



PRACTICA N°4: FUERZAS HIDROSTÁTICAS

INTRODUCCIÓN

En el estudio de fluidos en reposo, es de suma importancia el cálculo de las fuerzas que ejercen los fluidos sobre las superficies con las que tienen contacto y el punto de aplicación o centro de presión de las fuerzas. La pared de un tanque de almacenamiento, las válvulas de compuerta en una presa o el casco de un barco en reposo, son ejemplos de placas que se encuentran expuestas a líquidos. Por lo tanto, para el óptimo diseño de este tipo de estructuras, es necesario hacer un análisis de fuerzas hidrostáticas.

OBJETIVOS

- ✓ Determinar la fuerza hidrostática que actúa sobre una superficie plana cuando se encuentra parcial y totalmente sumergida en agua.
- ✓ Comprender los conceptos básicos de la presión hidrostática.

MARCO TEÓRICO

Fuerza Hidrostática:

En la estática de fluidos se estudian los fenómenos relacionados con los fluidos en reposo. El único esfuerzo presente en la hidrostática es el esfuerzo normal. La fuerza que ejerce un fluido en reposo es normal a la superficie en contacto, puesto que no existe movimiento relativo entre el fluido y la superficie sólida, por lo que no existe una componente de fuerza cortante.

Sobre una superficie plana, la fuerza hidrostática forma un sistema de fuerzas donde por lo general se necesita conocer su magnitud y punto de aplicación, más conocido como centro de presión.

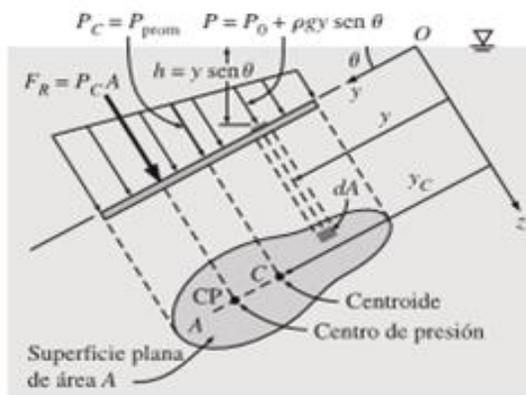


Figura 1. Fuerza hidrostática en un plano inclinado¹

La fuerza hidrostática resultante que actúa sobre una superficie está dada por la expresión:

$$F_R = (P_0 + \rho g h_c)A = P_c A$$

Ecuación 1

Donde P_c es la presión en el centroide de la superficie, y h_c es la distancia vertical del centroide a la superficie libre del líquido. La presión en el centroide de la superficie equivale de igual manera a la presión “promedio” sobre esta.

¹ Cengel, Y. A., Cimbala, J.M., & Skarina, S.F (2006). Mecánica de fluidos, fundamentos y aplicaciones (Vol.1).



Una vez se tiene la magnitud de la fuerza hidrostática actuante, se debe conocer el plano de acción de esta. Por lo general, esta línea de acción no coincide con el centroide de la superficie (está debajo donde la presión es mayor). El centro de presión (y_p) se determina igualando el momento de la fuerza resultante con el momento producido por la distribución de presiones, dando como resultado general:

$$y_p = y_c + \frac{I_x}{y_c A} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde I_x (Ecuación 3) es el momento de área de la sección sumergida respecto al eje de la superficie libre, que se obtiene a través del teorema de Steiner.

$$I_x = I_c + y_c^2 A \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde I_c corresponde al segundo momento de área de la superficie sumergida, que por lo general se encuentra tabulado para diferentes secciones transversales.

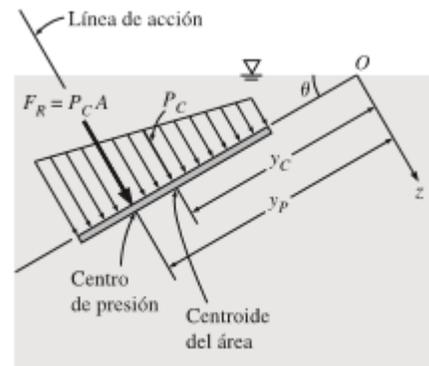


Figura 2. Fuerza resultante en superficie plana²

En términos generales una interpretación física del fenómeno de presión hidrostática, es la idealización de esta como un prisma virtual de presiones, donde el volumen corresponde a la magnitud de la fuerza y la línea de acción de este pasa por el centroide del prisma.

TEMAS DE CONSULTA

- ✓ Presión en un punto
- ✓ Fuerzas sobre superficies planas sumergidas
- ✓ Centro de presión
- ✓ Momentos de inercia
- ✓ Fuerzas sobre superficies curvas sumergidas

EQUIPOS:

- ✓ F1-10 Banco Hidráulico.
- ✓ F1-12 Equipo de presión hidrostática.
- ✓ Jarra (Opcional).
- ✓ Regla o calibrador.

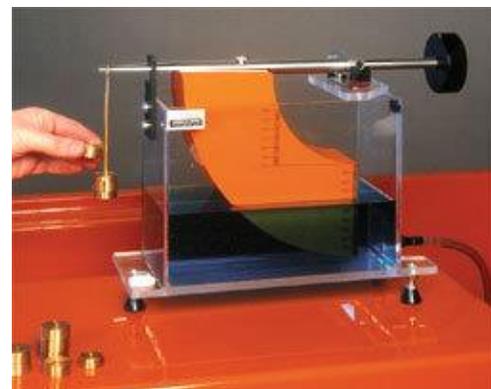


Figura 3. F1-12 Equipo de Presión hidrostática³

² Çengel, Y. A., Cimbala, J. M., & Skarina, S. F. (2006). Mecánica de fluidos: fundamentos y aplicaciones (Vol. 1). McGraw-Hill.

³ Armfield Ltd. Presión Hidrostática - <http://discoverarmfield.com/es/products/view/f1-12/presion-hidrostatica>.

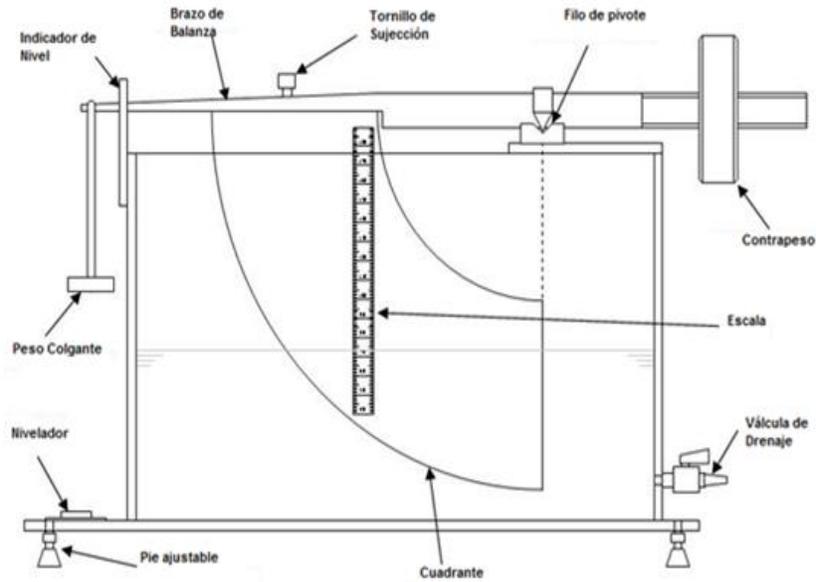


Figura 4. F1-12 Descripción detallada del equipo⁴

ACTIVIDAD

Lograr una condición de equilibrio entre los momentos que actúan sobre el brazo del aparato, los cuales son generados por los pesos sobre la balanza y la presión hidrostática en la cara externa del cuadrante.

Procedimiento:

- 1) Medir las dimensiones del aparato, que se muestran en la Figura 5.

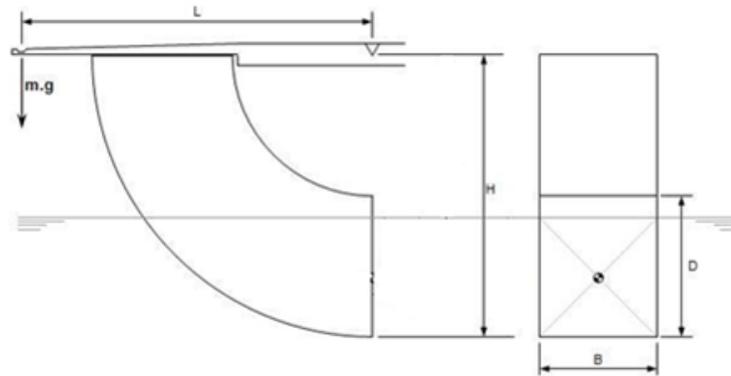


Figura 5. Medidas a registrar⁵

⁴⁻⁵ Armfield Ltda. (2013). Manual de instrucciones – Equipo de presión hidrostática. Issue 9.



- 2) Nivelar el equipo F1-12, ajustando los soportes y observando el nivel de burbuja ubicado en la base de este.
- 3) Ubicar la percha de peso en el extremo del brazo de equilibrio. Mover el contrapeso hasta que el brazo se encuentre completamente horizontal, observando el indicador de nivel.
- 4) Sobre la percha, añadir una masa de 10g, verificando que la válvula de drenaje en el extremo del tanque se encuentre cerrada.
- 5) Verter agua en el tanque usando una jarra o el banco hidráulico F1-10, hasta lograr el equilibrio del brazo. Si es necesario, establecer un sistema de sifón con la válvula de drenaje para permitir mayor control y menor perturbación.
- 6) Comprobar que el brazo de equilibrio se encuentre en la marca central del indicador de nivel y registrar la profundidad de inmersión en la cara del cuadrante.
- 7) Repetir el procedimiento anterior para incrementos de masa mostrados en la tabla de datos.

ANÁLISIS DE DATOS

1. Para cada incremento de masa propuesto, determinar los siguientes parámetros:

Masa [g]	Fuerza hidrostática [N]	Profundidad de presión (Experimental) [cm]	Profundidad de presión (Teórica) [cm]
10			
20			
...			
350			

Nota: La profundidad de presión experimental se debe determinar por medio de un análisis estático de momentos actuantes sobre el pivote del aparato. La profundidad de presión teórica se debe obtener a partir de los conceptos de fuerzas hidrostáticas.

Hallar el error entre la profundidad de presión experimental y teórica por medio de la expresión:

$$\%Error = \left[\frac{P_{Teórica} - P_{Experimental}}{P_{Teórica}} \right] * 100$$

Comente la variación de la fuerza hidrostática con la profundidad, y la relación entre la profundidad del centro de presión y la profundidad de inmersión. En ambos casos, señale qué sucede cuando el plano se sumerge en su totalidad. Comente las discrepancias entre los resultados experimentales y los teóricos para el centro de presión.



Universidad
Industrial de
Santander

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS

ESCUELA DE
INGENIERIA
Civil

Preguntas:

- Explique la influencia de la presión sobre las superficies curvas en el sistema
- ¿Qué sucedería con la distribución de presiones si se inclinara la superficie?
- ¿Qué influencia tiene la presión generada por el agua ubicada a los lados del cuerpo sumergido?
- Mencione las aplicaciones prácticas, en la Ingeniería Civil, relacionadas al estudio de las fuerzas hidrostáticas.

BIBLIOGRAFÍA:

- ✓ Y.A Cengel y J. M. Cimbala, Mecánica de fluidos: fundamentos y aplicaciones, 5° ed., Nueva York: McGraw-Hill, 2006.
- ✓ F. M. White, Fluid Mechanics, 5° Ed., Nueva York McGraw-Hill, 2006.
- ✓ Armfield, Estática y Manometría de fluidos - Manual de Instrucciones F1-12. Issue 1., Noviembre 2010.
- ✓ STREETER, Víctor L. Mecánica de fluidos. México: McGraw-Hill, 1966.



TABLAS DE DATOS

PRACTICA N°4: FUERZAS HIDROSTÁTICAS

AUXILIAR _____

FECHA: _____

GRUPO: _____ SUBGRUPO: _____

NOTA: _____

NOMBRES	CÓDIGO

ACTIVIDAD

Altura final en la cara D [cm] _____

Ancho final en la cara B [cm] _____

Longitud del brazo L [cm] _____

Altura al pivote H [cm] _____

Masa agregada [g]	Atura en la cara [cm]
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
100	
200	
300	
350	