

# INFLUENCIA DE LA MEDICIÓN DEL VOLUMEN DE UN PISTÓN EN UNA BALANZA DE PRESIÓN

Jesús Aranzolo Suárez, José Luis Rivera Ramírez, Jorge Torres Guzmán  
 Centro Nacional de Metrología, México

km 4.5 carretera a Los Cués, El Marqués, Querétaro, México

Teléfono (52) 442 211 0572, fax (52) 442 211 0578, dirección de correo electrónico: jaranzol@cenam.mx

**Resumen:** Se determina la influencia en una balanza de presión de la medición de volumen del pistón. Se presentan los resultados de la medición del volumen y se compara con otras magnitudes de influencia para determinar el impacto de cada una en la medición de presión de una balanza.

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las magnitudes de influencia en las balanzas de presión es la masa. La evaluación de la masa está en función del volumen. Aquí se determina cuanto influye la medición del volumen en una balanza de presión, así como el valor medido o el valor proporcionado por el fabricante.

## 2. CALIBRACIÓN DEL VOLUMEN DE PISTONES DE BALANZAS DE PRESIÓN

### 2.1. Principales puntos a considerar en el método de medición del volumen

Para determinar el volumen del ensamble pistón-cilindro se utilizó el procedimiento de medición del volumen de sólidos por el método de pesada hidrostática, utilizando agua como patrón de transferencia. Una vez libre de impurezas en el pistón, se determina el volumen del pistón. Para lograr la medición, primero se realiza la determinación de su peso en el aire y después se pesa suspendido en un líquido de densidad conocida (agua tipo 1).



Fig. 1. Sistema de pesada hidrostática.

### 2.2. Resultados obtenidos en la calibración de volumen

Serie	Masa $m$	Incertidumbre $U'$	Volumen $V'$	Incertidumbre $U'$
108A	199.976 835 g	0.000 050 g	47.4787 cm <sup>3</sup>	0.0090 cm <sup>3</sup>

### 2.3. Análisis de la influencia de la medición del volumen en una balanza de presión

Para analizar la influencia de la medición del volumen se determina la masa de dos maneras, primero considerando el volumen del fabricante y después con los valores obtenidos por la calibración del volumen. Los resultados se aplican a la estimación de incertidumbre de la balanza de presión mediante la ecuación 1.

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \left[ 1 - \left( \frac{\rho_a}{\rho_m} \right) \right] g + \gamma C}{A_0 (1 + (\alpha_c + \alpha_p)(t - t_r)) (1 + b p_n)} - P_c \quad (1)$$

## 3. RESULTADOS

De acuerdo a las tablas 2 y 3, la diferencia máxima en la influencia de la incertidumbre expandida debida al volumen usando el valor del fabricante contra la medición del volumen, es de 0.01 %.

## 4. DISCUSIÓN

Es importante conocer cuanto afectan las variables, comparar cuando se tiene un valor del fabricante contra un resultado obtenido por una calibración. Con esto con se tiene un mejor conocimiento de la influencia de esta magnitud.

## 5. CONCLUSIONES

Para una balanza de presión que no sea de alta exactitud el valor de volumen proporcionado por el fabricante es suficiente.

## AGRADECIMIENTOS

Se le agradece la participación de Luis Manuel Ramírez Muñoz en los cálculos de la incertidumbre del volumen.

**Tablas 2 y 3. Primera tabla con valores de la medición del volumen; segunda tabla con valores de volumen proporcionados por el fabricante.**

P =	350	kPa	co ef. Sensib. rel.			inc.				Porcentaje de Impacto	Grados de Libertad	Contribuciones	
$X_i$	valor	unidades	Ecuación $dP/dx_i$	valor	unidades	$X_i$	unidades	inc. relativa	$dP/dx_i \cdot u(x_i)$ en kPa	$(DP/Dxi \cdot u(x_i))^2 / (uc(P))^2$ en %	$\nu_i$	$(u_i(y))^4 / \nu_i$	Tipo
$m$	35.0003	kg	$\gamma m$	0.02857184	$kg^{-1}$	179E-05	kg	5.1E-07	179E-04	0.78%	200	3.0E-07	A (normal) certificado
$g_i$	9.780 845	$m/s^2$	$\gamma g_i$	0.102 24	$s^2/m$	5.0E-06	$m/s^2$	5.1E-07	18E-04	0.8%	200	3.0E-07	B (Rect.) Rec. OML I27
$\rho_a$	0.95	$kg/m^3$	$1/\rho_a$	0.000 13	$m^3/kg$	0.0050	$kg/m^3$	6.3E-07	2.2E-04	12%	200	7.1E-07	B (Rect.) calculada
$\rho_m$	7920	$kg/m^3$	$\rho_a / \rho_m^2$	15E-08	$m^3/kg$	77	$kg/m^3$	12E-06	4.1E-04	4.1%	50	3.3E-05	B (Rect.) especificaciones
$A_0$	9.804 89E-04	$m^2$	$\gamma A_0$	102E+03	$m^2$	5.2E-09	$m^2$	5.3E-06	19E-03	83.9%	200	3.5E-03	A (normal) certificado
$\alpha_p$	4.50E-06	$^{\circ}C^{-1}$	$A_i$	2	$^{\circ}C$	4.5E-07	$^{\circ}C^{-1}$	9.0E-07	3.2E-04	2.4%	50	1.2E-05	B (Rect.) especificaciones
$\alpha_c$	5.50E-06	$^{\circ}C^{-1}$	$A_i$	2	$^{\circ}C$	5.5E-07	$^{\circ}C^{-1}$	1.1E-06	3.9E-04	3.6%	50	2.6E-05	B (Rect.) especificaciones
$A_t$	2	$^{\circ}C$	$\alpha_p + \alpha_c$	100E-05	$^{\circ}C^{-1}$	0.100	$^{\circ}C$	10E-06	3.5E-04	3.0%	200	4.4E-06	B (Rect.) especificaciones
$b$	9.10E-09	$kPa^{-1}$	$p_a$	0.350	kPa	9.1E-10	$kPa^{-1}$	3.2E-07	1.1E-04	0.3%	200	4.6E-08	A (normal) certificado
$p_n$	350	kPa	$b$	9.10E-09	$kPa^{-1}$	0.0018	kPa	1.6E-11	5.6E-09	0.0%	50	1.1E-24	B (Rect.) especificaciones
incertidumbre combinada										5.8E-06	2.0E-03	Grados de Libertad ( $\nu_i$ )	278
incertidumbre expandida										1.2E-05		Factor t95.5 (vef) =	2.10
incertidumbre expandida/kPa										0.004		Nivel de confianza $p =$ aproximadamente de 95.45 %	

  

P =	350	kPa	co ef. Sensib. rel.			inc.				Porcentaje de Impacto	Grados de Libertad	Contribuciones	
$X_i$	valor	unidades	Ecuación $dP/dx_i$	valor	unidades	$X_i$	unidades	inc. relativa	$dP/dx_i \cdot u(x_i)$ en kPa	$(DP/Dxi \cdot u(x_i))^2 / (uc(P))^2$ en %	$\nu_i$	$(u_i(y))^4 / \nu_i$	Tipo
$m$	35	kg	$\gamma m$	0.028571429	$kg^{-1}$	178E-05	kg	5.1E-07	178E-04	0.77%	200	3.0E-07	A (normal) certificado
$g_i$	9.780 845	$m/s^2$	$\gamma g_i$	0.102 24	$s^2/m$	5.0E-06	$m/s^2$	5.1E-07	18E-04	0.8%	200	3.0E-07	B (Rect.) Rec. OML I27
$\rho_a$	0.95	$kg/m^3$	$1/\rho_a$	0.000 13	$m^3/kg$	0.0050	$kg/m^3$	6.3E-07	2.2E-04	12%	200	7.1E-07	B (Rect.) calculada
$\rho_m$	7920	$kg/m^3$	$\rho_a / \rho_m^2$	15E-08	$m^3/kg$	77	$kg/m^3$	12E-06	4.1E-04	4.1%	50	3.3E-05	B (Rect.) especificaciones
$A_0$	9.804 89E-04	$m^2$	$\gamma A_0$	102E+03	$m^2$	5.2E-09	$m^2$	5.3E-06	19E-03	83.9%	200	3.5E-03	A (normal) certificado
$\alpha_p$	4.50E-06	$^{\circ}C^{-1}$	$A_i$	2	$^{\circ}C$	4.5E-07	$^{\circ}C^{-1}$	9.0E-07	3.2E-04	2.4%	50	1.2E-05	B (Rect.) especificaciones
$\alpha_c$	5.50E-06	$^{\circ}C^{-1}$	$A_i$	2	$^{\circ}C$	5.5E-07	$^{\circ}C^{-1}$	1.1E-06	3.9E-04	3.6%	50	2.6E-05	B (Rect.) especificaciones
$A_t$	2	$^{\circ}C$	$\alpha_p + \alpha_c$	100E-05	$^{\circ}C^{-1}$	0.100	$^{\circ}C$	10E-06	3.5E-04	3.0%	200	4.4E-06	B (Rect.) especificaciones
$b$	9.10E-09	$kPa^{-1}$	$p_a$	0.350	kPa	9.1E-10	$kPa^{-1}$	3.2E-07	1.1E-04	0.3%	200	4.6E-08	A (normal) certificado
$p_a$	350	kPa	$b$	9.10E-09	$kPa^{-1}$	0.0018	kPa	1.6E-11	5.6E-09	0.0%	50	1.1E-24	B (Rect.) especificaciones