



2022 Sep– Oct

**MetAs**  
Metrólogos Asociados

**La Guía**

## Cálculo del Error de Abbe y su contribución de incertidumbre.

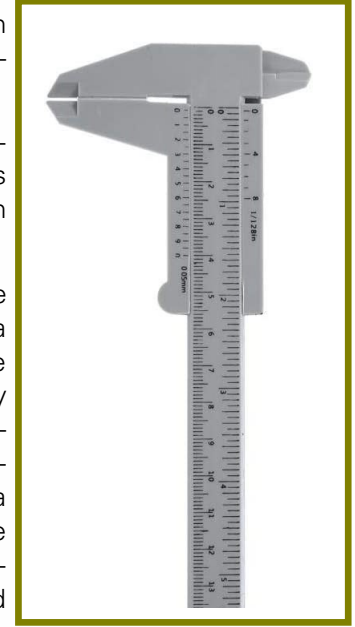
Este error toma su nombre de Ernst Abbe, científico nacido en Alemania en 1840. Quien junto con Carl Zeiss y Otto Schott sentaron las bases de la óptica moderna.

Este error está presente en la vida cotidiana de la industria manufacturera. Es común que empresas de manufactura tengan áreas de control de calidad donde emplean instrumentos de medición para verificar que la pieza cumple las especificaciones de diseño.

El principio de Abbe menciona: “el instrumento de medida debe estar construido siempre de manera que la distancia a medir sea continuación, en línea recta, de la escala graduada que constituye la referencia de medida. ... en el caso de que el eje de medida y el de la escala no sean coincidentes, sino que se encuentren separados por una cierta distancia, entonces la longitud leída coincidirá con la longitud medida solo si el sistema móvil se desplaza paralelamente a la escala, sin rotación alguna. Si el sistema sufre de algún tipo de rotación entre las posiciones inicial y final, entonces la longitud leída sobre la escala no coincidirá con la longitud medida”.

Dicho de otra forma, este error en la medida de longitud, corresponde a los movimientos angulares que puedan presentarse en el mecanismo durante su movimiento de traslación.

Es donde nos encontramos con el instrumento más común de la industria, el calibrador tipo Vernier, instrumento fácil de usar, económico, accesible y versátil que nos permite medir interiores, exteriores y profundidades. Y es la misma naturaleza del diseño del instrumento que hace que el error de Abbe siempre deba ser tomado en cuenta. Es necesario mencionar, que el error de Abbe no es exclusivo del calibrador vernier.



### *Apasionados por la Metrología*

La Guía MetAs es el boletín electrónico de difusión periódica de MetAs y Metrólogos asociados. En La Guía MetAs se presentan noticias de metrología, artículos e información técnica; que deseamos compartir con usted, colegas, usuarios, clientes estudiantes y todos aquellos interesados en la metrología técnica e industrial.

MetAs-Matriz:  
Antonio Caso #246, Centro, 49000  
Cd. Guzmán, Jalisco, México.  
341 413 6123,

MetAs-Óptica:  
Av. Luis Vega y Monroy #322—6 Planta Baja.  
Plazas del Sol 1a Sección, 76099  
Querétaro, Querétaro, México.  
442 223 4527

MetAs-Guadalajara:  
Batalla de Zacatecas #2931, Fraccionamiento Revolución, 45589, Tlaquepaque, Jalisco, México.  
333 860 7141

### Servicios Metroológicos

Laboratorios acreditados  
EMA  
A-05 Acústica  
DEN-09 Densidad  
D-159 y D-159-S1 Dimensional  
E-67 Eléctrica  
EM-03 Equipo Médico  
H-05 Humedad  
M-129 Masa

ME-15 Mediciones Especiales  
OP-05 Óptica  
P-44 Presión  
T-38 Temperatura  
TF-22 Tiempo y Frecuencia  
V-33 Volumen  
MM-1328-127/21 Metal Mecánica.

Consultoría:  
Capacitación, entrenamiento, asesoría, auditorías, ensayos de aptitud, sistemas de calidad.

Gestión Metroológica:  
Subcontratación de servicios, selección de proveedores, confirmación metroológica.

Ingeniería:  
Selección de equipos, desarrollo de sistemas de medición y software, reparación y mantenimiento.

## Instrumentos con error de Abbe inherente a su forma de operación.

En el calibrador vernier, la pieza se coloca entre dos bocas, una es fija y está en el mismo elemento donde se encuentra la escala fija de lectura, y la otra es móvil, que se apoya contra la pieza a medir, que se desplaza sobre el cuerpo fijo. La manera de minimizar el error, es colocando la pieza lo más cercanamente posible a la escala de medida y mantener el elemento móvil paralelo a la escala.

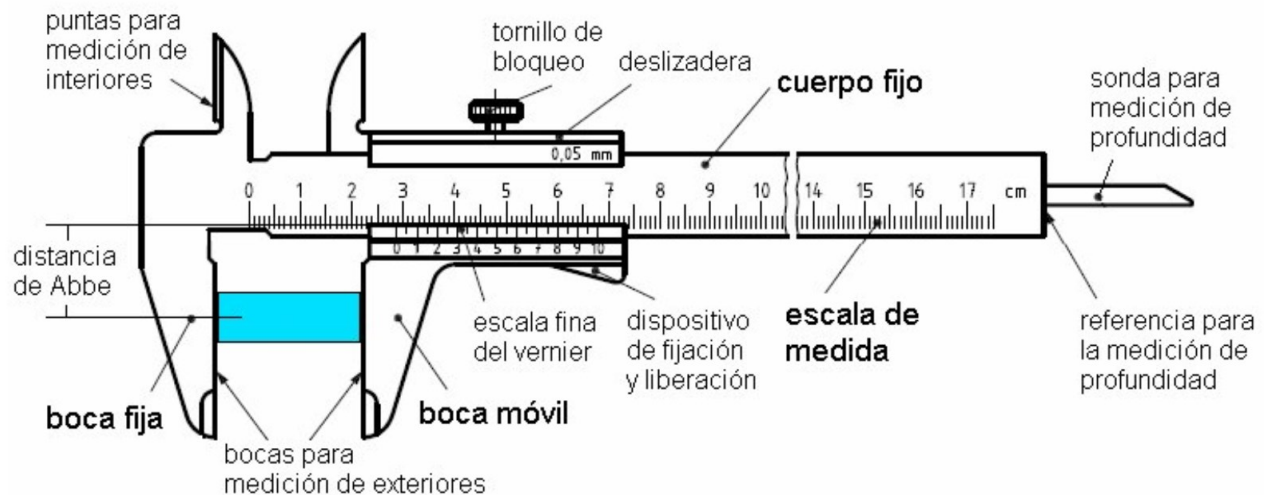


Figura 1. Elementos de un calibrador tipo Vernier.

La distancia que existe entre el punto o la línea de medición (marcada en azul) y la línea o escala de referencia se le conoce como distancias de Abbe. ( $d_{Abbe}$ ).

Otro ejemplo de error de Abbe lo podemos encontrar en un medidor de alturas, similar al calibrador vernier que tiene un elemento móvil, donde se observa que la línea de medición, no es coincidente a la línea de la escala.



Imagen 1. Medidor de alturas.

## Influencia del error de Abbe en mediciones de longitud.

El error de Abbe depende del error de guiado (cabeceo) de la parte móvil de la parte móvil y de la distancia de Abbe ( $d_{Abbe}$ ).

Cabe mencionar, que este error puede presentarse con mayor frecuencia en operadores con menor experiencia en el área dimensional al emplear elementos de medición, ya que a diferencia de instrumentos como el micrómetro de exteriores, cuya línea de medición sí es coincidente con la línea de referencia, que además posee un trinquete en el mecanismo de apriete cuyo propósito es mantener lo más constante posible la fuerza con la que el vástago se apoya sobre la pieza a medir y evitar deformar la pieza, instrumentos como el calibrador vernier o el medidor de alturas la fuerza de contacto depende 100% de la habilidad del operador. Salvo el mecanismo impida el mínimo movimiento angular del elemento móvil, el error de Abbe no existiría.

### Cálculo del error de Abbe.

Realizaremos un ejercicio para calcular el error de abbe en la calibración de un calibrador vernier. Utilizaremos un error de linealidad de  $5 \mu\text{m}$  ( $e_{\text{linealidad}} = 5 \mu\text{m}$ ) en las caras de medición, una distancia de mordaza de  $L=50\text{mm}$

Primero necesitamos sacar el valor del ángulo  $\alpha$  generado entre la posición inicial y final de la cara de medición de la parte móvil. Que posteriormente nos guiaría al error en la medida de longitud utilizando una distancia de Abbe  $d_{Abbe} = 30\text{mm}$ .

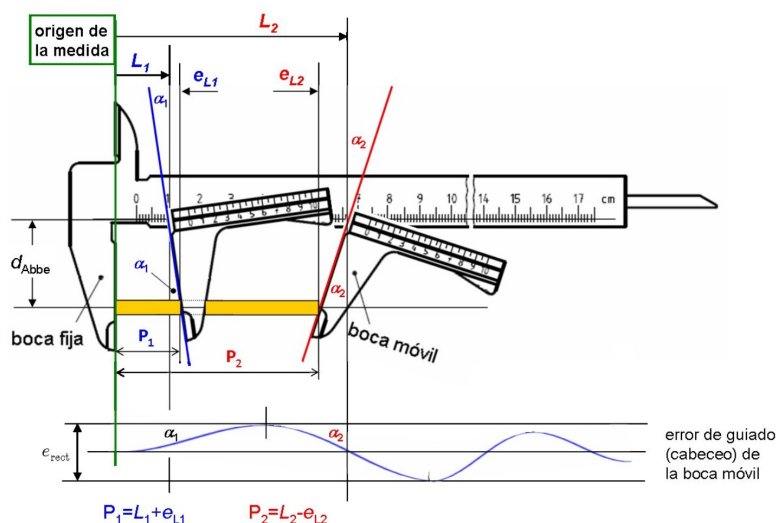


Figura 2. Cálculo de error de Abbe

$$\alpha = \arctan\left(\frac{5}{50 \times 10^3}\right) = 20,63''$$

$$e_L = d_{Abbe} * \tan \alpha = 30 \text{ mm} * \tan \alpha = 0,003 \text{ mm}$$

Como resultado tenemos un valor que es menor que la tercera parte de la resolución habitual de un calibrador vernier ( $0,01\text{mm}$ ), por lo que en muy pocas ocasiones se corrige, sin embargo, este error es muy susceptible al manejo por parte del operador que al ejercer fuerza superior, sumado a la calidad de fabricación del instrumento, este error puede incrementar además de conllevar a un aumento en el valor de repetibilidad.

## Incertidumbre del error de Abbe.

El error de Abbe siempre debe estar presente en el balance de incertidumbres, y su valor no necesariamente debe calcularse en cada calibración o en cada valor de medida de longitud. En su lugar, se puede trabajar con valores únicos y conservadores como lo son considerar un mismo valor de  $\alpha$ , calculado a partir del tamaño estándar de mordazas de 50mm y con una linealidad de  $5\mu\text{m}$  a lo largo del área de medición además de la Longitud de Abbe  $L_{\text{Abbe}} = 30\text{mm}$ . (Se deben ajustar los valores para otros instrumentos como el medidor de alturas)

Como se observa en los cálculos, la longitud medida no tiene influencia en el error de Abbe, pero no así el ángulo de medición, que sí es afectado principalmente por la calidad de fabricación del equipo, y la fuerza de medición ejercida por el operador.

Con los valores que asignamos como típicos, tenemos que la incertidumbre estándar del error de Abbe queda:

$$e_L = d_{\text{Abbe}} * \tan \alpha = 30 \text{ mm} * \tan \frac{5}{50 * 10^3} = 0,003 \text{ mm}$$

$$u_{\text{Abbe}} = \frac{e_L}{\sqrt{12}} = \frac{0,003 \text{ mm}}{\sqrt{12}} = 0,0009 \text{ mm}$$

## REFERENCIAS

D. Flack, J. Hannaford, NPL Measurement Good Practice Guide No. 80, Fundamental Good Practice in Dimensional Metrology, © Crown copyright 2005, ISSN 1368-6550.

E-medida, "... es el error de Abbe?" Dr. Emilio Prieto. Centro Español de Metrología. <https://www.e-medida.es/numero-8/es-el-error-de-abbe/>

NMX-CH-002-IMNC-2004 Instrumentos de medición dimensional—Calibradores tipo vernier y medidores de profundidades— Diseño y requisitos.