

# TRABAJO DE MECÁNICA DE FLUIDOS

VERGARA PAREJA GUSTAVO

VALDÉZ GODIN ALDAIR

PILA MENDOZA JOSÉ

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

25 DE SEPTIEMBRE DE 2023

# Índice

<b>1 Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2 Objetivos</b>	<b>3</b>
2.0.1 Objetivo General . . . . .	3
2.0.2 Objetivos Específicos . . . . .	3
<b>3 Teoría Relacionada</b>	<b>4</b>
3.0.1 Hidrostática . . . . .	4
3.0.2 Fluido . . . . .	4
3.0.3 Principio de Arquímedes . . . . .	4
3.0.4 Centro de gravedad . . . . .	4
3.0.5 Metacentro . . . . .	4
3.0.6 Estabilidad . . . . .	5
3.0.7 Flotabilidad . . . . .	5
3.0.8 Casco de desplazamiento . . . . .	5
3.0.9 Dimensiones del Barco . . . . .	6
<b>4 Materiales y máquinas</b>	<b>7</b>
<b>5 Contenido y Resultados</b>	<b>8</b>
5.1 Línea de Flotabilidad . . . . .	10
5.2 Centro de flotación . . . . .	10
5.3 Centro de gravedad . . . . .	11
5.4 Metacentro . . . . .	11
<b>6 Conclusiones</b>	<b>11</b>
<b>Referencias</b>	<b>13</b>

## **1. Introducción**

El presente proyecto tiene como objetivo principal aplicar los principios de flotabilidad y estabilidad en el diseño y construcción de un bote. La mecánica de fluidos es una rama fundamental de la física que estudia el comportamiento de los fluidos en reposo o en movimiento. En este caso, nos enfocaremos en la forma en que los fluidos interactúan con el bote y cómo se puede lograr que este flote y se mantenga estable en el agua.

Se responderán preguntas como: ¿Cómo se diseñó el casco?, ¿Con qué materiales se construyó? y ¿Cuál es su finalidad?.

Para lograr este objetivo, se utilizarán principios de la física y la mecánica para describir el movimiento del casco y se analizarán las fuerzas involucradas en su funcionamiento. Además, se describirá el diseño mecánico de este, incluyendo los materiales utilizados y las especificaciones técnicas.

## **2. Objetivos**

### **2.0.1. Objetivo General**

- Diseñar y construir el casco de un bote aplicando los principios de flotabilidad y estabilidad.

### **2.0.2. Objetivos Específicos**

- Analizar y aplicar los conceptos teóricos de la mecánica de fluidos para comprender los principios de flotabilidad y estabilidad en el diseño de embarcaciones.
- Diseñar un bote que cumpla con los criterios de flotabilidad y estabilidad, considerando la ubicación del centro de gravedad, el centro de flotación y la forma del casco.
- Evaluar experimentalmente el desempeño del bote en términos de flotabilidad y estabilidad, realizando pruebas en condiciones controladas de agua y registrando datos relevantes como la inclinación, el desplazamiento y la capacidad de carga del bote.

### **3. Teoría Relacionada**

#### **3.0.1. Hidrostática**

El término hidrostática se refiere al estudio de los fluidos en reposo.

#### **3.0.2. Fluido**

Un fluido es una sustancia que se deforma continuamente cuando es sometida a un esfuerzo cortante, no importa si el esfuerzo cortante es muy pequeño. (Streeter y Wylie 1991, p.3).

#### **3.0.3. Principio de Arquímedes**

Se conoce que los barcos flotan, gracias a los aportes realizados por el físico Arquímedes; La fuerza de flotación que actúa sobre un cuerpo sumergido en un fluido es igual al peso del fluido desplazado por el cuerpo y actúa hacia arriba pasando por el centroide del volumen desplazado. Para los cuerpos flotantes, el peso del cuerpo completo debe ser igual a la fuerza de flotación ( $F_e$ ), la cual es el peso del fluido ( $W$ ) cuyo volumen es igual al de la parte sumergida de ese cuerpo, (Cengel and Cimbala 2018, p.101).

$$F_e = W = \gamma \cdot V_{sum} \quad (1)$$

#### **3.0.4. Centro de gravedad**

La resultante de las fuerzas de gravedad que actúan sobre un cuerpo, el cual conocemos como el peso del cuerpo, actúa por un punto denominado centro de gravedad del cuerpo. El centro de gravedad entonces se determina por la distribución del peso dentro del cuerpo, (Pytel 2009, p.442).

#### **3.0.5. Metacentro**

El metacento ( $mc$ ) se define como la intersección del eje vertical de un cuerpo cuando está en su posición de equilibrio, con una línea vertical que pasa a través de la posición nueva del centro de flotación cuando el cuerpo gira levemente.

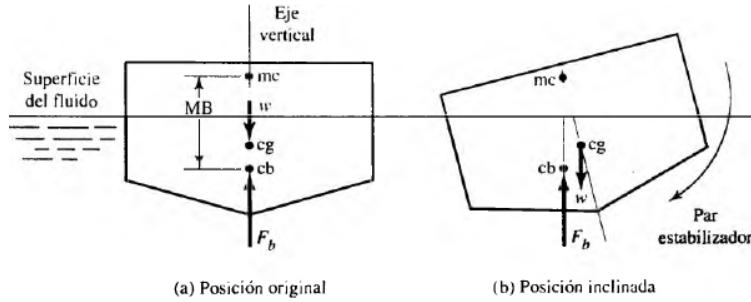


Figura 1: Posición del metacentro. Mott, (2006)

Donde:

**cg**, es el centro de gravedad.

**cb**, es el centro geométrico de la carena sumergida.

**mc**, es el punto de cruce de la línea vertical del centro del cuerpo con el plano de la línea central, conocido como Metacentro.

Si **mc** se sitúa arriba del centro de gravedad, el cuerpo es estable (Mott 2006, p.135).

### 3.0.6. Estabilidad

“La estabilidad se refiere a la capacidad que tiene un cuerpo de regresar a su posición original después de inclinarse con respecto de un eje horizontal. La condición de estabilidad para los cuerpos sumergidos por completo en un fluido es que su centro de gravedad esté por debajo de su centro de flotabilidad”, (Mott 2006 p.133).

### 3.0.7. Flotabilidad

“La flotabilidad se define como aquella capacidad que posee un cuerpo para sostenerse dentro de un fluido, donde la fuerza flotación actúa en dirección vertical hacia arriba a través del centroide del volumen desplazado”, (Mott 2006, p.124).

### 3.0.8. Casco de desplazamiento

“Es el cuerpo de una embarcación, sin contar los elementos móviles como: superestructuras, máquinas, arboladura, pertrechos (recambios), etc.” (Escola Port Aula Náutica, 2022).

### 3.0.9. Dimensiones del Barco

Para cualquier diseño de una embarcación que se desea analizar, es necesario conocer cada parte de esta estructura ingenieril. Las dimensiones principales que conforman un barco son, eslora máxima, es la longitud total del casco, la cual comprende desde la proa hasta la popa, manga máxima, es la mayor anchura de la cuaderna con estructuras asentadas, el calado, es la distancia desde la parte inferior de la quilla a la línea de flotación, el puntal, es la distancia máxima vertical medida desde la quilla hasta cubierta principal, la escora, es el ángulo de inclinación lateral de la embarcación y el asiento, es la diferencia en inclinación entre los calados de popa y de proa, esta se clasifica en apoyante, apropante y neutro o sentado. (Benítez y Silva 2023, p.5).

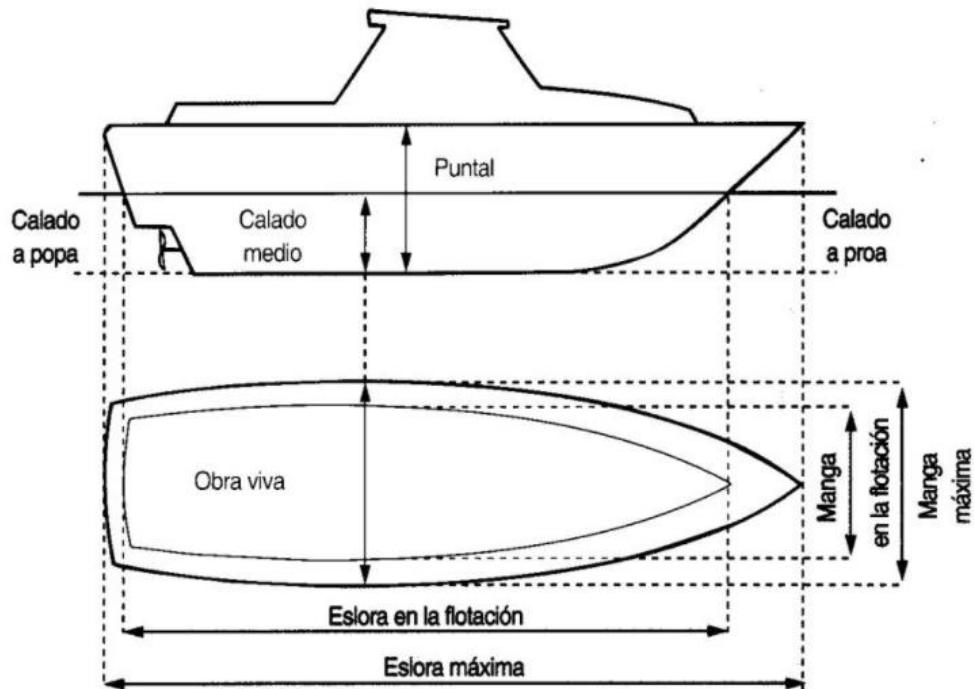


Figura 2: Dimensiones de un barco

## **4. Materiales y máquinas**

Los materiales utilizados para el desarrollo de este casco fueron:

- Madera (Roble)

- Pintura

- Marcadores

- Cincel

- Martillo

- Lápiz

- Escuadra

- Sierra circular

- Lijas

- Pulidora

## 5. Contenido y Resultados

El objetivo de este proyecto fué estudiar el movimiento del casco de un bote y realizar cálculos empíricos de su flotabilidad, estabilidad y análisis de fuerzas. Para el diseño, se construyó el casco de un barco a escala, y luego se realizaron pruebas en condiciones controladas de agua. Para el desarrollo de este proyecto, hicimos una búsqueda exhaustiva de modelos e ideas para construir el casco del barco.

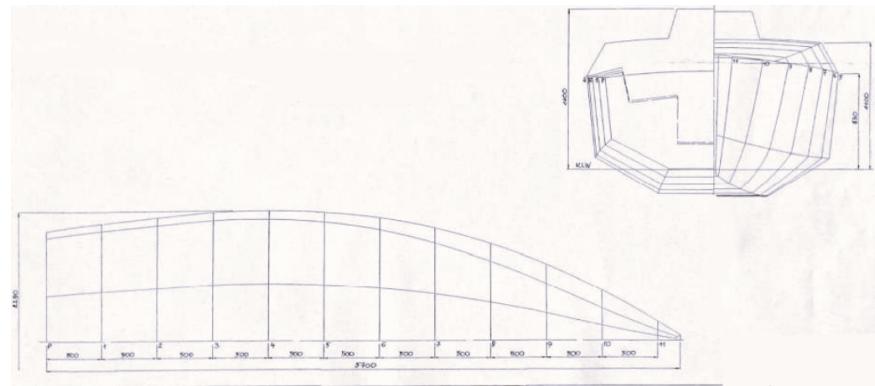


Figura 3: Planos oficiales ClassGlobe 5.80.

- A continuación, tomamos el diseño y las relaciones de medidas, y comenzamos a diseñar el casco de nuestro barco.

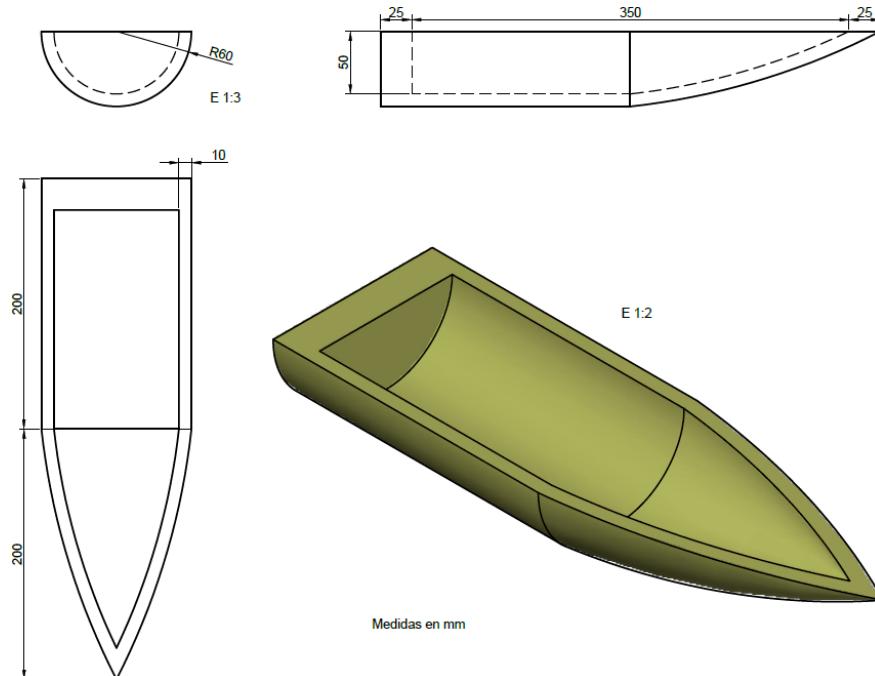


Figura 4: Plano del casco en Autocad

- Con ayuda de herramientas de carpintería y la supervisión de expertos, logramos un excelente producto final.



Figura 5: Fases de la construcción y producto final

A continuación, se presenta el análisis hidrostático del barco; El cual tiene dos momentos uno con el barco sin peso y otro con peso:

Ahora, definimos algunas propiedades del barco:

$$\rho_{roble} = \frac{m_{barco}}{V_{barco}} \rightarrow V_{barco} = \frac{m_{barco}}{\rho_{roble}} \quad (2)$$

$$V_{barco} = \frac{815g}{0,8 \cdot g/cm^3} = 1018,75cm^3 \quad (3)$$

### 5.1. Línea de Flotabilidad

Ahora bien, sabiendo que  $W=F_b$ ;

$$L_{sum} = \frac{V_{barco} \cdot \rho_{roble}}{0,4 \text{ cm} \cdot 0,12 \text{ cm} \cdot \rho_{agua}} = \frac{1018,75 \text{ cm}^3 \cdot 0,8g/cm^3}{360 \text{ cm}^2 \cdot 1g/cm^3} = 2,20 \text{ cm} \quad (4)$$

Por lo tanto la línea de flotabilidad se encuentra a 2,20 cm desde el fondo del barco.

### 5.2. Centro de flotación

EL centro de flotación será el centro de gravedad del volumen desplazado.

$V_d = V_{sum}$ ;

$$V_{sum} = \frac{(\pi \cdot ab) * 27 \text{ cm}}{2} = \frac{(\pi \cdot 2,2\text{cm} \cdot 6\text{cm}) * 27 \text{ cm}}{2} = 560 \text{ cm}^3 \quad (5)$$

$C_b$  = Centroide de la carena sumergida. La carena sumergida tiene la forma de media elipse; Así entonces,:

$\bar{x} = a = 5 \text{ cm}$ ;

$$\bar{y} = \frac{4b}{3\pi} = \frac{4(2,2\text{cm})}{3\pi} = 0,934\text{cm}$$

Así entonces, el centro de flotación se ubica 0,934 cm desde el fondo del barco.

### 5.3. Centro de gravedad

$C_g$  = Centro de gravedad de la figura.

$\bar{x} = 0\text{cm}$ ;

$\bar{y} = \frac{4r}{3\pi} = \frac{4(6\text{cm})}{3\pi} = 2,55\text{ cm}$  Así entonces, el centro de gravedad se ubica 2,55 cm desde el fondo del barco.

### 5.4. Metacentro

$$M_c = C_b + MB$$

$$MB = \frac{I_c}{V_d} = \left[ \frac{(20\text{ cm} \cdot 12\text{ cm}^3)}{12} + \frac{(20\text{ cm} \cdot 12\text{ cm}^3)}{36} \right] \cdot \frac{1}{1018,75\text{cm}^3} = 3,769\text{ cm} \quad (6)$$

$$M_c = C_b + MB = 4,7\text{cm} \quad (7)$$

Así entonces, el Metacentro se ubica 4,7 cm desde el fondo del barco.

Todos estos calculos fueron realizados sin la masa de 300g sobre el barco. A continuacion se realizarian los mismos calculos pero con la masa de 300g sobre el casco, el procedimiento es el mismo y los datos estimados son:

- La linea de flotabilidad se encuentra a 3,1 cm desde el fondo del barco.
- El centro de flotación se ubica 4,68 cm desde el fondo del barco.
- El centro de gravedad se ubica 3,45 cm desde el fondo del barco.
- El Metacentro se ubica 5,09 cm desde el fondo del barco.

## 6. Conclusiones

En conclusión, el proyecto de diseño y construcción de un bote basado en los principios de flotabilidad y estabilidad es una oportunidad para aplicar los conocimientos teóricos de la mecánica de fluidos de manera práctica y significativa. A lo largo del proyecto, se han abordado conceptos clave como el principio de

Arquímedes, el centro de flotación y la estabilidad. El diseño y construcción de un bote que cumpla con los principios mencionados requiere un enfoque integral que considere tanto los aspectos teóricos como los prácticos. Las dificultades enfrentadas se presentaron al momento de construirlo. El diseño se compone de cortes complejos, y hacer los cortes perfectos es un trabajo muy difícil, tales imperfecciones afectaron la precisión de los cálculos. Se han explorado conceptos teóricos fundamentales y se han aplicado en la práctica a través de la construcción del bote y la evaluación experimental de su desempeño en términos de flotabilidad y estabilidad. Este proyecto ha permitido comprender la relación entre la teoría de la mecánica de fluidos y su aplicación práctica en el diseño y construcción de embarcaciones. Estos conocimientos adquiridos son valiosos tanto en el ámbito académico como en el profesional, ya que la mecánica de fluidos juega un papel fundamental en numerosas disciplinas relacionadas con el diseño.

## Referencias

- Barcelona, E. P. (2015, enero). *1 · PNB-PER · NOMENCLATURA NÁUTICA - escola port - aula náutica.* <https://aulanautica.org/unit/pnb-per-nomenclatura-nautica/>. Escola Port. (Accessed: 2023-9-23)
- Benítez, M. J. P., y Silva, C. A. B. (2023). *Diseño DE UN CASCO PARA UN VEHÍCULO ACUÁTICO ALIMENTADO CON ENERGÍA SOLAR (VAES) EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO SINÚ, MONTERÍA-CÓRDOBA* (Tesis de Master no publicada). UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA.
- Cengel, Y. A., y Cimbala, J. M. (2018). *Mecánica de fluidos: fundamentos y aplicaciones.*
- Mott, R. L. (2006). *Applied fluid mechanics*. Pearson Educación.
- Pytel, A. (2012). *Ingeniería mecánica estática (3a. ed.).*
- Streeter, V., y Wylie, E. B. (1991). *Mecanica de los fluidos - 8 edicion*. McGraw-Hill Companies.