

PERFILES ALARES PARA LOS MARES DE LA PATAGONIA OCCIDENTAL

Presentación

Una de las líneas de investigación del magíster ha sido el uso de perfiles alares en la náutica. El diseño de una embarcación, responde al comportamiento de mares, lagos o ríos navegables al que está destinado. Podemos distinguir los mares abiertos y tormentosos del Mar del Norte y del Pacífico. Las aguas protegidas también del Pacífico, en el caso del Archipiélago Austral y también de lagos y de mares calmos europeos. En estas aguas protegidas, de menor oleaje, es donde mejor navegan estas embarcaciones. El magíster N. y M. ha optado por el estudio de las hidroalas, en virtud de la travesías realizadas a la Patagonia Occidental.

Es necesario aclarar que éste magíster trabaja desde la habitabilidad de las embarcaciones y de los artefactos flotantes, formando equipos con ingenieros navales y técnicos en todas las especialidades náuticas. De allí que los magísteres adoptan los elementos técnicos que le ofrece la ingeniería naval, de acuerdo al principio de habitabilidad. El requerimiento de una embarcación es complejo y debe dar respuesta a su: estabilidad, velocidad, maniobrabilidad, boyantes y habitabilidad. Asimismo debe generar energía y portar sus propias redes: agua, alcantarillado, electricidad, combustible, calefacción, ventilación, comunicación.

BORIS IVELIC

Arquitecto
Profesor e[ad] PUCV

EDISON SEGURA

Arquitecto -Diseñador e[ad] PUCV
Magíster Arquitectura y Diseño PUCV

CAROLINA CHÁVEZ

Diseñadora Industrial e[ad] PUCV
Magíster Arquitectura y Diseño PUCV

SE EXPONE UNA SÍNTEISIS DE NUEVE TESIS DE MAGÍSTER QUE TIENEN EN COMÚN EL DESARROLLO DE UN MISMO PROYECTO: UNA LANCHA CON HIDROALA PARA LA PATAGONIA OCCIDENTAL. ES UNA CONTINUIDAD DE ESTUDIO, EN VIRTUD DE LA COMPLEJIDAD DEL TEMA TRATADO. TEMA ORIGINADO EN LAS TRAVESÍAS Y DE LA PERMANENCIA EN EL FIORDO COMAU POR VARIOS AÑOS, EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EMBARCACIÓN EXPERIMENTAL. ES EN LA REALIDAD GEOGRÁFICA, MARÍTIMA, SOCIAL Y ECONÓMICA DE ESTE FIORDO QUE SE CONCEBE LA EMBARCACIÓN. LOS OBJETIVOS PERSEGUIDOS SON: - DOTAR AL CASCO DE PERFILES HIDRODINÁMICOS PARA AUMENTAR LA VELOCIDAD, DISMINUIR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE, EVITAR EL ROCE Y LA OLA CORTA, PROCURANDO UNA NAVEGACIÓN ESTABLE Y SUAVE.

- ACCESO DIRECTO A LOS BORDES NATURALES, FUNDAMENTALMENTE DE PLAYAS PARA DESEMBARCAR EN FORMA SEGURA Y FLUIDA EN LOS ASENTAMIENTOS.

- LANCHA ADAPTABLE Y TRANSFORMABLE EN SU INTERIOR, PARA CUMPLIR LOS MÚLTIPLES SERVICIOS REGULARES Y EXTRAORDINARIOS QUE REQUIEREN LA ACUICULTURA Y SUS POBLADORES.

SE EXPONEN SECUENCIALMENTE A TRAVÉS DE FIGURAS, LA METODOLOGÍA EN BASE A MODELOS DE PRUEBA HIDRÁULICOS, CÁLCULOS, Y RESULTADOS FINALES.

Colocando perfiles hidrodinámicos debajo del casco de una embarcación, puede lograrse que a partir de una cierta velocidad (es decir, para valores superiores a un determinado número de Reynolds), la sustentación generada sobre el ala logre levantarlo completamente, disminuyendo así 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.

Algunos antecedentes del desarrollo de los perfiles alares



Fig. 1. La primera embarcación hidrofoil se remonta a 1906 diseñado y construido por el inventor italiano Enrico Forlanini (1948-1930). Tenía un motor de 60 caballos de fuerza motriz, la nave alcanzó una velocidad máxima de 42.5 mph.

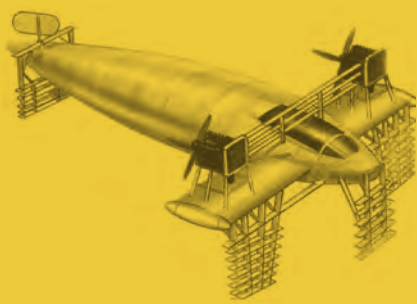


Fig.2. Alexander Graham Bell, inventor del teléfono, presentó un proyecto de barco impulsado por dos grandes hélices montadas sobre la línea de flotación.



Fig.3. Alemania, 1938 Transport Hydrofoil VS8. Tenía la capacidad de transportar un tanque pequeño o mediano (Panzer 38T o IV), que se almacenaba en un pontón especial diseñado en la parte posterior de la nave.



Fig.4. En la década de los 80 se construyó la patrulla rápida hidroplanos "Antares". El desplazamiento es 220t, la velocidad máxima es de 60 nudos, velocidad de crucero es de 50 nudos.



Fig.5. Rusia Katran-1 construido por Astilleros del Volga y es operado por Virgin Servicios Hidroplanos en las Islas Vírgenes.



Fig.6. La Unión Soviética construyó Voskhods son uno de los más exitosos de pasajeros diseños hidroplano. Fue desarrollado en la Unión Soviética y fabricado en Rusia y Ucrania.



Fig.7. Turbo Jet de servicio, lo que acelera los pasajeros en todo el delta del río Perla entre Hong Kong y Macao, en menos de una hora, con una velocidad media de 45 nudos (83 km/h), utilizando principalmente Boeing's Jetfoil.



Fig. 8. Looker 320 - barco con fondo de cristal de gran alcance con el motor diésel interno capaz de transportar hasta 20 pasajeros y 2 tripulantes. Bajo consumo de combustible y la alta potencia del motor diesel.



Fig. 9. El catamarán construido por Almaz Marina Yard (diseñado por la rama de San Petersburgo de la compañía británica "MTD" (Desarrollo de Tecnología Marina), es el ferry rápido de pasajeros en un patrón y la velocidad de las ganancias de unos 55 nudos (más de 100 km / hora). Ahora tendrá sólo 50 minutos en viajar desde Tallinn a Helsinki.



Fig. 10. Hydroptère Con una eslora de 18 metros, seis toneladas de peso y un mástil de 28 metros de altura, seis tripulantes se encargan de 'pilotar' un barco que aún no ha encontrado su techo.

Al igual que los aviones, es condición de diseño disminuir el peso de estas naves. El agua tiene aproximadamente 800 veces más densidad que el aire, por lo que las hidroalas requieren menos superficie de sustentación que en la aeronáutica.

Asimismo la navegación es muy suave para los navegantes y no tiene los movimientos de escora ni cabeceo

que causan mareo. Las desventajas son la inestabilidad ante olas de mucha altura, las dificultades de fondear en aguas someras y el requerimiento de muelles. Son embarcaciones de oleajes para mares calmos.

En Chile según lo indagado, no existen estas lanchas, ni tampoco líneas de investigación sobre hidroalas. Se podría presumir que la razón, es la condición de mar abierto, de gran oleaje y de escasa infraestructura portuaria.

Estado actual de investigación en perfiles alares.

Las embarcaciones con perfiles alares, conocidas internacionalmente como "hidro-foils" nace a principios del siglo XX y va muy paralelo al origen de la aviación. Precisamente los avances aeronáuticos, permitieron un desarrollo acelerado en las hidroalas, sobre todo en lo que respecta a la forma de los perfiles y a sus ángulos de ataque. En estos comienzos se fueron desarrollando como lanchas prototipos experimentales en pequeña magnitud. Lo que diferencia el ala de un avión, a una hidroala, es que en el primero el fuselaje cuelga de las alas y en una lancha el casco se apoya sobre las alas.

Las hidroalas en el mundo alcanzaron gran desarrollo a mediados del siglo XX, en el uso militar y de transporte de pasajeros, que se ha mantenido hasta hoy. En la actualidad hay un gran avance e innovación en embarcaciones deportivas, fundamentalmente accionadas por fuerza humana, viento y olas. Esto podría ser el preludio de un futuro campo de innovación en la aplicación de esta tecnología. En próximas publicaciones presentaremos las investigaciones en lanchas deportivas con hidroalas, realizadas en el magíster.

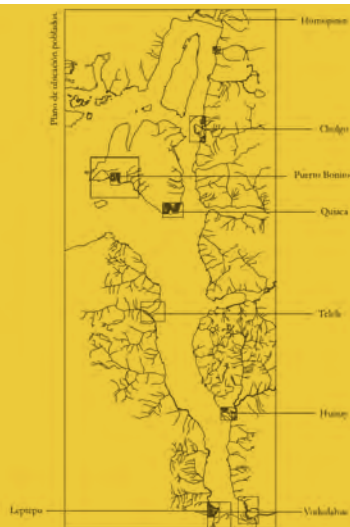
Las líneas de investigación del magíster, emprendidas por cada una de las tesis-proyectos, tienen continuidad y se heredan unas a otras sobre la abertura que han dejado, es una suerte de posta, permitiendo sucesivos desarrollos y profundizaciones.

En la línea de las hidroalas, estas se agrupan en:

1. Lancha-hidroala para la Patagonia Occidental
2. Lancha-hidroala deportivas
3. Lancha-hidroala provistas de bulbo.

Lancha-hidroala para la Patagonia occidental.

El desarrollo de esta lancha implicó nueve tesis sucesivas, cada una con resultados específicos, abriendo al desarrollo de otros requerimientos y constituyéndose en un resultado de completez final.



La lancha esta destinada la realidad geográfica y marítima del Fierdo Comau, cabecera de la Región Austral.

Maritorio y fierdo Comau.

Ubicado a la altura de Dalcahue, en Chiloé continental, es una unidad geográfica y de circulación compuesta de ocho poblados y varias salmoneras. Se quiere consolidar su destino marítimo sobre la tesis de Maritorio y re-fundarlo en la complejidad que exige habitar un lugar, creando: la movilidad; la vivienda y su equipamiento; la fuente económica; la energía.

La teoría de maritorio plantea que sólo es posible fundar en una completitud, aunando ocio y negocio. Fundar con un solo fin no es fundar, es crear campamentos, que son solo de paso. El lugar donde se funda debe ser reconocido, valorado, cuidado. (Sánchez, J. 1970). La presente investigación se enfoca en la movilidad.

El Fierdo Comau pertenece a la selva fría patagónica. La Patagonia archipirolagógica es un enorme mar interior protegido, este es su "valle", única superficie plana, de circulación y de recursos sustentables. Región conocida internacionalmente por su belleza en estado salvaje.

Las lanchas tradicionales de Chiloé que permitieron generar infraestructura para fundar Chiloé hoy no son suficiente para expandirse a la región, dada su lentitud (4 a 5 nudos). Con el aparecimiento de la acuicultura y la tendencia al aumento de población, se requieren otros medios modernos que permitan asistir a los poblados en casos de emergencias: incendios, accidentes, primeros auxilios, traslado de la población estudiantil, ronda médica, patologías de peces, abastecimiento, etc.

Fig. 11. Golfo de Ancud, ubicación del Fierdo Comau, cabecera de la Patagonia, lo componen ocho poblados, varias salmoneras y cultivos acuícolas. Allí se encuentra el poblado de Hornopirén y el Municipio de Hualihue.

Las lanchas de alta velocidad existentes (salmoneras) quedan limitadas por la ola corta, que golpea y destruye los cascos, como reparamos anteriormente, obligando a los usuarios a bajar la velocidad. (Ivelic, B. 2005)

Las salmoneras. En el Fierdo existen cultivos de salmones, desde hace ya más de 25 años, con extraordinarios resultados productivos, como en toda la región. Ello por ser aguas interiores calmas de gran calidad y adecuada temperatura. Chile compete con Noruega, principal productor mundial. Sin embargo no han existido los suficientes resguardos ambientales, productivos y de distribución, generando daños al medio ambiente. La poca tradición acuícola de Chile, la falta de control estatal y el monocultivo, han conspirado a ello. Contrariamente a la agricultura en que sí hay instituciones que controlan y evitan plagas y daños ambientales. Carencia de infraestructura portuaria del fierdo, que impide el atraque directo y seguro de las embarcaciones, quedando éstas a la gira, obligando al desembarco en lanchas menores, lo que no permite fluidez y seguridad para las personas y sus enseres, especialmente niños, ancianos y enfermos que deben ser trasladados en camillas o sillas de ruedas.

El transbordador (barcaza), es la embarcación que mejor se adecua a los canales. Es una suerte de puente entre orillas. Permite todo tipo de cargas, vehículos, materiales, es un único gran espacio y tienen la cualidad de lo polifuncional. Sus inconvenientes son la velocidad

limitada, por lo plano del casco, la dificultad de maniobras y la escasa habitabilidad para trasladar pasajeros.

Sobre las barcasas *Ameraida II* nos señala: (varios autores, 1965)

Ni en Punta Delgada ni en Espora, que son los puntos de llegada de la barcaza, hay absolutamente nada - salvo una caseta telefónica.

Justamente para eso son las barcasas de desembarco para desembarcar donde no hay puerto. Ellas llevan su propio muelle consigo - como el tanque lleva su propio camino, o el gaucho su casa. En verdad las barcasas son más bien muelles que barcos, y en este caso, más bien puente

Se sienten bien justamente en la orilla son de la orilla. Las barcasas son Modernas. Parecen ajustarse a las mil maravillas a la Pampa.

La barcaza es casi un puro hueco.

Aparentemente no tiene "la forma del agua" como los barcos.

(¡Qué anticuados somos para pensar!)

No tiene 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 estacionara 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 barcasas... 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.

Objetivo general, es el diseño de una lancha para la realidad geográfica y marítima de la Región Austral. Con cualidad polifuncional para los múltiples requerimientos de sus habitantes y empresas, cuyo único medio de circulación es el mar.

Objetivos específicos

- Dotar al casco de perfiles hidrodinámicos para aumentar la velocidad, disminuir el consumo de combustible, evitar el roce y la ola corta, procurando una navegación estable y suave.
- Acceso directo a los bordes naturales, fundamentalmente de playas para desembarcar en forma segura y fluida en los asentamientos.

- Lancha adaptable y transformable en su interior, para cumplir los múltiples servicios regulares y extraordinarios que requieren la acuicultura y sus pobladores.

Principios de diseño. Para lograr los objetivos antes explicitados recurriremos a los conceptos de transformabilidad en el diseño: plegabilidad, abertura y cierre, adosabilidad, polifuncionalidad y tridimensionalidad. Capacidad de los objetos de aparecer cuando son requeridos y desaparecer en su no uso, ya sea porque disminuyen su dimensión (plegables); porque el contenido es protegido (apertura y cierre) porque se guardan conteniéndose unos en otros (apilables); porque se arman y desarman; porque el objeto se transforma de una función en otra (polifuncionales); porque se pueden extender de una mínima dimensión a una máxima dimensión (tridimensionales). (Ivelic, B. 2018)

Metodología y desarrollo de la lancha, contenidas en las tesis de: Marchant, M. (2006); Arriagada, J. (2006); Breuer, A. (2007); Macowan, L. (2007); Egidio, J. (2008); Ramírez, P (2008); Bravo, M. (2009); Krebs, L. (2012); Fierro, A (2013).

Modelo a escala reducida. Para diseñar los cascos y perfiles hidráulicos, se recurre a ensayos de modelos en un canal de pruebas, por el método de ensayo y error. Los cascos de las embarcaciones son calculables en su comportamiento hidrostático, pero no hidrodinámico. No se ha llegado a modelos matemáticos y fórmulas que permitan el diseño de estos elementos en movimiento. Existen aproximaciones numéricas y estadísticas. Sin embargo hoy lo más utilizado son los túneles de viento en la aerodinámica y canales de pruebas en la hidrodinámica. De acuerdo al desarrollo de este proyecto fuimos implementado los artefactos del laboratorio: en 2007 un túnel hidrodinámico; en 2008 un túnel de viento; en 2009 un canal de pruebas; en 2010-2011 un canal de olas.

Análisis dimensional y semejanza dinámica. Por tanto se debe aplicar las leyes de semejanza entre modelo y prototipo, para que estos se iguallen: 1. Semejanza Geométrica: $L_p = L_m$; 2. Semejanza Cinemática: $T_p = t T_m$ (todas las relaciones entre tiempos homólogos deben tener un valor común y por tanto velocidades únicas); 3. Semejanza Dinámica: $M_p = m M_m$ (la misma relación de escalas de fuerzas). Se deben considerar los números adimensionales de Reynolds y Froude.

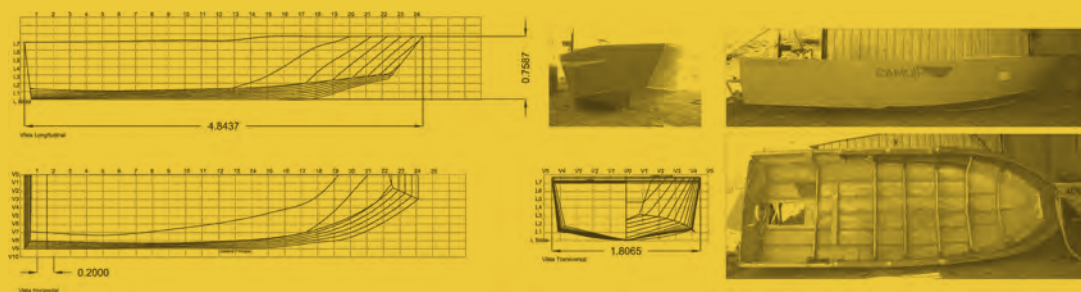


Fig.12. Lancha patrón, para el desarrollo de esta investigación adoptamos el casco de una lancha voladora de la empresa Sitecna, fabricante de lanchas de aluminio, la que transformamos en una lancha hidrofoils y aplicamos los objetivos de diseño antes explicitados. El modelo, a escala 1:25, realizado en fibra de vidrio es semejante al prototipo de aluminio.



Fig.13. Modelo ajustable, mediante un sistema de coordenadas móviles de aluminio se va ajustando la posición de los perfiles en el casco, hasta lograr que éste emerja del agua. Las variables a ajustar son: 1. la distancia de los perfiles al casco; 2. La distancia entre ellos, perpendiculares al eje de la eslora; 3. Los ángulos de ataque del perfil de proa y de popa.



Fig.14. Túnel hidrodinámico (2007) diseñado y construido en convenio con la Escuela de Ingeniería Mecánica. Permite diseñar y calcular los perfiles alares: inyectando un chorro de agua en un circuito cerrado y a distintas velocidades, los perfiles alares se sustentan con mayor o menor eficiencia según forma y curvatura de él.

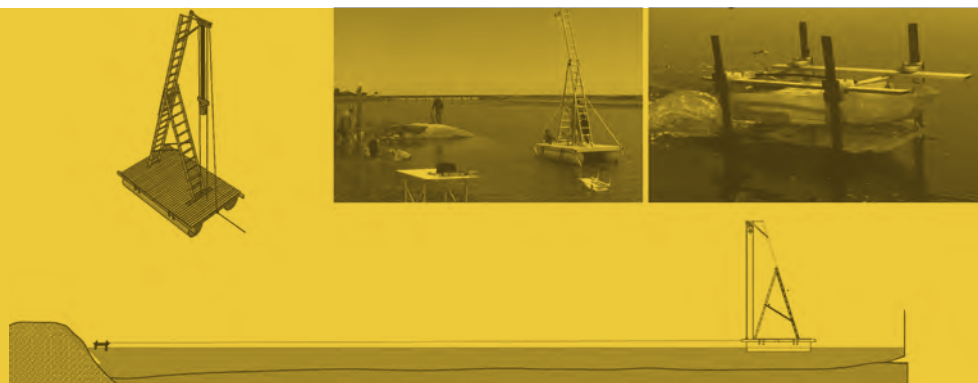


Fig.15. Canal de pruebas (2009). En el canal se cualifica y cuantifica el roce del casco (kg) mediante un dinamómetro que se porta en el modelo al ser remolcado por un contrapeso. La cuerda pasa por una roldana provista de un medidor de velocidad (mts/seg). Ambos parámetros dan la potencia del modelo. Los datos suministrados se transmiten inalámbricamente a un programa digital y quedan registrados en un gráfico. Este equipamiento electrónico fue diseñado y construido por la Escuela de Ingeniería Electrónica.

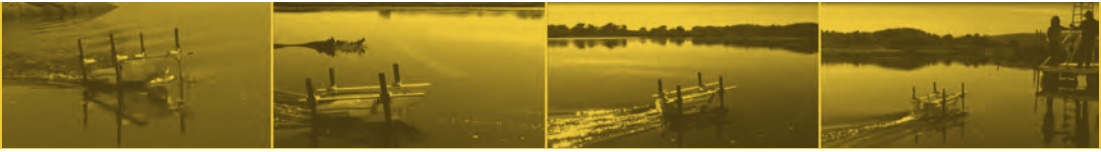


Fig. 16. Secuencia de elevación del modelo.



Ficha técnica

velocidad 20 a 30 nudos
 potencia 490 HP
 eslora 13.2 m.
 manga 4,8 m.
 sup.mojada 28.80 m2.
 puntal 2.03 m.
 puntal con perfiles 2.46 m.

calado máx. 0.40 m.
 peso 6.4 T.
 carga 3,5 T.
 pasajeros 20
 tripulantes 3

Fig.17. Programa de cálculo de potencia (2010) los datos del modelo (fuerza/velocidad) suministrados por el canal de pruebas, deben ser traspasados al prototipo, mediante las ecuaciones de similitud. Para la simplificación del cálculo se diseñó un programa Excel, que permite obtener la potencia del prototipo con seguridad y rapidez.



Fig.18. Túnel de viento (2008) diseñado y construido en convenio con la Escuela de Ingeniería Mecánica. La mayor resistencia del modelo al emerger sobre el agua en velocidad, es el aire. El túnel de viento permite medir esta resistencia, mediante un dinamómetro (Kg.), con distintas intensidades. Esto permite cualificar y cuantificar la forma aerodinámica del casco y de la superestructura sobre el agua.



Fig. 19. Túnel de olas (2010). en 2011 fue repotenciado con la instalación de un nuevo sistema de impulsor y motor, aportado por la Escuela de Ingeniería en Construcción, para pruebas de modelo Undimotriz. Proyecto financiado por DI-2011 y posteriormente CORFO. Nos permite calcular la altura a que deben estar ubicados los perfiles alares respecto del casco, a fin que las olas del Fiordo no lo golpee, ni intervengan negativamente.

Diseño de secuencia de navegación y apertura de la lancha

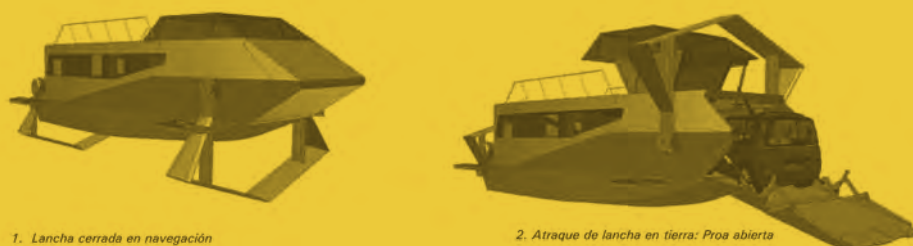


Fig.20. Lancha hidrofoil para los requerimientos de movilidad de los colonos de Fiordo Comau. Su casco se eleva sobre el agua, sustentado por perfiles hidrodinámicos, evitando la ola corta, molesta y destructiva. Al no existir infraestructura portuaria, la lancha atraque en los bordes habitados de playa, abriendo completamente su proa y transformándose en pórtico de acceso: levanta los perfiles alares, baja una rampa triarticulada y asciende el puente de mando. Puede llevar un minibus o 20 pasajeros, quienes abordan con fluidez y seguridad la lancha. (Ivelic B. 2018)



Fig.21. Secuencia de la apertura.

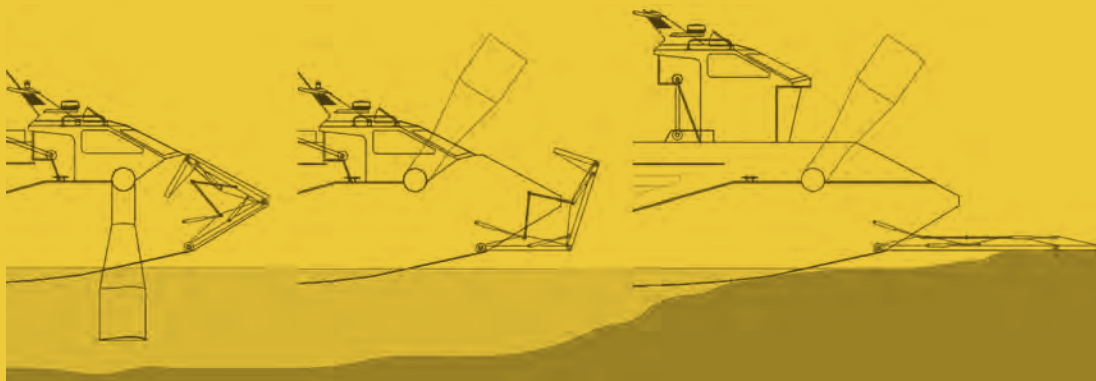


Fig. 22. Secuencia de atraque y apertura de proa.

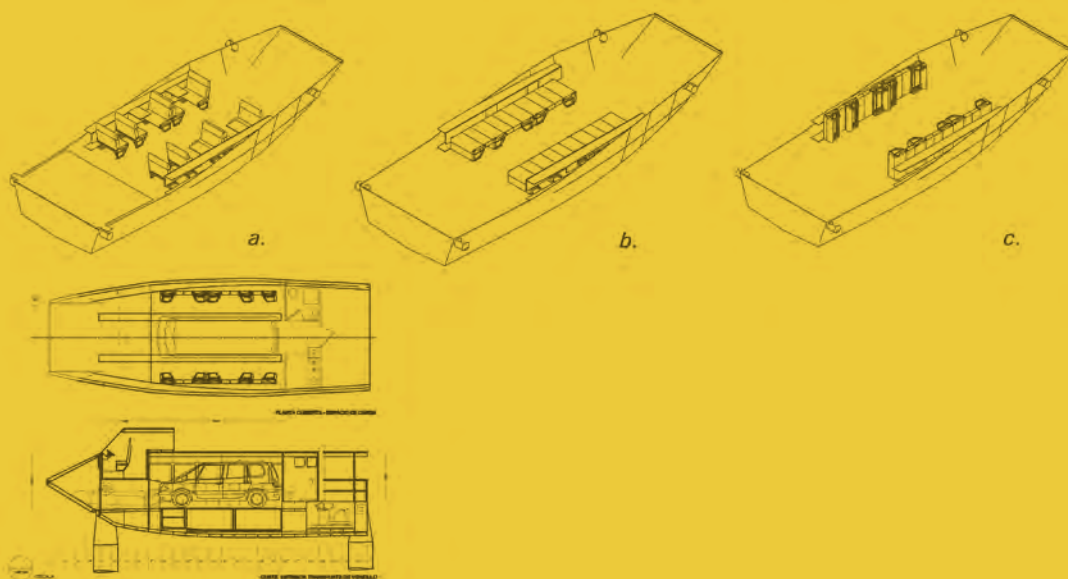


Fig. 23. Polifuncionalidad mediante plegamiento de las butacas de acomodación de los pasajeros para las múltiples cargas, incluidas vehículos. a. butacas desplegadas como asientos; b. butacas desplegadas como camas; c. butacas plegadas creando vacío para cargas.

REFERENCIAS

- Arriagada, J. (2006). *Lancha para la Patagonia Occidental*, Tesis de Magíster. Viña del Mar: Edición TIG.
- Breuer, A. (2007). *Habitabilidad polifuncional, Lancha para la Patagonia Occidental*, Tesis de Magíster. Viña del mar: Edición TIG.
- Bravo, M. (2009). *Habitabilidad interior de la embarcación*, Tesis de Magíster. Viña del mar: Edición TIG.
- Fierro, A. (2013). *Habitabilidad transformable en una embarcación menor con hidrofoils*, Tesis de magister. Viña del Mar: ediciones TIG.
- Ivelic, B. (2005). *Embarcación Amereida*. Viña del Mar: Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Ivelic, B. (2017). *Acto, Forma & Modelo*, Revista Acto & Forma N° 4. Viña del Mar: Ediciones e[ad].
- Ivelic, B. (2018). *Peculiaridades, cualidades intrínsecas de los objetos*. Viña del Mar: Ediciones Universitarias de Valparaíso. (en prensa).
- Jeria, E. (2008). *Sistemas de accesos y propulsión para el desembarco en todo tipo de orilla*. Tesis de Magíster. Viña del mar: Edición TIG.
- Krebs, L. (2012). *Lancha rápida para la conectividad de la Patagonia*, Tesis de Magíster. Viña del mar: Edición TIG. Occidental.
- Marchant, M. (2006). *Lancha para la Región Austral*, Tesis de Magíster. Viña del Mar: Edición TIG.
- Macowan, L. (2007). *Lancha de desembarco*, Tesis de Magíster. Viña del Mar: Edición TIG.
- Meyer, J. (1990). *A story of the modern hidrofoils*, Edit. Hydrofoils Technology Inc. Florida, USA.
- Ramirez, P. (2008). *Canal y plataforma de ensayos hidrodinámicos*, Tesis de Magíster. Viña del Mar: Edición TIG.
- Sánchez, J. (1972). *Maritorio de los archipiélagos de la Patagonia Occidental*. Viña del Mar: Edición TIG.
- Varios autores. (1986). *Amereida II*, Viña del Mar: Taller de Investigaciones Gráficas, Escuela de Arquitectura UCV.