and 32V DC
- Optional toilet sensor starts treatment unit when manual toilet is flushed
- Optional control available for use with two toilets
- Optional salt feed systems available when using fresh or brackish water

Raritan manufactures equipment for pleasure boats throughout the world. Products include marine toilets, waste treatment systems, icemakers and water heaters.

Committed to the environment and preserving sea life, Raritan designs products to help maintain an environmental balance and ensure the quality of marine waters. In addition, the company has achieved ISO 9001:2000 certification for quality.

Innovation Through Experience

Hold n' Treat System

Hold n' Treat System Complete - Part # 21S1512 - 15 gallon holding tank with Electro Scan Type I MSD.

The Federal Water Pollution Control Act of 1972 prohibits the discharge of raw sewage from vessels navigating in the waters of the United States. The law provides three sewage disposal alternatives;

- (1) raw sewage may be retained on board and subsequently transferred to pump-out facilities on shore for delivery to a sewage treatment plant (A Type III Device)
- (2) it may be processed through a Coast Guard approved on board marine sanitation device (MSD) and the treated waste discharged overboard (Type I and Type II Devices) or,
- (3) it may be discharged into the sea when outside the three mile limit (in some cases as far as 9 miles).

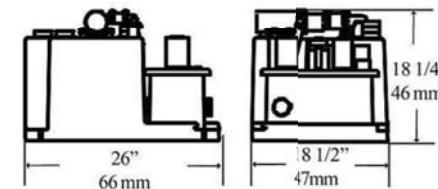
The efficacy of sewage treatment and the "purity" of sea water for purposes including swimming and the harvesting of shellfish for human consumption is typically measured by the number of coliform bacteria present in a 100 milliliter (approximately 3 ounce) sample of water. Existing Coast Guard and EPA regulations allow MSDs to treat waste to a 1,000 coliform per 100ml standard. In general, the sea at bathing beaches is considered safe for swimming when it contains up to 200 coliform per 100 ml. Shellfish harvested for human consumption may be harvested from waters containing up to 14

coliform per 100 ml. The current Type I included with this system treats to a level of 10 coliform per 100 ml.

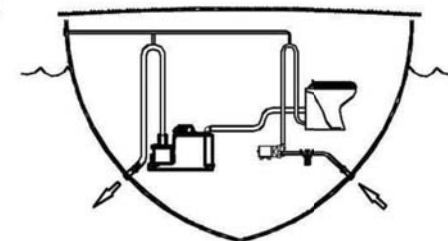
This degree of water purity often surpasses that of the water in which the boat is floating. Achievement of this level of treatment assures that even prior to the massive dilution that occurs immediately upon discharge of the treated effluent (dilution in excess of 10,000:1 within minutes) there can be no detrimental effect on the environment.

This system is small enough for installation in almost any vessel, moderately priced, reliable and self monitoring. Improvements in the control and operation of the Type I device assure quality and reliable treatment.

Dimensions



Sample Installation



HNT 0505kgs

Lectra/San® MC™

Installation and Maintenance Instructions

THE FOLLOWING ARE CAUTIONARY STATEMENTS THAT MUST BE READ AND FOLLOWED DURING BOTH INSTALLATION AND OPERATION

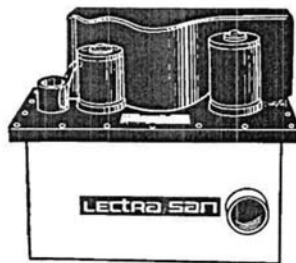
WARNING: Raritan Engineering Company, Inc. recommends that a qualified person or electrician install this product. Equipment damage, injury to personnel or death could result from improper installation. Raritan Engineering Company, Inc. accepts no responsibility or liability for damage to equipment, or injury or death to personnel that may result from improper installation, trouble shooting, repairs to or operation of this product.

WARNING: HAZARD OF SHOCK AND FIRE - Always use recommended fuse/circuit breaker and wire size.

WARNING: HAZARD OF FLOODING - Always shut off seacocks before leaving boat unattended. Double clamp all hose fittings below the waterline, check hose clamps frequently for integrity.

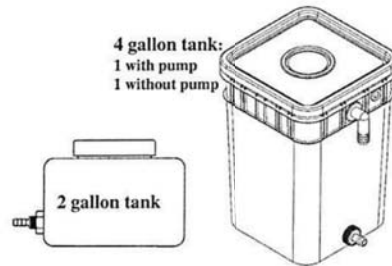
WARNING: The Lectra/San MC operates on an Electrochemical principle. Introduction of any substance other than salt water, human waste, Raritan Concentrate, Raritan C.P. or toilet tissue may cause heat build up and extensive damage. If any other substance is introduced by accident, the Lectra/SanMC must not be turned on until entire system is flushed out with water.

Lectra/San MC with control



optional salt feed systems

4 gallon tank:
1 with pump
1 without pump



The Lectra/San® MC (LST/MC™) is a U. S. Coast Guard Certified Type I Marine Sanitation Device for use on inspected and uninspected vessels 65 feet and under. It must be operated within areas that are not declared a Federal No Discharge Zone (NDZ) by the U.S. Environmental Protection Agency (EPA). This is applicable for all U.S. territorial waters inside the three mile limit. Other countries - check with local authorities.

LST/MC is designed for recreational use and accommodates most marine toilets* it can be used with one or, in some cases, two toilets. The Lectra/San MC is available in 12, 24 or 32 V DC.

The system consists of a Control Indicator Panel and Treatment Tank. A salt feed system **must** be utilized if operating in fresh or brackish water.

* for use with the VacuFlush® marine toilet manufactured by Sealand Technology, Inc., (See Application note L286)
VacuFlush® is a registered trademark of Sealand Technology, Inc.
Lectra/San® is a trademark of Exceltec.
LST/MC™ is a trademark of Raritan Engineering Co., Inc.

1

OPERATION

(depends on installation chosen)

Single Button operation -

Both toilet and Lectra/SanMC are operated by one of the following options:

Option #1:

Control Indicator Pad (LST/MC Touch Pad)

"Push to Flush" button activates both the toilet and treatment cycle. Button may be pressed as often as necessary to flush toilet until Normal Treatment light (green) begins to blink 35 seconds after activation. Note: Toilet flush time is factory preset for 8-12 seconds and is adjustable, see diagram adjusting flush time under installation/wiring.

Option #2:

Toilet Push Button -

Flushing toilet will activate treatment cycle. Flush toilet as often as necessary until Normal Treatment light (green) begins to blink.

Independent Button operation -

"Push to Flush" button must be pressed before toilet is flushed. Flush toilet as often as necessary until Normal Treatment light begins to blink 35 seconds after activation.

To Stop Treatment Cycle -

"R" button stops the treatment cycle should a foreign object accidentally enter the treatment system. If wired per option #1 the "R" will also stop the toilet from flushing.

Notes:

- 1) Total flush volume must not exceed 1.5 gallons (5.7 liters) per cycle.
- 2) Operating with yellow light for extended periods will damage electrode and void warranty

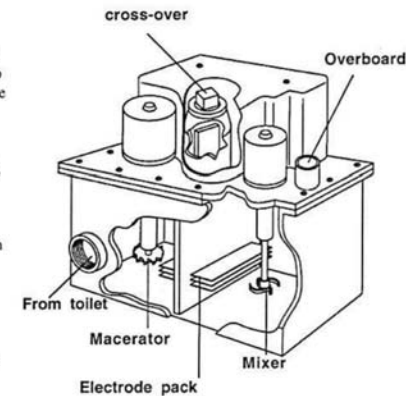
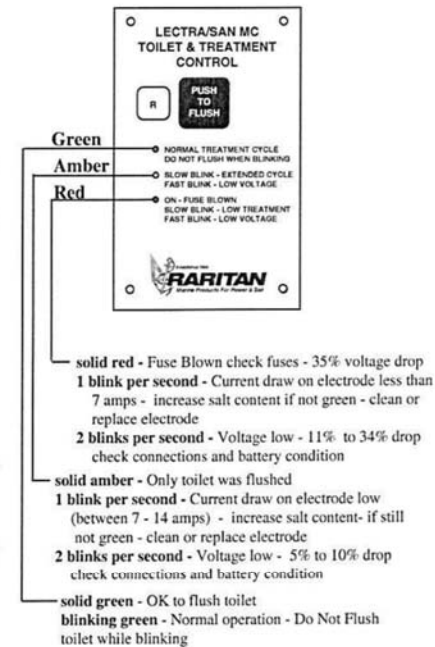
How it works -

Each time toilet is flushed an equal amount of previously teated waste is discharged. The Lectra/San does not pump waste out, the flushing action of the toilet moves the waste through the Lectra/San.

The first chamber macerates to reduce particle size. The second chamber mixes to ensure uniform treatment of contents. The electrode plates, when electricity is applied, generates bactericide in both chambers.

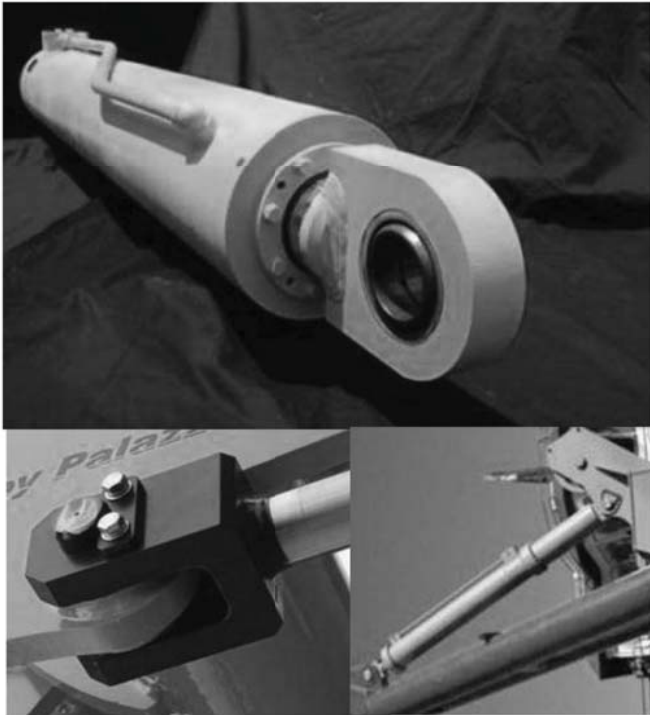
When activated both motors come on and run for the entire cycle. The user then has up to 35 seconds to flush toilet. After 35 seconds the electrode is energized to begin the treatment process. The treatment process lasts for about 2 minutes.

Note: If the green light is not flashing during treatment, the cycle has been automatically extended to ensure proper treatment. The unit **MUST** not be operated in extended cycle for long periods as damage to electrodes will occur. Immediately attempt to determine and fix an amber or red light condition.



2

CILINDROS HIDRAULICOS



Gervasi
Industrial

R.U.T. : 77.784.620-5

Fono: 56-2-5552521 - Fax: 56-2-5543882

General Gana N° 530 - Santiago Centro

Mail: gervasi@gervasi.tie.cl

COTIZACIÓN N ° 6675

GERVASI INDUSTRIAL LTDA.
FABRICACION DE REPUESTOS INDUSTRIALES
Reparación y Fabricación de Cilindros Hidraulicos y Neumáticos
Piezas especiales en Goma - Sellos - Kit - O' Ring - Retenes.

FECHA : 28-05-2012 AT. SR : LESLIE KREBS
EMPRESA : LESLIE KREBS
FONO : E-MAIL : LESLIEKREBS@GMAIL.COM

CANTIDAD	DESCRIPCION	P. UNITARIO	TOTAL
2,00	FABRICACION CILINDRO OLEOHIDRAULICO DOBLE EFECTO Ø VASTAGO 50 MM Ø CAMISA 70 MM CARRERA 1700 MM LARGO TOTAL 2000 MM PESO APROXIMADO 90 KG	952.000,00	1.964.000
	SUB-TOTAL		1.964.000

LOS VALORES INDICADOS NO INCLUYEN I.V.A.

C. COMERCIALES : CONTADO
CANCELACIÓN : CHEQUE CONTRA ENTREGA
PLAZO DE ENTREGA : 10 DIAS HABILES
OBSERVACIONES :

OT :

VICTOR URIBE

pág. 28

CONSTRUCCION AUSTRAL 1300 PARA 02 MOTORES IN-OUT

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Casco Albatros 1300	c/u	1
	<u>Características Generales</u>		
	Marca : Alumas		
	Modelo : Austral 1300		
	Material de construcción : Aluminio naval serie 5000 y 6000		
	Soldadura de acuerdo a normas AWS		
	<u>Características Geométricas</u>		
	Eslora : 13,00 metros		
	Manga : 3,46 metros		
	Puntal en proa : 2,09 metros		
2	Cabina de aluminio para 22 pax		1
	<u>Cabina de Aluminio para 32 pax</u>		
	Estructura y forro exterior de cabina (PL e=3 mm)		
	Mamparo posterior en plancha de aluminio 3 mm de espesor		
	Puerta de acceso con celosía ventilación		
	Consola de mandos		
	Base de antenas y luces		
	Manilla de cierre inoxidable para puerta acceso		
	Forro cielo interior tabla PVC machimbrado	m2	15
	Forro mamparo interior tabla PVC machimbrado	m2	6
3	Motorización	global	2
	02 Motor Yanmar modelo 4 LHA-DTHP 200 HP		
	02 Pata Bravo 2 Relación 1,65:1		
	Kit de Instalación		
	Sistema de Dirección		

4	Sistema eléctrico	global	1
	Circuito eléctrico con conductores estañados según norma ABYC		
	Tablero termomagnético de 8 posiciones		
	Tablero termomagnético de 3 posiciones		
	Corta corriente para uso marino		
	Bornes de plomo en baterías		
	Soporte para caja batería		
	Motor limpia parabrisas con brazo y plumilla		
	Alumbrado de navegación reglamentario		
	Luz Nav roja babor L < 12 m		
5	Sistema de combustible 560 litros de capacidad	global	2
	Estanque de combustible 280 litros construido en aluminio.		
	Boca llenado combustible 1 1/2"		
	Desahogo tk combustible 5/8"		
	Sender de combustible eléctrico c/ indicador en consola		
	Manguera combustible 1 1/2" (llenado)		
	Manguera combustible 3/8" (alimentación)		
	Manguera combustible 5/8" (desahogo)		
	Equipo de ayuda a la navegación		
	Compás magnético Ritchie Helmsman HF - 734		
6	Transceptor VHF Icom IC-M422 con antena	c/u	1
	Equipo radar multifuncional Raymarine C-80		
	<u>Incluye:</u>		
	Pantalla color 8 pulgadas C-80		
	Antena radomo 2 kilowatts RD 218		
	Modulo ecosonda DSM-300		
	Transductor bronce 1 kilowatts		
	Antena GPS Raymarine RS - 215		
	Carta electrónica Navionics (Sudamérica)		
7	Sistema de calefacción agua-aire	c/u	1
	Proveer e instalar radiador		
	Canalización de ductos de calefacción		
	Desempañadores en parabrisa (piloto y copiloto)		
	Circuito de agua caliente desde motor a radiador		
	Circuito eléctrico control con mando en consola		
8	Sistema de protección catódica	c/u	1
	Anodo de zinc para aluminio		
	Especificación MIL-A-18001		
	con perno y buje en acero inoxidable 316 L		
9	Sistema de fondeo y amarre	global	1
	5 Bits de amarre		
	1 Ancla de fondeo 15 kg		
	60 metros Cabo de fondeo		
	2 Cancamo de remolque popa		
	2 Cancamo de remolque proa		
	1 Bichero aluminio		



Mas L

fosoio@ail
bmuno@r

Para	PUCV	Fecha
Atte..		Inicio
De		Termino
Fax Nº	044-2011	pag 1

10	Sistema de achique embarcación	c/u	1
	Sistema de achique eléctrico 12 V, 1500 gph, control en puente.		
	Sistema achique manual 10 gph, en mamparo popa cabina		
	Achicador plástico en cabina (reglamentario)		
11	Cargo de seguridad nave < 12 metros	global	1
	2 Salvavidas Circular con Nombre y Matricula		
	10 Chaleco Salvavidas con Nombre y Matricula		
	1 Bengalas de Mano		
	1 Bengalas con Paracaidas		
	1 Botiquín tipo Nº 3		
	1 Espejo de señales o Heliógrafo		
	1 linterna con Pilas de Repuesto		
	1 Hacha contra incendio		
	1 Par chumacera acero inoxidable 316 L		
12	Esquema de pintura embarcación	global	1
	<u>Incluye:</u>		
	Tratamiento de superficie		
	Esmalte poliuretano en cabina exterior y mamparo		
	Esmalte poliuretano en cabina obra muerta y borda		
	Antifouling color negro libre de cobre en obra viva		
13	Varios	m	19
	Verduguete costado chiloe en borda fijado al casco con pernos inox		

ANEXO 6 : LAMINAS DE EXPOSICIÓN PRESENTADAS EN CADA ETAPA DE MAGISTER

Lamina 1 exposición etapa 1 magister, julio 2011.

PROYECTO EMBARCACIÓN HIDROFOIL PARA LA ACCESIBILIDAD Y CONECTIVIDAD DEL FIORDO COMAU

VERIFICACIÓN Y RECTIFICACIÓN DE SU FUNCIONAMIENTO

1. ENCARGO

El proyecto tiene como objetivo la construcción de una embarcación hidrodinámica para la accesibilidad y conectividad del Fiordo Comau, en la zona de la ciudad de Valdivia, Chile. El proyecto se desarrolla en el marco de la iniciativa "Accesibilidad y Conectividad del Fiordo Comau", liderada por la Municipalidad de Valdivia y el Comité de Gestión del Fiordo Comau. El proyecto se desarrolla en el marco de la iniciativa "Accesibilidad y Conectividad del Fiordo Comau", liderada por la Municipalidad de Valdivia y el Comité de Gestión del Fiordo Comau.

2. OBJETIVOS

- Elaborar un estudio de factibilidad para la construcción de una embarcación hidrodinámica para la accesibilidad y conectividad del Fiordo Comau.
- Elaborar un estudio de factibilidad para la construcción de una embarcación hidrodinámica para la accesibilidad y conectividad del Fiordo Comau.
- Elaborar un estudio de factibilidad para la construcción de una embarcación hidrodinámica para la accesibilidad y conectividad del Fiordo Comau.

3. HIPÓTESIS

Se hipotetiza que la construcción de una embarcación hidrodinámica para la accesibilidad y conectividad del Fiordo Comau, permitirá mejorar la accesibilidad y conectividad de la zona, mejorando la calidad de vida de la población y generando beneficios económicos y sociales.

4. METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló a través de una metodología de investigación cualitativa y cuantitativa, que permitió obtener información sobre las necesidades y expectativas de la población, así como sobre las condiciones físicas y técnicas del entorno. Se realizaron entrevistas, encuestas y observaciones directas, así como análisis de datos estadísticos y modelación matemática.

Diagrama de la embarcación hidrodinámica, mostrando su estructura y componentes. El diagrama ilustra la forma aerodinámica de la embarcación, diseñada para minimizar la resistencia al avance y maximizar la eficiencia energética. Se muestran detalles de la proa, la cabina y la parte posterior, así como la configuración de los hidrofoils.

5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados del estudio indican que la construcción de una embarcación hidrodinámica para la accesibilidad y conectividad del Fiordo Comau, es una opción viable y beneficiosa. La embarcación propuesta cumple con los requisitos técnicos y de seguridad, y su construcción y operación son viables desde el punto de vista económico y social. Se concluye que la construcción de esta embarcación mejorará significativamente la accesibilidad y conectividad de la zona, beneficiando a la población y generando beneficios económicos y sociales.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda la construcción de la embarcación hidrodinámica propuesta, así como la implementación de medidas de seguridad y mantenimiento adecuadas. Se sugiere también la realización de estudios de seguimiento y evaluación para medir el impacto y los beneficios de la embarcación en la zona.

7. ANEXOS

Se adjuntan los siguientes anexos al presente informe:

- Anexo 1: Planos de la embarcación hidrodinámica.
- Anexo 2: Resultados de las encuestas y entrevistas.
- Anexo 3: Modelación matemática y simulaciones.
- Anexo 4: Fotografías de la zona de estudio.

8. BIBLIOGRAFÍA

Se consultaron los siguientes documentos durante el desarrollo del estudio:

- Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (2018). "Manual de Diseño de Embarcaciones para Aguas Calmas".
- Comité de Gestión del Fiordo Comau. (2019). "Plan de Gestión del Fiordo Comau".
- Municipalidad de Valdivia. (2020). "Plan de Desarrollo Urbano de Valdivia".

Lamina 1 exposición etapa 2 magister, Diciembre 2011.

PROYECTO EMBARCACIÓN HIDROALA

PARA LA ACCESIBILIDAD Y CONECTIVIDAD DEL FIORDO COMAU

RECTIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE RAMPA DE ACCESO, PUENTE MANDO, PLEGADO PERFILES ALAR Y UBICACIÓN DE REDES Y ESTANQUES GENERALES

I. ENCARGO

1.1. Objeto general del encargo

1.2. Alcance del encargo

1.3. Alcance del encargo

II. OBJETIVO

2.1. Objetivo general

III. FUNDAMENTO

3.1. Fundamentos

IV. HIPÓTESIS

4.1. Hipótesis

V. METODOLOGÍA

5.1. Metodología

VI. RESULTADOS

6.1. Resultados

VII. CONCLUSIONES

7.1. Conclusiones

VIII. BIBLIOGRAFÍA

8.1. Bibliografía

IX. ANEXOS

9.1. Anexos

X. GLOSARIO

10.1. Glosario

XI. ÍNDICE

11.1. Índice

XII. OTROS

12.1. Otros

XIII. OTROS

13.1. Otros

XIV. OTROS

14.1. Otros

XV. OTROS

15.1. Otros

XVI. OTROS

16.1. Otros

XVII. OTROS

17.1. Otros

XVIII. OTROS

18.1. Otros

XIX. OTROS

19.1. Otros

XX. OTROS

20.1. Otros

XXI. OTROS

21.1. Otros

XXII. OTROS

22.1. Otros

XXIII. OTROS

23.1. Otros

XXIV. OTROS

24.1. Otros

XXV. OTROS

25.1. Otros

XXVI. OTROS

26.1. Otros

XXVII. OTROS

27.1. Otros

XXVIII. OTROS

28.1. Otros

XXIX. OTROS

29.1. Otros

XXX. OTROS

30.1. Otros

XXXI. OTROS

31.1. Otros

XXXII. OTROS

32.1. Otros

XXXIII. OTROS

33.1. Otros

XXXIV. OTROS

34.1. Otros

XXXV. OTROS

35.1. Otros

XXXVI. OTROS

36.1. Otros

XXXVII. OTROS

37.1. Otros

XXXVIII. OTROS

38.1. Otros

XXXIX. OTROS

39.1. Otros

XL. OTROS

40.1. Otros

XLI. OTROS

41.1. Otros

XLII. OTROS

42.1. Otros

XLIII. OTROS

43.1. Otros

XLIV. OTROS

44.1. Otros

XLV. OTROS

45.1. Otros

XLVI. OTROS

46.1. Otros

XLVII. OTROS

47.1. Otros

XLVIII. OTROS

48.1. Otros

XLIX. OTROS

49.1. Otros

L. OTROS

50.1. Otros

L. OTROS

51.1. Otros

L. OTROS

52.1. Otros

L. OTROS

53.1. Otros

L. OTROS

54.1. Otros

L. OTROS

55.1. Otros

L. OTROS

56.1. Otros

L. OTROS

57.1. Otros

L. OTROS

58.1. Otros

L. OTROS

59.1. Otros

L. OTROS

60.1. Otros

L. OTROS

61.1. Otros

L. OTROS

62.1. Otros

L. OTROS

63.1. Otros

L. OTROS

64.1. Otros

L. OTROS

65.1. Otros

L. OTROS

66.1. Otros

L. OTROS

67.1. Otros

L. OTROS

68.1. Otros

L. OTROS

69.1. Otros

L. OTROS

70.1. Otros

L. OTROS

71.1. Otros

L. OTROS

72.1. Otros

L. OTROS

73.1. Otros

L. OTROS

74.1. Otros

L. OTROS

75.1. Otros

L. OTROS

76.1. Otros

L. OTROS

77.1. Otros

L. OTROS

78.1. Otros

L. OTROS

79.1. Otros

L. OTROS

80.1. Otros

L. OTROS

81.1. Otros

L. OTROS

82.1. Otros

L. OTROS

83.1. Otros

L. OTROS

84.1. Otros

L. OTROS

85.1. Otros

L. OTROS

86.1. Otros

L. OTROS

87.1. Otros

L. OTROS

88.1. Otros

L. OTROS

89.1. Otros

L. OTROS

90.1. Otros

L. OTROS

91.1. Otros

L. OTROS

92.1. Otros

L. OTROS

93.1. Otros

L. OTROS

94.1. Otros

L. OTROS

95.1. Otros

L. OTROS

96.1. Otros

L. OTROS

97.1. Otros

L. OTROS

98.1. Otros

L. OTROS

99.1. Otros

L. OTROS

100.1. Otros

L. OTROS

101.1. Otros

L. OTROS

102.1. Otros

L. OTROS

103.1. Otros

L. OTROS

104.1. Otros

L. OTROS

105.1. Otros

L. OTROS

106.1. Otros

L. OTROS

107.1. Otros

L. OTROS

108.1. Otros

L. OTROS

109.1. Otros

L. OTROS

110.1. Otros

L. OTROS

111.1. Otros

L. OTROS

112.1. Otros

L. OTROS

113.1. Otros

L. OTROS

114.1. Otros

L. OTROS

115.1. Otros

L. OTROS

116.1. Otros

L. OTROS

117.1. Otros

L. OTROS

118.1. Otros

L. OTROS

119.1. Otros

L. OTROS

120.1. Otros

L. OTROS

121.1. Otros

L. OTROS

122.1. Otros

L. OTROS

123.1. Otros

L. OTROS

124.1. Otros

L. OTROS

125.1. Otros

L. OTROS

126.1. Otros

L. OTROS

127.1. Otros

L. OTROS

128.1. Otros

L. OTROS

129.1. Otros

L. OTROS

130.1. Otros

L. OTROS

131.1. Otros

L. OTROS

132.1. Otros

L. OTROS

133.1. Otros

L. OTROS

134.1. Otros

L. OTROS

135.1. Otros

L. OTROS

136.1. Otros

L. OTROS

137.1. Otros

L. OTROS

138.1. Otros

L. OTROS

139.1. Otros

L. OTROS

140.1. Otros

L. OTROS

141.1. Otros

L. OTROS

142.1. Otros

L. OTROS

143.1. Otros

L. OTROS

144.1. Otros

L. OTROS

145.1. Otros

L. OTROS

146.1. Otros

L. OTROS

147.1. Otros

L. OTROS

148.1. Otros

L. OTROS

149.1. Otros

L. OTROS

150.1. Otros

L. OTROS

151.1. Otros

L. OTROS

152.1. Otros

L. OTROS

153.1. Otros

L. OTROS

154.1. Otros

L. OTROS

155.1. Otros

L. OTROS

156.1. Otros

L. OTROS

157.1. Otros

L. OTROS

158.1. Otros

L. OTROS

159.1. Otros

L. OTROS

160.1. Otros

L. OTROS

161.1. Otros

L. OTROS

162.1. Otros

L. OTROS

163.1. Otros

L. OTROS

164.1. Otros

L. OTROS

165.1. Otros

L. OTROS

166.1. Otros

L. OTROS

167.1. Otros

L. OTROS

168.1. Otros

L. OTROS

169.1. Otros

L. OTROS

170.1. Otros

L. OTROS

171.1. Otros

L. OTROS

172.1. Otros

L. OTROS

173.1. Otros

L. OTROS

174.1. Otros

L. OTROS

175.1. Otros

L. OTROS

176.1. Otros

L. OTROS

177.1. Otros

L. OTROS

178.1. Otros

L. OTROS

179.1. Otros

L. OTROS

180.1. Otros

L. OTROS

181.1. Otros

L. OTROS</

Lamina 1 exposición etapa 3 magister, julio 2012.

[illegible]

COLOFÓN

Esta edición de 4 ejemplares corresponde al proyecto de tesis para optar al grado de Magister en Arquitectura y Diseño mención Náutico y Marítimo PUCV, que fue realizado durante los años 2011 y 2012.

La edición estuvo a cargo del autor y se terminó de imprimir en el mes de junio del 2013, en papel Bond Hilado 6, de 106 grs. en impresora Brother MFC-J5910DW.
Los 4 ejemplares fueron encuadernados en los talleres de investigaciones Gráficas de la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Esta edición ha sido diagramada en el programa Adobe InDesign CS3.
Las imágenes (fotografías y dibujos) han sido editadas con el programa Adobe Photoshop CS3.
Los planos han sido realizados con el programa Autodesk Autocad 2010.
Las tipografías usadas han sido Perpetua en sus variantes 9 a 14 puntos, Bold y Regular, para títulos y textos y Arial regular para ciertas simbologías y ecuaciones.