



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formatos para prácticas de laboratorio

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
ING. MECÁNICO	<u>2009-2</u>	12198	MECÁNICA DE FLUIDOS

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	MECÁNICA DE FLUIDOS 1	DURACIÓN (HORAS)
MF-02	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DETERMINACIÓN DE LA ALTURA METACÉNTRICA	1.50

### 1. INTRODUCCIÓN

La determinación de las fuerzas y los momentos que actúan sobre los cuerpos cae dentro del campo de conocimiento de las Ingenierías Mecánica y Civil en las ramas de la Física que comprende la Estática y la Dinámica. En el caso de los fluidos en reposo (Hidrostática), existe una condición de equilibrio de fuerzas entre el fluido y los cuerpos que se encuentran total o parcialmente sumergidos en ellos, este fenómeno se conoce como Flotación y sus leyes básicas se conocen desde los tiempos de Arquímedes.

### 2. OBJETIVO (COMPETENCIA)

La comprensión de las leyes fundamentales de la Hidrostática o Estática de los Fluidos ha permitido la aplicación de estas a campos muy extensos como los de la Ingeniería Naval, el diseño de instrumentos para la medición de presiones, el diseño de compuertas y presas de contención, tanques de almacenamiento, separación de mezclas de gases o de líquidos, floculación de sólidos en la industria químico-farmacéutica, perforación submarina y terrestre en la industria del petróleo o perforación geotérmica, entre otras.

En esta práctica se determina de una forma teórica y práctica el punto metacéntrico de un cuerpo parcialmente sumergido en agua para condiciones de equilibrio estable o cuasi-estable, causados por cambios provocados deliberadamente en el eje y en el plano de flotación del cuerpo. Los resultados teóricos y experimentales se comparan entre sí con el fin de obtener conclusiones de comportamiento de los cuerpos parcialmente sumergidos en un fluido en reposo.

El equipo pretende emular, a manera de ejemplo y de una manera sencilla, un procedimiento de carga de un barco de fondo plano (Pontón) utilizado en el mantenimiento de equipo marino o de dragado marítimo de tal manera que se presentan condiciones de equilibrio estable e inestable en el procedimiento.

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA ROGRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

**Código:** GC-N4-017  
**Revisión:** 3

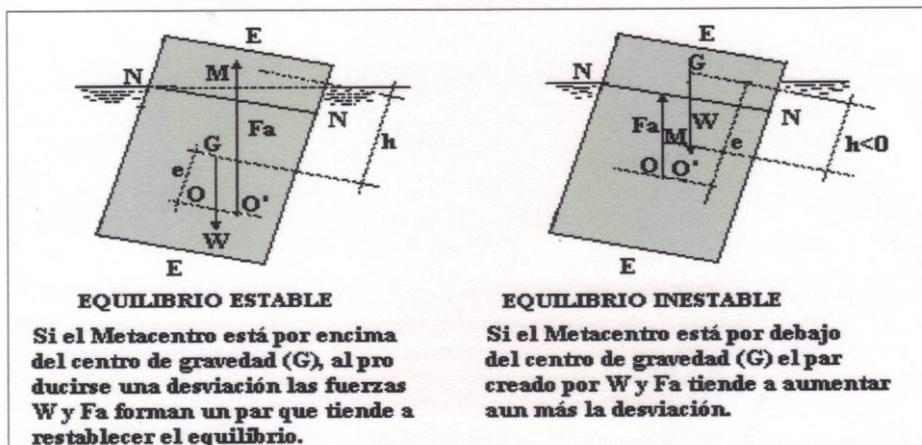
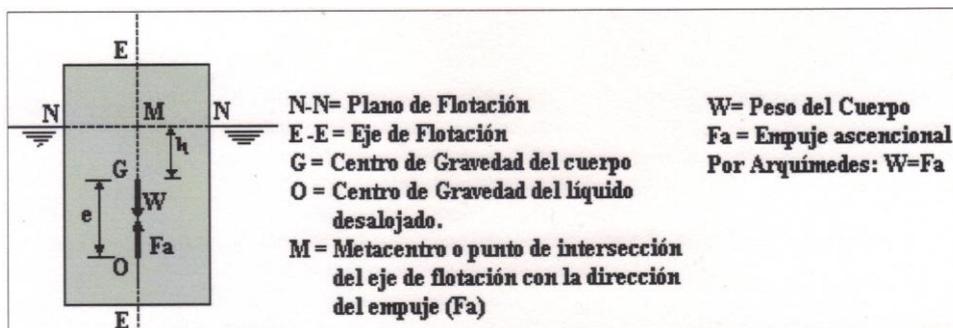


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

**Formatos para prácticas de laboratorio**

**3. FUNDAMENTO**

El principio de Arquímedes es el concepto fundamental para los cuerpos que flotan en un fluido y se expresa como: “Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje ascendente igual al peso del fluido que desaloja”. En el caso de cuerpos parcialmente sumergidos se definen las siguientes variables según la figura para un cuerpo sumergido y en equilibrio estable:



Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA ROGRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

**Código:** GC-N4-017  
**Revisión:** 3

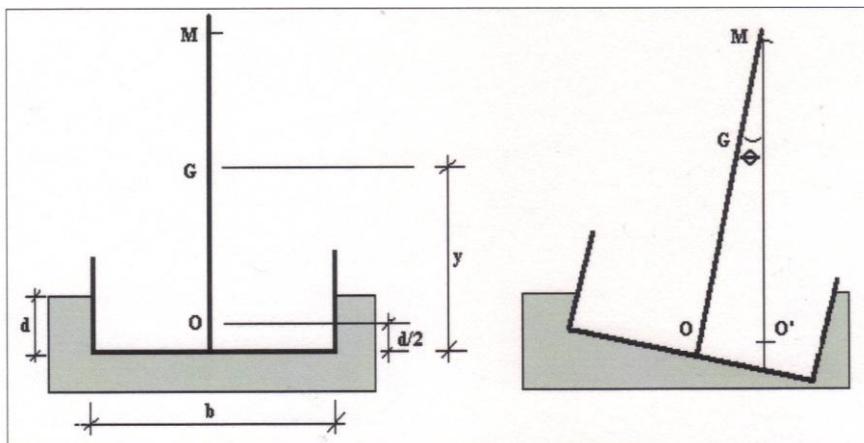


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

**Formatos para prácticas de laboratorio**

**Aquí (h) o (GM) es la ALTURA METACÉNTRICA. Para el mismo cuerpo sometido a perturbaciones por desbalance de sus pesos, se alcanzan otros estados de equilibrio:**

A).- Obtención Experimental de la Altura Metacéntrica. Aplicando los conceptos anteriores al equipo de Altura Metacéntrica, el experimento se puede plantear de la siguiente manera



Considerando el esquema del equipo, la Altura Metacéntrica experimental (GM) conforme  $\theta$  tiende a cero es:

$$GM = (Px/W) \cot \theta$$

donde:

- P = Peso de la masa móvil
- x = Distancia entre la masa móvil y el mástil
- $\theta$  = Ángulo de desviación

B).- Obtención Analítica de la Altura Metacéntrica en base a la geometría y aplicando momentos.

**Geoméricamente la Altura Metacéntrica se define como:  $GM = OM - OG$**

**El Radio Metacéntrico se define como:**

$$OM = I/V$$

Donde (I) es el Momento de Inercia de segundo orden del plano de flotación respecto a un eje a través de centroide perpendicular al plano de rotación, a medida que el equipo se desequilibra, y este puede calcularse mediante:

$$I = Lb^3/12$$

donde:

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA ROGRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

**Código:** GC-N4-017  
**Revisión:** 3



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formatos para prácticas de laboratorio

L = Longitud del equipo  
b = Ancho del equipo  
V = Volumen inmerso.

Por el Principio de Arquímedes, este Volumen de inmersión (V) puede ser calculado ya que:  $W = V\rho g$

La profundidad de inmersión (d) puede calcularse de:  $V = Lbd$

El punto (O) está en el centroide del área inmersa y a una distancia (d/2) de la base, y el centro de gravedad está a una distancia (y) sobre la base, por lo que:  $OG = y-d/2$

De lo anterior, sustituyendo estos valores en la ecuación de Altura Metacéntrica:

$$GM = b^2/12d-(y-d/2)$$

### 4. PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

A) EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
A).- BANCO HIDRÁULICO, CLAVE C-10. B).-EQUIPO DE ALTURA METACÉNTRICA (PONTÓN) -HMF-14	1.- BALANZA ELECTRÓNICA DE 1000 GRS. 2.- CINTA MÉTRICA

4.1.- La práctica requiere de mediciones longitudinales por lo que se solicitará una cinta métrica

4.2.- Pesar la masa de deslizamiento transversal (P)

4.3.- Ensamblar el equipo, fijar la masa de deslizamiento del mástil, y pesar el equipo ensamblado (sin la masa de desplazamiento horizontal) para obtener (W)

4.4.- Localizar el Centro de Gravedad (G).

La localización del Centro de Gravedad se hace poniendo el mástil en posición horizontal sobre un apoyo de borde delgado, una vez equilibrado en el borde se mide la longitud (y) que determina a G. Alternativamente al apoyo, se puede utilizar un hilo delgado y resistente.

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA ROGRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

Código: GC-N4-017  
Revisión: 3



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

**Formatos para prácticas de laboratorio**

4.5.- Llenar con agua el tanque volumétrico del banco hidráulico, flotar el equipo en el tanque:

- a).- Colocar la masa de deslizamiento horizontal en el centro del equipo hasta que  $\theta = 0$ .
- b).- Determinar la profundidad de inmersión (d).

4.6.- Se procede a la toma de datos experimentales:

Desplazar la masa de deslizamiento horizontal hacia la derecha del centro del mástil en incrementos de 10 mm. y anotando el desplazamiento angular  $\theta$  para cada posición. Repetir el desplazamiento de 10 mm. hacia la izquierda del centro.

4.7.- Repetir los puntos 4.3, 4.4 y 4.5 para un nuevo Centro de Gravedad (G) seleccionado arbitrariamente

**C) CÁLCULOS Y REPORTE**

5.1.- Presentar los datos tabulados de las dimensiones del equipo y sus lecturas para cada Centro de Gravedad determinado en forma experimental y analítica:

Longitud del pontón L= ----- Ancho del Pontón b=-----Altura del Pontón d= -----

Peso total del equipo sin masa de deslizamiento transversal W=-----

Peso de la masa de deslizamiento transversal P= -----

CENTRO DE GRAVEDAD $\gamma =$					
No. de Lect	POSICIÓN DE LA MASA DE DESLIZAMIENTO O TRANSVERSAL (x)	ANGULO DE INCLINACIÓN N (°)	ALTURA METACÉNTRICA EXPERIMENTAL L (GM)	ALTURA METACÉNTRICA CALCULADA (GM)	% DE DESVIACIÓN DE GM CALCULADA VS. EXPERIMENTAL
1					
2					
3					
4					
5					
etc.					

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA ROGRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

**Código:** GC-N4-017  
**Revisión:** 3



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formatos para prácticas de laboratorio

5.2.- Explicar la razón del porqué los valores de GM son menos precisos cuando los valores de  $(\theta)$  son bajos.

5.3.- Deducir la ecuación  $I = Lb^3/12$ .

5.4.- ¿Qué valor de  $(P)$  provocaría el volcamiento del Pontón?

### 5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A desarrollar por el grupo de experimentación.

### 6. ANEXOS

#### EQUIPO DE ALTURA METACÉNTRICA CLAVE HMF-14

##### 1.- DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.

El equipo para la determinación del metacentro de un cuerpo sumergido consiste en un Pontón rectangular provisto con un mástil vertical. El mástil vertical lleva una masa de deslizamiento vertical ajustable con el fin de variar la posición del Centro de Gravedad (G) del Pontón.

Código GC-N4-017

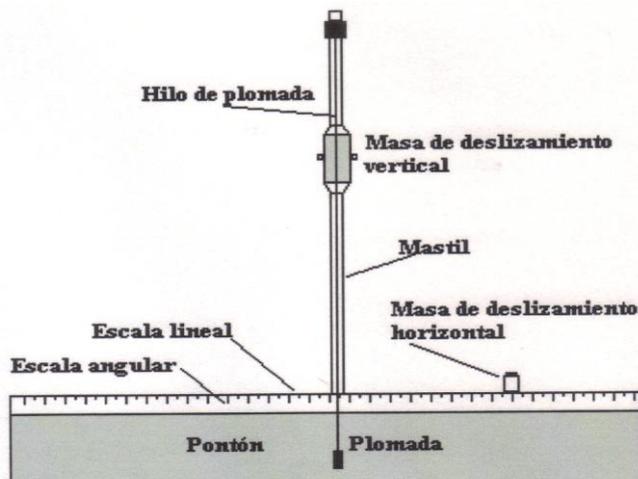
Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA ROGRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

**Código:** GC-N4-017  
**Revisión:** 3



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

**Formatos para prácticas de laboratorio**



Se utiliza una plomada conectada a la parte superior del mástil para medir el ángulo de desviación con ayuda de una escala angular en la parte lateral inferior del pontón

La desviación es provocada por una masa de deslizamiento horizontal la cual puede ajustarse con ayuda de una escala lineal localizada en la cara superior del Pontón.

El equipo se monta sobre el Banco Hidráulico para su utilización

El Pontón tiene las siguientes dimensiones:

Longitud = 0.350 m.

Ancho = 0.200 m.

Altura = 0.075 m.

**7. REFERENCIAS**

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA ROGRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

**Código:** GC-N4-017  
**Revisión:** 3