



**RED NACIONAL DE METROLOGÍA
LABORATORIO CUSTODIO DE PATRONES NACIONALES**

MAGNITUD PAR TORSIONAL

**INFORME FINAL
ENSAYO DE APTITUD
PT-23-I**

**CALIBRACIÓN DE HERRAMIENTA DINAMOMÉTRICA DIGITAL
INTERVALO DE MEDICIÓN DE (10 a 100) N·m.
SENTIDO HORARIO.**

Enero de 2024



INDICE

1. Introducción.
2. Nombre del Programa.
3. Objetivo.
4. Organización.
5. Patrón Utilizado en Ensayo.
6. Valor de Referencia.
7. Informe de Resultados.
8. Resultados Obtenidos Laboratorios Participantes.
9. Análisis de Resultados.
10. Conclusiones.
11. Comentarios.
12. Agradecimientos.
13. Referencias.



1. INTRODUCCIÓN

Durante el Año 2023 se organizó un ensayo de aptitud en calibración de herramientas dinamométricas, dirigido y ejecutado en conjunto por el Instituto Candidato de Par Torsional, de ASMAR Talcahuano y la unidad de supervisión y coordinación de la Red Nacional de Metrología del INN.

Nombre del Programa

Ensayo de Aptitud Nacional de Par Torsional (EA-PT-23-I).

2. OBJETIVOS

- a. Determinar la proximidad de concordancia de los resultados de calibración de una llave dinamométrica digital de los Laboratorios de Calibración. Los parámetros por evaluar en este ensayo son el error y la incertidumbre del instrumento bajo calibración (IBC) respecto a los valores de referencia.
- b. Evaluar el método de calibración de acuerdo con la norma ISO 6789-1 y 2:2017.

3. ORGANIZACIÓN

El ensayo de aptitud se llevó a cabo desde el 22 de septiembre hasta el 20 de octubre de 2023.

Participantes de EA-PT-23-I.

- IC-PT-ASMAR (T)
- ROSTEK SERVICIO, SA
- DTS SPA
- CERMET SPA
- ENAER
- IDIC
- SERVINCAL
- METROCAL
- SMI
- ASMAR (T), LC-095

4. PATRÓN VIAJERO

- a. El patrón viajero es una llave dinamométrica digital de las siguientes características:

Nombre del instrumento	: Llave Dinamométrica Digital.
Marca	: SNAP-ON.
Modelo	: CTECH2R100A
Número de serie	: 0221104362
Intervalo de Medición	: (7 a 135) N·m.
Exactitud	: ± 1 % Lectura.
Resolución	: 0.1 N·m.
Acople	: \square 10 mm (Tipo móvil).



- b. El instrumento patrón utilizado en el EA-PT-23-I, fue un sistema cargador de par torsional. Para efectos de este ensayo, fue caracterizado en el intervalo de medición (10 a 100) N·m.

Nombre del instrumento:	Transductor de Par Torsional
Marca:	HBM
Modelo:	TB2A
Número de serie:	233730011
Intervalo de Medición:	(10 a 100) N·m
Incertidumbre:	(0.08 a 0.05) % Lectura
Resolución:	0.000 1 N·m
Trazabilidad:	CENAM



5. INFORME DE RESULTADOS.

Los resultados fueron enviados por los Laboratorios de Calibración participantes, en una planilla Excel enviada junto al protocolo, objeto homogenizar la entrega de resultados.

6. VALOR DE REFERENCIA.

El laboratorio piloto, determinó los valores de referencia e incertidumbres asociadas, a través de 04 mediciones realizadas antes de iniciar el ensayo y 04 mediciones realizadas al final del proceso, por cada punto de medición con una serie de 5 repeticiones por punto.

También se realizó una caracterización del sistema de carga patrón, en los puntos de interés (10, 60 y 100) N·m, con el objetivo de conocer el comportamiento del sistema de medición.

De los valores obtenidos en las mediciones realizadas, se estableció una contribución de incertidumbre adicional, del tipo rectangular como contribución del laboratorio piloto.

En cuanto a la dispersión de valores de las 04 mediciones iniciales y finales del patrón viajero, se observó que los valores se mantienen dentro de una exactitud de ± 0.46 Nm.

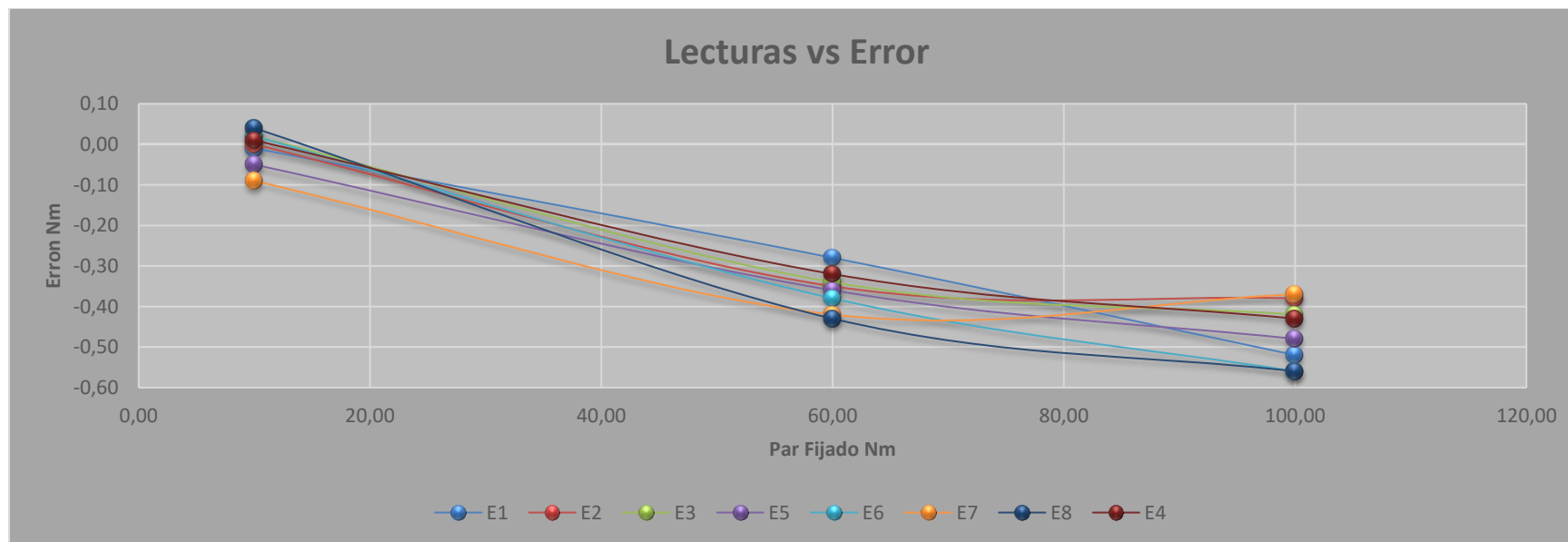
$$u_{Laboratorio} = \frac{|E_{Max} - E_{min}|}{2\sqrt{3}}$$

donde:

$U_{Laboratorio}$ = Contribución adicional por comportamiento de patrón viajero

E_{Max} = Error Máximo de las 8 series de medición.

E_{Min} = Error Mínimo de las 8 series de medición.



Como se observa en la gráfica, el valor asignado permite establecer un comportamiento homogéneo de instrumento para el ejercicio de Ensayo.

No se incluyó en el gráfico las incertidumbres asociadas a las mediciones, con el objeto de visualizar el comportamiento del instrumento.



7. RESULTADOS DE LOS LABORATORIOS

En la Tabla N°1 se presentan los Errores obtenidos por cada Laboratorio de Calibración por punto de medición.

Punto de Medición N·m	Error N·m										
	Piloto	PT-23-I-11	PT1-23-12	PT1-23-14	PT1-23-15	PT1-23-16	PT1-23-17	PT-23-I-18	PT1-23-19	PT-23-I-20	PT-23-I-10
10,00	-0,01	0,27	-0,01	-0,05	-0,02	0,01	-0,13	-0,08	0,06	-0,06	-0,14
60,00	-0,36	-0,37	-0,45	-0,47	-0,21	-0,36	-0,35	-0,60	-0,15	-0,11	0,18
100,00	-0,47	-0,07	-0,45	-0,88	-0,52	-0,56	-0,29	-0,84	-0,37	0,01	0,30

Tabla 1 Error de los laboratorios participantes (E) en N·m

En la Tabla N°2 se presenta la estimación de incertidumbre expandida obtenida por cada Laboratorio de Calibración por punto de medición.

Punto de Medición N·m	Incertidumbre Expandida N·m										
	Piloto	PT-23-I-11	PT1-23-12	PT1-23-14	PT1-23-15	PT1-23-16	PT1-23-17	PT-23-I-18	PT1-23-19	PT-23-I-20	PT-23-I-10
10,00	0,15	0,21	0,27	0,15	0,16	0,14	0,17	0,13	0,158	0,152	0,169
60,00	0,32	0,22	0,13	0,21	0,34	0,15	0,23	0,19	0,169	0,378	0,364
100,00	0,36	0,25	1,26	0,29	0,53	0,19	0,30	0,25	0,180	0,630	0,598

Tabla 2 Incertidumbre expandida de los laboratorios participantes (U) en N·m

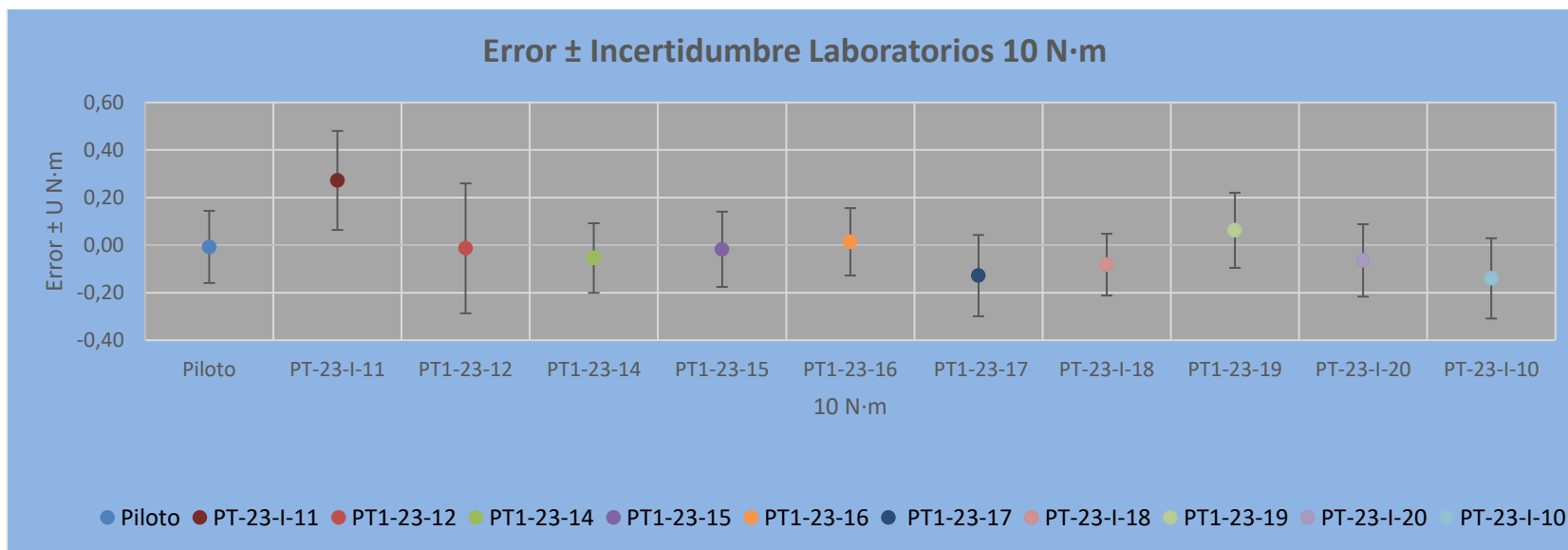


Ilustración 1 Gráfico dispersión 10 N·m

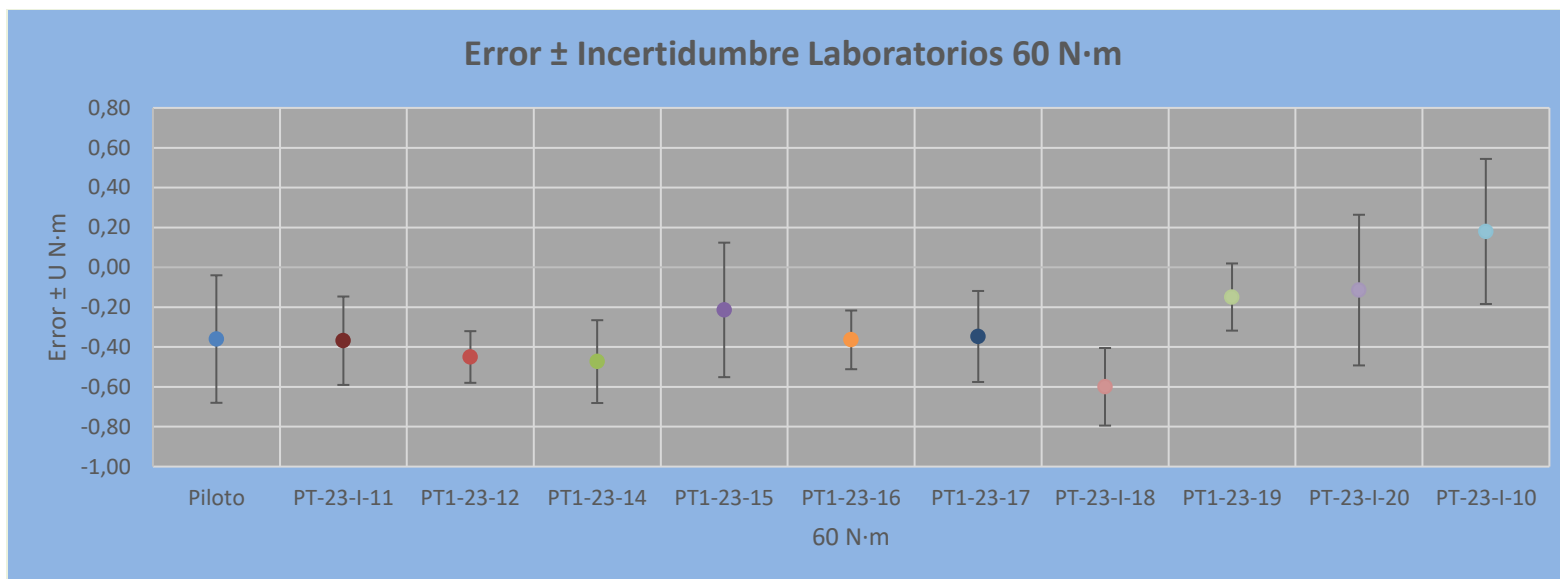


Ilustración 2 Gráfico dispersión 60 N·m

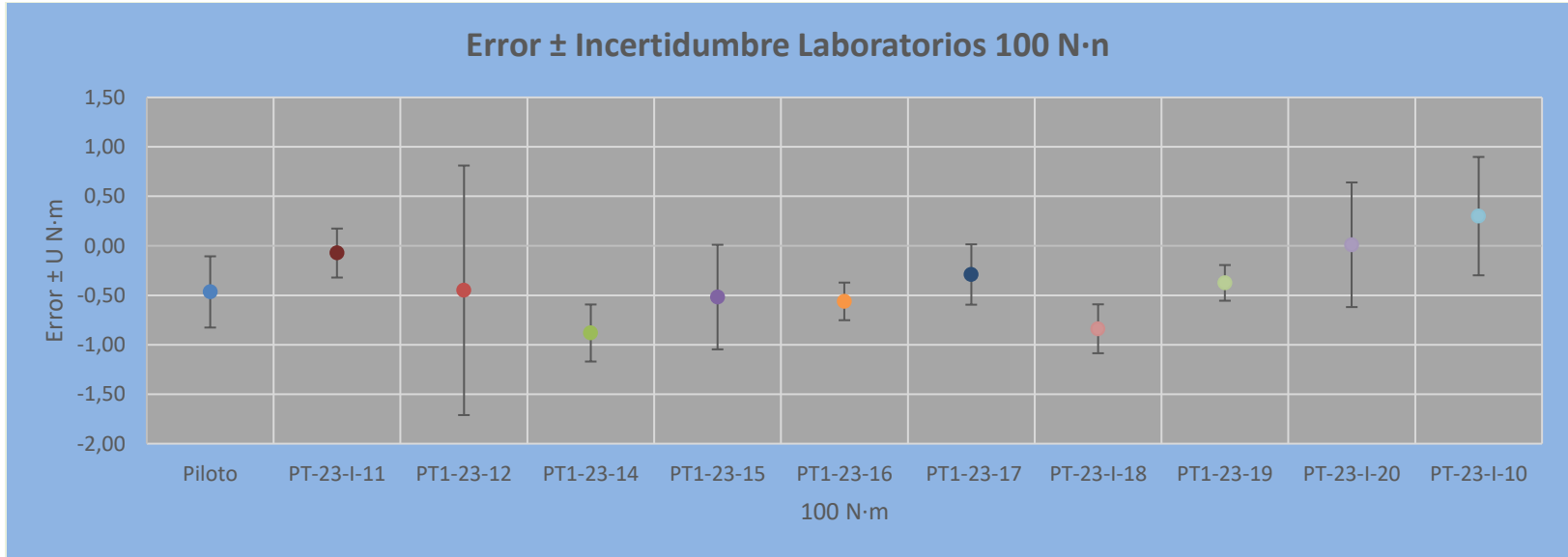


Ilustración 3 Gráfico dispersión 100 N·m



8. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

El desempeño de los Laboratorios de Calibración participantes se evaluó a través de la regla de decisión del error normalizado, criterio especificado en la NCh-ISO 17043, "Requisitos Generales para los Ensayos de Aptitud"

El error normalizado es calculado con respecto a las incertidumbres de las mediciones de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_n = \frac{E_{lab} - E_{ref}}{\left(U^2_{lab} + U^2_{ref} \right)}$$

donde:

E_n = Error Normalizado

E_{lab} = Error laboratorio Participante

E_{ref} = Error Laboratorio de Referencia (Piloto)

U^2_{lab} = Incertidumbre expandida del resultado de un participante.

U^2_{ref} = Incertidumbre expandida del valor asignado del laboratorio de referencia.

$|E_n| \leq 1,0$ indica desempeño "satisfactorio".

$|E_n| > 1,0$ indica desempeño "insatisfactorio".



En la Tabla N°3 se presenta el valor de Error Normalizado obtenido por cada Laboratorio de Calibración participante.

Punto de Medición N·m	Error Normalizado									
	PT-23-I-11	PT1-23-12	PT1-23-14	PT1-23-15	PT1-23-16	PT1-23-17	PT-23-I-18	PT1-23-19	PT-23-I-20	PT-23-I-10
10,00	1,00	0,02	0,22	0,05	0,10	0,53	0,37	0,32	0,26	0,60
60,00	0,02	0,26	0,30	0,31	0,01	0,03	0,64	0,58	0,50	1,00
100,00	0,89	0,01	0,90	0,08	0,24	0,37	0,85	0,23	0,66	1,00

Tabla 3 Error Normalizado



9. CONCLUSIONES.

Respecto a las mediciones obtenidas de cada Laboratorio de Calibración participante en el presente ensayo de aptitud se concluye lo siguiente de acuerdo con los resultados obtenidos:

- I. Norma ISO: 6789:2017, demuestra ser una base homogénea para la calibración de instrumentos de Par Torsional en este ensayo.
- II. Los Laboratorios de Calibración PT-23-I-11, PT-23-I-12, PT-23-I-14, PT-23-I-15, PT-23-I-16, PT-23-I-17, PT-23-I-18, PT-23-I-19, PT-23-I-20, PT-23-I-20, obtienen **resultados satisfactorios**.
- III. Los laboratorios que obtienen valores de error normalizado igual o cercano a 1, se les recomienda evaluar su proceso de calibración, ya que este valor es una señal de alerta.
- IV. Los laboratorios participantes de este intervalo de medición (sentido horario), muestran una buena concordancia de resultados, LOGRANDO 100 % de aceptabilidad
- V. Por los resultados obtenidos de los laboratorios participantes, permite confiar en la calibración de herramientas dinamométricas en el país, en el intervalo de medición evaluado.



10. COMENTARIOS (MEJORA).

- I. De los laboratorios evaluados, presentan datos y estimaciones de incertidumbres de acuerdo con protocolo, lo que permite visualizar que se ha alcanzado un nivel óptimo de desempeño.

11. AGRADECIMIENTOS.

Se agradece la participación y buena disponibilidad de los participantes para llevar a cabo el ejercicio, sin perjuicio de los acontecimientos nacionales e internacionales.

12. REFERENCIAS.

NCh-ISO 17043-2011 Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para los ensayos de aptitud.

GGV/RGJ/RGM

v.f.

29/01/2024