



RED NACIONAL DE METROLOGIA

INFORME – A INTER-COMPARACION NACIONAL

**MAGNITUD LONGITUD
Código L- 17**

**EJERCICIO DE EVALUACION DE COMPETENCIA PARA REALIZAR LA
CALIBRACION DE UN PIE DE METRO DIGITAL CON RANGO DE MEDICION
DE 300 mm Y RESOLUCION DE 0,01 mm.**

SANTIAGO
Diciembre 2017

INDICE

1. Resumen
2. Introducción
3. Objetivo
4. Comparación
 - 4.1 Procedimiento
 - 4.2 Consideraciones adicionales
 - 4.3 Patrón de comparación
 - 4.4 Ronda de comparación. Directrices generales
 - 4.5 Resultados
 - 4.6 Observaciones de Laboratorio Piloto
 - 4.7 Incidentes
5. Conclusiones
6. Agradecimientos
7. Referencias
 - Anexo I. Programa de Intercomparación L-17
 - Anexo II. Tablas de resultado de los laboratorios participantes
 - Anexo III. Error Normalizado
 - Anexo IV. Evaluación comparativa del cálculo de incertidumbre

1. Resumen

Este trabajo consistió en la ejecución de un Ensayo de Aptitud (EA L-17) para evaluar la competencia de los laboratorios participantes, en la calibración del instrumento denominado como pie de metro.

El proveedor del EA para el presente ejercicio es el Instituto Designado en la Magnitud Longitud de Chile, perteneciente a la Red Nacional de Metrología, administrado por Dictuc S.A, y ubicado en: Av. Vicuña Mackenna N° 4860, Macul, Santiago (interior Campus San Joaquín UC, edificio N° 135).

Este programa es coordinado por la División Metrología del Instituto Nacional de Normalización, y organizado y desarrollado por Dictuc S.A. en su condición de Instituto Designado en la Magnitud Longitud

2. Introducción

Este ejercicio se ajustó al plan de operaciones definido por el Sub Comité de Longitud liderado por el Jefe del Laboratorio Piloto.

La convocatoria de participación voluntaria se dirigió a Laboratorios de Calibración de la Magnitud Longitud (LC-L) acreditados en el Sistema Nacional de Acreditación del INN y a otros Laboratorios que disponen de la infraestructura requerida.

3. Objetivo

Establecer los niveles de exactitud y dispersión que existen entre los participantes, en función de sus conocimientos, sus patrones de medición y su infraestructura, para determinar los resultados de la calibración de un pie de metro digital, con rango de medición de 300 mm y resolución de 0,01 mm.

4. Comparación

4.1. Procedimiento

El procedimiento desarrollado para esta intercomparación está descrito en el documento: "Protocolo de Inter-Comparación Nacional - Código L-17" elaborado para evaluar la competencia de los participantes para realizar la calibración del instrumento antes señalado. El mencionado documento fue preparado por el Laboratorio proveedor del EA y revisado por la Unidad de Coordinación y Supervisión (UCS) del INN, y comprende los siguientes capítulos:

- (1) Introducción;
- (2) Requisitos de participación;
- (3) Seguridad, responsabilidad y compromiso del laboratorio;
- (4) Diseño del programa;
- (5) Descripción del patrón viajero;
- (6) Manipulación del patrón viajero;
- (7) Método de Calibración;
- (8) Reporte de calibración;
- (9) Confabulación entre participantes o falsificación de resultados;
- (10) Condiciones de recepción del patrón viajero;
- (11) Transporte;
- (12) Confidencialidad de los resultados;
- (13) Análisis y entrega de resultados;
- (14) Informe preliminar (B);
- (15) Reunión final;
- (16) Informe final (A);
- (17) Bibliografía.

4.2. Consideraciones adicionales

Para efectos de este ejercicio, el Proveedor del EA – Dictuc, ha adquirido el patrón viajero en condición de nuevo, con fondos provenientes del Programa de Fortalecimiento y Reconocimiento de las mejores Capacidades de Medición en la Red Nacional de Metrología.

4.3. Patrón de comparación

Nombre del instrumento	: Pie de Metro con indicación digital
Marca	: Mitutoyo
Modelo	: CD-12”C
Código	: 500-173
Serie	: 1135417
Rango	: 0 a 300 mm
Resolución	: 0,01 mm

4.4. Ronda de comparación. Directrices generales

El programa se fijó entre el Sr. Roberto Morales, Jefe del Laboratorio proveedor del EA (Laboratorio Nacional de Longitud), y el Sr. Oscar Garrido, Coordinador del INN, para una secuencia en línea de acuerdo a la distribución geográfica de los laboratorios. La secuencia de la ruta está detallada en el **Anexo I**.

Para este ejercicio el Proveedor del EA en conjunto con el Coordinador del mismo definieron que los valores de referencia a utilizar para la determinación del Error Normalizado (EN) corresponderán a la media aritmética de los resultados de todos los participantes, tanto para la determinación de los errores como para los resultados de las incertidumbre. En relación a lo anterior y una vez concluido el análisis de los resultados, se han generado algunas variantes que se explican en el capítulo “Observaciones del Proveedor del EA”.

El detalle de los participantes en este ejercicio es el siguiente (para resguardar la confidencialidad de los resultados se han ordenado alfabéticamente):

ASMAR VALPARAISO, ASMAR TALCAHUANO, CESMEC S.A, DICTUC S.A (Lab. de Calibración), DTS, IDIC, KOMATSU REMAN, LABCAL LTDA, LEM, SMI, SILAB, VETO, y WSS.

El Coordinador del INN, le asignó a cada laboratorio su código de participación “L-17-XX”, donde: L= longitud; 17 = año 2017 / XX = dos dígitos que se extraen de la “Tabla de Números al Azar”, NCh 43.Of61.

Los laboratorios enviaron al Coordinador los resultados de sus calibraciones y los certificados de calibración identificados con el código asignado. El coordinador los revisa y ordena en un archivo que remite al Jefe del Laboratorio Proveedor del EA, para su procesamiento y emisión del Informe B (preliminar/interino). Este informe se envía a cada uno de los laboratorios participantes, quienes identifican su código y evalúan los resultados. Posteriormente, hechas las correcciones y/o aclaraciones que procedan a través del Coordinador, se emite el “Informe-A” (final) del que se distribuye un ejemplar a: (1) cada uno de los laboratorios participantes; (2) al CTM; (3) a la División de Acreditación INN; (4) a la División Metrología INN.

4.5. Resultados

En el “**Anexo II.**” de este documento, se presentan los resultados de todos los participantes, ordenados en tablas para cada nominal calibrado y cada tabla acompañada de un gráfico que facilita la visualización comparativa.

En el “**Anexo III**” se presenta un resumen de los Errores Normalizados (En) y la forma de aplicación del mismo.

En el “**Anexo IV.**” se presentan tablas comparativas de los cálculos de incertidumbre evaluados por cada fuente aplicada y para cada nominal evaluado, informados por los participantes.

4.6. Observaciones del proveedor del EA (Laboratorio Designado de Patrones Nacionales en la Magnitud Longitud de Dictuc).

De los resultados obtenidos para la Intercomparación L-17, se puede determinar lo siguiente:

- El participante N° 15 tiene dos posiciones de calibración (100 y 200 mm) con Error Normalizado (En) insatisfactorio para la calibración con mandíbulas de exterior. Debe revisar la determinación de los errores en su proceso de calibración.
- El participante N° 09 tiene Error Normalizado (En) insatisfactorio para la calibración con mandíbulas de interior. Debe revisar la determinación de los errores y los cálculos de incertidumbre en su proceso de calibración.
- El participante N° 25 tiene Error Normalizado (En) insatisfactorio para la calibración con el escalón. Debe revisar la determinación de los errores y los cálculos de incertidumbre en su proceso de calibración.
- Los participantes N° 09 y N° 11 contienen errores en el cálculo de incertidumbre por resolución; por tal motivo sus incertidumbres para esta fuente no fueron considerados para el cálculo del promedio usado como referencia en todas las variantes del instrumento.
- El participante N° 06, contiene errores en el cálculo de incertidumbre por temperatura Δt . La Incertidumbre estándar $u(x_i)$ no está calculada de acuerdo al tipo de distribución establecida, y el coeficiente de sensibilidad c_i , no contiene la componente de longitud. Sus resultados no fueron considerados para el promedio usado como referencia para la u por Δt , en ninguna de las variantes del instrumento.
- El participante N° 05 incorpora incertidumbre por error de Abbe en la calibración con mandíbulas de exterior, sin embargo esta incertidumbre ya está contemplada en la incertidumbre por paralelismo.
- El participante N° 22 presenta incertidumbres muy altas en las posiciones 200 mm y 300 mm, para la calibración con mandíbulas de exterior. Lo anterior es producto de un Δt que compromete la incertidumbre en los rangos más grandes de la escala.
- El participante N° 08 presenta fuentes de incertidumbres adicionales que enriquecen su cálculo general, sin embargo al presentar una sola incertidumbre para todas las posiciones calibradas, los rangos inferiores se vieron notoriamente afectados con incertidumbres altas.

4.7. Incidentes

No se informaron incidentes por parte de los participantes y los organizadores.

5. Conclusiones

El ejercicio se realizó sin mayores inconvenientes ni retrasos significativos en relación al calendario de calibraciones previamente establecido, por lo tanto se cumplieron los objetivos propuestos, entregando a los participantes la oportunidad de evaluar sus procedimientos de calibración, la capacidad de su equipamiento, las condiciones generales en sus laboratorios y las habilidades de su personal; de esta forma pueden aplicar datos objetivos para el mejoramiento continuo de sus procesos de calibración.

Para evaluar los resultados obtenidos se procedió a graficar comparativamente los errores y las incertidumbres obtenidas por cada laboratorio (ver Anexo II), de esta forma se puede visualizar claramente las dispersiones entre los participantes.

Adicionalmente se utilizó el criterio del “Error Normalizado” definido en la Norma Nch 2445/1 (ver Anexo III).

Los resultados del presente ejercicio (EA L-17) fueron expuestos por el Proveedor del EA, en el taller de cierre realizado el día 14 de diciembre de 2017. Los asistentes no presentaron reparos con respecto a los resultados del ejercicio. Adicionalmente se establecieron las prioridades de inter-comparaciones para el periodo 2018.

6. Agradecimiento

Expresamos nuestro sentido agradecimiento por la excelente disposición de integración y colaboración prestada para el éxito de este Ejercicio, a las Gerencias Generales y Directivos Técnicos de los Laboratorios participantes, al Jefe del Laboratorio Piloto de DICTUC, Sr. Roberto Morales, y a los Coordinadores del INN, Sr. Oscar Garrido y Gerardo González.

7. Referencias

- *NCh 2445/1.Of1999: Ensayos de aptitud mediante comparaciones interlaboratorio - Parte 1: Desarrollo y operación de los programas de ensayo de aptitud*
- *NCh 2445/2.Of1999: Ensayos de aptitud mediante comparaciones interlaboratorio - Parte 2: Selección y uso de los programas de ensayos de aptitud por los organismos de acreditación de laboratorios*
- *Guide ISO/IEC Guide 43-1: Proficiency testing by interlaboratory comparisons – Part 1: Development and operations of proficiency testing schemes*
- *Guide ISO/IEC Guide 43-2: Proficiency testing by interlaboratory comparisons – Part 2: Selection and use of proficiency testing schemes by laboratory accreditation bodies*

ANEXO I

PROGRAMA INTER-COMPARACION NACIONAL L - 17 MAGNITUD LONGITUD 2017			
PARTICIPANTE	RECEPCION	ENVIO	OBSERVACION
DICTUC - LD-L Laboratorio Piloto		28 de Agosto 2017	Instrumento nuevo, entregado personalmente
DICTUC S.A. Laboratorio de Calibración	28 de Agosto 2017	30 de Agosto 2017	Sin observaciones
IDIC	30 de Agosto 2017	04 Septiembre 2017	Sin observaciones
WSS	04 Septiembre 2017	08 Septiembre 2017	Sin observaciones
KOMATSU Reman Center Chile S.A.	12 Septiembre 2017	14 Septiembre 2017	Sin observaciones
SILAB	15 Septiembre 2017	26 Septiembre 2017	Sin observaciones
SMI	26 Septiembre 2017	29 Septiembre 2017	Sin observaciones
VETO y Cía Ltda.	29 Septiembre 2017	04 Octubre 2017	Sin observaciones
LEM	06 Octubre 2017	12 Octubre 2017	
LABCAL SPA	16 Octubre 2017	19 Octubre 2017	
ASMAR VALPO	19 Octubre 2017	26 Octubre 2017	Sin observaciones
ASMAR TALCAHUANO	30 Octubre 2017	08 Noviembre 2017	Sin observaciones
DTS	10 Noviembre 2017	15 Noviembre 2017	
CESMEC S.A.	15 Noviembre 2017	20 Noviembre 2017	
DICTUC - LD-L Laboratorio Piloto	28 de Nov. 2017	=====	Equipo revisado. Sin observaciones
Coordinador y Dictuc LD-L	28 de Julio 2017	Taller de inicio EA L-17	
Referencia	07 Diciembre 2017	Recepción resultados de calibración enviados por el Coordinador del INN.	
Referencia	08 -13 Dic. 2017	Procesamiento de información	
Referencia	12 Diciembre 2017	Entrega Informe interino (informe B) al INN	
INN	12 Diciembre 2017	Distribución Informe preliminar a los Participantes – Revisión datos	
INN	12 al 14 Dic.2017	Recepción comentarios	
INN	=====	Envío comentarios al LD-L (si procede)	
INN	14 Diciembre 2017	Taller Cierre - Reunión final INN / Asistencia: Participantes, LCPN-L, INN	
INN	04 de Enero 2018	Entrega informe final (informe A) al INN	
INN		Distribución Informe final (informe A) a participantes	

ANEXO II.

TABLAS DE RESULTADO DE LOS LABORATORIOS PARTICIPANTES

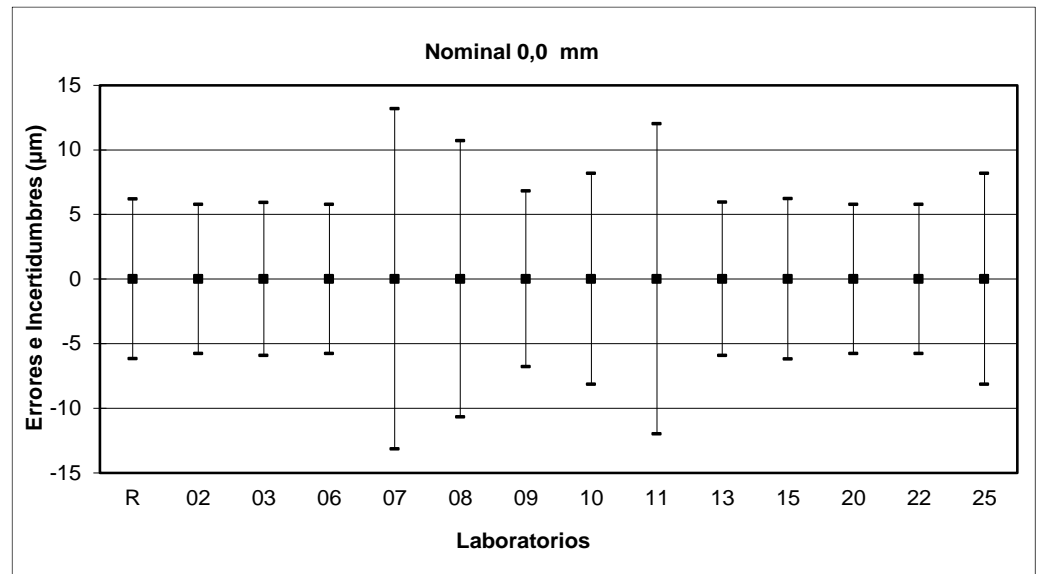
R : Referencia

RESULTADOS OBTENIDOS

Calibración con mandíbulas de exterior

VALOR NOMINAL 0 mm

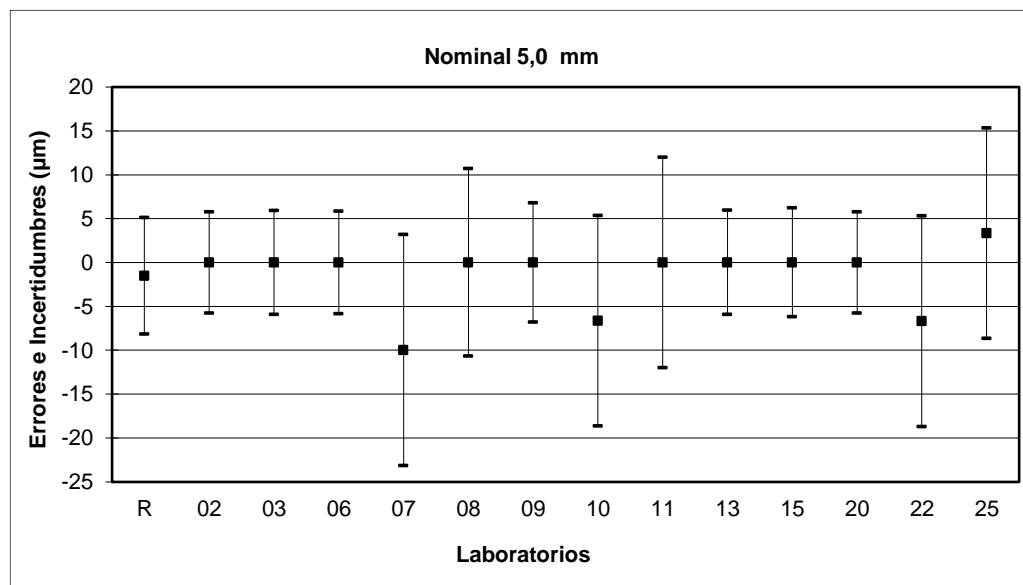
Lab.	Error (μm)	Incert. (μm)	Error Max. Probable (μm)	Error Min. Probable (μm)	$ E_n $
R	0,0	6,2	6,2	-6,2	0,0
02	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,0
03	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,0
06	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,0
07	0,0	13,2	13,2	-13,2	0,0
08	0,0	10,7	10,7	-10,7	0,0
09	0,0	6,8	6,8	-6,8	0,0
10	0,0	8,2	8,2	-8,2	0,0
11	0,0	12,0	12,0	-12,0	0,0
13	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,0
15	0,0	6,2	6,2	-6,2	0,0
20	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,0
22	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,0
25	0,0	8,2	8,2	-8,2	0,0



Calibración con mandíbulas de exterior

VALOR NOMINAL 5 mm

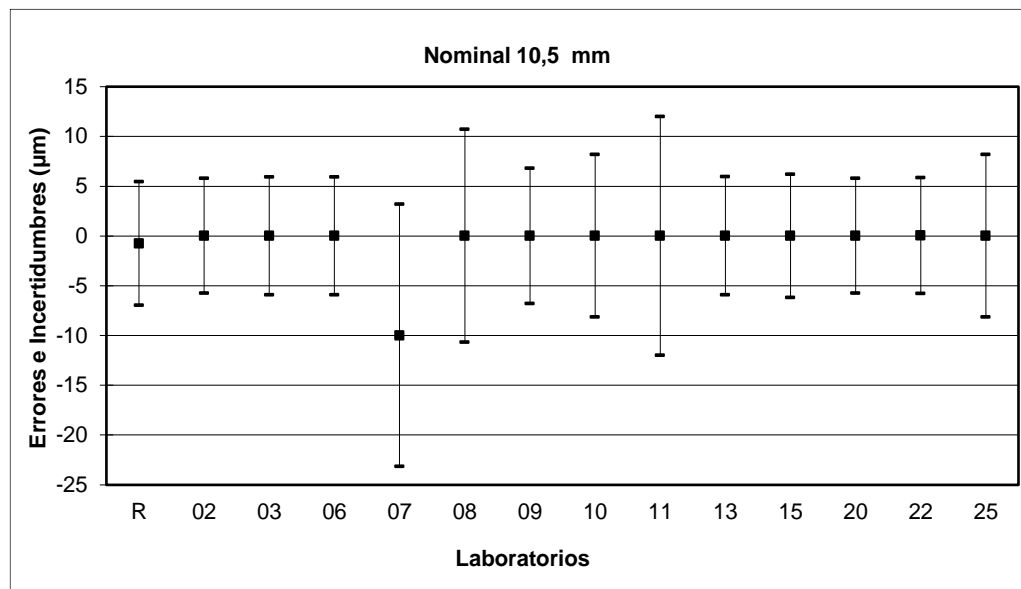
Lab.	Error (μm)	Incert. (μm)	Error Max. Probable (μm)	Error Min. Probable (μm)	IE _{nI}
R	-1,5	6,6	5,1	-8,2	0,0
02	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,2
03	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,2
06	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,2
07	-10,0	13,2	3,2	-23,2	0,6
08	0,0	10,7	10,7	-10,7	0,1
09	0,0	6,8	6,8	-6,8	0,2
10	-6,7	12,0	5,3	-18,7	0,4
11	0,0	12,0	12,0	-12,0	0,1
13	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,2
15	0,0	6,2	6,2	-6,2	0,2
20	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,2
22	-6,7	12,0	5,3	-18,7	0,4
25	3,3	12,0	15,3	-8,7	0,4



Calibración con mandíbulas de exterior

VALOR NOMINAL 10,5 mm

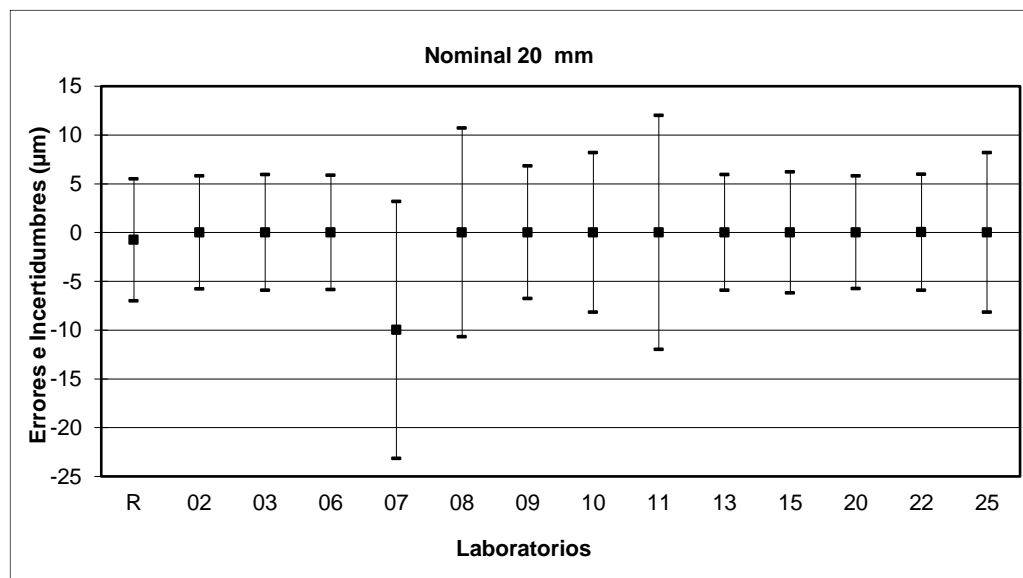
Lab.	Error (μm)	Incert. (μm)	Error Max. Probable (μm)	Error Min. Probable (μm)	IE _{nI}
R	-0,8	6,2	5,4	-7,0	0,0
02	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,1
03	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,1
06	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,1
07	-10,0	13,2	3,2	-23,2	0,6
08	0,0	10,7	10,7	-10,7	0,1
09	0,0	6,8	6,8	-6,8	0,1
10	0,0	8,2	8,2	-8,2	0,1
11	0,0	12,0	12,0	-12,0	0,1
13	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,1
15	0,0	6,2	6,2	-6,2	0,1
20	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,1
22	0,0	5,8	5,9	-5,8	0,1
25	0,0	8,2	8,2	-8,2	0,1



Calibración con mandíbulas de exterior

VALOR NOMINAL 20,0 mm

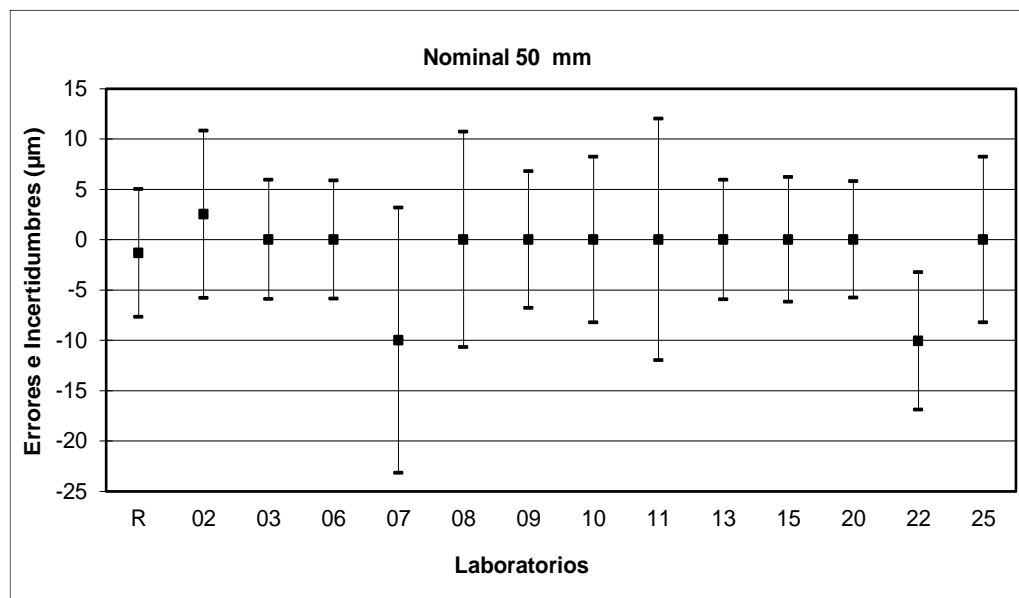
Lab.	Error (μm)	Incert. (μm)	Error Max. Probable (μm)	Error Min. Probable (μm)	IE _{nI}
R	-0,8	6,2	5,5	-7,0	0,0
02	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,1
03	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,1
06	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,1
07	-10,0	13,2	3,2	-23,2	0,6
08	0,0	10,7	10,7	-10,7	0,1
09	0,0	6,8	6,8	-6,8	0,1
10	0,0	8,2	8,2	-8,2	0,1
11	0,0	12,0	12,0	-12,0	0,1
13	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,1
15	0,0	6,2	6,2	-6,2	0,1
20	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,1
22	0,0	6,0	6,0	-5,9	0,1
25	0,0	8,2	8,2	-8,2	0,1



Calibración con mandíbulas de exterior

VALOR NOMINAL 50,0 mm

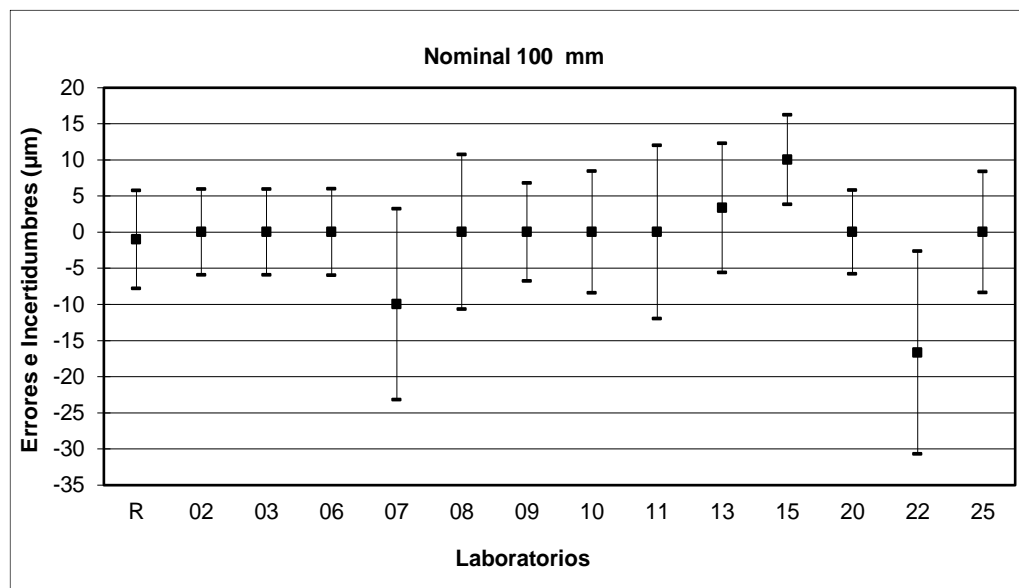
Lab.	Error (μm)	Incert. (μm)	Error Max. Probable (μm)	Error Min. Probable (μm)	IE _{nI}
R	-1,4	6,3	5,0	-7,7	0,0
02	2,5	8,3	10,8	-5,8	0,4
03	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,2
06	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,2
07	-10,0	13,2	3,2	-23,2	0,6
08	0,0	10,7	10,7	-10,7	0,1
09	0,0	6,8	6,8	-6,8	0,1
10	0,0	8,2	8,2	-8,2	0,1
11	0,0	12,0	12,0	-12,0	0,1
13	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,2
15	0,0	6,2	6,2	-6,2	0,2
20	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,2
22	-10,1	6,8	-3,2	-16,9	0,9
25	0,0	8,2	8,2	-8,2	0,1



Calibración con mandíbulas de exterior

VALOR NOMINAL 100 mm

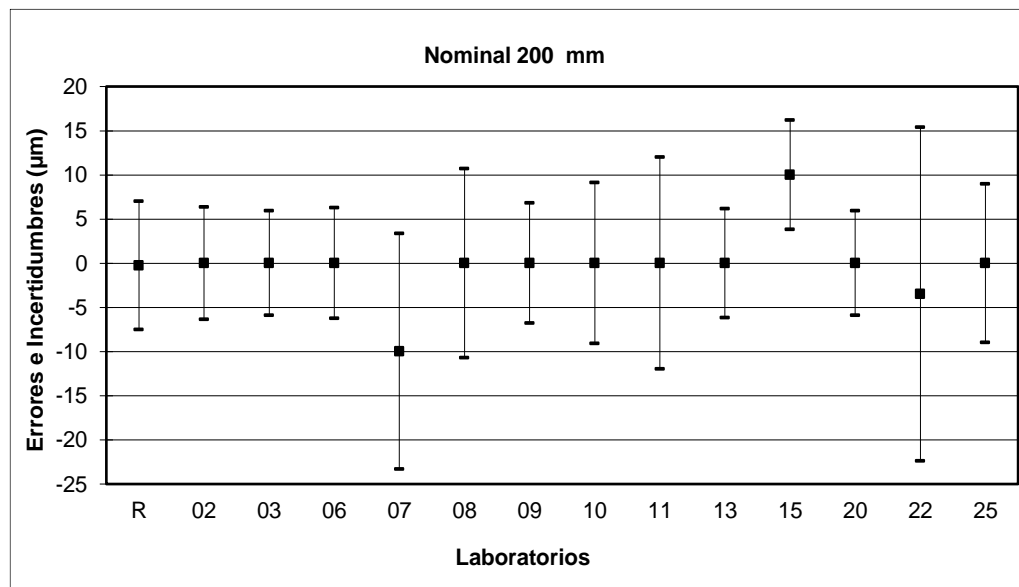
Lab.	Error (μm)	Incert. (μm)	Error Max. Probable (μm)	Error Min. Probable (μm)	IE _{nI}
R	-1,0	6,8	5,8	-7,8	0,0
02	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,1
03	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,1
06	0,0	6,0	6,0	-6,0	0,1
07	-10,0	13,2	3,2	-23,2	0,6
08	0,0	10,7	10,7	-10,7	0,1
09	0,0	6,8	6,8	-6,8	0,1
10	0,0	8,4	8,4	-8,4	0,1
11	0,0	12,0	12,0	-12,0	0,1
13	3,3	8,9	12,3	-5,6	0,4
15	10,0	6,2	16,2	3,8	1,2
20	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,1
22	-16,7	14,1	-2,6	-30,7	1,0
25	0,0	8,4	8,4	-8,4	0,1



Calibración con mandíbulas de exterior

VALOR NOMINAL 200 mm

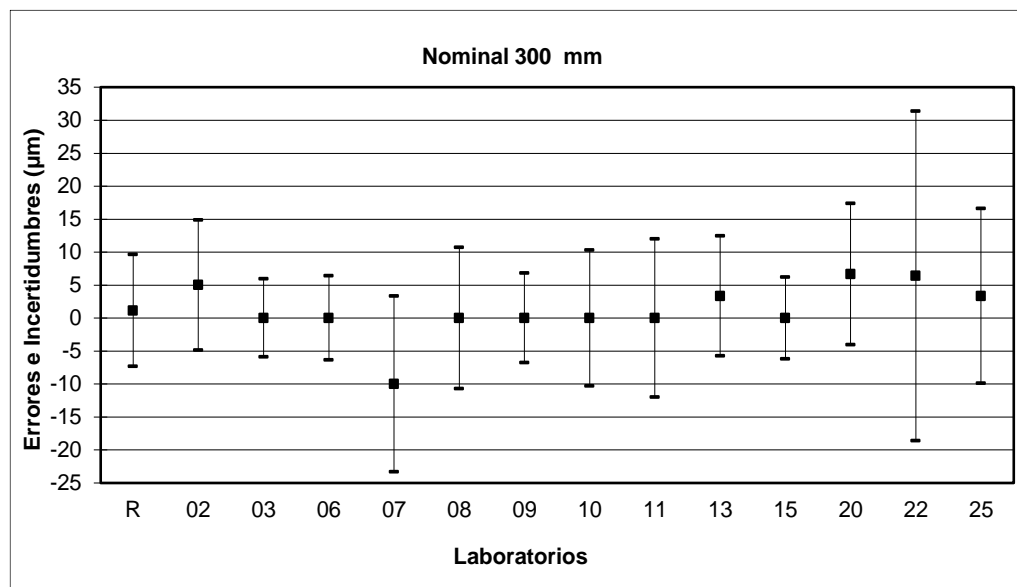
Lab.	Error (μm)	Incert. (μm)	Error Max. Probable (μm)	Error Min. Probable (μm)	IE _{nI}
R	-0,3	7,3	7,0	-7,5	0,0
02	0,0	6,4	6,4	-6,4	0,0
03	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,0
06	0,0	6,3	6,3	-6,3	0,0
07	-10,0	13,3	3,3	-23,3	0,6
08	0,0	10,7	10,7	-10,7	0,0
09	0,0	6,8	6,8	-6,8	0,0
10	0,0	9,1	9,1	-9,1	0,0
11	0,0	12,0	12,0	-12,0	0,0
13	0,0	6,2	6,2	-6,2	0,0
15	10,0	6,2	16,2	3,8	1,1
20	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,0
22	-3,5	18,9	15,4	-22,4	0,2
25	0,0	9,0	9,0	-9,0	0,0



Calibración con mandíbulas de exterior

VALOR NOMINAL 300 mm

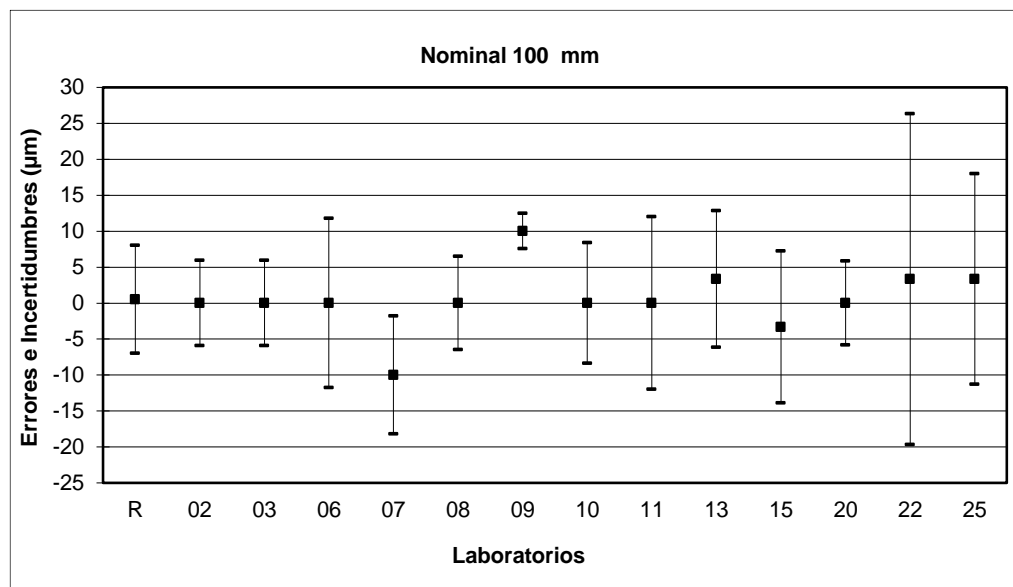
Lab.	Error (μm)	Incert. (μm)	Error Max. Probable (μm)	Error Min. Probable (μm)	IE _{nI}
R	1,1	8,5	9,6	-7,4	0,0
02	5,0	9,9	14,9	-4,9	0,3
03	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,1
06	0,0	6,4	6,4	-6,4	0,1
07	-10,0	13,3	3,3	-23,3	0,7
08	0,0	10,7	10,7	-10,7	0,1
09	0,0	6,8	6,8	-6,8	0,1
10	0,0	10,3	10,3	-10,3	0,1
11	0,0	12,0	12,0	-12,0	0,1
13	3,3	9,1	12,4	-5,8	0,2
15	0,0	6,2	6,2	-6,2	0,1
20	6,7	10,7	17,4	-4,0	0,4
22	6,4	25,0	31,4	-18,6	0,2
25	3,3	13,2	16,6	-9,9	0,1



Calibración con mandíbulas de interior

VALOR NOMINAL 300 mm

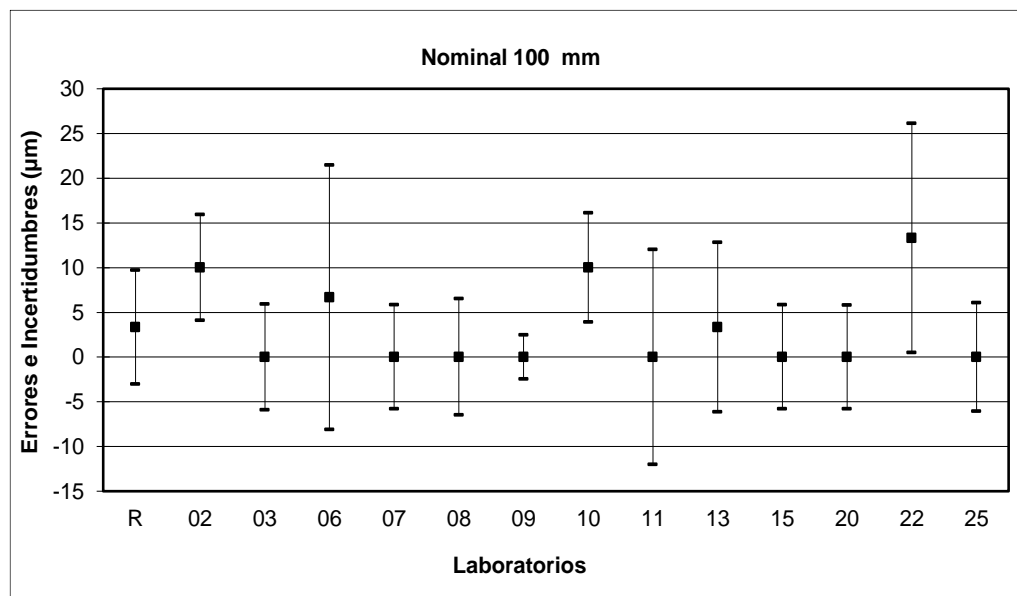
Lab.	Error (μm)	Incert. (μm)	Error Max. Probable (μm)	Error Min. Probable (μm)	IE _{nI}
R	0,5	7,5	8,0	-7,0	0,0
02	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,1
03	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,1
06	0,0	11,8	11,8	-11,8	0,0
07	-10,0	8,2	-1,8	-18,2	0,9
08	0,0	6,5	6,5	-6,5	0,1
09	10,0	2,5	12,5	7,5	1,2
10	0,0	8,4	8,4	-8,4	0,0
11	0,0	12,0	12,0	-12,0	0,0
13	3,3	9,5	12,8	-6,1	0,2
15	-3,3	10,6	7,2	-13,9	0,3
20	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,1
22	3,3	23,0	26,3	-19,7	0,1
25	3,3	14,6	18,0	-11,3	0,2



Calibración con profundímetro

VALOR NOMINAL 300 mm

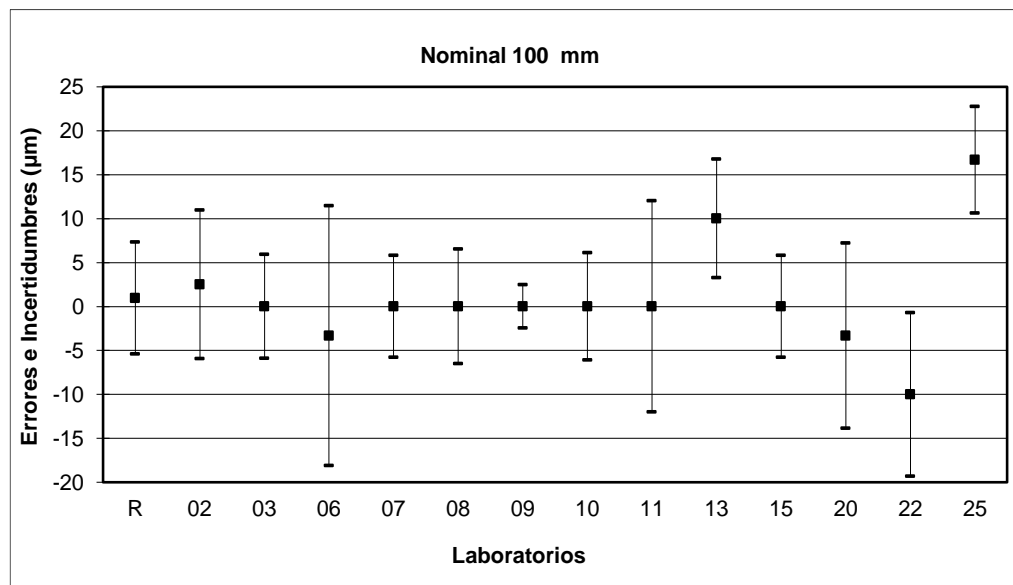
Lab.	Error (μm)	Incert. (μm)	Error Max. Probable (μm)	Error Min. Probable (μm)	IE _{nI}
R	3,3	6,4	9,7	-3,1	0,0
02	10,0	5,9	15,9	4,1	0,8
03	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,4
06	6,7	14,8	21,5	-8,1	0,2
07	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,4
08	0,0	6,5	6,5	-6,5	0,4
09	0,0	2,5	2,5	-2,5	0,5
10	10,0	6,1	16,1	3,9	0,8
11	0,0	12,0	12,0	-12,0	0,2
13	3,3	9,5	12,8	-6,1	0,0
15	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,4
20	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,4
22	13,3	12,8	26,1	0,5	0,7
25	0,0	6,1	6,1	-6,1	0,4



Calibración con escalón

VALOR NOMINAL 300 mm

Lab.	Error (μm)	Incert. (μm)	Error Max. Probable (μm)	Error Min. Probable (μm)	IE _n
R	1,0	6,4	7,3	-5,4	0,0
02	2,5	8,4	10,9	-5,9	0,1
03	0,0	5,9	5,9	-5,9	0,1
06	-3,3	14,8	11,5	-18,1	0,3
07	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,1
08	0,0	6,5	6,5	-6,5	0,1
09	0,0	2,5	2,5	-2,5	0,1
10	0,0	6,1	6,1	-6,1	0,1
11	0,0	12,0	12,0	-12,0	0,1
13	10,0	6,7	16,7	3,3	1,0
15	0,0	5,8	5,8	-5,8	0,1
20	-3,3	10,5	7,2	-13,9	0,3
22	-10,0	9,3	-0,7	-19,3	1,0
25	16,7	6,1	22,7	10,6	1,8



ANEXO III ERROR NORMALIZADO (E_n)

El "Error Normalizado" (E_n) es un criterio especificado en la Norma Chilena Oficial 2445/1. Of 1999, "Ensayos de aptitud mediante comparaciones Interlaboratorio – Parte 1: Desarrollo y operación de los programas de ensayos de aptitud". Esta norma se aplica al presente ejercicio, para evaluar la compatibilidad entre los resultados obtenidos.

Para que un resultado sea satisfactorio, la razón " E_n " debería ser menor o igual que 1, es decir $|E_n| \leq 1$, por lo tanto mientras más cerca de cero, mejor es el resultado (ver valores amarillos en las tablas).

$$E_n = \frac{LAB - REF}{\sqrt{U^2_{LAB} + U^2_{REF}}}$$

Donde: E_n es el Error Normalizado
 LAB es el resultado del laboratorio participante
 REF es el resultado del laboratorio de referencia
 U^2_{LAB} es la incertidumbre reportada por el laboratorio participante
 U^2_{REF} es la incertidumbre reportada por el laboratorio de referencia

RESUMEN DE LOS ERRORES NORMALIZADOS $|E_n|$ CALCULADOS PARA LOS RESULTADOS MIDIENDO CON MANDIBULAS DE EXTERIOR

Lab.	Posición nominal calibrada. En mm							
	0,0	5,0	10,5	20,0	50,0	100,0	200,0	300,0
Ref.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
02	0,0	0,2	0,1	0,1	0,4	0,1	0,0	0,3
03	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1
06	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1
07	0,0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7
08	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
09	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
10	0,0	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
11	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
13	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,4	0,0	0,2
15	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	1,2	1,1	0,1
20	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,4
22	0,0	0,4	0,1	0,1	0,9	1,0	0,2	0,2
25	0,0	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1

RESUMEN DE LOS ERRORES NORMALIZADOS $|E_n|$ CALCULADOS PARA LOS RESULTADOS MIDIENDO CON MANDIBULAS DE INTERIOR, PROFUNDIMETRO Y ESCALON

Lab.	Posición nominal calibrada: 100 mm		
	Interior	Prof.	Escalón
Ref.	0,0	0,0	0,0
02	0,1	0,8	0,1
03	0,1	0,4	0,1
06	0,0	0,2	0,3
07	0,9	0,4	0,1
08	0,1	0,4	0,1
09	1,2	0,5	0,1
10	0,0	0,8	0,1
11	0,0	0,2	0,1
13	0,2	0,0	1,0
15	0,3	0,4	0,1
20	0,1	0,4	0,3
22	0,1	0,7	1,0
25	0,2	0,4	1,8

ANEXO IV.

Evaluación comparativa de los cálculos de incertidumbre registrados por cada fuente aplicada y para cada nominal evaluado.

Resultados utilizando mandíbulas de medición de exterior

Longitud Nominal 0 mm

Fuente de Incertidumbre	Incertidumbre de la fuente $u_i(y)$ en μm													
	Ref	Lab 02	Lab 03	Lab 06	Lab 07	Lab 08	Lab 09	Lab 10	Lab 11	Lab 13	Lab 15	Lab 20	Lab 22	Lab 25
Patrón	0,12	0,00	0,64	0,00	0,00	0,25	0,15	0,00	0,21	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00
Repetibilidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Resolución	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	0,72	2,89	4,33	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89
Paralelismo	0,78	0,00	0,00	0,00	2,89	0,00	1,44	2,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,89
Temperatura ΔT	0,76	0,00	0,20	0,00	0,00	3,98	2,99	0,00	0,29	0,69	1,00	0,00	0,00	0,00
Temperatura ambiental						1,96								
Coef. Exp. Térmica Pat.						0,21								
Deriva						0,14								
Abbe					5,17									

Longitud Nominal 5 mm

Fuente de Incertidumbre	Incertidumbre de la fuente $u_i(y)$ en μm													
	Ref	Lab 02	Lab 03	Lab 06	Lab 07	Lab 08	Lab 09	Lab 10	Lab 11	Lab 13	Lab 15	Lab 20	Lab 22	Lab 25
Patrón	0,15	0,04	0,64	0,04	0,05	0,25	0,15	0,06	0,21	0,05	0,34	0,06	0,03	0,03
Repetibilidad	1,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	4,40
Resolución	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	0,72	2,89	4,33	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89
Paralelismo	1,00	0,00	0,00	0,00	2,89	0,00	1,44	2,89	0,00	0,00	0,00	0,00	2,89	2,89
Temperatura ΔT	0,79	0,03	0,20	0,00	0,02	3,98	2,99	0,05	0,29	0,69	1,00	0,02	0,18	0,05
Temperatura ambiental						1,96								
Coef. Exp. Térmica Pat.						0,21								
Deriva						0,14								
Abbe					5,17									

Resultados utilizando mandíbulas de medición de exterior

Longitud Nominal 10,5 mm

Fuente de Incertidumbre	Incertidumbre de la fuente $u_i(y)$ en μm													
	Ref	Lab 02	Lab 03	Lab 06	Lab 07	Lab 08	Lab 09	Lab 10	Lab 11	Lab 13	Lab 15	Lab 20	Lab 22	Lab 25
Patrón	0,16	0,08	0,64	0,08	0,05	0,25	0,15	0,05	0,21	0,05	0,34	0,04	0,05	0,09
Repetibilidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Resolución	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	0,72	2,89	4,33	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89
Paralelismo	0,78	0,00	0,00	0,00	2,89	0,00	1,44	2,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,89
Temperatura ΔT	0,82	0,07	0,20	0,00	0,03	3,98	2,99	0,10	0,29	0,69	1,00	0,03	0,38	0,09
Temperatura ambiental						1,96								
Coef. Exp. Térmica Pat.						0,21								
Deriva						0,14								
Abbe					5,17									

Longitud Nominal 20 mm

Fuente de Incertidumbre	Incertidumbre de la fuente $u_i(y)$ en μm													
	Ref	Lab 02	Lab 03	Lab 06	Lab 07	Lab 08	Lab 09	Lab 10	Lab 11	Lab 13	Lab 15	Lab 20	Lab 22	Lab 25
Patrón	0,15	0,04	0,64	0,05	0,04	0,25	0,15	0,14	0,21	0,05	0,34	0,07	0,04	0,01
Repetibilidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Resolución	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	0,72	2,89	4,33	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89
Paralelismo	0,78	0,00	0,00	0,00	2,89	0,00	1,44	2,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,89
Temperatura ΔT	0,88	0,13	0,20	0,00	0,07	3,98	2,99	0,20	0,29	0,69	1,00	0,07	0,73	0,19
Temperatura ambiental						1,96								
Coef. Exp. Térmica Pat.						0,21								
Deriva						0,14								
Abbe					5,17									

Resultados utilizando mandíbulas de medición de exterior

Longitud Nominal 50 mm

Fuente de Incertidumbre	Incertidumbre de la fuente $u_i(y)$ en μm													
	Ref	Lab 02	Lab 03	Lab 06	Lab 07	Lab 08	Lab 09	Lab 10	Lab 11	Lab 13	Lab 15	Lab 20	Lab 22	Lab 25
Patrón	0,16	0,05	0,64	0,05	0,07	0,25	0,15	0,14	0,21	0,06	0,34	0,08	0,05	0,07
Repetibilidad	0,23	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Resolución	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	0,72	2,89	4,33	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89
Paralelismo	0,78	0,00	0,00	0,00	2,89	0,00	1,44	2,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,89
Temperatura ΔT	1,02	0,03	0,20	0,00	0,17	3,98	2,99	0,50	0,29	0,69	1,00	0,17	1,83	0,46
Temperatura ambiental						1,96								
Coef. Exp. Térmica Pat.						0,21								
Deriva						0,14								
Abbe					5,17									

Longitud Nominal 100 mm

Fuente de Incertidumbre	Incertidumbre de la fuente $u_i(y)$ en μm													
	Ref	Lab 02	Lab 03	Lab 06	Lab 07	Lab 08	Lab 09	Lab 10	Lab 11	Lab 13	Lab 15	Lab 20	Lab 22	Lab 25
Patrón	0,19	0,09	0,64	0,11	0,11	0,25	0,15	0,20	0,21	0,08	0,34	0,08	0,06	0,12
Repetibilidad	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,33	0,00	0,00	4,40	0,00
Resolución	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	0,72	2,89	4,33	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89
Paralelismo	1,00	0,00	0,00	0,00	2,89	0,00	1,44	2,89	0,00	0,00	0,00	0,00	2,89	2,89
Temperatura ΔT	1,34	0,66	0,20	0,00	0,33	3,98	2,99	1,00	0,29	0,69	1,00	0,33	3,65	0,93
Temperatura ambiental						1,96								
Coef. Exp. Térmica Pat.						0,21								
Deriva						0,14								
Abbe					5,17									

Resultados utilizando mandíbulas de medición de exterior

Longitud Nominal 200 mm

Fuente de Incertidumbre	Incertidumbre de la fuente $u_i(y)$ en μm													
	Ref	Lab 02	Lab 03	Lab 06	Lab 07	Lab 08	Lab 09	Lab 10	Lab 11	Lab 13	Lab 15	Lab 20	Lab 22	Lab 25
Patrón	0,28	0,15	0,64	0,25	0,21	0,25	0,15	0,30	0,21	0,85	0,34	0,11	0,09	0,16
Repetibilidad	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	0,00
Resolución	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	0,72	2,89	4,33	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89
Paralelismo	1,00	0,00	0,00	0,00	2,89	0,00	1,44	2,89	0,00	0,00	0,00	0,00	2,89	2,89
Temperatura ΔT	1,91	1,33	0,20	0,00	0,66	3,98	2,99	1,99	0,29	0,69	1,00	0,66	7,30	1,86
Temperatura ambiental						1,96								
Coef. Exp. Térmica Pat.						0,21								
Deriva						0,14								
Abbe					5,17									

Longitud Nominal 300 mm

Fuente de Incertidumbre	Incertidumbre de la fuente $u_i(y)$ en μm													
	Ref	Lab 02	Lab 03	Lab 06	Lab 07	Lab 08	Lab 09	Lab 10	Lab 11	Lab 13	Lab 15	Lab 20	Lab 22	Lab 25
Patrón	0,35	0,20	0,64	0,30	0,31	0,25	0,15	0,95	0,21	0,85	0,34	0,13	0,11	0,18
Repetibilidad	1,54	3,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,33	0,00	4,40	4,40	4,40
Resolución	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	0,72	2,89	4,33	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89
Paralelismo	1,00	0,00	0,00	0,00	2,89	0,00	1,44	2,89	0,00	0,00	0,00	0,00	2,89	2,89
Temperatura ΔT	2,49	1,99	0,20	0,00	1,00	3,98	2,99	2,99	0,29	0,69	1,00	1,00	10,96	2,79
Temperatura ambiental						1,96								
Coef. Exp. Térmica Pat.						0,21								
Deriva						0,14								
Abbe					5,17									

Resultados utilizando mandíbulas de medición de interior

Fuente de Incertidumbre	Incertidumbre de la fuente $u_i(y)$ en μm													
	Ref	Lab 02	Lab 03	Lab 06	Lab 07	Lab 08	Lab 09	Lab 10	Lab 11	Lab 13	Lab 15	Lab 20	Lab 22	Lab 25
Patrón	0,23	0,09	0,64	0,11	0,00	0,13	0,06	1,35	0,06	0,08	0,20	0,08	0,06	0,09
Repetibilidad	1,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,33	4,40	0,00	8,80	3,33
Resolución	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	0,72	2,89	4,33	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89
Paralelismo	1,55	0,00	0,00	2,89	2,89	0,00	0,00	2,89	0,00	0,00	0,00	0,00	5,77	5,77
Temperatura ΔT	0,95	0,66	0,20	0,00	0,00	1,33	1,00	1,00	0,29	1,74	0,33	0,33	3,65	0,93
Temperatura ambiental						0,65								
Coef. Exp. Térmica Pat.						0,07								
Deriva						0,08								

Resultados utilizando profundímetro

Fuente de Incertidumbre	Incertidumbre de la fuente $u_i(y)$ en μm													
	Ref	Lab 02	Lab 03	Lab 06	Lab 07	Lab 08	Lab 09	Lab 10	Lab 11	Lab 13	Lab 15	Lab 20	Lab 22	Lab 25
Patrón	0,13	0,09	0,64	0,11	0,11	0,13	0,06	0,12	0,06	0,08	0,12	0,08	0,06	0,09
Repetibilidad	0,93	0,00	0,00	4,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,33	0,00	0,00	4,40	0,00
Resolución	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	0,72	2,89	4,33	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89
Temperatura ΔT	0,98	0,66	0,20	0,01	0,33	1,33	1,00	1,00	0,29	1,74	0,33	0,33	3,65	0,93
Temperatura ambiental						0,65								
Coef. Exp. Térmica Pat.						0,07								
Deriva						0,08								

Resultados utilizando escalón

Fuente de Incertidumbre	Incertidumbre de la fuente $u_i(y)$ en μm													
	Ref	Lab 02	Lab 03	Lab 06	Lab 07	Lab 08	Lab 09	Lab 10	Lab 11	Lab 13	Lab 15	Lab 20	Lab 22	Lab 25
Patrón	0,13	0,09	0,64	0,11	0,11	0,13	0,06	0,12	0,06	0,08	0,12	0,08	0,06	0,09
Repetibilidad	0,91	3,00	0,00	4,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	0,00	0,00
Resolución	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	0,72	2,89	4,33	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89
Temperatura ΔT	0,98	0,66	0,20	0,01	0,33	1,33	1,00	1,00	0,29	1,74	0,33	0,33	3,65	0,93
Temperatura ambiental						0,65								
Coef. Exp. Térmica Pat.						0,07								
Deriva						0,08								