

OBJETO

El objeto del presente PROCESO DE CALIBRACIÓN es definir la pauta utilizada en el software CALIBRO para la calibración de los comparadores mecánicos, que se deriva de los procesos de calibración SCI D-006 para comparadores mecánicos, de forma que permitan obtener resultados trazables y homogéneos.

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN.

El comparador, en general, es un instrumento de medida diferencial, con doble sentido de palpado, en el que el resultado final de medida "Y", se expresa de la forma siguiente:

$$Y = X_0 + X = X_0 + (L - L_0)$$

en donde:

- Y = Resultado final de la medida.
- X₀ = Valor del patrón de referencia en la medida.
- X = Medida del comparador.
- L = Indicación sobre la escala del comparador, cuando se posiciona sobre la pieza.
- L₀ = Indicación sobre la escala del comparador, cuando se posiciona sobre el patrón.

La calibración de un comparador podría realizarse, rigurosamente, según el método general de calibración de cualquier instrumento de medida directa, obteniendo sus dos curvas de correcciones de calibración, en sentido creciente ΔX_{cci} , y en sentido decreciente ΔX_{cdi} , para a continuación calcular la incertidumbre, en función del número de medidas n y del factor de incertidumbre k, siempre y cuando se aplicasen las dos correcciones de calibración correspondientes:

$$I^2 = I_L^2 + I_{L_0}^2, \text{ con la corrección: } DX_C = [DX_{CL} - DX_{CL_0}]$$

NOTAS:

- 1.- A los efectos de la calibración industrial que el presente procedimiento aborda, se considera que las dos indicaciones L y L₀ tienen una correlación despreciable, cosa que no es cierta.
www.gesdocal.es
- 2.- Cada una de estas dos correcciones, se toma de su curva de calibración, en el sentido en que se realice el palpado.

Esta forma de proceder, es prácticamente irrealizable, salvo en una experiencia de muy alto nivel, por lo que, normalmente, la calibración rigurosa se sustituye por métodos más sencillos, de comprobación de características metrológicas, con posterior asignación de una calidad y de una incertidumbre, siempre superior a la que podría obtenerse siguiendo el procedimiento riguroso expuesto.

Se describen a continuación **solo uno de los tres procesos de calibración diferentes, que es posible aplicar**, aunque dos de ellos se consideran los más adecuados (siendo uno de ellos el que se describe), y el tercero sólo debe emplearse como proceso alternativo del primero, para el caso concreto de comparadores con campo de medida excepcionalmente grande, normalmente con división de escala centesimal (E ≥ 0,01 mm).

Calibración con banco de calibración de comparadores.

Este es el proceso más adecuado para calibrar comparadores con división de escala mayor o igual que 0,001 mm, independientemente del campo de medida de los mismos, mediante el cálculo de las desviaciones y las repetibilidades en un cierto número de puntos de su escala (en el apartado 4.3 se describe un proceso alternativo). La temperatura de calibración será de 20 ± 1º C.

Como condición de partida se establece que la incertidumbre I_0 del banco a emplear, para un factor de incertidumbre $k=2$, sea como máximo igual a la décima parte de la división de escala D del comparador a calibrar:

$$I_0 \leq 0,1 E$$

Se establecen dos tipos de calibraciones, A (más completa) y B (reducida), de acuerdo con el número de puntos en que se calibre el comparador, según se indica en la tabla 1. La calibración de recepción se hará siempre de tipo A, admitiéndose posteriormente cualquiera de las dos, salvo que por alguna razón se exija permanentemente la primera. En todo caso, tanto los puntos de desviación, como los de repetibilidad, se encontrarán distribuidos equidistantemente a lo largo del campo de medida del instrumento.

Tabla 1.- Tipos de calibración de comparadores.

Tipos de Calibración	Número de puntos	
	de desviación	de repetibilidad
A (completa)	21	5
B (reducida)	11	3

Se obtendrá la desviación en cada punto, respecto de su nominal, tanto en sentido creciente como decreciente de la escala del comparador. Obsérvese como todos los valores que a continuación se indican, tendrán cifras significativas hasta el valor de la división de la escala del banco de calibración E' , inferior a la división de la escala del comparador E .

Se comienza por ajustar a cero, tanto la escala del comparador en sentido creciente, como la escala del banco de calibración, y se continua obteniendo las desviaciones para los 21 u 11 puntos prefijados:

Desviaciones de calibración crecientes: DX_{CCi}

Al llegar al fondo de la escala, se continua actuando algo más sobre el comparador, dentro de la llamada "zona de salida" y cuidando de no forzar el mecanismo, para proceder a continuación, sin ningún tipo de ajuste, a obtener las desviaciones decrecientes en los mismos puntos anteriores:

Desviaciones de calibración decrecientes: DX_{CDi}

Se completan estos datos con los valores de repetibilidad, para lo cual se posiciona el comparador sucesivamente en cada uno de los 5 ó 3 puntos prefijados, para una posición cualquiera de la escala del banco de calibración, aunque suele ser práctica común colocarse en un valor entero en mm de ésta.

En cada una de dichas posiciones se reiteran 5 medidas, bien reiterando cada vez, suavemente, el palpador del comparador y volviendo a dejar que haga contacto sobre el tope del banco, bien actuando alternativamente hacia uno y otro sentido de movimiento de las escalas, mediante la cabeza micrométrica del banco, desde un origen arbitrario. A estos valores se les llama:

Medidas de repetibilidad: X_{Rjk}

en donde j identifica la posición en la escala y k las reiteraciones en cada posición.

$j = 1$ a 5 en calibraciones tipo A.

$j = 1$ A 3 en calibraciones tipo B.

$k = 1$ a 5 en ambos tipos de calibraciones.

Para cada punto, se define la repetibilidad mediante su recorrido o diferencia entre el valor máximo y mínimo, en dicho punto:

$$R_j = R_{Rjmax} - X_{Rjmin}$$

Con todo ello se dispone de las tablas o curvas de desviaciones, a partir de las cuales se procede a la comprobación de características y asignación de incertidumbres. Se definen para ello los parámetros de calibración siguientes:

- Diferencia parcial de calibración creciente D_{1c} :

Diferencia entre las desviaciones máxima y mínima de calibración crecientes:

$$D_{1c} = DX_{CCmax} - DX_{CCmin}$$

- Diferencia parcial de calibración decreciente D_{1d} :

Diferencia entre las desviaciones máxima y mínima de calibraciones decrecientes:

$$D_{1d} = DX_{CDmax} - DX_{CDmin}$$

- Diferencia parcial de calibración D_1 :

La mayor de las dos diferencias anteriores:

$$D_{1c} > D_{1d} \Rightarrow D_1 = D_{1c}$$

$$D_{1d} > D_{1c} \Rightarrow D_1 = D_{1d}$$

$$D_{1c} > D_{1d} \Rightarrow D_1 = D_{1c} = D_{1d}$$

- Diferencia total de calibración D_2 :

Diferencia entre las desviaciones máxima y mínima de calibración, considerando en conjunto e indistintamente tanto las crecientes DX_{CCi} como las decrecientes DX_{CDi}

$$D_2 = DX_{Cmax} - DX_{Cmin}$$

Evidentemente, siempre resulta ser:

$$D_2 \leq D_1$$

- Diferencia de inversión D_3 :

Valor máximo de las diferencias de desviación de calibración, crecientes y decrecientes, de cada punto de calibración:

$$D_3 = [|DX_{CCi} - DX_{CDi}|]_{max}$$

- Repetibilidad total R :

Valor máximo de las repetibilidades:

$$R = R_{jmax}$$

Con los cuatro parámetros D_1 a D_4 así obtenidos, en la calibración del comparador, se procede a comprobar si todos ellos se encuentran dentro de las tolerancias específicas

indicadas en la tabla 2, bien en calidad 1 o bien en calidad 2, para cada campo y división de escala. En las calibraciones de recepción, solo será admisible la calidad 1.

Tabla 2.- Tolerancias de comparadores con división de escala igual o mayor de 0,001 mm

División de escala E (mm)	Campo de medida C (mm)	CALIDAD	TD1(μm)	TD2(μm)	TD3(μm)	TR(μm)
<0,001 (≥ 0,0001)	----	1	0,5	0,5	0,2	0,2
		2	1	1	0,4	0,4
0,001 RECTO	≤ 1	1	2	2	1	1
		2	3	3	1	1
	1,001 a	1	3	3	1	1
		2	5	5	2	2
	> 2	1	10	10	2	2
		2	20	20	4	4
0,001 PALANCA	≤ 1	1	3	3	2	2
		2	5	5	2	2
	1,001 a	1	5	5	3	3
		2	10	10	4	4
	> 2	1	10	10	3	3
		2	20	20	5	5
0,002 RECTO	----	1	4	4	2	2
		2	6	6	4	4
0,002 PALANCA	----	1	6	6	4	4
		2	10	10	6	6
0,005 RECTO	----	1	5	5	5	5
		2	10	10	5	5
0,005 PALANCA	----	1	10	10	10	10
		2	15	15	10	10
≥ 0,01 RECTO	< 5	1	10	10	10	10
		2	30	30	20	20
	> 5	1	20	20	20	20
		2	50	50	30	30
≥ 0,01 PALANCA	----	1	20	20	10	10
		2	50	50	30	30

www.gesdocal.es

Superada esta verificación de características metrológicas, se procederá a asignar, como incertidumbre del comparador, y factor K=3, el valor:

$$I = \sqrt{I_c^2 + D_2^2 + R^2}$$

en donde:

D_2 = Diferencia total de calibración.

R = Repetibilidad total de calibración.

I_c = Incertidumbre del banco de calibración, para k=3.



Procedimiento de calibración de comparadores 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.