

Descripción del método

Method description

El método que se emplea esta basado en la(s) norma(s): ISO 10360-2:2009 e ISO 10360-5:2020

The method used is based on standard(s): ISO 10360-2:2009 and ISO 10360-5:2020

La calibración consiste en realizar 4 pruebas:

Calibration consist of performing 4 tests:

Determinar el error de indicación en mediciones de longitud en el mismo eje del brazo. (E<sub>L=0</sub>)

Determine the error of indication in length measurements on the same axis of the arm.

Determinar el error de indicación en mediciones de longitud a una distancia del eje del brazo. (E<sub>L=150</sub>)

Determine the error of indication in measurements of length at a distance from the axis of the arm.

Determinar el rango de repetibilidad en mediciones de longitud. (R<sub>0</sub>)

Determine repeatability range on length measurements.

Determinar los errores de palpado. (P<sub>Form.Sph.1x25.SS.Tact</sub> Y P<sub>Size.Sph.1x25.SS.Tact</sub>)

Determine the probing errors.

Para evaluar el error de medición de longitud se emplea:

E<sub>L,MPE</sub> Máximo error de medición en longitud, con L=0 mm, y L=150 mm.

Para evaluar la repetibilidad se emplea:

R<sub>0, MPL</sub> Límite máximo permitido para el rango de repetibilidad

| Declaracion de la incertidumbre estimada de medición    |  |   |      |   |      |   |   |    |         |
|---------------------------------------------------------|--|---|------|---|------|---|---|----|---------|
| Statement of estimated measurement uncertainty          |  |   |      |   |      |   |   |    |         |
| U E <sub>i</sub>                                        |  |   |      |   |      |   |   |    |         |
| Incertidumbre de medición en longitud, con L=0, y L=150 |  |   |      |   |      |   |   |    |         |
| Expresado como ecuación de la recta:                    |  |   |      |   |      |   |   |    |         |
| U E <sub>L</sub> ±                                      |  | = | 0.53 | + | 2.58 | x | L | µm | [L] = m |

Observaciones generales

(General remarks)

Es responsabilidad del usuario establecer la fecha de recalibración de su equipo. El tiempo y validez de los resultados informados en este documento depende de las características propias del equipo, de las condiciones de operación y de las buenas prácticas de uso y cuidado.

It is the responsibility of the user to set the recalibration date of his/her equipment. The time and validity of the results reported in this document depends on the characteristics of the equipment, the operating conditions and good use and care practices.

El uso de los resultados de la calibración queda a consideración del usuario.

The use of calibration results is the responsibility of the user.

Los resultados y los niveles de incertidumbres declarados en este certificado corresponden exclusivamente al instrumento descrito en la hoja 1.

The results and the level of uncertainties declared in this certificate correspond exclusively to the instrument described at the moment of the calibration.

Los resultados que se presentan en este certificado tienen trazabilidad a patrones nacionales

The results that appear in this certificate have traceability to national standards.

En el presente certificado el término calibración debe entenderse como verificación del desempeño según la familia de normas ISO 10360.

In this certificate the term calibration should be understood as verification of performance according to the ISO 10360 family of standards.

La incertidumbre expandida se expresa con un factor de cobertura de k=2, que asegura un nivel de confianza de al menos el 95% aproximadamente.

The expanded uncertainty is expressed by a coverage factor of k = 2, which assures the confidence level of at least about 95%.

La incertidumbre fue estimada según la DD ISO/TS 23165:2006 que es congruente con la NMX-CH-140-IMNC-2002

The uncertainty was estimated according DD ISO/TS 23165:2006 which is consistent with NMX-CH-140-IMNC-2002

Los resultados se expresan en el Sistema Internacional de unidades (SI).

Results are expressed in the International System of Units (SI).

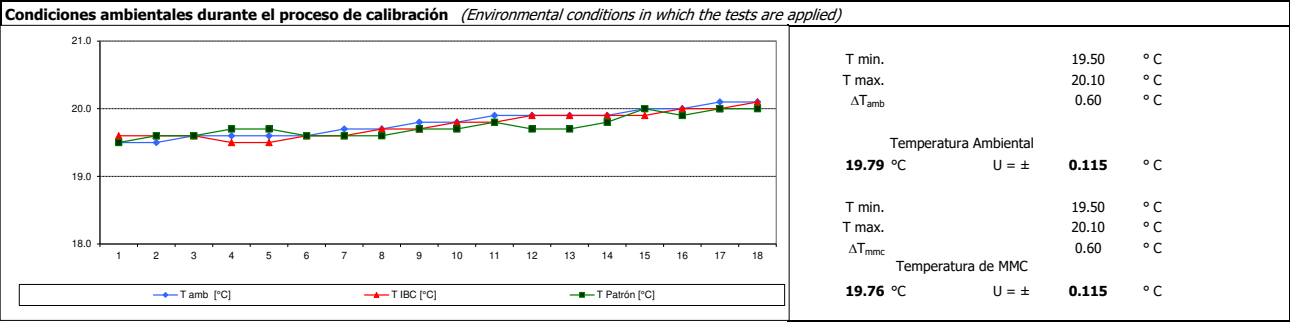
En los gráficos las líneas rojas se refieren a los EMP.

In charts red lines are EMP.

Los resultados de la prueba de palpado (P<sub>Form.Sph.1x25.SS.Tact</sub> Y P<sub>Size.Sph.1x25.SS.Tact</sub>) y sus incertidumbres no se encuentran en el alcance acreditado.

The results of the probing test (P<sub>Form.Sph.1x25.SS.Tact</sub> Y P<sub>Size.Sph.1x25.SS.Tact</sub>) as well as their corresponding uncertainty are not in the accredited scope.

Condiciones ambientales en las que se aplican las pruebas
Environmental conditions in which the tests are applied



Termómetro utilizado:  
Termómetro digital TESTO 720 03053517 MESS-CC-TEP-1096/2022 26/10/2024

| Datos de especificaciones técnicas del equipo calibrado (Facts of specifications technical of instrument calibrated )                                                                                                                                                                                          |                                      |                                                        |                             |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|-------------------------------------|--|----------------|-------------------------------------|------------------|--------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| Modo de operación:                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                      | Automatica                                             |                             |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| Eje                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Longitud de los ejes                 | Reducción de eje por sistema de palpador o accesorios  |                             |                            |                                                                | Error máximo permisible de longitud         |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                      |                                                        |                             |                            |                                                                | $E_{L,MPE} = \pm \frac{2.2 + L}{333} \mu m$ |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | X                                    | 1200                                                   | mm                          | 400                        | mm en eje X                                                    |                                             | Error máximo permisible de repetibilidad<br>$R_{0,MPL} = \pm 1.9 \mu m$ |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Y                                    | 2400                                                   | mm                          | 400                        | mm en eje Y                                                    |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| Z                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1000                                 | mm                                                     | 300                         | mm en eje Z                |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| Resolución de las escalas                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                      | 0.000 2 mm                                             |                             |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| Tipo de cabezal para palpador:                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                      | Cabezal rotatorio indexable con dos grados de libertad |                             |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| Sistema de palpado:                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                      | De escaneo activo                                      |                             |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| Sistema intercambiador de herramientas:                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                      | Zeiss VAST XXT                                         |                             |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| <table><tr><th colspan="2">Palpadores empleados en las pruebas</th></tr><tr><td>E<sub>0</sub></td><td>Rubi D8 X 30 mm M2 vástago de Acero</td></tr><tr><td>E<sub>150</sub></td><td>Rubi D8 X 160 mm M2 vástago de Acero</td></tr><tr><td>Palpado</td><td>Rubi D8 X 30 mm M2 vástago de Acero</td></tr></table> |                                      |                                                        |                             |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  | Palpadores empleados en las pruebas |  | E <sub>0</sub> | Rubi D8 X 30 mm M2 vástago de Acero | E <sub>150</sub> | Rubi D8 X 160 mm M2 vástago de Acero | Palpado | Rubi D8 X 30 mm M2 vástago de Acero |
| Palpadores empleados en las pruebas                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                      |                                                        |                             |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| E <sub>0</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Rubi D8 X 30 mm M2 vástago de Acero  |                                                        |                             |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| E <sub>150</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Rubi D8 X 160 mm M2 vástago de Acero |                                                        |                             |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| Palpado                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Rubi D8 X 30 mm M2 vástago de Acero  |                                                        |                             |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| Temperaturas para asegurar la incertidumbre del equipo:                                                                                                                                                                                                                                                        |                                      | Compensación térmica:                                  |                             |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| T <sub>S,MIN</sub> : 18 °C                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                      | ΔT <sub>S,1</sub> : 1 °C/hr                            |                             | ΔT <sub>S,H</sub> : 1 °C/m |                                                                | ACTIVA                                      |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| T <sub>S,MAX</sub> : 22 °C                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                      | ΔT <sub>S,24</sub> : 2 °C/24 hr                        |                             | ΔT <sub>S,V</sub> : 1 °C/m |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| CTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | X                                    | 3.3                                                    | x10 <sup>-6</sup> /°C por m |                            | Peso máximo de carga tolerado en el equipo:                    |                                             | Kg                                                                      |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| Efectivo para las escalas:                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Y                                    | 3.3                                                    | x10 <sup>-6</sup> /°C por m |                            | 1200                                                           |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Z                                    | 3.3                                                    | x10 <sup>-6</sup> /°C por m |                            | Las pruebas se aplican con o sin carga de trabajo<br>sin carga |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| Incertidumbre del valor CTE (k=2)                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      | 1                                                      | x10 <sup>-6</sup> /°C por m |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| Presión nominal del aire comprimido de trabajo:                                                                                                                                                                                                                                                                |                                      | 0.5 MPa                                                |                             |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |
| Presión real indicada en IBC                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                      | 0.5 MPa                                                |                             |                            |                                                                |                                             |                                                                         |  |  |  |  |                                     |  |                |                                     |                  |                                      |         |                                     |

Pruebas de Repetibilidad
Repeatability tests

| Prueba de repetibilidad del error de longitud, R <sub>0</sub> |  |         |                                                             | Mediciones en mm |         |
|---------------------------------------------------------------|--|---------|-------------------------------------------------------------|------------------|---------|
| Valor máximo de repetibilidad                                 |  | 0.000 4 | Error de repetibilidad máximo permisible R <sub>0,MPL</sub> |                  | 0.001 9 |

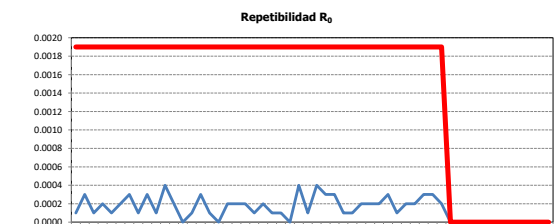
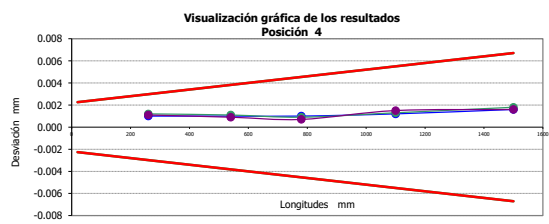
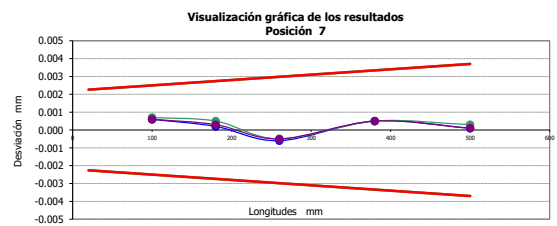
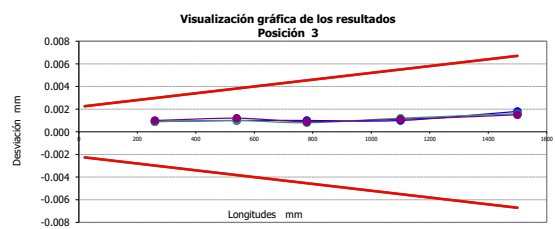
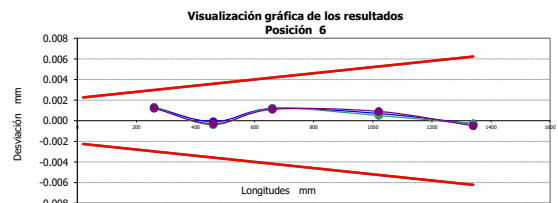
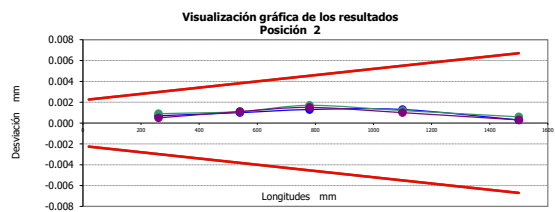
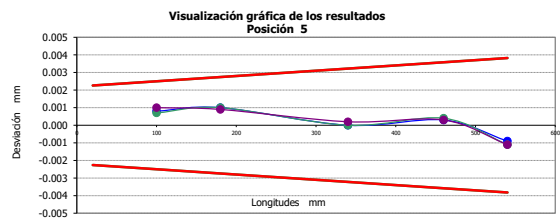
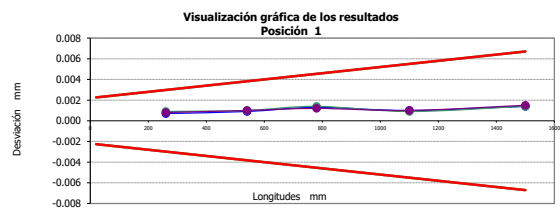
**Error de medición de longitud  $E_0$**   
*Length error  $E_0$*

Todos los resultados se expresan en mm

| Longitud Patrón                                               | 1 era medición | $E_{L1}$ | 2 da medición | $E_{L2}$ | 3 era medición | $E_{L3}$ | Repetibilidad |
|---------------------------------------------------------------|----------------|----------|---------------|----------|----------------|----------|---------------|
| <b>Posición 5, paralela a eje X</b>                           |                |          |               |          |                |          |               |
| 20.007 5                                                      | 20.008 4       | 0.000 9  | 20.008 4      | 0.000 9  | 20.008 5       | 0.001 0  | 0.000 1       |
| 99.961 5                                                      | 99.962 3       | 0.000 8  | 99.962 2      | 0.000 7  | 99.962 5       | 0.001 0  | 0.000 3       |
| 180.042 3                                                     | 180.043 3      | 0.001 0  | 180.043 3     | 0.001 0  | 180.043 2      | 0.000 9  | 0.000 1       |
| 340.028 3                                                     | 340.028 3      | 0.000 0  | 340.028 3     | 0.000 0  | 340.028 5      | 0.000 2  | 0.000 2       |
| 460.036 4                                                     | 460.036 7      | 0.000 3  | 460.036 8     | 0.000 4  | 460.036 7      | 0.000 3  | 0.000 1       |
| 540.049 0                                                     | 540.048 1      | -0.000 9 | 540.047 9     | -0.001 1 | 540.047 9      | -0.001 1 | 0.000 2       |
| <b>Posición 6, paralela a eje Y</b>                           |                |          |               |          |                |          |               |
| 20.007 5                                                      | 20.008 2       | 0.000 7  | 20.008 0      | 0.000 5  | 20.008 3       | 0.000 8  | 0.000 3       |
| 259.993 7                                                     | 259.995 0      | 0.001 3  | 259.995 0     | 0.001 3  | 259.994 9      | 0.001 2  | 0.000 1       |
| 460.036 4                                                     | 460.036 3      | -0.000 1 | 460.036 0     | -0.000 4 | 460.036 1      | -0.000 3 | 0.000 3       |
| 659.949 8                                                     | 659.951 0      | 0.001 2  | 659.951 0     | 0.001 2  | 659.950 9      | 0.001 1  | 0.000 1       |
| 1019.997 3                                                    | 1019.998 0     | 0.000 7  | 1019.997 8    | 0.000 5  | 1019.998 2     | 0.000 9  | 0.000 4       |
| 1339.885 9                                                    | 1339.885 6     | -0.000 3 | 1339.885 6    | -0.000 3 | 1339.885 4     | -0.000 5 | 0.000 2       |
| <b>Posición 7, paralela a eje Z</b>                           |                |          |               |          |                |          |               |
| 20.007 5                                                      | 20.008 3       | 0.000 8  | 20.008 3      | 0.000 8  | 20.008 3       | 0.000 8  | 0.000 0       |
| 99.961 5                                                      | 99.962 1       | 0.000 6  | 99.962 2      | 0.000 7  | 99.962 1       | 0.000 6  | 0.000 1       |
| 180.042 3                                                     | 180.042 5      | 0.000 2  | 180.042 8     | 0.000 5  | 180.042 6      | 0.000 3  | 0.000 3       |
| 259.993 7                                                     | 259.993 1      | -0.000 6 | 259.993 2     | -0.000 5 | 259.993 2      | -0.000 5 | 0.000 1       |
| 380.015 4                                                     | 380.015 9      | 0.000 5  | 380.015 9     | 0.000 5  | 380.015 9      | 0.000 5  | 0.000 0       |
| 500.016 5                                                     | 500.016 6      | 0.000 1  | 500.016 8     | 0.000 3  | 500.016 6      | 0.000 1  | 0.000 2       |
| <b>Posición 1, diagonal con orientación (1,0,0) a (0,1,1)</b> |                |          |               |          |                |          |               |
| 20.007 5                                                      | 20.008 6       | 0.001 1  | 20.008 4      | 0.000 9  | 20.008 4       | 0.000 9  | 0.000 2       |
| 259.993 7                                                     | 259.994 4      | 0.000 7  | 259.994 6     | 0.000 9  | 259.994 5      | 0.000 8  | 0.000 2       |
| 540.049 0                                                     | 540.049 9      | 0.000 9  | 540.050 0     | 0.001 0  | 540.050 0      | 0.001 0  | 0.000 1       |
| 779.888 9                                                     | 779.890 2      | 0.001 3  | 779.890 3     | 0.001 4  | 779.890 1      | 0.001 2  | 0.000 2       |
| 1099.991 4                                                    | 1099.992 4     | 0.001 0  | 1099.992 3    | 0.000 9  | 1099.992 4     | 0.001 0  | 0.000 1       |
| 1499.979 3                                                    | 1499.980 7     | 0.001 4  | 1499.980 7    | 0.001 4  | 1499.980 8     | 0.001 5  | 0.000 1       |
| <b>Posición 2, diagonal con orientación (1,1,0) a (0,0,1)</b> |                |          |               |          |                |          |               |
| 20.007 5                                                      | 20.008 4       | 0.000 9  | 20.008 4      | 0.000 9  | 20.008 4       | 0.000 9  | 0.000 0       |
| 259.993 7                                                     | 259.994 4      | 0.000 7  | 259.994 6     | 0.000 9  | 259.994 2      | 0.000 5  | 0.000 4       |
| 540.049 0                                                     | 540.050 0      | 0.001 0  | 540.050 1     | 0.001 1  | 540.050 1      | 0.001 1  | 0.000 1       |
| 779.888 9                                                     | 779.890 2      | 0.001 3  | 779.890 6     | 0.001 7  | 779.890 4      | 0.001 5  | 0.000 4       |
| 1099.991 4                                                    | 1099.992 7     | 0.001 3  | 1099.992 6    | 0.001 2  | 1099.992 4     | 0.001 0  | 0.000 3       |
| 1499.979 3                                                    | 1499.979 6     | 0.000 3  | 1499.979 9    | 0.000 6  | 1499.979 6     | 0.000 3  | 0.000 3       |
| <b>Posición 3, diagonal con orientación (0,1,0) a (1,0,1)</b> |                |          |               |          |                |          |               |
| 20.007 5                                                      | 20.008 2       | 0.000 7  | 20.008 1      | 0.000 6  | 20.008 2       | 0.000 7  | 0.000 1       |
| 259.993 7                                                     | 259.994 6      | 0.000 9  | 259.994 6     | 0.000 9  | 259.994 7      | 0.001 0  | 0.000 1       |
| 540.049 0                                                     | 540.050 0      | 0.001 0  | 540.050 0     | 0.001 0  | 540.050 2      | 0.001 2  | 0.000 2       |
| 779.888 9                                                     | 779.889 9      | 0.001 0  | 779.889 7     | 0.000 8  | 779.889 8      | 0.000 9  | 0.000 2       |
| 1099.991 4                                                    | 1099.992 4     | 0.001 0  | 1099.992 6    | 0.001 2  | 1099.992 5     | 0.001 1  | 0.000 2       |
| 1499.979 3                                                    | 1499.981 1     | 0.001 8  | 1499.980 9    | 0.001 6  | 1499.980 8     | 0.001 5  | 0.000 3       |
| <b>Posición 4, diagonal con orientación (0,0,0) a (1,1,1)</b> |                |          |               |          |                |          |               |
| 20.007 5                                                      | 20.008 2       | 0.000 7  | 20.008 3      | 0.000 8  | 20.008 3       | 0.000 8  | 0.000 1       |
| 259.993 7                                                     | 259.994 7      | 0.001 0  | 259.994 9     | 0.001 2  | 259.994 8      | 0.001 1  | 0.000 2       |
| 540.049 0                                                     | 540.050 0      | 0.001 0  | 540.050 1     | 0.001 1  | 540.049 9      | 0.000 9  | 0.000 2       |
| 779.888 9                                                     | 779.889 9      | 0.001 0  | 779.889 8     | 0.000 9  | 779.889 6      | 0.000 7  | 0.000 3       |
| 1099.991 4                                                    | 1099.992 6     | 0.001 2  | 1099.992 7    | 0.001 3  | 1099.992 9     | 0.001 5  | 0.000 3       |
| 1499.979 3                                                    | 1499.980 9     | 0.001 6  | 1499.981 1    | 0.001 8  | 1499.980 9     | 0.001 6  | 0.000 2       |

## Información gráfica del error de medición de longitud $E_0$

Graphic information of length error  $E_0$

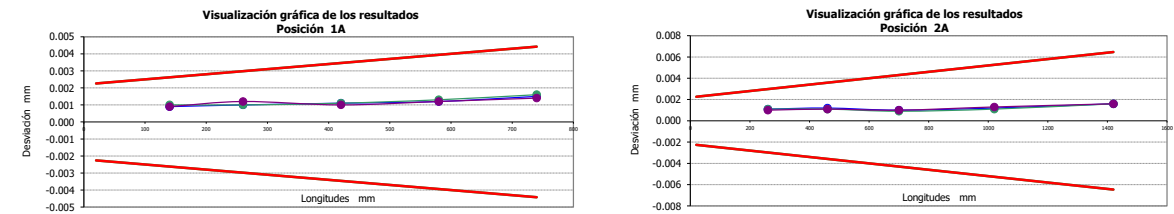


Error de medición de longitud  $E_{150}$   
Length error  $E_{150}$

Todos los resultados se expresan en mm

| Longitud Patrón                      | 1 era medición | $E_{L1}$ | 2 da medición | $E_{L2}$ | 3 era medición | $E_{L3}$ | Repetibilidad |
|--------------------------------------|----------------|----------|---------------|----------|----------------|----------|---------------|
| Posición 1A ZX, Diagonal 1 con L=150 |                |          |               |          |                |          |               |
| 20.007 5                             | 20.008 3       | 0.000 8  | 20.008 3      | 0.000 8  | 20.008 1       | 0.000 6  | 0.000 2       |
| 139.912 5                            | 139.913 4      | 0.000 9  | 139.913 5     | 0.001 0  | 139.913 4      | 0.000 9  | 0.000 1       |
| 259.993 7                            | 259.994 7      | 0.001 0  | 259.994 7     | 0.001 0  | 259.994 9      | 0.001 2  | 0.000 2       |
| 419.990 4                            | 419.991 5      | 0.001 1  | 419.991 5     | 0.001 1  | 419.991 4      | 0.001 0  | 0.000 1       |
| 579.729 2                            | 579.730 4      | 0.001 2  | 579.730 5     | 0.001 3  | 579.730 4      | 0.001 2  | 0.000 1       |
| 739.903 6                            | 739.905 1      | 0.001 5  | 739.905 2     | 0.001 6  | 739.905 0      | 0.001 4  | 0.000 2       |
| Posición 2A ZY, Diagonal 2 con L=150 |                |          |               |          |                |          |               |
| 20.007 5                             | 20.008 0       | 0.000 5  | 20.008 1      | 0.000 6  | 20.008 1       | 0.000 6  | 0.000 1       |
| 259.993 7                            | 259.994 8      | 0.001 1  | 259.994 8     | 0.001 1  | 259.994 7      | 0.001 0  | 0.000 1       |
| 460.036 4                            | 460.037 6      | 0.001 2  | 460.037 5     | 0.001 1  | 460.037 5      | 0.001 1  | 0.000 1       |
| 699.929 6                            | 699.930 6      | 0.001 0  | 699.930 5     | 0.000 9  | 699.930 6      | 0.001 0  | 0.000 1       |
| 1019.997 3                           | 1019.998 5     | 0.001 2  | 1019.998 4    | 0.001 1  | 1019.998 6     | 0.001 3  | 0.000 2       |
| 1419.866 4                           | 1419.868 0     | 0.001 6  | 1419.868 0    | 0.001 6  | 1419.868 0     | 0.001 6  | 0.000 0       |

Información gráfica del error de medición de longitud  $E_{150}$   
Graphic information of length error  $E_{150}$



Error de palpado  $P_{Form.Sph.1x25.SS.Tact}$  ( 0.1017 ± 0.00019 ) mm  
Probing error

Error de palpado  $P_{Size.Sph.1x25.SS.Tact}$  ( 0.00397 ± 0.00061 ) mm  
Probing error

Requerimientos especiales (Special requirements)