

18

25

**M A N A T I E**  
**EQUIPO DE EJERCICIO Y RECREACION ACUATICA**

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO EN DISEÑO  
INDUSTRIAL PRESENTA:  
RICARDO SERRANO LAVIE.

**FALLA DE ORIGEN**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
CENTRO DE INVESTIGACION DE DISEÑO INDUSTRIAL

199**5**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL

## FACULTAD DE ARQUITECTURA

Coordinador de Exámenes Profesionales de la  
Facultad de Arquitectura, UNAM  
PRESENTE

EP01 Certificado de Aprobación de  
Impresión

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE **SERRANO LAVIE RICARDO** No DE CUENTA **8751909-1**

NOMBRE DE LA TESIS **VEHICULO RECREATIVO ACUATICO MANATÍ**

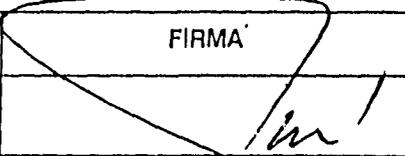
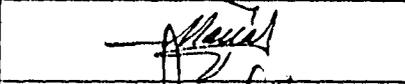
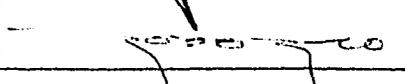
Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de la tesis en cuestión, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día      de      de 199      a las      hrs

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Ciudad Universitaria, D.F. a 7 junio de 1994

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE D.I. CRISTINA JABER MONGES	
VOCAL FIS. VICTOR MANUEL MACIAS MEDRANO	
SECRETARIO D.I. CARLOS DANIEL SOTO CURIEL	
PRIMER SUPLENTE D.I. GUILLERMO MUJICA VILAR	
SEGUNDO SUPLENTE D.I. ROBERTO GONZALEZ TORRES	

Vo. Bo. del Director de la Facultad

TESIS

# MANATIE

EQUIPO DE EJERCICIO Y RECREACIÓN ACUÁTICA

Ricardo serrano lavie

# INDICE

INTRODUCCIÓN	4
CAPITULO 1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO	6
<u>1.1 DEFINICIONES GENERALES</u>	6
1.1.1 QUE VA A SER?	
1.1.2 PARA QUE VA A SERVIR?	
1.1.3 COMO VA A FUNCIONAR?	
1.1.4 QUIEN LO VA A USAR?	
<u>1.2 CARACTERÍSTICAS BASICAS.</u>	9
1.2.1 MECANISMO	
1.2.2 DIFICULTAD	
1.2.3 COLORES	
1.2.4 FUNCIÓN	
1.2.5 OPCIONES DE USO	
1.2.6 PUBLICIDAD	
1.2.7 MATERIALES	
CAPITULO II DISEÑO DEL PROTOTIPO	13
<u>2.1 CRITERIOS DE DISEÑO</u>	13
2.1.1 ESTIMACION DE LA FUERZA DE EMPUJE	
2.1.2 SOLUCIÓN FORMAL	
<u>2.2 ERGONOMIA.</u>	17
<u>2.3 PROCESOS DE FABRICACION.</u>	18
<u>2.4 COSTOS.</u>	22
2.4.1 USUARIOS POTENCIALES	25
CAPITULO III PRINCIPIOS FISICOS CONSIDERADOS	25
<u>3.1 CIENCIAS EXPERIMENTALES.</u>	25
3.1.1 LA BUSQUEDA DEL EQUILIBRIO	
3.1.2 LA ESTATICA DE LOS FLUIDOS	
3.1.3 HIDROSTATICA	

3.1.4 EQUILIBRIO DE LOS CUERPOS SUMERGIDOS  
3.1.5 EQUILIBRIO DE LOS CUERPOS FLOTANTES

CAPITULO IV PLANOS	40
<u>4.1 PLANOS GENERALES</u>	40
<u>4.2 VISTAS</u>	40
<u>4.3 DETALLES</u>	40
ANEXO 1	41
CONCLUSIONES	42
GLOSARIO	45
BIBLIOGRAFIA	46

## INTRODUCCIÓN:

El concepto de necesidad humana rebasa el plano de lo meramente vital, como son las necesidades básicas comunes a todos los seres animados. El plano psíquico plantea la satisfacción a ciertas necesidades de la esencia humana. Tal es el caso de las actividades lúdicas, que encuentra en el juego una serie de satisfactores que en todas las etapas de la vida complementan y en muchas ocasiones sustituyen al proceso de aprendizaje formal.

El juego es más que una diversión cuando sirve para el mejoramiento de las capacidades mentales y psicomotoras.

El carácter lúdico de estas actividades requieren de un proceso continuo de renovación pues de otro modo lo repetitivo deja de ser divertido y de constituir un reto que promueve el carácter lúdico de la actividad. Un juego novedoso es una nueva forma de aprovechar el cuerpo y la mente, y deriva en una nueva forma que incluso mejora el aspecto de las relaciones humanas. Dentro de estas actividades están las deportivas, sin embargo, los deportes al estar sujetos a normas y reglamentos ganan como espectáculo y pierden como actividad lúdica.

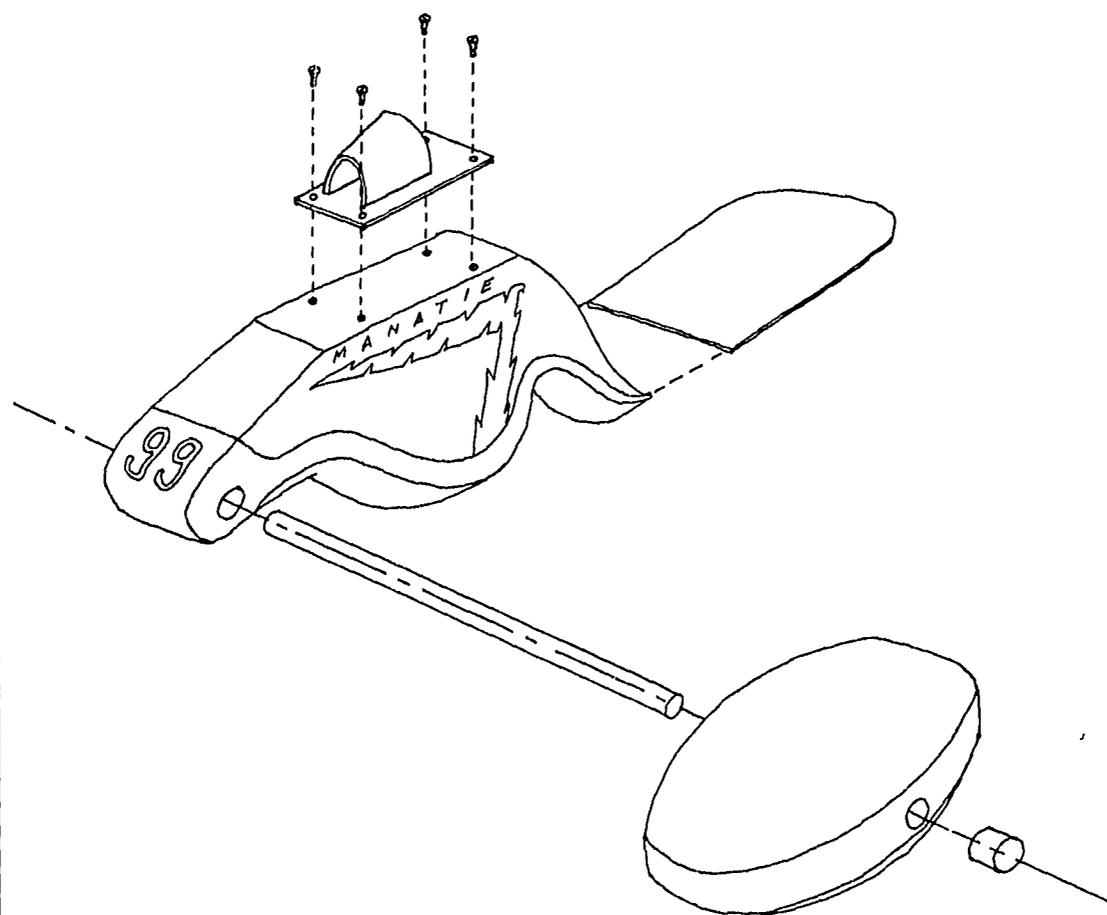
Es por eso que se necesita generar constantemente nuevos juegos y nuevos retos.

En México esto es poco usual, pocos artículos para el deporte se han desarrollado en nuestro país, casi todos los juegos que llaman la atención a los jóvenes mexicanos son traídos de otras naciones.

Estas son las razones por las cuales he desarrollado un aparato con las características que expondré a lo largo de este trabajo de tesis.

El diseño de este prototipo desarrollado es el resultado de la observación de un acto marino en acuarios, en donde una persona se sube sobre dos delfines (uno en cada pie) yendo completamente fuera del agua se desplaza por toda la alberca. Este espectáculo me llevo a concebir un equipo que tuviera estas cualidades, pero aunándole el sentido de ejercitación y de acondicionamiento físico, pensando en motores u otras tracciones, elegí el impulso mecánico para lograr a la vez un acondicionamiento físico. Se sugerirán ciertas normas de la bionica para llegar a la configuración del equipo, siguiendo los patrones formales de los delfines.(figura 1)

figura 1: Patronas formales



- 1- Eje
- 2- cuerpo
- 3- soportapiés
- 4- flotadores
- 5- aletas

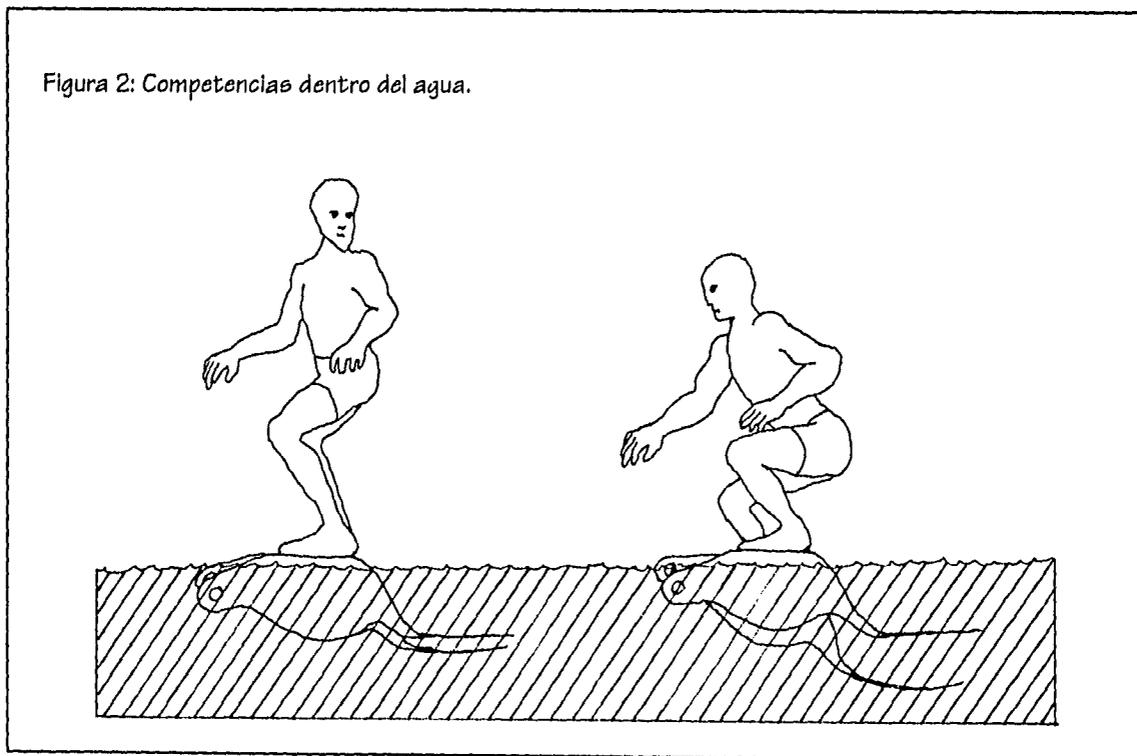
# CAPITULO I

## DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

### 1.1 DEFINICIONES GENERALES

#### 1.1.1 Que va a ser?

Un aparato acuático de ejercitación aeróbica, que cumpla con los requerimientos ergonómicos, que a su vez sea divertido y de esparcimiento con un grado de dificultad alto para que se requiera de un entrenamiento previo. El mecanismo va a ser muy sencillo. La idea de este equipo es mantener en pie al usuario con dificultad y con las manos libres para que de esta forma el aparato se haga mas dinámico y combinable con otros artefactos, como pelotas, etc. Se hará con piezas intercambiables para que se puedan reemplazar en caso de alguna ruptura o percance. Podrá tener la alternativa de formar parte del equipo recreativo de hoteles o clubes privados. El equipo esta intencionado para que si así se desea se organlice un juego en equipo o individual (figura 2) como carreras de velocidad o de resistencia, una especie de maratón dentro de el agua.

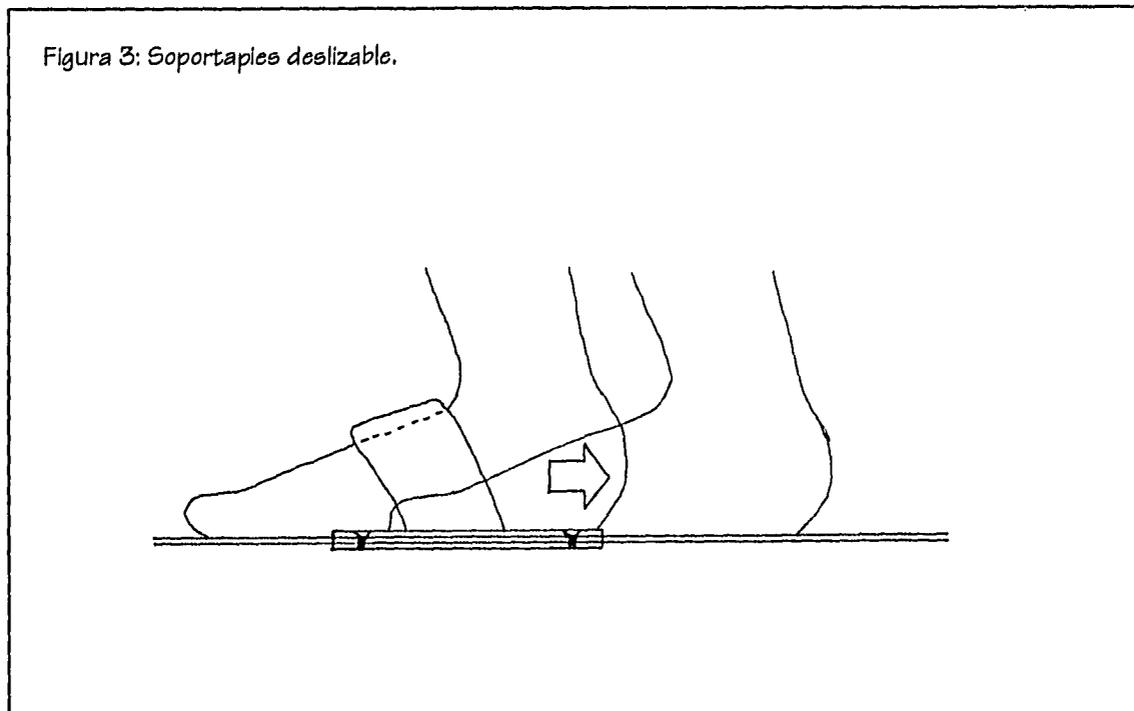


### 1.1.2 Para que va a servir?

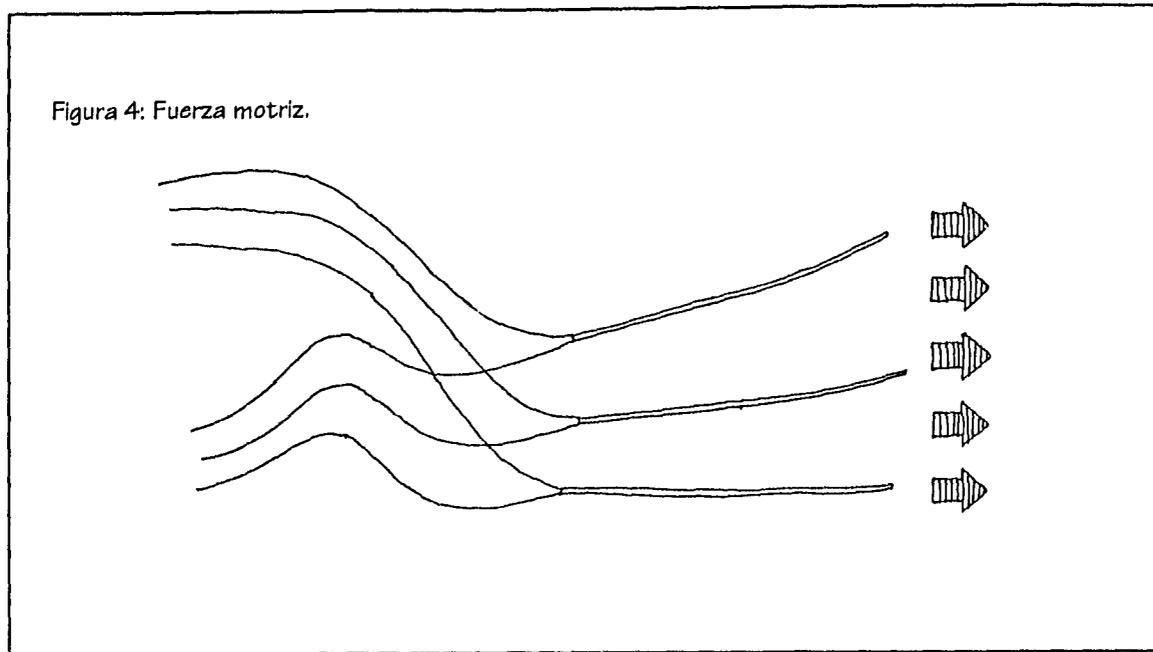
Este aparato estará intencionado para ejercitar el cuerpo y la mente de tal manera que el o los usuarios se diviertan y tengan un tiempo de esparcimiento y que al mismo tiempo sientan que están haciendo algo en beneficio de su salud y de su acondicionamiento físico.

### 1.1.3 Como va a funcionar?

Este equipo va a funcionar en una forma mecánica sujetando los pies en el aparato, dejando las dos manos libres pero que a la vez esta sujeción sea fácil de safarse o quitarse en caso de alguna volcadura (figura 3) , choque o emergencia, para evitar accidentes de riesgo.



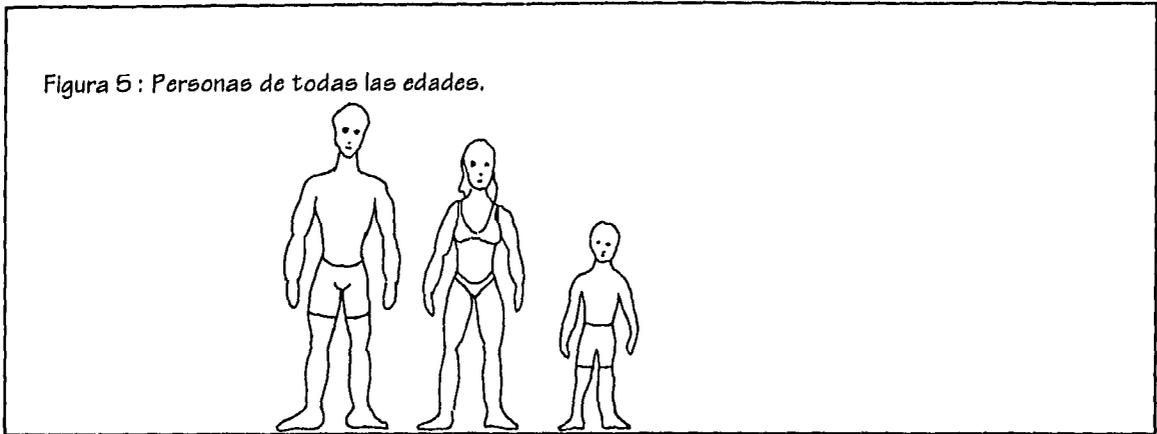
El equipo va a ser impulsado por la fuerza motriz humana mediante las piernas a travez de unas aletas colocadas en la parte trasera de dicho prototipo. La fuerza va a ser aplicada en sentido vertical de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba desviando esta fuerza a un sentido horizontal por medio de las aletas (figura 4), logrando un movimiento hacia adelante. El mecanismo de este equipo sera sencillo y seguro, esto evitara toda clase de complicaciones en mecanismos mas elaborados y que se presten a la acción corrosiva y oxidante en el medio en el que este será utilizado. Se pretenderá seguir algunos factores de seguridad logrando llegar a un justo equilibrio entre lo seguro, lo funcional, lo económico, lo estético, etc.



#### 1.1.4 Quien lo va a usar?

Este equipo está diseñado para que cualquier persona, de cualquier edad pueda usarlo fácilmente (figura 5), prácticamente lo único que se necesitara para hacer uso de este equipo será que el usuario tenga ciertas habilidades físicas básicas, por lo que lo hará un equipo bastante amplio en cuanto a su uso. El equipo podrá ser usado por personas adultas que quieran hacer ejercicio ya que no va a ser un equipo muy pesado que avance a velocidades muy altas sino al revés, va a ir a una velocidad baja en donde el usuario puede ir disfrutando de la vista si es que va solo y lo usa cerca de las rocas, o simplemente puede ir concentrado en su acondicionamiento físico ya que el equipo se presta para el esparcimiento mental a la vez que se hace ejercicio como se logra también con la caminata en tierra en donde las personas que salen a caminar aparte de salir a hacer ejercicio salen a estar consigo mismas. Pero también si se trata de salir a usar el equipo con otras u otras personas entonces se podrá organizar carreras de tiempo o simplemente entre ellos mismos lo que fomenta un convivio.

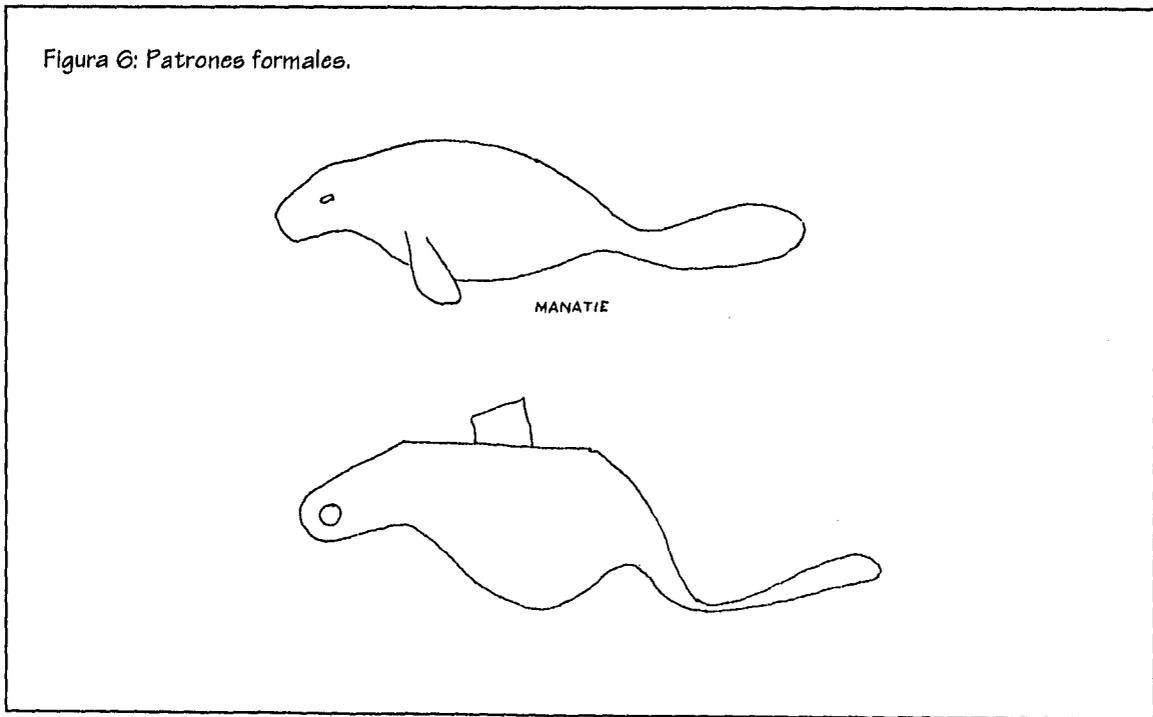
Figura 5: Personas de todas las edades.



## 1.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS.

Las características de este equipo van a ser presentadas en gran forma por sus patrones formales similares a algunos animales acuáticos con formas hidrodinámicas y limpias (figura 6) ya que en ningún momento se va a ver como un equipo complicado y difícil de usar, aunque si va a tener su grado de dificultad sobre todo a la hora de subirse pero esto va formar gran parte de su atractivo ya que no esta pensado para personas que no están acostumbradas a hacer ejercicio. Se requerirá saber nadar muy bien y de ir desarrollando con practica mas habilidad para poder subirse y usarlo con mayor eficiencia ya que intervienen en el avance momentos específicos que solo con la practica se van a ir descubriendo y mejorando.

Figura 6: Patrones formales.



### 1.2.1 Mecanismo

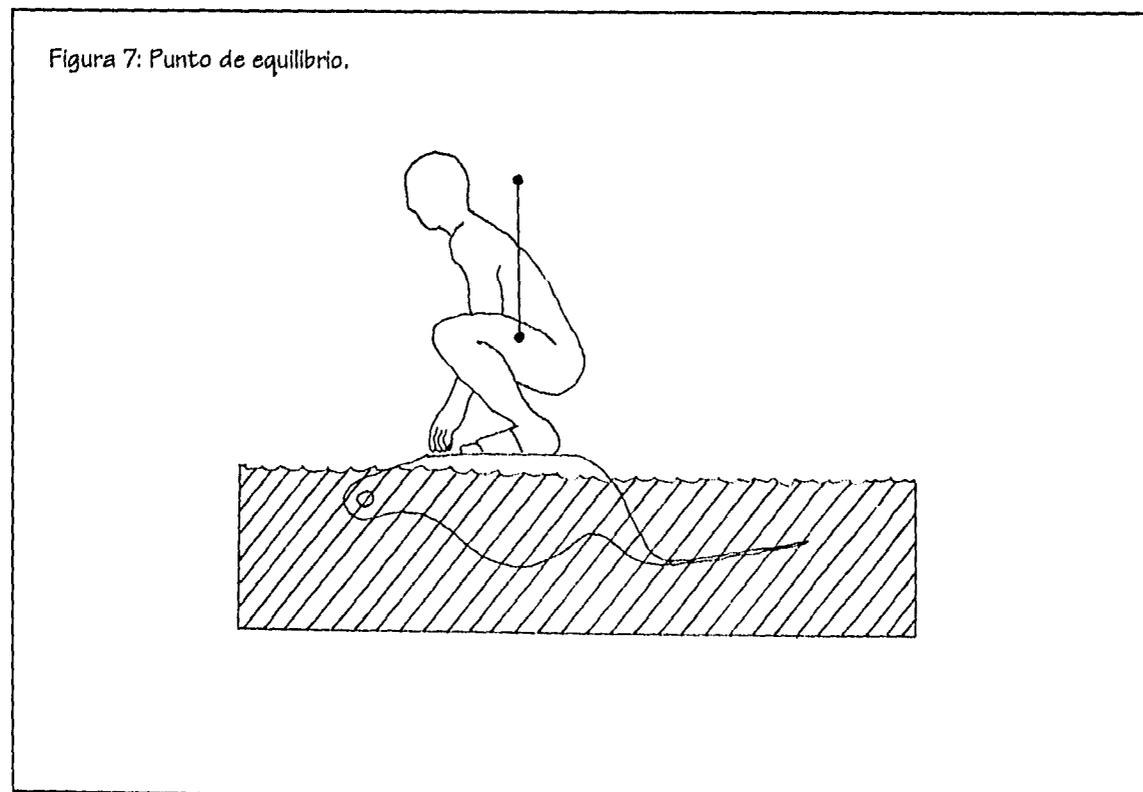
El mecanismo en si es casi nulo ya que se trata de un perno que atraviesa los dos cuerpos de los que esta constituido el equipo y que funciona como bisagra para lograr el movimiento de empuje. No va a tener piezas exteriores de metal para evitar que se oxiden ya que se va a utilizar en ambientes muy corrosivos.

Como accesorios opcionales se puede manejar un sistema de quillas para lograr vueltas mas cerradas y fáciles sin que se modifique el equipo anterior y siempre usando o tratando de usar plásticos para aumentar su duración y facilitar su fabricación.

### 1.2.2 Dificultad

Este aparato esta pensado para tener cierto grado de dificultad y que esto forme en gran medida su atractivo ya que se va a requerir de cierta practica y acondicionamiento físico para lograr mantenerse en pie y no perder el equilibrio ya que el usuario va a ir completamente fuera del agua lo que le va a originar mas problemas y tiempo para dominarlo.

Recordando siempre que mientras mas alto esté el centro de gravedad, más fácil perder el equilibrio y caer, por lo que se recomienda agacharse para no perder el equilibrio. (figura 7)

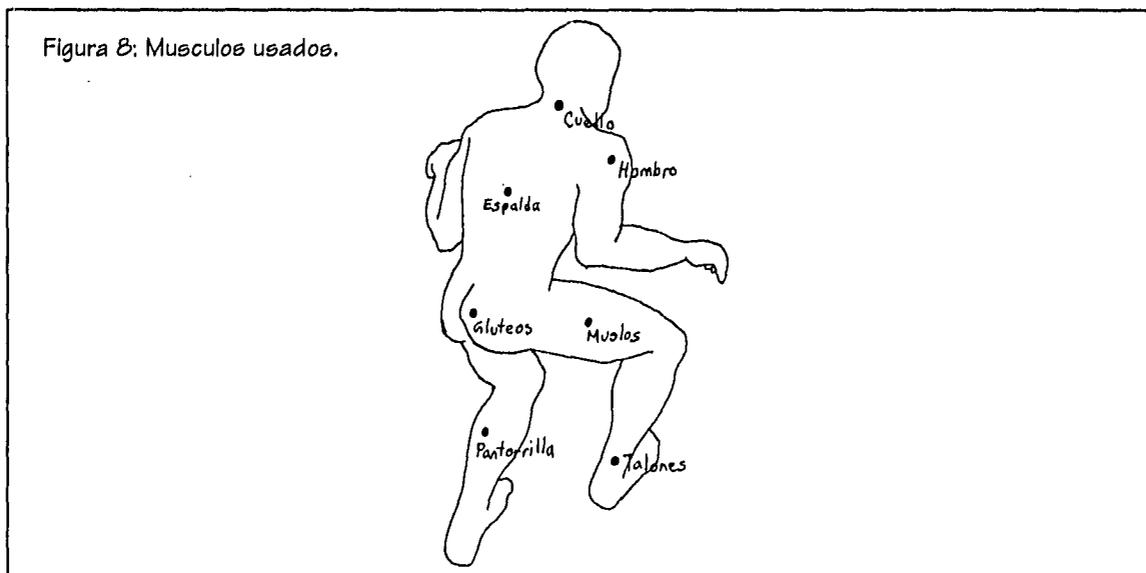


### 1.2.3 Colores

Los colores que se van a emplear para este equipo van a formar en gran medida el atractivo de este, ya que tiene gran superficie exterior favoreciendo el buen uso de gráficos y colores que le van a dar mucha visibilidad ya que se pretende utilizar colores llamativos comunes en todos los aparatos recreativos acuáticos que logren un buen mimetismo con el entorno que en gran medida va a ser la playa, el mar, la arena, el sol, etc.

### 1.2.4 Función

La principal función del equipo es estimular el reto al equilibrio y la habilidad logrando un equipo deportivo acuático. Básicamente su función o su principal función es el ejercicio principalmente de las piernas, empezando por los tobillos ya que va a haber un gran esfuerzo en esa parte, continuando con la pantorrilla, el muslo anterior y posterior, los gluteos, y buena parte de la espalda al igual que el pecho y el estomago (figura 8). Es un ejercicio completo ya que incluye casi todos los musculos del cuerpo y aun los menos usados ya que como se va a requerir de un balance y equilibrio ya que va a ser usado en un ambiente inestable entonces se utilizan musculos que en otras circunstancias no se utilizarían y esto se debe a la recuperación del equilibrio presente en todo momento de su uso.



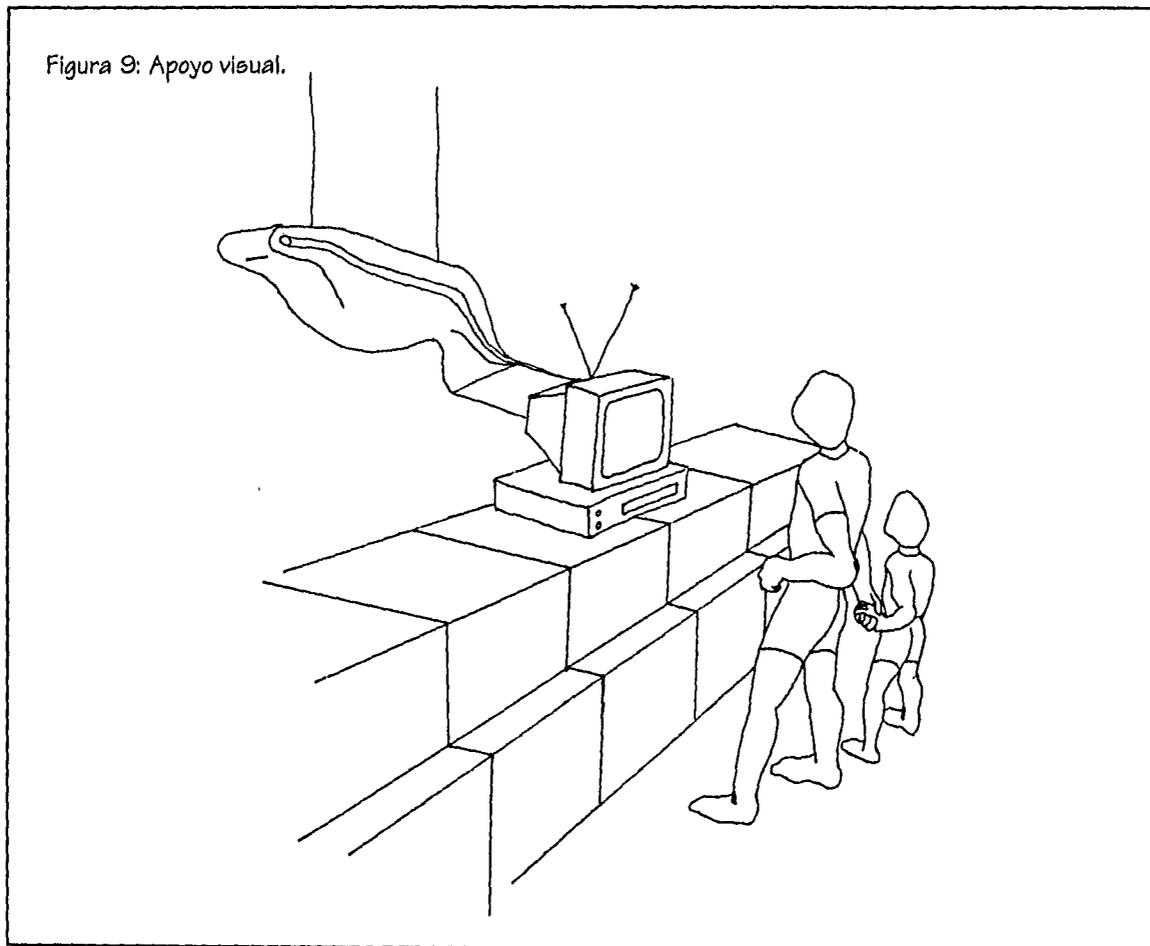
### 1.2.5 Opciones de uso

Ya que el producto esta planeado para ser usado entre otras cosas en hoteles, clubes privados (Club Med), etc. Se pueden dar diferentes opciones de uso, como puede ser la ya antes mencionada ejercitación individual o crear competencias de resistencia o de tiempo así como por medio de un organizador desarrollar juegos como caballadas, juegos de

de pelota, o hasta crear un nuevo e innovador juego que llegue a ser algo mas formal con reglas adecuadas a su funcionamiento.

### 1.2.6 Publicidad

La publicidad para este equipo se realizaría por los medios comunes como la televisión y su comercialización seria en tiendas deportivas en donde se pondrían videos atractivos del uso de este equipo para que de esta forma los usuarios potenciales se sientan mas integrados con su uso y sus posibilidades (figura 9), lo que lo haría mas accesible de comprender ya que como es un producto nuevo y no hay nada parecido en el mercado, las personas no tendrían ninguna idea de sus posibilidades.



### 1.2.7. Materiales:

Esta hecho basicamente de fibra de vidrio con espuma de poliuretano en su mayoria, con un recubrimiento de resina poliester. Tiene tambien partes integrales de tubo de PVC.

## CAPITULO II

### DISEÑO DEL PROTOTIPO

#### 2.1 CRITERIOS DE DISEÑO

---

##### 2.1.1 Investigacion de mercado.

Hice varias investigaciones de productos similares en su uso y contexto a mi equipo como son las tablas de surf, el hidroslide, el boogie, etc., que básicamente están hechos de los mismos materiales que mi equipo.

Los precios de estos productos al 93 son:

- Boogie de espuma .....N\$ 139.00
- Llanta jalable por una lancha .....N\$ 441.00
- Hidroslide..... N\$ 459.00
- Banana chica ..... N\$ 1,500.00
- Banana grande .....N\$ 3,200.00
- Lancha (fibra de vidrio) chica ..... N\$ 2,389.00
- Lancha (fibra de vidrio) grande .....N\$ 3,800.00

Básicamente yo considero que los procesos de fabricación de mi equipo serian algo similares al del hidroslide ya que también están hechos de fibra de vidrio y tiene accesorios casi como mi equipo.

Después de investigaciones y de varios diseños previos llegue a la conclusión por prioridades de que lo mejor sería un equipo de fibra de vidrio completo en donde haya pocas piezas y que estas sean fácilmente cambiables y reemplazables resolviendo así el problema de ensambles, piezas sueltas, ergonomía, estética, etc.

Sabiendo la densidad del equipo y sus dimensiones se saca el factor de flotabilidad.

Mediante análisis e investigaciones de principios físicos establecí la flotabilidad de mi equipo de una forma teórica para después corroborarlo con un modelo a escala.

Para el diseño final se tomo de la investigación e información de el estudio biónico del delfín para aprovechar la hidrodinámica de éste. El diseño es óptimo ya que los movimientos y función son los mismos que tienen ciertas clases de animales marinos.

El diseño de gráficos forman parte fundamental del equipo de recreación y se realizó siguiendo ciertos patrones establecidos con la práctica de deportes acuáticos y conservando la forma dinámica y natural de el equipo. Con un toque humano, racional y por supuesto comercial para lograr el mayor atractivo del equipo.

### **Biónica**

Las formas escogidas para este equipo siguieron un desarrollo copiado en formas naturales del delfín, mediante una ciencia llamada biónica. La investigación de la generación de la forma, a partir del estudio morfológico de sistemas orgánicos e inorgánicos, geométricos y gráficos.

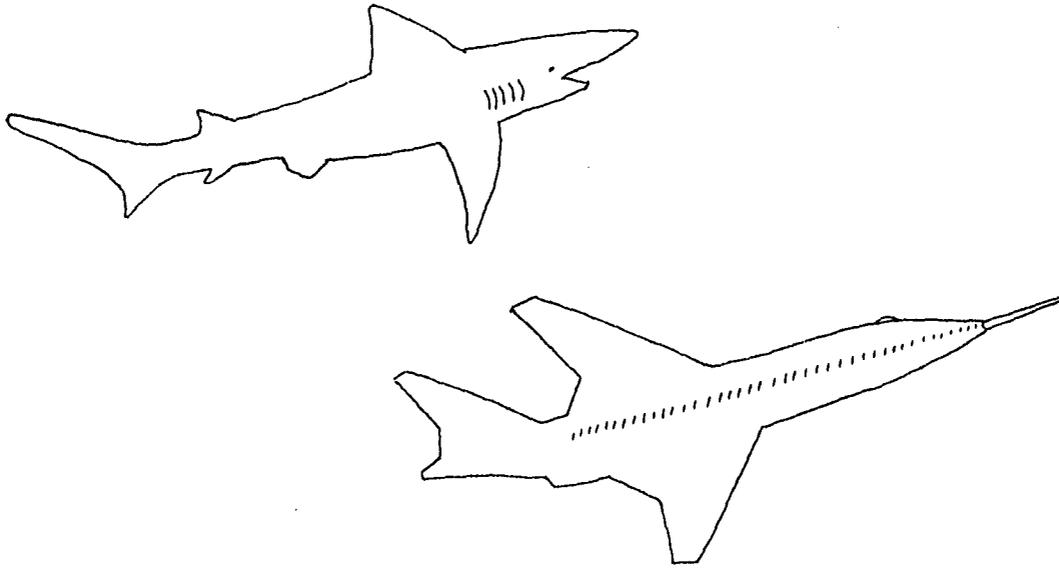
El estudio de cualquier elemento natural y sus características esenciales de forma, tiene como finalidad capacitar al diseñador en el manejo de analogías y sistemas de modelos, el conocimiento de la morfología estructural, como una fuente inagotable de investigación para la inspiración de su creatividad. Proceso que lo acercará a la óptima solución de un mensaje de acuerdo al esquema:

forma - función

La analogía de la palabra biónica con la de biología sugiere la idea de ser vivo. La biónica es la ciencia de los sistemas que tienen funcionamiento copiado de los sistemas naturales, o que presentan las características específicas de los sistemas naturales, o análogos a éstos.

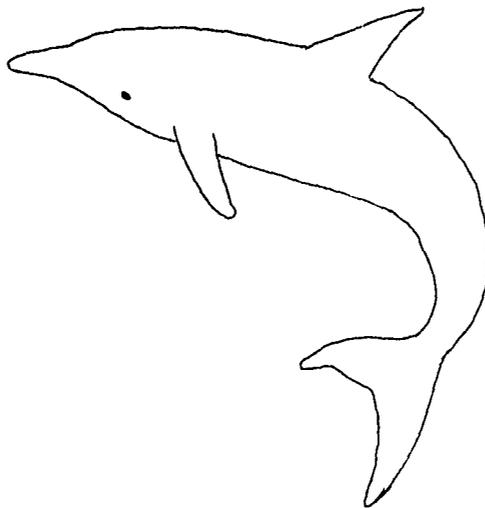
La biónica también aplica el conocimiento de los seres vivos a la solución de los problemas técnicos. (Figura 10)

Figura 10: Solucion de problemas tecnicos.



La inspiración directa, la casi copia, es siempre valiosa y he aquí un ejemplo en la (figura 11), que muestra al delfín, animal que se desplaza en el agua a gran velocidad, aparentemente, sin hacer esfuerzos musculares exagerados. Investigaciones realizadas sobre éstos mamíferos han demostrado el hecho que es su forma lo que permite el desplazamiento del agua alrededor de su cuerpo en movimiento permanente perfectamente regular, y deslizándose paralelamente a él. Esta característica es el principio que se aplicó en el diseño de este equipo de recreación acuática.

Figura 11: Delfin.



## La biónica en el futuro

La reflexión biónica promete ser muy fecunda en el futuro, ya que analiza los problemas de la vida y de las máquinas mediante la consideración en común de los diferentes campos del conocimiento (biológico, psicológico, matemático, físico, etc.). La biónica no es susceptible de una enseñanza escolar, su característica es la actitud de investigación y observación profunda para abordar la problemática de la naturaleza y su aplicación práctica en el de la vida cotidiana del hombre moderno.

La biónica es el resultado de la fusión de dos actividades:  
la analítica y la sintética.

### 2.1.1 Estimación de la fuerza de empuje.

Considerando que el volumen de mi equipo es de  $V= 52000 \text{ cm.}$  y su superficie horizontal es de  $A= 2250 \text{ cm.}$  despejamos en la fórmula del empuje que es:

$E= \text{empuje}$

$V_c= \text{volumen del cuerpo}$

$d= \text{densidad del cuerpo}= 0.4 \text{ gr/cm.}$

$g= \text{gravedad}= 1 \text{ kgf/10 gr.}$

nos queda:

$E= (52000 \text{ cm.}) (0.4 \text{ gr/cm.}) (1 \text{ kgf/10 gr.})$

$E= (52000) (0.4) \times 10 = 208 \text{ kgf} = 20800 \text{ grf}$

Pero  $P= dgh$  y  $F= PA$  esto es;  $F= dghA = E = 20800 \text{ grf}$

$h= E= 20800 \text{ grf}$

$d \cdot gA (1 \text{ gr/cm.}) (10 \text{ grf/10 gr.}) (2250 \text{ cm.})$

Este resultado es la flotación del equipo sin peso extra, pero si le añadimos el peso de una persona dividido entre dos por repartirse la carga en los dos cuerpos en que consta el equipo, nos daría 40000 gr. mas

$h= 20800 + 40000 = 27.02 \text{ cm.}$

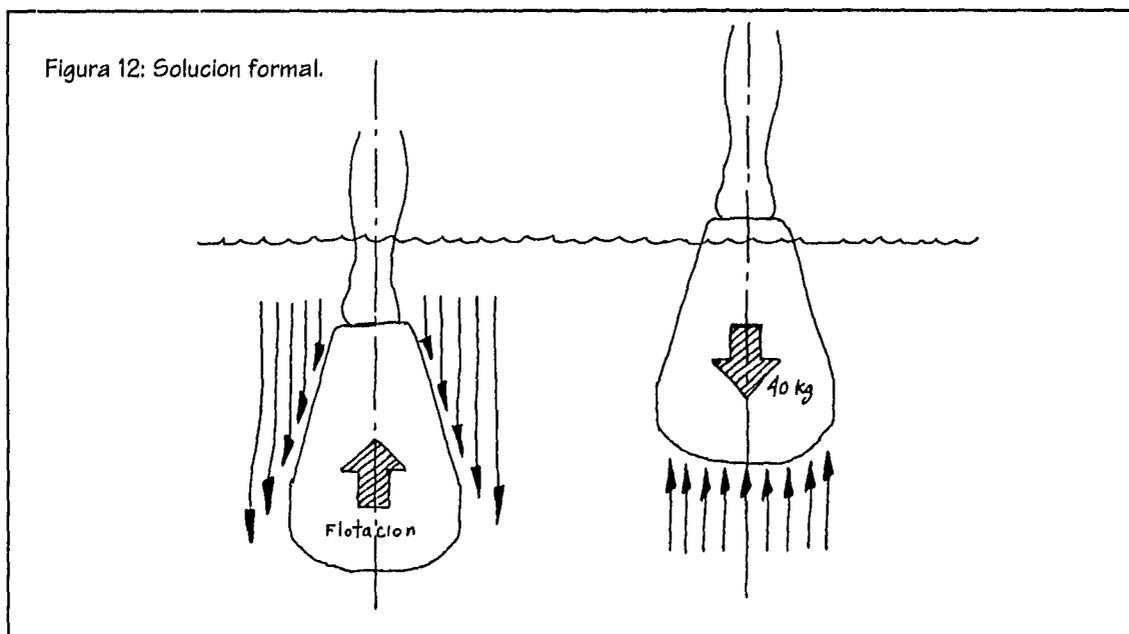
2250

Si nuestro equipo mide 30 cm. de profundidad vemos claramente que va a estar salido 3 cm. cuando la persona este arriba de el.

## 2.1.2 Solución formal

Para escoger la forma en corte de ovalo achatado de un extremo se siguió el razonamiento siguiente:

En un cuerpo sumergido totalmente, actúan por una parte el empuje del agua contrario al peso y por consiguiente a la gravedad que actúa en el cuerpo, y si este empuje es mayor, el cuerpo tiende a flotar y a subir a la superficie, y es ahí en donde actúa la otra fuerza que desempeña el agua pero en sentido inverso o sea hacia abajo y que tiende a frenar al cuerpo a su estado de equilibrio (figura 12). Es por eso que decidí utilizar la forma angular hasta donde mis limites me lo permitieron, ya que yo necesito dejar un área horizontal suficiente para alojar el pie del usuario. Con esta forma la recuperación del equipo a regresar a su estado de equilibrio es mayor, lo que le da mas dinamismo al ejercicio y por consiguiente se logra mayor rapidez en su desplazamiento.



Al recuperarse el cuerpo, casi solo depende de la flotabilidad de este; en cambio cuando va para abajo se le esta aplicando una fuerza extra de 40 kg. aproximadamente.

## 2.2 ERGONOMIA

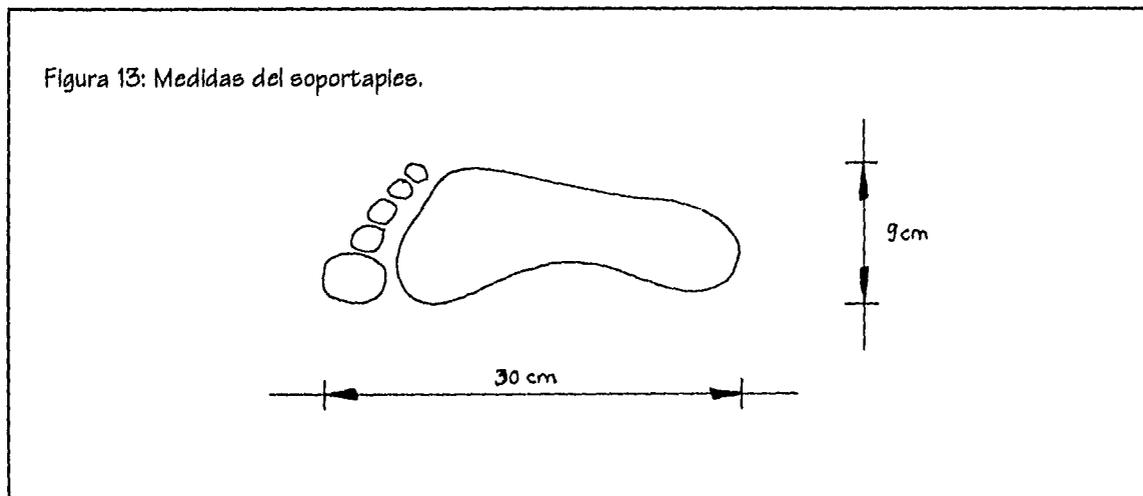
El equipo esta hecho en dimensiones antropometricas ya que esta pensado para que lo ocupe un hombre y pensando en la mayor confortabilidad del usuario al utilizarlo. Las dimensiones totales del equipo fueron impuestas por las necesidades de flotación

principalmente pero todos sus espacios en contacto directo con el hombre están hechos a sus medidas, y ajustables como es el caso del soportapiés que va a ser comercial y es el mismo utilizado en el esquí.

El equipo, en cuanto a peso y tamaño fue hecho a medidas del ser humano. Una sola persona podrá cargar y transportar el equipo y su tamaño de acuerdo a su límite menor para lograr flotabilidad es accesible, ya que se puede desarmar y con esto lograr un almacenaje más fácil.

El equipo se hizo del menor tamaño posible y con los materiales más ligeros que cumplan con la rigidez que este exige.

El área en donde se va a poner el pie se hizo de 13 cms. de ancho considerando esta medida suficiente para cualquier ancho de pie, ya que la medida media ronda los 9 cms (Figura 13).



## 2.3 PROCESOS DE FABRICACIÓN

Tengo pensado poner un taller de ensamblado de piezas prefabricadas y mandar a maquilar todas las piezas para que de esta forma reducir costos de maquinas que al principio posiblemente no son solventables y sobre todo por ser un producto nuevo en el mercado que primero debe de ser acreditado por el público por lo que pienso emplear ese dinero en publicidad que más adelante explicare, y a la vez le doy trabajo a maquiladoras que muchas veces no tienen trabajo y sus maquinas tan caras están paradas. De alguna forma pienso invertir dinero en moldes los cuales ya van a ser propios y si en algún futuro el negocio crece entonces se comprarán maquinas. Otra posibilidad es asociarme con algún fabricante de productos parecidos al mío que tengan las maquinas disponibles no

solo para mi producto sino para cualquier otro similar al mío como pueden ser muchos tipos de lanchas.

Necesito una nave industrial de 300m para darle acabado a las piezas y ensamblarlas, ya que las piezas nos van a llegar de la maquila con una unión semiacabada a la cual le vamos a ensamblar una moldura para disimular la unión.

El número de piezas va a ser:

1. Dos piezas del cuerpo superiores (fibra de vidrio)
2. Dos piezas del cuerpo inferiores (fibra de vidrio)
3. Un eje de tubo de PVC roscado a ambos lados.
4. Dos tapas.
5. Dos sujetapiés.
6. Dos molduras derechas.
7. Dos molduras izquierdas.
8. Dos aletas.
9. Dos piezas de neopreno.
10. Dos tapones de plástico por donde será inyectada la espuma.

Las piezas 4,6,7 y 10 van a estar hechas de plástico ABS inyectado y se van a mandar a hacer al mismo lugar.

Las piezas 1 y 2 se mandarán a hacer a un lugar especializado en fibra de vidrio.

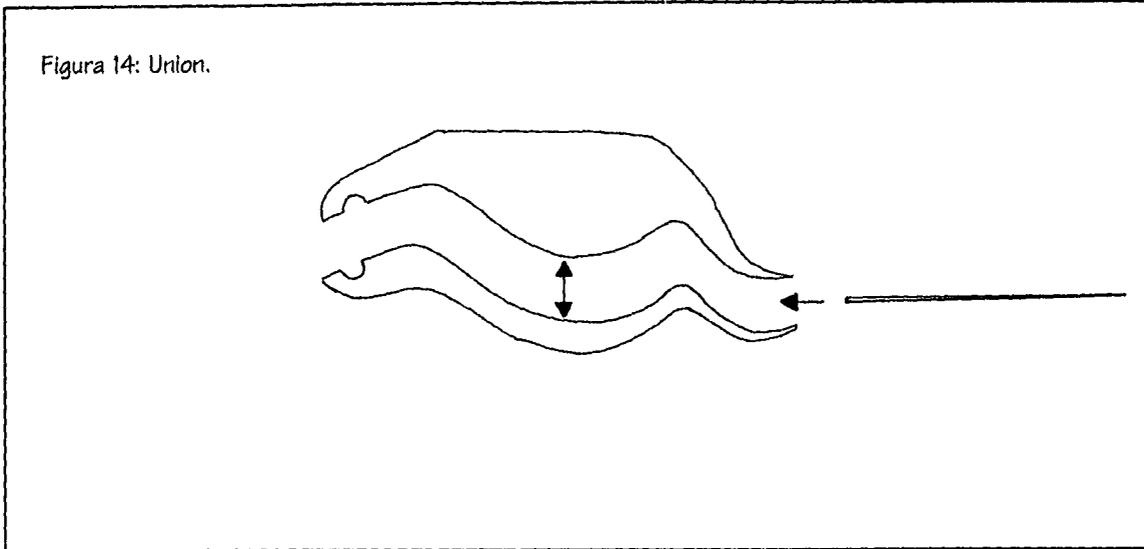
El tubo de PVC pieza 3 se mandará a un torno para que le hagan la rosca.

Las piezas numero 8 osea las aletas se harán en un lugar especializado en esto.

#### FASE 1:

Las piezas prefabricadas entraran a un almacén donde serán guardadas hasta su uso en donde en primer orden será el acabado del cuerpo al cual hay que darle una lijada en la unión de la dos piezas del que esta conformado, esto lo logra una sola persona por cada cuerpo y usando lijas de diferentes calibres para lograr una superficie liza. Este procedimiento se llevara a cabo en una hendidura previamente diseñada para este propósito como lo muestra la figura 6 y siempre teniendo mucho cuidado en no dañar el resto de la superficie del cuerpo ya que esta ya va a tener un acabado muy bueno conseguido con una capa de gel-coat. (figura 14).

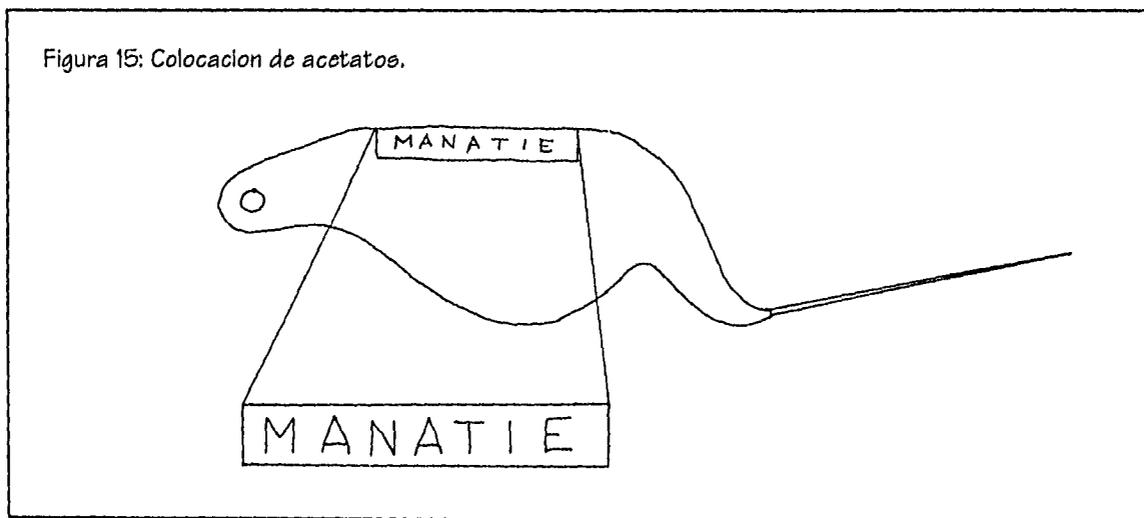
Figura 14: Union.



### FASE 2:

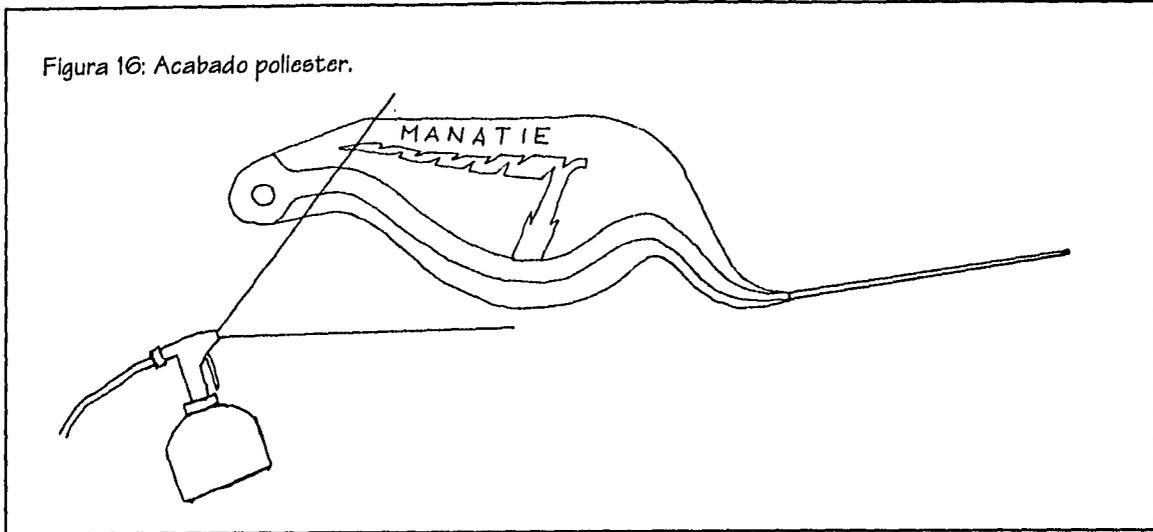
Después de tener el cuerpo perfectamente terminado, se procederá a la colocación de calcomanías de acetato, las cuales van a estar previamente diseñadas al tamaño de nuestro cuerpo y su colocación se tendrá que hacer a mano y una por una con escantillones que le permita al que las va a colocar no perder el tiempo en medir y calcular su posición. Estas calcomanías se pegaran en una superficie lisa (figura 15) ya que como dije anteriormente desde el armado del cuerpo con una capa de gel-coat. Las calcomanías deberán estar previamente listas y completas en un almacén especial para esto.

Figura 15: Colocacion de acetatos.



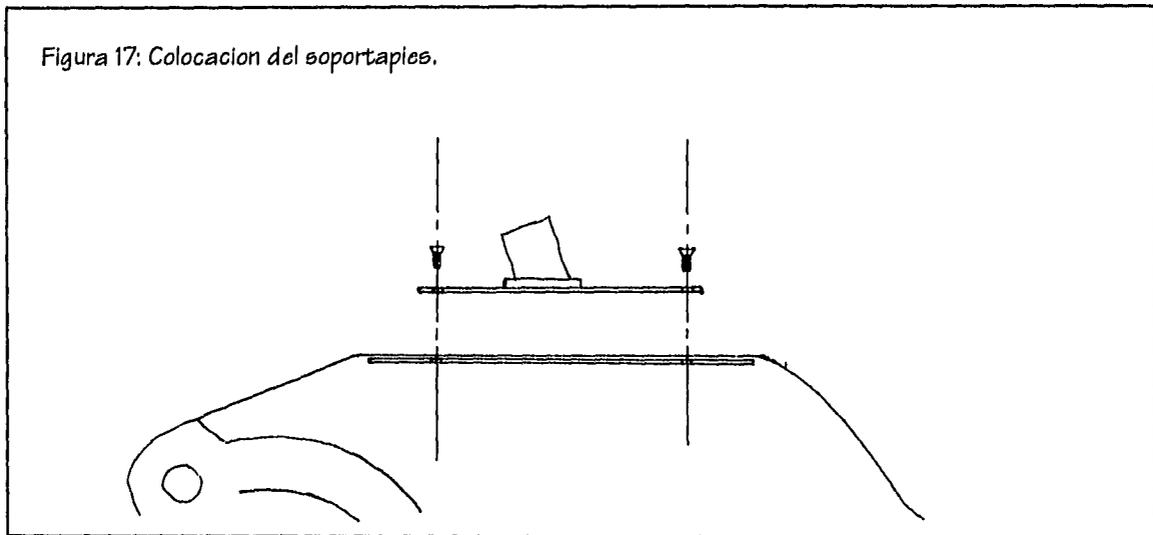
### FASE 3

Teniendo nuestro aparato en esta etapa, el siguiente procedimiento es la aplicación de la resina poliéster que protegerá al cuerpo y a las calcomanías para lograr una calidad mejor y un brillo mas claro. (figura 16).

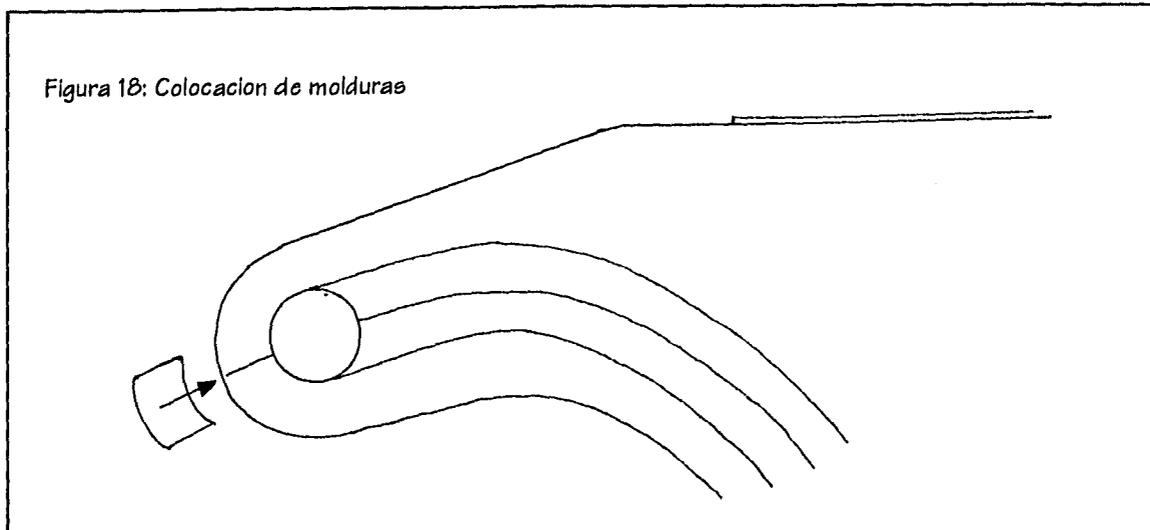


#### FASE 4

Esta fase es la de la colocación de los accesorios como el soportapiés en la parte superior la cual ya va a tener los barrenos para aceptar a esta pieza la cual va a ir atornillada a la parte superior del cuerpo y que previamente va a estar preparada para recibir esta pieza. Esta pieza es comercial y va a ser la que se usa para el esquí acuático. (Figura 17).

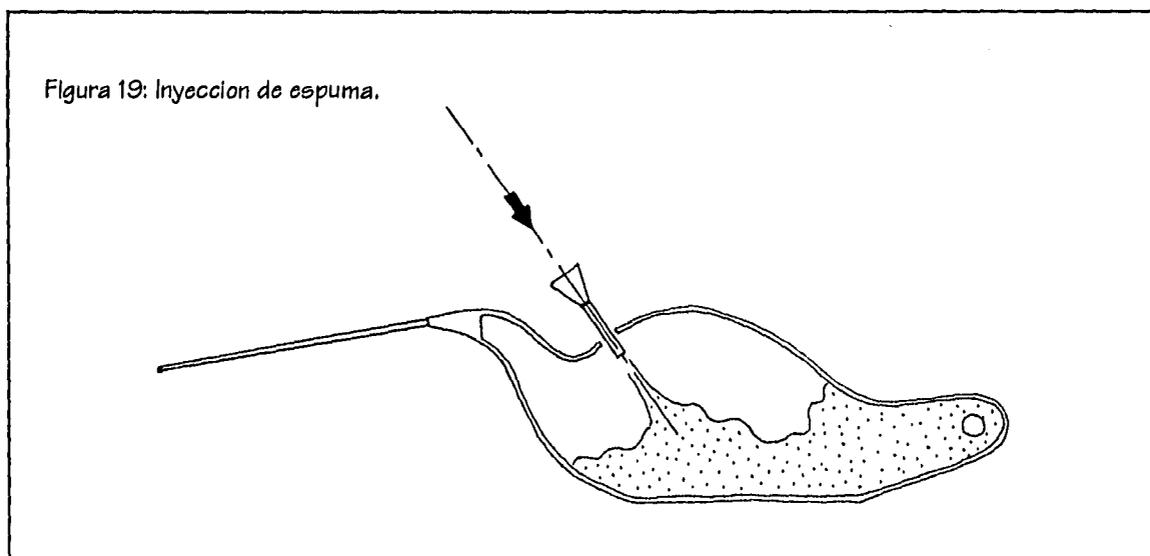


Por ultimo se colocara la moldura de la que ya habíamos hablado anteriormente la cual va a estar hecha de plástico ABS inyectado y nos va a servir por un lado para proteger al cuerpo de golpes con otros aparatos dentro del agua, como también para cubrir ciertos imperfectos en la unión. (Figura 18).



**FASE 5:**

Continuando con la producción el siguiente paso sería la inyección de la espuma de poliuretano por un orificio roscado previamente dejado ahí para este propósito (figura 19). Esta operación lograría rellenar todos los huecos del aparato dándole rigidez y logrando una flotabilidad necesaria para nuestros propósitos. Después de esto solo se le colocaría la tapa de plástico ABS sellada para evitar que se filtre el agua al interior del aparato.



**2.4 COSTOS**

Los costos del producto final se desglosarían como a continuación explicare:

- Tapo roscado p/u: .....N\$ 0.80
- Moldura p/u: .....N\$ 2.50
- Tubo PVC p/u: .....N\$ 1.20

- Cuerpo p/u: .....N\$ 42.50
- Aleta p/u: ..... N\$ 35.00
- Soportapies p/u: .....N\$ 15.00
- Neopreno p/u: .....N\$ 3.50
- Acetatos p/u: ..... N\$ 35.00
- Resina poliester p/u: ..... N\$ 2.00
- Mano de obra p/u: .....N\$ 8.50
- TOTAL ..... N\$ 146.00**

Considerando que nuestro aparato completo consta de dos cuerpos, nuestro costo por aparato se eleva a N\$ 282.30

Por otro lado el costo de moldes, renta del local, maquinaria menor, al igual que herramienta menor, asciende a:

- Molde del tapón N\$ 23,000.00
- Molde de las molduras N\$ 34,000.00
- Renta del local inicial N\$ 24,000.00
- Adaptación del local N\$ 35,000.00
- Maquinaria y herramienta N\$ 30,000.00
- Permisos y salarios Iniciales N\$ 18,000.00
- TOTAL N\$ 164,000.00**

Estos gastos iniciales se van a ir desglosando con el tiempo con lo que considerando una producción de 10 aparatos completos diarios, en un año se producirán 2400 aparatos.

Con esto tenemos un costo aproximado de N\$ 364.30 por aparato con lo que a los comerciantes al principio se les daría en N\$ 500.00 para que al publico salieran a N\$ 850.00.

Considerando una utilidad de N\$ 135.70 por aparato, si producimos diez aparatos diarios nuestra utilidad es de N\$ 27140.00 mensuales.

Nuestros gastos fijos mensuales son de:

$$N\$ 164000.00 / 24 meses = N\$ 6833.00 \text{ Capital}$$

C.P.P.(21%) N\$ 34000.00 / 12 meses = N\$ 2870.00 intereses

Luz, renta, etc. = N\$ 15000.00

TOTAL = N\$ 24703.00

Materia prima = N\$ 84600.00

TOTAL = N\$ 109303.00

$N\$ 109303.00 / 300 = N\$ 364.30$  Costo p/aparato

$N\$ 364.30 + 30\% = N\$ 473.50$

### **2.4.1 Usuarios potenciales**

Haciendo una investigación correspondiente a la afluencia de usuarios potenciales que se hospedan anualmente en Hoteles, clubes y departamentos en renta en las principales costas de la Republica Mexicana encuentre que existen cerca de 28 000 cuartos en centros turisticos integralmente planeados como son:

Los Cabos B.C., Loreto B.C., Ixtapa Zihuatanejo, Huatulco Oaxaca y Cancun Q. Roo (grafica 1). Estos datos son del año 1992. Y que en los centros turisticos tradicionales como:

Veracruz Ver., Pto. Vallarta Jal., Mazatlan Sin., Manzanillo Col., La Paz B.C., Cozumel Q. Roo. y Acapulco Gro. (grafica 2) existen mas de 45 000 cuartos.

Estos datos nos arrojan un total de cerca de 8 millones de visitantes al año en los centros turisticos (grafica 3 y 4) aunado con las personas que viven ahi y los que tienen casas de veraneo, nuestros usuarios potenciales forman un numero importante de personas como posibles usuarios de mi equipo. Esto sin contar con centros recreativos ubicados en el interior de la Republica como pueden ser lagos y lagunas como Valle de Bravo y Tequesquitengo.

Por otro lado las estadisticas nos muestran que existe un aumento en las exportaciones de juguetes, juegos y articulos para deporte a diferentes destinos principalmente a E.U.A y que se dio un aumento radical en los años 1991 y 1992 (grafica 5) que es la ultima informacion de la que contamos con lo que se ve que hay un fuerte apoyo a las exportaciones de estos productos.

## CAPITULO III

### PRINCIPIOS FISICOS CONSIDERADOS

#### 3.1 CIENCIAS EXPERIMENTALES

---

En el desarrollo de este trabajo se hicieron algunos experimentos para estimar el empuje y la estabilidad del prototipo, por lo que a continuación tocaremos aspectos relacionados con las ciencias experimentales y los principios físicos considerados para este trabajo de tesis tales como la mecánica de los fluidos y muy particularmente con la estática de los fluidos.

Se consideran ciencias experimentales aquellas que por sus características y, particularmente por el tipo de problemas de los que se ocupan, pueden someter sus afirmaciones o enunciados al juicio de la experimentación. En un sentido científico la experimentación hace alusión a una observación controlada; en otros términos, experimentar es reproducir, en el laboratorio el fenómeno en estudio con la posibilidad de variar a voluntad y de forma precisa las condiciones de observación.

La física constituye un ejemplo de ciencia experimental. La historia de esta disciplina pone de manifiesto que la experimentación ha desempeñado un doble papel en su desarrollo. Con frecuencia, los experimentos científicos solo pueden ser entendidos en el marco de un teoría que orienta y dirige al investigador sobre que es lo que hay que buscar y sobre que hipótesis deberán ser contrastadas experimentalmente. Pero, en ocasiones, los resultados de los experimentos generan información que sirve de base para una elaboración teórica.

##### 3.1.1 La búsqueda del equilibrio

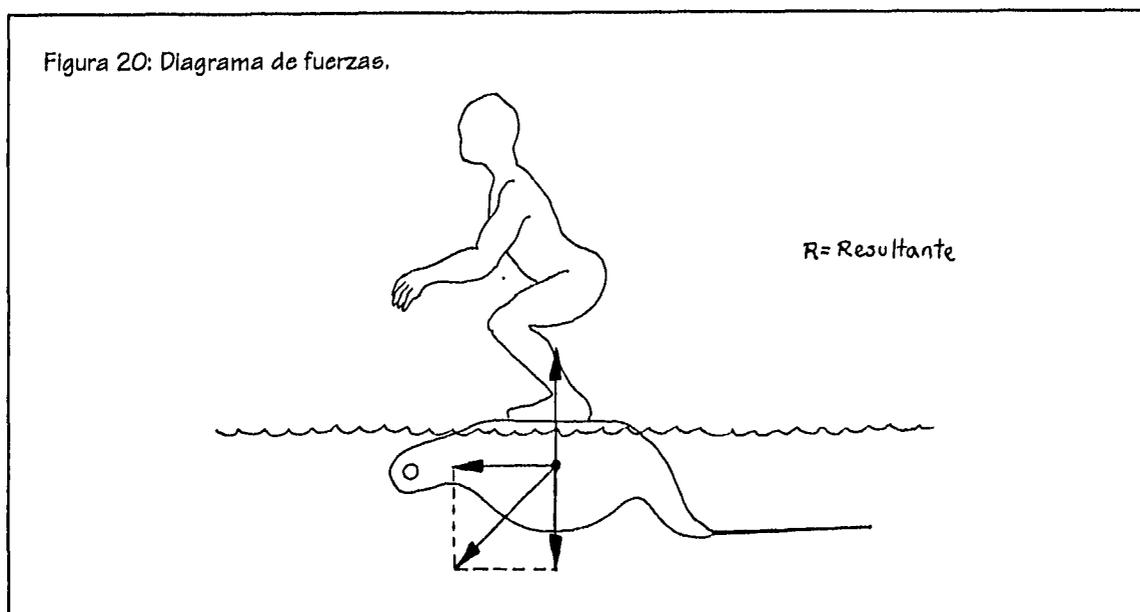
El propósito principal de este trabajo dista del tratamiento del problema desde el punto de vista de la ingeniería y del desarrollo matemático. Por lo que es importante mencionar que rigurosamente para el diseño del prototipo se requeriría de un tratamiento de diseño en el que interviene la mecánica de los fluidos, lo cual sin embargo debido a la dificultad de los cálculos solo se hará mención de la estática de los fluidos ya que lo más importante

para el equilibrio del usuario y del prototipo nos lo permite calcularlo la estática de los fluidos.

Lo más importante en la búsqueda del equilibrio son las siguientes fuerzas:

- 1- El empuje
- 2- El peso del hombre más el peso del prototipo.

En la (figura 20) aparece indicado el diagrama de fuerzas en donde se muestra las fuerzas del empuje del peso del usuario más el del peso del prototipo.



### 3.1.2 La estática de los fluidos

La estática de fluidos estudia el equilibrio de gases y líquidos. A partir de los conceptos de densidad y de presión se obtiene la ecuación fundamental de la hidrostática, de la cual el principio de Pascal y el de Arquímedes pueden considerarse como consecuencia. El hecho de que los gases, a diferencia de los líquidos, puedan comprimirse hace que el estudio de ambos tipos de fluidos tengan algunas características diferentes.

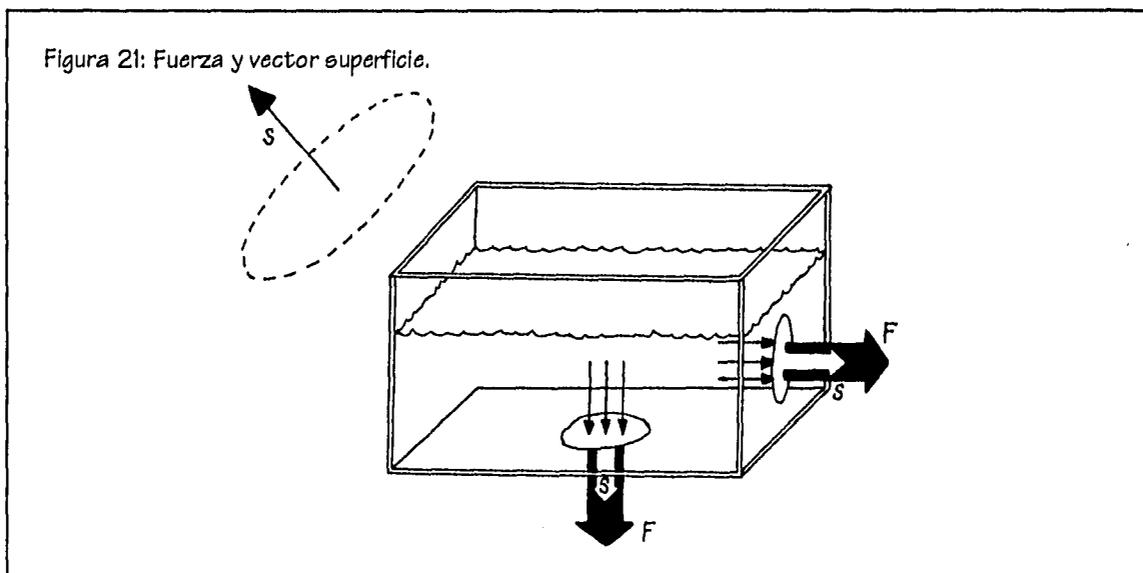
Se entiende por fluido un estado de la materia en el que la forma del fluido no es constante, sino que se adapta al recipiente que lo contiene. La materia fluida puede ser trasladada de un recipiente a otro, es decir, tiene la capacidad de fluir. Los líquidos y los gases corresponden a dos tipos diferentes de fluidos. Los primeros tienen un volumen constante que no puede modificarse apreciablemente por compresión. Se dice por ello que

son fluidos incompresibles. Los segundos no tienen un volumen propio, sino que ocupan el del recipiente que los contiene; son fluidos compresibles porque, a diferencia de los líquidos, si pueden ser comprimidos.

El estudio de los fluidos en equilibrio constituye el objeto de la estática de fluidos, una parte de la física que comprende la hidrostática o estudio de los líquidos en equilibrio, y la aerostática o estudio de los gases en equilibrio y en particular del aire.

### La presión en un punto

La presión se define como el cociente entre la fuerza que actúa perpendicularmente a la superficie en cuestión. En los líquidos que están en equilibrio, las fuerzas asociadas a la presión son en cada punto perpendiculares a la superficie del recipiente, de ahí que la presión sea considerada como una magnitud escalar cociente de dos magnitudes vectoriales de igual dirección: la fuerza y el vector superficie. Dicho vector tiene por módulo el área y por dirección la perpendicular a la superficie (figura 21).



Cuando la fuerza no es constante, sino que varía de un punto a otro de la superficie  $s$  considerada, tiene sentido hablar de la presión  $P$  en un punto dado. Para definirla se considera un elemento de superficie  $s$  que rodea al punto; si dicho elemento reduce enormemente su extensión, la fuerza  $F$  que actúa sobre él, puede considerarse constante. En tal caso la presión en el punto considerado se definirá.

$$P = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta s}$$

Esta expresión, es la derivada de  $F$  respecto de  $s$ , proporciona el valor de la presión en un punto y puede calcularse si se conoce la ecuación que indica como varía la fuerza con la posición.

La siguiente ecuación

$$P = F / A \quad (1)$$

define la presión media.

### La densidad de los cuerpos

Los cuerpos difieren por lo general en su masa y en su volumen. Estos dos atributos físicos varían de un cuerpo a otro, de modo que si consideramos cuerpos de la misma naturaleza, cuanto mayor es el volumen, mayor es la masa del cuerpo considerado. No obstante, existe algo característico del tipo de materia que compone al cuerpo en cuestión y que explica el porqué dos cuerpos de sustancias diferentes que ocupan el mismo volumen no tienen la misma masa o viceversa.

Aun cuando para cualquier sustancia la masa y el volumen son directamente proporcionales, la relación de proporcionalidad es diferente para cada sustancia (ecuación 3). Es precisamente la constante de proporcionalidad de esa relación la que se conoce por densidad y se representa por la letra griega  $\rho$ .

$$m = cte * v \quad (2)$$

es decir:

$$m = \rho * v \quad (3)$$

Despejando de la anterior ecuación resulta:

$$\rho = m / v \quad (4)$$

ecuación que facilita la definición de densidad y también su significado físico.

La densidad  $\rho$  de una sustancia es la masa que corresponde a un volumen unidad de dicha sustancia. Su unidad en sí es el cociente entre la unidad de masa y la del volumen, es decir  $\text{Kg}/\text{m}^3$  ó  $\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$

A diferencia de la masa o el volumen, que dependen de cada objeto, su cociente depende solamente del tipo de material de que está constituido y no de la forma ni del tamaño de aquél. Se dice por ello que la densidad es una propiedad o atributo característico de cada sustancia. En los sólidos la densidad es aproximadamente constante, pero en los líquidos y particularmente en los gases, varía dependiendo de las condiciones de presión, volumen y temperatura entre otras. Así en el caso de los líquidos se suele especificar la temperatura a la que se refiere el valor dado para la densidad y en el caso de los gases se ha de indicar, junto con dicho valor, la presión.

### Densidad y peso específico

La densidad está relacionada con el grado de acumulación de materia ( un cuerpo compacto es por lo general, más denso que otro más disperso ), pero también lo está en relación al peso. Así, un cuerpo pequeño que es mucho más pesado que otro más grande es también mucho más denso.

Para referirse al peso por unidad de volumen la física ha introducido el concepto de peso específico  $P_e$  que se define como el cociente entre el peso  $P_o$  de un cuerpo y su volumen:

$$P_e = P_o / V \quad (5)$$

El peso específico representa la fuerza con que la tierra atrae a un volumen unidad de la misma sustancia considerada.

La relación entre peso específico y densidad es la misma que la existente entre peso y masa. En efecto:

$$P_e = \frac{p}{v} = \frac{m \cdot g}{v} = \rho \cdot g$$

siendo  $g$  la aceleración de la gravedad.

La unidad del peso específico en el SI es el  $\text{N}/\text{m}^3$  ó  $\text{N} \cdot \text{m}^{-3}$

### Densidad relativa

La densidad relativa  $p_r$  de una sustancia, es el cociente entre su densidad y la densidad de otra sustancia diferente  $p_p$  que se toma como referencia (ecuación 6):

$$\rho_r = \rho / \rho_p$$

(6)

Para sustancias líquidas se suele tomar como sustancia patrón el agua cuya densidad a 4°C es igual a 1 000 Kg / m<sup>3</sup> . Para gases la sustancia de referencia la constituye con frecuencia el aire que a 0°C de temperatura y 1 atm de presión tiene una densidad de 1,293 Kg/ m<sup>3</sup>. Como toda magnitud relativa, que se obtiene como cociente entre dos magnitudes iguales, la densidad relativa carece de unidades físicas. En la (figura 22) , se muestra un cuadro comparativo entre densidades absolutas y relativas respecto al agua de diferentes solidos, liquidos y gases.

Figura 22: Cuadro comparativo de densidades.

SUSTANCIA	DENSIDAD RELATIVA	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
<i>Líquidos:</i>		
Alcohol etílico a 20°	0,79	790
Éter	0,74	740
Gasolina	0,68	680
Mercurio	13,595	13 595
Agua a 4 °C	0,998	998
<i>Gases, 0 °C y 76 cm Hg:</i>		
Aire	1,293 · 10 <sup>-3</sup>	1,293
Dióxido de carbono	1,997 · 10 <sup>-3</sup>	1,997
Hidrógeno	0,090 · 10 <sup>-3</sup>	0,090
Helio	0,178 · 10 <sup>-3</sup>	0,178
Nitrógeno	1,251 · 10 <sup>-3</sup>	1,251
Oxígeno	1,429 · 10 <sup>-3</sup>	1,429

### 3.1.3 Hidrostática

La presión hidrostática se considera, cuando en un recipiente que contiene un líquido en equilibrio (figura 23), todos los puntos en el interior del líquido están sometidos a una presión cuyo valor depende exclusivamente de su profundidad o distancia vertical a la superficie del líquido.

Si  $\rho$  es la densidad del líquido, y  $q$  es un punto a una profundidad  $h$ , la presión en el punto  $q$  es:

$$p = \rho gh$$

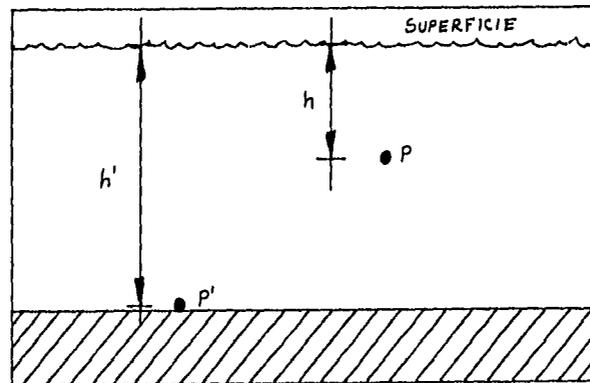
(7)

y en términos del peso específico

$$P_e = \rho h$$

"La presión hidrostática solo depende de la profundidad y es independiente de la orientación de la superficie".

Figura 23: Altura del punto con respecto a la superficie.



Para calcular la presión total en cualquier punto del interior del líquido, es necesario añadir a la presión hidrostática cualquier  $P$  que se ejerza sobre la superficie del líquido o sea:

$$P_{total} = P + \rho gh$$

Esta columna del líquido tiene:

Área =  $A$  (también en la sup.)

Altura =  $h$

Cuyo volumen es  $V = Ah$

La masa encerrada en dicho vo-

lumen es  $m = v\rho = hA\rho$ ; y su

peso es por tanto  $P_o = mg = hA\rho g$ .

Luego la presión es:  $P = P_o/A$

$= hA\rho/A = h\rho g$  (lo que ya

habíamos encontrado)

### Principio fundamental de la hidrostática

$q$  y  $q'$  son dos puntos localizados a profundidades  $h$  y  $h'$  respectivamente, las presiones hidrostáticas serán  $q = \rho gh$  y  $q' = \rho gh'$

"La diferencia de presión entre dos puntos de un líquido en equilibrio es proporcional, a la densidad del líquido al desnivel entre los puntos".

$$q' - q = \rho g h' - \rho g h = \rho g (h' - h) \text{ y si } H = h' - h$$

$$q' - q = \rho g h \text{ o } q' - q = \rho h$$

### La ecuación fundamental de la hidrostática

Todos los líquidos pesan, por ello cuando están contenidos en un recipiente las capas superiores oprimen a las inferiores, generándose una presión debida al peso. La presión en un punto determinado del liquido deberá depender entonces de la altura de la columna de liquido que tenga por encima suyo.

Considérese un punto cualquiera del liquido que diste una altura  $h$  de la superficie libre de dicho liquido. La fuerza del peso debido a una columna cilíndrica del liquido de base  $S$  situada sobre el puede expresarse en la forma:

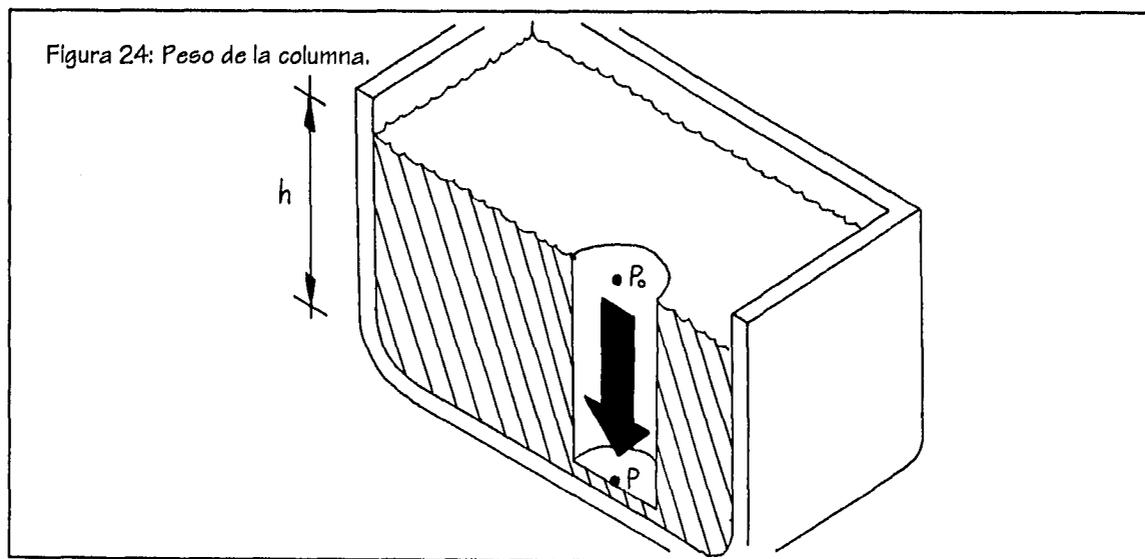
$$P_o = mg = \rho * v * g = \rho * g * h * A$$

siendo  $v$  el volumen de la columna y  $\rho$  la densidad del liquido.

Luego la presión debida al peso vendrá dada por:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{A * h * g}{A} = \rho * g * h$$

La presión en un punto interior de un liquido depende de la presión en el exterior y del peso de la columna de liquido situado por encima de el (Figura 24). Esta doble dependencia queda reflejada en la ecuación fundamental de la hidrostática.

$$p = p' + \rho * g * h \quad (8)$$


Si sobre la superficie libre se ejerciera una presión exterior adicional  $P_g$  como la atmosférica por ejemplo, la presión total  $P$  en el punto de altura  $h$  sería:

$$P = P_o + P_g = P_o + \rho * g * h$$

Esta ecuación puede generalizarse al caso de que se trate de calcular la diferencia de presiones  $P$  entre dos puntos cualesquiera del interior del liquido situados a diferentes alturas, resultando:

$$\Delta P = \rho * g * \Delta h$$

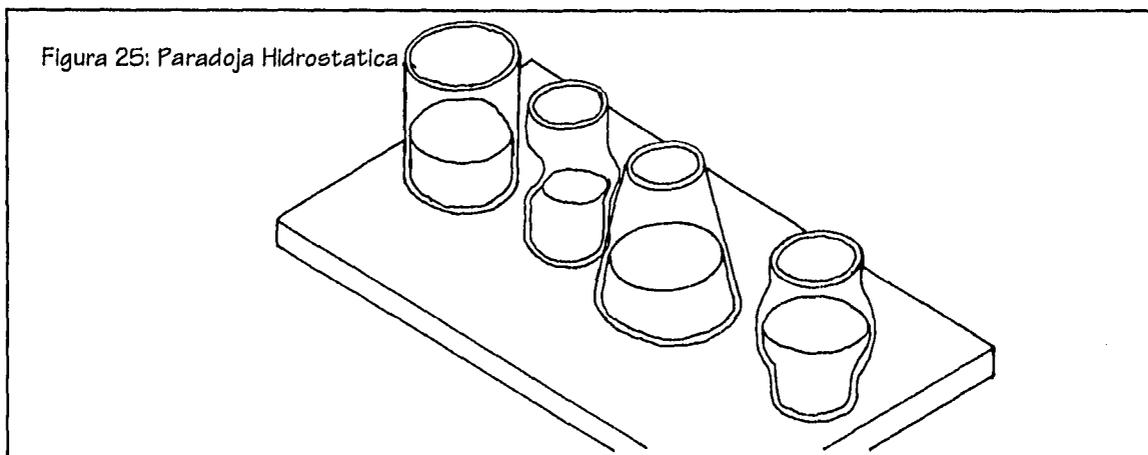
Es decir:

$$P_2 - P_1 = \rho * g * (h_2 - h_1) \quad (9)$$

que constituye la llamada ecuación fundamental de la hidrostática.

Esta ecuación indica que para un liquido dado y para una presión exterior constante la presión en el interior depende únicamente de la altura. Por tanto, todos los puntos del liquido que se encuentran al mismo nivel soportan igual presión. Ello implica que ni la forma de un recipiente ni la cantidad de liquido que contiene influyen en la presión que se ejerce sobre su fondo tan solo la altura de liquido. Esto es lo que se conoce como *paradoja hidrostática*, cuya explicación se deduce a modo de consecuencia de la ecuación fundamental.

La llamada paradoja hidrostática consiste en que en recipientes de diferentes formas y capacidades, conteniendo todos un mismo liquido, la presión sobre el fondo es la misma si el nivel del liquido es igual para todos ellos (Figura 25).



### Fuerza total sobre una superficie

Considerar una área de una superficie pequeña sumergida en el seno de un liquido en equilibrio y  $h$  la profundidad a que se encuentra situada la superficie. Como es pequeña, en todos sus puntos aparece la misma presión  $P = \rho gh$ . Si  $F$  es la fuerza total que ejerce el liquido sobre la superficie, se tiene que  $F = PA$ ;

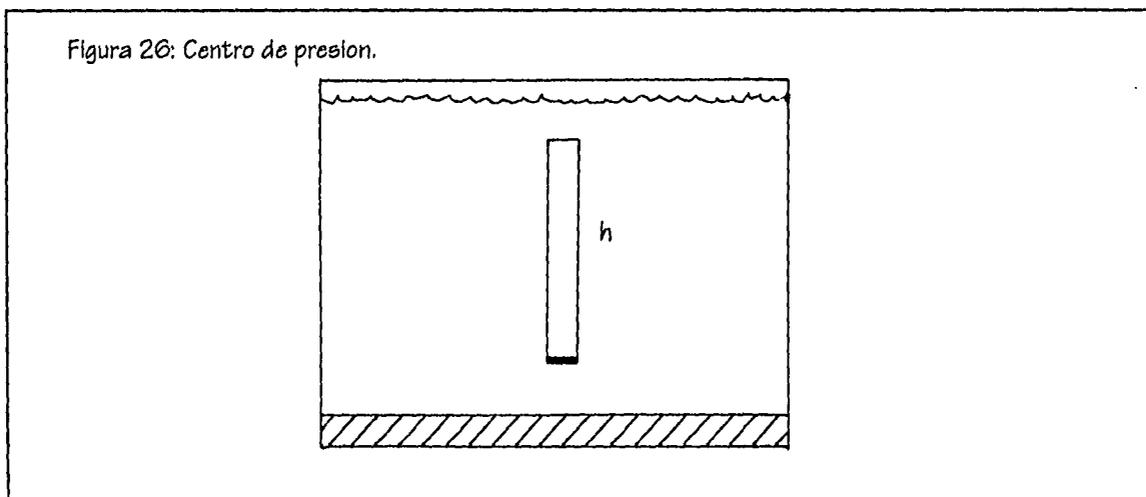
luego:

$$F = \rho ghA \quad (10)$$

"Esta ecuación también se aplica cuando la superficie no es pequeña siempre que sea plana y horizontal".

Si la superficie es grande y no es horizontal, la fuerza total que el líquido ejerce sobre la superficie viene dada por la misma expresión, pero  $h$  es la profundidad a la que está situada el centro de gravedad (C.G.) del área sumergida. Esta fuerza está aplicada en un punto más bajo que el C.G. y se llama centro de presión (figura 26).

$$F = \rho hA \quad (11)$$



### Principio de Arquímedes

"...todo cuerpo en contacto con un líquido en equilibrio experimenta una fuerza vertical dirigida hacia arriba, igual al peso del volumen del líquido desplazado" o sea:

*Empuje = peso del volumen del líquido desplazado.*

Esta fuerza recibe el nombre de empuje y se supone aplicada en un punto llamado centro de empuje, que coincide con el C.G. de; líquido desplazado.

El empuje se calcula:

$$E = Vc \rho g \quad (12)$$

donde  $Vc$  = es el volumen del cuerpo sumergido y  $\rho$  es la densidad del líquido o:

$$E = Vc \rho g \quad (13)$$

## Empuje Hidrostático: Principio de Arquímedes

Los cuerpos sólidos sumergidos en un líquido experimentan un empuje hacia arriba. Este fenómeno, que es el fundamento de la flotación de los barcos, era conocido desde la más remota antigüedad, pero fue el griego Arquímedes (287 - 212 a.de c.) quien indicó cuál es la magnitud de dicho empuje. De acuerdo con el principio que lleva su nombre, todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un líquido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso del volumen de líquido desalojado.

Aun cuando para llegar a esta conclusión Arquímedes se apoyó en la medida y experimentación, su famoso principio puede ser obtenido como una consecuencia de la ecuación fundamental de la hidrostática. Concidérese un cuerpo en forma de paralelepípedo, las longitudes de cuyas aristas valen  $a$ ,  $b$  y  $c$  metros, siendo  $c$  la correspondiente a la arista vertical. Dado que las fuerzas laterales se compensan mutuamente; sólo se considerarán las fuerzas sobre las caras horizontales.

La fuerza  $F_1$  sobre la cara superior estará dirigida hacia abajo y de acuerdo con la ecuación fundamental su magnitud se podrá escribir como:

$$F_1 = P_1 * A_1 = (P_0 + \rho g h_1) A_1$$

siendo  $A$  la superficie de la cara superior y  $h$  su altura respecto de la superficie libre del líquido (Figura 27).

La fuerza  $F_2$  sobre la cara inferior estará dirigida hacia arriba y, como en el caso anterior, su magnitud vendrá dada por:

$$F_2 = P_2 * A_2 = (P_0 + \rho g h_2) A_2$$

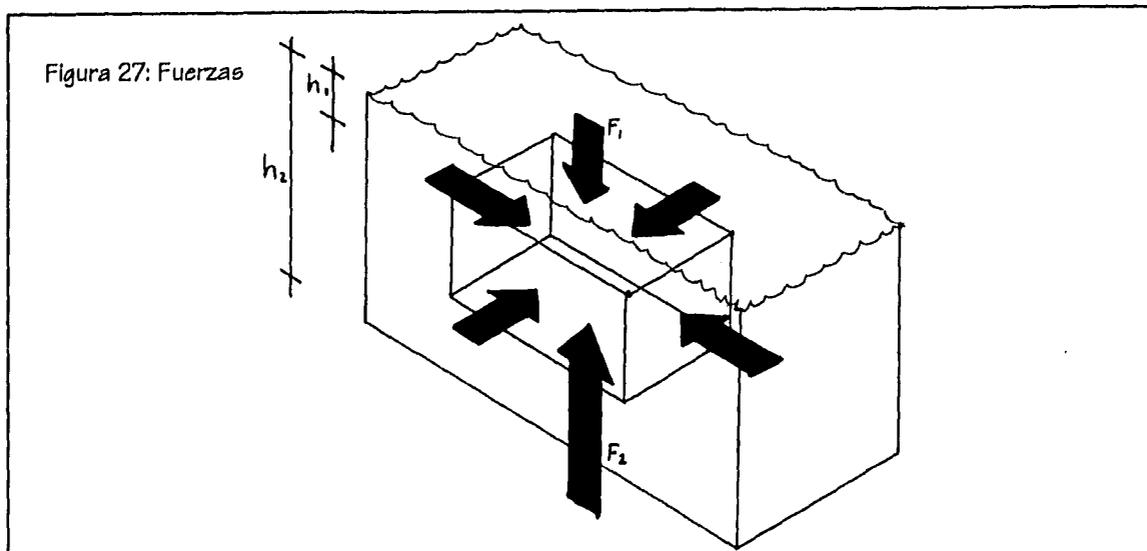
La resultante de ambas representará la fuerza de empuje hidrostático  $E$ .

$$E = F_2 - F_1 = (P_0 + \rho g h_1) A_1 - (P_0 + \rho g h_2) A_2$$

pero, dado que  $A_1 = A_2 = A$  y  $h_2 = h_1 + c$  resulta:

$$E = \rho g c A = \rho g v = m g$$

que es precisamente el valor del empuje predicho por Arquímedes en su principio, ya que  $V = c A$  es el volumen del cuerpo,  $\rho$  la densidad del líquido,  $m = \rho v$  la masa del líquido desalojado y finalmente  $m * g$  es el peso de un volumen de líquido igual al del cuerpo sumergido.



### 3.1.4 Equilibrio de los cuerpos sumergidos

De acuerdo con el principio de Arquímedes, para que un cuerpo sumergido en un líquido esté en equilibrio, la fuerza de empuje  $E$  y el peso  $P_0$  han de ser iguales en magnitudes y, además, han de aplicarse en el mismo punto.

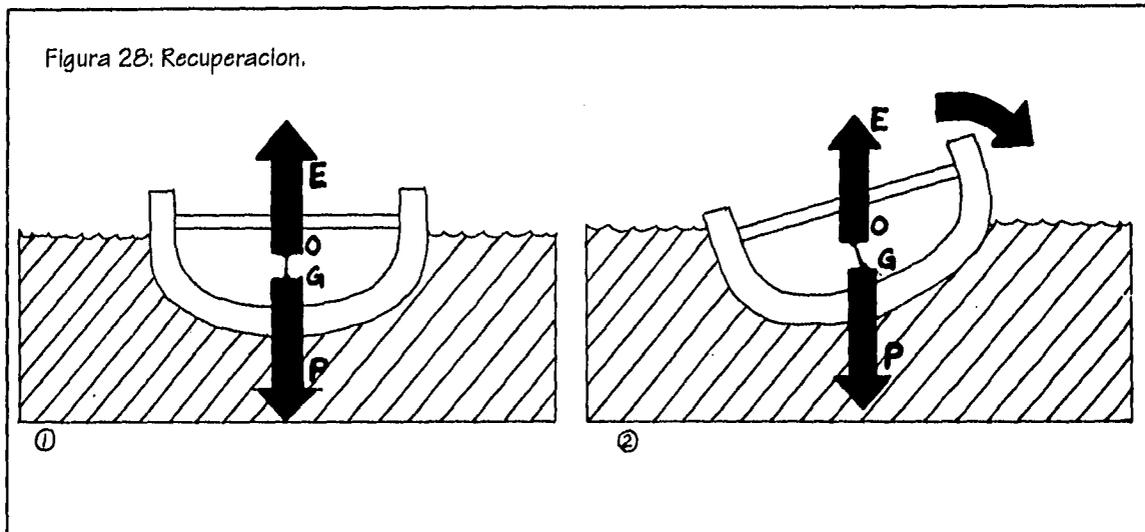
En tal caso la fuerza resultante  $R$  es cero y también lo es el momento  $M$ , con lo cual se dan las dos condiciones de equilibrio. La condición  $E = P_0$  equivale de hecho a que las densidades del cuerpo y del líquido sean iguales. En tal caso el equilibrio del cuerpo sumergido es indiferente.

Si el cuerpo no es homogéneo, el centro de gravedad no coincide con el centro geométrico, que es el punto en donde puede considerarse aplicada la fuerza de empuje. Ello significa que las fuerzas  $E$  y  $P_0$  forman un par que hará girar el cuerpo hasta que ambas estén alineadas.

Para que un cuerpo esté en equilibrio sabemos que las dos fuerzas deben ser iguales y directamente opuestas ( $W=E$ ), lo que requiere que el centro de empuje y el centro de gravedad deban estar en la misma vertical. Si el centro de empuje está más alto que el de gravedad, el equilibrio es estable, si ambos coinciden es indiferente y si está más bajo es inestable.

### 3.1.5 Equilibrio de los cuerpos flotantes.

Aún cuando en los cuerpos flotantes también es necesario para el equilibrio que ambos centros estén en la misma vertical la estabilidad no requiere a veces que el empuje esté más alto que el de gravedad. En un cuerpo en equilibrio (un barco), tiene su centro de gravedad en  $g$  y su centro está más alto que el de empuje, lo cual es común en todos los buques. No obstante el equilibrio es estable. Supongamos ahora que el barco se inclina con relación a la vertical (Figura 28).

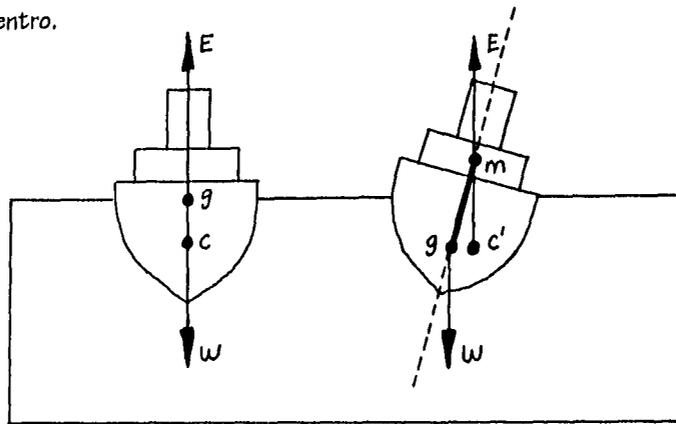


Como la forma geométrica de la porción sumergida a variado, el centro de empuje se ha desplazado a la posición  $C$ . En estas condiciones el barco está sometido a un par de fuerzas (W,E) que tiende a poner su eje de simetría nuevamente vertical, llevándolo a su posición de equilibrio.

Se llama metacentro al punto de intersección cuando el cuerpo está inclinado de la vertical que pasa por el centro de empuje con una recta que pasando por el C.G. del cuerpo es vertical cuando está en equilibrio (  $M$  es la figura). Vemos entonces que el par (W,E) tiende a enderezar el buque únicamente porque  $M$  está más alto que  $g$ . Si  $M$  estuviera más bajo que  $g$  el par (W,E) haría que el barco se inclinara más aún hasta que se diera una vuelta completa.

Por lo que concluimos que un cuerpo flotante, está en equilibrio estable, si el metacentro está más alto que el centro de gravedad. (figura 29)

Figura 29: Metacentro.



### Equilibrio de los cuerpos flotantes

Si un cuerpo sumergido sale a flote es porque el empuje predomina sobre el peso ( $E > P$ ). En el equilibrio ambas fuerzas aplicadas sobre puntos diferentes estarán alineadas; tal es el caso de las embarcaciones en aguas tranquilas, por ejemplo. Si por esfuerzo de una fuerza lateral, como la producida por un golpe de mar, el eje vertical del navío se inclinará hacia un lado; aparecerá un par de fuerzas que harán oscilar el barco de un lado a otro. Cuanto mayor sea el momento  $M$  del par, mayor será la estabilidad del navío, es decir, la capacidad para recuperar la verticalidad. Ello se consigue diseñando convenientemente el casco y repartiendo la carga de modo que rebaje la posición del centro de gravedad, con lo que se consigue aumentar el brazo del par.

El balance entre la fuerza de empuje  $E$  y el peso  $P$  determina que el cuerpo flote, este sumergido en equilibrio inestable o se hunda hasta el fondo del recipiente. Dado que

$$E = \rho_{\text{liquido}} g \cdot V \quad y$$

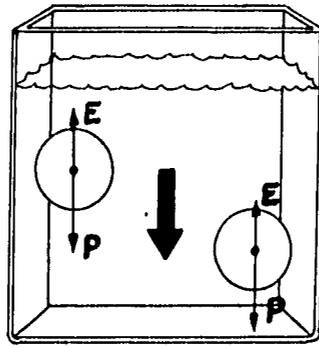
$$P = mg = V \cdot \rho_{\text{cuerpo}} \cdot g$$

La relación entre  $E$  y  $P$  viene determinada por la relación entre las densidades del líquido y del cuerpo respectivamente. Así cuando

$$\rho_{\text{liquido}} > \rho_{\text{cuerpo}}$$

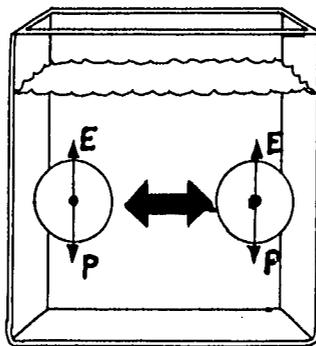
$E > P$  Y el cuerpo sale a flote. (Figura 30).

Figura 30: El empuje es menor que el peso.



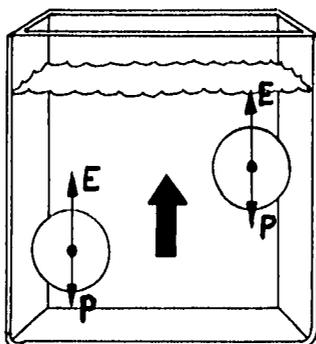
Si  $\rho_{\text{liquido}} = \rho_{\text{cuerpo}}$   
 $E = P$  y el cuerpo está sumergido en equilibrio indiferente. (Figura 31).

Figura 31: Empuje igual al peso.



Si  $\rho_{\text{liquido}} < \rho_{\text{cuerpo}}$   $E < P$  y el cuerpo se hunde. (Figura 32).

Figura 32: El empuje es mayor que el peso.



# CAPITULO IV

## PLANOS

### 4.1 PLANOS GENERALES

---

### 4.2 VISTAS

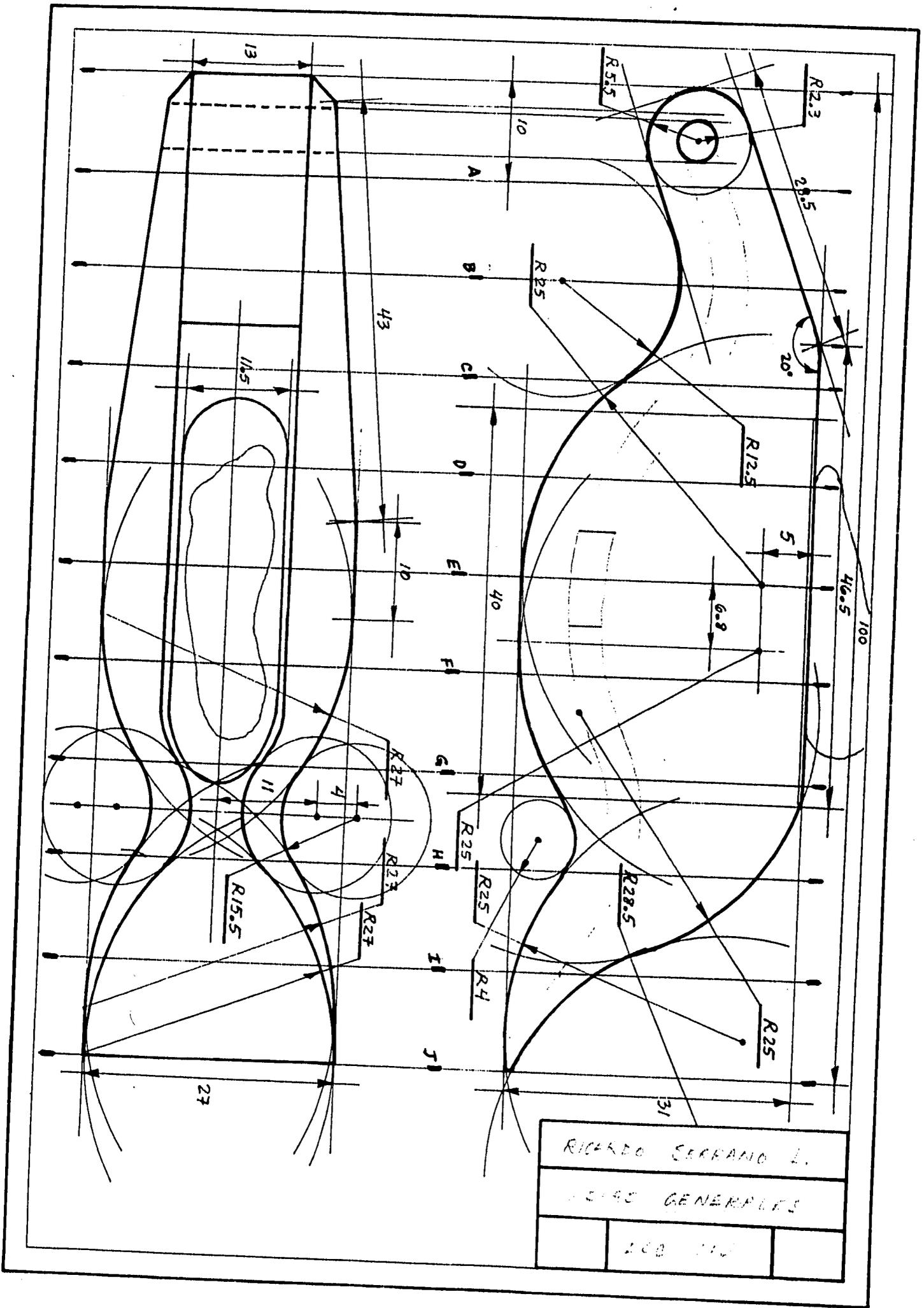
---

### 4.3 DETALLES

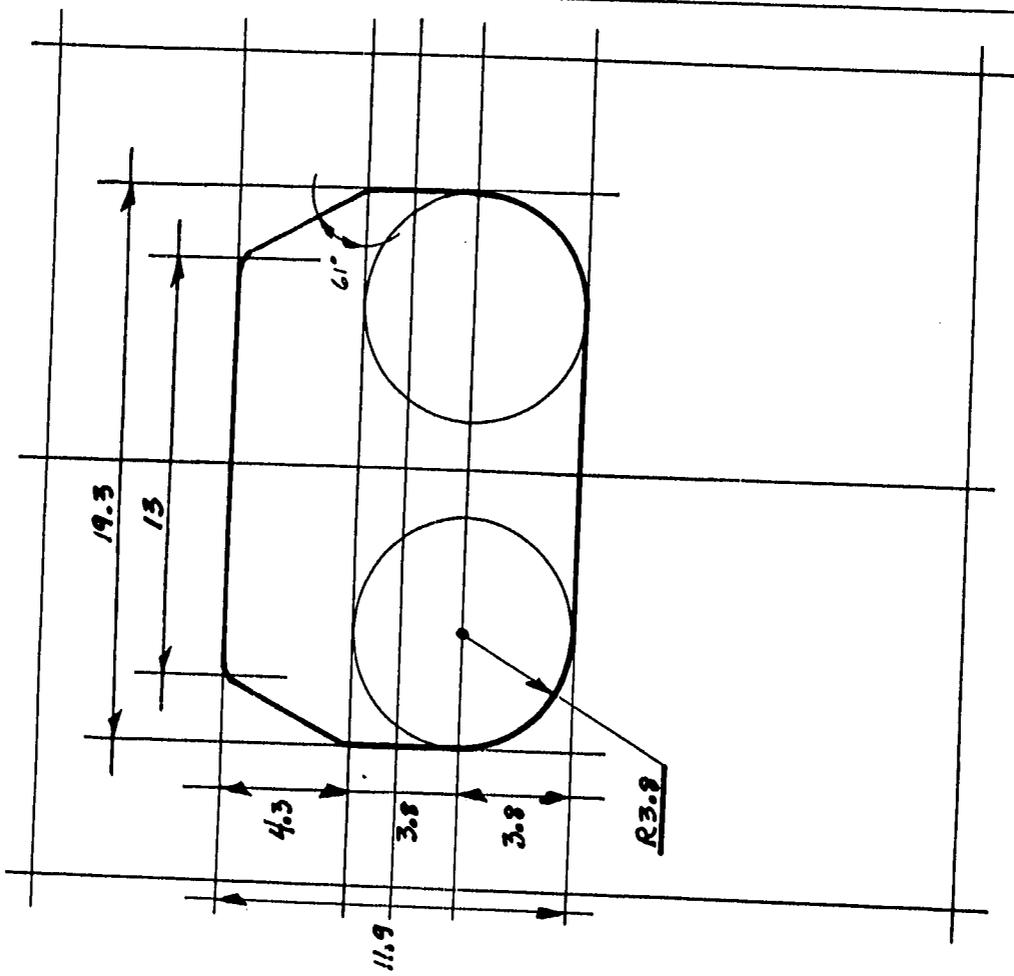
---

**TESIS SIN PAGINACION**

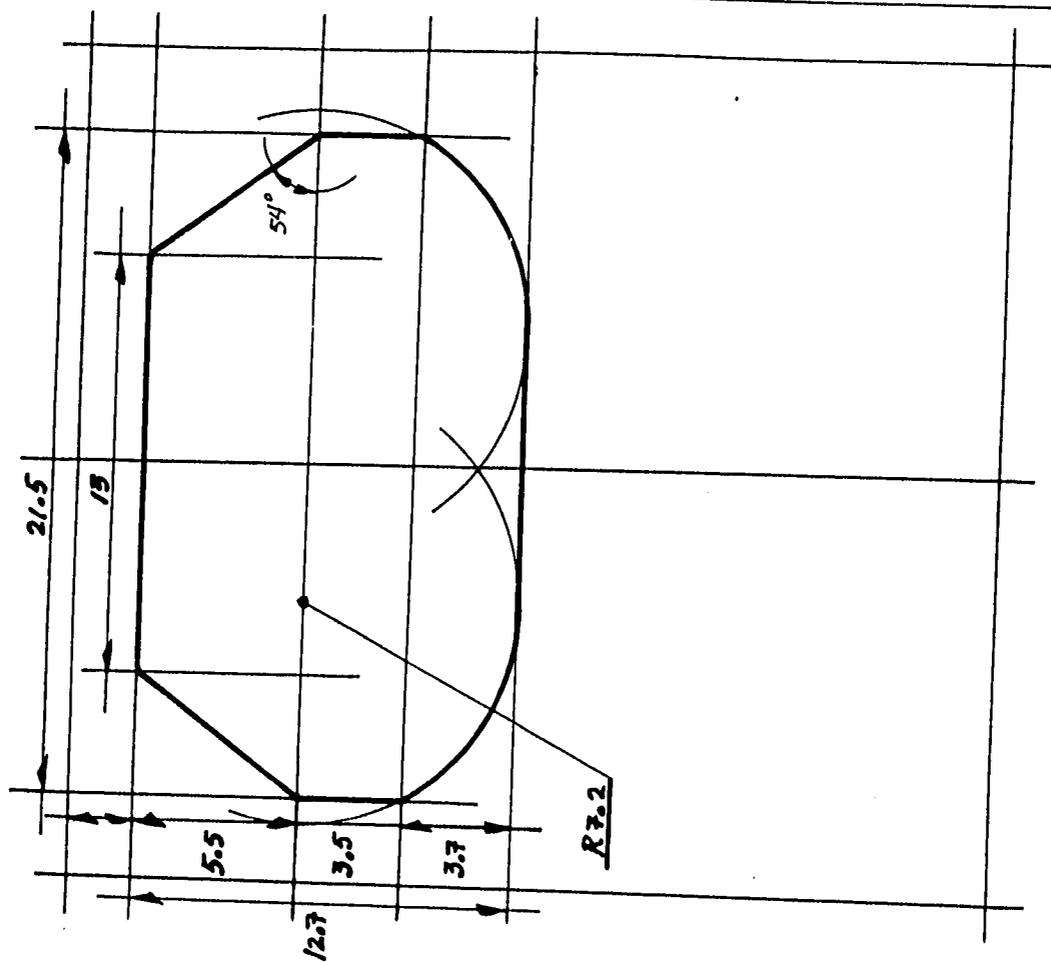
**COMPLETA LA INFORMACION**



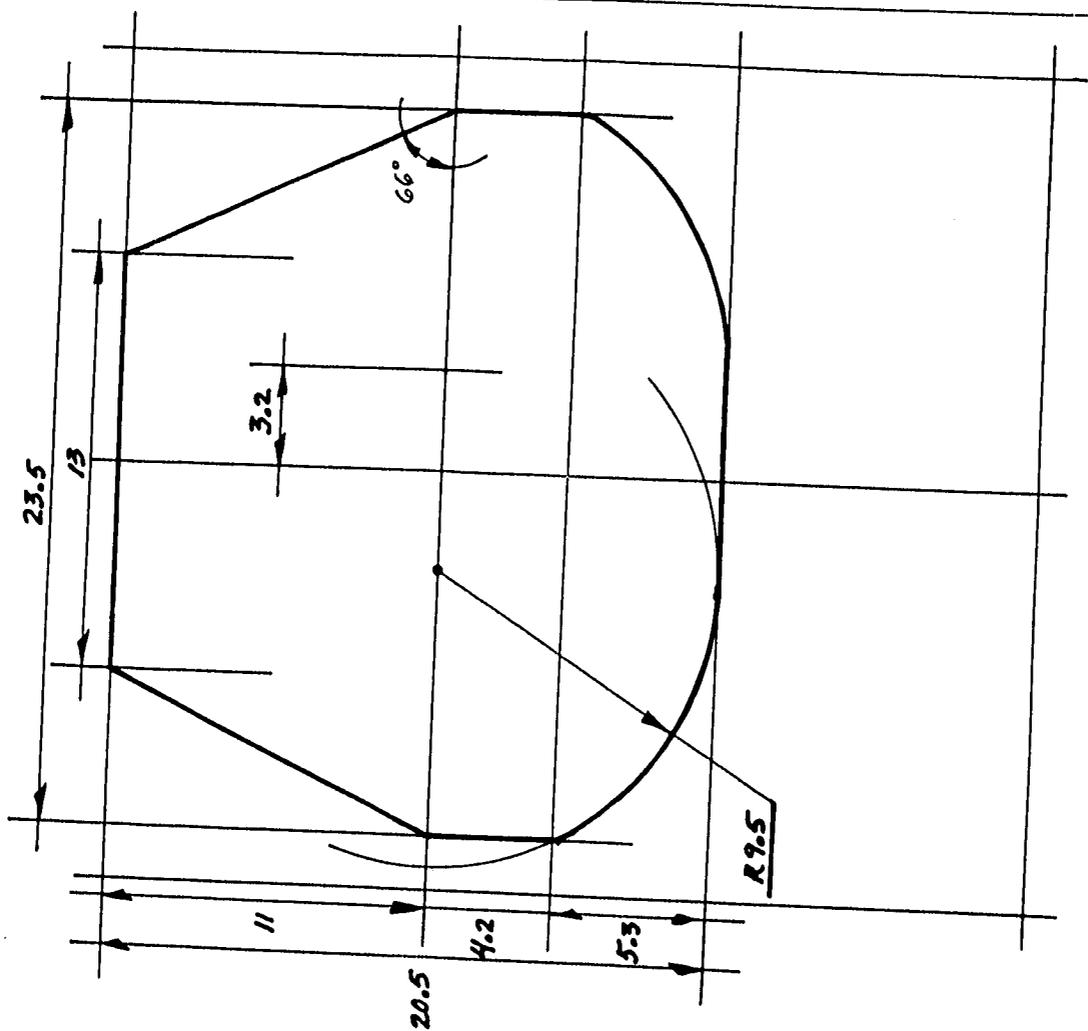
RICARDO SERRANO L.	
DISEÑO GENERALISTA	
100	110



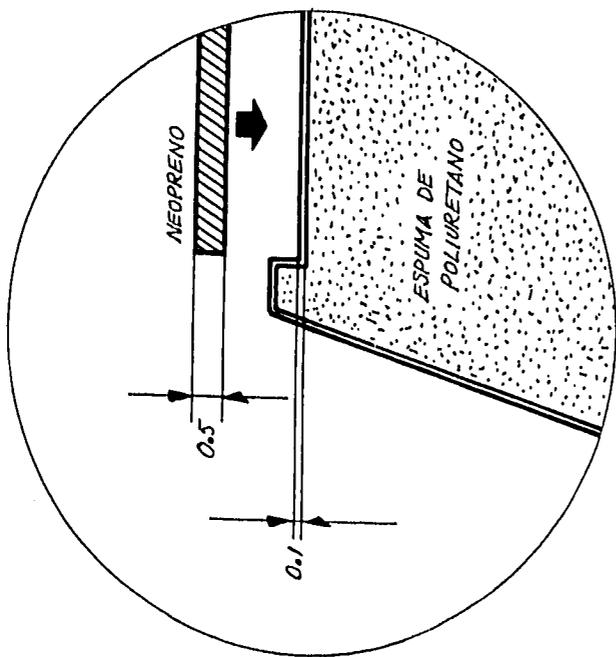
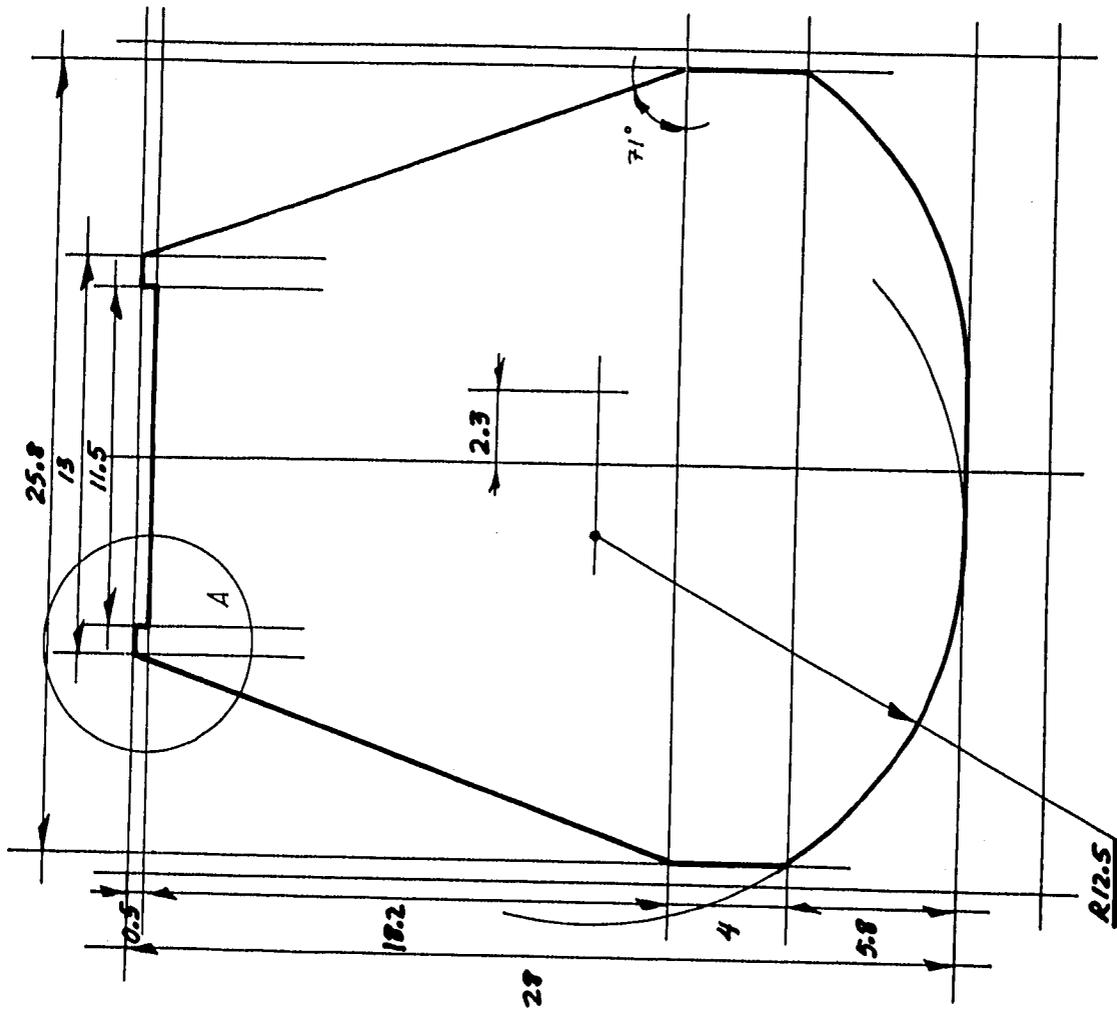
RICARDO GERRAÑO LEVIE		
DINTE SEQUICAL A:		
	700 1125	



STANDARD SERIAL NO.		
DRAWING SERIAL NO. 5		
	FIG. NO.	



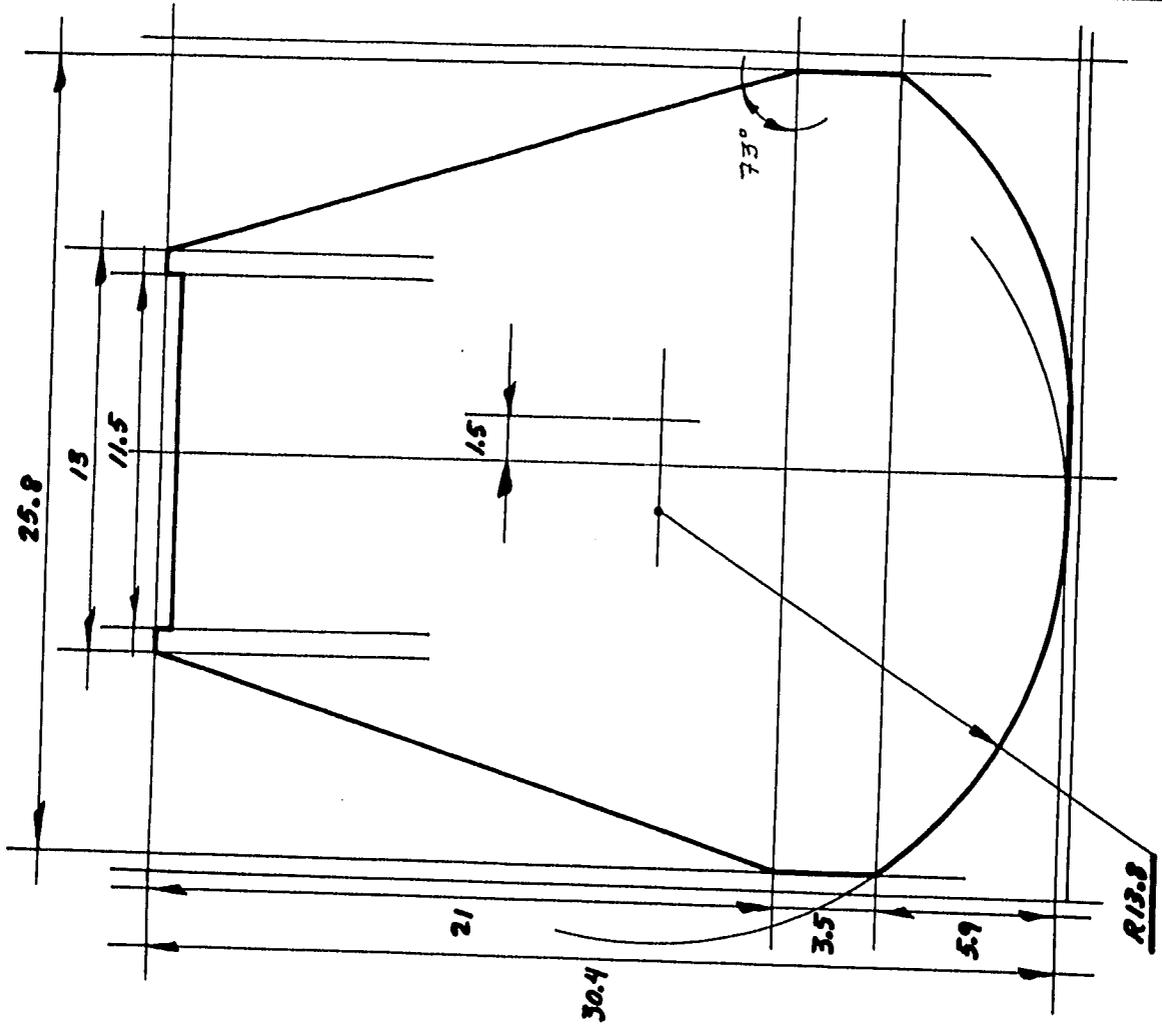
DATE: 06/11/11	
SCALE: 1:1	
NO.:	1/1



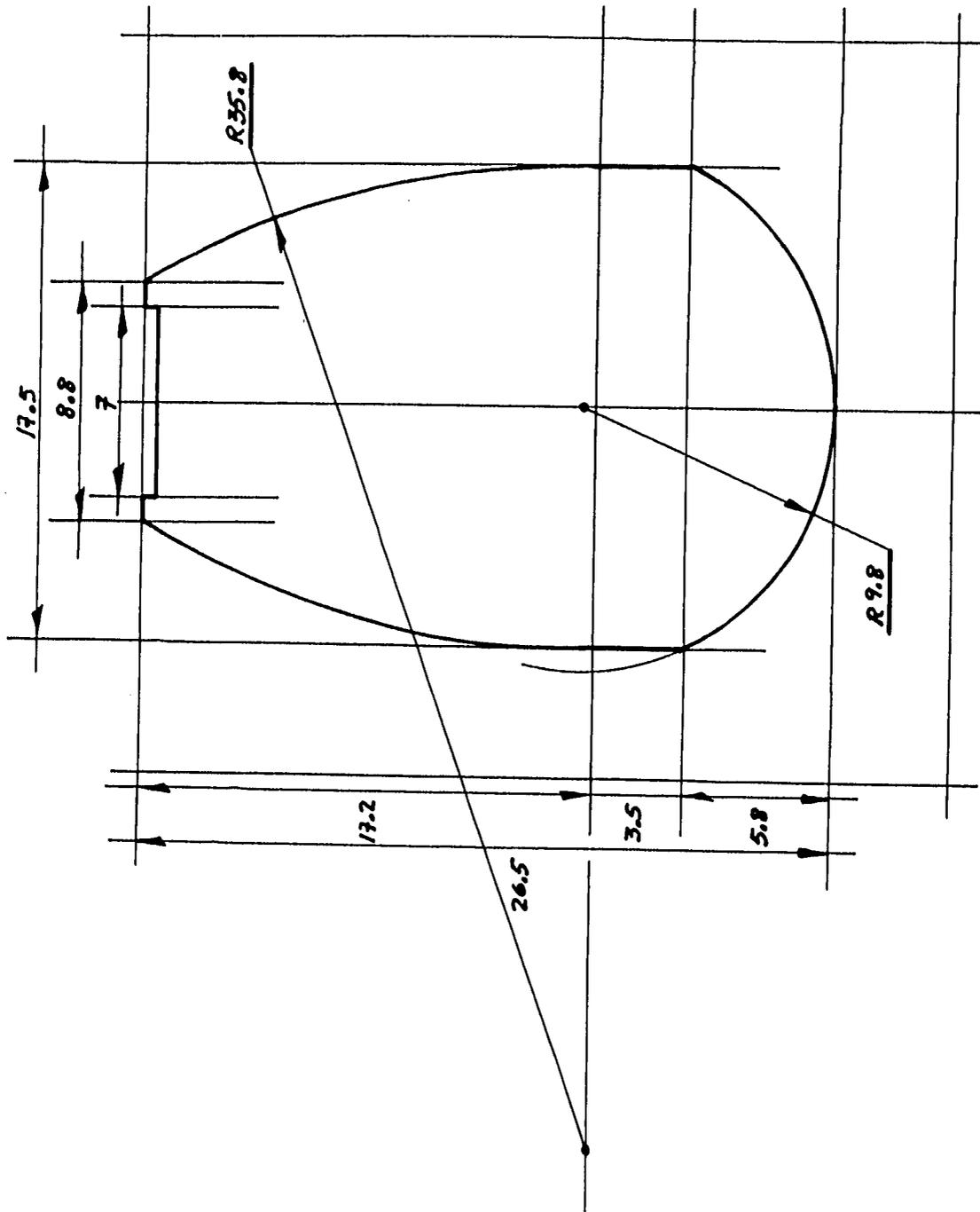
DETALLE A

SERRANO I	
SERRANO D	
1.0 11.22	

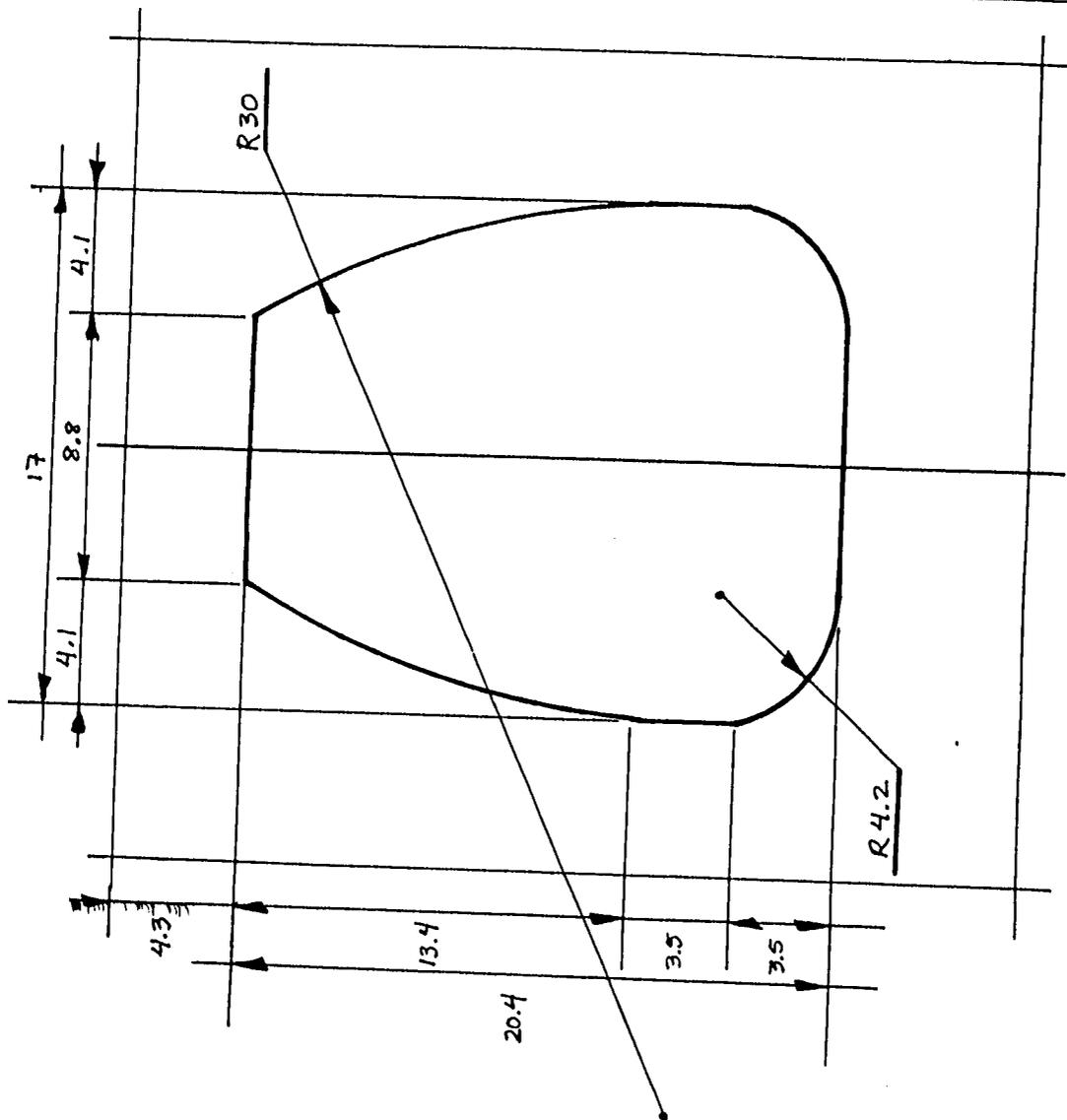




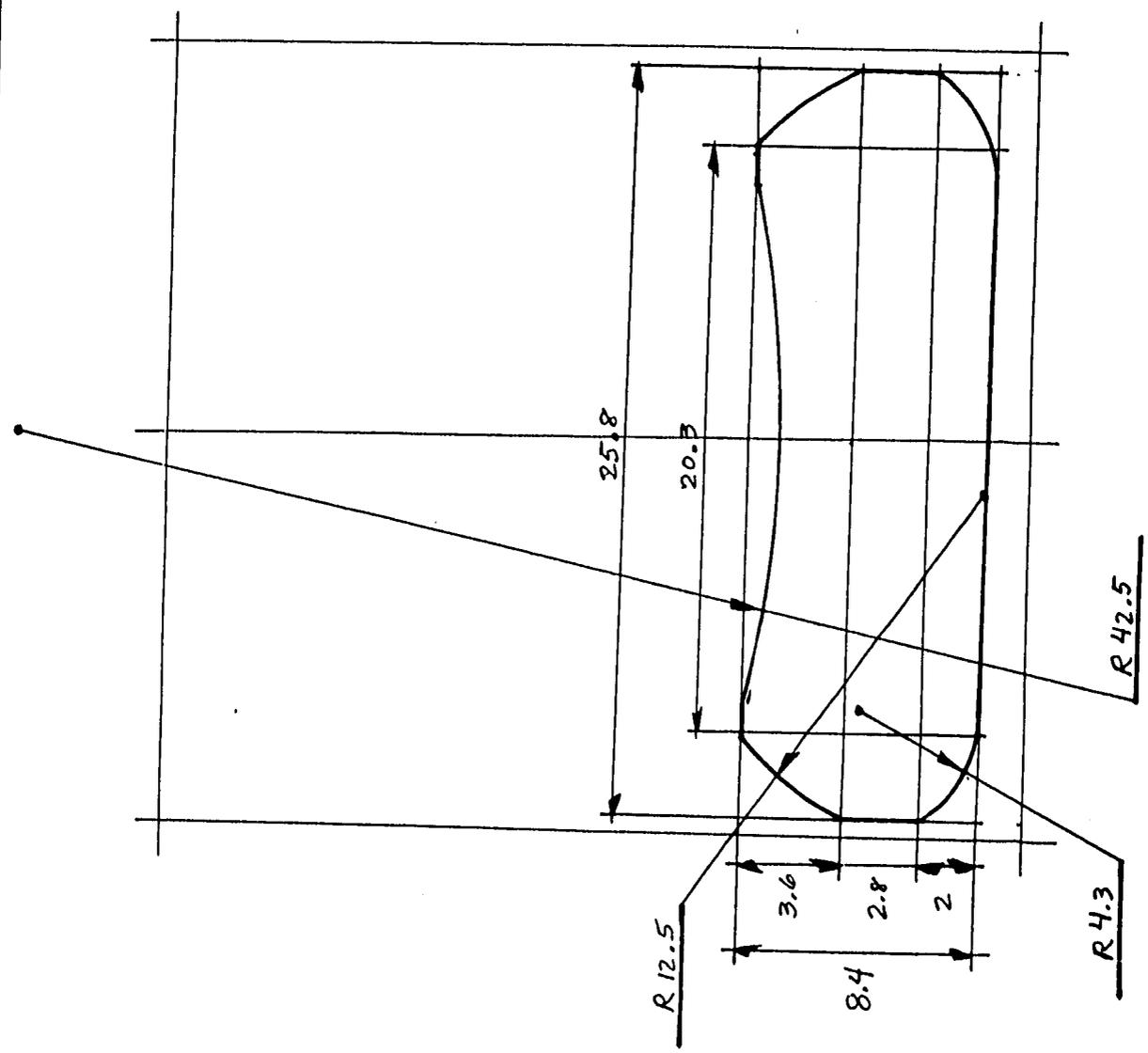
RICARDO SERRANO I	
CATEDRÁTICO DE FÍSICA	
ESCUELA	DE INGENIERÍA



REVISED DRAWING	
DATE: 10/10/2010	
DESIGNER	CHECKED

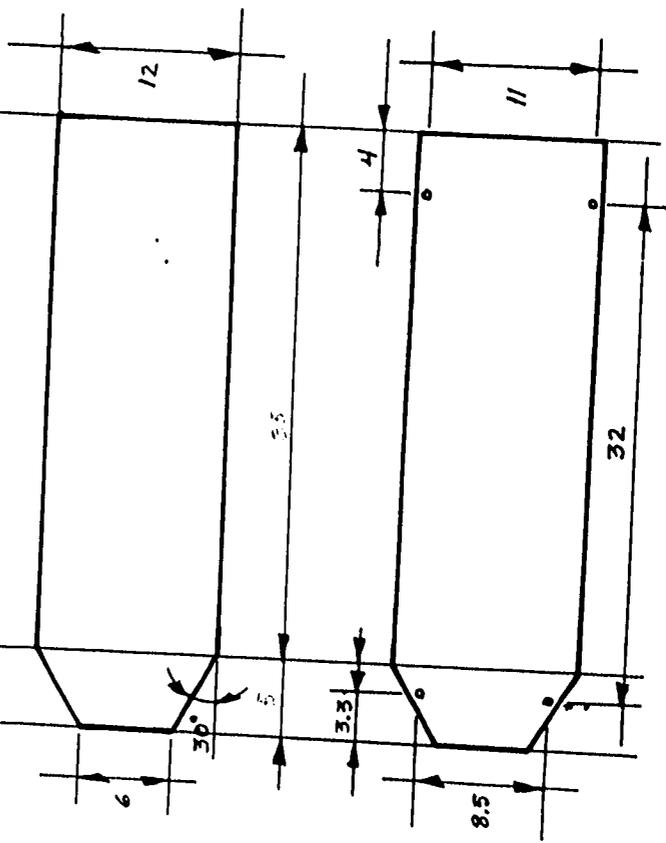
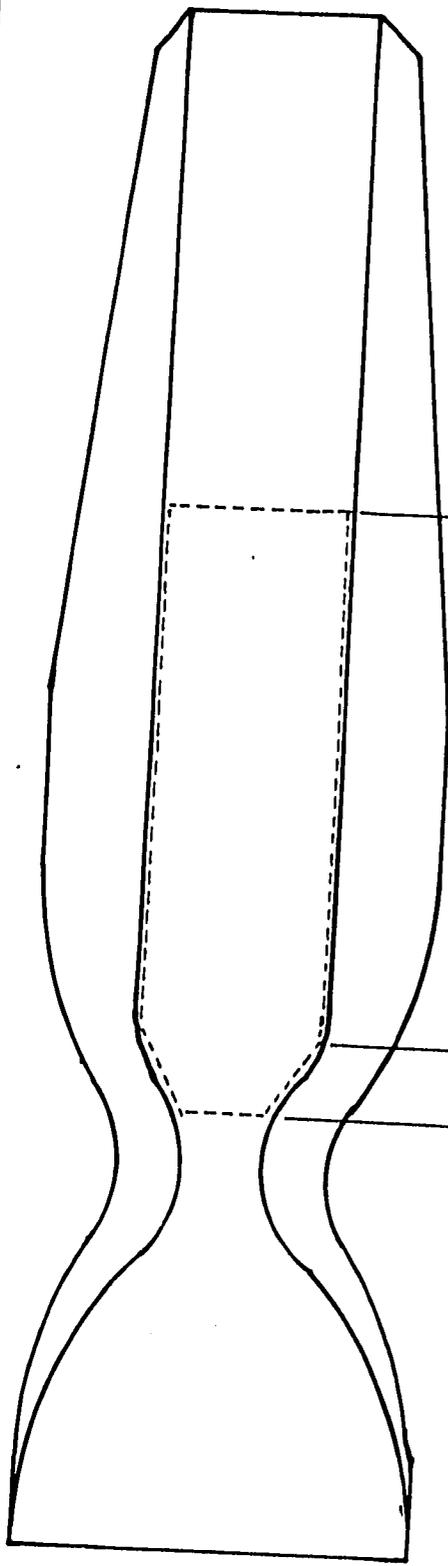


REVISIONS	
DATE: 10/10/11	
1	10/10/11



ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

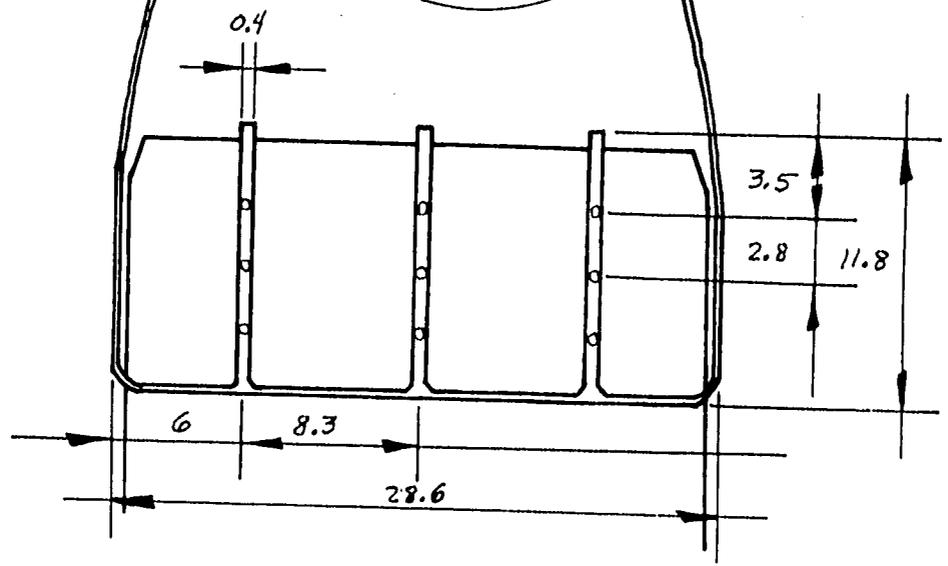
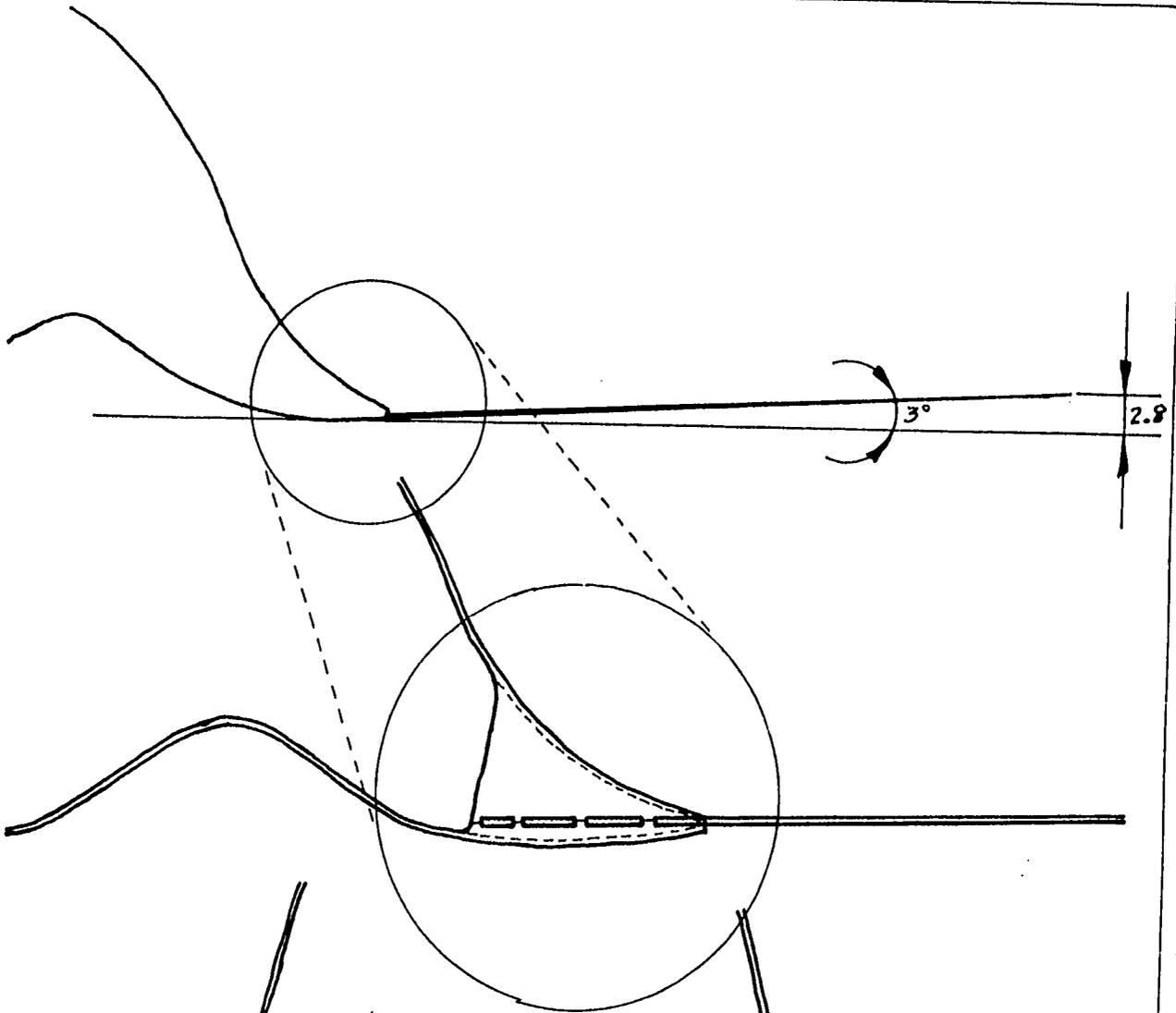
RICARDO SERRANO L.	
CATEDRA DE MECANICA	
ECC 125	



LAMINA NEGRA Cal. 22

barrenos 1/8"

FABRICA CENTRAL	
LAMINA DE ACERO	
ESC 1:10	



ARREDO CERCAVO 1	
TUBO DI CEMENTO ARMATO	
ACC 115	

## ANEXO 1

Puesto que definimos como la presión = fuerza / área

Fuerza = El peso de la columna de agua, fuerza =  $mg$ .

Área =  $A$ , esto implica que  $P = mg/A$ ; pero el volumen de la columna es

$v = hA$ , esto es que  $A = v/h$ , pero;  $\rho = m/v$  por lo tanto  $m = \rho v$  entonces

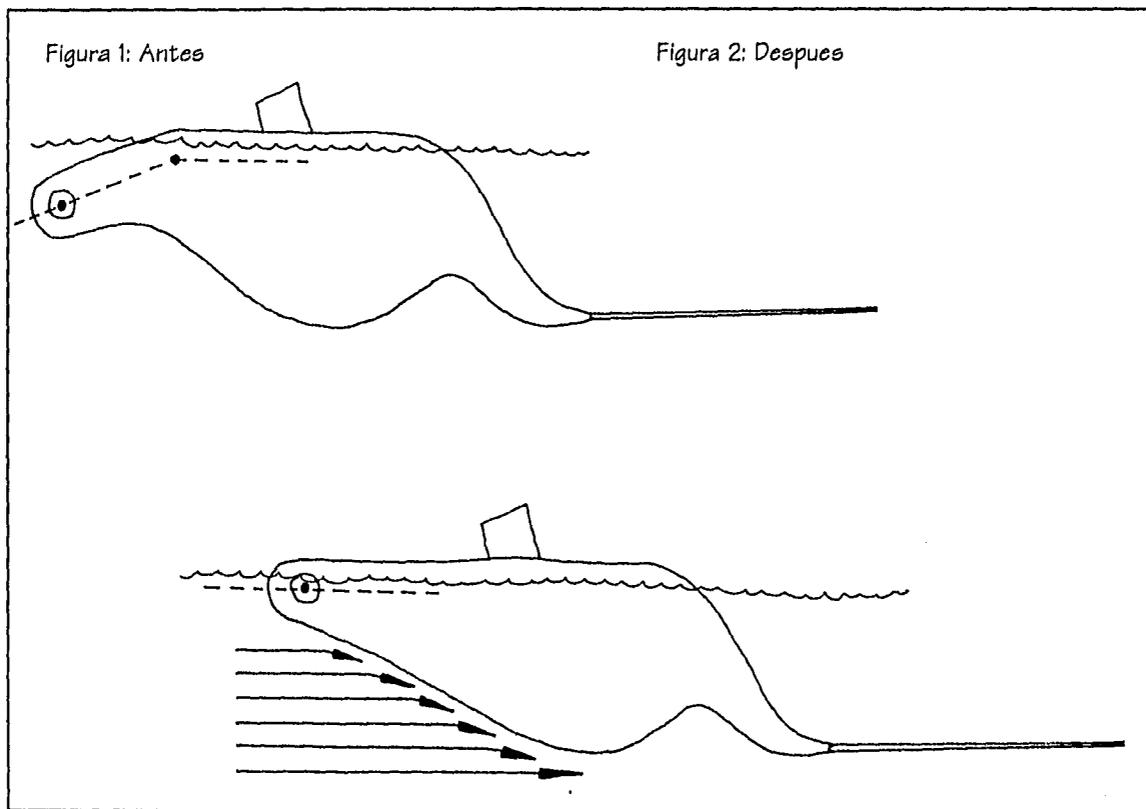
$P = mg/vh = hmg/v = \rho gh$  entonces:  $P = \rho gh$

## CONCLUSIONES:

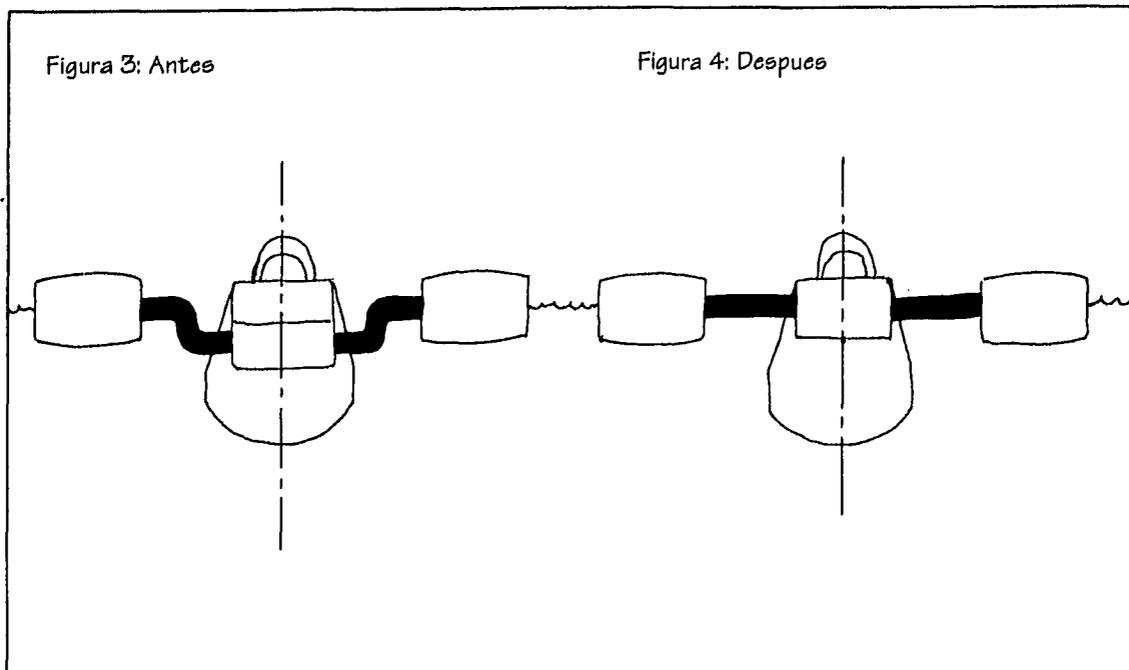
Después de haber realizado el prototipo y toda la investigación consecuente a este me di cuenta de que este requería ciertos cambios concernientes al mejoramiento funcional y estético de mi equipo, llegando a las siguientes conclusiones:

1- La forma debería de ser modificada para su mayor rendimiento de la siguiente manera:

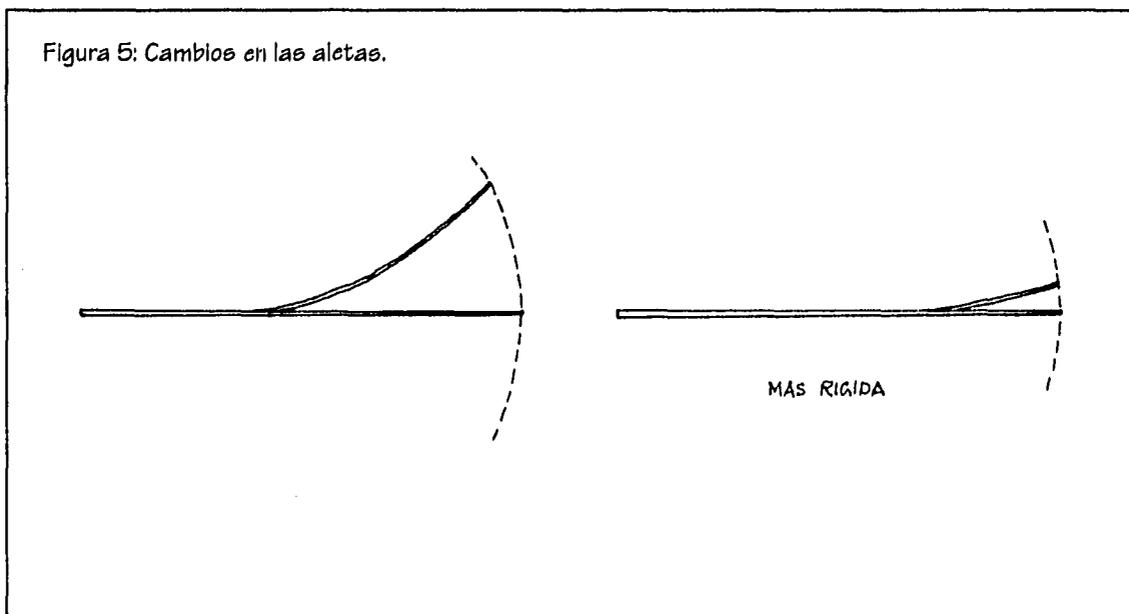
En vez de terminar con una inclinación en la parte frontal hacia abajo lo cual nos producía mayor resistencia al agua y por consiguiente al avance (figura 1), esta debería ser hacia arriba con lo que se logra menor resistencia al agua y logrando que el aparato logre mayor velocidad (figura 2).



2- Teniendo en cuenta la anterior modificación logramos con esto disminuir costos de producción en la maquinación del eje, ya que anteriormente se requería de codos y uniones (figura 3) que a la vez de que requieren mayor tiempo en su producción y por consiguiente mayor dinero, su tiempo de vida era considerablemente menor. En esta nueva propuesta el eje va a ser completamente recto (figura 4) lo que aparte de las ventajas anteriormente citadas, estéticamente es mejor.

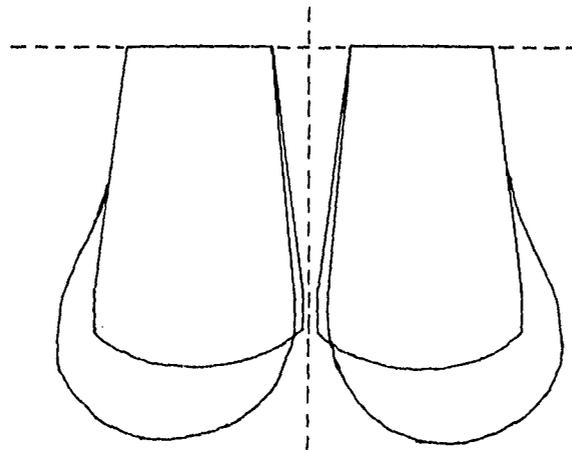


3- Las aletas al comprobarse en la experimentacion que su empuje no era optimo o que podia ser superado aun en su forma, concluimos que se le deberian hacer cambios en cuanto a su espesor para hacerlas mas rigidas y lograr con esto mayor empuje (figura 5).



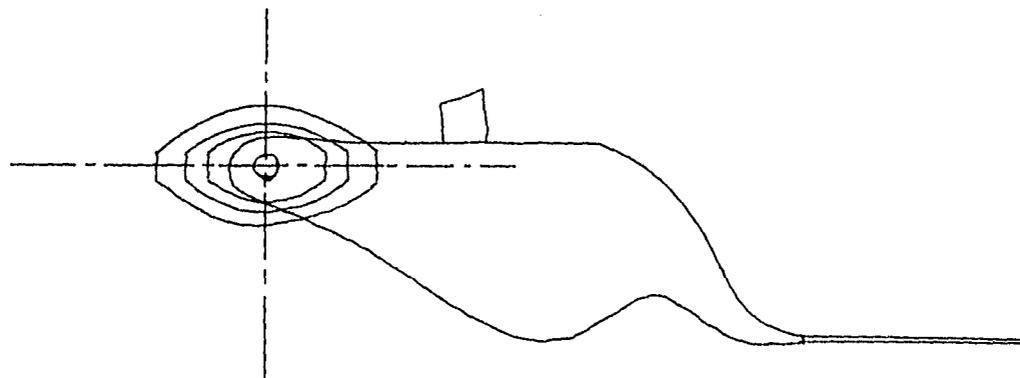
También se descubrió experimentalmente que las aletas chocaban entre sí, y conjuntamente con esto se pensó en aprovechar su forma para lograr dar las vueltas con mayor facilidad con solo dirigirlas hacia afuera (figura 6).

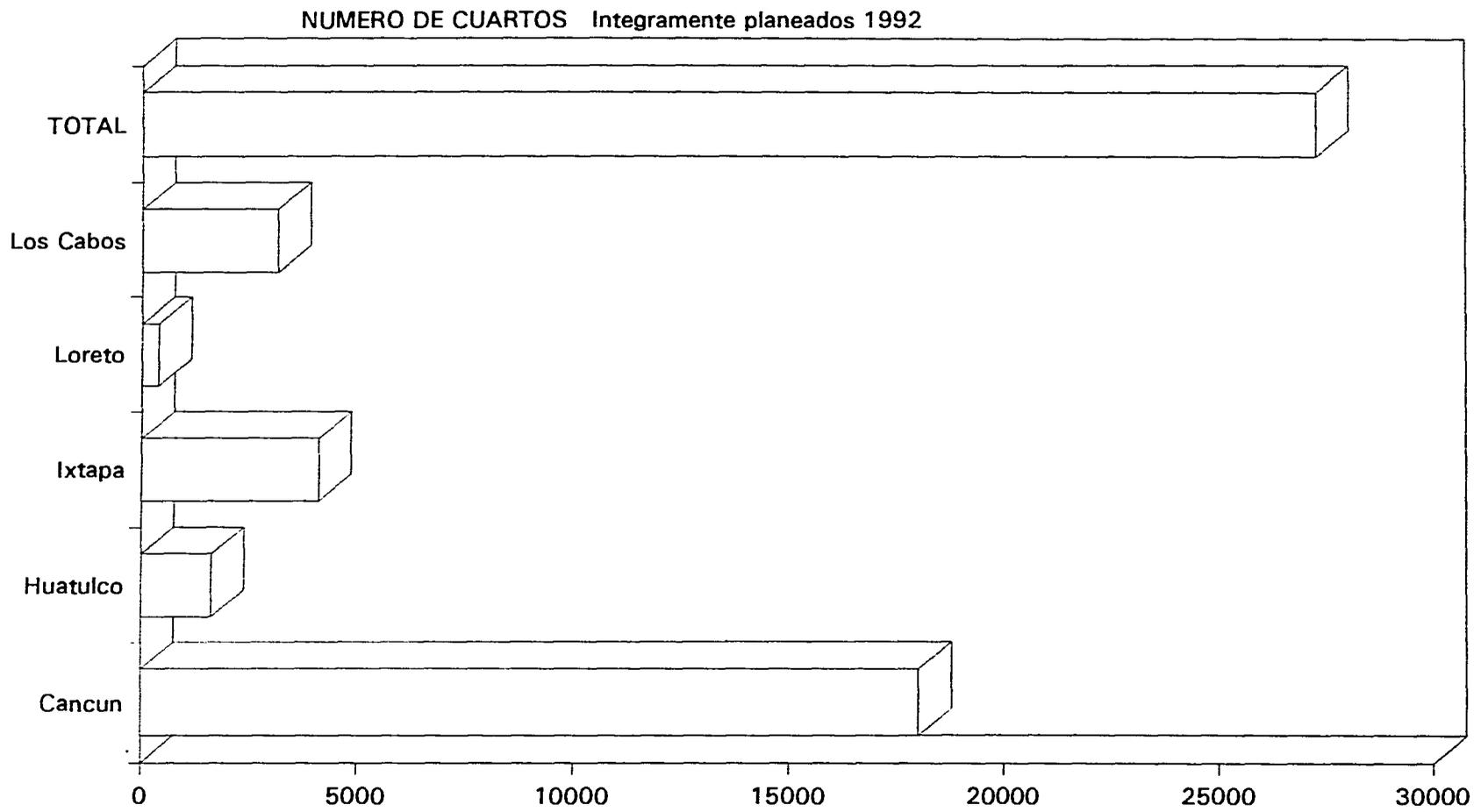
Figura 6: Cambios formales en las aletas.



3- Pensando en los diferentes pesos de los usuarios potenciales de este equipo y para evitar tener que hacer el cuerpo del equipo de diferentes tamaños para estos diferentes pesos, llegamos a la conclusión de que tan solo cambiando los tamaños de los flotadores y recorriendo para adelante o para atrás el soportapies logrando con esto recorrer el punto de equilibrio, se logra que diferentes personas con pesos diferentes puedan usar el equipo. (figura 7).

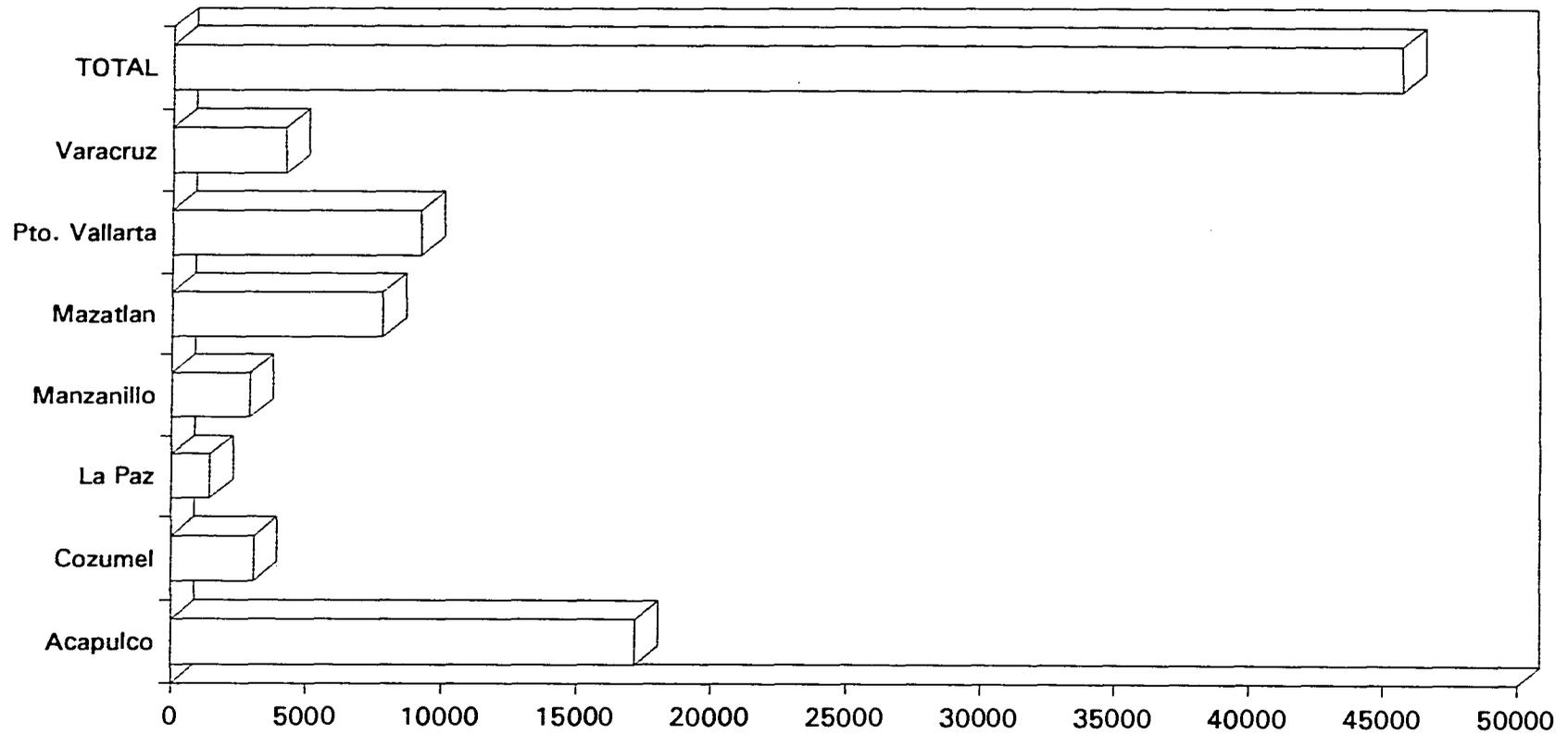
Figura 7: Diferentes tamaños de flotadores.



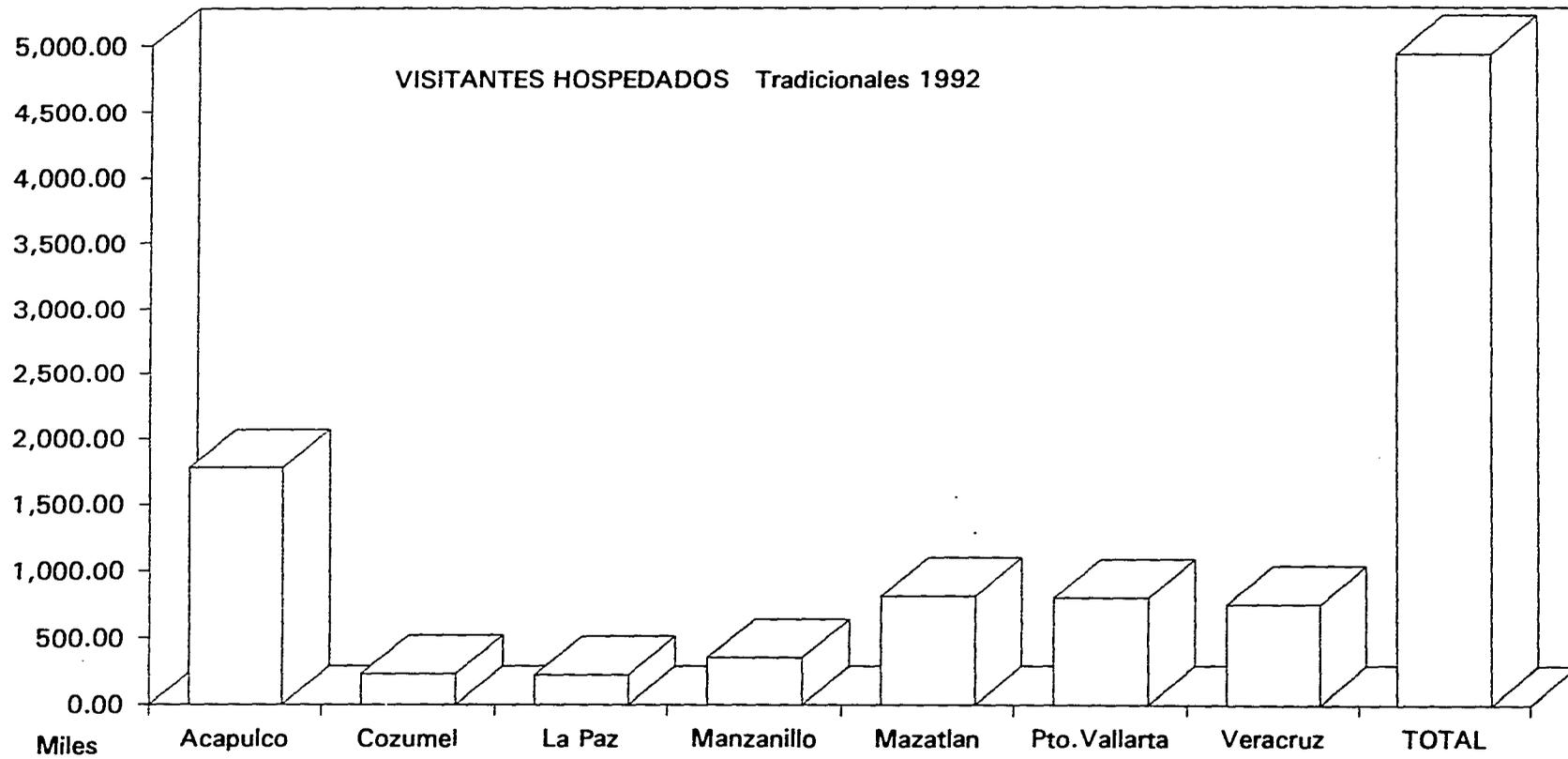


GRAFICA 1

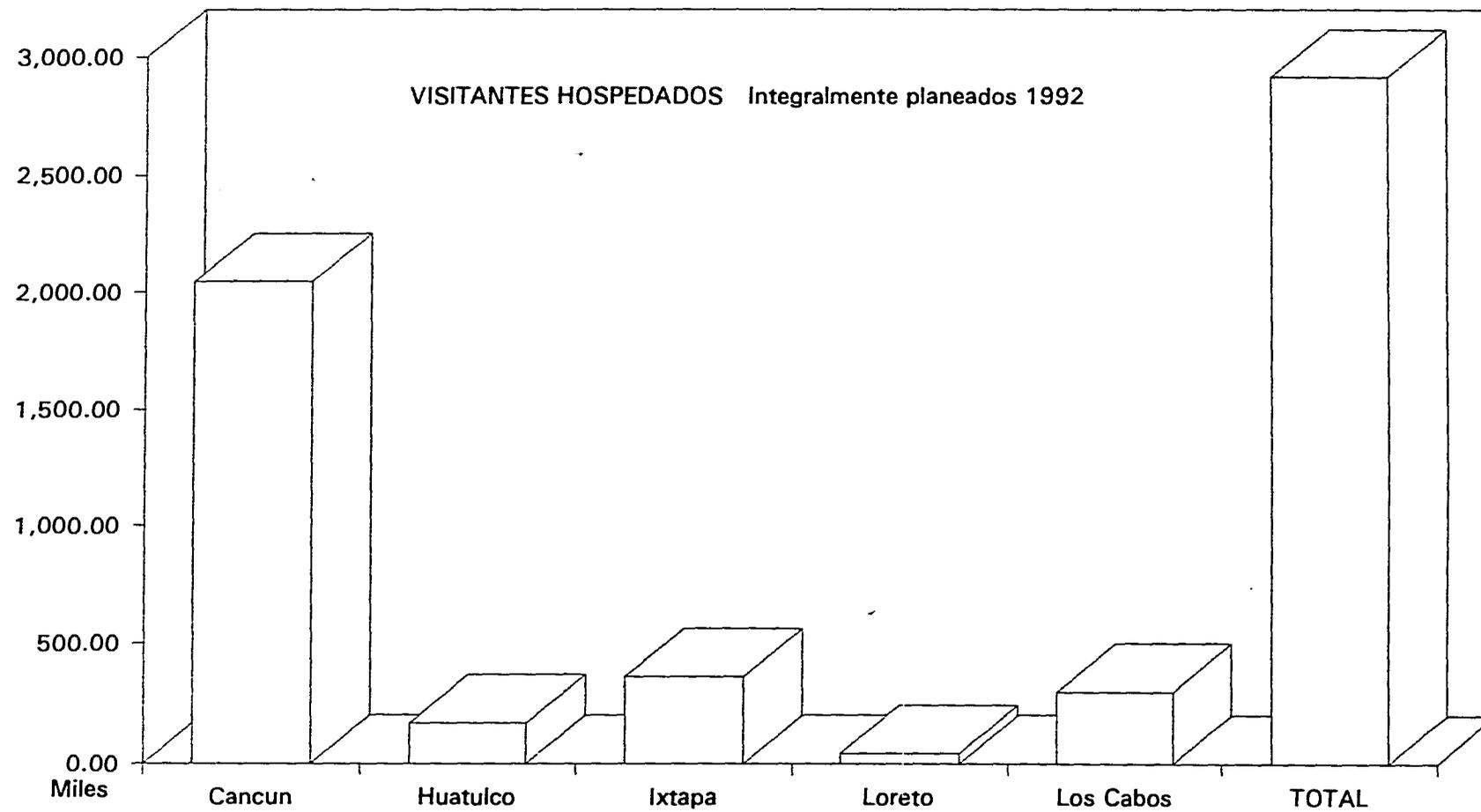
NUMERO DE CUARTOS Tradicionales 1992



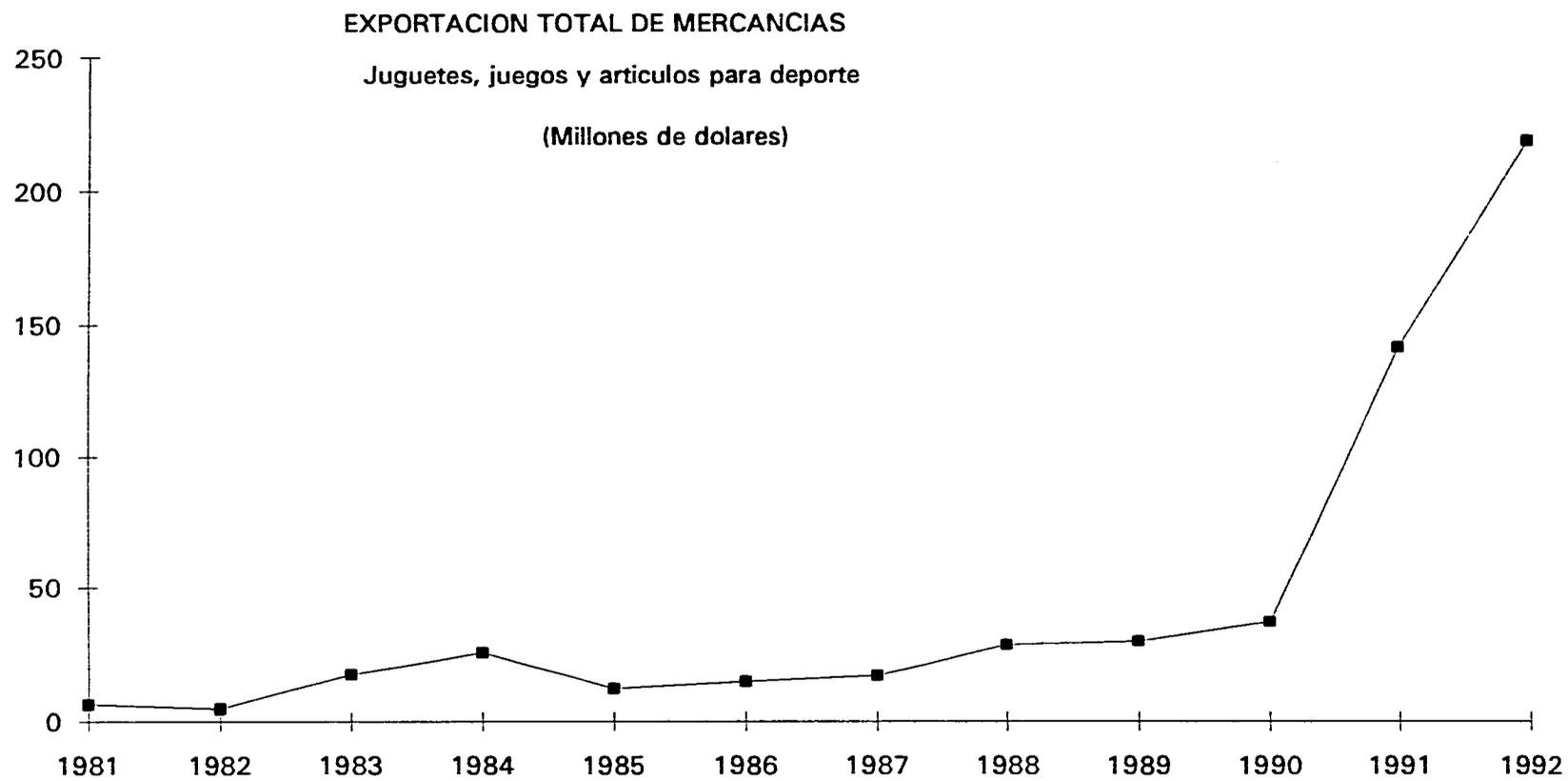
GRAFICA 2



GRAFICA 3



GRAFICA 4



GRAFICA 5

## **GLOSARIO:**

Ludico: Relativo al juego.

Ergonomia: Producto hecho de acuerdo a las medidas del cuerpo humano.

Ensamble: Union de piezas.

Hidroslide: Deslizador para el agua.

Bionica: Estudio de cualquier elemento natural y sus características esenciales de forma.

Morfologia: Estudio de la forma de los seres organicos.

Analogia: Relacion de semejanza entre cosas didtintas.

Analitica: Logica formal. Estudio de las formas del entendimiento.

Sintetica: Formacion artificial de un concepto, compuesto mediante la combinacion de sus elementos.

Densidad: Relacion entre el peso de un cuerpo y el de igual volumen de agua.

Escantillon: Regla, plantilla o patron.

Neopreno: Variedad de caucho sintetico.

Poliuretano: Materia plastica empleada en la industria de pintura y barnices y en la fabricacion de espumas y productos elasticos.

Poliestireno:

Presion: Relacion entre la fuerza ejercida de un fluido sobre una superficie y esta superficie.

Dinamica: Parte de la mecanica que estudia y calcula el movimiento y las fuerzas.

Vector: Recta definida en tamaño, direccion y sentido.

Patron: Modelo.

Paralelepipedo: Solido de seis caras paralelas de dos en dos y cuya base es un paralelogramo.

Aristas: Interseccion de dos planos.

Homogeneo: Dicese de un cuerpo cuyas partes integrales tienen igual naturaleza.

## **BIBLIOGRAFIA:**

SCHAUM (física general)  
Carel W. Van der Merwe.  
Mc. Graw Hill.

VOX (física 1)  
Francisco Lopez Ruiperez.  
Patria.  
Pags. 76-86

TIPPENS (conceptos y aplicaciones)  
Paul E. Tippens.  
Mc. Graw Hills.