



Escuela Superior Politécnica del Litoral
Facultad de Ingeniería en Mecánica Y Ciencias de la Producción
Guía de Laboratorio de Mecánica de Fluidos I
PRÁCTICA # 3
"IMPACTO DE UN CHORRO"

OBJETIVOS:

- ◆ Determinar la fuerza con que un chorro de agua golpea a una placa plana y a una copa semiesférica

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

Por medio del banco hidráulico se alimenta a una tubería vertical cuyo extremo es una tobera, se produce un chorro de agua que golpea en un álabe (placa plana o copa semiesférica). La tobera y el álabe se encuentran dentro de un cilindro transparente y en la base del cilindro hay un drenaje por medio del cual el fluido retorna al banco hidráulico para la determinación del caudal por tiempo de llenado del tanque volumétrico. Es necesario nivelar correctamente el aparato, con ello se logra que el chorro golpee verticalmente al álabe.

El álabe es sostenido por una palanca, sobre la que actúan tres fuerzas que producen momento con respecto al eje de la misma. Estas fuerzas son producidas por el resorte, el peso desplazable y por la fuerza ejercida sobre el álabe. Cualquier fuerza producida por el impacto del chorro puede ser balanceada moviendo el peso a lo largo de la palanca. El indicador muestra que la palanca se encuentra en su posición de equilibrio. El sistema se representa esquemáticamente como se muestra la Figura 1.

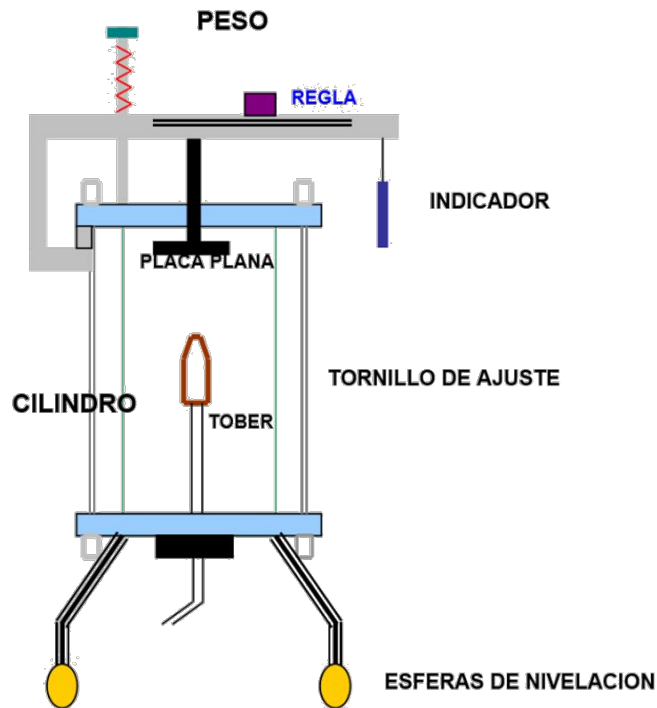


Figura 1 Esquema del banco de pruebas

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:

1. Colocar el peso desplazable en su posición de equilibrio. Verificar que el indicador señale la posición horizontal de la palanca.
2. Permitir el ingreso de agua desde el banco hidráulico abriendo la válvula de paso y ajustar el aparato hasta que el chorro golpee en la parte central del álabe.
3. Desplazar el peso desde la posición $X=20$ mm hasta $X=160$ mm a una razón de 20 mm; para cada posición, **abrir la válvula** de paso hasta que la fuerza de impacto del chorro de agua se equilibre, y estimar el caudal **midiendo el tiempo** que le toma al tanque volumétrico llenarse de **0 a 5l** en la escala pequeña o grande dependiendo del nivel de caudal.
4. Repetir el procedimiento con la copa semiesférica.



CÁLCULOS:

Al equilibrar la fuerza, desplazando el peso sobre la escala, se tiene la Ecuación 1, que es producto la suma de momentos en equilibrio ($\Sigma M = 0$) provocados por el peso de la masa desplazable $W=mg$ a una distancia X del pivote y la fuerza de equilibrio F en el álabo a una distancia d del pivote, Tanto m como d son valores conocidos (0.610 Kg y 0.1525 m respectivamente).

$$F = 4gX \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde X está en metros, F (fuerza de equilibrio) en Newtons y g es $9,81 \text{ m/s}^2$ (o usar el valor de la aceleración de la gravedad local para mayor precisión).

El caudal Q en m^3/s se obtiene mediante la ecuación 2, donde el volumen V está en litros, y el tiempo t en segundos:

$$Q = \frac{V}{1000t} \quad \text{Ecuación 2}$$

El flujo másico \dot{m} en Kg/s puede determinarse con la ecuación 3 en función de la densidad del agua ρ en Kg/m^3 , el área de la sección transversal de la salida de la tobera A en m^2 y la velocidad del chorro u en m/s:

$$\dot{m} = \rho Au \quad \text{Ecuación 3}$$

Por otra parte, el flujo másico también puede obtenerse con la Ecuación 4 en función del caudal Q de la ecuación 2, y la densidad del agua (se recomienda medir la temperatura del agua y usar el valor de densidad correspondiente para mayor precisión):

$$\dot{m} = Q * \rho \quad \text{Ecuación 4}$$

Combinando las ecuaciones 3 y 4 obtenemos una expresión para la velocidad de salida del chorro de la tobera que viene dada por la Ecuación 5 donde A es $78.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ y por cinemática se obtiene la Ecuación 6 para la velocidad de impacto del chorro u_0 :



$$u = Q/A$$

Ecuación 5

$$u_0 = \sqrt{u^2 - 2gs}$$

Ecuación 6

En la que $s = 37 \times 10^{-3} \text{ m}$ es la distancia desde el punto de inicio del chorro hasta la placa plana o copa.

La fuerza de impacto F_i está en función del flujo másico de la velocidad de impacto u_0 como se muestra en la ecuación 7; luego usando la ecuación 4 F_i queda en función de Q , y u_0 (Ecuación 8):

$$F_i = \dot{m} * u_0$$

Ecuación 7

$$F_i = Q * \rho * u_0$$

Ecuación 8

TABLA DE DATOS:

Temperatura del agua: ____ °C

PLACA PLANA			COPA SEMIESFÉRICA		
X [mm]	V [L]	t [s]	X [mm]	V [L]	t [s]
20	5		20	5	
40	5		40	5	
60	5		60	5	
80	5		80	5	
100	5		100	5	
120	5		120	5	
140	5		140	5	
160	5		160	5	

Tabla de Datos. Posición del peso respecto al pivote X [mm], Volumen de llenado V [L], y tiempo de llenado t [s].



TABLA DE RESULTADOS:

Densidad del agua usada ρ : _____ Kg/m³.

PLACA PLANA				
Fuerza de Equilibrio F (N)	Caudal Q (m ³ /s)	Velocidad de salida u (m/s)	Velocidad de impacto u ₀ (m/s)	Fuerza de Impacto F _i (N)
COPA SEMIESFÉRICA				
Fuerza de Equilibrio F (N)	Caudal Q (m ³ /s)	Velocidad de salida u (m/s)	Velocidad de impacto u ₀ (m/s)	Fuerza de Impacto F _i (N)

Tabla 2 Resultados

GRÁFICOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Graficar la Fuerza de equilibrio vs Fuerza de impacto para la placa y la copa en un mismo gráfico. Hallar la pendiente de cada tendencia, estableciendo la relación entre las dos fuerzas, compararlas también con la relación teórica de los mismos. Considerar la propagación de errores.