

Comparación de laboratorios del INTI para la realización de calibración en Máquinas de Ensayos de la magnitud Fuerza

Pablo Alvarez, Julián Jones, Guillermo Rubino

INTI- Centro de Desarrollo e Investigación de Física y Metrología

Av. Gral. Paz 5445-San Martín-Provincia de Buenos Aires.

Teléfonos:(005411)-4724-6200/300/400

E-mails: jjones@inti.gov.ar

grubino@inti.gov.ar

alvarezp@inti.gov.ar

RESUMEN

La intercomparación entre laboratorios de metrología es una práctica muy común que tiene como objetivo conocer la capacidad de medición de los participantes. En esta oportunidad la comparación fue llevada a cabo sobre una máquina universal de ensayo, hasta el alcance de 50 kN, que se utiliza para la determinación de características mecánicas de los materiales.

Generalmente uno de los participantes actúa como laboratorio piloto de la intercomparación, que suele ser el que posee la mejor incertidumbre de medición y dispone del patrón primario de fuerza y por ende la mejor capacidad de medición.

El objetivo del trabajo es determinar la capacidad que posee cada laboratorio para calibrar la máquina de ensayo en todo su alcance de medición.

Para tal fin se utilizó transductores de fuerza de alta repetibilidad, reproducibilidad y linealidad con los dispositivos necesarios para su adaptación a la máquina. Este trabajo muestra los desvíos de cada uno de ellos respecto al laboratorio piloto y el grado de acuerdo metrológico. El análisis permite identificar las fuentes de errores e incertidumbres puestas en juego con el fin de garantizar la cadena de trazabilidad en estas mediciones mecánicas y declarar la mejor capacidad que dispone el país en el organismo internacional de metrología.

Palabras Claves: Introducción, Errores relativos tracción, Errores relativos compresión, Error normalizado.

1. INTRODUCCION

Los laboratorios de Fuerza del INTI realizaron una comparación para unificar criterios de calibración de máquinas de ensayos llevando a los laboratorios a un nivel de confianza aceptable dentro de las incertidumbres declaradas por cada uno de ellos.

El objetivo es saber las desviaciones de los laboratorios respecto al Laboratorio de Fuerza de INTI-Física y Metrología y analizar el nivel de confianza respecto a la mejor capacidad de medición declarada por los mismos; para lograr este objetivo se utilizó una máquina de ensayos marca INSTRON de 300kN correspondiente al Laboratorio de Fuerza de Córdoba.

Las calibraciones se realizaron con los patrones de fuerza utilizados por cada laboratorio en la escala de medición de 0 a 50kN.

En este informe se adjuntan las calibraciones de los patrones utilizados, el procedimiento de calibración y los resultados obtenidos por los diferentes laboratorios.

Debido al incremento en la industria nacional, y a la demanda generada por este crecimiento, se hizo necesario tener un criterio mas unificado respecto de las calibraciones de las máquinas de ensayos y ampliar la cobertura de este servicio en el resto del país con los centros que cuentan con el equipamiento necesario para las mismas.



2. ALCANCE

El alcance de la medición elegido para el ensayo fue de 5 a 50 kN en una máquina de ensayos marca Instron, modelo 4486 y número de serie H1957, la celda de carga que posee la máquina para este rango es de marca Instron, modelo 2525-802 y número de serie UK249.

Los escalones de fuerza utilizados en la calibración fueron los siguientes: 5 kN, 10 kN, 15 kN, 20 kN, 25 kN, 30 kN, 35 kN, 40 kN, 45 kN y 50 kN. La máquina fue solicitada en ambos sentidos, tanto tracción como compresión.

Respecto a los lineamientos utilizados en la calibración corresponden a la norma internacional ISO-7500-1 para máquinas de ensayos, en lo referente a los procedimientos de calibración de máquinas de ensayos cada laboratorio implementó sus propios procedimientos y evaluación en el cálculo de incertidumbres. Los resultados de las mediciones fueron entregados según los formatos aplicados por el sistema de calidad del INTI, los errores declarados deben ser los que constan en la norma ISO 7500-1, los mismo son: error de indicación relativo, error de repetibilidad relativo, error de reversibilidad relativo y error de cero relativo. Se considera también la resolución relativa y respecto de la incertidumbre se declara la incertidumbre con carga creciente y con carga decreciente y la correspondiente clasificación según ISO 7500-1.



Figura 1 Ejemplo de dispositivos para tracción con amarres según norma ISO-376.



Figura 2 Máquina universal para ensayos con transductor de fuerza de 300 kN.



Figura 3 Ejemplo de dispositivos utilizados para tracción con amarres según norma ISO-376 para celda de 500 kN en máquina de ensayos de 600 kN.

3. RESULTADOS

3.1 Tablas de errores relativos calculados en tracción

Tabla 1 Errores relativos INTI-Física y Metrología

Error de indicación relativo	Error de repetibilidad relativo	Error de reversibilidad relativo	Rango de la máquina kN
%	%	%	0
0,30	0,33	0,10	5
0,39	0,19	0,24	10
0,31	0,12	0,13	15
0,29	0,14	0,13	20
0,34	0,12	0,19	25
0,31	0,13	0,10	30
0,28	0,15	0,05	35
0,28	0,15	0,02	40
0,26	0,15	0,00	45
0,25	0,15	-	50

Error de cero INTI BS AS: 0,04%

Tabla2 Errores relativos Centro Regional Córdoba

Error de indicación relativo CORDOBA	Error de repetibilidad relativo CORDOBA	Error de reversibilidad relativo CORDOBA	Rango de la máquina kN
%	%	%	0
0,36	0,06	0,02	5
0,34	0,09	-0,10	10
0,30	0,11	0,05	15
0,27	0,01	-0,05	20
0,27	0,02	-0,01	25
0,24	0,05	0,01	30
0,23	0,02	-0,03	35
0,21	0,03	-0,01	40
0,21	0,01	-0,03	45
0,18	0,02	-	50

Error de cero INTI CORDOBA: -0,01%

Error de indicación relativo e Incertidumbre de medición

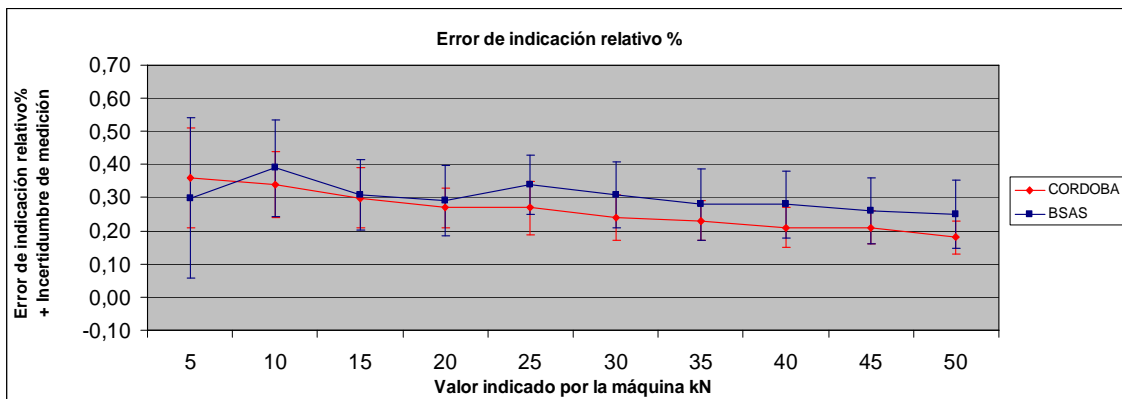


Figura 4 Desviaciones en la indicación e incertidumbre de los resultados del laboratorio de Córdoba e INTI-Física y Metrología en el interlaboratorio realizado en la ciudad de Córdoba.

3.2 Gráficos de incertidumbres declaradas en tracción

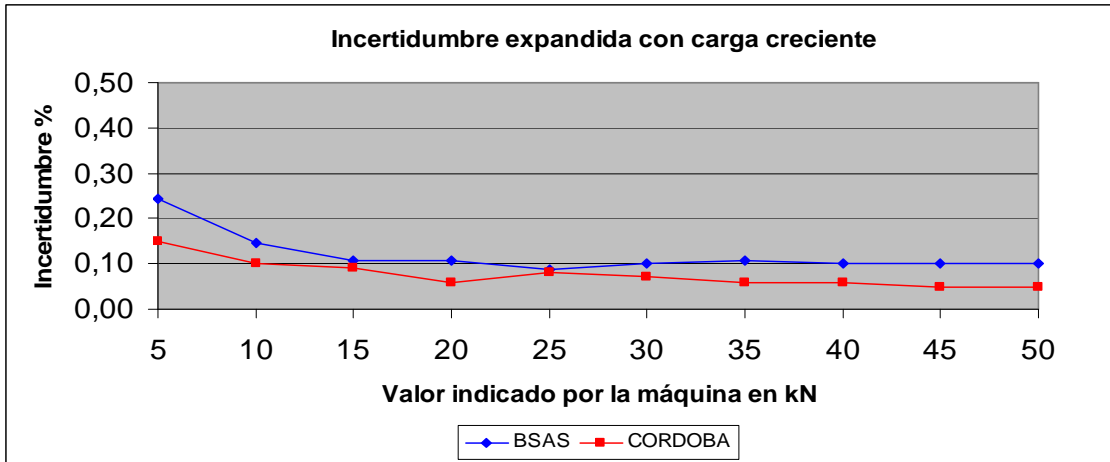


Figura 5 Resultado de Incertidumbre expandida con carga creciente

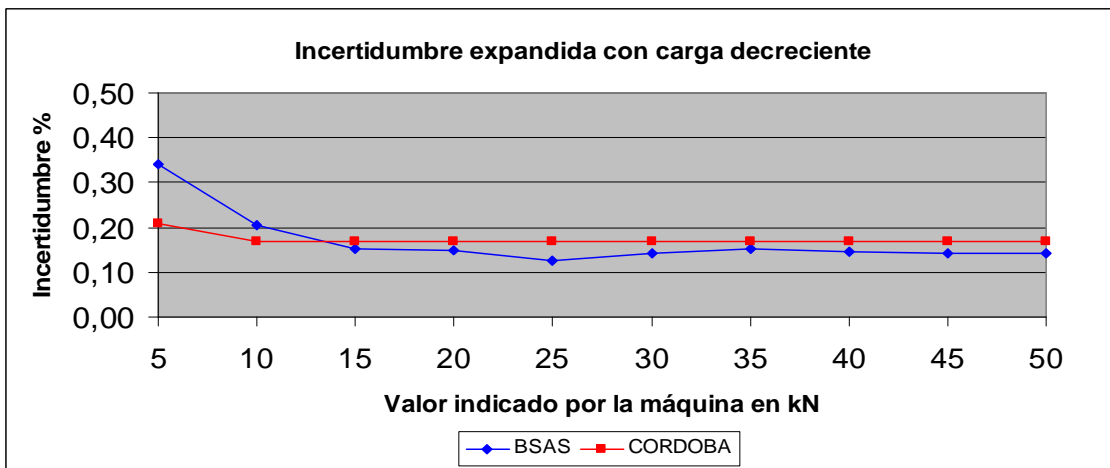


Figura 6 Resultado de Incertidumbre expandida con carga decreciente

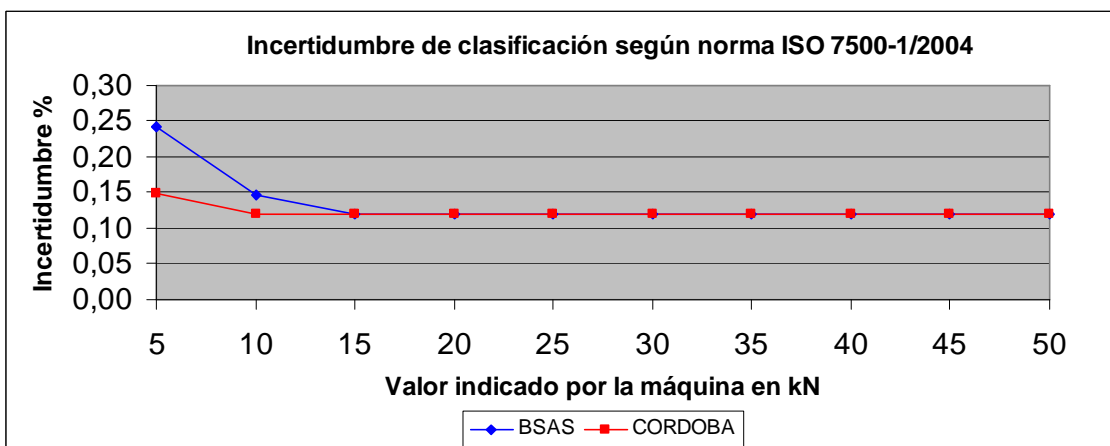


Figura 7 Resultado de Incertidumbre de clasificación según norma ISO 7500-1/2004

3.3 Tablas de errores relativos calculados en compresión

Tabla 3 Errores relativos INTI-Física y Metrología

Error de indicación relativo	Error de repetibilidad relativo	Error de reversibilidad relativo	Rango de la máquina kN
%	%	%	0
0,40	0,10	0,42	5
0,34	0,07	0,14	10
0,31	0,05	0,09	15
0,31	0,09	0,12	20
0,35	0,03	0,03	25
0,33	0,03	-0,03	30
0,34	0,06	0,10	35
0,34	0,08	0,05	40
0,38	0,05	0,05	45
0,35	0,08	-	50
Error de cero INTI BS AS: 0,04%			

Tabla 4 Errores relativos Centro Regional Córdoba

Error de indicación relativo	Error de repetibilidad relativo	Error de reversibilidad relativo	Rango de la máquina kN
%	%	%	0
0,30	0,16	-0,04	5
0,24	0,05	0,05	10
0,23	0,02	0,09	15
0,22	0,09	0,07	20
0,24	0,05	-0,04	25
0,25	0,06	0,04	30
0,29	0,01	0,01	35
0,26	0,07	0,04	40
0,27	0,10	-0,02	45
0,27	0,07	-	50
Error de cero INTI CORDOBA: 0,05%			

Tabla 5 Errores relativos calculados por el Centro Regional Rafaela

Error de indicación relativo	Error de repetibilidad relativo	Error de reversibilidad relativo	Rango de la máquina kN
%	%	%	0
0,16	0,16	0,18	5
0,19	0,06	0,07	10
0,20	0,15	0,05	15
0,19	0,07	0,03	20
0,29	0,10	0,01	25
0,24	0,05	0,03	30
0,32	0,06	0,00	35
0,32	0,06	0,09	40
0,35	0,06	0,02	45
0,35	0,09	-	50

Error de cero INTI RAFAELA: -0,02%

Error de indicación relativo e Incertidumbre de medición

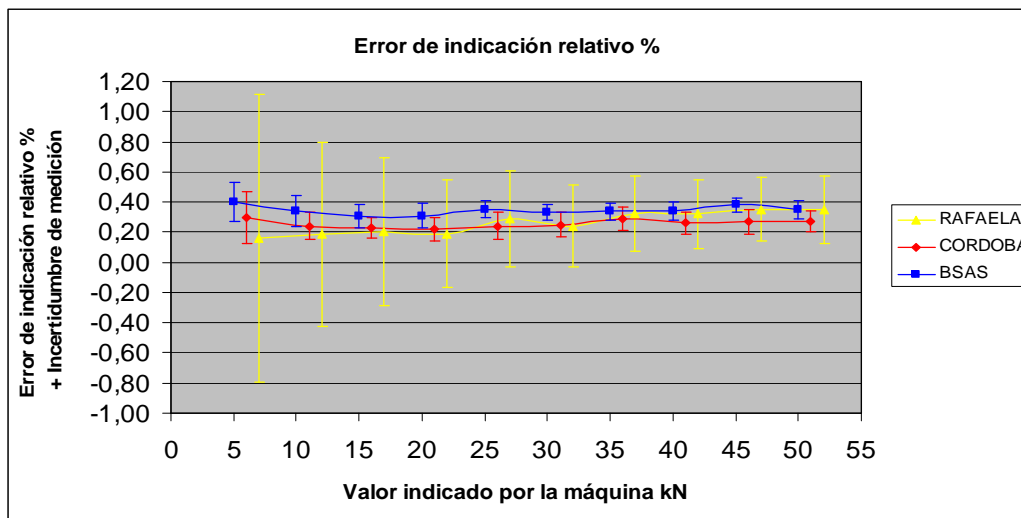


Figura 8 Desviaciones en la indicación e incertidumbre de los resultados de los laboratorios de Córdoba, Rafaela e INTI-Física y Metrología en el interlaboratorio realizado en la ciudad de Córdoba.

3.4 Gráficos de incertidumbres declaradas en compresión

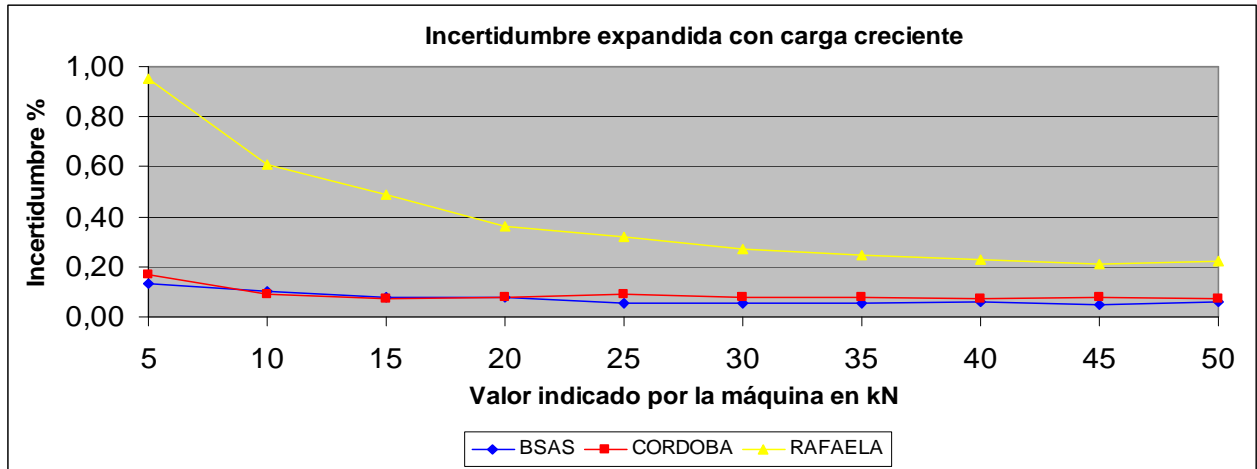


Figura 9 Resultado de Incertidumbre expandida con carga creciente

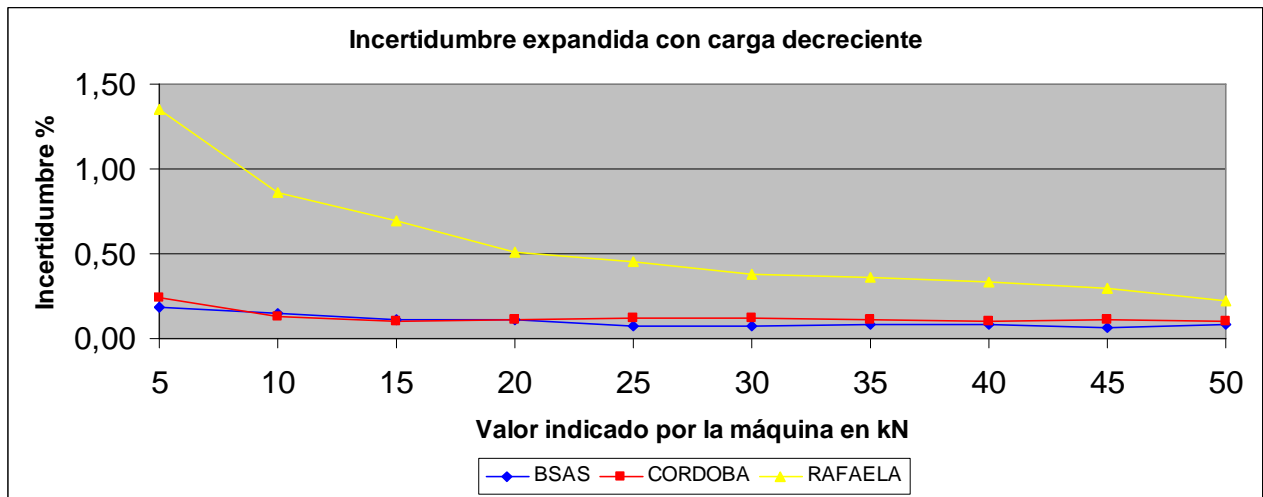


Figura 10 Resultado de Incertidumbre expandida con carga decreciente

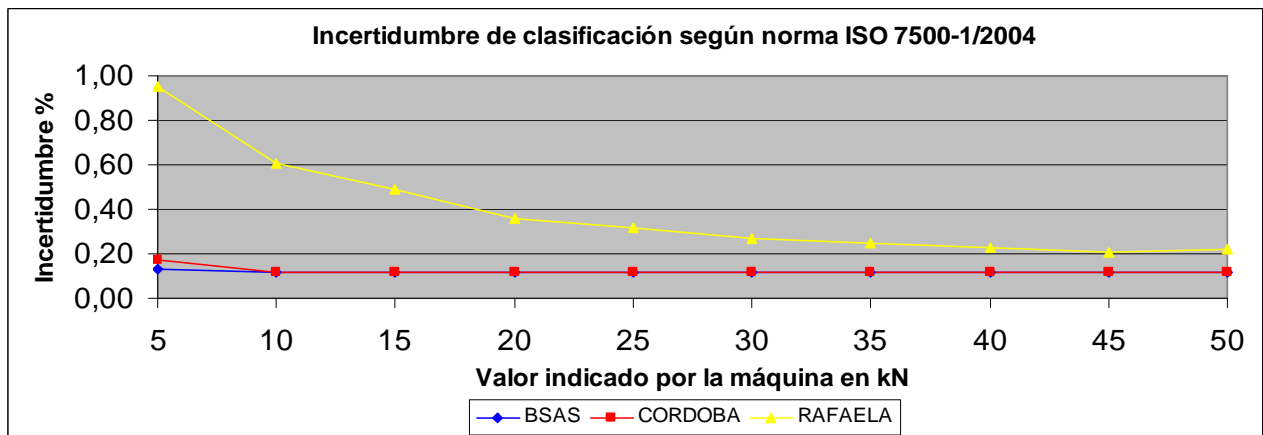


Figura 11 Resultado de Incertidumbre de clasificación según norma ISO 7500-1/2004

3.5 Tablas de error normalizado en compresión y tracción

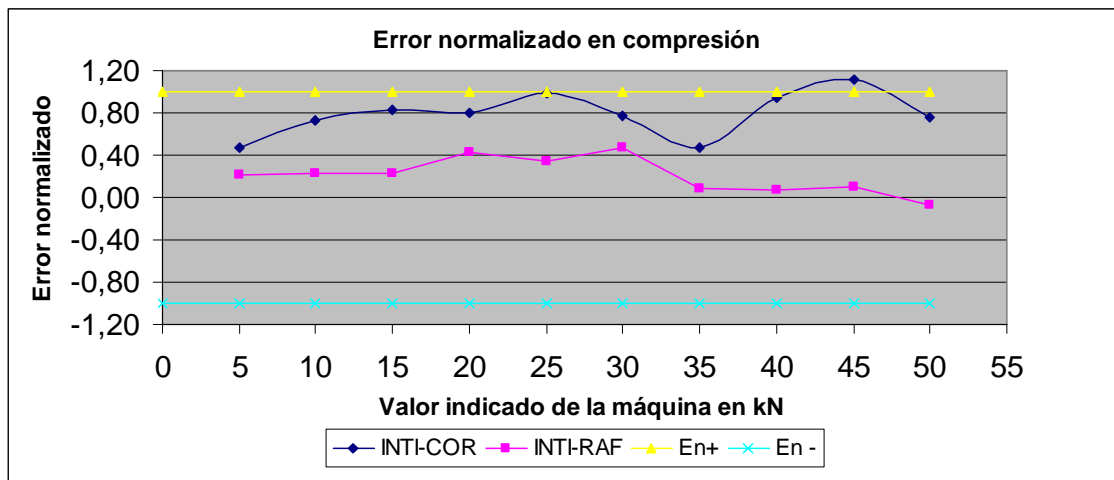


Figura 11 Error normalizado calculado según los resultados de los laboratorios de Córdoba y Rafaela respecto a INTI-Física y Metrología en el interlaboratorio realizado en la ciudad de Córdoba.

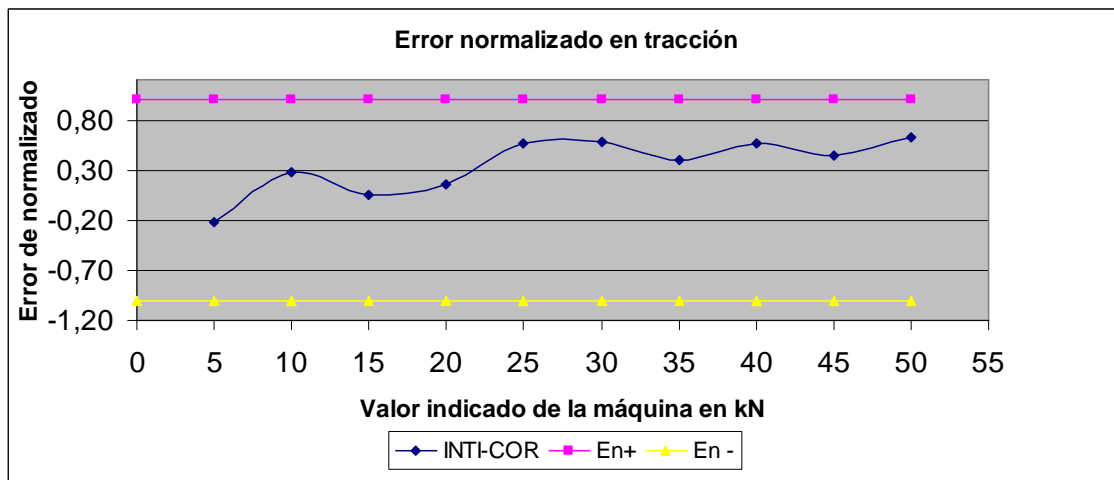


Figura 12 Error normalizado calculado según los resultados de los laboratorios de Córdoba respecto a INTI-Física y Metrología en el interlaboratorio realizado en la ciudad de Córdoba.

4. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos, se puede observar que el Centro Regional Córdoba para la calibración en tracción, los errores se encuentran dentro de los límites de la curva de referencia del INTI-Física y Metrología. También se observa que la incertidumbre declarada por el Centro Regional Córdoba es similar con la declarada por INTI-Física y Metrología.

Para la calibración en compresión se contó también con la participación del Centro Regional Rafaela.

De los gráficos podemos observar que el error normalizado de los participantes se encuentran en la mayoría de los puntos dentro de los límites máximos establecidos (+1;-1)

Cabe aclarar que en los valores de incertidumbre declarados por el Centro Regional Rafaela la componente por corrimiento temporal del patrón de referencia utilizado por ese Centro es la de mayor incidencia en el cálculo.

A partir de estos trabajos y de los resultados obtenidos, se continuará con la tarea de afianzar entre los laboratorios del INTI la actividad de armonización sobre los procedimientos de calibración.

5. REFERENCIAS

- [1] Norma internacional ISO 7500-1 (2004) "Metallic materials – Verification of static uniaxial testing machines. Part1: Tension/compression testing machines – Verification and calibration of the force-measuring system.
- [2] EAL – G22 (1996) Uncertainty of calibration Result in force measurements
- [3] Procedimientos de calibración de máquinas de ensayos bajo el sistema de calidad del INTI (2006).

Agradecimientos

Los autores de este trabajo desean agradecer la colaboración del Ing. Juan Nordio, Ing. Luis Giobergia, Ing. Juan Forastieri, Tec. Edgardo Fulco, Tec. Fernando Toyos, Tec. Rodolfo Cioffi, Tec. Hernán Palmero y Tec. Ariel Iezzi quienes de una u otra forma participaron en los trabajos de calibración y discusión de los resultados.