



**Intercomparación Laboratorios de Calibración  
Intercomparison Calibration Laboratories  
LACOMET-IC-01-2014**

Laboratorio Costarricense de Metrología  
Laboratorio de Dimensional  
San José, Costa Rica  
2014

Ing. Ignacio López Hernández

**Resumen:** Entre los objetivos que tiene el Laboratorio Costarricense de Metrología (LACOMET) se encuentran la verificación y armonización de la competencia técnica de los laboratorios nacionales de calibración, con el fin de promover una red de laboratorios con mediciones confiables y con un nivel de concordancia entre ellos, dentro de la mejor capacidad de medición declarada por cada laboratorio. Este documento informa de los resultados obtenidos en la intercomparación LACOMET-IC-01-2014, la cual se realizó mediante la calibración y medición - por parte de los laboratorios participantes - de un calibrador universal analógico tipo vernier, previamente calibrado por el LACOMET. El alcance de medición fue (0 a 150) milímetros. El LACOMET se encargó de la coordinación y análisis de la información proporcionada por los laboratorios participantes. En la intercomparación participaron laboratorios nacionales que necesitan cumplir con los requisitos exigidos por la norma ISO/IEC 17025:2005, relativos a materia de comparaciones. También, en este documento se presenta información adicional que puede significar oportunidades de mejora para los laboratorios participantes.

**Palabras claves:** Metrología, vernier, error, incertidumbre, comparaciones.

**Abstract:** The institutional objectives of the Laboratorio Costarricense de Metrología (LACOMET) include the verification and harmonization of the technical competence of national calibration laboratories, providing a network of laboratories with reliable measurements, within the best capacity of measurement declared by each one of them. This document exposes the intercomparison LACOMET-IC-01-2014's final results. This intercomparison consisted in the calibration and measurement (by each participant laboratory) of a universal analog vernier caliper, previously calibrated by LACOMET. The measurement scope was from (0 to 150) mm. LACOMET was responsible for the coordination and analysis of the information provided by each participant laboratory. National laboratories that needed to fulfill the requirements demanded by the ISO/IEC 17025:2005, in the comparisons field, participated in this intercomparison. Also, in this document appears additional information that can be used as evidence of improvement opportunities for the participant laboratories.

**Keywords:** Metrology, vernier, error, uncertainty, comparisons.



## **1. Introducción**

Este documento resume los resultados de la comparación realizada por el Laboratorio Costarricense de Metrología como laboratorio piloto y los laboratorios nacionales que dan servicio de calibración y están realizando esfuerzos significativos para cumplir con el requisito técnico de las comparaciones. El objetivo de la comparación era determinar la compatibilidad y el grado de concordancia entre las mediciones de la red de laboratorios secundarios (acreditados y no acreditados). Este ejercicio comparativo ayuda a identificar el grado de concordancia de las mediciones de longitud en el país, en virtud de que en Costa Rica existe un número de laboratorios secundarios (acreditados y no acreditados) con diferencias en sus patrones y sistemas de medición utilizados para la calibración de los instrumentos de medición de longitud.

El programa de la intercomparación fue desarrollado y propuesto por el Laboratorio Costarricense de Metrología en coordinación con los laboratorios participantes. El ejercicio fue iniciado el 10 de febrero del 2014 y finalizó el 07 de julio 2014.

Durante la intercomparación, el laboratorio de Dimensional del LACOMET realizó una medición inicial del vernier viajero y comprobaciones intermedias. Cada uno de los laboratorios participantes, que se muestran en la Tabla 1, realizó las mediciones con sus sistemas de medición, siguiendo para tal efecto los lineamientos dados en el protocolo “Intercomparación de Laboratorios de Calibración LACOMET-IC-01-2014”.

## **2. Desarrollo**

La comparación fue realizada siguiendo para tal efecto los lineamientos del protocolo “Intercomparación de Laboratorios de Calibración LACOMET-IC-01-2014”.

Los resultados de cada laboratorio se enviaron al LACOMET para su revisión y el correspondiente análisis para su evaluación.

LACOMET fue el encargado de generar los valores de referencia para realizar la evaluación del vernier itinerante y las mediciones realizadas por cada laboratorio. En este documento, la evaluación se resume en una gráfica de error normalizado elaborada con la información generada de cada laboratorio.

## 2.1 Laboratorios participantes

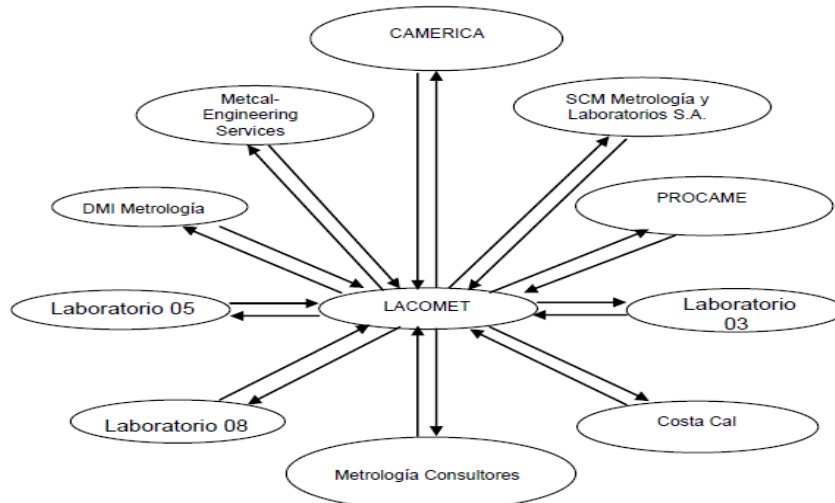
A continuación se muestra la lista de laboratorios participantes en esta intercomparación. El programa de mediciones propuesto aparece en la figura 1.

**Tabla 1. Lista de participantes**

<b>Nombre del laboratorio</b>
Laboratorio Dimensional – LACOMET *
SCM Metrología y Laboratorios S.A.
Laboratorio 08
PROCAME-UNA
Metrología Consultores S.A.
Laboratorio 05
Met-Cal-Engineering Services
Desarrollos Latinoamericanos de Metrología Integrada, S.A. (DMI Metrología)
Laboratorio 03
Corporación Costa Cal S.A.
CAMERICA, Calibraciones de América S.A.

**Nota:** \* El LACOMET es el Laboratorio referencia.

**Figura 1. Ruta del instrumento a calibrar**





## **2.2 Instrumento de medición**

Para efectos del desarrollo de la comparación, ha sido acordada la utilización del calibrador universal analógico tipo vernier con las siguientes características:

- Patrimonio LACOMET 706851
- Serie 1945-0058 063
- Rango de (0 a 150) mm
- División de escala de 0,05 mm

## **2.3 Protocolo de Medición**

Cada laboratorio participante envió al LACOMET los datos de las mediciones así como el informe de calibración, tomando en cuenta la siguiente información:

- Los datos de las mediciones tal y como fueron obtenidos del proceso de medición;
- El error del vernier itinerante respecto a la medición realizada por el laboratorio;
- La incertidumbre declarada o acreditada del sistema de medición de cada laboratorio;
- La incertidumbre expandida de la calibración y,
- Las fuentes de incertidumbre adicionales consideradas de acuerdo con el procedimiento de cada laboratorio.

Se usaron las recomendaciones establecidas en la GUM “Guide To The Expression Of Uncertainty In Measurements ISO-IEC-OIML-BIPM” para la estimación de la incertidumbre.

## **3. Resultados**

En el anexo 1 de este documento, se presentan los resultados de la comparación. Las tablas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 presentan el error no normalizado, la incertidumbre expandida y el error normalizado de cada laboratorio. En las gráficas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 aparecen sólo los errores no normalizados con su banda de incertidumbre. El grado de equivalencia entre los resultados de las mediciones de los laboratorios fue determinado a partir del error normalizado, de acuerdo con la siguiente expresión:



$$E_n = \frac{|E_L - E_{LA}|}{\sqrt{U_L^2 + U_{LA}^2}}$$

- Donde:
- $E_L$  valor reportado por el laboratorio participante.
  - $E_{LA}$  valor reportado por el LACOMET.
  - $U_L$  incertidumbre expandida, al 95 % de confianza, asociada al cálculo del error reportado por el laboratorio participante.
  - $U_{LA}$  incertidumbre expandida, al 95 % de confianza, asociada al cálculo del error reportado por el LACOMET.

Los criterios de análisis son:

$E_n$	$\leq 1$	Satisfactorio
$E_n$	$> 1$	Cuestionable

Luego de aplicado ese criterio a los resultados obtenidos por los laboratorios participantes, se determinó que PROCAME-UNA, Metrología Consultores S.A., Met-Cal-Engineering Services, Desarrollos Latinoamericanos de Metrología Integrada S.A., Corporación Costa Cal S.A., CAMERICA, SCM Metrología y el Laboratorio 05 presentan errores normalizados menores o iguales a 1 en todas las mediciones realizadas al vernier. Esto significa que sus resultados son satisfactorios y tienen buena compatibilidad entre las mediciones respecto al LACOMET. En el caso del laboratorio 03, éste presenta errores normalizados superiores a 1 en los valores nominales de 50 mm, 75 mm, 100 mm, 125 mm y 150 mm, lo que implica que su desempeño en esta intercomparación, en dichos valores nominales, es cuestionable. Mismo caso ocurre con el laboratorio 08, el cual tiene errores normalizados superiores a 1 en los valores nominales de 25 mm, 50 mm, 75 mm, 100 mm, 125 mm y 150 mm.

En relación a las incertidumbres que se observan en las gráficas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9, el laboratorio Met-Cal-Engineering Services tiene la incertidumbre más alta en la mayoría puntos calibrados, excepto en 150 mm; en este punto la mayor incertidumbre la tiene el laboratorio 05.



#### **4. Conclusiones**

En este ejercicio de comparación participaron 10 laboratorios nacionales de calibración. El instrumento itinerante utilizado fue un vernier, Patrimonio LACOMET 708651, Serie 1945-0058 063, división de escala de 0,05 mm.

Se cumplió con el objetivo, planteado en el Protocolo, de brindar un medio para evaluar la competencia técnica de los laboratorios de calibración, que se encuentran en proceso de acreditación y los que han sido acreditados con relación a sus actividades de calibración, para el cumplimiento de la Política y Criterios para la Participación en pruebas de aptitud y otras comparaciones.

Los resultados de la comparación sirven como una herramienta para que los participantes se evalúen, demuestren su competencia técnica y una forma de aseguramiento de la calidad de los resultados emitidos para las capacidades de medición reportada ante sus clientes y demás interesados.

Los laboratorios PROCAME-UNA, Metrología Consultores S.A., Met-Cal-Engineering Services, Desarrollos Latinoamericanos de Metrología Integrada S.A., Corporación Costa Cal S.A., CAMERICA, SCM Metrología y el Laboratorio 05 tienen la capacidad de generar resultados técnicamente válidos, ya que mostraron equivalencia con los resultados del laboratorio de referencia (LACOMET). Respecto a Met-Cal-Engineering Services, a pesar de que todos sus errores normalizados fueron menores a 1, se le recomienda revisar el presupuesto de incertidumbres, ya que sus estimados fueron superiores a la incertidumbre calculada por la mayoría de los otros laboratorios participantes. Entre las incertidumbres reportadas, las más elevadas corresponden a Met-Cal-Engineering Services y al laboratorio 05. Para estos dos participantes se recomienda revisar la incertidumbre declarada y las técnicas experimentales para identificar y eliminar la fuente de errores sistemáticos.

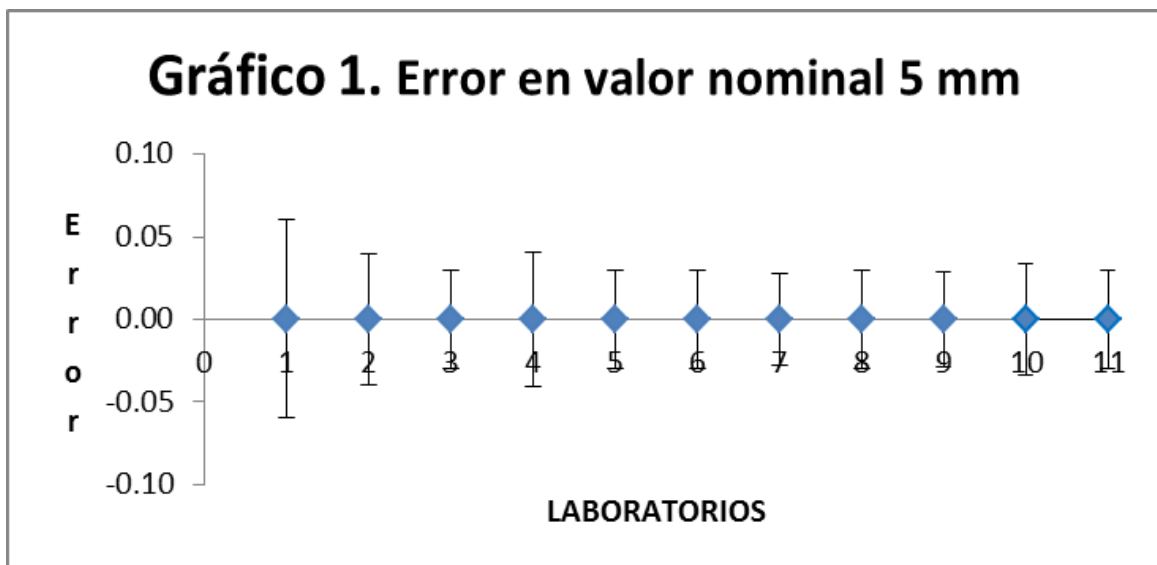
#### **5. Referencias**

- **Procedimiento MF-DI-PR-01.** Calibración por comparación de calibradores universal tipo vernier. Laboratorio Costarricense de Metrología.
- **GUM “Guide To The Expression Of Uncertainty In Measurement ISO-IEC-OIML-BIPM”** para el análisis de los resultados. CENAM.

**Anexo 1. Tablas y Gráficos de resultados**

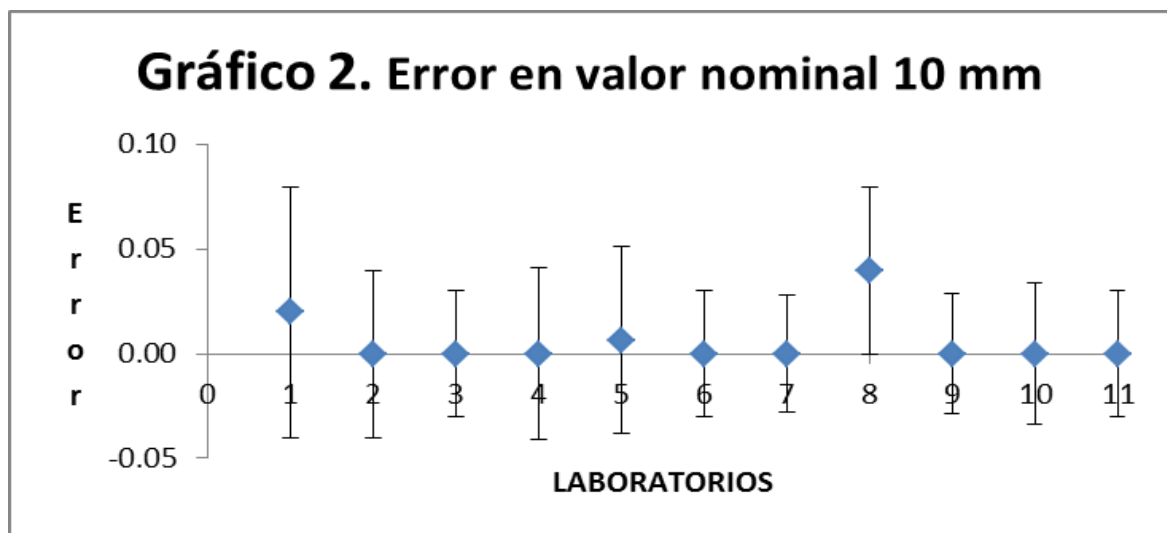
**Tabla 2. Valor Nominal 5 mm**

LABORATORIO	ERROR	INCERTIDUMBRE	ERROR NORMALIZADO
	mm		
Met-Cal-Engineering	0,00	0,06	0,00
PROCAME	0,00	0,04	0,00
03	0,00	0,03	0,00
Metrología Consultores	0,00	0,04	0,00
05	0,00	0,03	0,00
DMI Metrología	0,00	0,03	0,00
Costa Cal	0,00	0,03	0,00
08	0,00	0,03	0,00
SCM Metrología	0,00	0,03	0,00
CAMERICA	0,00	0,03	0,00
LACOMET	0,00	0,03	Piloto



**Tabla 3. Valor Nominal 10 mm**

LABORATORIO	ERROR	INCERTIDUMBRE	ERROR NORMALIZADO
	mm		
Met-Cal-Engineering	0,02	0,06	0,30
PROCAME	0,00	0,04	0,00
03	0,00	0,03	0,00
Metrología Consultores	0,00	0,04	0,00
05	0,01	0,05	0,12
DMI Metrología	0,00	0,03	0,00
Costa Cal	0,00	0,03	0,00
08	0,04	0,04	0,80
SCM Metrología	0,00	0,03	0,00
CAMERICA	0,00	0,03	0,00
LACOMET	0,00	0,03	Piloto





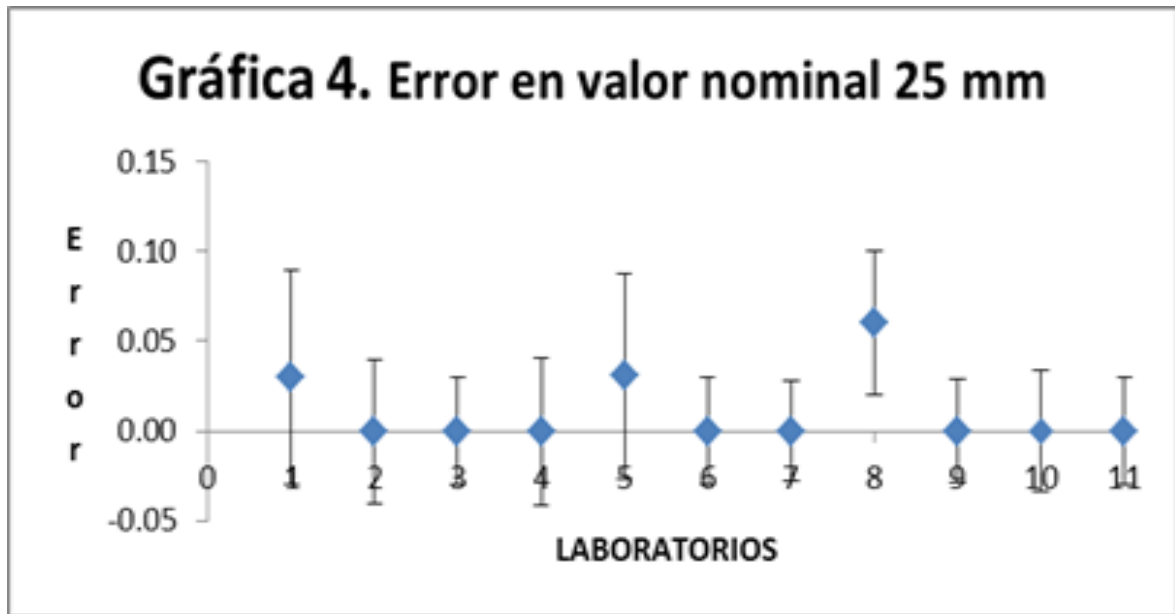
**Tabla 4. Valor Nominal 20 mm**

LABORATORIO	ERROR	INCERTIDUMBRE	ERROR NORMALIZADO
	mm		
Met-Cal-Engineering	0,01	0,06	0,15
PROCAME	0,00	0,04	0,00
03	0,00	0,03	0,00
Metrología Consultores	0,00	0,04	0,00
05	0,01	0,05	0,14
DMI Metrología	0,00	0,03	0,00
Costa Cal	0,00	0,03	0,00
08	0,04	0,04	0,80
SCM Metrología	0,00	0,03	0,00
CAMERICA	0,00	0,03	0,00
LACOMET	0,00	0,03	Piloto



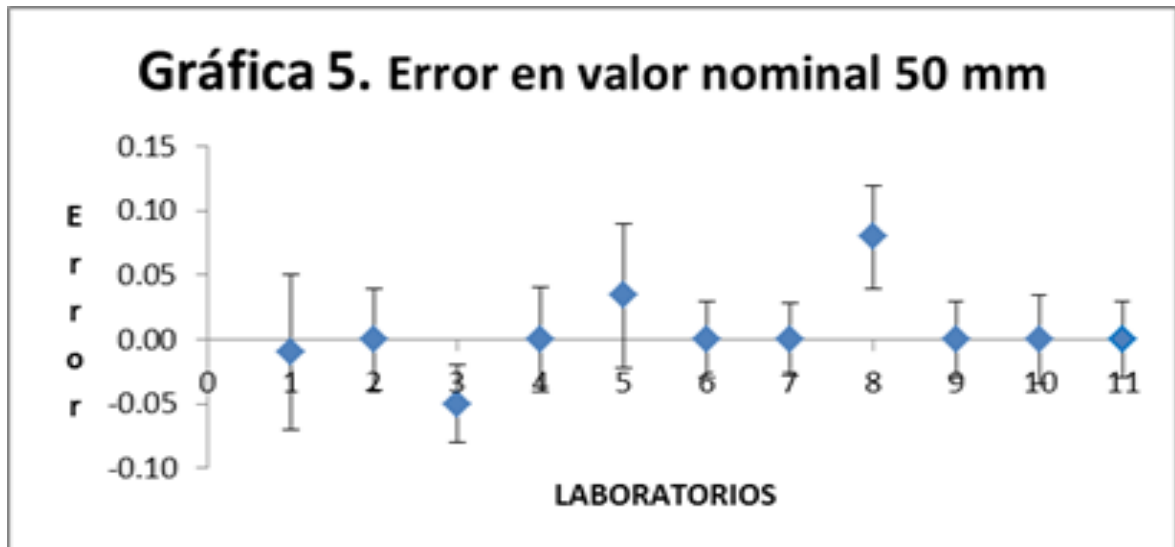
**Tabla 5. Valor Nominal 25 mm**

LABORATORIO	ERROR	INCERTIDUMBRE	ERROR NORMALIZADO
	mm		
Met-Cal-Engineering	0,03	0,06	0,45
PROCAME	0,00	0,04	0,00
03	0,00	0,03	0,00
Metrología Consultores	0,00	0,04	0,00
05	0,03	0,06	0,48
DMI Metrología	0,00	0,03	0,00
Costa Cal	0,00	0,03	0,00
08	0,06	0,04	1,20
SCM Metrología	0,00	0,03	0,00
CAMERICA	0,00	0,03	0,00
LACOMET	0,00	0,03	Piloto



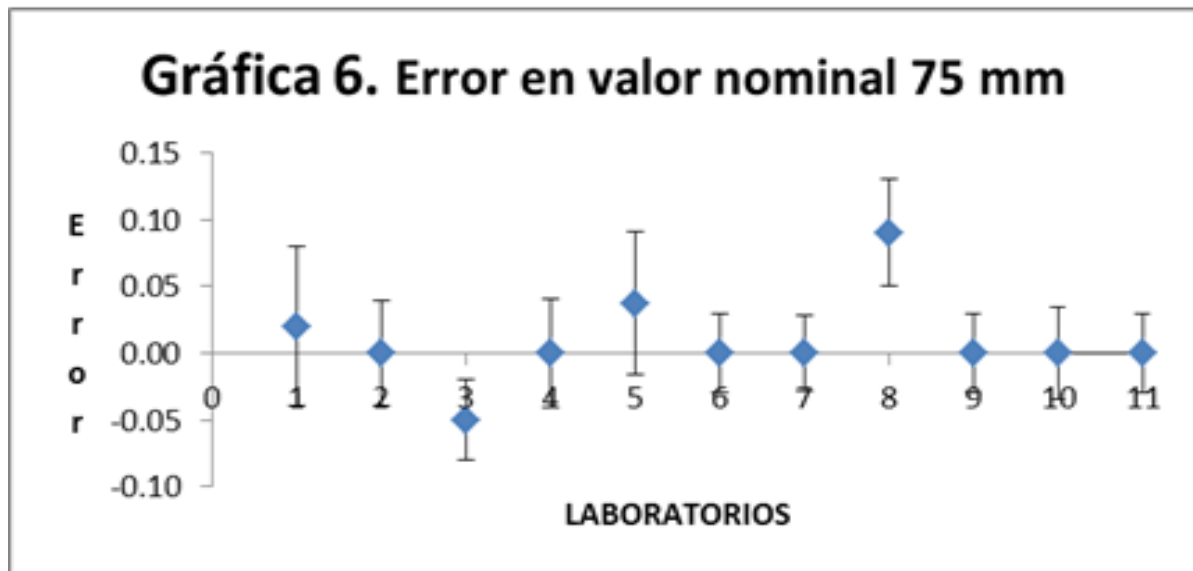
**Tabla 6. Valor Nominal 50 mm**

LABORATORIO	ERROR	INCERTIDUMBRE	ERROR NORMALIZADO
	mm		
Met-Cal-Engineering	-0,01	0,06	0,15
PROCAME	0,00	0,04	0,00
03	-0,05	0,03	1,18
Metrología Consultores	0,00	0,04	0,00
05	0,03	0,06	0,54
DMI Metrología	0,00	0,03	0,00
Costa Cal	0,00	0,03	0,00
08	0,08	0,04	1,60
SCM Metrología	0,00	0,03	0,00
CAMERICA	0,00	0,03	0,00
LACOMET	0,00	0,03	Piloto



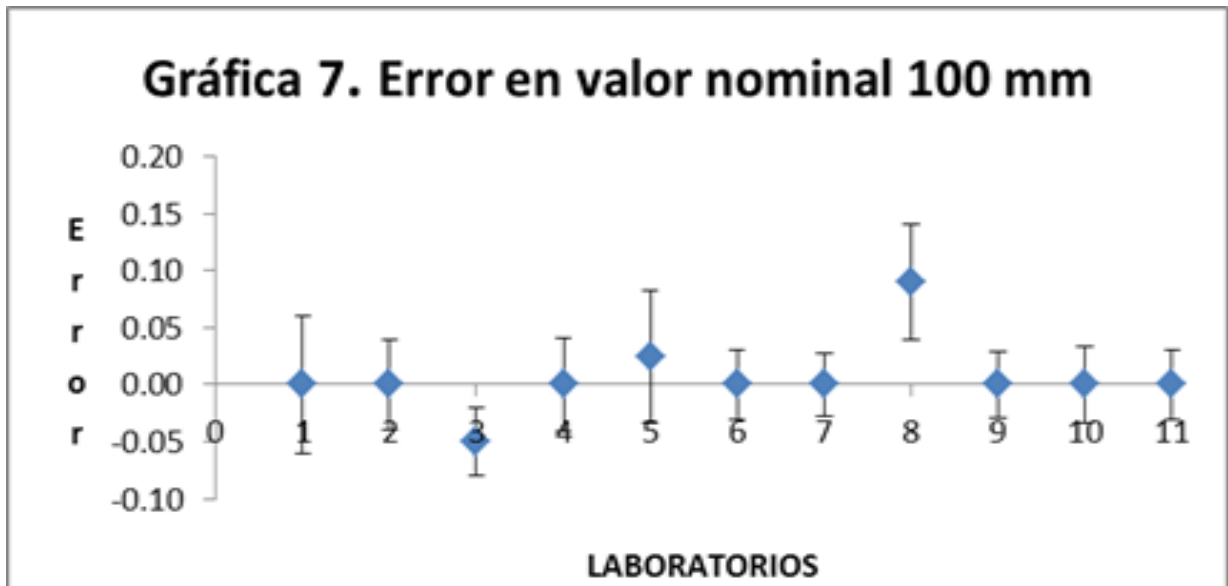
**Tabla 7. Valor Nominal 75 mm**

LABORATORIO	ERROR	INCERTIDUMBRE	ERROR NORMALIZADO
	mm		
Met-Cal-Engineering	0,02	0,06	0,30
PROCAME	0,00	0,04	0,00
03	-0,05	0,03	1,18
Metrología Consultores	0,00	0,04	0,00
05	0,04	0,05	0,62
DMI Metrología	0,00	0,03	0,00
Costa Cal	0,00	0,03	0,00
08	0,09	0,04	1,80
SCM Metrología	0,00	0,03	0,00
CAMERICA	0,00	0,03	0,00
LACOMET	0,00	0,03	Piloto



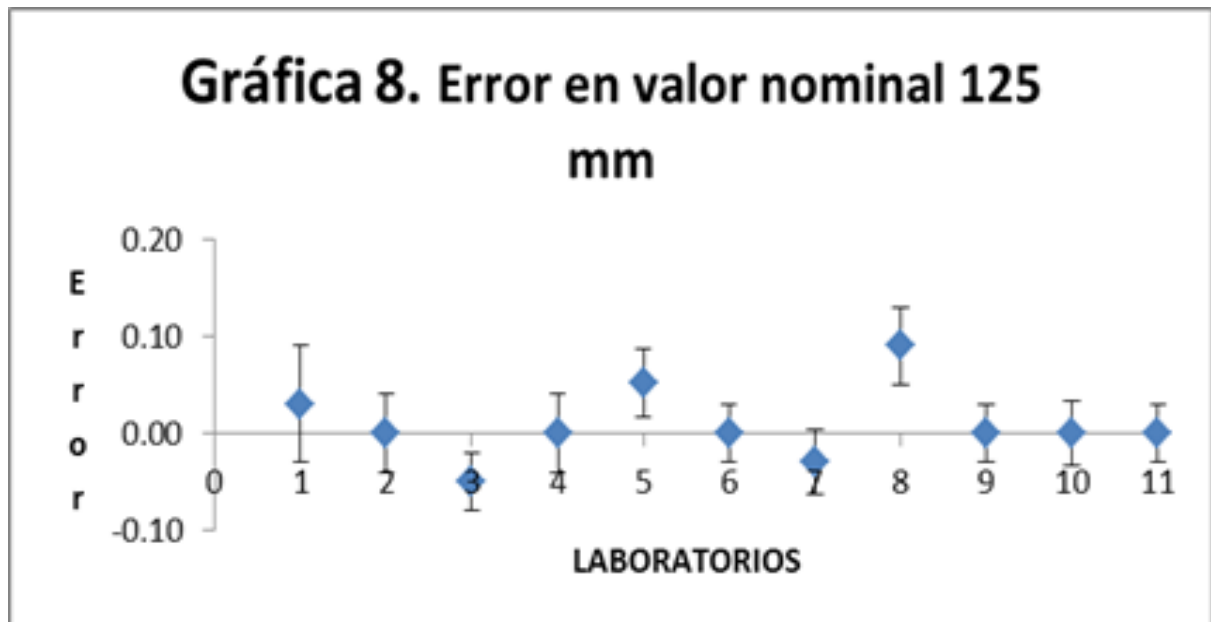
**Tabla 8. Valor Nominal 100 mm**

LABORATORIO	ERROR	INCERTIDUMBRE	ERROR NORMALIZADO
	mm		
Met-Cal-Engineering	0,00	0,06	0,00
PROCAME	0,00	0,04	0,00
03	-0,05	0,03	1,18
Metrología Consultores	0,00	0,04	0,00
05	0,02	0,06	0,37
DMI Metrología	0,00	0,03	0,00
Costa Cal	0,00	0,03	0,00
08	0,09	0,05	1,54
SCM Metrología	0,00	0,03	0,00
CAMERICA	0,00	0,03	0,00
LACOMET	0,00	0,03	Piloto



**Tabla 9. Valor Nominal 125 mm**

LABORATORIO	ERROR	INCERTIDUMBRE	ERROR NORMALIZADO
	mm		
Met-Cal-Engineering	0,03	0,06	0,45
Procame	0,00	0,04	0,00
03	-0,05	0,03	1,18
Metrología Consultores	0,00	0,04	0,00
05	0,05	0,04	1,00
DMI Metrología	0,00	0,03	0,00
Costa Cal	-0,03	0,03	0,67
08	0,09	0,04	1,80
SCM Metrología	0,00	0,03	0,00
CAMERICA	0,00	0,03	0,00
LACOMET	0,00	0,03	Piloto



**Tabla 10. Valor Nominal 150 mm**

LABORATORIO	ERROR	INCERTIDUMBRE	ERROR NORMALIZADO
	mm		
Met-Cal-Engineering	0,01	0,06	0,15
PROCAME	0,00	0,04	0,00
03	-0,05	0,03	1,18
Metrología Consultores	0,00	0,04	0,00
05	0,05	0,07	0,70
DMI Metrología	0,00	0,03	0,00
Costa Cal	-0,01	0,03	0,23
08	0,10	0,03	2,36
SCM Metrología	0,00	0,03	0,00
CAMERICA	0,00	0,03	0,00
LACOMET	0,00	0,03	Piloto

