

## OBJETO.

El objeto del presente PROCESO DE CALIBRACIÓN es definir la pauta utilizada en el software CALIBRO para la calibración de comparadores electrónicos, que se deriva de los procesos de calibración SCI D-036 , de forma que permitan obtener resultados trazables y homogéneos.

## CAMPO DE APLICACIÓN.

Se clasifican, a efectos de su calibración, en los dos grupos siguientes:

- Comparadores electrónicos de palpado único, con  $E \geq 0,1 \mu\text{m}$ .
- Comparadores electrónicos de doble palpado, con  $E \geq 0,1 \mu\text{m}$ .

no considerándose los comparadores de palpado único con menor división de escala que la indicada, por no utilizarse en la práctica. Hay que tener en cuenta que un comparador de este tipo suele emplearse en conjunción con una mesa de planitud, no teniendo sentido incorporarle una escala demasiado pequeña respecto de los mejores valores de planitud que pueden conseguirse en dichas mesas.

Los comparadores electrónicos de palpado único se calibran de acuerdo con el Proceso de Calibración de comparadores mecánicos.

El presente PROCESO DE CALIBRACIÓN D-036 es de aplicación a los comparadores electrónicos de doble palpado, que son un elemento esencial en la diseminación de la unidad de longitud hasta 100 mm, mediante comparación a partir de bloques patrón longitudinales de calidad 00 ó 0. Poseen una sólida bancada con una mesa en la que se colocan el bloque patrón longitudinal a calibrar y el que actúa de patrón de calibración. Estos comparadores electrónicos (fig. 1) poseen dos palpadores, el inferior actuando a través de un orificio de la mesa del instrumento. Los bloques se sitúan en una plantilla que permite su desplazamiento respecto a la línea de doble palpado, para medir sucesivamente sobre el patrón y el bloque a calibrar, en puntos prefijados de las caras de medida.

Los comparadores electrónicos considerados tienen un campo de medida muy reducido, tanto más cuanto menor es la división de escala y, en todo caso, inferior a cinco milímetros, y poseen divisiones de escala normalmente seleccionables entre 0,01  $\mu\text{m}$ , 0,1  $\mu\text{m}$  y 1  $\mu\text{m}$ , siendo la primera de ellas imprescindible para la calibración de bloques patrón longitudinales de calidad 0.

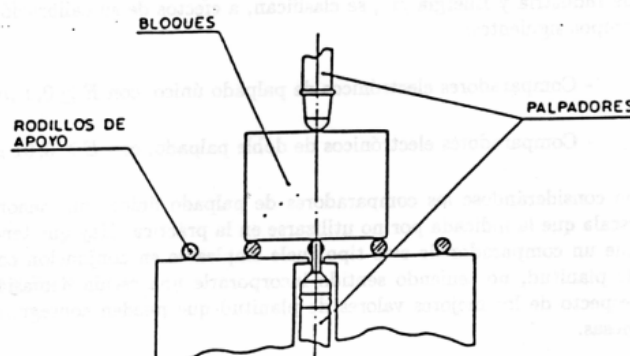


Fig. 1: Comparador electrónico de doble palpado.

## PROCESO DE CALIBRACIÓN.

La calibración de los comparadores electrónicos considerados, se realiza de acuerdo con el principio de conseguir la máxima similitud entre la forma habitual de trabajo del instrumento y la adoptada en su calibración. Por consiguiente, el proceso de calibración no establece la separación de los palpadores de su soporte en el comparador electrónico, que considera como un instrumento único en su conjunto (bancada, palpadores, lector y, eventualmente, unidad de cálculo), puesto que así se utiliza normalmente. Por consiguiente, la calibración se entiende que ampara un comparador electrónico integrado por una serie de elementos concretos y específicos, de forma que la sustitución de cualquiera de ellos requeriría una nueva calibración del instrumento, como si se tratase de otro diferente, aunque dentro del mismo grupo de calibración.

El certificado de calibración incluirá los resultados de la misma en cada una de las escalas del comparador electrónico.

Antes de iniciar la calibración de un comparador electrónico, debe realizarse una inspección previa del estado general del instrumento, comprobando, especialmente, el buen funcionamiento del sistema de retracción de los palpadores para el desplazamiento de los bloques, el movimiento de guiado de la plantilla y la repetibilidad en las indicaciones de los palpadores.

La calibración debe realizarse en una sala con temperatura dentro del intervalo ( $20 \pm 0,5^\circ \text{C}$ ), debiéndose emplear guantes y pinzas para la manipulación de bloques en sistemas no automáticos de transferencia de bloques. Asimismo, debe utilizarse la protección frontal de cristal, o material equivalente, para aislar los bloques del operador.

- La calibración se realiza midiendo saltos o escalones patrón formados por parejas de bloques patrón longitudinales de calidad 00 que se sitúan en la plantilla de la base del comparador electrónico, uno en la posición de "patrón" y otro en la posición de "mesurando" o "calibrando".

[www.gesdocal.es](http://www.gesdocal.es)

Una vez limpios los bloques patrón longitudinales que vayan a emplearse, deben dejarse estabilizar térmicamente sobre una placa metálica situada en las proximidades del comparador electrónico, durante un mínimo de una hora.

- Es obligatorio materializar un mínimo de cinco saltos diferentes, que deseablemente deberían cubrir un campo de valores entre algunas centésimas y algunas décimas de micra. Sin embargo, y debido a la dificultad de formar estos valores con los juegos normales de bloques patrón longitudinales, se admite la calibración de saltos mayores, siempre que no se supere el valor nominal máximo de  $5 \mu\text{m}$ , no permitiéndose la composición de bloques por adherencia. Aunque en el presente proceso de calibración el bloque en la posición de "patrón" de cada salto es siempre el mismo, podrían emplearse diferentes bloques en dicha posición si se dispusiesen de los bloques patrón longitudinales adecuados.

Por consiguiente, el valor convencionalmente verdadero de cada salto o escalón patrón se define mediante:

$$X_{oi} = L_{oi} - L_{op} \quad (1)$$

con una incertidumbre ( $k=1$ ):

$$U_{oi} = \sqrt{u_{oi}^2 + u_{op}^2} \quad (2)$$

donde:

$L_{oi}$  = Valor certificado del bloque "mesurando" i-ésimo.

$u_{oi}$  = Incertidumbre (k=1) del valor anterior.

$L_{op}$  = Valor certificado del bloque "patrón".

$u_{op}$  = Incertidumbre (k=1) del valor anterior.

- La calibración se realiza midiendo cada salto patrón  $N_c$  veces, de acuerdo con la división de la escala seleccionada, tal como se indica en la tabla siguiente:

División de Escala ( $\mu\text{m}$ )	Número de Medidas ( $N_c$ )
0,01	19
0,1	5
1	3

Para ello, se coloca el bloque que actúa de "patrón" común para todos los saltos, y los restantes bloques, sucesivamente, en la posición del "mesurando", reiterándose sobre ambos bloques las medidas indicadas.

Debe procurarse cierta rapidez en la medida del salto para asegurar que los bloques mantienen, prácticamente, el mismo comportamiento frente a las magnitudes de influencia, especialmente la temperatura.

[www.gesdocal.es](http://www.gesdocal.es)

## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN.

- Para cada uno de los N saltos o escalones patrón ( $N \geq 5$ ) se registrarán las  $N_c$  parejas de valores siguientes:

$L_{pj}$  : Lectura j-ésima en el comparador al tocar el bloque "patrón" en el centro de sus caras de medida.

$L_{ij}$  : Lectura j-ésima en el comparador al tocar el bloque "mesurando" i-ésimo en el centro de sus caras de medida.

que determinan como valor del salto en cada reiteración:

$$X_{cij} = L_{ij} - L_{pj} \quad (3)$$

El valor medio de dichas indicaciones ( $\bar{X}_{ci}$ ) es el valor asignado al salto i-ésimo. Es decir:

$$\bar{X}_{ci} = \frac{1}{N_c} \sum_{j=1}^{N_c} X_{cij} \quad (4)$$

- La corrección de calibración ( $\Delta \bar{X}_{ci}$ ) viene dada, en cada punto de calibración, mediante:

$$\Delta \bar{X}_{ci} = X_{oi} - \bar{X}_{ci} \quad (5)$$

- Cuando  $N_c \geq 5$ , se estima la dispersión del valor anterior por medio de:

$$S_{ci} = \sqrt{\frac{1}{N_c - 1} \sum_{j=1}^{N_c} [X_{cij} - \bar{X}_{ci}]^2} \quad (6)$$

Cuando  $N_c = 3$  y las tres indicaciones coinciden, se adopta  $S_{ci}$  con valor nulo; si las tres indicaciones no coinciden, se reiteran otras dos medidas y se estima  $S_{ci}$  mediante (6).

- Puesto que no se corrigen las indicaciones, incorporándose a la incertidumbre, y en la utilización habitual del comparador electrónico, para calibrar bloques patrón longitudinales, cada uno se mide dos veces (en posición normal e invertida) /3/, la incertidumbre (k=2) que se asigna al comparador electrónico para este tipo de mediciones se obtiene mediante:

$$I(k=2; n=2) = \max \sqrt{4 \cdot U_{oi}^2 + 2,4 \cdot S_{ci}^2 + 0,44 \cdot \bar{X}_{ci}^2} \quad (7)$$

después de redondear el valor resultante al múltiplo más próximo de la división de escala (E) empleada y adoptando, en todo caso, un valor:

$$I(k=2; n=2) \geq E \quad (8)$$



Procedimiento de calibración de comparadores electrónicos is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 3.0 España License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/).

Based on a work at [gesdocal.es](http://gesdocal.es).