

## OBJETO

El objeto del presente PROCESO DE CALIBRACIÓN es definir la pauta utilizada en el software CALIBRO para la calibración de reglas verticales de trazos, que se deriva de los procesos de calibración SCI D-028, de forma que permitan obtener resultados trazables y homogéneos.

## CAMPO DE APLICACIÓN

Las reglas verticales de trazos, que considera este proceso de calibración, responden esencialmente al esquema de la figura 1, en la que se recogen las denominaciones más frecuentes de sus diversos elementos.

El campo de medida de estas reglas verticales de trazos no suele exceder de 1m y su división de escala oscila entre 0,1 mm, 0,05 mm ó 0,02 mm, llegando a 0,01 mm en algunos modelos que sustituyen el nonio por un indicador de esfera o incorporan lectura digital.

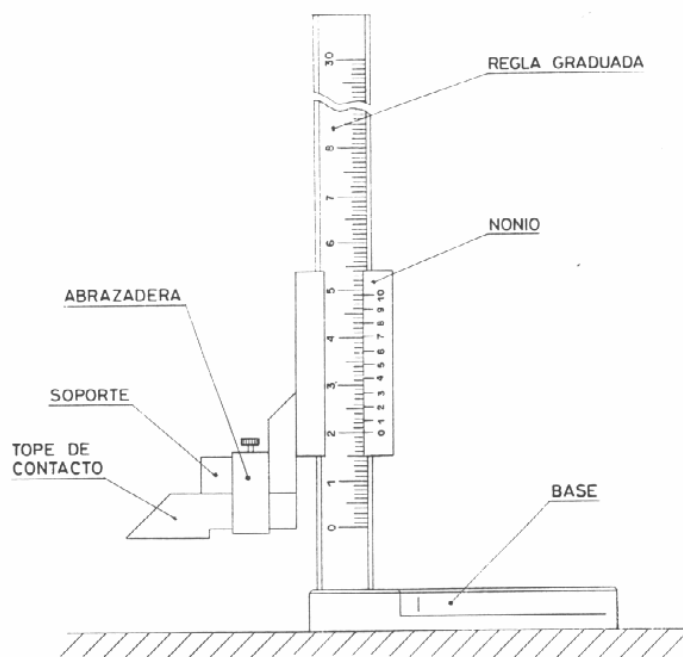


Figura 1.- Regla vertical de trazos.

Disponen por lo general, de diferentes topes de contacto intercambiables sobre el soporte deslizante y pueden también colocárseles puntas de trazar; en este caso dejan de emplearse ya como instrumento de medida.

## PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN.

Se realiza una inspección visual del instrumento, comprobando la legibilidad de la escala y del nonio, el desplazamiento suave del contacto móvil a lo largo de toda la regla, etc.; especialmente debe comprobarse el buen estado de los topes de contacto, verificando mediante una lupa o proyector de perfiles (por reflexión), que no existen rebabas, oxidaciones, ni deformaciones localizadas en su plano de contacto en la medición.

A continuación es necesario proceder a una verificación de la planitud de la base de apoyo, como magnitud secundaria de la calibración de la regla. Para ello se sitúa la regla en posición invertida respecto de la de medida, soportándola por medios auxiliares, de forma que el plano de contacto quede hacia arriba y accesible al palpador de una medidora de tres coordenadas ó de una medidora de una coordenada vertical, que posean división de escala  $E \leq 0,001$  mm e incertidumbre, para factor  $k=2$ ,  $l \leq 0,005$  mm, en la zona de trabajo a utilizar.

Puede alinearse el plano a medir según tres puntos que sean los vértices de un triángulo, lo mayor posible sobre la superficie de apoyo, o bien proceder a una alineación por cálculo de los resultados obtenidos, respecto de un plano de referencia arbitrario. En todo caso, se obtendrá el defecto de planitud  $D_p$  de la base de apoyo de la regla vertical, midiendo entre 8 y 12 puntos, regularmente espaciados de su superficie.

En la tabla 1 se indican las tolerancias de planitud de la base (defectos máximos admisibles  $D_{pmax}$ ), en función de la división de escala del instrumento.

DIVISIÓN DE ESCALA DE LA REGLA E (mm)	$D_{pmax}$ ( $\mu\text{m}$ )
0,01	5
$0,01 < E < 0,1$	10
$0,1 \leq E$	15

TABLA 1.- TOLERANCIAS DE PLANITUD DE LA BASE DE APOYO.

Si el plano de la base de apoyo de una REGLA VERTICAL DE TRAZOS, tiene un defecto de planitud  $D_p$  superior a su máximo admisible según la tabla 1, no puede calibrarse oficialmente por el SCI, recomendándose su separación o sustitución. Si por el contrario se supera satisfactoriamente la anterior condición, puede despreciarse la influencia del mismo en el resto del proceso de calibración.

La calibración de la escala de la regla se efectúa, situándola sobre una mesa de planitud, de calidad comprendida entre 1 y 00 según UNE 82-309, en su posición normal de medición y mediante bloques patrón longitudinales de calidad 0 ó 1, según UNE 82-311. Es conveniente haber realizado una limpieza previa cuidadosa, tanto de la mesa como de la base de la regla. Para la presente calibración no es necesario tener en cuenta las desviaciones al valor nominal de los patrones utilizados.

De acuerdo con el valor del campo de medida C de la regla, se efectúa la calibración en un número de puntos comprendido entre 6 y 10, aproximadamente equidistantes y procurando evitar la unión de bloques entre si.

En cada punto de calibración se reiteran  $n_c = 5$  medidas, procurando variar ligeramente la zona de contacto entre el tope de la regla y la cara superior del bloque, a fin de incluir en la repetibilidad de calibración, los posibles pequeños defectos de planitud del primero, que serán causa de errores similares en las medidas futuras.

Las indicaciones se anotarán con apreciación igual a la división de escala del instrumento, salvo en las reglas con  $E \geq 0,1$  mm, en las que se apreciará hasta la semidivisión de la escala; la temperatura de la sala de calibración, deberá permanecer durante la calibración de la misma, en el intervalo  $20 \pm 2^\circ$  C.

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

A partir de las 5 indicaciones obtenidas en cada uno de los 6 a 10 puntos de la escala, se obtendrán los siguientes parámetros de calibración:

**Valor medio de calibración  $\bar{X}_{ci}$ :**

$$\bar{X}_{ci} = \frac{1}{5} \cdot \sum_{j=1}^{j=5} X_{ij}$$

en donde  $X_{ij}$  es la indicación de orden  $j$  ( $j=1$  a  $5$ ), obtenida en el punto  $i$  ( $i=1$  a  $N$  y  $N=6$  a  $10$ ).

**Corrección de calibración,  $\Delta \bar{X}_{ci}$ :**

$$\Delta \bar{X}_{ci} = X_{oi} - \bar{X}_{ci}$$

en donde  $X_{oi}$  es el valor nominal del bloque patrón longitudinal, empleado en el punto  $i$ .

**Desviación típica de calibración,  $S_{ci}$ :**

$$S_{ci} = \sqrt{\frac{1}{4} \cdot \sum_{j=1}^{j=5} (X_{ij} - \bar{X}_{ci})^2}$$

También se anotarán las incertidumbres de los patrones utilizados, como sus desviaciones máximas admisibles al nominal, asimiladas a un factor  $k=3$ ; de acuerdo con UNE 82-311, se tiene

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

Incertidumbre de los patrones de calibración  $U_{oi}$ :

$$\text{CALIDAD 0: } D_{max} = 0,10 + 0,002 L_o \quad \mu m$$

$$\text{CALIDAD 1: } D_{max} = 0,20 + 0,004 L_o \quad \mu m$$

en donde  $L_o$  = longitud nominal en mm

Y por tanto, la incertidumbre del patrón en cada punto  $i$ , para factor  $k=1$ :

$$\text{CALIDAD 0: } u_{oi} = \frac{0,10 + 0,002 \cdot L_{oi}}{3} \quad \mu m$$

$$\text{CALIDAD 1: } u_{oi} = \frac{0,20 + 0,004 \cdot L_{oi}}{3} \quad \mu m$$

en donde  $L_{oi}$  es la longitud nominal, en mm, del patrón empleado en el punto  $i$ .

## INCERTIDUMBRE DE CALIBRACIÓN

Las REGLAS VERTICALES DE TRAZOS, no tienen posibilidad de ajuste mecánico de su escala, y por su elevado valor de la división de escala, no es recomendable efectuar en ellas corrección de cálculo, por todo lo cual las correcciones de calibración  $\Delta \bar{X}_{ci}$  se asimilan a incertidumbres de medida, con factor  $k=3$ . Con ello pueden calcularse:

**Incertidumbres en cada punto de calibración,  $I_i$ ,** para  $n=1$  medida y factor  $k=2$ , sin realizar corrección de calibración:

$$I_i = \sqrt{4 \cdot u_{oi}^2 + 4,8 \cdot S_{ci}^2 + 0,44 \cdot \Delta \bar{x}_{ci}^{-2}}$$

**Incertidumbre en todo el campo de medida,  $I$ ,** para  $n=1$  medida y factor  $k=2$ , sin realizar corrección de calibración:

$$I = \text{MAXIMO } (I_i)$$

El valor de  $I$  habrá que redondearse al múltiplo inmediato superior de la división de escala de la regla,  $E$ .

En este tipo de instrumentos no se admite disminución de la incertidumbre  $I$  al aumentar el número de medidas.

## CALIDADES.

En la tabla 2 se establecen dos calidades, con carácter experimental para este tipo de instrumentos, en función de la incertidumbre máxima admisible ( $I_{max}$ ) para cada división de escala  $E$  y de acuerdo con las condiciones de cálculo del anterior apartado.

DIVISIÓN DE ESCALA (mm)	CALIDADES	$I_{max}$ (mm)
0,01	1	0,01
	2	0,03
0,01 < E < 0,1	1	0,05
	2	0,10
0,1 ≤ E	1	0,1
	2	0,2

TABLA 2.- CALIDADES DE REGLAS VERTICALES DE TRAZOS.



Procedimiento de calibración de reglas verticales de trazos 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)