

PROCESO SELECTIVO PARA EL INGRESO, POR EL SISTEMA GENERAL DE ACCESO LIBRE Y PROMOCIÓN INTERNA EN LA ESCALA DE TITULADOS SUPERIORES DE ORGANISMOS AUTÓNOMOS DEL MINTUR, ESPECIALIDAD DE METROLOGÍA, CONVOCADAS POR RESOLUCIÓN DE 29 DE DICIEMBRE DE 2023 (BOE NÚM. 11, DE 12 DE ENERO DE 2024)

Cuarto ejercicio. Acceso libre.

26 de junio 2024

APARTADO 1. En la calibración de un bloque patrón longitudinal (BPL) de acero grado 1 con valor nominal 50 mm mediante un comparador de bloques patrón de rango 100 mm, se utiliza como referencia un bloque patrón longitudinal de acero grado 0 con valor nominal 50 mm que cumple con la Norma UNE EN-ISO 3650:1998.

El bloque patrón longitudinal de referencia fue calibrado hace un año y su certificado de calibración dice que: el valor de su longitud central a 20 °C es de 49,999 960 mm con una incertidumbre de 33 nm para un nivel de confianza 95,45 % con 14 grados de libertad de una distribución de probabilidad *t*-Student.

Definiciones:

Valor nominal

Valor redondeado o aproximado de una magnitud característica de un instrumento o sistema de medida, que sirve de guía para su utilización apropiada.

Longitud de un bloque patrón l

Distancia perpendicular entre cualquier punto de una cara de medida y la superficie de una base auxiliar del mismo material y acabado superficial, a la cual la otra cara de medida del BPL ha sido adherida. Véase Figura 1.

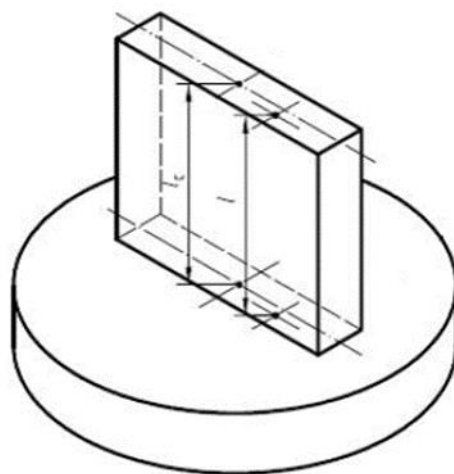


Figura 1: Longitud central l_c y longitud l en cualquier punto de un bloque patrón adherido sobre la superficie plana de una base auxiliar.

Longitud central de un bloque patrón l_c

Longitud de un bloque patrón en el punto central de la cara de medida libre. Véase Figura 1.

NOTA: La longitud l_c es un caso especial de la longitud l .

Variación de longitud v

Diferencia entre la máxima longitud $l_{\text{máx}}$ y la mínima longitud $l_{\text{mín}}$.

Desviación de la longitud de cualquier punto respecto de la longitud nominal (l_n)

Diferencia algebraica: $l - l_n$

CUESTIÓN 1A) (4 puntos): Calcule la incertidumbre típica que aporta el patrón de referencia debido a su calibración y a su falta de estabilidad en el tiempo, según las prescripciones de estabilidad dimensional de la Norma UNE-EN ISO 3650:1998 para bloques de grado 0 (deriva). Razone la respuesta.

APARTADO 2. La calibración del bloque patrón de grado 1 de longitud nominal 50 mm se va a realizar utilizando el método de comparación usando un comparador de bloques patrón con doble palpador y el patrón de referencia que se describe en la cuestión 1.

El comparador de bloques patrón es un instrumento que mide pequeñas variaciones de longitud. Para inicializar cada medida, se hace cero en la primera posición de palpado y en las siguientes posiciones de palpado se obtendrá el incremento de longitud que detecta el comparador con respecto a la primera posición de palpado.

Los bloques cargados en el comparador se mueven con respecto a los palpadores mediante una plataforma. Así para un bloque patrón dado, se puede colocar bajo los palpadores el punto del bloque que se quiera medir en cada caso. Los puntos sobre los que se deben de tomar medidas vienen especificados en el procedimiento de calibración.

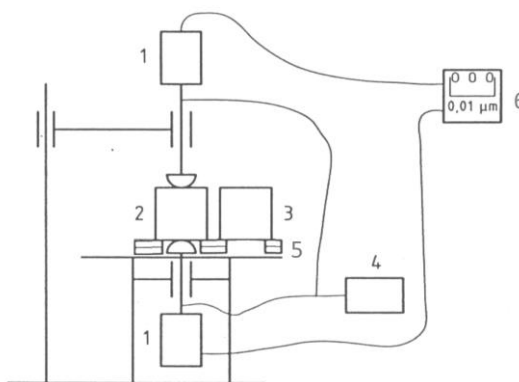


Figura 2: Ejemplo de comparador de bloques patrón hasta 100 mm. Leyenda:
 1. Palpadores inductivos. 2. Bloque patrón de referencia. 3. Bloque patrón a calibrar. 4. Dispositivo para separar del contacto a los palpadores. 5. Plataforma para el desplazamiento de los bloques con respecto a los palpadores. 6. Indicador electrónico de alta resolución.

Según el procedimiento de calibración, las medidas que se realizan con el comparador buscan obtener los valores de dos parámetros:

Δl : lectura de la desviación de la longitud detectada entre el centro de la cara del patrón de referencia y el centro de la cara del bloque en calibración, que se denominará *desviación de la longitud central*.

NOTA 1: Conociendo el valor medio de las *desviaciones de la longitud central* observadas con el comparador se podrá calcular la longitud central del bloque en calibración mediante la expresión: $l_{cx} = l_{cp} + \bar{\Delta l}$ siendo l_{cx} la longitud central del bloque en calibración; l_{cp} la longitud central del bloque de referencia y $\bar{\Delta l}$ la media de las lecturas de la *desviación de la longitud central* leídas en el indicador del comparador de bloques.

v : estimación de la *variación en longitud* v , definida en el apartado 1, que se observa en el bloque en calibración según el método establecido en el procedimiento.

NOTA 1: La estimación de la variación de longitud media \bar{v} es uno de los parámetros que se tienen en cuenta para los cálculos de incertidumbre.

El procedimiento de medida establece que se realizará una secuencia de medidas compuesta por: cinco ciclos de medida con el bloque a calibrar en la posición 1 y cinco ciclos de medida con el bloque a calibrar en la posición 2. Correspondiéndose las posiciones 1 y 2 con el bloque en calibración apoyado en una cara y girado 180°, respectivamente.

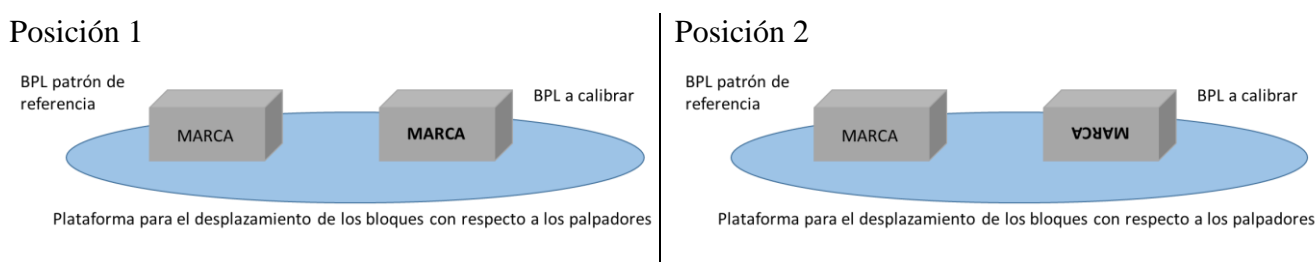


Figura 3: Colocación de los BPLs en posición 1 y 2 para la realización de las medidas de *desviación de la longitud central*.

Descripción de cada ciclo de medida:

Para medir Δl , se hace con el comparador cero en el centro de la cara del **bloque patrón** de referencia (primer palpado). Mediante la plataforma de desplazamiento, se desplaza el **bloque en calibración** colocando su centro bajo los palpadores, se hace el segundo palpado y se toma la lectura de la *desviación de la longitud central*.

Para medir v del **bloque a calibrar**, el procedimiento de calibración describe que se hace cero en el centro de su cara C_{x0} . A continuación se hacen los siguientes cuatro palpados en las cuatro esquinas del bloque en calibración, aproximadamente a 1,5 mm de las caras laterales. Se toma lectura en cada posición, E_1, E_2, E_3, E_4 y se vuelve al centro del bloque a calibrar, tomando lectura de nuevo C_{xf} .

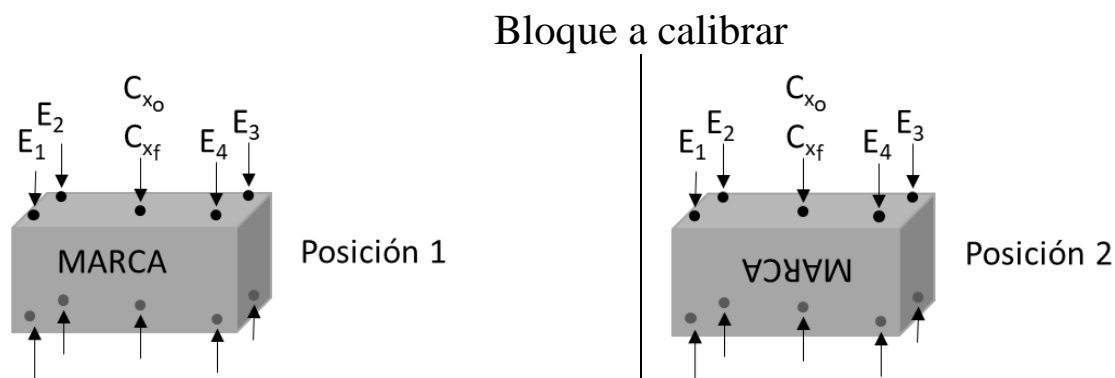


Figura 4: Esquema de la secuencia de medida con los puntos de palpado, que dan lugar a las lecturas que se utilizan para la obtención de la *variación de longitud* v del bloque a calibrar según el procedimiento de calibración.

En el procedimiento de calibración se ha establecido un doble criterio de aceptación y rechazo para aplicarle a la **SECUENCIA DE MEDIDAS**:

1. La diferencia de la media de las *desviaciones de la longitud central* medidas en la posición 1 y la media de las *desviaciones de la longitud central* medidas en la posición 2, no debe ser mayor de 35 nm. (ver figura 3).
2. La diferencia de la media de las *variaciones de longitud* del bloque en calibración en la posición 1 y la media de las *variaciones de longitud* de bloque en calibración en la posición 2 no debe ser mayor de 35 nm. (ver figura 4).

Las medidas de las *desviaciones de la longitud central* del bloque en calibración con respecto al bloque de referencia (figura 3) son:

Ciclo de medida	Valores de diferencia de la longitud central –posición 1- (μm)	Valores de diferencia de la longitud central –posición 2- (μm)
1	0,27	0,29
2	0,30	0,31
3	0,25	0,28
4	0,29	0,26
5	0,28	0,30

Tabla 1. Medidas de las *desviaciones de la longitud central* del bloque en calibración con respecto al bloque de referencia

Las medidas de las *variaciones de longitud* del bloque a calibrar (figura 4) en las posiciones 1 y 2 son:

Ciclo de medida	Medida de variación de longitud del bloque en calibración, posición 1, v_1 (μm)					
	C_{x0}	E_1	E_2	E_3	E_4	C_{xf}
1	0,00	0,05	-0,03	-0,18	-0,07	0,01
2	0,00	0,06	-0,04	-0,17	-0,08	0,00
3	0,00	0,07	-0,03	-0,16	-0,09	0,01
4	0,00	0,06	-0,04	-0,15	-0,08	0,00
5	0,00	0,04	-0,04	-0,17	-0,06	0,01
Ciclo de medida	Medida de variación de longitud del bloque en calibración, posición 2, v_2 (μm)					
	C_{x0}	E_1	E_2	E_3	E_4	C_{xf}
1	0,00	-0,05	0,01	-0,20	-0,15	0,00
2	0,00	-0,03	0,02	-0,25	-0,13	0,01
3	0,00	-0,04	0,02	-0,26	-0,12	0,01
4	0,00	-0,05	0,02	-0,24	-0,14	0,00
5	0,00	-0,05	0,02	-0,24	-0,13	0,00

Tabla 2. Datos para el cálculo de la *variación de longitud* medidos con el comparador de bloques

CUESTIÓN 2A) (4 puntos): Evalúe razonadamente si la **SECUENCIA DE MEDIDAS** cumple con los dos criterios de aceptación y rechazo establecidos en el procedimiento de calibración.

CUESTIÓN 2B) (4 puntos): Calcule la media de *la desviación de la longitud central* $\bar{\Delta l}$ y la media de *la variación de longitud* \bar{v} observada para el bloque en calibración. Razone la respuesta.

APARTADO 3. Durante la calibración, para cada lectura del comparador, se ha tomado medida de la temperatura ambiente. Para ello se ha utilizado un termómetro recién calibrado de resolución $0,01^{\circ}\text{C}$ e incertidumbre de calibración $U = 0,1^{\circ}\text{C}$, para $k = 2$. La temperatura ambiente se ha mantenido en un intervalo de $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ (estabilidad).

CUESTIÓN 3A) (4 puntos): Calcule las incertidumbres típicas asociadas a la resolución y a la calibración del termómetro y la incertidumbre típica asociada a la estabilidad de la temperatura ambiente. Razone la respuesta.

CUESTIÓN 3B) (4 puntos): Calcule en $^{\circ}\text{C}$ la incertidumbre combinada de la medida de temperatura ambiente durante la ejecución de la secuencia de medidas para la calibración del bloque patrón. Razone la respuesta.

APARTADO 4. Teniendo en cuenta todas las variables que intervienen en la calibración de la longitud central del bloque en calibración, se obtiene una incertidumbre típica combinada total de 73 nm con infinitos grados de libertad efectivos, asumiendo una distribución de probabilidad t -Student.

CUESTIÓN 4A) (4 puntos): Teniendo en cuenta las definiciones dadas en la cuestión 1, calcule la desviación de la longitud central del bloque en calibración al su valor nominal. Razone la respuesta.

CUESTIÓN 4B) (4 puntos): Exprese el resultado de calibración del bloque con un nivel de confianza del 95,45%. Razone la respuesta.

APARTADO 5. El laboratorio que realiza la calibración del BLP está acreditado bajo la Norma UNE EN ISO/IEC 17025 por la Entidad Nacional de Acreditación para la realización de dicha calibración.

CUESTIÓN 5A) (4 puntos): Según la Norma UNE EN ISO/IEC 17025, ¿qué información debería contener el informe de calibración emitido por el laboratorio?

CUESTIÓN 5B) (4 puntos): Según la Norma UNE EN ISO/IEC 17025, ¿qué información debe conservar el laboratorio de calibración en los registros del bloque patrón de referencia?

CUESTIÓN 5C) (4 puntos): El procedimiento del laboratorio relativo a trabajo no conforme establece que se debe rellenar el siguiente formato cuando se detecta un trabajo no conforme:

Nº de trabajo no conforme (TNC)	Descripción (fecha y responsable de la detección)	Acciones a tomar (fecha y responsable de la acción)	Decisión sobre el TNC (fecha y responsable de la decisión)	Notificación al cliente y anulación si procede (fecha y responsable)	Reanudación del trabajo (fecha y responsable)

¿Cumple este formato con los requisitos de la Norma UNE EN ISO/IEC 17025? Si no es así, indique que requisito/s de la gestión del trabajo no conforme indicados en la UNE EN ISO/IEC 17025 no está/n cubierto/s por este formato.