

Prototipo deportivo con hidoralias, impulsado con energía humana

e.[ad]



Prototipo deportivo con hidoralias, impulsado con energía humana

e.[ad]

Escuela de Arquitectura y Diseño
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Alumno: Matías Rivas González
Profesor guía: Boris Ivelic Kusanovic

Prototipo deportivo con hidoralas, impulsado con energía humana

Escuela de Arquitectura y Diseño
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Profesor guía: Boris Ivelic Kusanovic
Alumno: Matías Rivas González

Índice

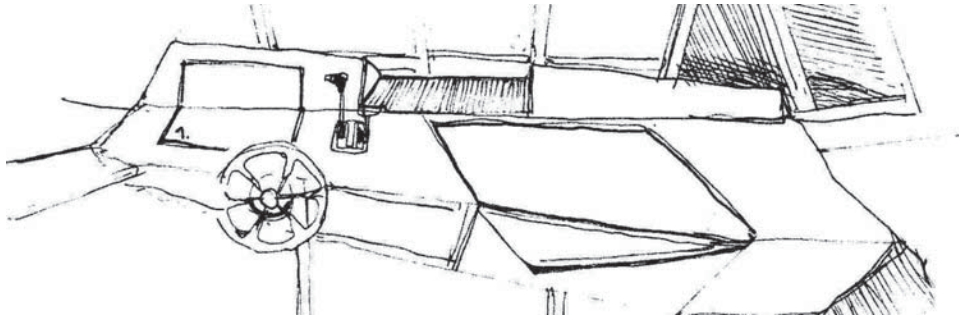
| | | | |
|--|----|--|----|
| Capítulo 1 | | | |
| Origen del encargo | 5 | | |
| I. Embarcación Amereida, maletas de control. | 6 | | |
| II. Aquaskipper, vehículo a propulsión humana. | 7 | | |
| Capítulo 2 | | | |
| Importancia y actualidad | 8 | | |
| I. Actualidad del encargo | 9 | | |
| II. Importancia de resolver el encargo | 10 | | |
| Capítulo 3 | | | |
| Fundamentos e hipótesis | 11 | | |
| I. Territorio | 12 | | |
| II. Acto | 13 | | |
| III. Observación | 14 | | |
| IV. Hipótesis | 15 | | |
| Capítulo 4 | | | |
| Objetivos | 16 | | |
| I. Objetivo general | 17 | | |
| II. Objetivos específicos | 18 | | |
| 1. Traer a presencia el hidrocanguro | 18 | | |
| 2. La desarmabilidad | 18 | | |
| Capítulo 5 | | | |
| Metodología | 19 | | |
| I. Espiral de diseño | 20 | | |
| II. Requerimientos de alto nivel R.A.N. | 21 | | |
| III. Teoría | 22 | | |
| 1. Principios físicos | 22 | | |
| 1.a. Embarcación con hidroala | 22 | | |
| | | 1.b. Hidroalas a propulsión humana | 23 |
| | | 1.c. Principio de las hidroalas | 24 |
| | | 1.d. Principio de Bernoulli | 24 |
| | | 1.e. Influencia de la viscosidad en los vórtices | 24 |
| | | 1.f. Partes de un hidroala | 25 |
| | | 1.g. Viento relativo | 25 |
| | | 1.h. Ángulo de ataque | 25 |
| | | 1.i. Efectos de presión en distintos ángulos de ataque | 26 |
| | | 1.j. Flujo a través de un perfil alar | 27 |
| | | 1.k. Teoría aplicada al hidrocanguro | 28 |
| | | 2. Estudio de prototipos | 29 |
| | | 2.a Prototipo 1 | 30 |
| | | (a.i) Relación geométrica hombre/objeto | 31 |
| | | (a.ii) Planimetría general | 31 |
| | | (a.iii) Despiece | 32 |
| | | (a.iv) Construcción | 33 |
| | | (a.v) Resultados | 34 |
| | | (a.vi) Línea diacrónica/diacrítica | 35 |
| | | 2.b Prototipo 2 | 36 |
| | | (b.i) Relación geométrica hombre/objeto | 37 |
| | | (b.ii) Planimetría general | 37 |
| | | (b.iii) Despiece | 38 |
| | | (b.iv) Construcción | 39 |
| | | (b.v) Período de pruebas | 47 |
| | | (b.vi) Período de pruebas | 47 |
| | | (b.vii) Línea diacrónica/diacrítica | 48 |
| | | 2.c Prototipo 3 | 49 |
| | | (c.i) Relación geométrica hombre/objeto | 50 |
| | | (c.ii) Planimetría general | 50 |
| | | (c.iii) Despiece | 51 |
| | | (c.iv) Construcción | 52 |
| | | (c.v) Resultados | 53 |
| | | (c.vi) Línea diacrónica/diacrítica | 54 |
| | | 2.d Prototipo 4 | 54 |
| | | (d.i) Relación geométrica hombre/objeto | 55 |
| | | (d.ii) Planimetría general | 55 |
| | | (d.iii) Despiece | 56 |
| | | (d.iv) Construcción | 57 |
| | | (d.v) Relaciones geométricas | 58 |
| | | (d.vi) Período de pruebas | 59 |
| | | (d.vii) Línea diacrónica/diacrítica | 60 |
| | | 3. Estudio de modelos | 61 |
| | | 3.a Modelo 1, cascos rígidos | 62 |
| | | (a.i) Relación espejo de agua/modelo | 63 |
| | | (a.ii) Planimetría general | 63 |
| | | (a.iii) Construcción | 64 |
| | | (a.iv) Características | 65 |
| | | (a.v) Resultados cascos curvos | 66 |
| | | (a.vi) Resultados cascos rectos | 67 |
| | | (a.vii) Resultados cascos en punta | 68 |
| | | 3.b Modelo 2, cascos neumáticos | 69 |
| | | (b.i) Relación espejo de agua/modelo | 70 |
| | | (b.ii) Planimetría general | 70 |
| | | (b.iii) Características | 71 |
| | | (b.iv) Resultados | 72 |
| | | 3.c Modelo 3, sin cascos | 73 |
| | | (c.i) Relación espejo de agua/modelo | 74 |
| | | (c.ii) Planimetría general | 74 |
| | | (c.iii) Resultados | 75 |
| | | Capítulo 6 | |
| | | Conclusiones y proyecciones | 76 |
| | | I. Conclusiones | 77 |
| | | II. Proyecciones | 78 |

Capítulo 1.

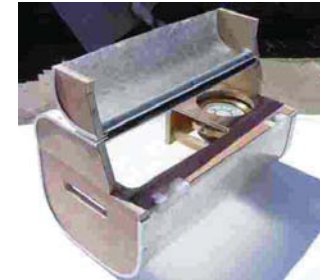
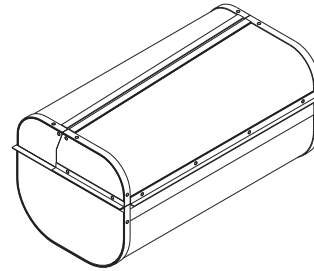
Origen del encargo

Origen, del latín “origo”, dice del principio, nacimiento, manantial, raíz y causa de algo; este origen se traduce al inicio de una etapa o proyecto que determina el camino y la forma por la cual se lleva a cabo el estudio, ahonda en los fundamentos primeros que incorporan y dan el paso inicial a una obra.

I. Embarcación Amereida, maletas de control



Puente de mando



Maletas de control



Embarcación Amereida, frontal

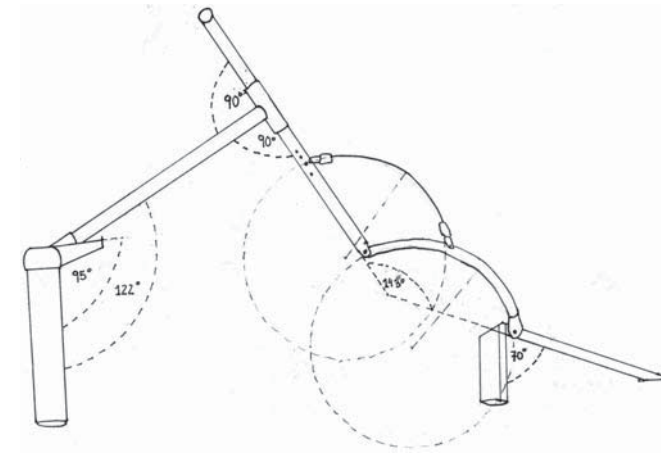
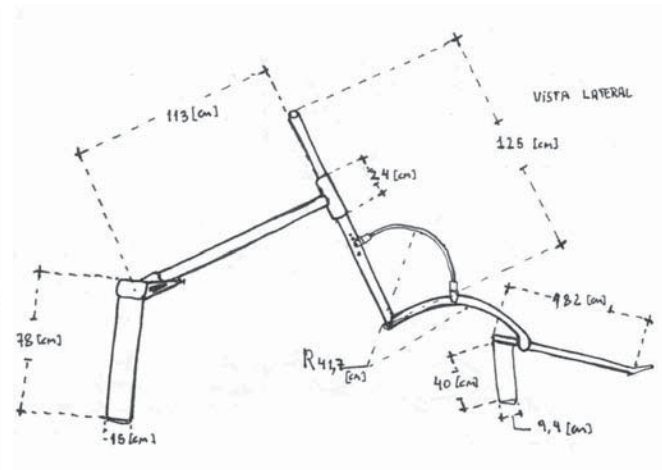
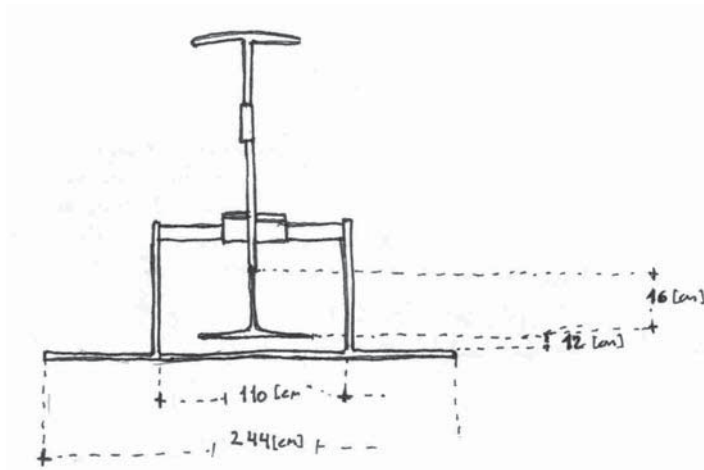


Embarcación Amereida, vista lateral

Durante la 7ª etapa de taller de Diseño industrial, el tema náutico y marítimo se trabaja y estudia de manera que se concibe un proyecto implementando una condición de diseño para la embarcación Amereida, culminando la etapa con una travesía a esta, donde el proyecto realizado se construye y se inserta en el barco mismo.

Este proyecto, consiste en unas maletas de control que tienen la tarea de encender la embarcación y realizar la mayoría de las tareas relacionadas con el motor. Además tiene incorporado un compás magnético, indicadores de temperatura, presión y batería del motor. Este es un tablero pequeño y diferenciado del resto del mueble, que es cobijado por un caja que lo expone al uso, y a la vez la guarda para protegerlo y portarlo.

II. Aquaskipper, vehículo a propulsión humana



Posición inicial en muelle



Impulso inicial



Salto compresión



Salto extensión

Esta introducción al campo náutico que revela la embarcación al momento de estar presente en ella - junto con todos sus objetos de diseño - dejar ver una realidad relacionada con el agua y el comportamiento de los objetos en ésta, que inspira a continuar en la materia por lo que se decide permanecer en el tema realizando el estudio de un objeto con perfiles hidrodinámicos durante las etapa de titulo 1-2-3. Este estudio consiste en el aquaskipper, una estructura

complejamente sencilla que logra una sustentación a través de propulsión humana, sin utilización de motor o velas; sino por medio de acumulación de energía que es restituida. Este estudio continúa de una manera más acuciosa en el periodo de magíster, aplicando términos técnicos al análisis del objeto.

El modo por el cual me incorporo al estudio de los hidroperfiles, es mediante la recomendación del profesor Boris Ivelic, que me propone la continuación de un estudio que había emprendido un grupo anterior que estaba enfocado primordialmente a un prototipo de hidroalas con otro tipo de propulsión, por lo que se me encarga retomar el estudio desde el comienzo.

Capítulo 2. Importancia y actualidad

Este capítulo define la importancia que tiene el poder resolver el funcionamiento de las hidroalas - y del hidrocanguro específicamente - tanto como un elemento deportivo, como un medio de transporte, que habilite rutas náuticas sobre todo en el sur de nuestro país. La actualidad dice de la existencia de un terreno de agua propicio para esta tipología de embarcaciones, que si bien es ventajosa, requieren de lugares específicos para las dimensiones acotadas del prototipo que se está trabajando.

I. Actualidad del encargo



Embalse Puclaro



Valdivia náutico



Puerto Montt



Lago Rapel

El estudio de los perfiles hidrodinámicos en embarcaciones y objetos náuticos concierne a todo el ámbito relacionado con el agua. La aparición de éstos cambia la perspectiva con la que se pueda ver una embarcación - no solo por las velocidades que pueda alcanzar (que en algunos casos las duplica) - sino que el modo de aparecer que estos tienen, forma una presencia distinta en el agua construyendo otra estela; creando un nuevo horizonte en la embarcación y desde la embarcación que se observa en tierra al dejar el casco semi-descubierto o en algunos casos enteramente expuesto. En el caso de embarcaciones menores como el foilkayak o el mismo aquaskipper, incorporan otra dimensión al deporte que es la estabilidad, ya que al salir del agua si no se tiene un buen control del objeto simplemente no funcionan las hidroalas.

La velocidad es una realidad aún no existente en los fiordos del sur de Chile, y es estrictamente necesaria sobre todo hoy en día ya que el desarrollo en el habitar de las aguas australes ha ido incrementado explosivamente estos últimos años, por la incorporación de la industria salmonera, pero el modo de recorrer este territorio marítimo aún no se ha optimizado. El proyecto del hidrocanguro pretende incorporar este parámetro tanto como un medio deportivo y de esparcimiento, como un modo de transporte entre la tierra y las instalaciones de las salmoneras.

En el caso específico del hidrocanguro, éste se incorpora en todo tipo de aguas calmas fomentando una realidad náutica aún no incorporada en el contexto de nuestro país, ya que poseemos más de 4.300Km de costas, donde en las regiones del sur, los brazos de mar navegables o también llamados Hinterland son capaces de acoger este tipo de tecnología náutica, así como también lo son los lagos y ríos a lo largo del territorio nacional.

II. Importancia de resolver el encargo



Chalupones del fiordo Comau



Chalupones del fiordo Comau



Poblados del fiordo Comau



El objetivo del estudio sobre los perfiles hidrodinámicos, consiste en adecuarlos a los canales y fiordos del sur de Chile, ya que las vías terrestres que generan conectividad en la zona austral son limitadas y escasas; además de ser de muy difícil acceso en tiempos de lluvia, por lo que los colonos del sector tienen pocas posibilidades de transporte si no es por los canales. Estos recorridos por los canales no tienen una libertad que les permita a la gente moverse cuando lo necesita. Existen una serie de recorridos definidos por horarios que no van más allá de dos trayectos diarios hasta las zonas más aisladas.

Las distancias entre los poblados en los fiordos, hasta algún pueblo donde tengan las necesidades básicas, ya sea alimentos, medicina o educación, en el caso de los niños, son inmensas por ejemplo desde Hornopirén hasta Caleta Gonzalo son 5 horas en transbordadores, por lo que últimamente ha incrementado la gente que

emigra de los fiordos hasta las ciudades más cercanas abandonando estas volviendo a convertirlas en tierras inhóspitas.

Complementándose con este propósito, el hidrocanguro, tiene la capacidad de adecuarse a diferentes terrenos de agua ya que se puede portar fácilmente, como por ejemplo, desde el fiordo Comau donde puede desempeñar la función de atravesar de un lugar a otro, hasta el lago Ranco o el Río Valdivia en donde se puede desarrollar como un actividad netamente deportiva, igualmente, situándose en una generalidad de terrenos acuáticos puede cumplir ambos actos, el atravesar y el deportivo.

Viéndolo desde una aplicación en tierra, es comparable con la bicicleta, un medio de transporte y un objeto de deporte.

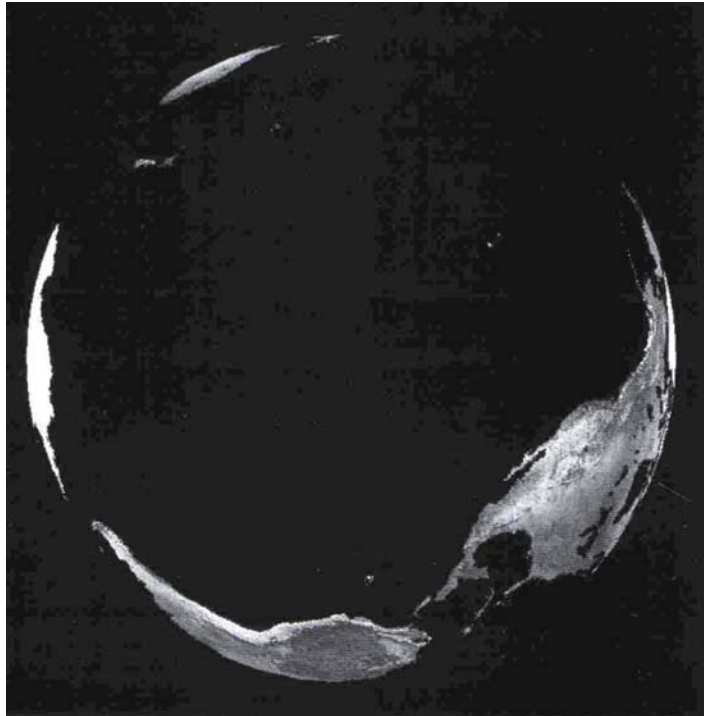
Capítulo 3.

Fundamentos e hipótesis

Los fundamentos son la médula del proyecto, es el aglutinante que permite incorporar cualquier parámetro, no tienen que ver con la forma ni con el funcionamiento, simplemente dicen de la completitud de la obra. La palabra poética es el modo por el cual se procede para llegar a ésta, siempre siendo una primera vez, siempre irreplicable ya que habla de un presente, habla de una observación.

La hipótesis esta dirigida a las mayores incógnitas, estableciéndose provisionalmente como base de una investigación que puede confirmar o negar la validez de la obra.

I. Territorio



Magnitud del oceano pacifico

Nuestra escuela se ha planteado la épica de fundar el mar patagónico, dando cabida al proyecto del maritorio; cuya finalidad es transformar el territorio marítimo en territorio fundado, habitable, arraigable, suministrándole al hombre la capacidad de ampliar sus posibilidades de ocupar el agua y enraizarlo en la tierra-mar. Por medio de la necesidad surge la curiosidad, la búsqueda que evoluciona y se convierte en conocimiento; el cual existe en variadas formas; una de ellas es el modo de habitar el mar que toma múltiples rutas; de las cuales una es la hidroala.

Los fiordos ya tienen sus canales fundados y habitados por los chalupones, en los que recae toda la prudencia de los mares calmos australes. Esta fundación ha permanecido intacta desde tiempos remotos dando



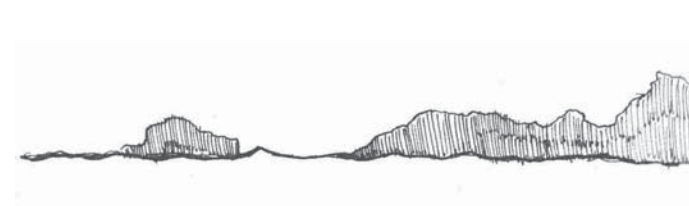
Latitudes



Río Futaleufu



Fiordo Coumau



Asomo de las cumbres andinas

soluciones simples y acertadas a requerimientos de años pasados, pero hoy en día la responsabilidad incurre en el poder re-fundar estos terrenos, implementando nuevas formas de atravesar este terreno de mar, que le den un nuevo ritmo y velocidad a los canales y fiordos.

El hidrocanguro es una forma de aporte al maritorio a través de lo lúdico, permite tener una permanencia en el mar relacionado con el deporte y el juego. Este objeto también da cabida a su dinamismo en aguas calmas; es decir que ha sido creado abriendo la posibilidad de utilizarlo en localidades como embalses, lagos, ríos. En cuanto a la permanencia del objeto, ésta se da de una forma dinámica, por medio del recorrer en una flotabilidad leve.

II. Acto



Velo en tierra



Portabilidad



Develar en agua

Al relacionarnos con el mar, la materia que lo compone cambia; cambia en los pesos y en las dimensiones en mayor parte de los casos. En este objeto en particular su funcionalidad no se concibe sin las propiedades del agua.

La funcionalidad del hidrocanguro traspasa desde el territorio al maritorio. Ésta se hace presente, determinada por la causalidad; es a través de un acto de acogida entre hombre y objeto como se desarrolla un gesto

transitorio que hace referencia a lo transportable. El traspaso genera distintas instancias en el accionar; es en tierra el hombre quien porta y mueve al objeto: en el agua en cambio es el hidrocanguro quien porta y traslada a su vez al sujeto. Este hidrofóil crea una acogida, a modo de contenedor, donde sucede la acción de desplazamiento y traslado.

En el acto el hidrocanguro aporta entretenimiento deportiva; movimiento y un estar intermitente que se conjuga entre

el individuo y el objeto. De esta manera se originan momentos en que este enlace traza una trayectoria; se deja ver cuerpo y objeto en común unidad, y al mismo tiempo se aprecia el desaparecer ligado a la no función cuando el hidrocanguro está en reposo y es transportado a tierra.



Comprensión visual

El hecho de que exista una comprensión visual para lograr un entendimiento de cómo se maniobra, anticipa que es el hidrocanguro quien domina la manera de deslizarse

en el agua, creando una figura única entre hombre y objeto.

III. Observación

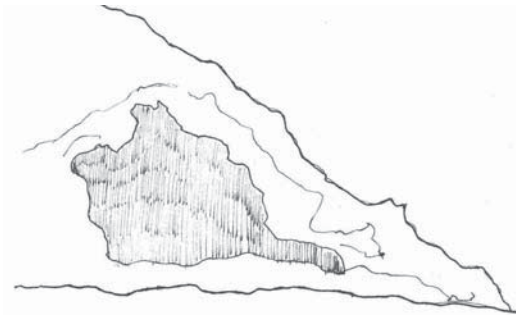


Posturas del surf

¿Como tratar constructivamente la expresión? Se puede ver por ejemplo en las tablas de surf, donde el cuerpo es el que guía y maneja la tabla, este tipo de objetos tienen una abertura en su forma, el que lo porta gobierna el suelo, le va dando modos; más que un esfuerzo físico, es la manera por la cual el sujeto adquiere un dominio sobre un territorio, que en este caso es el agua.

Es el cuerpo el que aparece en plenitud, es el que guía y se muestra construyendo trazos sobre las olas, un baile que concluye con la culminación de la rompiente en la playa, quebrantando la geometría casi inmutable de los desplazamientos monótonos del oleaje. La postura, el agarre que trae consigo un gesto de estabilidad, define un espacio donde se construye un desplante del cuerpo.

Así actúa el aquaskipper, da la posibilidad de un agarre único e inamovible, generando un límite entre las manos y los pies ubicándolos en una clausura de las extremidades, en este sentido, la forma tiene su propia voluntad, limitando un dominio en el accionar. Por lo tanto aunar ambas características; por un lado construir una baile sobre el agua, y por otro lado mantener las condiciones que implica el estudio de los hidroperfiles es el objetivo del hidrocanguro, luego de definir su funcionamiento.

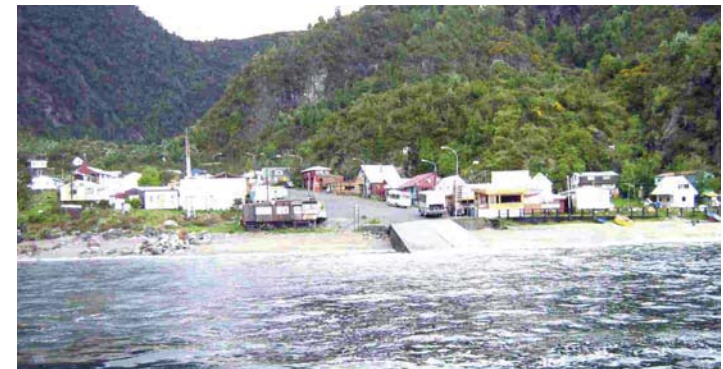


Abertura de la selva fría

Travesía de las aguas australes 2007

Lo habitado se distingue en los cortes abruptos de la densidad presente en la selva fría. No cuesta distinguir al hombre ya que la selva que acoge cambia sus colores y densidades para desocultar la hosquedad del clima y terrenos mostrando la posible cabida a la vida del colono.

En Caleta La Arena, se distingue que el poblado está perfilado para ser un embarcadero donde su calle principal, es el punto de acceso a la plataforma donde embarcan y desembarcan transbordadores. Un objeto que tiene la capacidad de cruzar de un punto a otro ¿puede formar una distinción en un poblado pequeño?, ¿este se hace parte fundamental de la gente?



Caleta la arena

IV. Hipótesis

La construcción de una empresa que ya está realizada
¿Cómo traerla a presencia sin ninguna referencia?
Cambiar el sentido al momento de plantear una hipótesis
es lo que trae por consecuencia la pregunta elaborada,
en vez de crear una obra con todas sus problemáticas
posteriores, se trae a presencia la problemática de una
obra para poder concluir en ella.

Capitulo 4. Objetivos

Los objetivos son pertenecientes o relativos al objeto en si mismo, que en este caso es el hidrocanguro. Este capitulo consta de dos parte, los objetivos generales y los específicos. Los generales aúnan los fundamentos con el objeto, definiendo la presencia de hidricanguro en el ámbito del diseño, mientras que los objetivos específicos, indican consideraciones fundamentales del objeto por si solo precisando dimensiones que se tienen que estimar.

I. Objetivo general



Vínculo entre el mar y el hombre

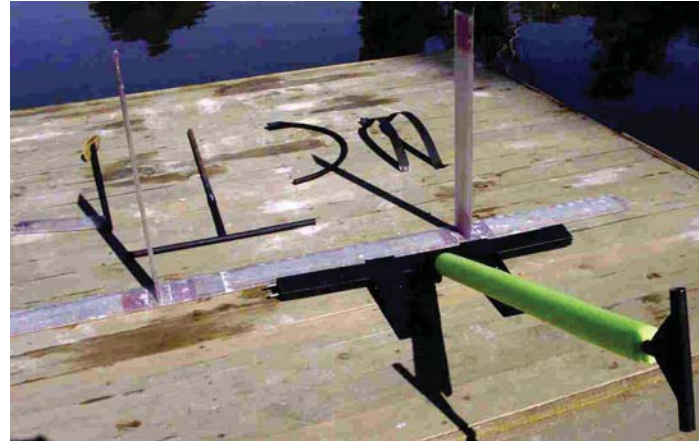
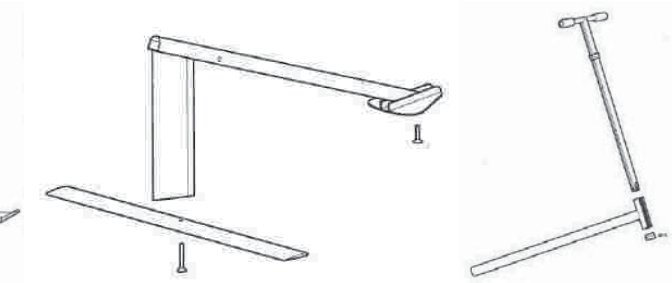
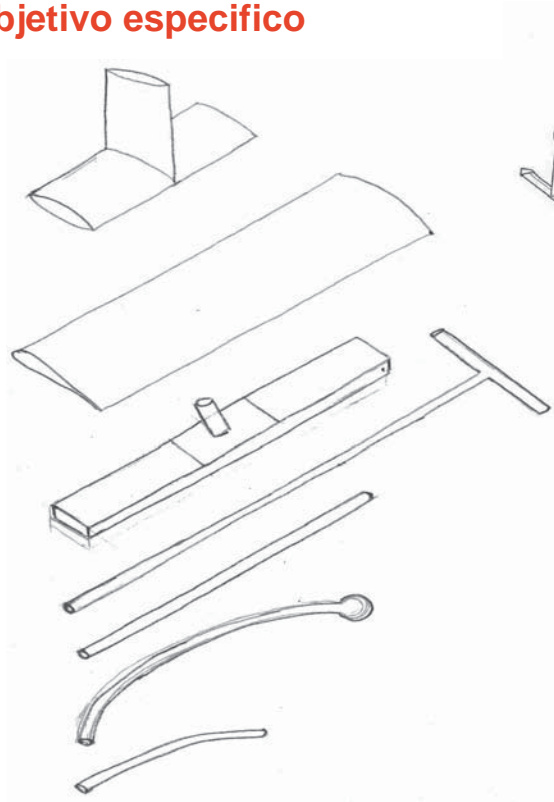
La búsqueda del vínculo entre el mar y el hombre, trae a presencia la forma que tiene el individuo de atestiguar su desocultar. Este desocultar se manifiesta a través de la existencia que es una virtud que siempre nos mantiene en una constante búsqueda que anhela descubrir los misterios que rodean al hombre, le motivan a esclarecer lo que ofrecen sin ser vistos y ésta solo se puede transcribir a través del lenguaje.

El lenguaje actúa como código, como el medio a través del cual se origina en el sujeto la capacidad de nombrar las cosas, de hacerlas aparecer develándolas, dándoles existencia, dejando que se muestren en su esplendor. De esta manera mediante el lenguaje poético sobreviene la búsqueda de conocimientos, en el sentido de encontrar una forma única y exacta de para este nombrar, por ello se adquiere la tarea de investigar formas de transitar en el mar, modos de unión entre hombre y agua

utilizando para esta finalidad los Hidroperfiles. Luego de tener la inquietud y luego la existencia, mediante el nombre, aparece el querer descubrir el funcionamiento del objeto trayéndolo a presencia como un método de investigación y esclarecimiento de las hidroalas.

El hidroperfil permite que la unión entre hombre y agua adquiera levedad; éste levanta una embarcación en orden de disminuir el roce generando mayor velocidad, da paso a una nueva relación mar y hombre; relación que da altura, espacio, aire.

II. Objetivo específico



Prototipo 2



Prototipo 3

1. Traer a presencia el hidrocanguro

Descifrar el comportamiento del hidrocanguro, requiere de un estudio exhaustivo de cada uno de los procesos que se están realizando, ya que no existen referencias concretas de cómo funciona, por lo que acercarse a la realidad de este consta de un estudio de prueba y error, siempre teniendo en cuenta factores fundamentales para el estudio de este.

El campo de la hidrodinámica, no es una ciencia completamente conquistada, ya que no tiene respuestas para muchos comportamientos de los objetos que interactúan con ella, pero si hay muchos estudios que permitieron posar cuerpos en esta que permiten generar campos de investigación distintos para cada uno de los tipos de embarcaciones existentes hoy en día. Estos cuerpos se catalogan en varios tipos, el que se estudia para el hidrocanguro es el de la hidrodinámica en

hidroalas a propulsión humana, por lo que se entiende que los factores que van a actuar son muchos, pese a ser un objeto tan sencillo visualmente.

Como primer paso, indagar en el mundo de la aerodinámica y la hidrodinámica, para obtener una comprensión de la teoría del ala es un paso primordial para comenzar a establecer hipótesis coherentes sobre el movimiento y comportamiento de las hidroalas bajo el agua, luego, una comprensión visual donde se puedan identificar las piezas que lo componen y así formar una primera idea de la geometría general para luego llegar a cada una de las piezas.

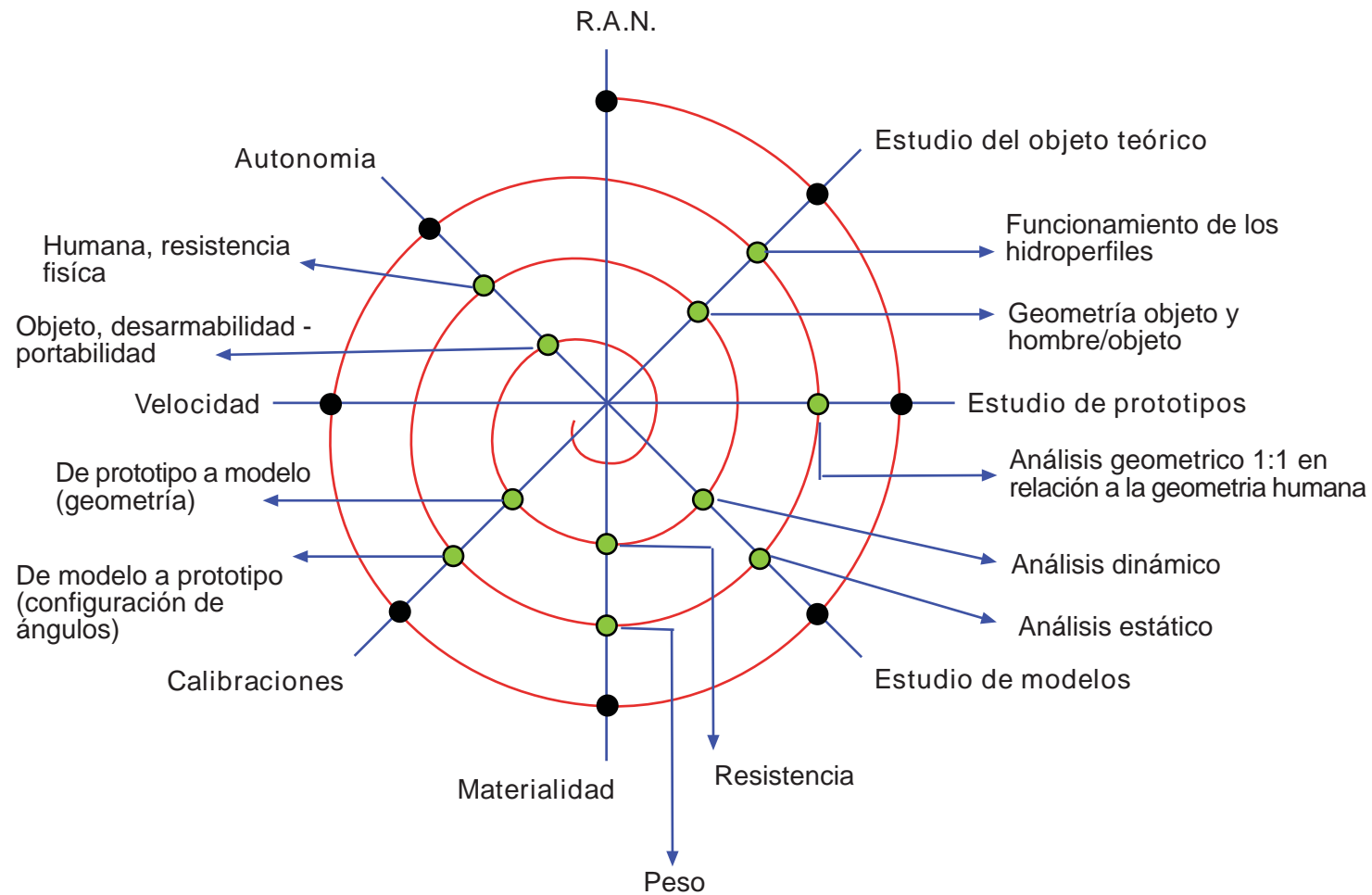
Teniendo esto el comienzo de un análisis de prototipos y modelos es el único paso que se puede dar para corroborar las hipótesis antes planteadas.

2. La desarmabilidad

El hidrocanguro en tierra, al no tener el desenvolvimiento que brinda la cualidad del agua, necesita desaparecer, romper su geometría transformándose en un objeto que el hombre pueda portar, contrariamente a lo que pasa en el agua, donde es el hidrocanguro quien porta al hombre. Bajo estas condiciones la desarmabilidad desenvuelve un papel esencial para su condición en tierra, "un hombre es deslizado en las agua, un hombre es quien lo mueve en tierra".

Capítulo 5. Metodología

La teoría, la metodología de investigación, el proceso constructivo y los resultados son los puntos que definen el proyecto en su completitud, el proyecto deja que quedar en conjeturas e hipótesis; va precisando información y cerrando procesos de estudio, como también va abriendo y aclarando métodos de análisis capaces de esclarecer el funcionamiento del hidrocanguro.



I. Espiral de diseño

Una de las primeras fases realizadas antes de iniciar el proyecto es la definición de los objetivos. Estos objetivos deben estar ordenados en función de su prioridad, de manera que la lista ordenada que se forme, facilite la toma de decisiones en el caso de soluciones opuestas.

Cuando se definen objetivos es vital diferenciar entre cantidades que son esenciales (a las que se denominan especificaciones de diseño) y aquellas que sólo son deseables y que por lo tanto pueden ser modificadas si su cumplimiento implica un costo excesivo o va en disminución del cumplimiento de un objetivo, de una meta más importante.

Es menester que cuando se planteen los objetivos, se tomen en cuenta cada uno de los factores que se consideren relevantes, sin tener en cuenta ningún tipo particular de diseño que se tenga en mente. De otra forma, los objetivos forzarían innecesariamente el desarrollo del diseño, en el caso de que el proyecto final no siga el inicialmente pensado.

II. Requerimientos de alto nivel (R.A.N.)

Este punto aclara las condiciones que debe tener el objeto con respecto al ámbito legal y formal, para tener en cuenta las condiciones que se requieren en su etapa de proyección y diseño.

Dentro de estas mismas R.A.N. hay requerimientos que son auto-generados que responden a lo que personalmente se persigue y se quiere en relación al proyecto mismo, y los generados por el proyecto en cuestión que corresponden a las características físicas de diseño que se necesitan para que funcione correctamente, en este caso aplicar principios hidrodinámicos que ya están definidos y que hay que saber adecuarse a ellos restringiendo libertades de forma, de postura, de materialidad, etc. Factores que arroja el estudio y que se dan a conocer en la prueba misma, pero que hay que tener en consideración al momento de la construcción de la obra.



1. Para que se quiere
 - a. Embarcación deportiva con sistema de hidroperfiles.
 - b. Que su impulsión sea a propulsión humana.

2. Donde opera
 - a. En aguas calmas que superen los 2mt de profundidad.
 - I. Lagos
 - II. Embalses
 - III. Playas de poco oleaje
 - iv. Ríos navegables
 - b. Aguas limpias sin escombros o algas flotando que puedan perturbar los alerones.
3. Autonomía
 - a. Energía humana.
 - b. Que el aparato sea auto sustentable.
4. Restricciones
 - a. Uso obligatorio de salvavidas.
 - b. Saber nadar.
 - c. Tener a alguien cerca en caso de emergencia.
 - d. No utilizar cerca de otras embarcaciones, tener un área extensa
 - e. Tener mas de 12 años.
 - f. Portabilidad, por lo tanto debe ser liviano
 - g. Desarmabilidad.
5. Reglamentación y legalidades
 - a. Debe tener normas de seguridad apropiadas.
 - b. Un manual explicito.

6. Cultura, usos y costumbres
 - a. Un aparato amigable en el sentido de aprendizaje.
7. Universalidad de género
 - a. Debe ser mixto, apto para gente mayor y niños, por lo tanto las fuerzas aplicables deben estar dentro de los parámetros de estos.
8. Tecnología y estado de arte
 - a. Construcción accesible.
 - b. Materialidad importada.
9. Sistema de unidades
 - a. Métrico en las proyecciones geométricas.
 - b. MKS en la adquisición de tubos, pernos, tuercas, etc.
10. Idioma
 - a. El manual debe estar disponible en español, inglés, chino, francés, y Alemán, con posibilidad de mantener contacto via internet para cualquier tipo de idioma deseado.
11. Temporalidad
 - a. 15 años en uso constante.

III. Teoría

1. Principios físicos



Embarcación hidroala



Embarcación hidroala



Foilkayak

1.a. Embarcación con hidroalas

Una embarcación con hidroala (hydrofoil), es un tipo de barco cuyo casco sobresale del agua cuando la velocidad es lo bastante elevada, gracias a la acción de un plano de sustentación o ala que funciona según el mismo principio que las alas de un avión. Ésta técnica permite a los barcos aumentar su velocidad disminuyendo la fricción entre el casco y el agua y evitando los efectos de las olas.

La razón arrastre/sustentación en las embarcaciones normales es mucho mayor que la de una con hidroalas. El proyecto de creación de los hydrofoil fue sugerido en 1869 por un ingeniero francés, Joseph Farcot; quien estaba convencido de que una embarcación podía avanzar más rápidamente por encima del agua -en vez de inmersa en ella- si estaba sostenida por flotadores o por esquíes con superficies de apoyo más bajas que la carena del casco (reduciendo notablemente de este

modo la resistencia al avance). Desde el principio, Forlanini y otros pioneros se concentraron en el uso de alas sustentadoras en forma de escalas, cuyo eje principal fuese perpendicular a la línea longitudinal del casco, y ligeramente inclinadas con respecto al plano horizontal.

Este proyecto fue llevado a cabo por Enrico Forlanini en el año 1903, interviniendo una pequeña embarcación que fue capaz de navegar a más de 35 nudos -unos 79 km por hora-, con la mayor parte del casco totalmente fuera del agua, aparentemente sostenido, por tres planos sustentadores, la embarcación se desplazó a mayor rapidez de lo que habían considerado posible sus propios constructores. De esta manera el "hidrovolador", considerado el precursor de los modernos hidroalas, funcionaba.

El hidroala de Bell

A los tres años del éxito del experimento de Forlanini, en 1906, Alexander Graham Bell, presentó un proyecto de barco impulsado por dos grandes hélices montadas sobre la línea de flotación. De este modo se reducía la notable resistencia producida por una hélice convencional y su eje sumergidos en el agua (el desarrollo del hidroala, durante muchos años concentrado en el problema de la impulsión, ha sido totalmente resuelto con el invento del hidrojet). Las primeras pruebas las hizo Bell con un modelo de embarcación a escala, y transcurrió algún tiempo antes de desarrollar su idea y construir un prototipo de tamaño natural.

1.b. Hidroalas a propulsión humana



Pogofoil



Trampofoil



Pumpabike

(b.i) Pogofoil 1990

El Pogofoil de Parker Mc'Cready fue el segundo intento con la finalidad de generar propulsión en un hidroplano por medio de batir sus alas. Estas pruebas de llevaron a cabo en Lago Verde de Seattle alrededor del 1990. Pesaba alrededor de 50 libras, con una velocidad de 11 mph, donde el sujeto que lo maniobra solo logra avanzar unos pocos cientos de metros antes de agotarse. Fue la culminación de varios años de construcción de barcos experimentales, que incluía su primer hydrofoil, la "Mutiny on the Boundary layer."

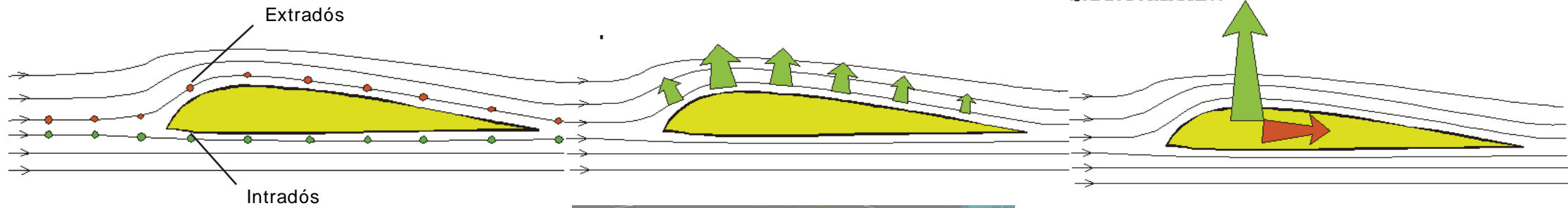
Este hidrovolidor descansa sobre pontones, y a medida que el sujeto comienza saltando arriba y abajo se va desplazando. El ala principal está hecha de carbono -epoxy composite-, es de unos 2 metros de envergadura, utiliza una sección airfoil NACA 4415. Su peso está plenamente a cargo de los hidroplanos, que se mantienen entre los 10-30 cm bajo la superficie del agua.

(b.ii) Trampofoil 1998

Alexander Sahlin, un ingeniero sueco, inventó el Trampofoil en 1998. Utilizó el concepto del movimiento ondulatorio de las hidroalas como medio de propulsión. Debido al bajo peso que tiene –aproximadamente 12kg -, fue el primer objeto náutico con hidroala que por medio de propulsión humana lograba fácilmente deslizarse. El problema de esta máquina es que no tiene aparatos flotadores que generen una boyantes, por lo tanto es imposible comenzar el movimiento en el agua, sino que hay que partir de algún muelle.

(b.iii) Pumpabike 2004

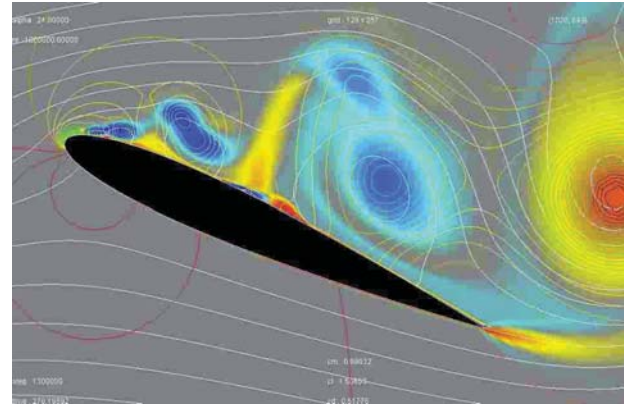
El Pumpabike fue diseñado por el sudafricano Mike Puzzey; la función básica de este hidro-volidor es similar a la del trampofoil, pero el pumpabike tiene la capacidad de realizar mejores brinco debido a los materiales utilizados. Este hidrofoil se arma en 11 pasos, y viaja a 9 metros por segundo (27 pies). A diferencia del Aquaskipper es recomendado que el sujeto no comience a saltar hasta que el aparato se mueva de manera estable. Es recomendable lanzar el Pumpabike desde una plataforma firme, como por ejemplo el caso de un embarcadero, a unos 300-500 mm sobre el nivel del agua (entre 12" a 20"); en esta acción la parte delantera del hidro-volidor debe estar a 100mm (3-4") de profundidad.



1.c. Principio de las hidroalas

Cuando las partículas pertenecientes a la masa de un flujo de aire chocan contra el borde de ataque de un plano aerodinámico en movimiento, cuya superficie superior es curva (extradós) y la inferior plana (intradós), estas se separan. A partir del momento en que la masa de aire choca contra el borde de ataque de la superficie aerodinámica, unas partículas se mueven por encima del plano aerodinámico, mientras las otras lo hacen por debajo hasta, supuestamente, reencontrarse en el borde opuesto o de salida.

Teóricamente para que las partículas de aire que se mueven por la parte curva superior se reencuentren con las que se mueven en línea recta por debajo, deberán recorrer un camino más largo debido a la curvatura, por lo que tendrán que desarrollar una velocidad mayor para lograr reencontrarse. Esa diferencia de velocidad provoca que por encima del plano aerodinámico se origine un área de baja presión, mientras que por debajo aparecerá, de forma simultánea, un área de alta presión. Como resultado, estas diferencias de presiones por encima y por debajo de las superficies del plano aerodinámico provocan que la baja presión lo succione hacia arriba, creando una fuerza de levantamiento o sustentación. En el caso del perfil alar, esa fuerza actuando principalmente en las alas, hace que una vez vencida la oposición que ejerce la fuerza de gravedad sobre éste, permita mantenerlo en un estado de sustentación.

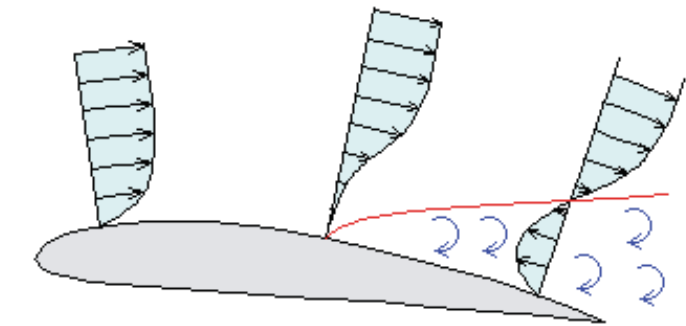


1.d. Teorema de Bernoulli

$$2 P = p_0 + \frac{1}{2} \rho V^2 = \text{constante}$$

Donde:

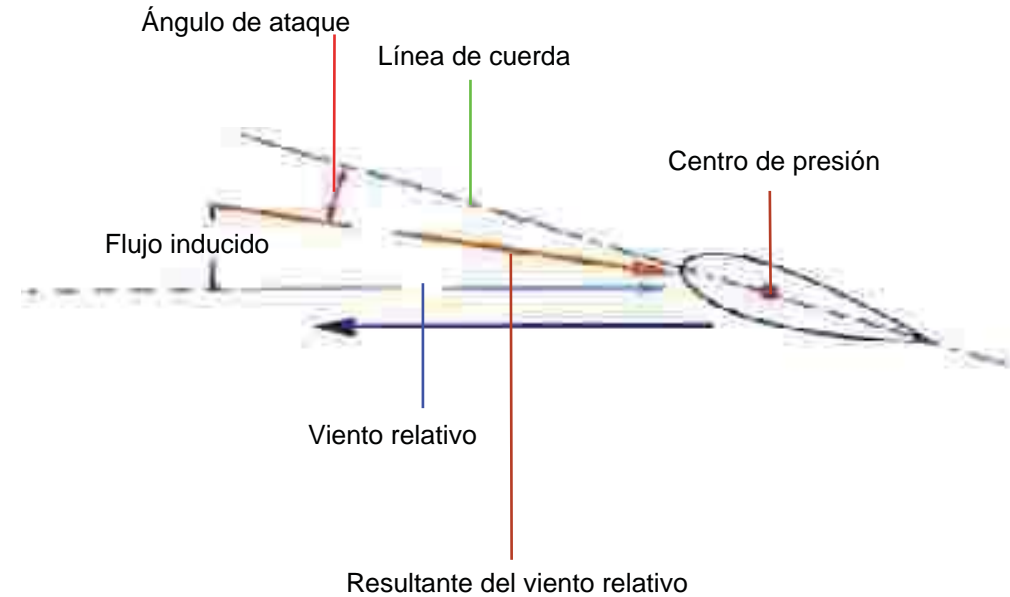
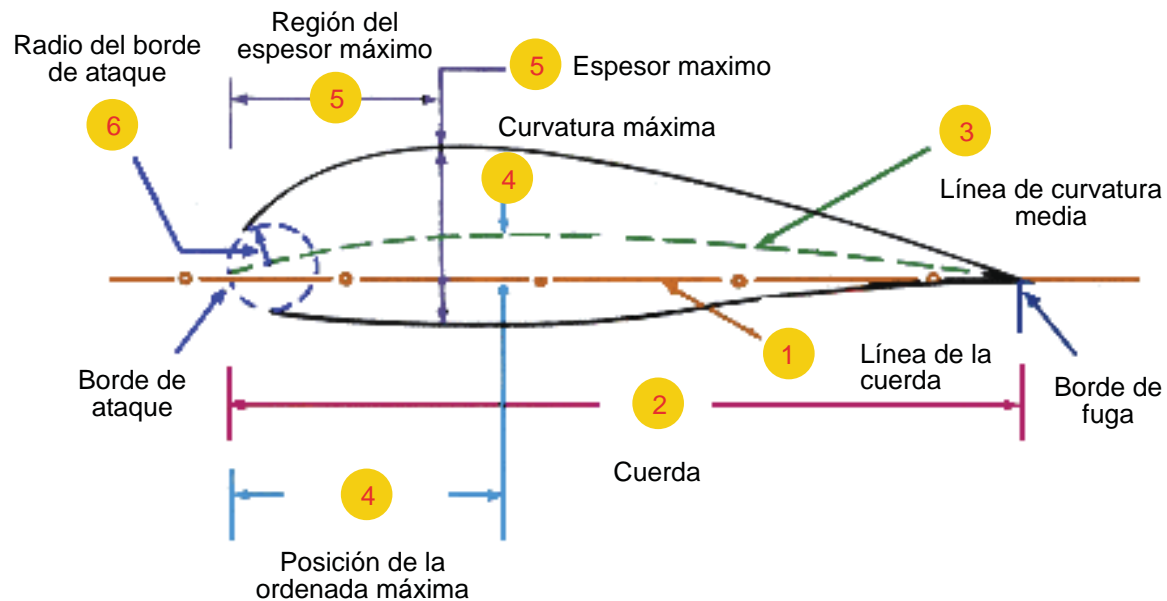
- P: presión total
- p_0 : presión estática
- $\frac{1}{2} \rho V^2$: presión dinámica
- ρ : densidad del aire (constante a la misma altitud)
- V: velocidad relativa del aire



1.e. Influencia de la viscosidad en los vórtices

La secuencia simplificada del proceso de generación de sustentación corresponde a la solución ideal sin viscosidad en la que la resultante de las fuerzas de presión sobre el perfil resulta ser nula. Sin embargo, la viscosidad es la responsable de que se desprenda un torbellino del borde de salida con vorticidad negativa. La conservación de la vorticidad implica que se genere vorticidad positiva entorno al perfil. Hasta el momento la teoría potencial no indica cuál puede ser el valor de esta vorticidad, entrando en juego la Hipótesis de Kutta que, en su versión más simplificada, enuncia que debe existir una línea de corriente que arranque del borde de salida del perfil. En otras palabras, el borde afilado del perfil es el responsable de que se genere una fuerza sustentadora.

Como consecuencia de lo anterior podemos destacar que la existencia de sustentación va asociada a que la circulación (medida de la vorticidad) alrededor del perfil no sea nula



1.f. Partes de una hidroala

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.

5- Espesor máximo es la distancia máxima entre la superficie superior e inferior (extradós e intradós).

6- Radio del borde de ataque es una medida delafilamiento 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.

1.g. Viento relativo

El viento relativo es esencial para el entendimiento de la aerodinámica. Este es definido como el flujo de aire "relativo" que ataca a un perfil.

El viento relativo se incrementa si la velocidad del perfil es incrementada. Como ejemplo, consideren una persona sentada dentro de un automóvil con su mano extendida fuera de la ventanilla, en un día sin viento. No hay flujo de aire debido a que el automóvil no se está moviendo, sin embargo si ahora el automóvil esta desplazándose a 100 Km/h, el flujo de aire sobre la mano estará desplazándose a 100 Km/h. Ahora si ustedes mueven la mano hacia adelante (digamos a unos 10Km/h) el viento relativo será de 110 Km/h y si lo hacen hacia atrás será de 90 Km/h. Este flujo de aire es llamado Flujo Inducido (Downwash). Este flujo de aire hacia abajo es aún inducido en condiciones de viento.

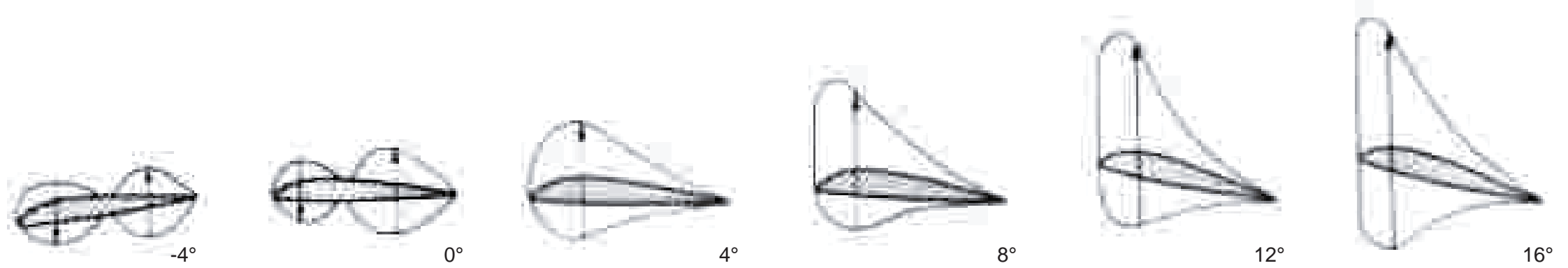
1.h. Ángulo de ataque

Se denomina ángulo de ataque al que forma la cuerda geométrica de un perfil alar con la velocidad del aire incidente. Es un parámetro que influye decisivamente en la capacidad de generar sustentación. La velocidad sobre el extradós es afectada por la curvatura que va adquiriendo en los distintos ángulos de ataque, provocando la disminución de la presión a través de toda la curva, por ende aumenta la velocidad del flujo (teorema de Bernoulli).

Se creará la sustentación sólo si existe movimiento relativo entre el ala y el fluido.

El viento relativo se define como el viento que se crea contrario a la dirección del movimiento del avión.

Se representa por un vector opuesto en sentido al vector velocidad.

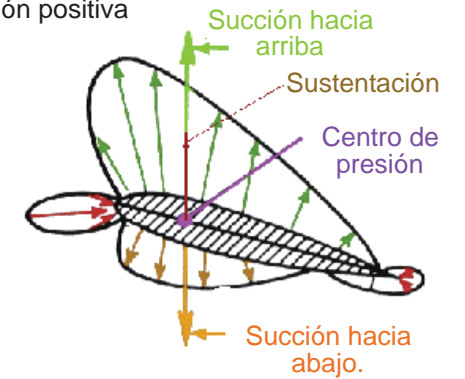
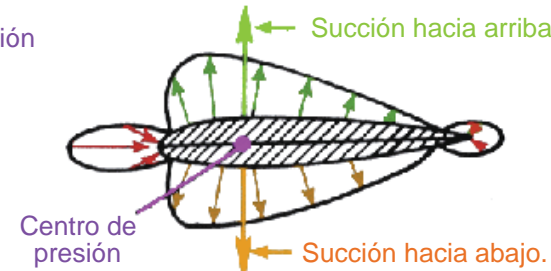
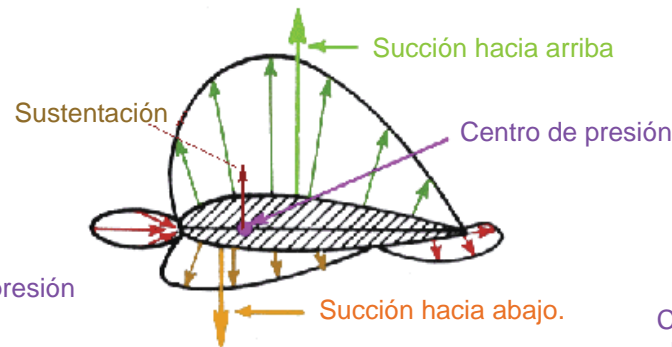
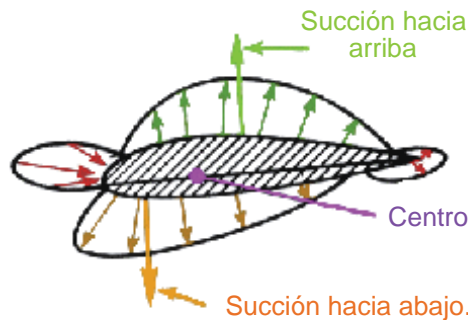


Perfil asimétrico sustentación cero

Perfil asimétrico sustentación positiva

Perfil simétrico sustentación cero

Perfil simétrico sustentación positiva



1.i. Efecto de presión en distintos ángulos de ataque

El aumento de la velocidad del aire sobre el extradós de un perfil, con respecto a la velocidad del aire en el intradós, genera presiones, tanto en uno como en otro lado. La diferencia entre estas presiones (si la presión en el extradós es mayor) genera una resultante a la que llamamos sustentación.

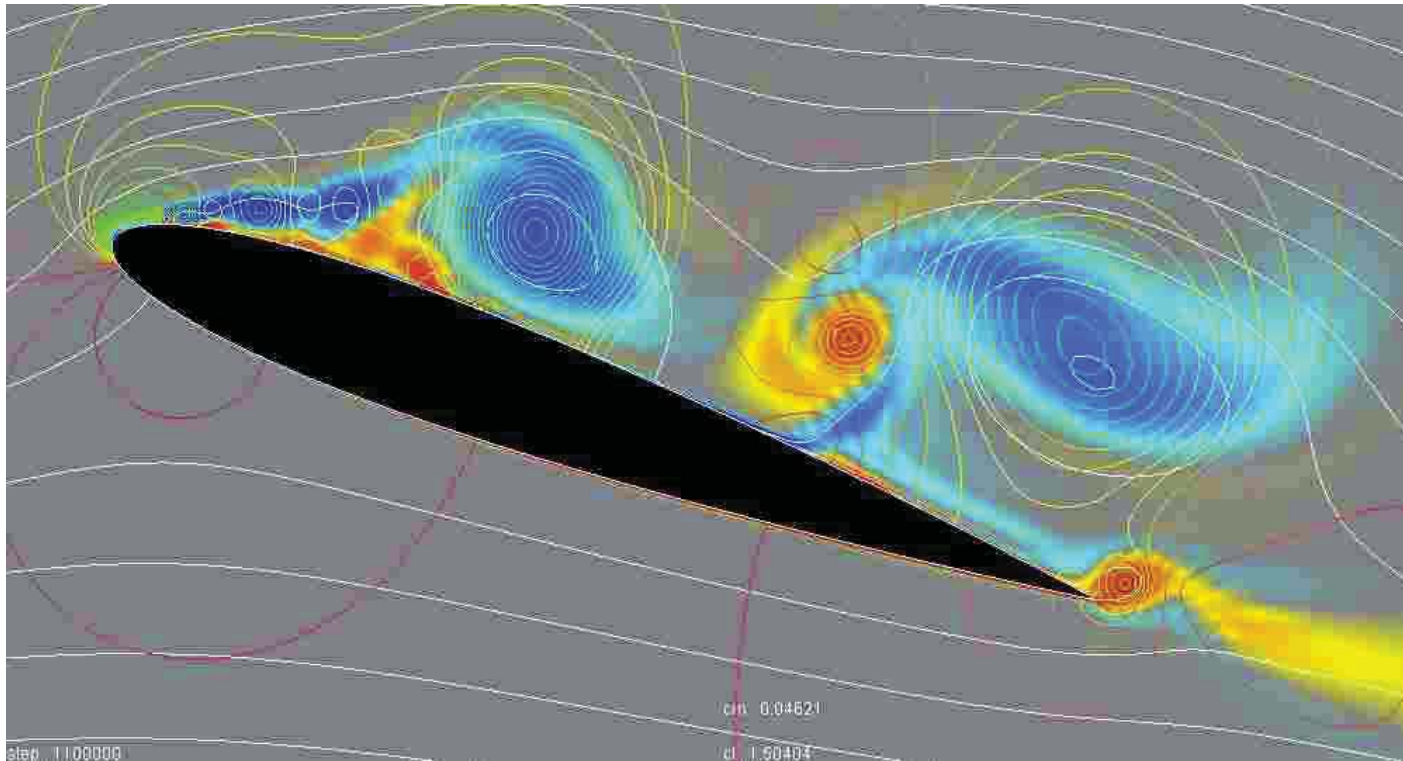
En la distribución de las presiones sobre un perfil asimétrico, se nota que las presiones resultantes sobre el extradós generan una fuerza hacia arriba tanto como las presiones en el intradós otra de la misma magnitud hacia abajo, no obteniéndose sustentación.

Cuando el ángulo de ataque es incrementado (perfil asimétrico sustentación positiva) las presiones en el extradós son superiores a las del intradós, obteniéndose una fuerza resultante llamada sustentación. El punto donde se puede considerar aplicada esa fuerza se denomina centro de presión.

La distribución de las presiones, como se ve en el perfil simétrico sustentación cero, es similar tanto arriba como abajo del perfil (ángulo de ataque cero), y las resultantes de ambas presiones son iguales y aplicadas en el mismo punto.

Con ángulo de ataque positivo (perfil simétrico sustentación positiva) las presiones en el extradós del perfil son superiores a las del intradós obteniéndose una resultante total hacia arriba, denominada sustentación.

Los vectores de las resultantes de las diferentes presiones (hacia arriba y hacia abajo) permanecen en el mismo lugar, sin cambios con respecto a los perfiles asimétricos.



1.j. Flujo a través de perfil alar

Existen dos aspectos del escurrimiento del fluido:

A. Régimen laminar es aquel en el que un punto cualquiera del fluido, el vector velocidad permanece constante.

B. Régimen turbulento, “en un punto cualquiera del fluido el vector velocidad es variable”.

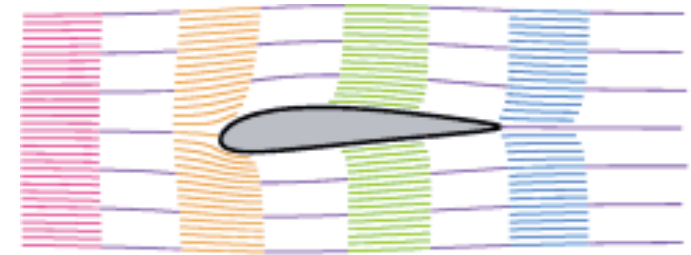
Las siguientes son características del paso del aire por el perfil:

1. Antes de llegar al borde de ataque, las líneas de corriente toman una dirección, ascendente preparándose para fluir a través del ala.
2. Al dejar el borde de fuga, las líneas de corriente llevan una trayectoria descendente en ángulo con respecto al viento relativo, que se define como “ángulo de flexión”.

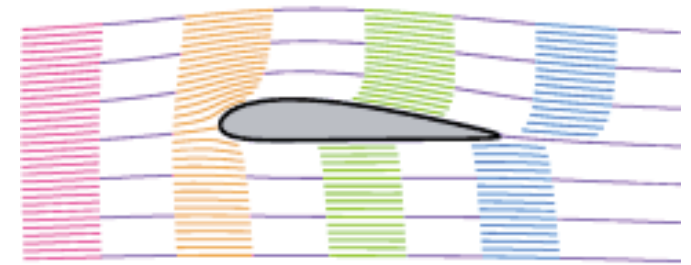
3. Se infiere entonces que el viento relativo varía a través del ala y habrá que tomar como referencia un viento relativo medio.

La sustentación se considera descompuesta en dos componentes: una perpendicular al viento relativo y la otra paralela al viento relativo, la primera es la sustentación y la segunda, la resistencia inducida.

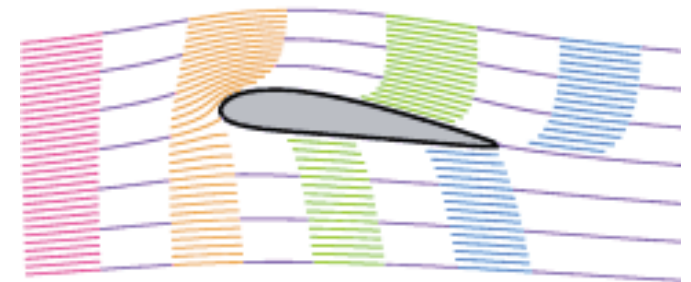
Haciendo desplazar un perfil alar dentro de un fluido laminar, el comportamiento de los imaginarios filetes del fluido se ajustan a la forma del perfil, donde en la zona de contacto con el extradós, por su mayor curvatura, los filetes de aire se comprimen, lo cual obliga a las moléculas de aire a aumentar su velocidad de paso, creándose así una depresión o, lo que es igual, un efecto de succión en el extradós del ala. Al contrario ocurre en el intradós, donde las líneas de corriente se separan y se produce una sobre presión.



Comportamiento a inclinación de 0°

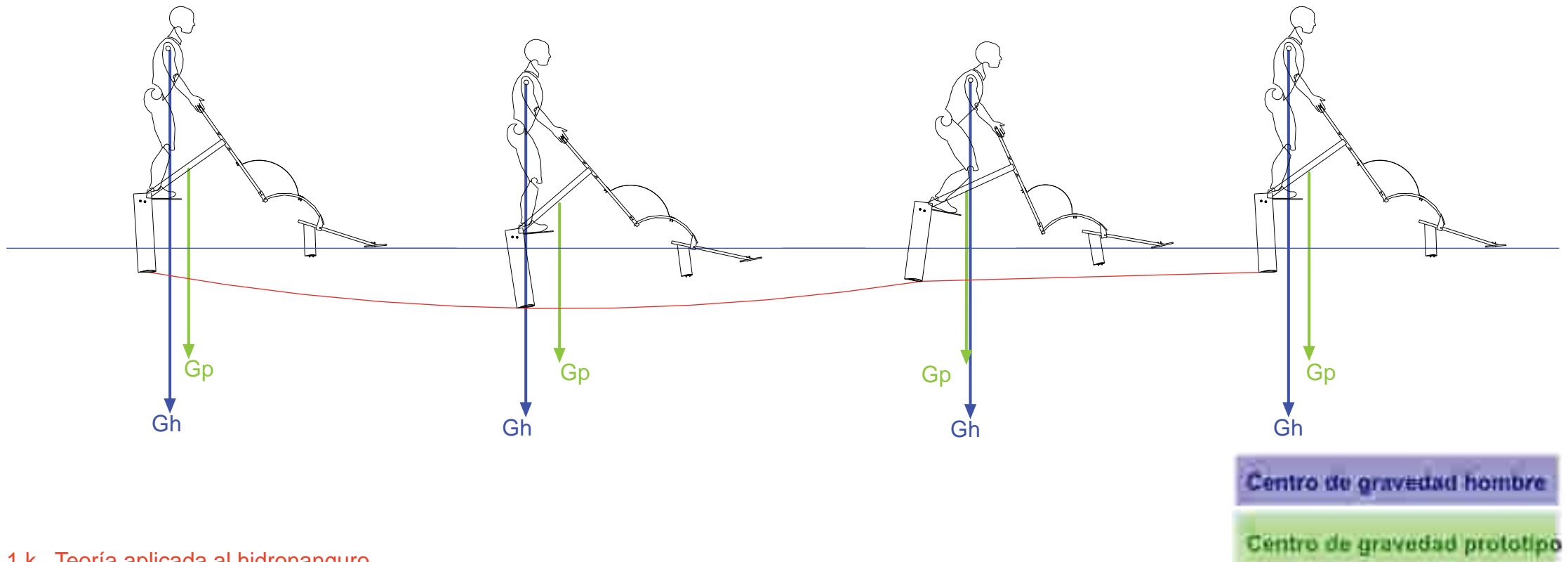


Comportamiento a inclinación de 5°



Comportamiento a inclinación de 10°

Estos dos efectos contemplados en las leyes del movimiento de fluidos (ley de Bernoulli), hacen que el perfil, sea sometido a una fuerza vertical ascendente llamada sustentación. En esta fuerza tiene mayor influencia la depresión que se produce en el extradós, que la sobre presión del intradós.



1.k. Teoría aplicada al hidronanguro

Sintetizando la teoría del funcionamiento de las alas, y aplicándola a los principios del hidronanguro; cuando el agua circula sobre el extrados alar adquiere un mayor recorrido sobre una superficie curva acelerando las moléculas de agua, o del fluido al que se esté sometiendo, con respecto al del intrados que es la sección inferior del ala. Para lograr este propósito, la presión del fluido superior al ala precisa estar a una presión considerablemente menor que el fluido que está circulando bajo esta por lo que el prototipo recibe un empuje hacia arriba por diferencia de presión, lo que se llama sustentación. Cuando la curvatura sobre el segmento superior del ala incrementa debido al ángulo de ataque positivo, hay una presión diferencial mayor, por lo tanto una mayor fuerza de sustentación. Sin embargo, si la curvatura aumenta debido a un ángulo de ataque excesivo, el flujo se separa del ala y termina

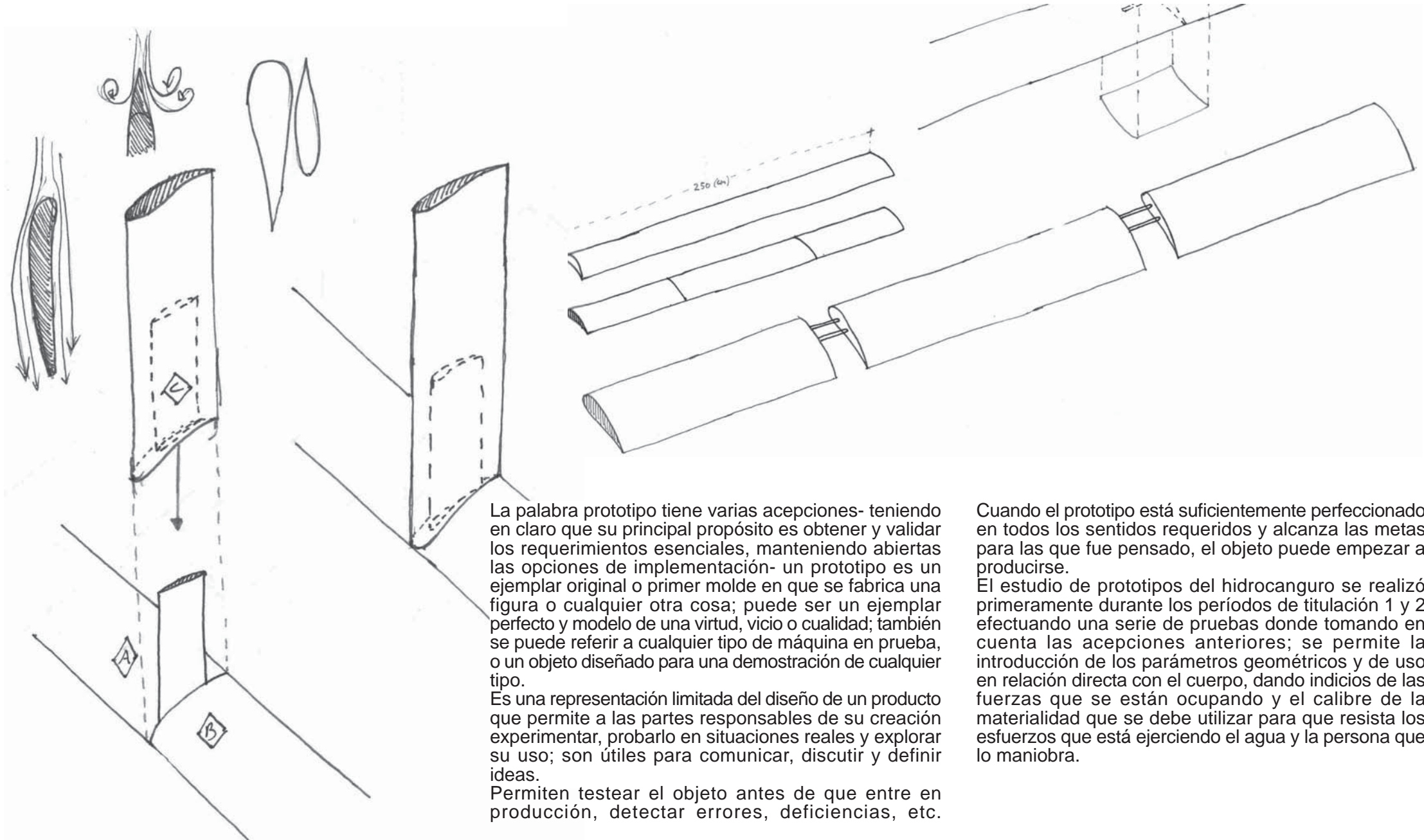
con una pérdida de sustentación. Esta pérdida generalmente causa descontrol del prototipo o simplemente la zozobra de este.

Las fuerzas generadas por la persona que lo maniobra se acomodan a los requerimientos del prototipo y del mecanismo de restitución, además el centro de gravedad del hombre se va acomodando a las sollicitaciones del hidronanguro, manteniendo un cambio permanente en estos a medida que se avanza.

Mediante este movimiento ondulatorio que describen los alerones en el agua, el prototipo puede sustentarse y avanzar a velocidades de 27km/hr en el caso del aquaskipper.

La forma de mantener esta geometría bajo aguas (calmas) en el hidronanguro, es mediante el acero de fleje (o en el caso del aquaskipper una barra de fibra de vidrio), que restituye la energía que ejercen los pies sobre el alerón principal construyendo un movimiento hacia adelante y abajo, donde el acero de fleje va a tener la tendencia de volverlo a su postura original (hacia arriba). Luego de la verificación del movimiento ondulatorio se cae en la cuenta que además de generar una onda submarina, los alerones horizontales (tanto el __|__ como el __|__|__) forman oscilaciones longitudinales cortas y permanentes en cada reacción del fleje formando pequeños cortes rítmicos en el agua.

2. Estudio de prototipos



La palabra prototipo tiene varias acepciones- teniendo en claro que su principal propósito es obtener y validar los requerimientos esenciales, manteniendo abiertas las opciones de implementación- un prototipo es un ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura o cualquier otra cosa; puede ser un ejemplar perfecto y modelo de una virtud, vicio o cualidad; también se puede referir a cualquier tipo de máquina en prueba, o un objeto diseñado para una demostración de cualquier tipo.

Es una representación limitada del diseño de un producto que permite a las partes responsables de su creación experimentar, probarlo en situaciones reales y explorar su uso; son útiles para comunicar, discutir y definir ideas.

Permiten testear el objeto antes de que entre en producción, detectar errores, deficiencias, etc.

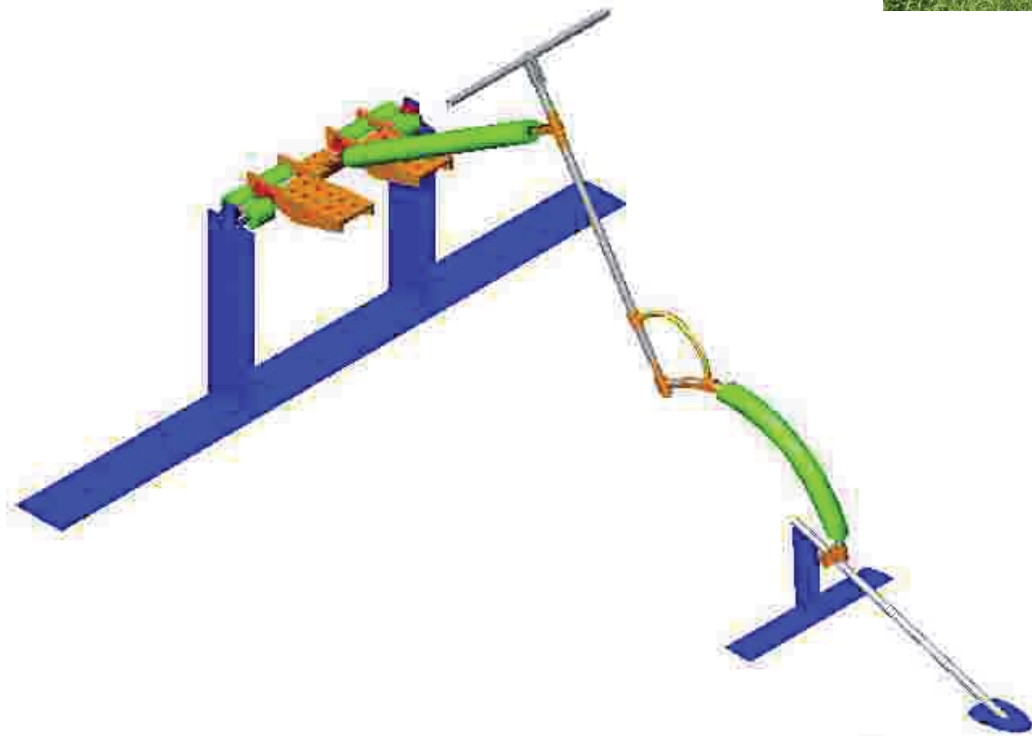
Cuando el prototipo está suficientemente perfeccionado en todos los sentidos requeridos y alcanza las metas para las que fue pensado, el objeto puede empezar a producirse.

El estudio de prototipos del hidrocanguro se realizó primeramente durante los períodos de titulación 1 y 2 efectuando una serie de pruebas donde tomando en cuenta las acepciones anteriores; se permite la introducción de los parámetros geométricos y de uso en relación directa con el cuerpo, dando indicios de las fuerzas que se están ocupando y el calibre de la materialidad que se debe utilizar para que resista los esfuerzos que está ejerciendo el agua y la persona que lo maniobra.

2.a. Prototipo 1 (Titulo 1 Puerto Montt)

El estudio del aquaskipper es un trabajo de investigación sobre el funcionamiento y el comportamiento de las hidroalas, para lograr una comprensión y poder insertar esta tecnología en los fiordos y canales del sur, donde las condiciones de agua son indicadas para un buen desempeño.

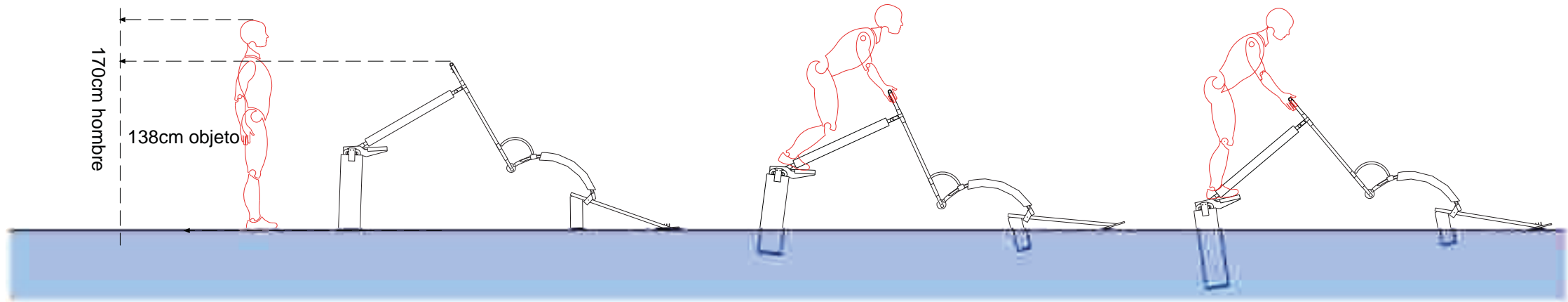
Este primer prototipo es enteramente construido de aluminio con tubos de 1" en la estructura y fibra de vidrio en el caso de las hidroalas (a excepción de algunas piezas de encaje que son de hierro), por lo que el peso total de la estructura es muy liviano. (12kg app). Cada pieza funciona con un sistema de calce, ya sea de encaje, como atornillado, por lo que no existen soldaduras y donde cada pieza es pensada para que se pueda adosar una de otra.



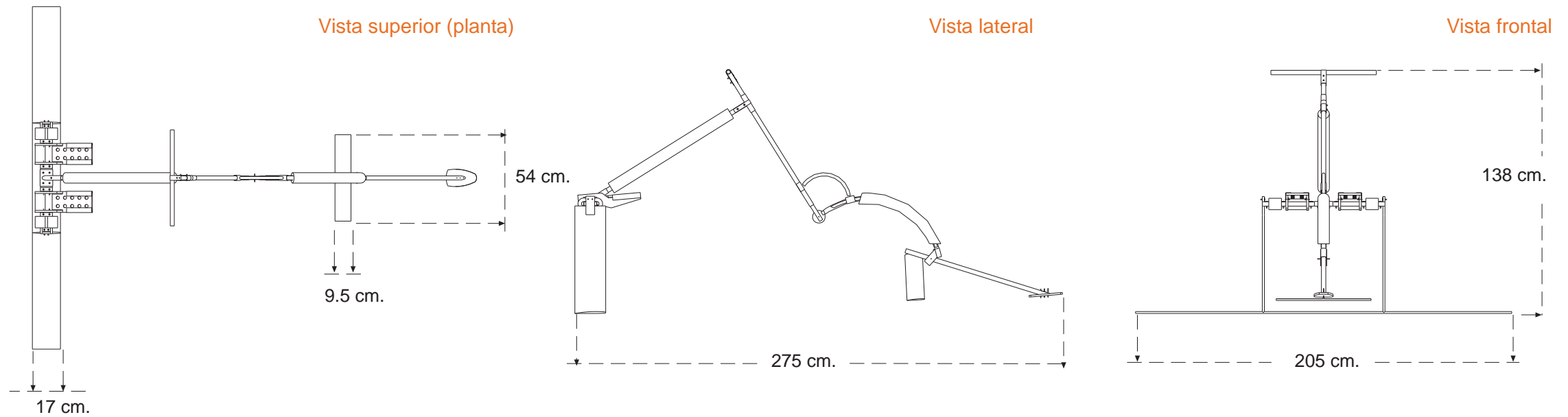
Modelo 3d



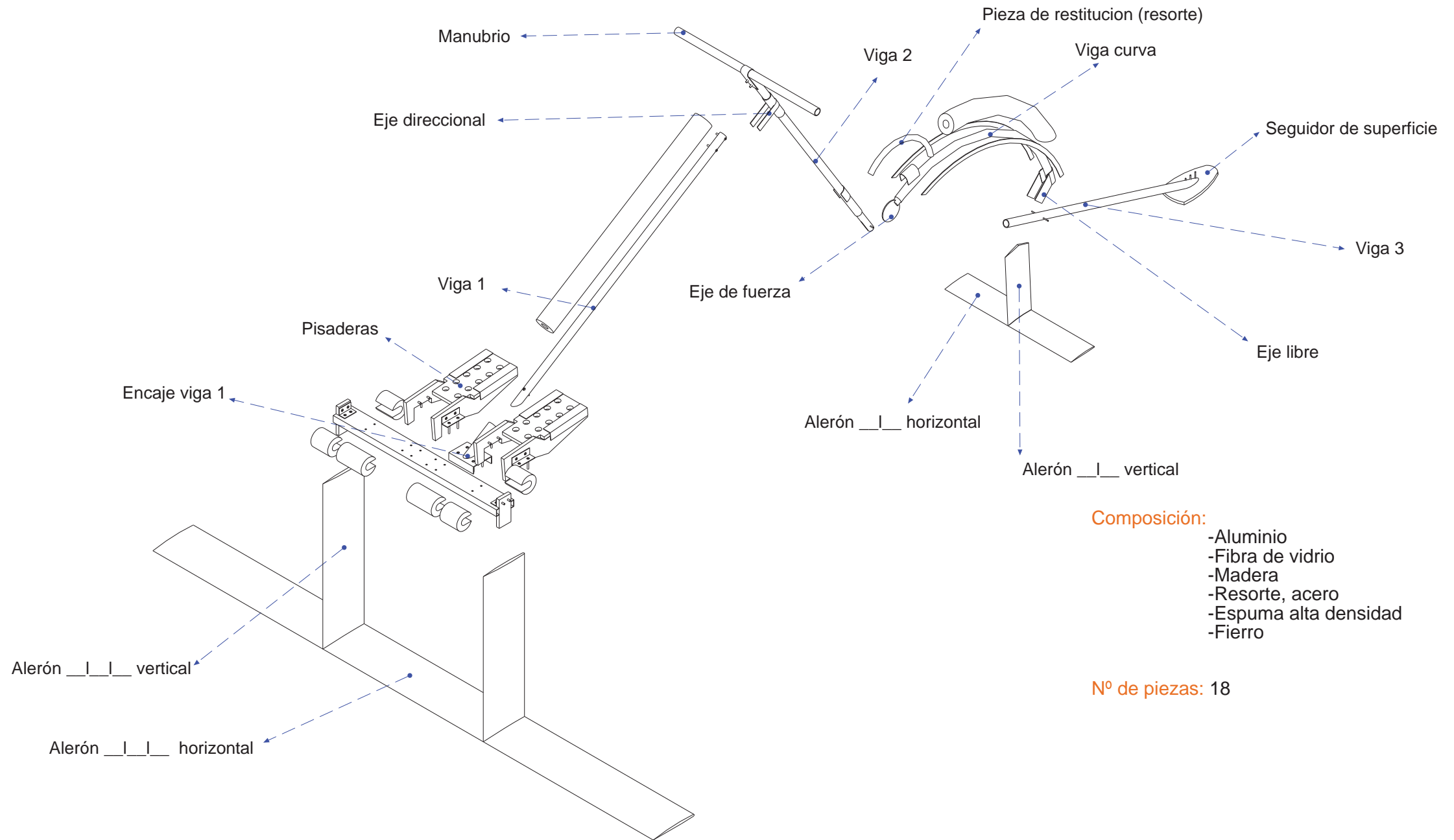
(a.i) Relación geométrica hombre/objeto, prototipo 1



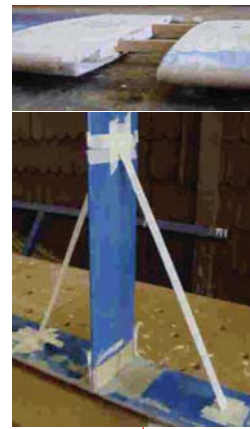
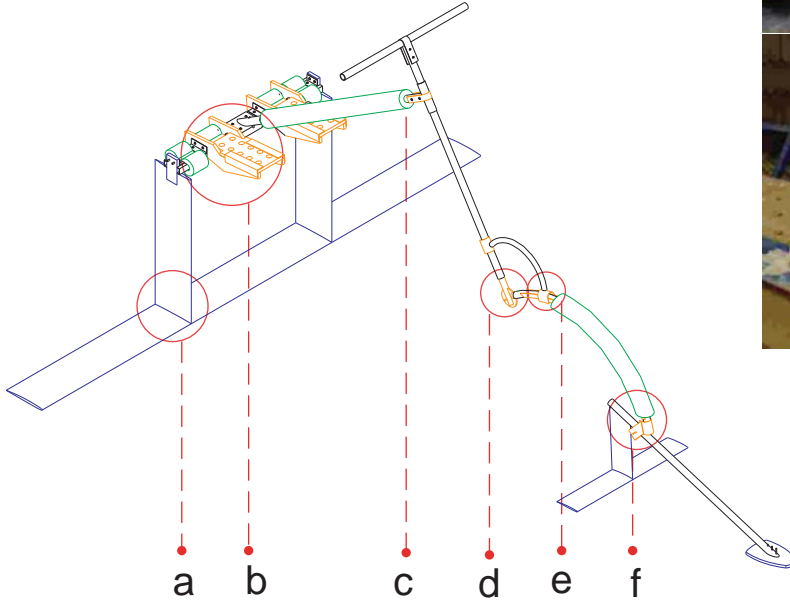
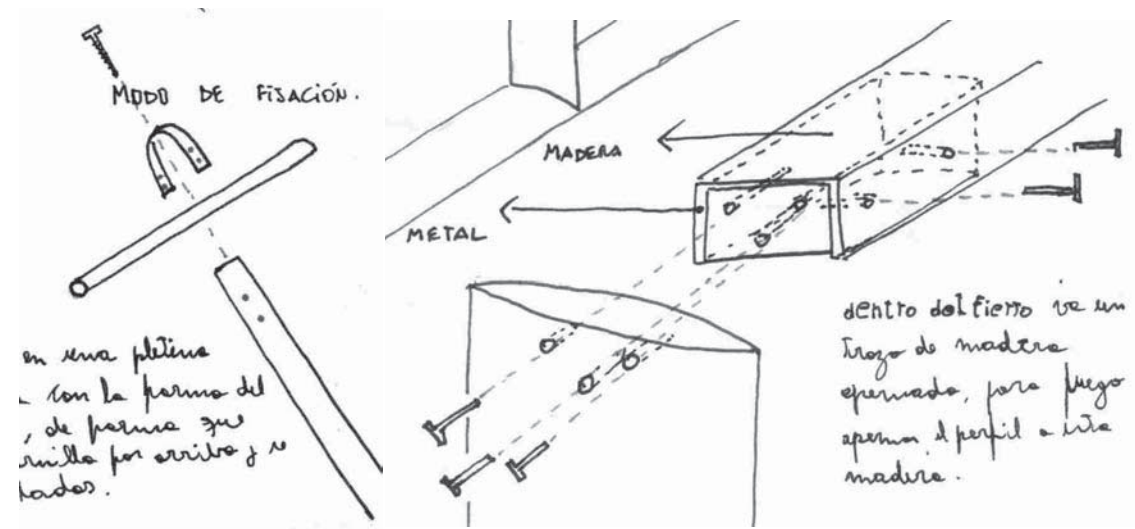
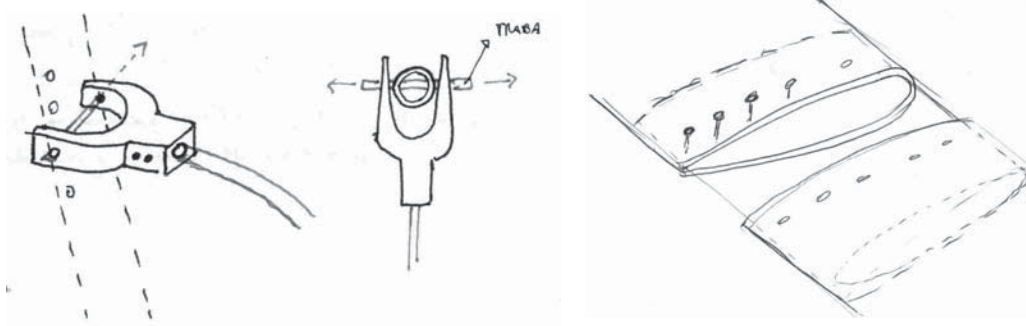
(a.ii) Planimetría general, prototipo 1



(a.iii) Despiece prototipo 1



(a.iv) Construcción prototipo 1

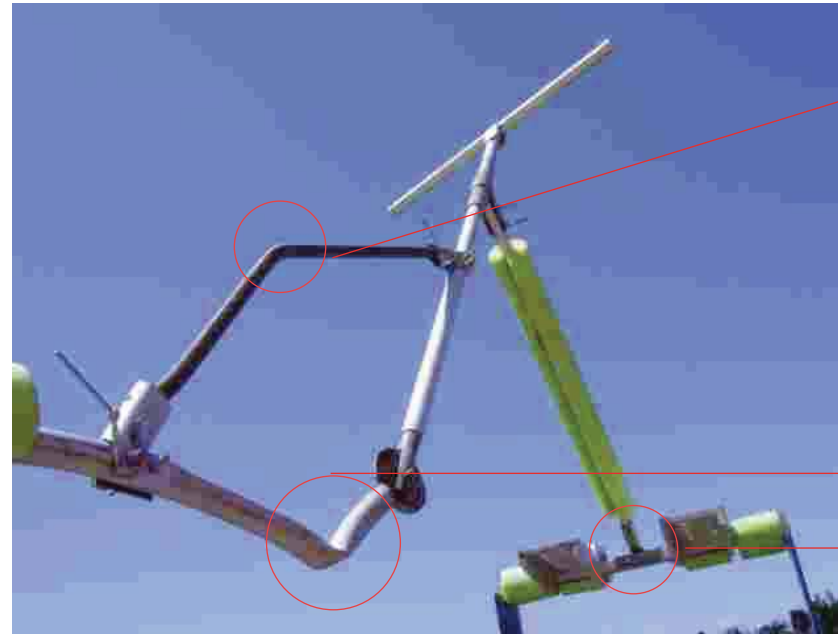


- a - Unión del alerón
- b - Pisaderas
- c - Eje direccional
- d - Eje de fuerza
- e- Mecanismo de restitución de energía
- f - Eje libre

La construcción consta de la reparación de piezas ya existentes realizadas por un grupo anterior, me refiero a una reparación, ya que hecho un nuevo estudio de la geometría del aquaskipper los resultados que surgieron dan otras dimensiones de las piezas y otra realidad angular.

La construcción de las piezas de calce, los ejes, el mecanismo de restitución, las pisaderas y los alerones son solucionados y terminados para concebir un objeto completo.

(a.v) Resultados



El empuje que genera el cuerpo, es una parte del movimiento necesario para sustentar los hidroperfiles; es elemental una fuerza de restitución que devuelva al modelo a su posición original. En este primer prototipo la construcción de esta fuerza es a base de un resorte de 3mm de diámetro; en un intento inicial el resorte copia la medida de la curva original para probar las fuerzas que genera, éste se comporta de una manera totalmente inestable, por lo que se reduce a la mitad de lo que se había utilizado dejando una estructura más rígida y con mayor capacidad de restituir la fuerza inicial.

Colapso de la viga curva

Colapso de los remaches del encaje de la viga 1

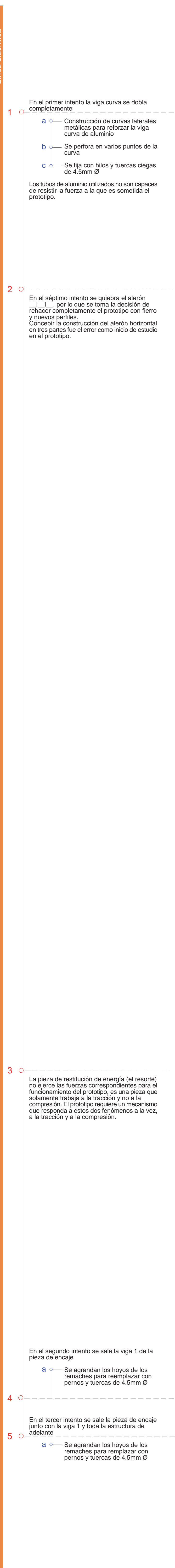


Luego de haber terminado la construcción de este primer prototipo comienza el período de pruebas en el agua. En el primer intento, para propósito de prueba llevamos el catamarán de la embarcación Amereida a internarse un poco en el canal de Puerto Montt, y así tener la profundidad, la plataforma necesaria y

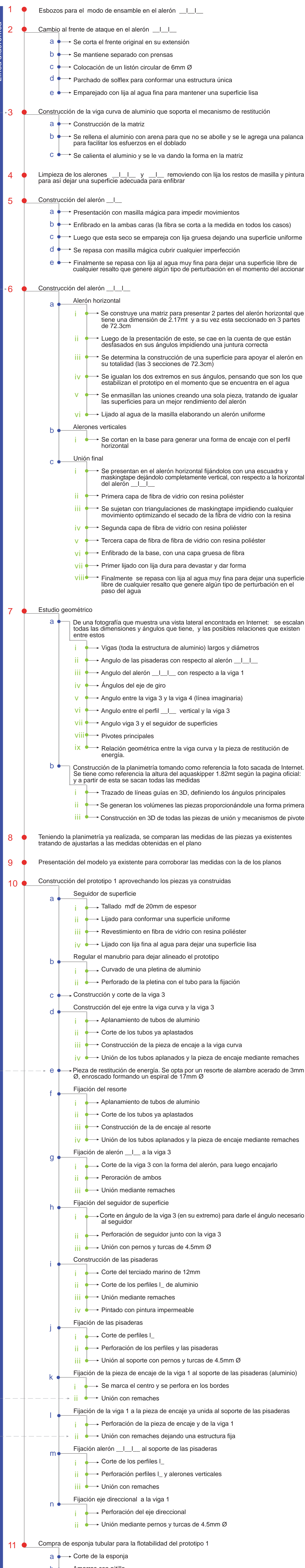
lograr la realización de esta primera experiencia. En este primer intento la viga curva colapsa por completo doblándose íntegramente, por lo que se reviste con láminas metálicas luego de reparar la geometría de ésta. Las siguientes pruebas se realizan el muelle de la

marina de Chiquihue, que se encuentra frente al lugar donde se ubica la embarcación Amereida, estas pruebas arrojan una serie de datos sobre la materialidad del hidrocanguro, ya que se fracturan una serie de piezas además de los remaches que se revientan por las fuerzas realizadas.

Línea diacritica



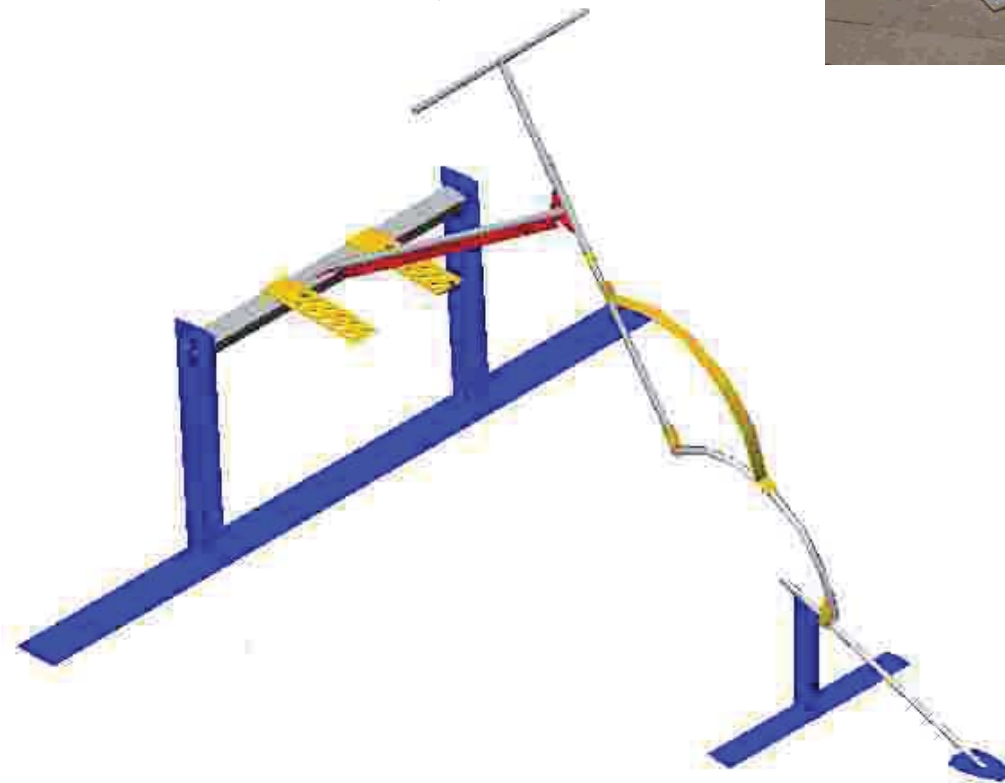
Línea diacronica



2.b. Prototipo 2 (Titulo 1 - 2)

En el segundo prototipo la materialidad cambia íntegramente en la estructura, se piensa en fusionar el material mediante procesos de soldadura, dejando pendiente la desarmabilidad de éste, y enfocándose netamente en el funcionamiento, asegurar que la estructura no sufra deformaciones construyéndolo completamente de fierro. Las hidroalas siguen siendo de fibra de vidrio, cambiando la forma hidrodinámica de ésta reemplazando los perfiles anteriores por unos naca doble curvatura, para mejorar la capacidad de sustentabilidad.

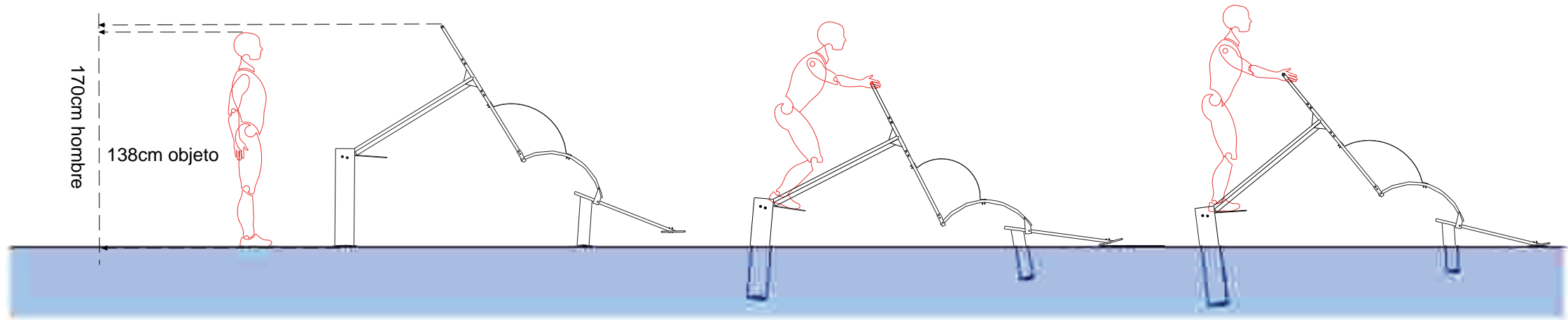
El resorte se cambia por un material que pueda copiar la curva de tal manera que si se comprime o se tracciona, sometiéndola a esfuerzos, vuelva a su curvatura original, el material que se adecúa a estas condiciones es el acero con memoria o acero de fleje.



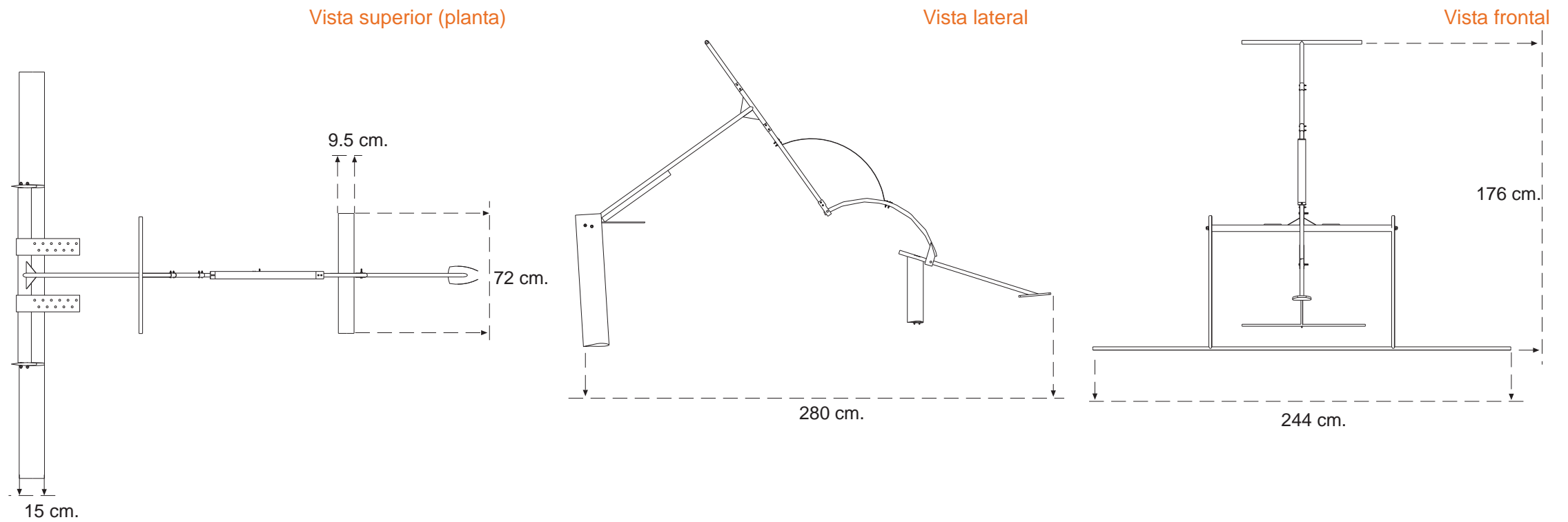
Modelo 3d



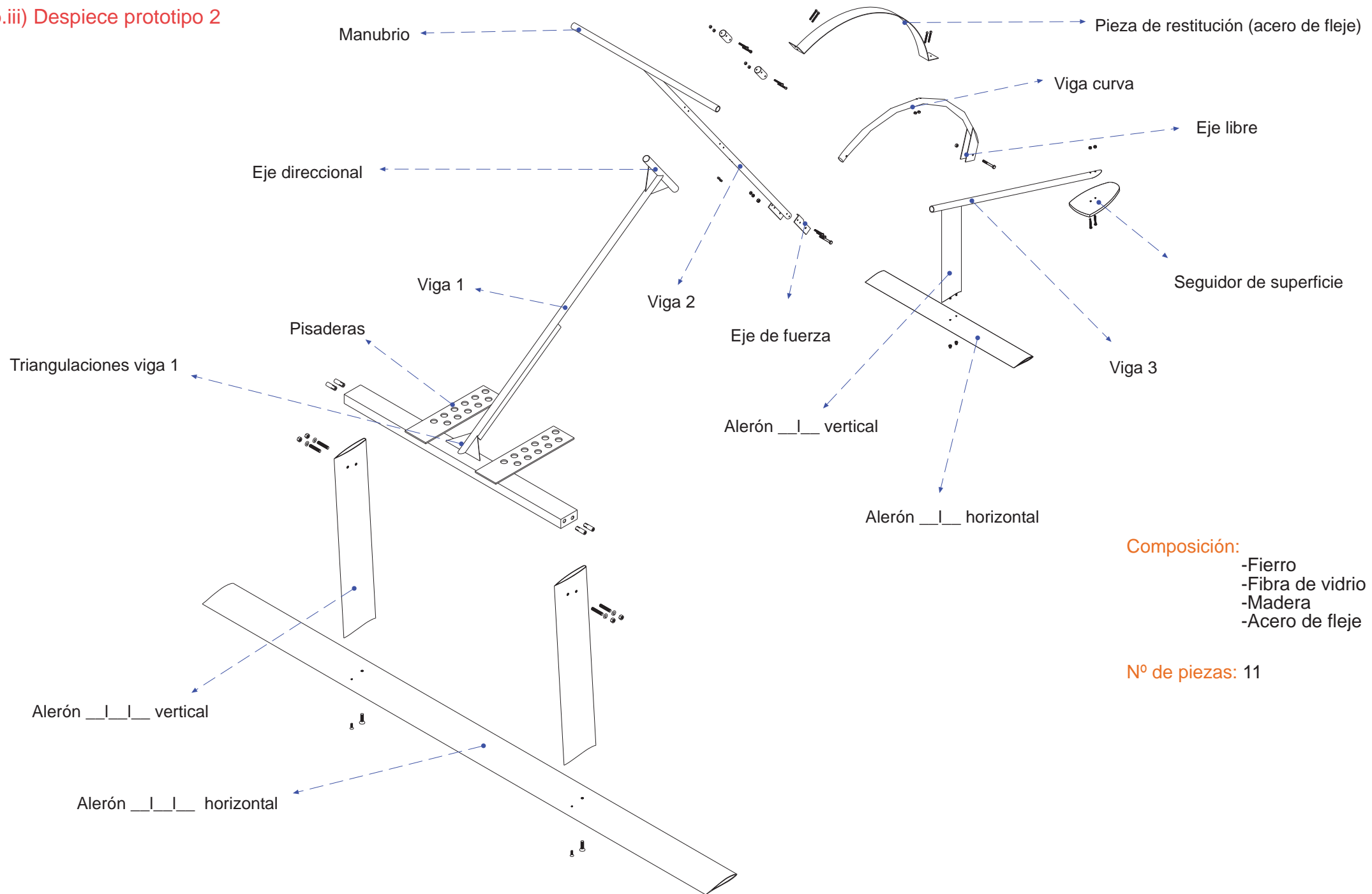
(b.i) Relación geométrica hombre/objeto, prototipo 2



(b.ii) Planimetría general, prototipo 2



(b.iii) Despiece prototipo 2

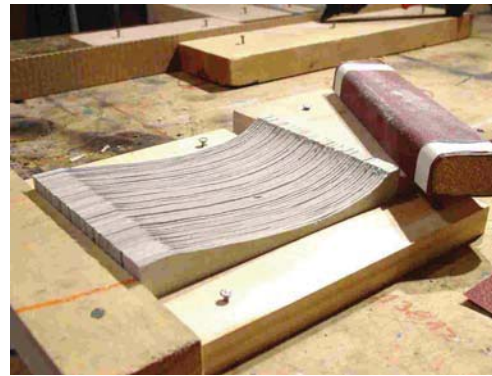
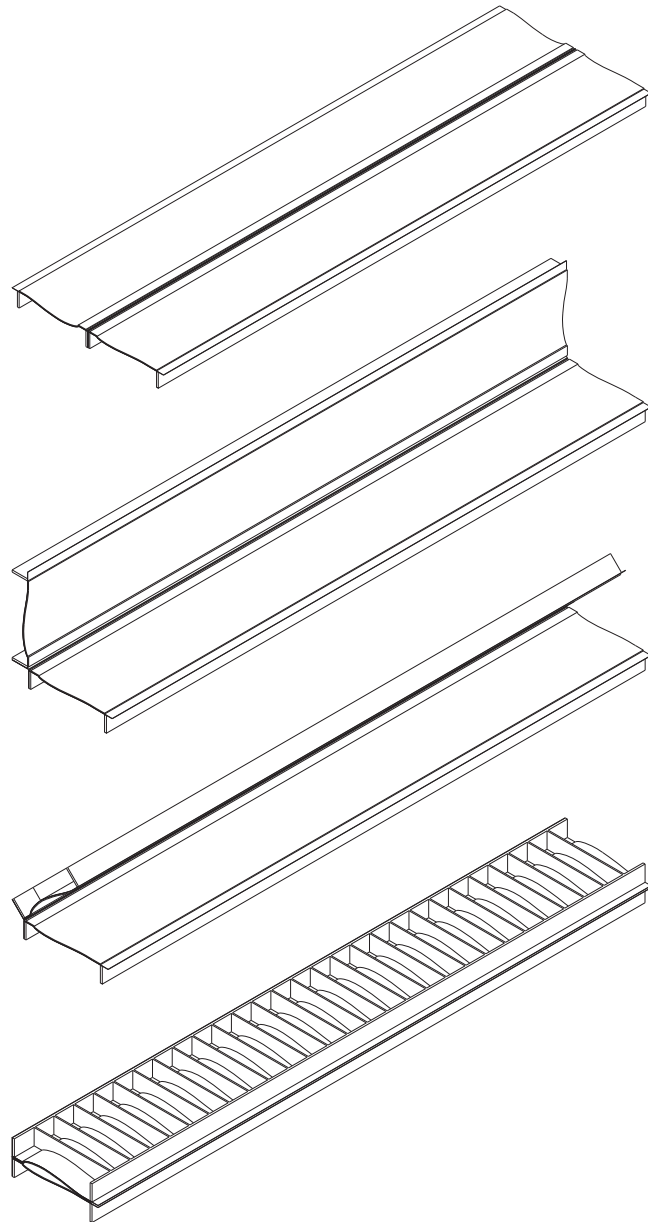


Composición:
-Fierro
-Fibra de vidrio
-Madera
-Acero de fleje

Nº de piezas: 11

(b.iv) Construcción prototipo 2

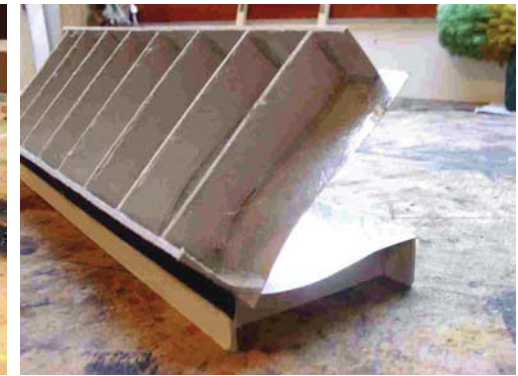
Matrices de las hidroalas



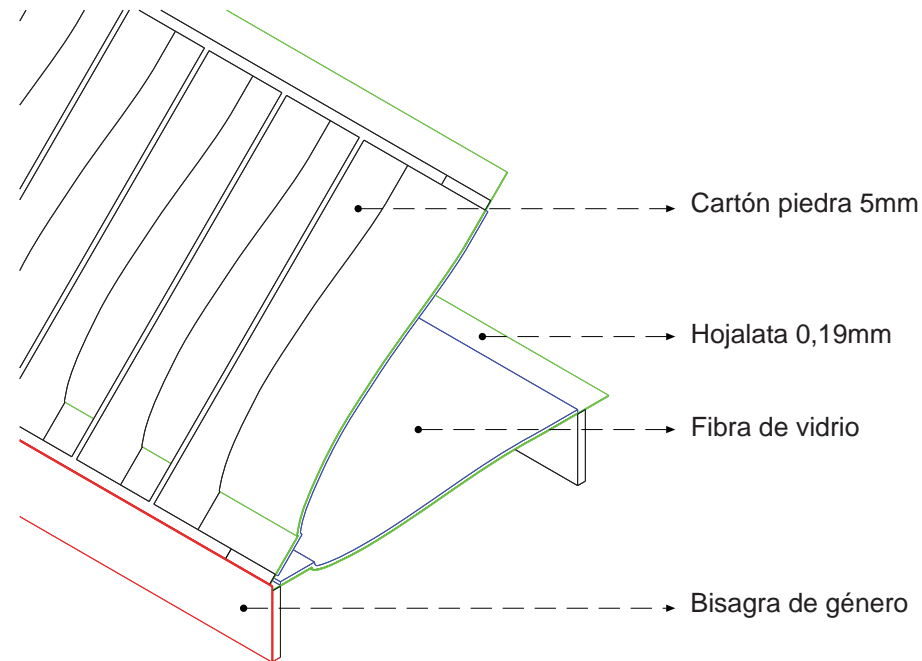
Detalle contracurvas



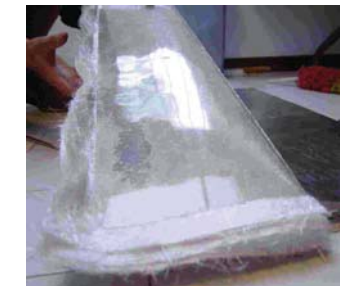
Lijado contracurvas



Matriz



Alerón en proceso de secado

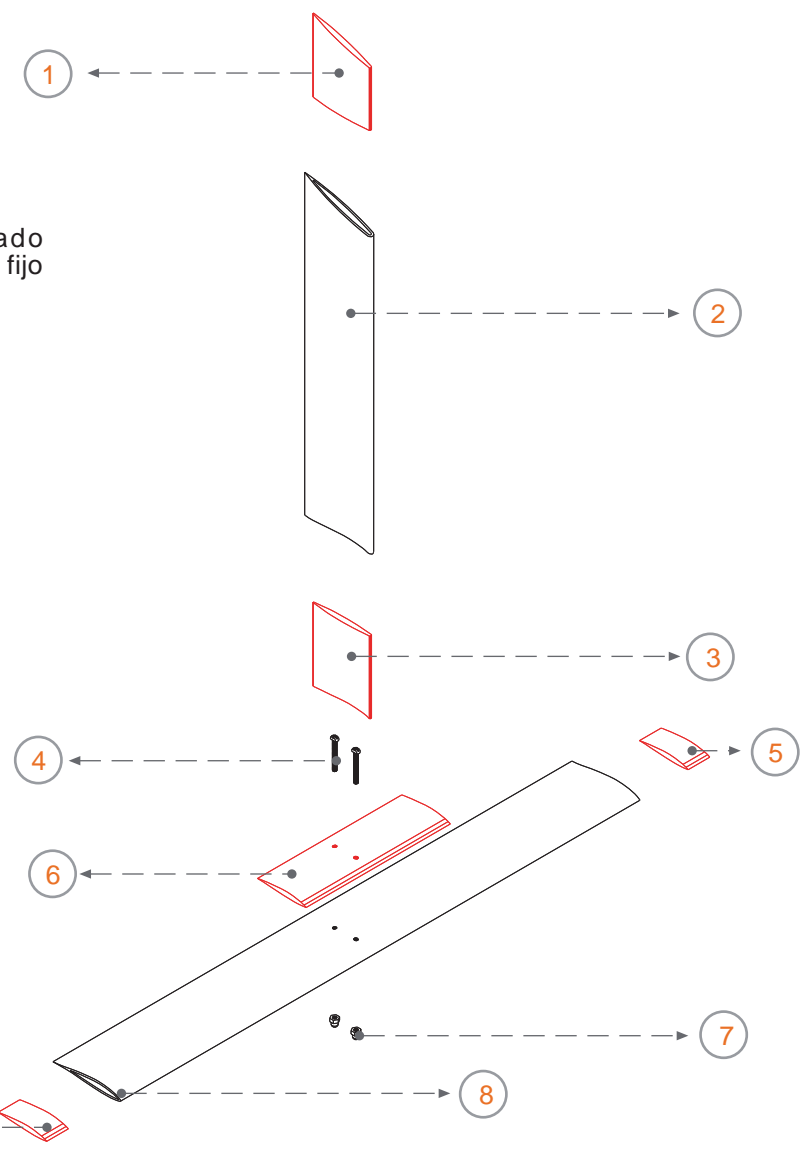
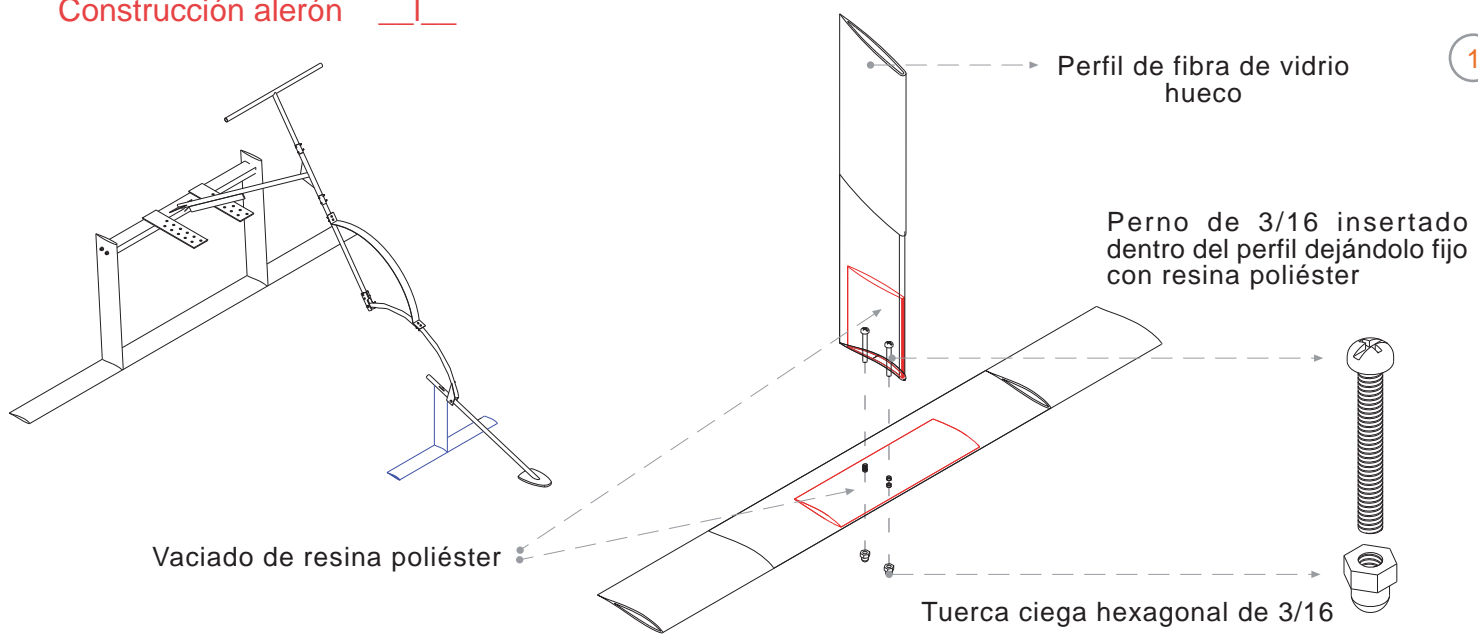


Desmolde del alerón

Las matrices son elaboradas con la idea de conseguir una pieza completa, esto no quiere decir construir dos partes por separado para luego unir las (como lo fue en el caso del prototipo 1, donde el alerón horizontal se componía de 3 partes). La construcción de la matriz consta de dos contracurvas

que determinan la forma del alerón, cada contracurva se construye con una serie de cuadernas de cartón piedra con una separación suficiente para formar una estructura rígida con la hojalata que va pegada con ágorex y silicona. Luego para unir estas dos piezas se ocupa una tela de lona que cumple la función de bisagra.

Construcción alerón I



Detalle perfil I



Unión perfil I



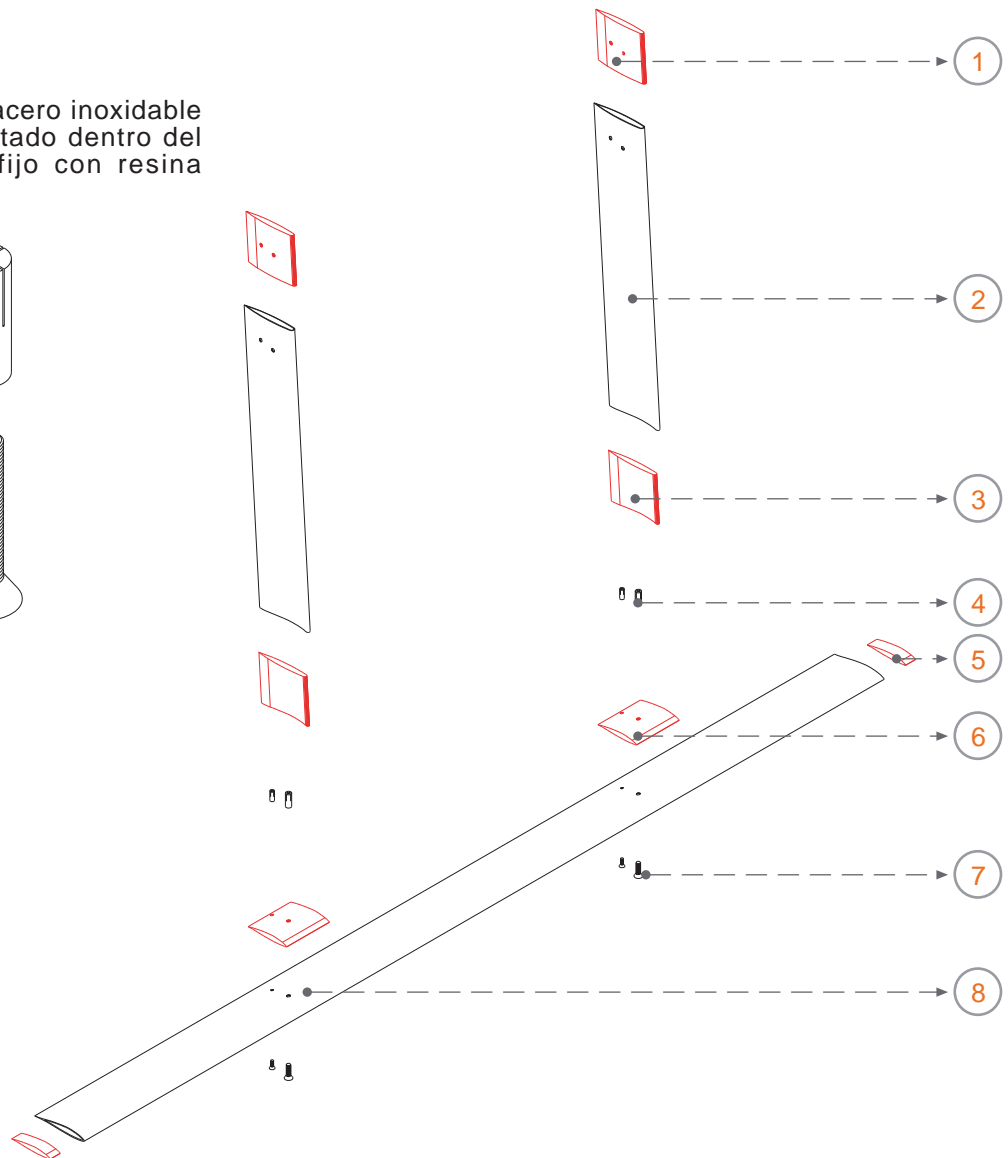
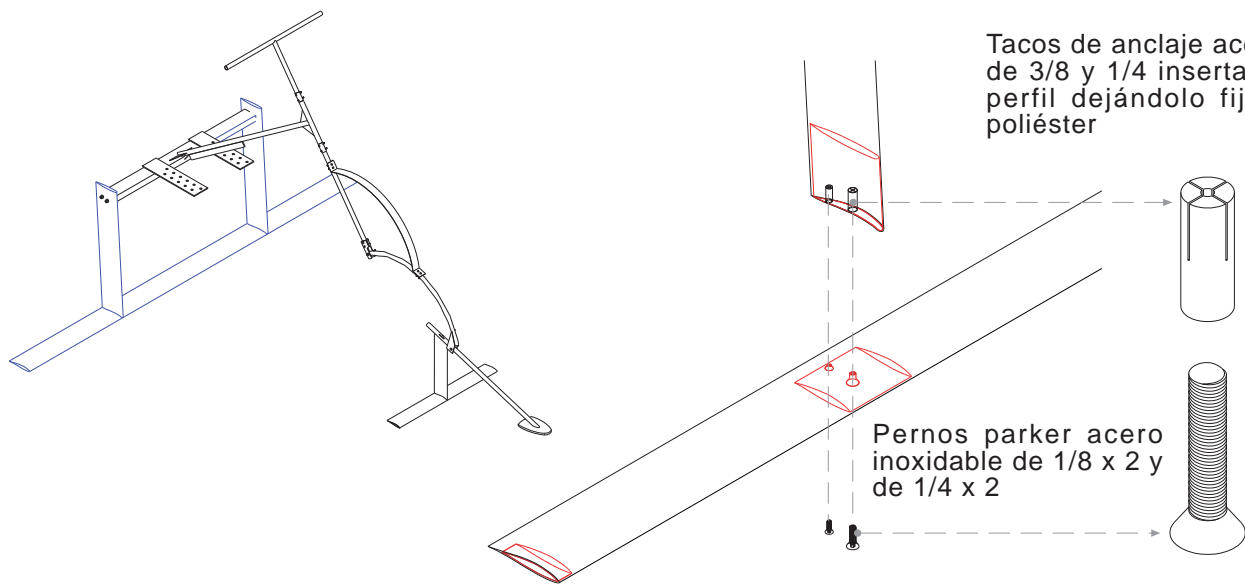
Perfil I armado

Partes del perfil I :

- 1 - 5 - 9 Topes vaciados de resina poliéster que imposibilitan la entrada de agua sellando por completo el alerón.
- 2 - 8 Perfiles huecos contruidos en fibra de vidrio de espesor 1,5mm app.

- 3 - 6 Piezas vaciadas de resina poliéster que permiten la incrustación de los pernos y constituyen el espesor suficiente para empotrar las tuercas.
- 4 - 7 Pernos y tuercas correspondientes a este perfil I (detalles en el dibujo)

Construcción alerón



Apriete perfil



Apriete perfil



Detalle apriete perfil

Al igual que en el alerón , los vaciados están constituidos por resina de poliéster mientras que la superficie exterior está construida de fibra de vidrio. Ya que esta pieza funciona bajo el agua, todas sus posibles filtraciones son selladas con la resina ya mencionada además de un relleno de espuma de poliuretano en su interior. Las piezas de unión son de acero inoxidable,

no sólo por su condición de tolerar la oxidación, sino que por su capacidad de resistencia que es muy superior a la de los pernos zincados.

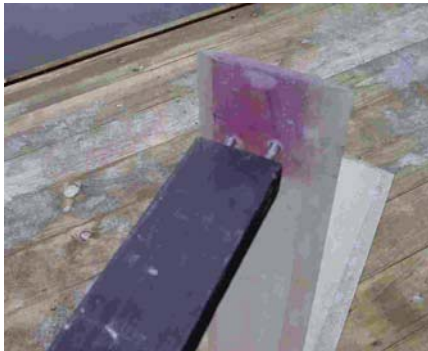
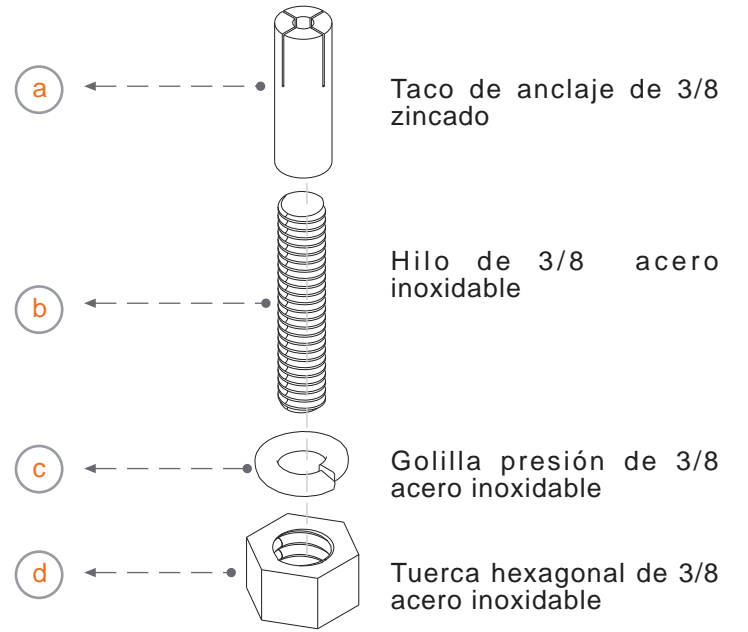
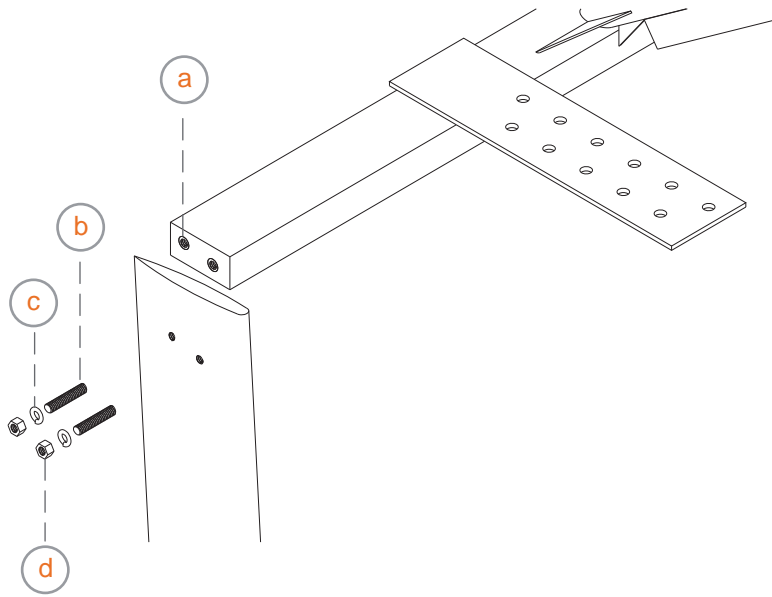
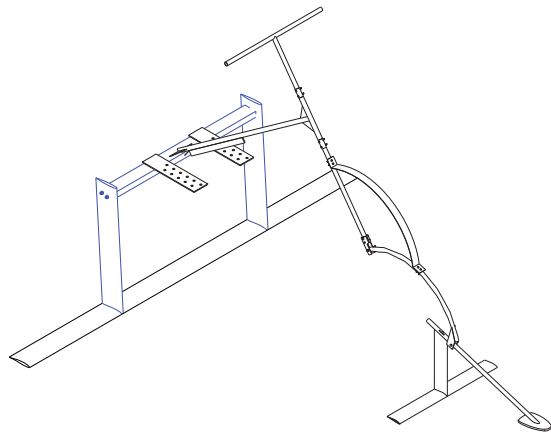
1 - 5 Topes vaciados de resina poliéster que imposibilitan la entrada de agua sellando por completo

2 - 8 Perfiles huecos construidos en fibra de vidrio de espesor 1,5mm app.

3 - 6 Piezas vaciadas de resina poliéster que permiten la incrustación de los tacos de anclaje y constituyen el espesor suficiente para empotrar los pernos.

4 - 7 Pernos y tuercas correspondientes a este perfil (detalles en el dibujo)

Unión alerón _I_I_ a la estructura metálica



Encaje perfil _I_I_ a estructura

Encaje perfil _I_I_ a estructura

Apriete perfil _I_I_ a estructura

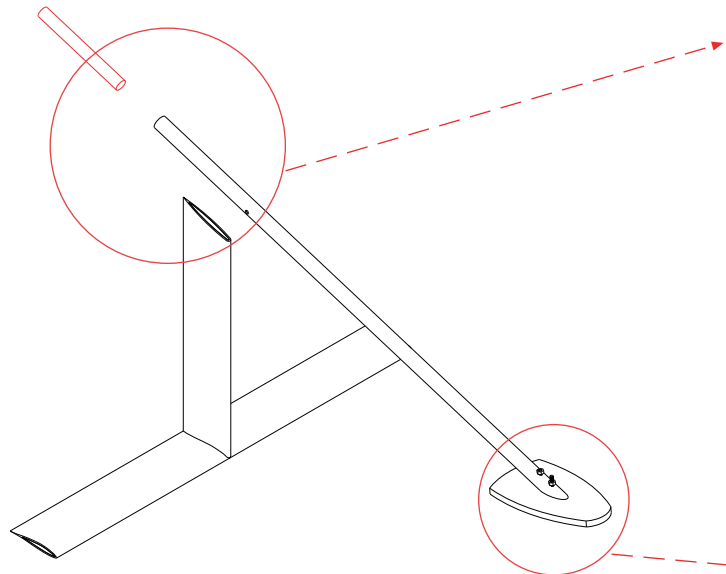
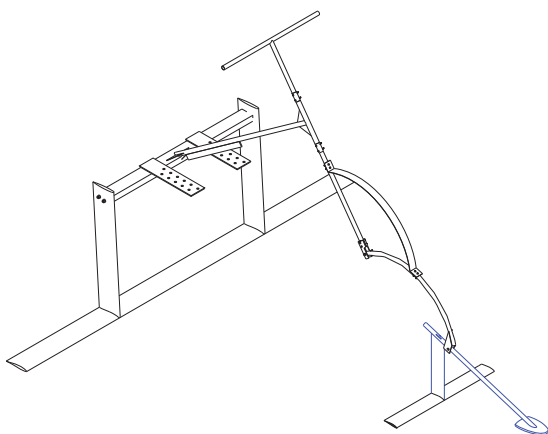
Apriete perfil _I_I_ a estructura

Apriete perfil _I_I_ a estructura

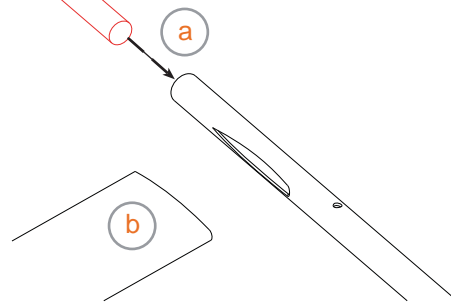
Todas las piezas cambiaron su materialidad tomando en cuenta los resultados que arrojaron las prueba en Puerto Montt; la uniones son con pernos, golillas y tuercas de acero inoxidable, ya que además de ser resistentes al óxido tienen un coeficiente de dureza mayor al del fierro común.

La manera de armalo es con un taco de anclaje que va fijado en el perfil c de fierro, este a su vez está perforado para dejar las entradas de los hilos libres y así poder apernar el alerón con la tuerca, consiguiendo un mayor apriete con una golilla de presión.

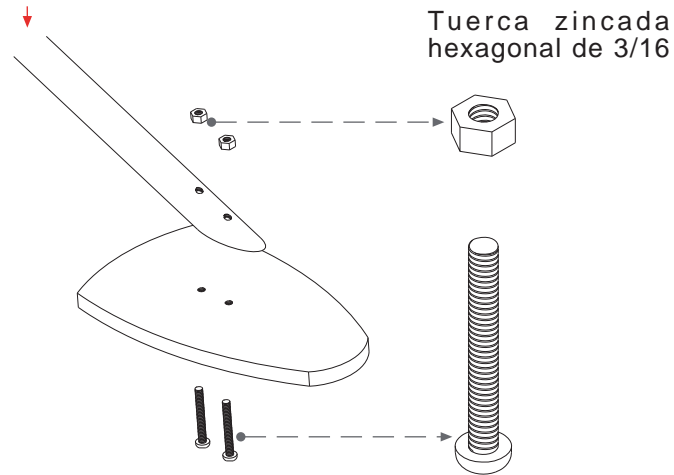
Unión alerón __I__ y seguidor de superficie a la estructura



Detalle de la unión entre el alerón __I__ y la viga 3



Detalle de la unión entre el seguidor de superficie y la viga 3



Tuerca zincada hexagonal de 3/16

Perno zincado de 3/16



Corte de la viga 3



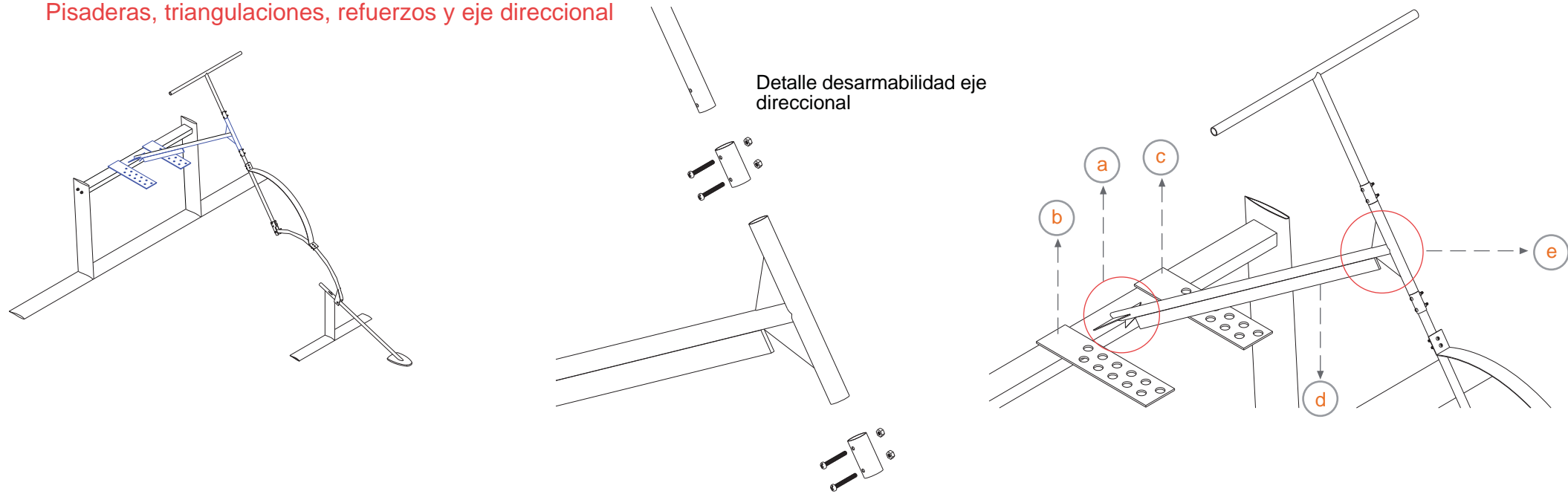
Seguidor de superficie



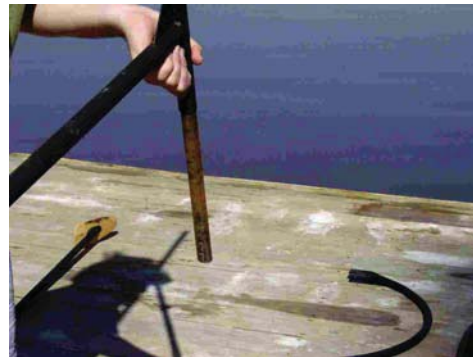
Seguidor de superficie fijo

La manera en la que se une el alerón __I__ a la viga 3 es mediante un corte con la forma del alerón __I__ vertical en la viga (figura b) para que éste encaje, luego se le vacía resina de poliéster en el interior del tubo para que así se adhieran conformando una sola pieza (figura a).

Pisaderas, triangulaciones, refuerzos y eje direccional



Detalle eje direccional



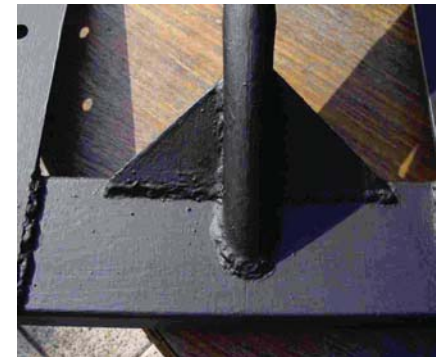
Armado manubrio



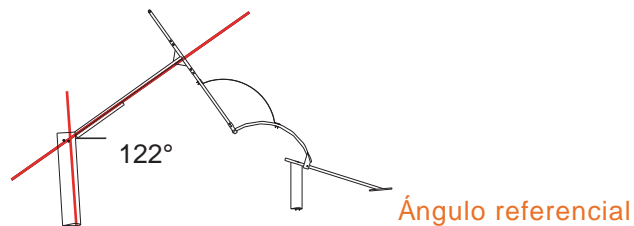
Armado topes manubrio



Pisaderas



Triangulaciones

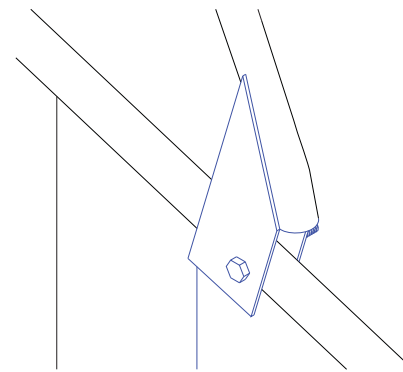
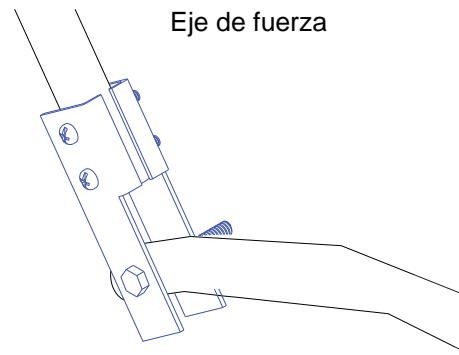
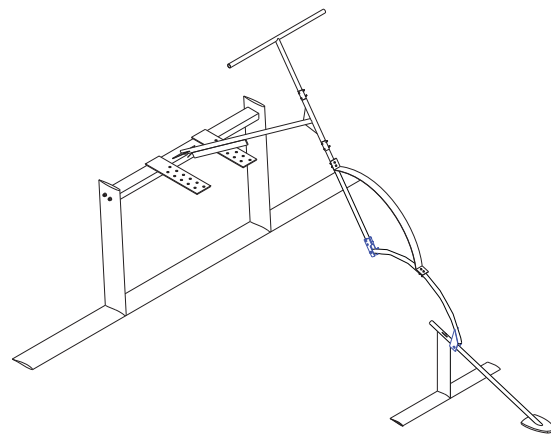


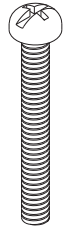



Ángulo referencial

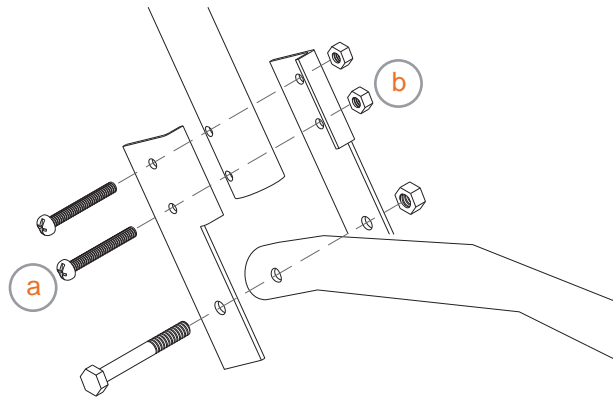
a - d La nervadura (d) mantiene estructurada a la viga 1 que une las pisaderas con el manubrio (por el eje direccional) impidiendo la deformación en el ángulo que este tiene. La misma función cumplen las triangulaciones de la base (a) que unen la viga ya mencionada con el perfil C que soporta las pisaderas.
b - c Las pisaderas corresponden a un fierro de

5mm. soldado al perfil c que soporta los alerones verticales. La soldadura abarca toda la superficie de apoyo para así evitar triangulaciones y refuerzos.
e Las triangulaciones impiden la deformación del eje direccional manteniendo la geometría de giro.

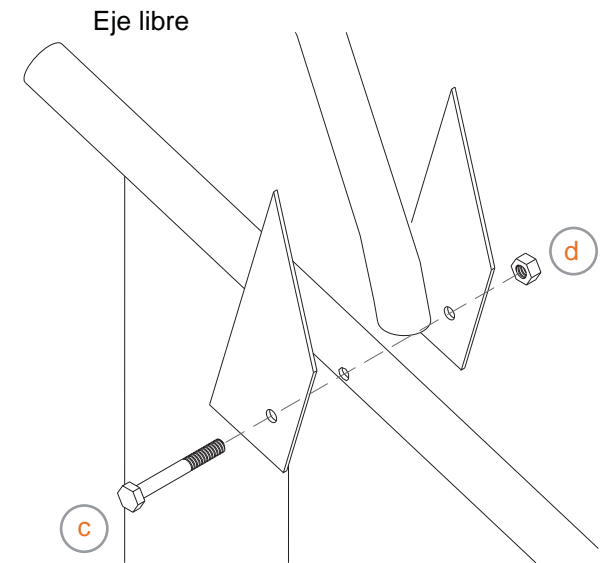
Eje de fuerza, eje libre



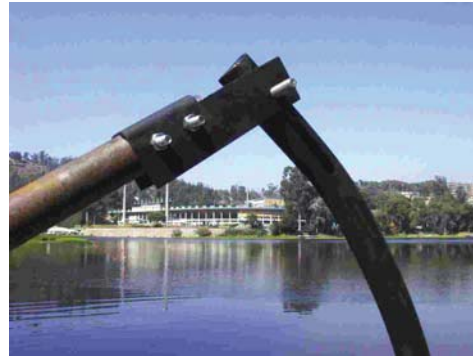
- a**  Perno zincado de 3/16
- b**  Tuerca zincada hexagonal de 3/16
- c**  Perno acero inoxidable 6mm
- d**  Tuerca acero inoxidable hexagonal de 6mm.



El hidrocanguro tiene dos mecanismos de pivoteo, que actúan mediante un eje central. El primero es el “eje de fuerzas” que une el manubrio con el mecanismo de restitución, este se pensó como una pieza acoplada para la desarmabilidad total del prototipo. El segundo es un “eje libre” que a medida que el acero de fleje se comprime y se extiende mueve el alerón ___ que sustenta el conjunto delantero.



Eje libre

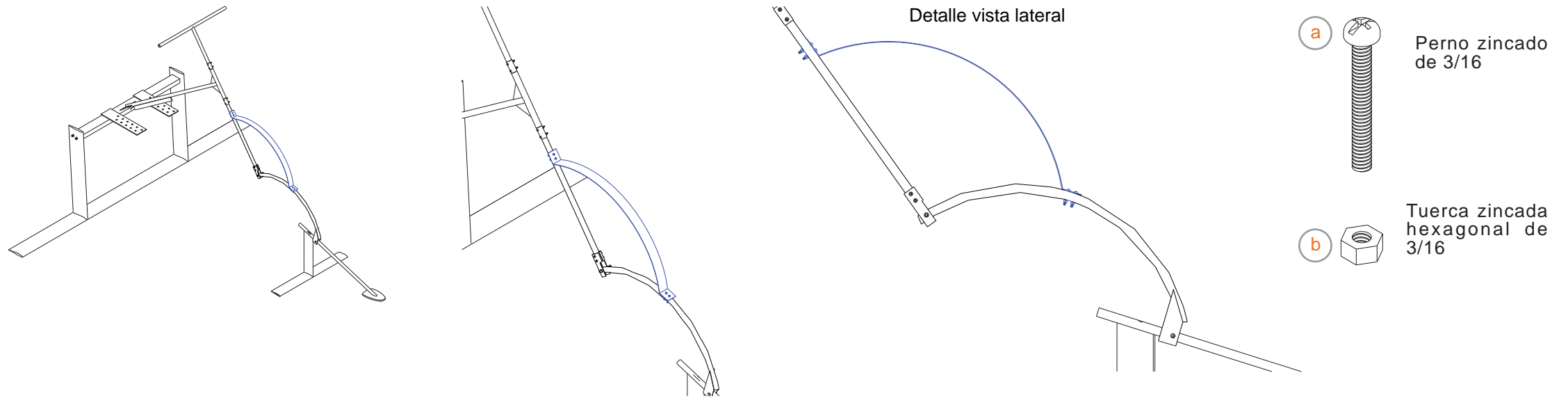


Eje de fuerza



Eje de fuerza

Acero de fleje como mecanismo de restitución de energía



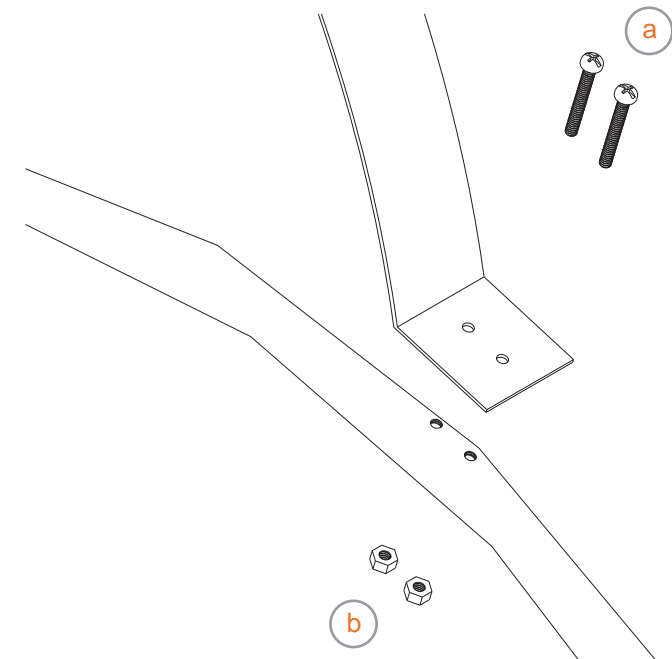
Fijación acero de fleje



Fijación acero de fleje



Acero de fleje en la estructura



El acero de fleje o también llamado acero con memoria, se ocupa como el mecanismo de restitución de la energía, esto quiere decir, que a medida que comienza el funcionamiento del hidrocanguro este acero previamente curvado comienza a generar una compresión y una extensión en sí mismo equilibrando las fuerzas a las que se someten los alerones ya

sumergidos controlando su movimiento, por lo tanto el desplazamiento del prototipo. Las fuerzas que lo extienden y comprimen es la propia sustentación en el agua que genera una fuerza hacia arriba, y el peso al que está sometido es lo que hace la fuerza hacia abajo.

(b.v) Período de pruebas, laguna sausalito 24 de abril



El planeo del hidrocanguro es considerablemente más corto que en el caso del primer prototipo ya que este sufre un cambio de materialidad (aluminio, el prototipo primero / fierro, el segundo prototipo) por lo tanto tiene mayor peso.

El proceso de armado es más corto ya que muchas de las piezas que anteriormente se podían desplegar se encuentran soldadas. Posteriormente a lo nombrado comienzan una serie de pruebas donde empiezan a romperse las piezas, y luego de la tercera un extremo

del acero de fleje que une la viga curva con la viga 3 se quiebra, por lo que no es posible efectuar más intentos.

(b.vi) Período de pruebas, laguna sausalito 24 de abril

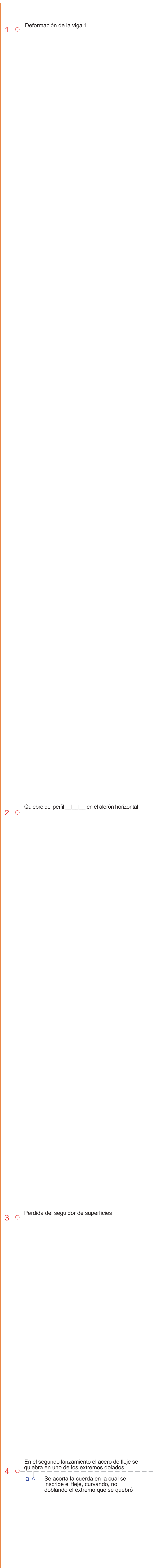


Luego en la 4 prueba la viga 1 se dobla cambiando la geometría y las distancias de apoyo, por lo que se le agrega una nueva nervadura más gruesa para aguantar mejor los esfuerzos de compresión a los que se estaba sometiendo, dejando claro que los tubos utilizados como

viga eran de muy poco espesor, y por ultimo el alerón horizontal __|_|__ colapsa en una de las uniones con los verticales, por lo que se decide reforzar en la construcción de un nuevo alerón las uniones, con más fibra de vidrio en la parte interior dejando una pieza

más compacta. El seguidor de superficie se desgarró en el momento en que el hidrocanguro toca el fondo y se atasca con el fango del suelo de la laguna Sausalito.

Línea diacronica



Línea diacritica

- 1 ● Cambio en la planimetría
 - a ● En la estructura metálica
 - i ● Adecuando los nuevos tubos metálicos de 25 Ø x 1mm de espesor y de 22 Ø x 2mm de espesor
 - ii ● El soporte de las pisaderas que es un perfil [] de 40 x 80 x 2mm
 - iii ● El mecanismo de pivotes esta construido con pletinas de 2mm de espesor
 - b ● En los alerones
 - i ● Se introduce al plano el nuevo perfil de doble curvatura para los alerones
- 2 ● Construcción de la estructura (paso 1)
 - a ● Cortes
 - i ● En el caso de la viga 2 y el eje direccional, los tubos se cortan en uno de sus extremos con la forma del calce para que tengan mayor área de soldadura
 - ii ● En la viga curva, se calcula la cuerda que se inscribe en el círculo al que pertenece de radio 41.7cm, para saber la dimensión del tubo extendido
 - iii ● En el resto de las piezas, simplemente se cortan a las dimensiones que arrojo el plano
 - b ● Curvado
 - i ● La viga curva, se construye en una maestrana con una dobladora de tubos al radio ya estudiado
 - ii ● El acero de fleje es curvado en una herrera, sin calentarlo para no cristalizarlo ya que se puede quebrar. También para que mantenga sus propiedades de retorno a su posición inicial.
 - c ● Soldadura
 - i ● Al oxígeno en el caso del manubrio con la viga 2 y el eje direccional con la viga 1, (que lleva triangulaciones en para impedir alguna deformación)
 - ii ● Al arco en el caso de la viga 1 con el perfil [] también con una serie de triangulaciones para impedir algún tipo de deformación, y que soporte de una manera mas óptima la estructura
 - iii ● La viga curva luego de ser doblada en uno de sus extremos se le suelda las pletinas previamente cortadas para conformar el eje con la viga
- 3 ● Construcción inicial de los alerones
 - a ● Matriceria
 - i ● Marcado de las cuadermas en cartón piedra de 3mm dejando márgenes para facilitar el termino de los perfiles
 - ii ● Corte de las cuadermas
 - iii ● Prensado y lijado de estas para dejarlas todas iguales
 - iv ● Corte de la hojalata de 0.19mm de espesor
 - v ● Pegado inicial con agorex café
 - vi ● Pegado definitivo con pistola de silicona repasando todos los bordes
 - vii ● Luego que se tienen ambas caras listas, se pegan con un genero en uno de sus bordes cumpliendo la función de bisagra
 - b ● Alerones
 - i ● Se corta la fibra de vidrio a la medida dejando un margen para facilitar el desmolde
 - ii ● Aplicación de desmoldante liquido el la superficie de las matrices
 - iii ● Se presenta la capa de fibra MAT en ambas caras de la matriz
 - iv ● Primera capa de resina de poliéster
 - v ● Inmediatamente se le agrega la siguiente capa de fibra de vidrio tejida de 800gr con resina poliéster
 - vi ● Luego se cierra la matriz, teniendo la resina aun si gelar para que se pegue y sea una sola pieza y se embarrila con maskingtape para mantenerla prensada
 - c ● Desmolde
 - i ● Corte del embarrilado
 - ii ● Se abre la matriz haciendo palanca en los bordes
 - iii ● Se sacan los alerones ya terminados con su forma de doble curvatura
 - d ● Término
 - i ● Se cortan todos los sobrantes de fibra de vidrio
 - ii ● Luego de cortan los bordes proporcionándoles una línea recta
 - iii ● Se pulen los bordes con lijadora orbital dejando el frente de ataque redondeado y el borde de salida lo mas plano posible
 - iv ● Con lija al agua fina se realizan las terminaciones para dejar una superficie completamente lisa y homogénea
 - v ● Teniendo los perfiles con su forma definitiva, se hace un vaciado de resina poliéster por la parte interior de los alerones acumulando esta en el frente de ataque
 - vi ● Luego el mismo proceso se repite en el borde de salida, dejando sellados estos bordes impidiendo cualquier filtración de agua y además la estructura impidiendo deformaciones longitudinales con respecto al alerón (en el caso del alerón [] horizontal)
 - vii ● Finalmente se repite este proceso en sus extremos laterales
- 4 ● Construcción del alerón []
 - a ● Alerón vertical
 - i ● Se corta en la base para generar una forma de encaje con el perfil horizontal
 - ii ● Vaciado de resina poliéster por la el extremo superior del perfil
 - iii ● Perforaciones de 5mm Ø en la base de encaje luego que la resina ya esta seca
 - iv ● Colocación de 2 pernos de 4.5mm Ø en las perforaciones ya realizada
 - v ● Vaciado de resina poliéster en los sobrantes de la perforación para fijar los pernos y conformar una pieza unitaria que consta con 2 salientes de encaje (los pernos)
 - b ● Alerón horizontal
 - i ● Corte transversal recto en la parte central tanto en el extrados como en el intrados para atravesar un trozo de hojalata
 - ii ● Vaciado de la resina poliéster por uno de sus extremos
 - iii ● Perforación de 5mm Ø en el centro del alerón de forma transversal para que las salientes del alerón vertical calcen y se puedan atornillar posteriormente con unas tuercas ciegas hexagonales de 4.5mm Ø
 - c ● Armado con la estructura
 - i ● Corte en la viga 3 con la forma del perfil del alerón
 - ii ● Colocación del alerón en el hueco ya construido
 - iii ● Sellado con pistola de silicona en los borde entre el alerón y la viga3
 - iv ● Luego de que esta sellado, se hace un vaciado de resina poliéster por el extremo inferior para construir un soporte interior y así sujetar el perfil []
- 5 ● Construcción del alerón []
 - a ● Alerones verticales
 - i ● Se cortan en la base para generar una forma de encaje con el perfil horizontal
 - b ● Alerón horizontal
 - i ● Cortes transversales en el extrados con la forma de los alerones verticales
 - ii ● Cortes transversales rectos en el extrados e intrados para atravesar trozos de hojalata
 - c ● Armado
 - i ● Presentación de los alerones verticales sobre los cortes ya realizados
 - ii ● Sellado con pistola de silicona para evitar derrames en el momento del vaciado de la resina poliéster
 - iii ● Traspaso de los trozos de hojalata por los cortes ya realizados
 - iv ● Se sujetan con triangulaciones de maskingtape impidiendo cualquier movimiento optimizando el secado de la fibra de vidrio con la resina
 - v ● Vaciado de la resina poliéster por el extremo superior del alerón vertical
 - vi ● Después de seca la resina se perfora el alerón con una broca de 10mm Ø para la unión con la estructura
- 6 ● Construcción del seguidor de superficie
 - a ● Construcción
 - i ● Tallado mdf de 40mm de espesor
 - ii ● Lijado para conformar una superficie uniforme
 - iii ● Revestimiento en fibra de vidrio con resina poliéster
 - iv ● Lijado con lija fina al agua para dejar una superficie lisa
 - v ● Perforación de 15mm Ø en el centro
 - b ● Unión con la viga 3 mediante una viga interior de resina poliéster
 - i ● Se presenta el seguidor de superficie en la viga 3
 - ii ● Sellado con silicona por todos sus bordes
 - iii ● Vaciado de resina poliéster por el extremos superior de la viga 3
 - iv ● Después de seca la resina se construye un borde con masilla epoxica (PoxiBonder) resistente al agua
- 7 ● Construcción de la estructura (paso 2)
 - a ● Cortes
 - i ● Al perfil [] se le corta una de sus caras de 8cm transformándolo en un perfil [] y así disminuir el peso.
 - ii ● El eje de fuerza es dimensionado con los sobrantes del perfil []. Se piensa como una pieza que se pueda acoplar, permitiendo la desarmabilidad del manubrio junto con la viga 2 respecto al eje de giro
 - iii ● Del mismo tubo del eje direccional se cortan los topes de este (también acopiables a la viga 2)
 - iv ● De una pletina de 5mm se cortan las pisaderas
 - b ● Soldadura (todas al arco)
 - i ● Cierre de las caras laterales del perfil []
 - ii ● A las pisaderas se unen al perfil [] soldando el mayor área posible para evitar triangulaciones que le proporcionen mayor peso al prototipo
 - c ● Perforaciones
 - i ● De 14mm Ø en las caras laterales del perfil [] para insertar tacos de anclaje de mismo Ø exterior
 - ii ● De 5mm Ø en el caso de los topes del eje direccional/viga 2, en las uniones del acero de fleje/viga 2/viga curva, la unión del eje de fuerza/viga 2
 - iii ● De 6.5mm Ø en el eje de fuerza y el eje libre
 - d ● Doblado de acero de fleje en sus extremos
 - i ● Prensado entre dos metales
 - ii ● Doblado con golpes de martillo
 - e ● Colocación de los tacos de anclaje en el perfil []
 - i ● Presentación en el perfil []
 - ii ● Construcción de una base de cartón piedra para el apoyo
 - iii ● Revestimiento de masilla mágica para su posición definitiva
- 8 ● Pintado a toda la estructura con un anticorrosivo para evitar su oxidación
- 9 ● Esponja tubular para la flotabilidad del prototipo
 - a ● Corte de la esponja a las nuevas medidas
 - b ● Amarras con pitilla

Deformación de la viga 1

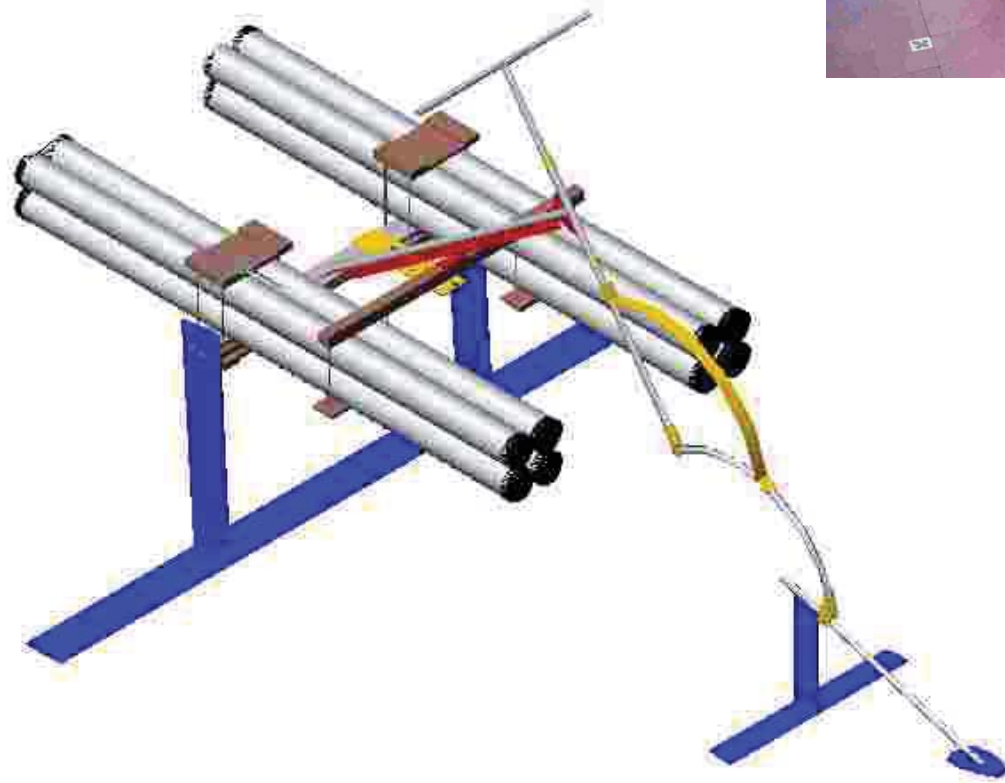
Quiebre del perfil [] en el alerón horizontal

Perdida del seguidor de superficies

En el segundo lanzamiento el acero de fleje se quiebra en uno de los extremos doblados
a ● Se acorta la cuerda en la cual se inscribe el fleje, curvándolo, no doblando el extremo que se quebró

2.c. Prototipo 3 (Titulo 2)

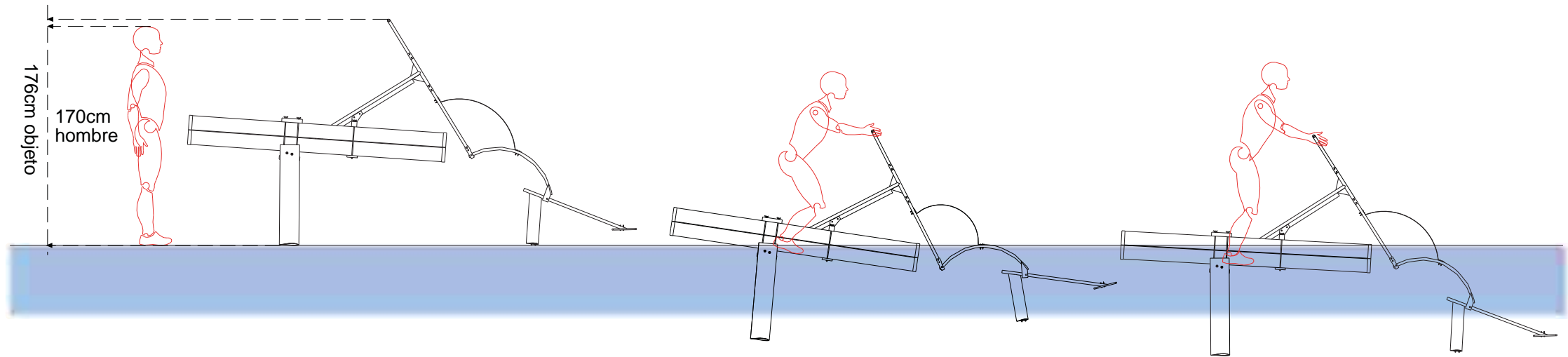
El prototipo 3, mantiene la estructura, materialidad y geometría del anterior, pero a diferencia del preliminar se le agrega un sistema de flotabilidad a base de tubos de PVC como una solución a la problemática que significa el aprender a ocupar el hidrocanguro, ya que en las primeras prueba algunas de las piezas se quebraron, por lo tanto se hundía muy fácilmente e impedía ver el funcionamiento y comportamiento de los perfiles bajo el agua.



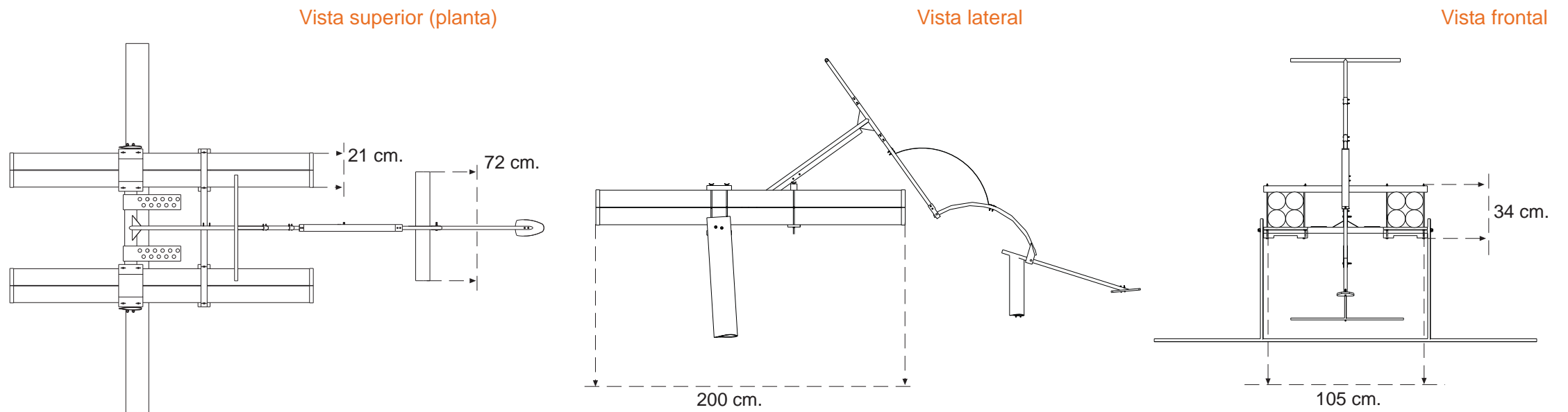
Modelo 3d



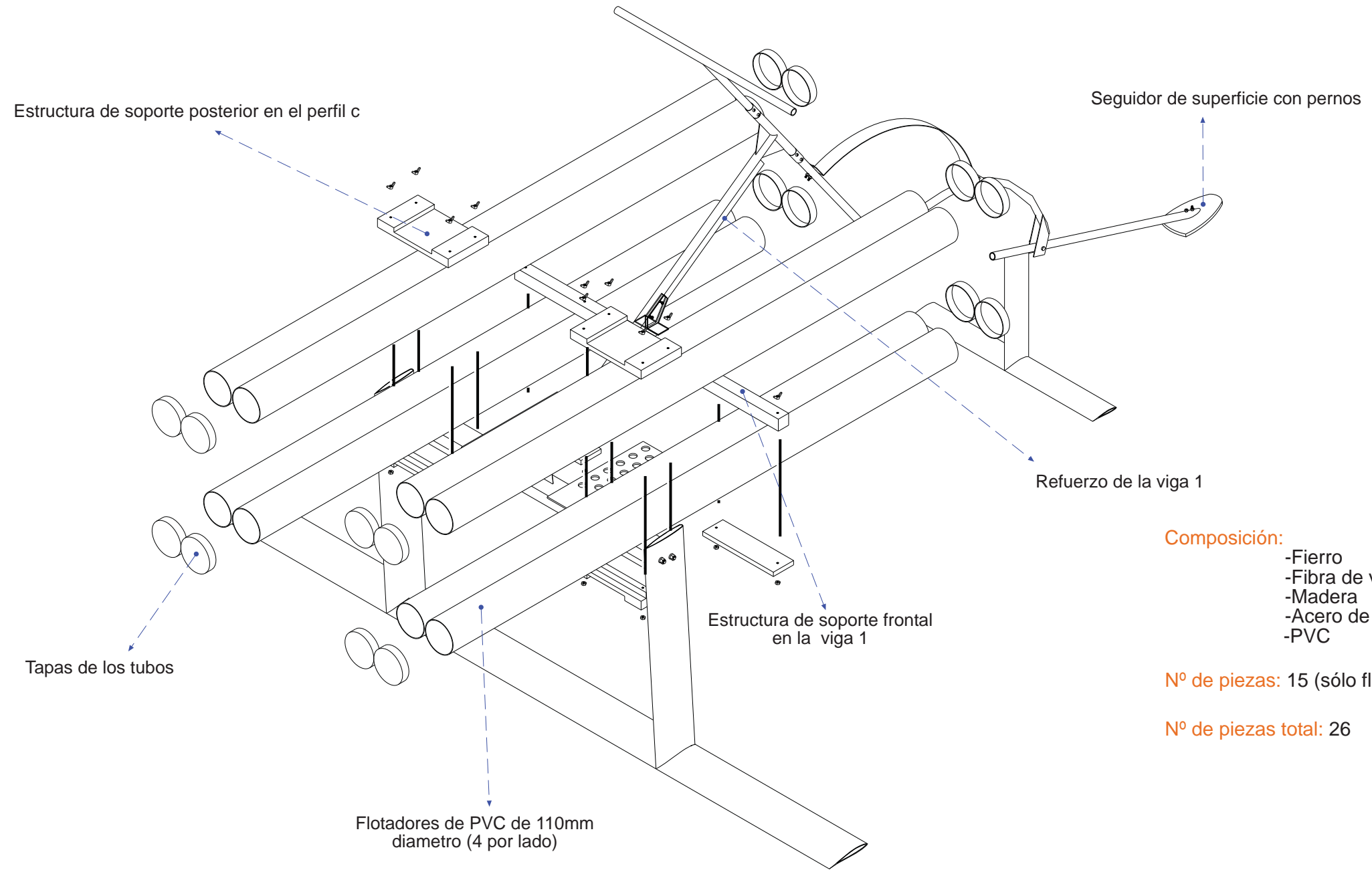
(c.i) Relación geométrica hombre/objeto, prototipo 3



(c.ii) Planimetría general, prototipo 3



(c.iii) Despiece prototipo 3, flotadores



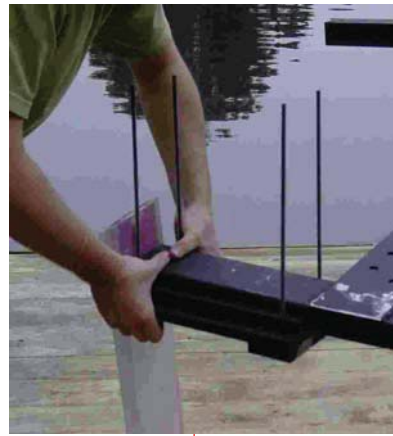
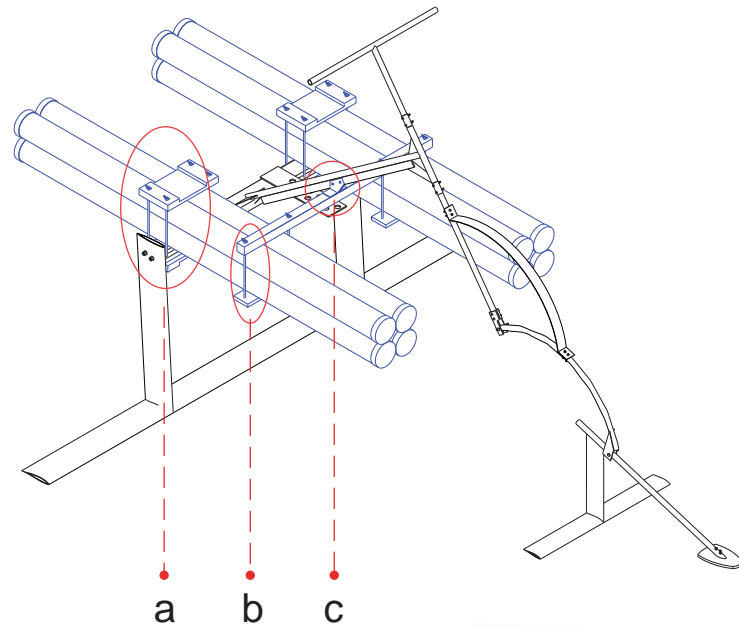
Composición:

- Fierro
- Fibra de vidrio
- Madera
- Acero de fleje
- PVC

Nº de piezas: 15 (sólo flotadores)

Nº de piezas total: 26

(c.iv) Construcción prototipo 3



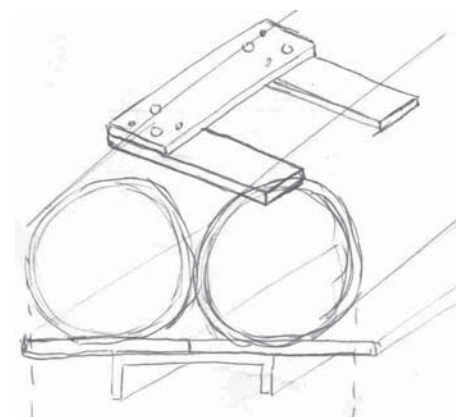
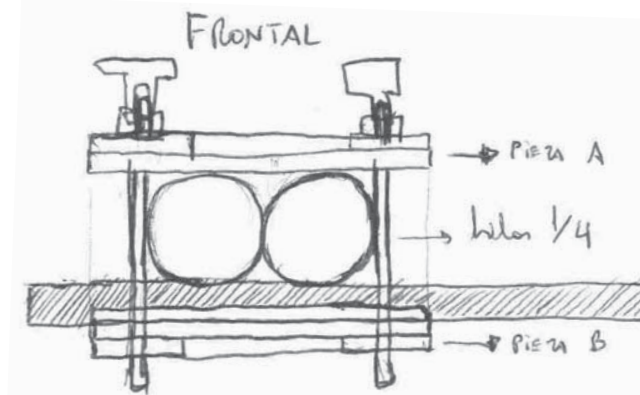
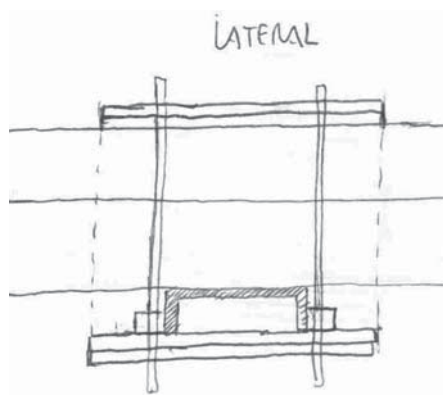
a



b



c



El armado, consiste en ubicar la estructura de soporte frontal y posterior (mencionadas en el despiece) para luego colocar los tubos de PVC uno por uno. Luego que están apoyados se cierran con las placas de apriete logrando mantenerlos firmes para que resista los esfuerzos de presión a los que se somete en el agua.

En este intento se logra obtener una boyantes segura permitiendo estar de pie en el agua sobre la estructura, dando a conocer una serie de puntos que esclarecen el posible funcionamiento de piezas que anteriormente no se podían ver por el hundimiento repentino. Uno de estos puntos y el más esencial, es la postura que se

tiene al momento de maniobrarlo dando a conocer mediante la utilización - y las fotos posteriores - que la geometría excedía algunas dimensiones, como por ejemplo la distancia entre las pisaderas y el manubrio. El avance que logra es lento pero pese a esto se alcanza a identificar el movimiento que tienen los

alerones bajo el agua (sobre todo el del perfil | | |), un movimiento ondulatorio constante asemejando la onda de una ola. Además manifiesta que el acero de fleje no está actuando correctamente mostrando lo tenso que se mantiene sin tener esa elasticidad que se muestra en los videos del aquaskipper.

(c.v) Resultados



Prototipo 3

Pesos Kg.

| | |
|---------------------------------------|---------|
| Pisadera + Soporte pisaderas + Viga 1 | → 8,32 |
| Alerón Vertical | → 1,985 |
| Alerón Horizontal | → 3,2 |
| Manubrio + Viga 2 | → 1,13 |
| Acero de fleje | → 0,35 |
| Viga curva | → 0,66 |
| Alerón Horizontal | → 0,48 |
| Alerón Vertical + Viga 3 | |
| +Seguidor de superficie | → 1,025 |
| Tuercas + Pernos + Golillas | |
| + Eje de fuerza | → 0,33 |
| Flotadores (x 8) | → 20,8 |

| | |
|---------------------------|----------|
| Peso prototipo | → 17,48 |
| Peso hombre | → 70 |
| Peso total | → 87,48 |
| Peso flotadores PVC | → 38,28 |
| Peso total con flotadores | → 108,28 |



Para obtener los mt^3 necesarios es fundamental tener el peso total del prototipo (detallado en el cuadro superior) y eso tratar de acumularlos en volumen de aire. Teniendo el peso total, incluidos los tubos de PVC se calcula el volumen de cada uno:

Se sabe que el volumen de un cilindro es:

$$p \times r^2 \times L$$

Por lo tanto:

$$3,14 \times (0,55 [mt])^2 \times 2 [mt] = 0,018997 [mt]^3$$

Sabiendo que:

$$1 \text{ Litro} = 0,001 [mt]^3$$

L = longitud r = radio

Podríamos decir que cada tubo contiene **18,997 litros**

Multiplicado por los 8 tubos de PVC, existe una cantidad de **151,976 litros**, por lo tanto tiene una reserva de boyantes que mantiene una flotabilidad segura.

Línea diacritica

Línea diacronica

1 ○

Se piensa que en la pieza delantera donde se encuentra el alerón y el seguidor de superficie si se amarra una cuerda del eje libre, el seguidor debería mantener a flote esta estructura.

2 ○

Si bien la estructura y los perfiles resiste adecuadamente a los esfuerzos que se somete, el peso es excesivo por lo que sacarlo de la inercia en el agua es muy difícil. Otro punto y el más importante es que no permite que los alerones trabajen adecuadamente formando las ondas bajo el agua que dan cabida a la sustentación. Se podría decir que es un tope que impide un deslizamiento correcto bajo el agua

1 ●

Construcción de un nuevo alerón horizontal

- a ● Se ocupa la matriz ya construida y el mismo método de construcción
- b ● A diferencia del anterior este se formula como una pieza desarmable, donde los alerones verticales pueden desmontarse del horizontal mediante un sistema de ensamble

2 ●

Construcción del alerón

- a ● Alerones verticales
 - i ● Perforación de 12mm y de 8mm Ø en su base de encaje
 - ii ● Colocación de tacos de anclaje del mismo Ø exterior
 - iii ● Vaciado de resina poliéster por los lados para dejarlos fijos
- b ● Alerón horizontal
 - i ● Perforación de 10mm y de 6mm Ø en la parte donde van ubicados los alerones verticales coincidiendo con la posición de los tacos de anclaje
 - ii ● Avellanado en el intrados del alerón para dejar los pernos parker de 1/8 x 2 y de 1/4 x 2 a ras con la superficie
 - iii ● Sellado en las perforaciones del perfil con masilla mágica en su contorno, para evitar una filtración de agua al interior de este

3 ●

Construcción del seguidor de superficies

- a ● Se elabora con el mismo proceso que en el prototipo 2
- b ● A diferencia del anterior este va apernado a la viga 3
 - i ● Perforación de 5mm Ø del seguidor de superficie/viga 3
 - ii ● Instalación de los pernos y tuercas de 4.5mm Ø

4 ●

Reparación de la viga 1

- a ● Rectificación de la recta
- b ● Soldado de una pletina de 5mm de espesor en su longitud dejándola rígida

5 ●

Construcción de los flotadores de PVC

- a ● Flotadores de PVC
 - i ● Corte de los tubos de 10cm Ø a una longitud de 2mt
 - ii ● Colocación de las tapas
 - iii ● Sellado de las tapas con silicona en tubo
- b ● Estructura de soporte posterior en el perfil [
 - i ● Corte de listones de madera
 - ii ● Unión de estos con tronillos
 - iii ● Corte de los hilos de 6mm Ø
 - iv ● Perforación de 6.5mm Ø en los listones ya pegados
 - v ● Fijación de los hilos con tuercas hexagonales
- c ● Estructura de soporte frontal en la viga 1
 - i ● Corte de los ángulos que van sujetos al refuerzo de la viga 1
 - ii ● Corte del listón rectangular de madera 4 x 4cm
 - iii ● Perforación del ángulo junto con el refuerzo de la viga 1
 - iv ● Colocación de este con pernos y tuercas de 4.5mm Ø

6 ●

Armado de los flotadores en el prototipo 3

- a ● Instalación de el soporte posterior en el perfil [
- b ● Luego se ponen los flotadores y se aprietan con tuerca mariposa
- c ● Finalmente se abrazan con el soporte frontal ubicado en la viga 1 y se aprietan con tuerca mariposa

2.d. Prototipo 4 (Título 2)

Este ultimo prototipo finaliza por el momento el estudio del hidrocanguro, donde los resultados obtenidos son de caracter geométrico, lo que permite corroborar la manera en la cual funciona éste.

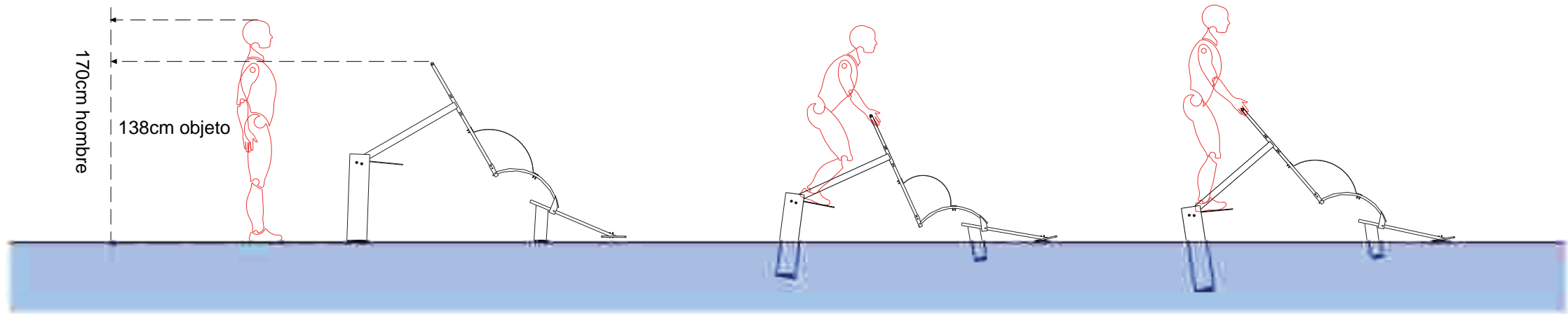
El estudio de los prototipos del hidrocanguro esclarece tanto el carácter hidrodinámico - como lo es el caso de las hidroalas en conjunto con su composición angular - como su resistencia estructural, referente a la materialidad y al sistema de uniones y calces; y el mecanismo de restitución de energía - que es el caso del acero de fleje y el mecanismo de pivotes que lo compone-.



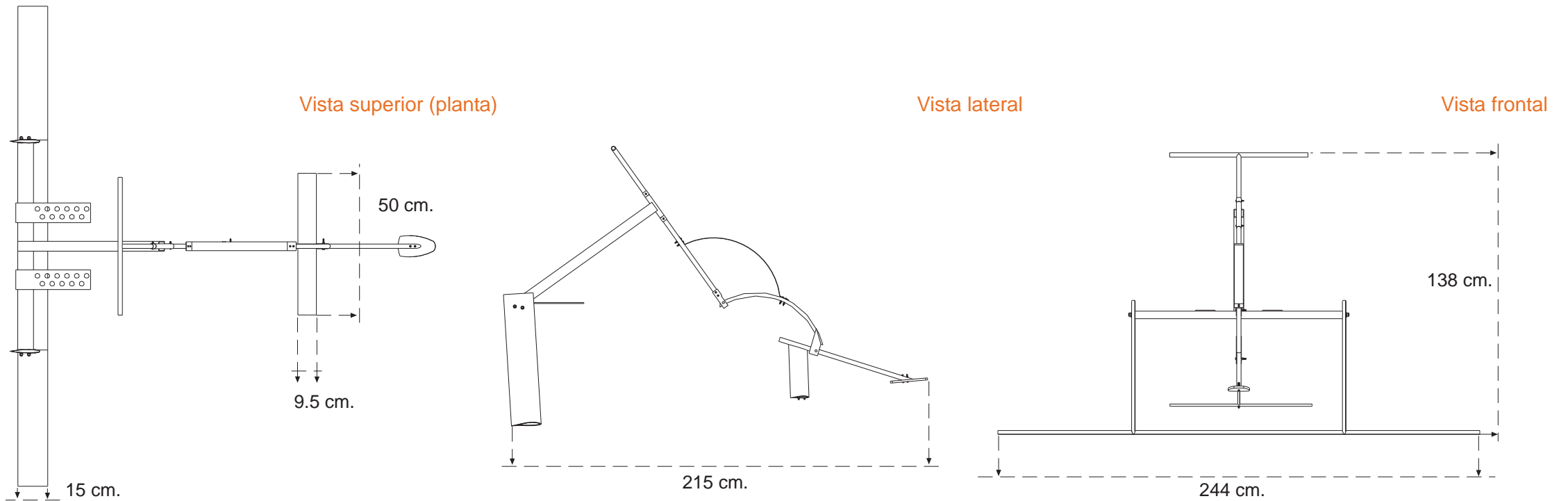
Modelo 3d



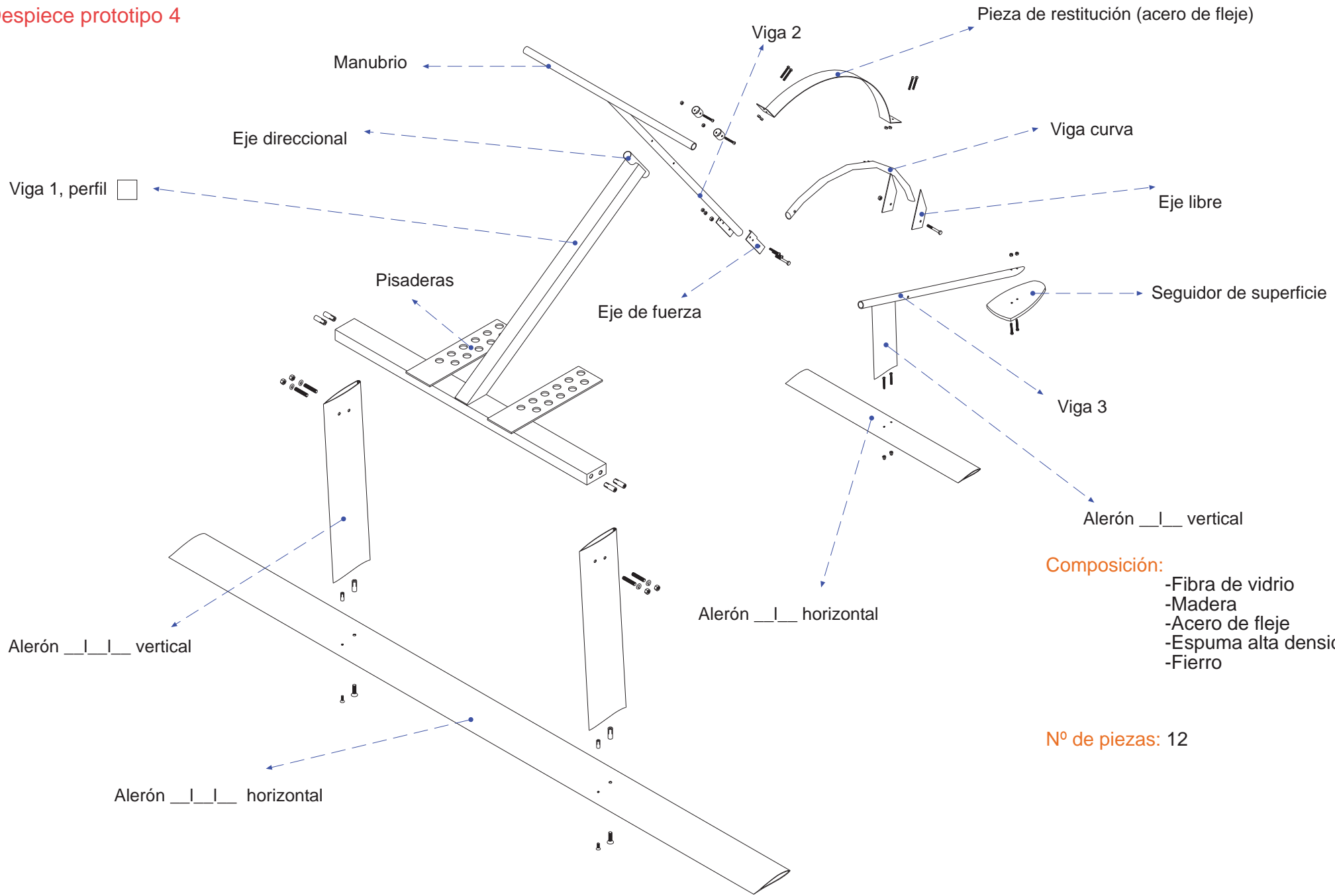
(d.i) Relación geométrica hombre/objeto, prototipo 4



(d.ii) Planimetría general, prototipo 4



(d.iii) Despiece prototipo 4

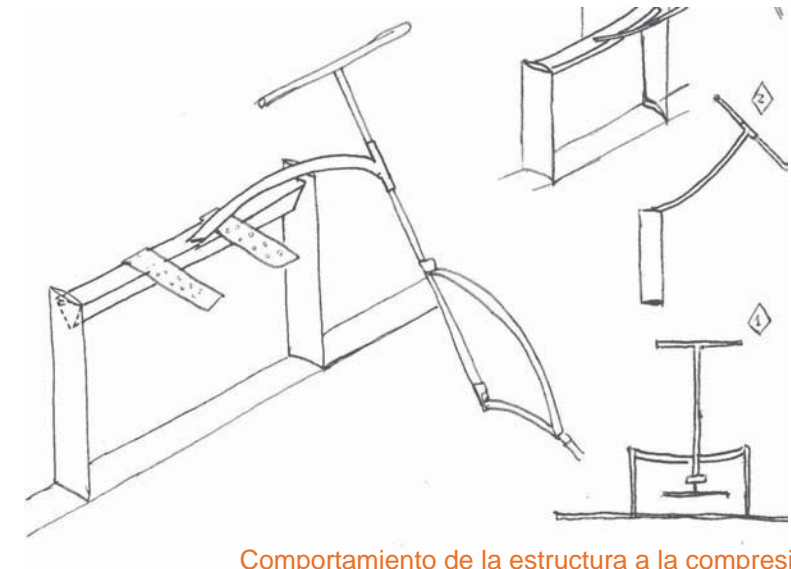
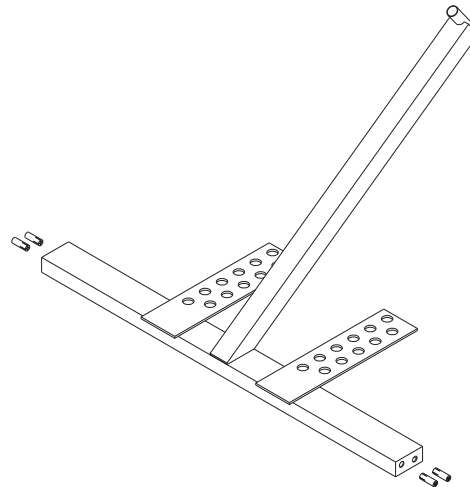
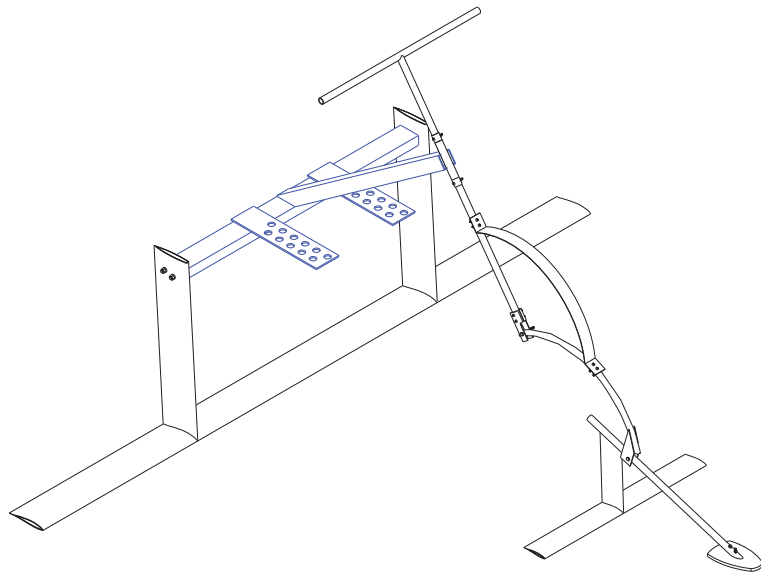


Composición:

- Fibra de vidrio
- Madera
- Acero de fleje
- Espuma alta densidad
- Fierro

Nº de piezas: 12

(d.iv) Construcción prototipo 4



Comportamiento de la estructura a la compresión



Nueva estructura



Eje direccional



Corte de los alerones



Corte de las vigas



Seguidor de superficie

Estudiando nuevamente la geometría del aquaskipper, para lograr llegar a una aproximación más cercana a la del hidrocanguro, se encuentra una imagen que muestra una vista frontal del alerón lo que nos permite escalar los alerones verticales ya que se sabe la dimensión original del alerón horizontal que es de 244cm. Al tener las dimensiones de los verticales, podemos traspasar a la vista lateral encontrada

anteriormente las medidas para poder re-hacer los planos y hacer concordar las distancias entre hombre/objeto que se pueden observar en videos, fotografías y principalmente por las pruebas que se hicieron anteriormente. Además se modifica el seguidor de superficie, que da boyantes en el conjunto delantero del hidrocanguro (el alerón , la viga 3 y el seguidor de superficie) para dar mayor flotabilidad y mantener

el alerón siempre con un ángulo de ataque. Estructuralmente, existen modificaciones en los alerones , , cortes en las vigas, en general se modifica la estructura completamente proporcionando una nueva dimensión al hidrocanguro.

(d.v) Relaciones geométricas, fotos medida



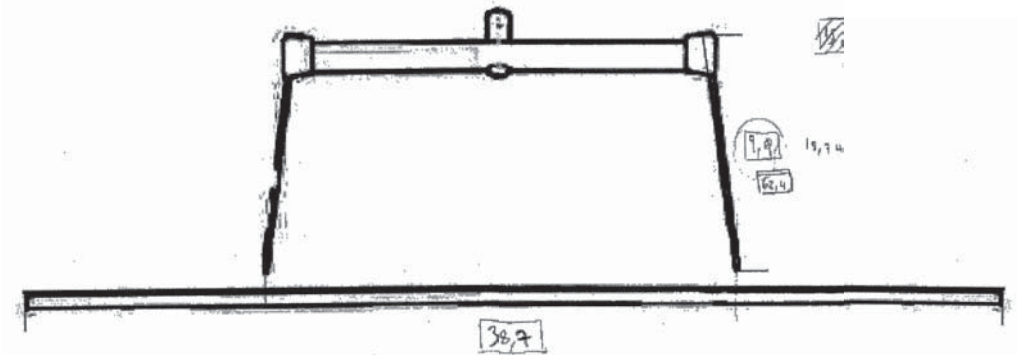
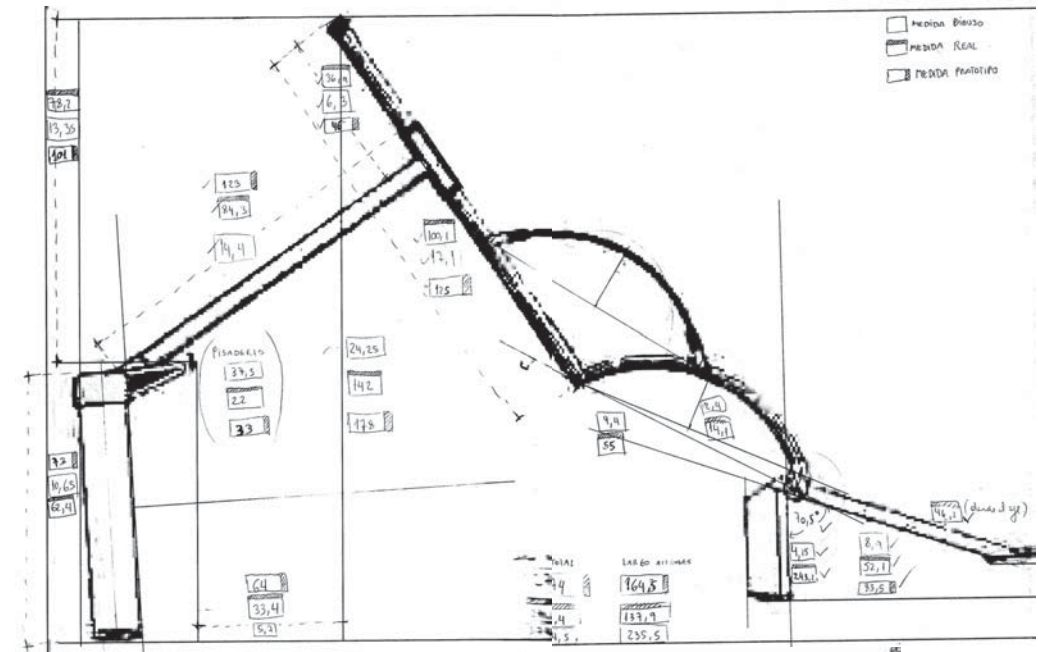
Dimensión y espesor del seguidor de superficie con respecto a la mano.



Distancia visual entre la altura del alerón con respecto al hombre.



Distancia visual entre la altura del aquaskiper con respecto al hombre.



La extensión del alerón horizontal , ya es sabida, por los datos encontrados vía Internet, por lo tanto se toma la medida de la foto y se le saca el porcentaje con la regla del 3:

$$\begin{matrix} 100\% & \text{-----} & a \\ X\% & \text{-----} & b \end{matrix}$$

Luego para sacar la verdadera medida, se utiliza la misma regla, ocupando los resultados obtenidos anteriormente.

(d.vi) Periodo de pruebas, laguna Sausalito 30 de junio

Tercer lanzamiento



Séptimo lanzamiento



Este último prototipo, revela una correcta geometría y postura, mostrando la posibilidad de planeo mas clara que en los anteriores, ya que existe un avance y no un hundimiento casi inmediato, sabiendo que los pesos y mecanismos se mantenían. Esto se debe a una postura correcta de la persona, ya que al estar bien posicionada sobre el objeto la distribución de los pesos es apropiada por lo que se forma un equilibrio ajustado a los requerimientos del hidrocanguro. La estructura funcionó

adecuadamente sin ruptura alguna, pero dejó ver que el fleje no estaba actuando correctamente ya que su flexión es mínima, por lo que se deduce - al igual que en el caso anterior - que el mecanismo de restitución de energía debe ser aún más sensible a las fuerzas que se le están aplicando.

Línea diacritica

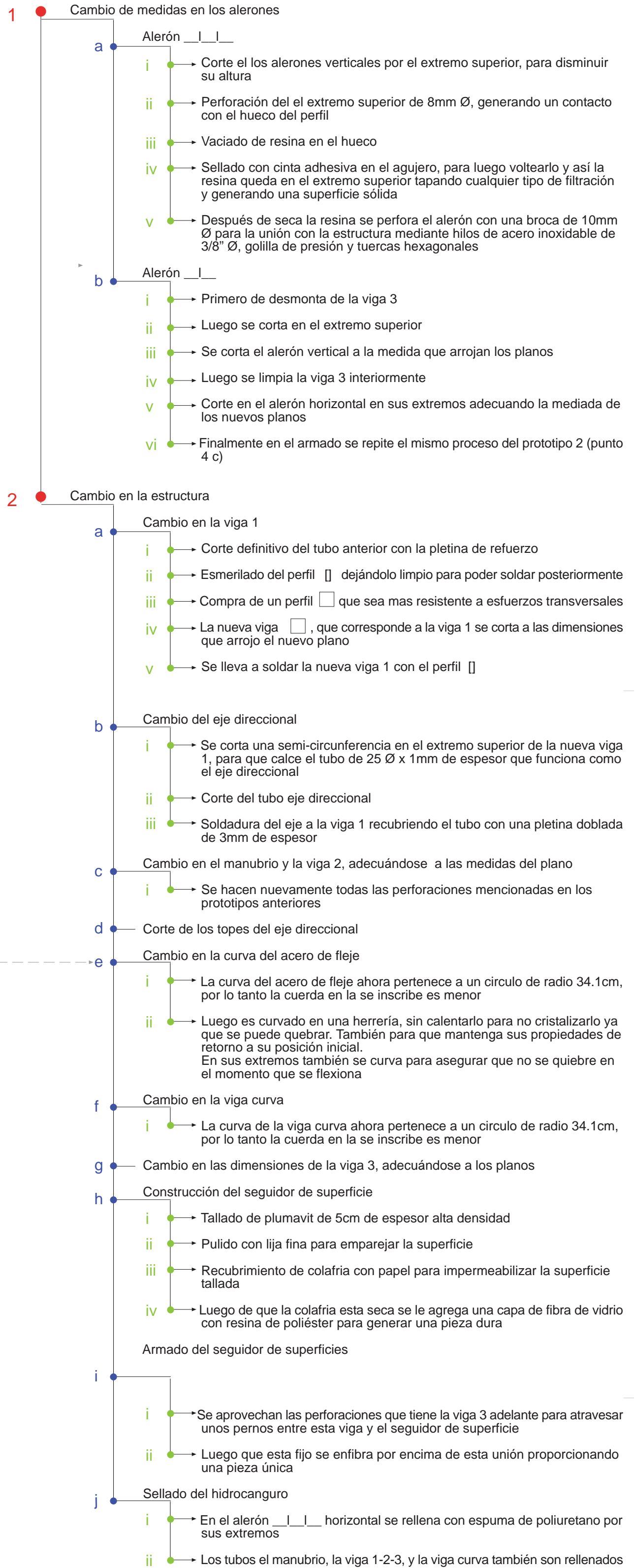
Línea diacronica

El peso total del prototipo impide que se pueda maniobrar fácilmente, además se hunde muy rápidamente al no tener una boyantes suficiente que permita una salida con un mayor planeo al inicio.

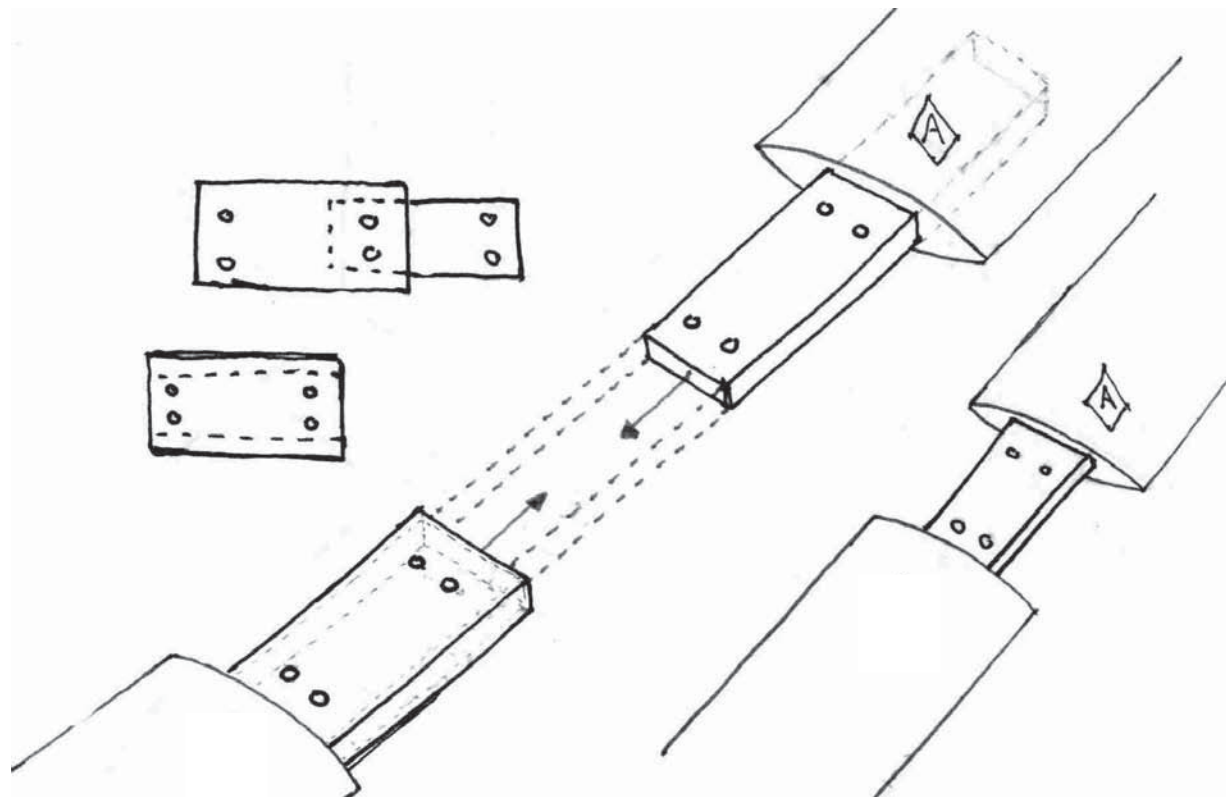
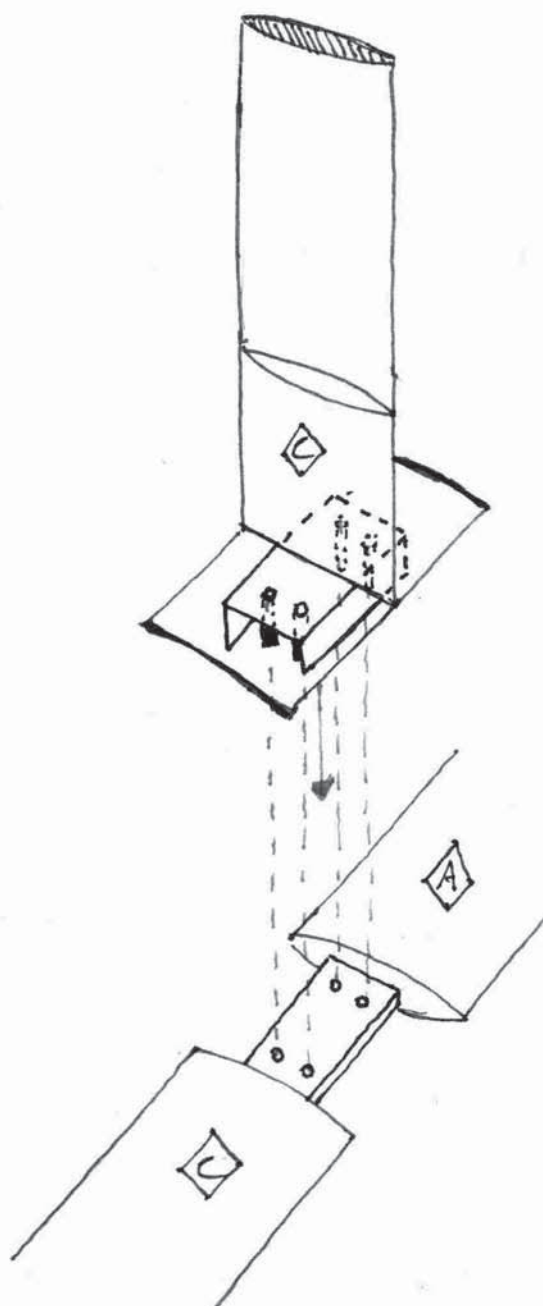
1 ○

2 ○

Se logra ver que el acero de fleje no esta cumpliendo la función que debiese, ya que las fuerzas necesarias para su funcionamiento no son las correspondientes a las de prototipo.



3. Estudio de modelos



El estudio de modelos consiste en una representación fiel de la geometría final de los prototipos estudiados anteriormente, intentando reproducir los pesos a escala de cada sección de éste, agregándole un mecanismo de apoyo para someterlo al arrastre donde se le van incorporando una serie de formatos de cascos rígidos y luego neumático (para una disminución del peso agregado) y así mantener una boyantes segura que permita el arrastre mediante un sistema de rueda de bicicleta activado manualmente.

La garantía de tener flotadores, es que me aseguran un paralelismo con el espejo de agua, por lo que puedo regular los ángulos de ataque y la profundidad de los alerones verticales o Strut con una exactitud que se puede corroborar mediante medios de medición como lo son pie de metro, reglas, huinchas, niveles, etc. , por lo que se puede aseverar una realidad geométrica de

los perfiles hidrodinámicos dando un indicio de la estructura angular de estos.

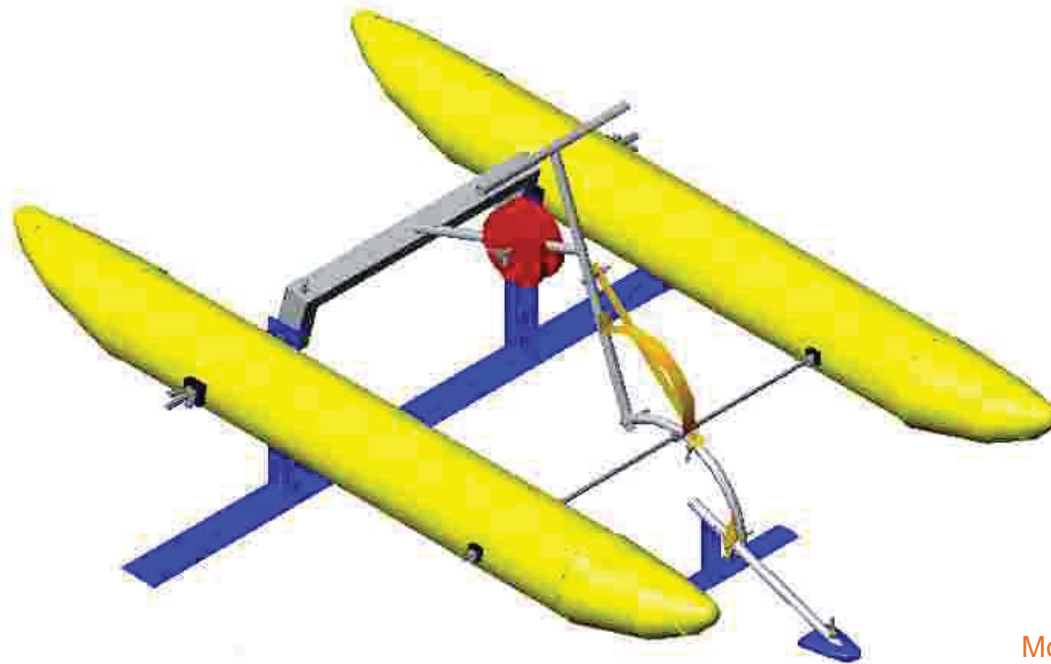
El nombre que lleva cada pieza es equivalente a los nombres que se tienen en los prototipos; la clasificación de la estructura (viga 1-2-3, viga curva, etc.), los alerones , , etc.

Lo único que se le agrega son los cascos (flotadores) mas las piezas que los soportan y los lastres, el resto corresponde a la misma categorización que tienen los prototipos.

El período de análisis se realizo en la piscina de la U.T.F.S.M. y la piscina del estadio español. Ambas son de una extensión de 25mt.

3.a. Modelo 1, cascos rígidos (Título3)

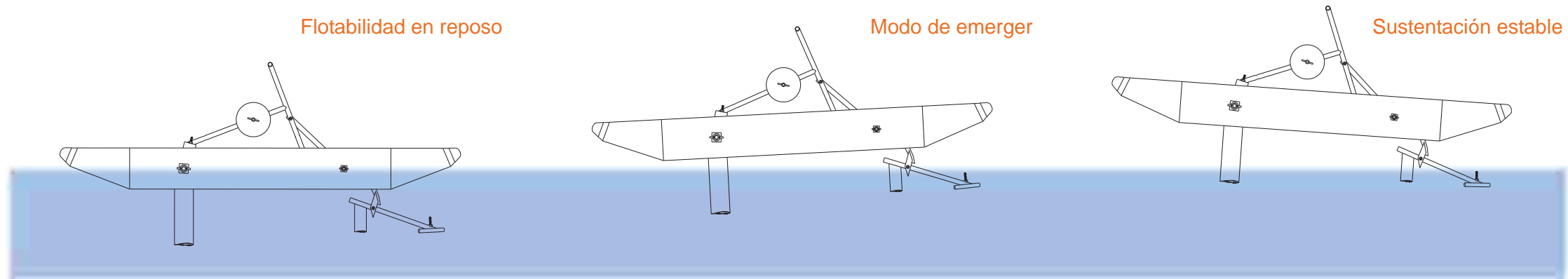
En este estudio de modelos, la materialidad es básicamente tubos metálicos en la estructura, fibra de vidrio en los perfiles y PVC en los flotadores, además se le incorpora un sistema de medición para regular los ángulos de ataque permitiendo una calibración de las alas y poder llegar a la configuración adecuada. Con respecto a los flotadores, se construyeron 3 tipos de cascos rígidos, el primero con una curva previa en el centro, para que en el avance el choque con el agua no genere una ola que afecte en el desplazamiento (cascos curvos). Luego se toma la decisión de cambiarlos por unos cascos de forma recta para poder calibrar de mejor forma la posición de estos con respecto al modelo (cascos rectos), posteriormente a estos mismos cascos se le construye una punta de manera que evite un roce mayor con el agua en el momento de avanzar (cascos en punta). Estos últimos son los que tuvieron mejor resultado y que dieron una primera visión de la configuración angular de las hidroalas.



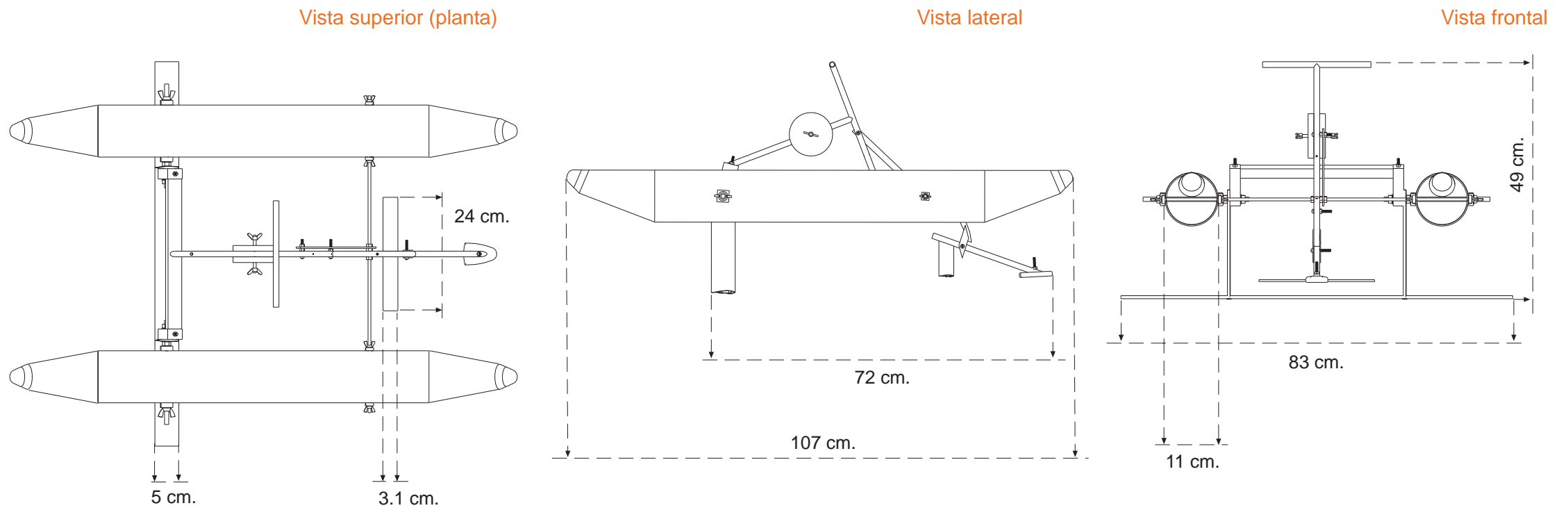
Modelo 3d



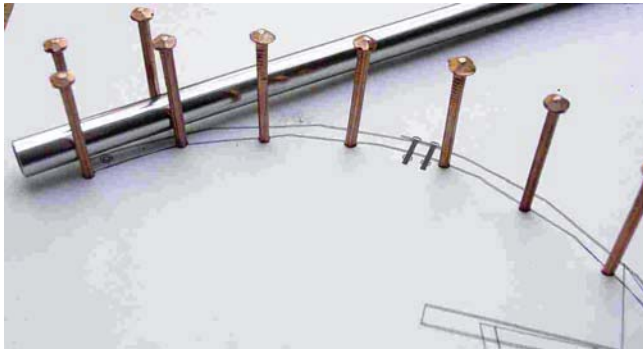
(a.i) Relación espejo de agua/modelo, cascos rígidos



(a.ii) Planimetría general, modelo cascos rígidos



(a.iii) Construcción modelo escala 1:3



Curvado de la viga curva



Viga curva, eje libre



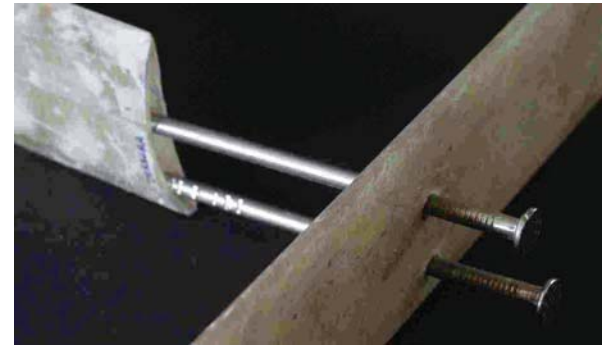
Eje libre



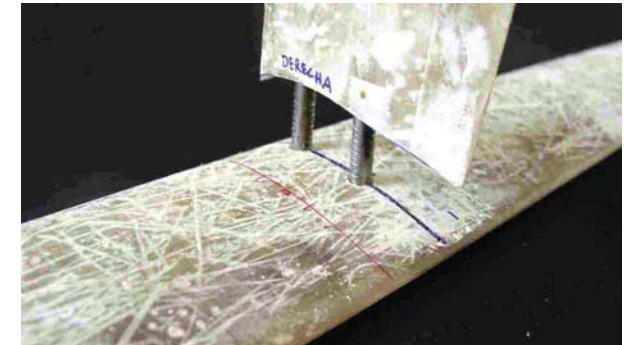
Cuadernas hidroalas



Lijado cuadernas hidroalas



Unión perfil _|_|_



Unión perfil _|_|_



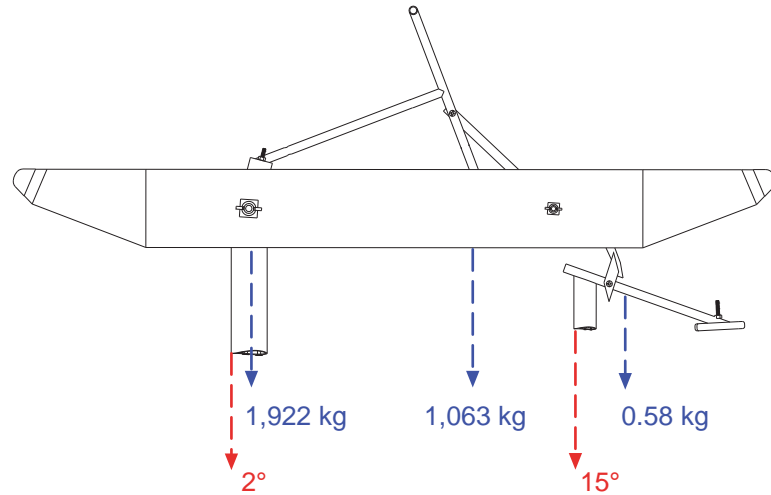
Modelo 1:3

El modo constructivo que se ocupa para la construcción del modelo a escala, es la misma que la del prototipo. La estructura general se construye con tubos de acero previamente cromados para disminuir la corrosión, estos tubos son cortados con sierra para metal y luego llevados a soldar a una maestranza especializada, ya que el espesor de los tubos es reducido (1 mm). Luego de tener esta estructura armada se inicia la construcción de la viga curva, la viga 3, el mecanismo de fijación entre estas dos y el seguidor de superficies.

Paralelamente, siguiendo el mismo proceso que en los prototipos, se arman los alerones _|_|_ y _|_|_, concluyendo una reproducción fiel a las medidas del prototipo 4.

(a.iv) Características del modelo, pruebas con cascos rígidos

Modelo 1:3 sin lastre (casco rígido)



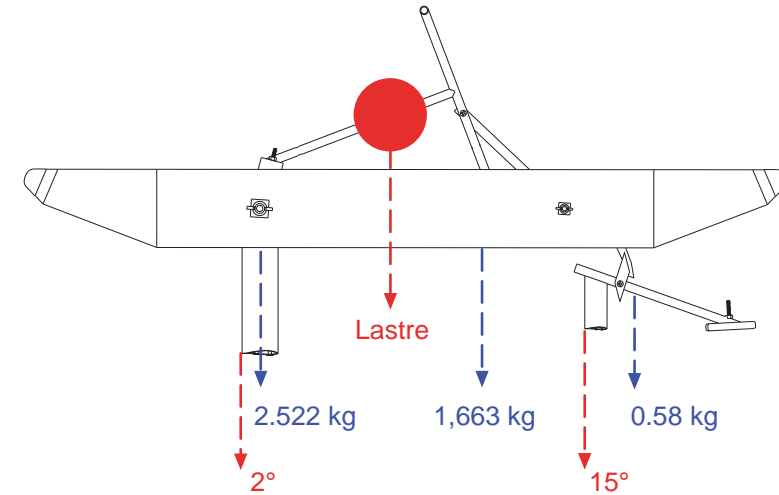
Configuración angular para un funcionamiento adecuado

| Modelo escala 1:3 | Peso |
|-------------------|------------|
| Peso modelo | 1,590 [kg] |
| Peso flotadores | 1,975 [kg] |
| Peso lastre | 0 [kg] |
| Peso total | 3,565 [kg] |

Distancia con respecto al espejo de agua

| Seguidor | Sup. | Seguidor | Sup. |
|-----------|-----------|----------|----------|
| 17,6 [cm] | 12,2 [cm] | 6,8 [cm] | 5,4 [cm] |

Modelo 1:3 con lastre al centro (casco rígido)



Configuración angular para un funcionamiento adecuado

| Modelo escala 1:3 | Peso |
|-------------------|------------|
| Peso modelo | 1,590 [kg] |
| Peso flotadores | 1,975 [kg] |
| Peso lastre | 1,2 [kg] |
| Peso total | 4,765 [kg] |

Distancia con respecto al espejo de agua

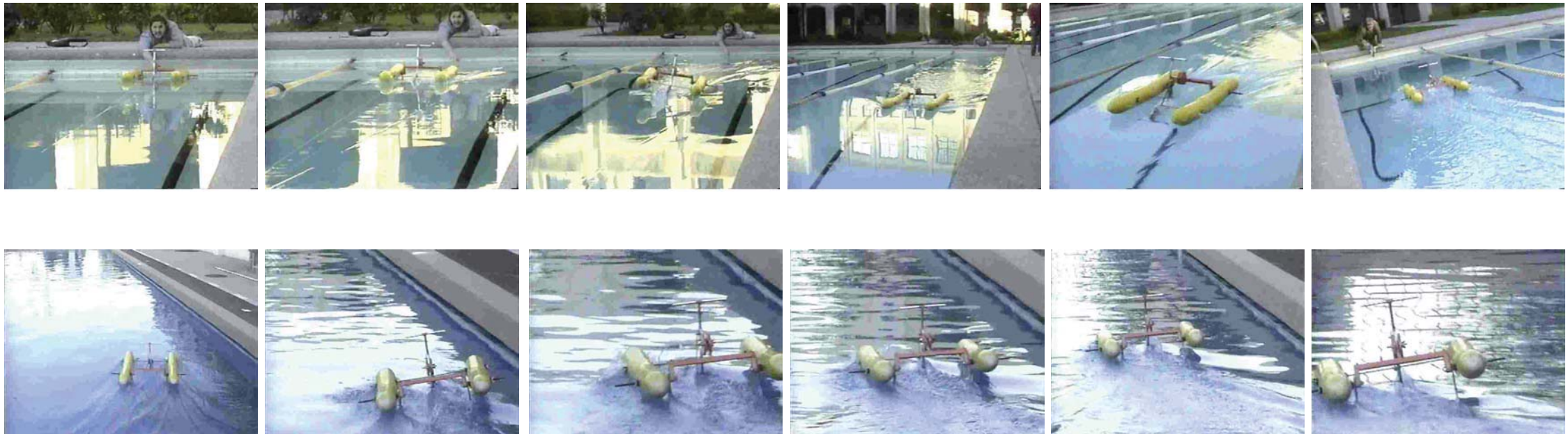
| Seguidor | Sup. | Seguidor | Sup. |
|-----------|-----------|----------|----------|
| 18,5 [cm] | 13,1 [cm] | 7,5 [cm] | 5,4 [cm] |

(a.v) Resultados, cascos curvos

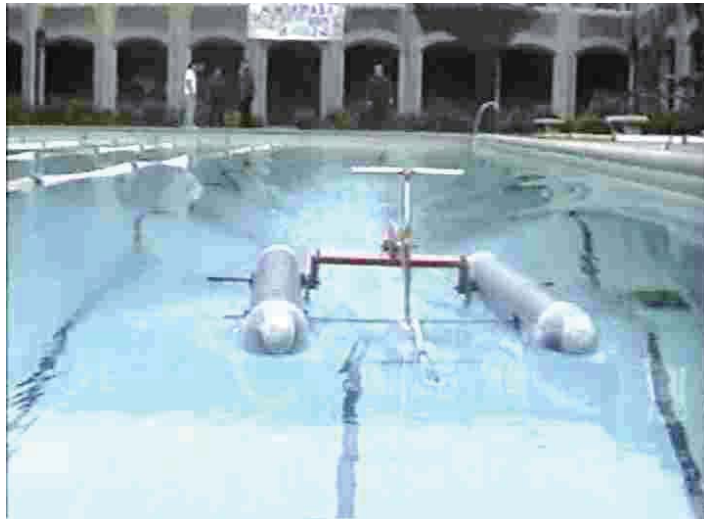


En este primer modelo, los cascos se construyen de PVC, calentándolo previamente en su centro para luego ser curvado; esto se hace con el propósito de mantener un avance sin olas al momento del arrastre en el agua. Al tener una superficie frontal plana, que choca de forma directa con el agua, sin tener una curva previa y unas puntas que enfrenten al agua, se deja de pensar en una estructura hidrodinámica, ya que las consecuencias de no tener las características anteriores generan un gran roce que impide un avance correcto y genera una pérdida de velocidad y control. Las puntas son fabricadas utilizando las puntas de botellas plásticas, sellando su boca con espuma de poliuretano para impedir el acceso de agua a los flotadores, ya que si entra agua en uno de ellos genera un contrapeso que finalmente provoca una pérdida de estabilidad en el modelo. Estas puntas cumplen con la función de otorgarle una

forma hidrodinámica a los cascos, tanto en proa como en popa evitando otro factor que pueda generar más roce. Las pruebas realizadas arrojan como resultado un desequilibrio en el modelo, ya que en la mayoría de las pruebas, donde tiende a sustentarse el modelo, pierde estabilidad generando una escora hacia la izquierda. En los instantes previos a la sustentación, el modelo con los dos cascos en el agua, tiende a seguir una trayectoria hacia la derecha, pero cuando comienzan a actuar las hidroalas se levanta el casco derecho, debido a este efecto se forma una condición de contrapeso que finalmente produce la escora. Los ángulos de ataque resultaron ser entre los 0° y 5° en popa y los 7° y 12° en proa, dando resultados similares en las combinaciones de estos.



(a.vi) Resultados, cascos rectos

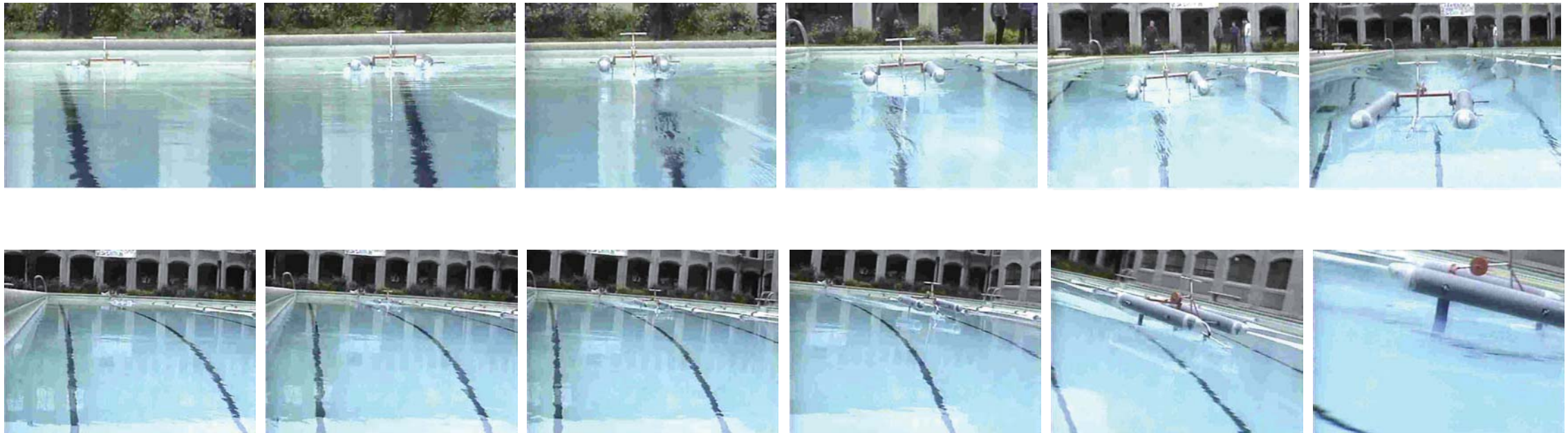


Dada las condiciones de escora del modelo con los cascos curvos, da cabida a plantearse la posibilidad de construir unos cascos rectos en los cuales se puedan efectuar mediciones mas exhaustivas en la colocación de estos en el modelo, ya que al estar calibrados y puestos simétricamente, con un porcentaje alto de exactitud, se puede asegurar un equilibrio que no genere desniveles ni contrapesos en el período de pruebas. Al igual que en el modelo de cascos anterior, a éstos se le incorporan en la puntas de proa y popa puntas de botella selladas con espuma de poliuretano para no provocar oleaje y a su vez disminuir el roce. Los resultados obtenidos fueron óptimos en relación a la hipótesis planteada, los cascos no provocaron ningún contrapeso, por lo tanto ninguna escora en el avance, por lo que al momento del planeo se mantiene derecho, con ambos cascos a la misma altura.

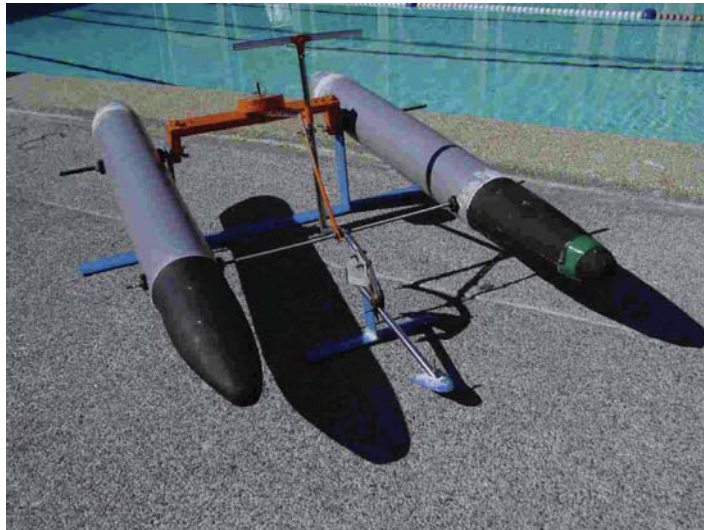
El esfuerzo para sacar los flotadores del agua, era demasiado, ya que si bien tenían puntas, éstas longitudinalmente tenían poca extensión, lo que provocaba un gran roce con el agua además de la generación de olas.

Debido a este roce, se aumentaron los ángulos de ataque tanto en popa como en proa, llegando a los resultados de; 2° en popa y 15° en proa.

Viendo los resultados del planeo, se cae en la cuenta de que el modelo se desplaza con la proa inclinada causando un encabuzamiento.



(a.vii) Resultados, cascos en punta



Los resultados del modelo anterior dejan entrever una serie de datos, tanto positivos como negativos, que se examinan para la mejoría de éstos.

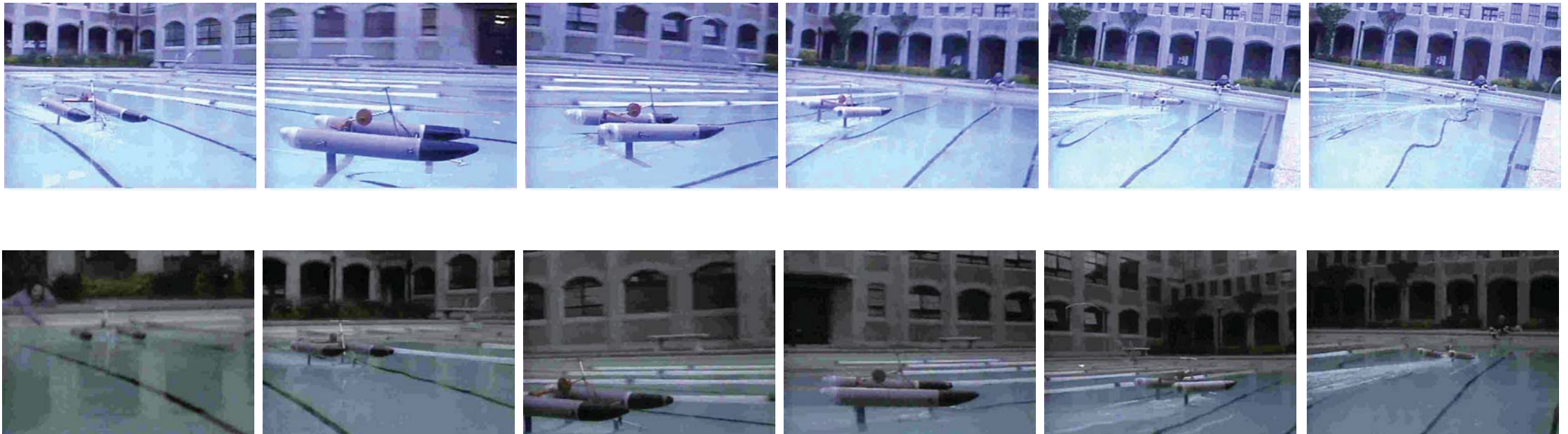
La formación de olas generaba un retraso en la sustentación, por ende en el planteo, además se requiere mucha fuerza al principio para lograr sacarlo del agua, bajo estos parámetros se toma la decisión de quitar las antiguas puntas y construir una nuevas; que tengan una mayor extensión longitudinal, por lo tanto lograr una mayor orientación del fluido produciendo menos oleaje.

La construcción de estas nuevas puntas, consta de un tallado en plumavit de alta densidad, reproduciendo la forma del casco de un catamarán neumático. Luego de concluir con el tallado se pinta con una pintura impermeable para impedir la absorción de agua, que provoca un aumento de peso en modelo. Los resultados de este modelo, fueron ventajosos ya

que se ocasionó un aumento en el tiempo de salida (sustentación), y un planeo más parejo.

Cuando los cascos están fuera del agua, actúan fuerzas aerodinámicas que influyen en la velocidad de la embarcación, por lo que los cascos con punta en forma de torpedo ayudan tanto en la hidrodinámica como en la aerodinámica.

Los ángulos de ataque utilizados fueron de; 2° en popa y 13° en proa; al igual que en el modelo anterior se avanza encabuzado (con un ángulo de inclinación en proa).

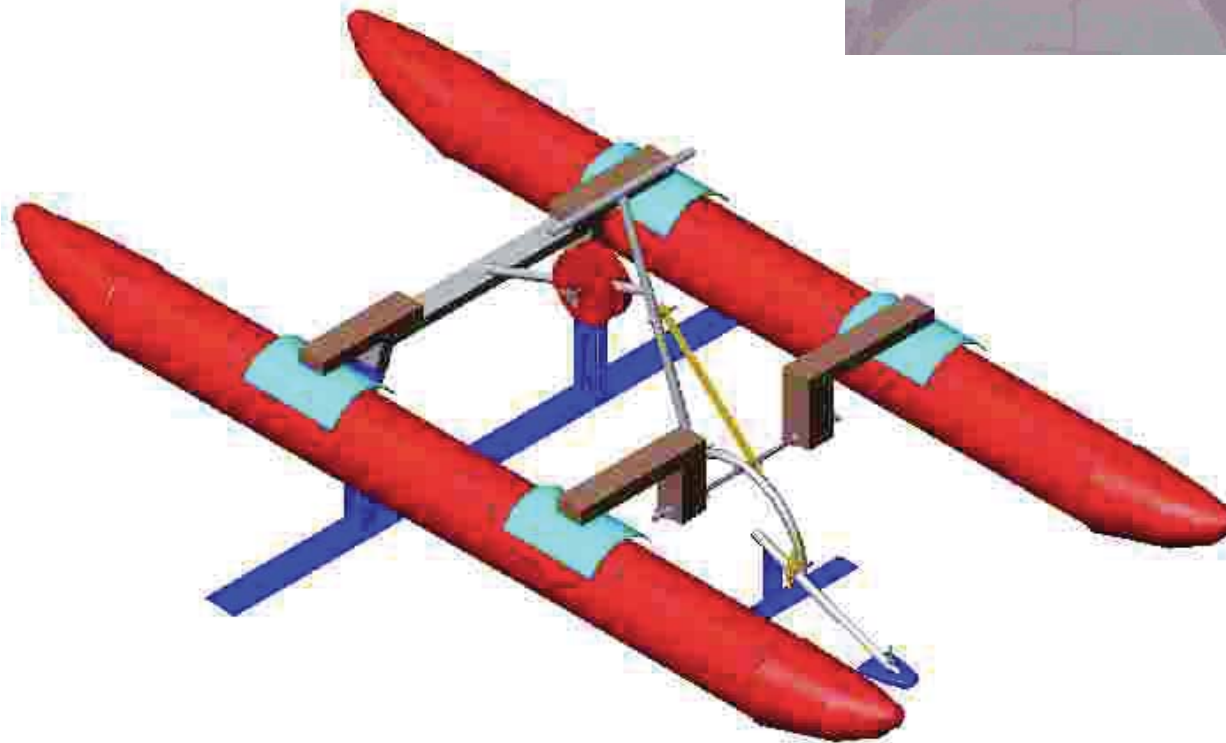
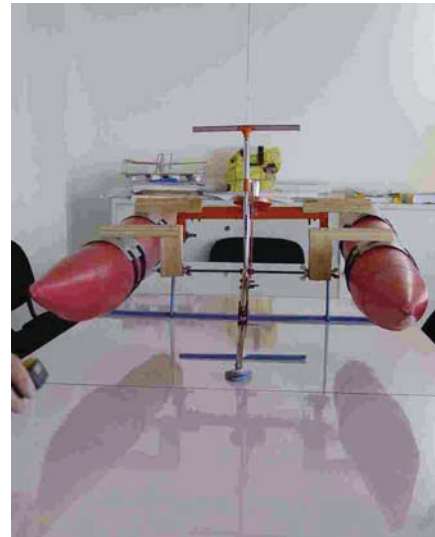


3.b. Modelo 2, cascos neumáticos (Título3)

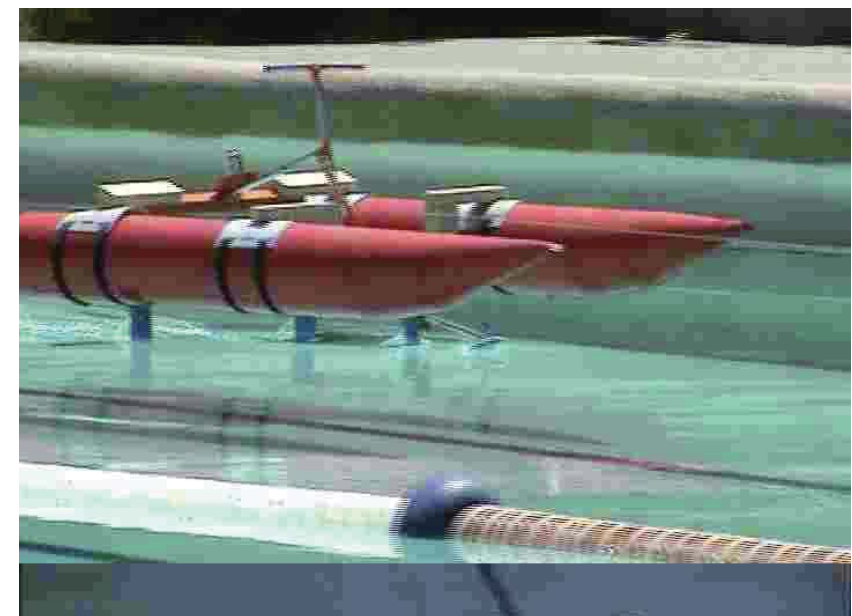
El modelo 2, ocupa la misma geometría y principios que el primero, pero a diferencia de este, emplea flotadores neumáticos para disminuir el peso total y adecuarse a la escala de las cargas del prototipo 4 con el tripulante.

El aumento de boyantes, por el volumen de aire es fundamental para lograr disminuir el calado, reduciendo con estos el roce que tienen los cascos, por lo tanto es una ventaja para facilitar que el modelo emerja con mayor rapidez y sin mayores dificultades del agua.

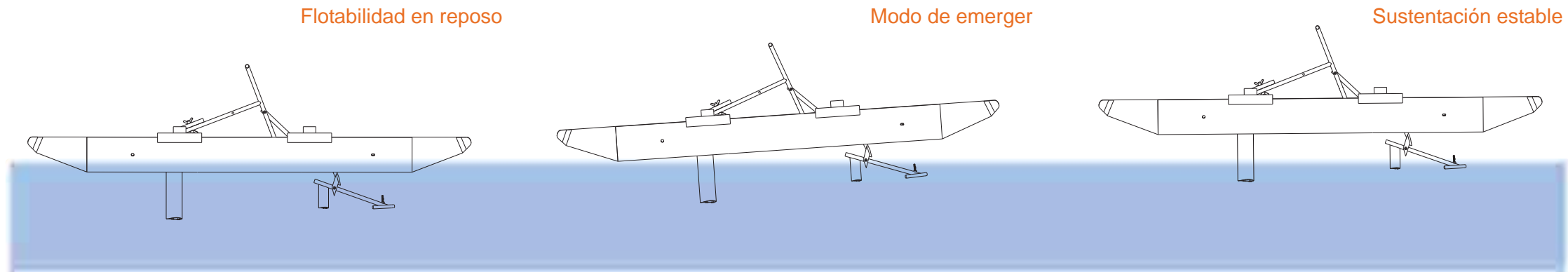
Estos flotadores se heredan de un modelo anterior realizado para el estudio del catamarán de la embarcación Amereida.



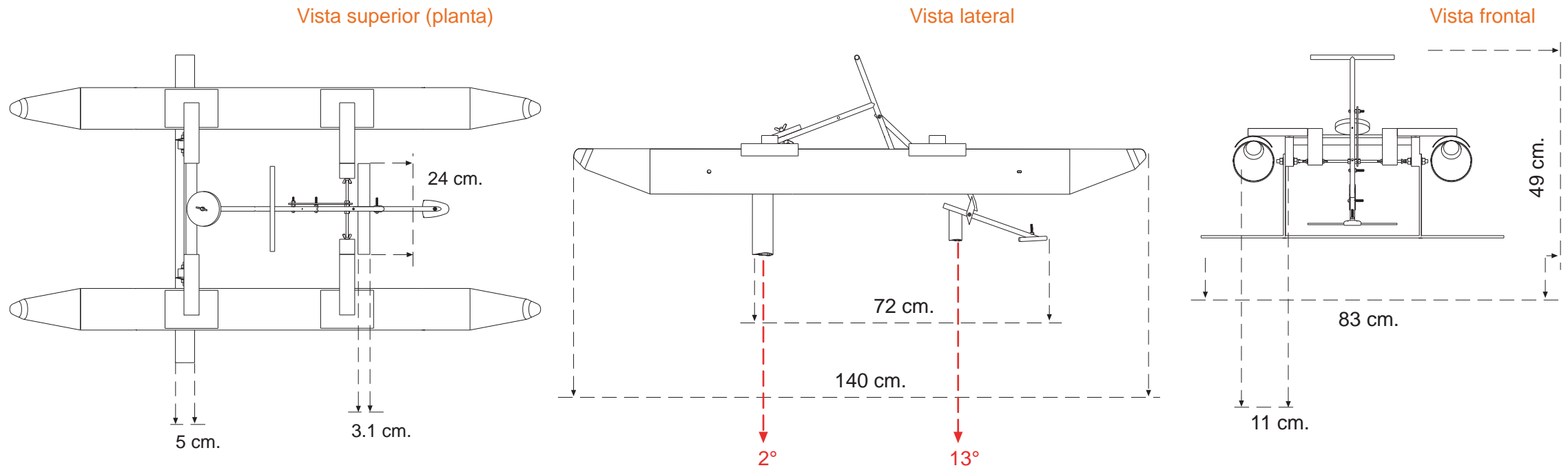
Modelo 3d



(b.i) Relación espejo de agua/modelo, cascos neumáticos



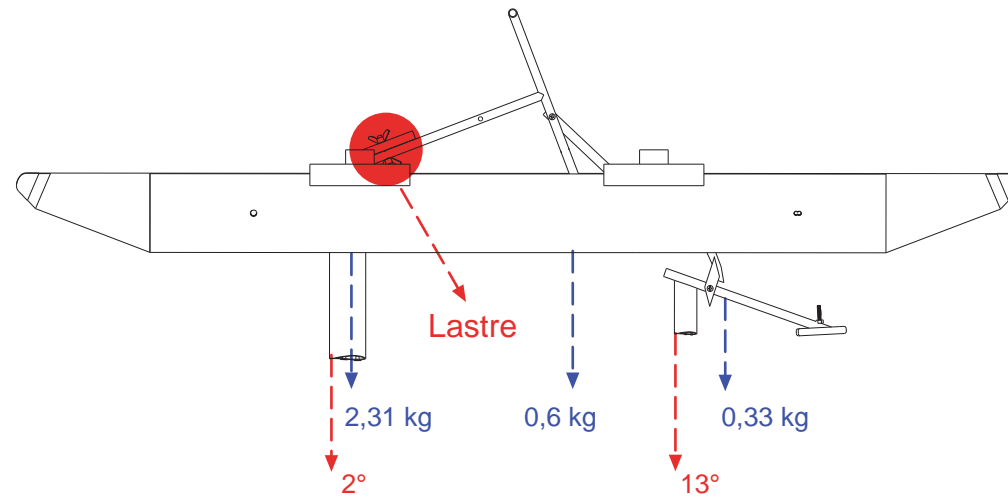
(b.ii) Planimetría general, modelo cascos neumáticos



Configuración angular para un funcionamiento adecuado

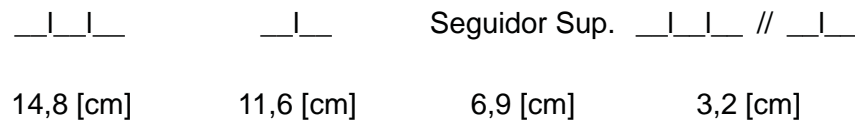
(b.iii) Características del modelo, pruebas con cascos neumáticos

Modelo 1:3 con lastre, casco neumático

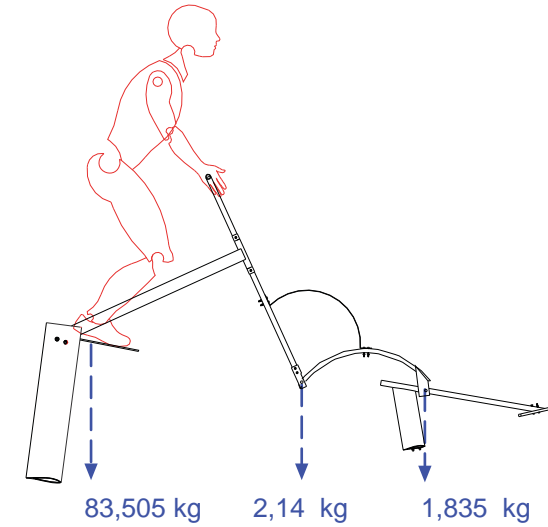


| Modelo escala 1:3 | Peso |
|-------------------|------------|
| Peso modelo | 1,405 [kg] |
| Peso flotadores | 1,135 [kg] |
| Peso lastre | 0,7 [kg] |
| Peso total | 3,24 [kg] |

Distancia con respecto al espejo de agua

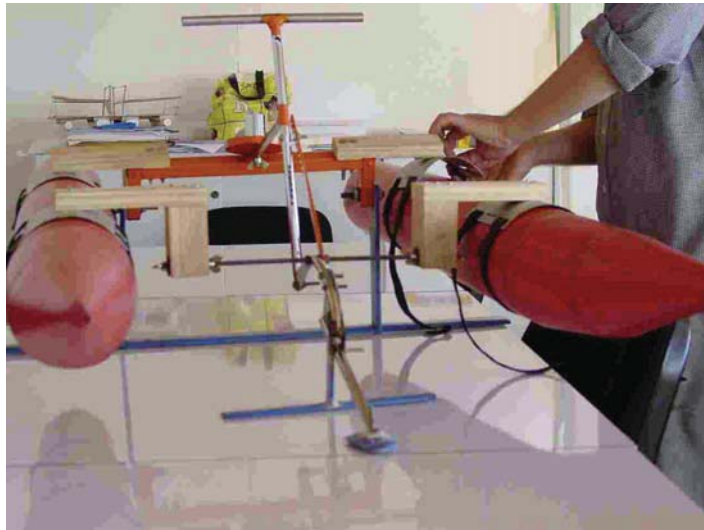


Hidrocanguro, Prototipo 4



| Prototipo 4 | Peso |
|------------------|------------|
| Peso prototipo | 17,48 [kg] |
| Peso tripulante | 70 [kg] |
| Peso total | 87,48 [kg] |
| Peso aquaskipper | 10,88 [kg] |

(b.iv) Resultados, cascos neumáticos



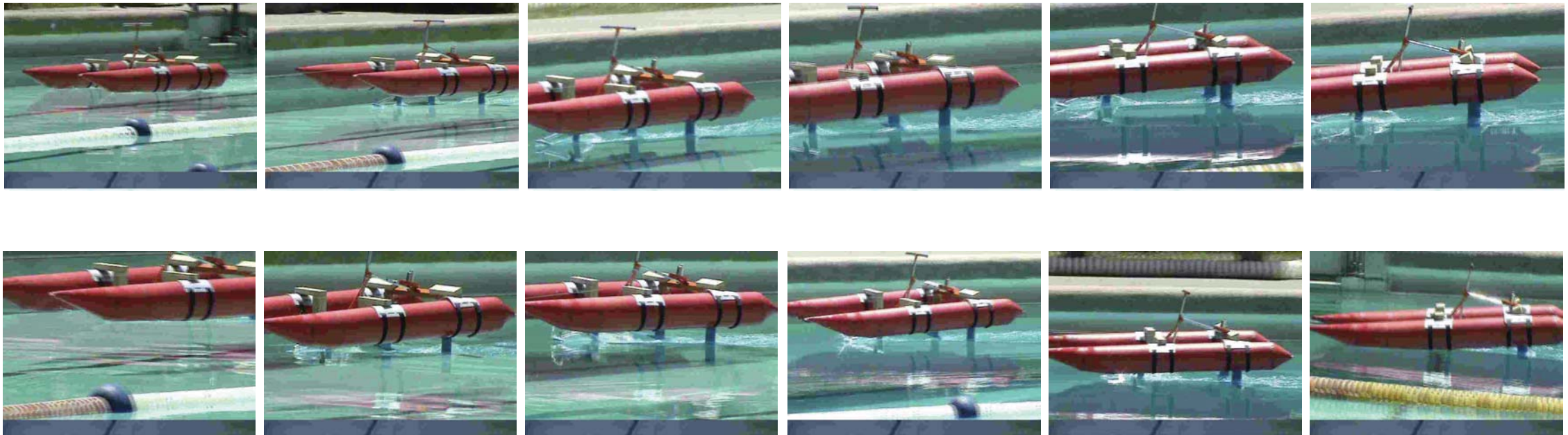
Las pruebas realizadas, al igual que los modelos anteriores se efectuaron en la piscina de la Universidad Federico Santa María.

Las primeras series de pruebas, se realizaron con la configuración angular (ángulos de ataque) de los modelos anteriores, que había arrojado 15° en proa (alerón $_|_$) y 2° en popa (alerón $_|_|_$). Con esta configuración el modelo emerge muy rápidamente, pero al momento de salir del agua cabeceaba inmediatamente perdiendo estabilidad, de esa forma efectúa el recorrido de 25 metros que tiene la piscina.

Luego, modificando los ángulos, disminuyendo el de popa a 11° y manteniendo el de proa, considerando que es el ángulo de ataque de popa el que tiene la mayor capacidad sustentadora del modelo, demora más en emerger de agua (utilizando la misma velocidad), y al momento de sustentación, cabecea de igual forma. En las siguientes pruebas, el ángulo de popa se aumenta

a 13° y el de proa de igual forma se aumenta a 5° , en este caso los resultados arrojados son de una salida casi inmediata del agua pero con cabeceo por exceso de ángulo de ataque en proa. Al tener ángulo de ataque pronunciado en la proa, el alerón horizontal $_|_$ tiende a salir del agua, por ende pierde toda sustentación y cabecea.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, estas últimas pruebas responden a una configuración de 13° en popa y 2° en proa, arrojando resultados óptimos para el funcionamiento del modelo. El planeo es estable a una velocidad constante, manteniendo el alerón horizontal $_|_$ a pocos milímetros del espejo de agua, y el alerón horizontal $_|_|_$ a unos cuantos centímetros, por lo que los flotadores mantienen un paralelismo con el espejo de agua.

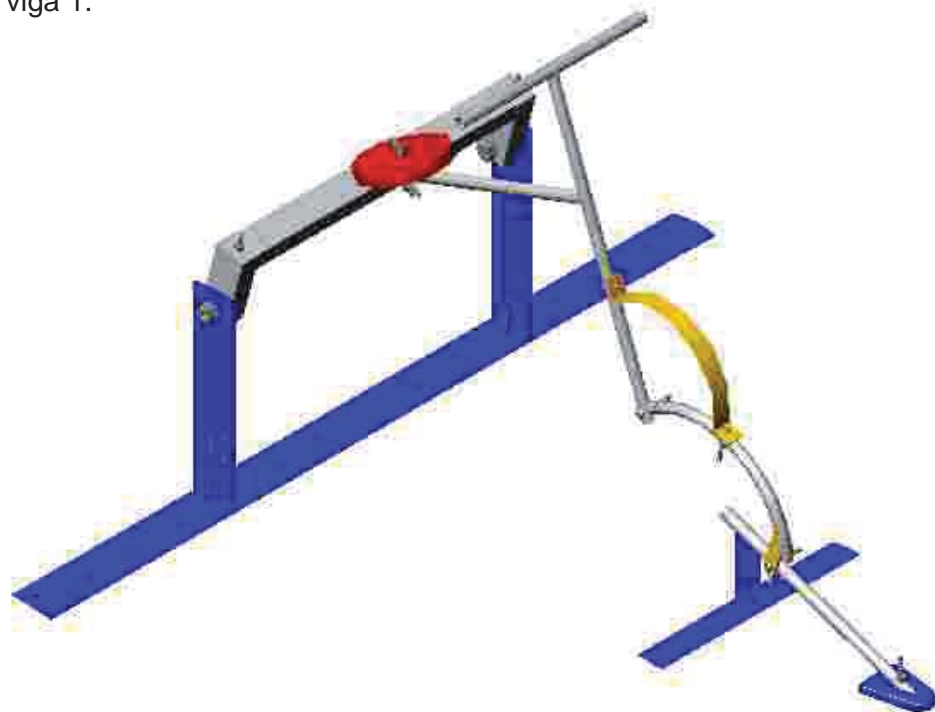


3.c. Modelo 3, sin flotadores (Título3)

Este último modelo es el mismo que los anteriores pero sin los cascos para probar como funciona al arrastre, sólo con el acero de fleje, sin un mecanismo fijo que mantenga la viga curva con la viga 3 unidas. Luego de haber calibrado el alerón ___1___ - para que por gravedad estuviesen balanceados y permaneciera en 13° -, junto con el seguidor de superficie se realizan las pruebas de arrastre.

El sistema de calibración para el alerón ___1___ es similar al funcionamiento de un balancín. Con este principio a base de contrapesos se logra que quede en 13° por efectos gravitacionales.

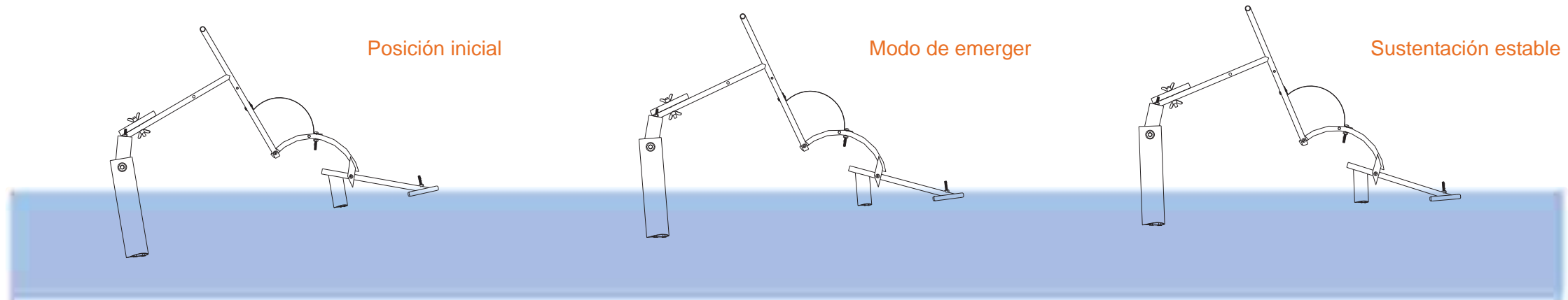
El lastre se traslada a la parte donde van ubicadas las pisaderas, ya que es en ese punto donde esta la mayor parte del peso al cual se va a someter el hidrocanguro. Anteriormente se pensaba que el peso iba a tener una distribución equitativa entre el manubrio y las pisaderas, por lo que el lastre se había fijado en el centro de la viga 1.



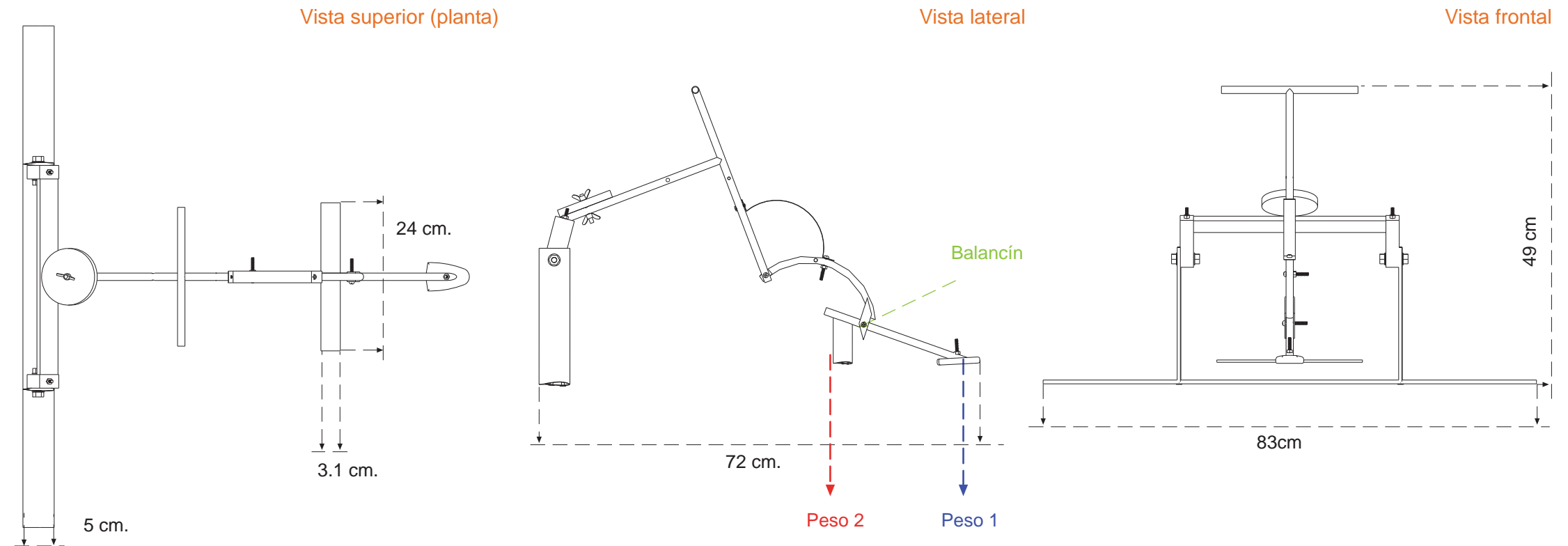
Modelo 3d



(c.i) Relación espejo de agua/modelo, sin cascos



(c.ii) Planimetría general, modelo sin cascos



(c.iii) Resultados, sin cascos



Sabiendo la configuración de los ángulos de ataque en los modelos anteriores, se pretende probar el modelo sin ningún mecanismo de ayuda (flotadores), para comenzar el análisis de la estructura por sí sola. Para realizar este proceso, es necesario eliminar el sistema de unión que fija a la viga curva con la viga 3, por lo que regular el alerón ___ es esencial para un funcionamiento adecuado.

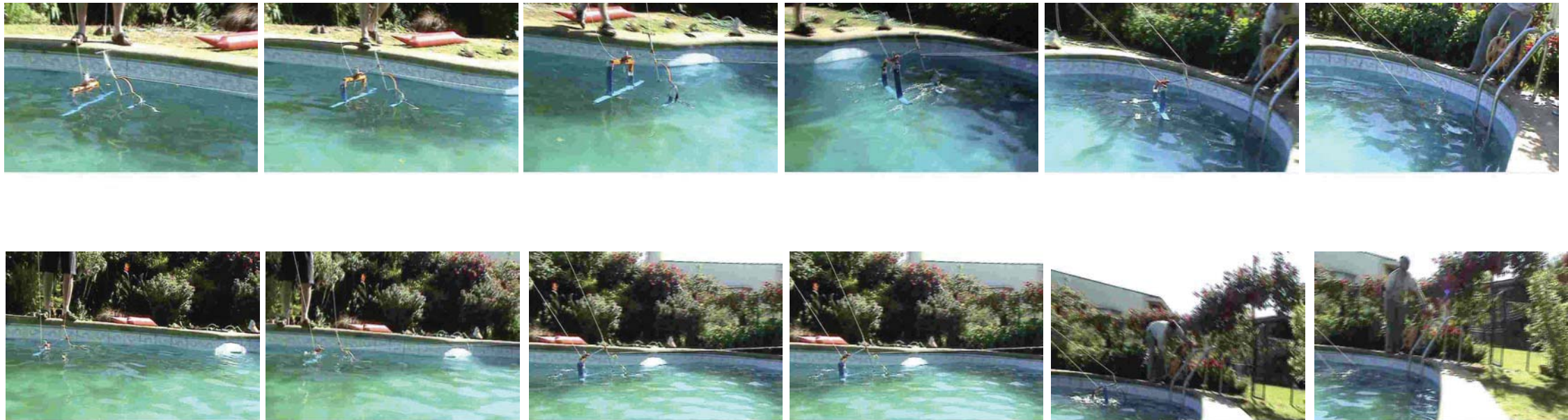
Al quitar el sistema de unión, comienza a actuar el eje libre, por lo tanto en la viga 3, junto con el seguidor de superficies y el alerón ___, actúan como un mecanismo de balancín, donde los pesos y las distancias de los brazos con respecto al eje, son los factores que van a determinar la posición que va a tener el alerón cuando esté completamente sumergido.

Luego de determinar este sistema, se pretende comprobar que al momento en que emerja el modelo del agua, el ángulo de ataque baje, ya que el que va a

seguir actuando y sustentando la mayor parte del peso es el sistema de hidroalas ___|___.

Efectivamente disminuye el ángulo, ya que al momento en que se sustenta el modelo y sale del agua, parte de la viga 3 queda expuesta al aire, por lo tanto cambia el fluido donde estaba actuando y eso provoca cambios en los pesos, por lo tanto en el sistema de balancín, provocando una disminución en la configuración angular delantera.

Ya teniendo el sistema medido, comienza el período de pruebas en donde mediante unos cables se sostiene el modelo para así dejarlo en la posición original. Luego de que ya está el listo, un mecanismo de arrastre lo desliza por la piscina mostrando que efectivamente funcionan los ángulos de ataque estudiados anteriormente.



Capítulo 6. Conclusiones, proyecciones

La teoría, la metodología de investigación, el proceso constructivo y los resultados son los puntos que definen el proyecto en su completitud; el proyecto deja que quedar en conjeturas e hipótesis; va precisando información y cerrando procesos de estudio, como también va abriendo y aclarando métodos de análisis capaces de esclarecer el funcionamiento del hidrocanguro.

I. Conclusiones

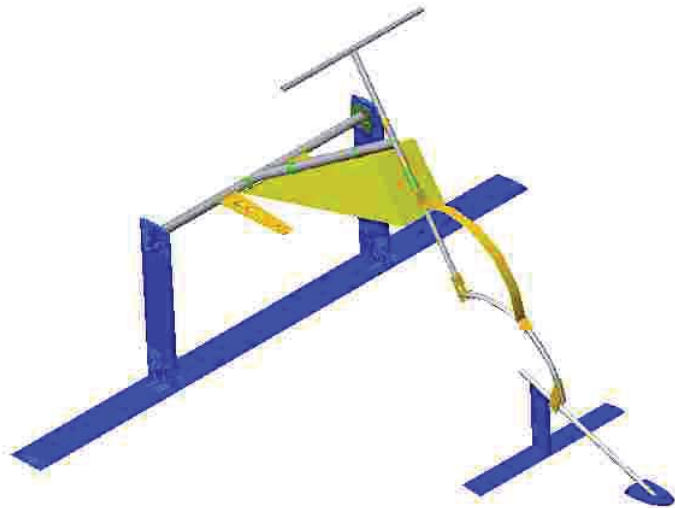
A diferencia de otros estudios de hidroperefiles, el hidrocanguro, tiene tres configuraciones fundamentales para su funcionamiento, (1) uno de carácter estático, que es el alerón __|_|__, ya que funciona con un ángulo de ataque fijo e inamovible con respecto a la estructura geométrica del objeto, (2) el otro es de carácter dinámico-pivote que es el alerón __|_|__ ya que va regulando su ángulo de ataque a medida que lo requiere mediante un sistema de pivote libre, (3) y por último el de carácter dinámico-fuerza, que se refiere al mecanismo de restitución de energía que en este caso es un acero de fleje previamente curvado.

Los puntos (1) y (2), se pueden garantizar en un estudio de modelo, pero el punto (3) requiere el uso del cuerpo para ser verificado, ya que las fuerzas generadas por la persona que lo maniobra se acomodan a los requerimientos del prototipo y del mecanismo de

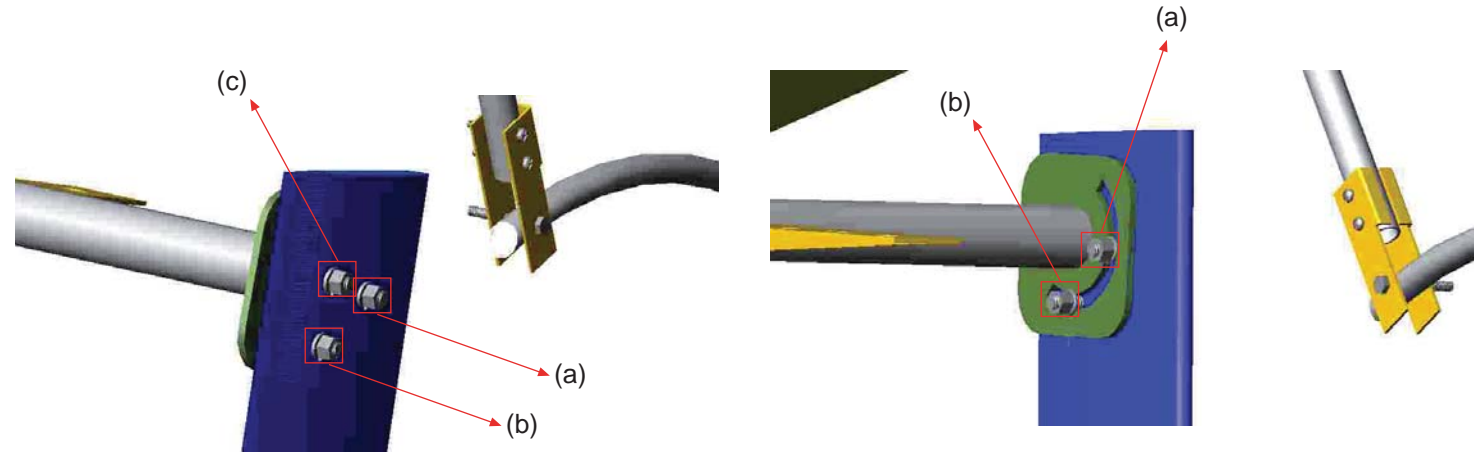
restitución. Existe un rango de fuerzas en el que lo puede manejar un niño de 12 años, o una persona de 40, por lo que la diferencia de la fuerza ejercida en algún momento tiene que llegar a un punto en que se asemejen para que el fleje sea efectivo, además la postura del cuerpo también se va adecuando cambiando el centro de gravedad, dependiendo de la estatura y del peso de la persona.

Para lograr este propósito, es necesaria la construcción de un prototipo con un sistema de flotabilidad que permita hacer pruebas de arrastre al igual que en el modelo, para luego comenzar con el estudio del mecanismo de restitución.

II. Proyecciones



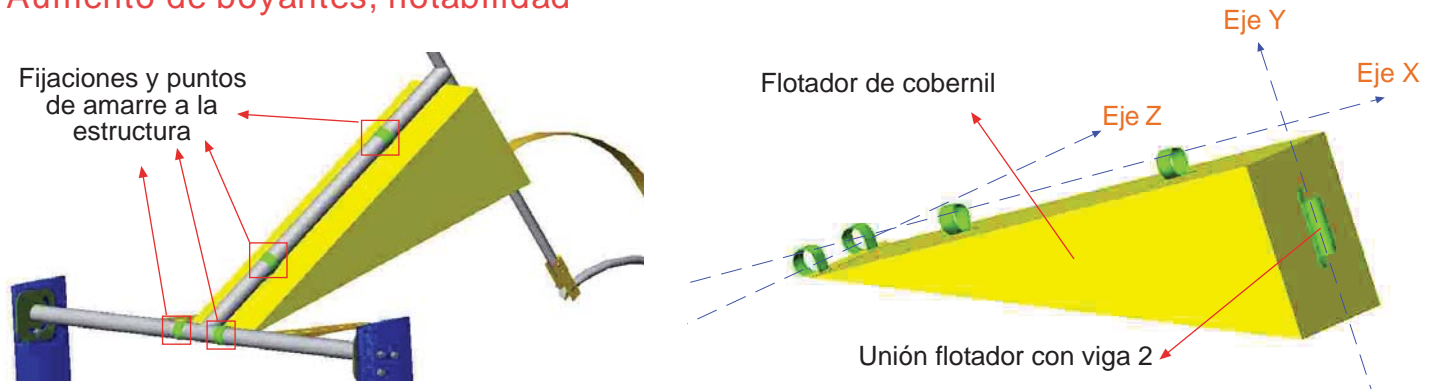
1. Sistema de fijación del ángulo de ataque del alerón | |



Este sistema consiste en una pletina de 5mm soldada a la viga de las pisaderas, de manera que el perfil | | vertical o “strud” quede fijo en un punto (c), que en este caso es el centro del tubo, punto en el cual tiene la capacidad de pivotear. Luego de que el ángulo se define; se aprieta en dos puntos (a) y (b) que tienen la opción de trasladarse por la corredera y apretar por ambos lados.

Este prototipo tiene la finalidad de aplicar los conceptos analizados en el estudio de los prototipos anteriores – en cuanto a la geometría – y en el análisis de modelos a escala. Para este objetivo es necesario hacer cambios en la estructura y de esta manera, poder modificar el ángulo de ataque del perfil | | y ver su comportamiento en diferentes situaciones de peso. La flotabilidad es un factor fundamental para la corroboración de los resultados obtenidos en los modelos, por lo que la realización de un sistema de boyantes es necesaria para los siguientes pasos.

2. Aumento de boyantes, flotabilidad



Las fijaciones se dividen en dos piezas, una es la que va pegada al flotador que es de la misma tela cobernil, y la otra es velcro. El flotador va amarrado por los tres ejes cartesianos para impedir cualquier modificación impidiendo que se someta a algún tipo de pivote.