

# DE LA METROLOGÍA

Volumen 18 Año 2019 N° 3



## AMMAC

**Reportajes**

**Artículos**

**Capacitaciones**



# Servicios y Suministros Onties, S.A. de C.V.

## ONTIES

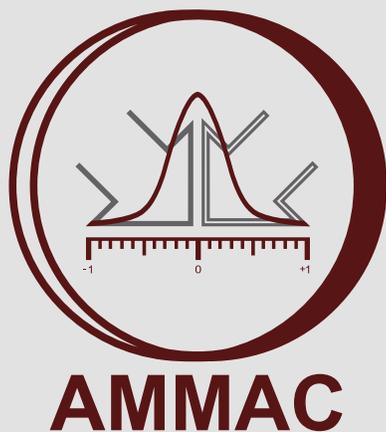


### SERVICIOS:

- ❖ Mantenimiento a básculas y balanzas de todo tipo y marca
- ❖ Automatización y control de procesos
- ❖ Instrumentos de laboratorio
- ❖ Laboratorio acreditado ante ema, A.C. en la magnitud masa para calibraciones de instrumentos para pesar en bajo, mediano y alto alcance. (Desde una balanza analítica hasta una ferrocarrilera)
- ❖ Calibraciones (con laboratorios asociados) en las magnitudes: temperatura, humedad, presión, volumen, dimensional, eléctrica.
- ❖ Verificación oficial ante PROFECO (Por unidades de verificación asociadas) en las magnitudes de MASA y VOLUMEN.
- ❖ Capacitación, asesoría y ventas.



Calle Francisco I. Madero 7, Col. Carlos Salinas de Gortari, Cosoleacaque, Veracruz  
Teléfonos: 922 131 62 38, 131 62 39, 241 71 89  
ontieslab@gmail.com; ssonities@gmail.com



Editada:

Asociación Mexicana de Metrología A.C.  
 Descartes 60, Int. 7, Col. Anzures,  
 Del. Miguel Hidalgo, CDMX,  
 55 35 11 87  
 www.ammac.mx  
 info@ammac.mx

Presidente:

Fis. Pablo Canalejo Cabrera

Vicepresidente:

Ing. Abel Chávez Reguera

Secretario:

Ing. Rosa María Herrera Hernández

Tesorero:

Ing. Enrique Contreras Monárrez

Director de la revista:

Ing. María Cecilia Delgado Briseño

Coordinación de contenido, diseño y reportajes:

Ing. Fabiola A. Borbón Arellano

Alejandro Peña Leyva

# Contenido

Publicación - de octubre del 2019

<b>Editorial</b>	2
<b>Reportajes</b>	3
Asociados de AMMAC	3
Las normas en el sector comercio	3
3 <sup>er</sup> Seminario Técnicas Avanzadas de calibración en presión	5
Congreso de acreditación en el sector salud	6
Nuevo proyecto de Ley de infraestructura de la calidad	6
9 <sup>no</sup> folleto del SI	9
XXVII Congreso de la AMMAC	11
<b>Artículos</b>	13
1. Solubilidad de hidrocarburos de alto peso molecular (escualano) en etano supercrítico en instrumento implementado en el IMP. Dr. Andrés Frank Paz Menéndez. Empresa de Telecomunicaciones de Cuba. Vicepresidencia de Estrategia de Negocios y Tecnología. Dirección de Tecnología. Grupo de Ciencia y Técnica.	
2. Nueva Guía EURAMET de calibración de instrumentos capturadores automáticos. Juan Suárez Ramírez. Inpros, S.A. de C.V., Fis. Pablo Canalejo Cabrera. Internacional de Bienes, Servicios e Ingeniería, S.A. de C.V.,	
3. Ensayo de aptitud en fuerza para la calibración de transductores de fuerza en modo compresión, de 10 kN A 100 kN, Cárdenas Moctezuma A., Martínez Juárez F., Torres Guzmán J. C., CENAM, México.	
4. Ensayo de aptitud en fuerza para la calibración de máquinas de ensayo en modo compresión, de 10 kN A 100 kN, Cárdenas Moctezuma A., Martínez Juárez F., Torres Guzmán J. C., CENAM, México.	
5. Ensayo de aptitud en fuerza para la calibración de máquinas de ensayo en modo compresión, de 50 kN A 500 kN, Cárdenas Moctezuma A., Martínez Juárez F., Torres Guzmán J. C., CENAM, México.	
6. Ensayo de aptitud en fuerza para la calibración de máquinas de ensayo en modo tracción de 15 kN A 150 kN, Cárdenas Moctezuma A., Torres Guzmán J. C., CENAM, México	
7. Ensayo de aptitud en par torsional, para torquímetros de selección de bajo intervalo. Galván Mancilla J.J., Torres Guzmán J. C., CENAM, México.	
8. Ensayo de aptitud en par torsional para la calibración de transductores, hasta 1 kNm, Galván Mancilla J. J., Torres Guzmán J. C., CENAM, México.	
9. Ensayo de aptitud de calibración de manómetro digital de presión relativa de -3 kPa a -80 kPa, Flores Martínez F. J., Torres Guzmán J. C., CENAM, México.	
10. Manual de Mantenimiento del sistema de expansión estático EE-1, Torres Guzmán J. C., Verdejo Guerrero Y. C., Barajas Rueda M., CENAM, México.	
11. Medición de la dureza en México, Calixto Morales Aguillón, Centro Nacional de Metrología, CENAM, México.	
12. Ensayo de aptitud de presión para la calibración de manómetros digitales de 7 MPa A 70 MPa, Flores Martínez F. J., Torres Guzmán J. C., CENAM, México.	
13. Intercomparación en masa. Método de uso de cargas de sustitución. Juan Suárez Ramírez, Pablo Canalejo Cabrera, Jorge Nava Martínez.	

# Editorial

Estimados  
asociados,  
colegas y  
lectores  
interesados:



Dr. H.C. Fis. Pablo Canalejo

Los miembros del Comité Organizador del XXVII Congreso de Metrología, Normalización y Evaluación de la Conformidad, encabezado por el Ing. Abel Chave Reguera, están contentos con los resultados obtenidos en nuestro magno evento.

En nombre de todos ellos, aprovecho la oportunidad para agradecer a todas las personas que colaboraron, participaron y contribuyeron al éxito del Congreso, en particular a nuestros patrocinadores que una vez más confiaron en nuestro evento para promocionar sus marcas y tecnologías y contribuir a los propósitos de la AMMAC.

Agradezco a todos los colegas de otros países que participaron con nosotros y a nuestros grandes amigos del CENAM.

El Consejo directivo de la AMMAC extiende una felicitación a todo el Comité Organizador.

En este número de la Revista presentamos un reportaje sobre el

Congreso, que como fue anunciado desde hace un año tuvo lugar entre los días 9 y 11 de octubre en el Hotel Marriot de la Ciudad de Aguascalientes.

Presentamos también información sobre los asociados, cada vez somos más, información sobre los eventos y actividades en los que AMMAC y sus asociados han estado presentes en los últimos 3 meses, así como nuestro agradecimiento a la empresa EMAGAS por las facilidades brindadas para la capacitación de las unidades de verificación de gasolina, el nuevo folleto del SI y el proyecto de nueva Ley, que la autoridad ha quedado en llamar LIC, “Ley de Infraestructura de la Calidad”, que se espera sustituya a la Ley sobre Metrología y Normalización en vigor desde 1992.

Debido al volumen de información técnica presentada en el Congreso, en la sección de artículos de este número publicaremos solo los trabajos presentados en forma de carteles. El resto de los trabajos que los participantes pusieron a la disposición del Comité Organizador serán publicados en un número especial que publicaremos en el mes de noviembre. En este, se incluirán las conferencias magistrales y las ponencias presentadas en las reuniones.

Sin más preámbulo, los invito a que disfruten los contenidos.

Muchas gracias

# Reportajes

## ASOCIADOS DE AMMAC

En los últimos meses del 2019 ha crecido el interés de la comunidad metrológica por las actividades que desarrolla nuestra Asociación.

Es grato saber que ha habido un interés particular por empresarios que se dedican a las mediciones de masa, entre ellos, fabricantes, distribuidores, prestadores de servicios de mantenimiento, reparación, verificación y calibración. La Asociación saluda con afecto al Grupo Nacional de Básculas y a la capacidad de vinculación del Ing. Martín de Villa, director de ventas de Rice Lake en México.

En los últimos 3 meses ha crecido la membresía de la AMMAC, hemos recibido a 12 nuevos asociados, de manera que ya somos 134.

Damos la bienvenida a los nuevos integrantes de la AMMAC:

- Soluciones Metrológicas de Pesaje
- Laboratorio de Calibración Ingeniería Valcal
- Basculas Internacionales de México
- LABINTEC, SA de CV
- Básculas Yáñez
- Soluciones industriales Josof, SA de CV
- Elvia Lazos García
- Francisco Javier Fajardo Diaz
- Samuel Gutiérrez Cruz
- Miguel Vázquez Contreras
- Armando Castañeda Vargas
- Gustavo Adolfo Carrillo Veles

La Asociación tendrá que trabajar en lo adelante por sectores. Los sectores representados actualmente son:

- Unidades de Verificación
- Laboratorios de calibración
- Laboratorios de ensayo
- Reparadores de instrumentos
- Fabricantes y distribuidores
- Academia y profesionistas independientes

**La membresía está abierta para los interesados.  
Consulta [www.ammac.mx](http://www.ammac.mx)**

## LAS NORMAS EN EL SECTOR COMERCIO

Con el objetivo de divulgar los beneficios y la importancia del cumplimiento de las normas en el sector del comercio, la entidad mexicana de acreditación creó un grupo de trabajo y llevó a cabo un evento denominado:

**“Beneficios del cumplimiento de las normas para el sector comercio”.**

SE SECRETARÍA DE ECONOMÍA DGN DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS, LA PROCURADURÍA FEDERAL DEL CONSUMIDOR, LA CÁMARA DE COMERCIO, SERVICIOS Y TURISMO DE LA CIUDAD DE MÉXICO Y LA ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN, A.C., le extienden una cordial invitación al foro:

**“Beneficios del cumplimiento de las normas para el sector comercio”**

3 de julio, 2019  
Horario: 09:00 a 17:00 h  
(Registro 08:30 h)  
Expo Reforma, CDMX  
Salón “Mercurio”

Evento SIN COSTO  
Presentando claves de confirmación

Calle Morelos 67, Colonia Juárez C.P. 06600 CDMX

El evento contó con la participación de los asociados de la AMMAC representantes de unidades de verificación de básculas y gasolina, quienes hicieron demostraciones de sus respectivas actividades para todos los asistentes.



Al evento asistieron los comerciantes de la ciudad de México y otros estados, así como empresarios y funcionarios de los gobiernos federal y de la Ciudad

de México, muchos de los cuales ofrecieron conferencias muy interesantes.



El programa del evento incluyó excelentes exposiciones del director de NYCE, Dr. Carlos Pérez Munguía, el Procurador Federal del Consumidor, Lic. Ricardo Sheffield y el Lic. Alfonso Guati Rojo Sánchez, Director General de Normas.

El Ing. Mauricio Pantoja dictó una conferencia en representación de la AMMAC en la que destacó el papel de las unidades de verificación como soporte de los usuarios para el cumplimiento de las normas.



Ing. Mauricio Pantoja Wachauf

*La AMMAC agradece a todas las personas que colaboraron, participaron y contribuyeron al éxito del XXVII Congreso Nacional de Metrología, Normalización y Evaluación de la Conformidad, en particular a nuestros patrocinadores que una vez más confiaron en nosotros para promocionar sus marcas y tecnologías y contribuir a los propósitos de la AMMAC.*

**inpros**



**LABORATORIO DE CALIBRACION ACREDITADO EN MASA**

Viveros de las Fuentes 23, Col. Viveros de la Loma, Tlalneantla, Estado de México 5553650755,

[info@inprosmexico.com.mx](mailto:info@inprosmexico.com.mx)

### 3<sup>er</sup> SEMINARIO SOBRE TECNICAS AVANZADAS DE CALIBRACIÓN DE PRESIÓN

Como ya va convirtiéndose en una tradición tecnológica educativa FLUKE CALIBRATION – DOMINION Global México llevó a cabo el 3<sup>er</sup> Seminario “Técnicas Avanzadas en Calibración de Presión” que tuvo lugar en Querétaro contando con la colaboración de los especialistas del área de fuerza y presión.

El Seminario se desarrolló en las instalaciones del CENAM los días 10 Y 11 de julio del 2019 con la participación de más de 70 asistentes de todo el país. Los temas principales del evento fueron las buenas prácticas de calibración, los principios de la balanza de presión y la evolución tecnológica en calibración de presión, entre otros.



Los especialistas que presentaron las pláticas fueron Karl Kurtz, Regional Key Account Manager en Fluke Calibration, Dr. Jorge Torres, jefe de la División de Metrología de Fuerza y Presión del CENAM, Francisco Flores y Jesús Aranzolo de Fuerza y Presión de CENAM y Jorge Pérez Maldonado y Alfredo Vázquez, ambos especialistas de DOMINION Global México.



Se realizaron actividades prácticas conducidas por los ponentes quienes fueron acompañados de Yolanda Verdejo y Fernando Martínez, metrólogos de la División de Metrología de Fuerza y Presión del CENAM, así como de Magaly García Gerente Regional de DOMINION Global México en la zona del Bajío y Erwing Parra Latin America Sales Manager en Fluke Calibration. En las prácticas se tuvo la oportunidad de trabajar con los nuevos Calibradores-controladores de presión de tipo modular 2271A y 6270A, Balanza de pesos muertos hidráulica P3124 de doble pistón, calibradores neumáticos portátiles 3130 y Fluke 729 de operación automática, entre otros equipos, de esta forma es que este seminario ayudó a reforzar los conocimientos empleados día a día en diversos laboratorios de calibración.

Al finalizar el evento, se otorgó una constancia de participación a cada uno de los asistentes, así como un reconocimiento al CENAM por sus 25 años de trayectoria llena de éxitos



## CONGRESO DE ACREDITACIÓN EN EL SECTOR SALUD



Del 21 al 23 de agosto del 2019 se celebró el 3er Congreso Internacional de Acreditación en el sector Salud.

Este importante evento se realizó por primera vez en el 2014 con el objetivo de promover la acreditación de los laboratorios clínicos, que en México ha tenido un crecimiento importante en los últimos años.

El evento se desarrolló en el World Trade Center de la Ciudad de México del 21 al 23 de agosto, con la novedad de que en esta edición algunos asociados de la AMMAC y la propia AMMAC participaron por primera vez como expositores.



En la actualidad en México existen más de 85 laboratorios clínicos acreditados, sin contar las sucursales. La Norma ISO 15189:2012 establece los requisitos de competencia de estos laboratorios.

Estos laboratorios acreditados deben cumplir la Guía de trazabilidad metrológica en la que los laboratorios de calibración y los proveedores de materiales de referencia certificados juegan un importante papel como proveedores confiables.

La AMMAC abre sus puertas a los laboratorios clínicos interesados. ¡Bienvenidos!

## NUEVO PROYECTO DE “LEY DE INFRAESTRUCTURA DE LA CALIDAD”.

La AMMAC fue invitada por la Secretaría de Economía, a través de sus representantes, los presidentes del Consejo Directivo, Fis. Pablo Canalejo Cabrera y del Consultivo, Sr. José Luis Muñoz, a participar en la presentación del Proyecto General de la nueva LEY DE INFRAESTRUCTURA DE LA CALIDAD, que abrogará a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, realizada a las 13:00 horas del 23 de agosto del 2019 en el Auditorio Ramos Tercero ubicado de la Torre ejecutiva de la Secretaría de Economía.

El objetivo de la presentación fue abrir un espacio de diálogo para conocer las opiniones de los participantes respecto a las necesidades de modificación y actualización del marco jurídico en la materia.

La actividad fue presidida por la C. Secretaria de Economía, Dra. Graciela Márquez Colín que estuvo acompañada por el Dr. Ernesto Acevedo Fernández, subsecretario de industria y comercio, y otros funcionarios del gobierno federal.



El Director General de Normas, Lic. Alfonso Guati Rojo Sánchez y el Director General de Metrología Eléctrica del Centro Nacional de Metrología, Dr. René David Carranza López Padilla, expusieron los motivos del proyecto de Ley de Infraestructura de la Calidad.

Como conclusiones de la presentación se invitó a los interesados a presentar sus propuestas, comentarios y observaciones sobre el proyecto en el buzón [lic.comentarios@economia.gob.mx](mailto:lic.comentarios@economia.gob.mx), que analizara la Secretaría de Economía, a través de la Dirección General de Normas.

A continuación, presentamos los comentarios presentados por el Consejo Directivo de la AMMAC a la Dirección General de Normas.

# COMENTARIOS Y SUGERENCIAS. DE LA AMMAC SOBRE EL PROYECTO DE LEY DE INFRAESTRUCTURA DE CALIDAD

## 1. NUEVA LEY

La Asociación Mexicana de Metrología, A.C., en lo sucesivo AMMAC, comprende que hay razones suficientes para revisar y modificar la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), que actualmente regula los aspectos relacionados con metrología, normalización, acreditación, certificación y evaluación de la conformidad. También comprende que, muy probablemente, regular las materias que conforman la infraestructura de la calidad en su conjunto ha motivado el cambio de nombre del proyecto de nueva Ley, con lo cual no tenemos objeción.

La AMMAC comprende los problemas de fragmentación que existen actualmente en México en materia de normalización, así como el retraso de la LFMN con respecto al estado actual de la tecnología y las inconsistencias que contiene en materia de metrología y certificación y por lo tanto, ve con agrado la intención de modificar la LFMN y pone a la disposición del grupo de trabajo sus comentarios y sugerencias, su experiencia y su deseo de aportar al proyecto.

## 2. EL TÉRMINO “ESTANDARIZACIÓN”

La AMMAC manifiesta su preocupación por la introducción del término “estandarización” para referirse a las Normas Mexicanas. Este cambio puede tener un impacto relevante en la comprensión de la población y en la necesidad de recursos para modificar los programas de enseñanza y la sustitución de textos que perderían su vigencia.

La AMMAC no ve razones suficientes que justifiquen el cambio para afrontar la globalización y los compromisos asumidos como signatarios de los acuerdos de barreras técnicas y medidas sanitarias y fitosanitarias de la OMC y los acuerdos de comercio bilaterales y multilaterales.

## 3. METROLOGÍA

La AMMAC aprecia que para regular las actividades de metrología México ha preferido el modelo internacional liderado por la Organización

Internacional de Metrología Legal. En [https://www.oiml.org/en/files/pdf\\_d/d001-e12.pdf](https://www.oiml.org/en/files/pdf_d/d001-e12.pdf) se pueden encontrar las consideraciones generales de la OIML para una Ley de Metrología.

Los objetivos más importantes de la regulación en materia de metrología que establecen vínculos muy fuertes entre la metrología y las demás actividades de la infraestructura nacional de la calidad son:

- a) definir el sistema de magnitudes y unidades de uso legal y establecer sus reglas de uso.
- b) definir las áreas de interés público,
- c) establecer los patrones y la trazabilidad metrológica,
- d) establecer las características y las propiedades metrológicas de los instrumentos de medición utilizados en dichas áreas,
- e) definir la evaluación de la conformidad los instrumentos de medición, y
- f) definir la infraestructura metrológica nacional

La AMMAC está convencida de que la infraestructura metrológica nacional debe estar integrada por la autoridad nacional, los órganos de vigilancia, el instituto nacional de metrología y los organismos de evaluación de la conformidad. Estos últimos han crecido de manera impresionante en los últimos 25 años, debido al crecimiento y la demanda servicios de la industria y los consumidores. La AMMAC recomienda a la autoridad nacional que México debe integrarse a la OIML como miembro P.

## 4. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

La evaluación de la conformidad de los instrumentos de medición utilizados en las áreas de interés público es un caso particular de la evaluación de la conformidad de los productos. Los conceptos más importantes sobre la evaluación de la conformidad de los instrumentos de medición están definidos en los documentos de la OIML [4, 5, 6].

La AMMAC propone que la evaluación de la conformidad de los instrumentos de medición utilizados en las áreas de interés público se realice de conformidad con los lineamientos y los controles metrológicos establecidos por la OIML.

En México hay muchas oportunidades para mejorar en esta materia. Los diferentes tipos de control metrológico a los que deben someterse los

instrumentos de medición en las diferentes etapas de su vida son;

- a) evaluación de los modelos de instrumentos,
- b) verificación inicial, para los instrumentos fabricados de acuerdo con dichos modelos una vez evaluados y aprobados, y
- c) verificación posterior e inspección en uso, para los instrumentos en uso

La AMMAC propone crear un laboratorio nacional de pruebas para llevar a cabo la evaluación de los modelos de instrumentos de medición. Este laboratorio podría integrarse posteriormente al Sistema de Certificados de la OIML. Este laboratorio podría ser un área del Centro Nacional de Metrología (CENAM).

La AMMAC propone que la verificación inicial de los instrumentos de medición se realice al 100 % en fábrica, siempre que éstas cuenten con un organismo de inspección acreditado con sistemas de gestión basado en la NMX-EC-17020. Estos organismos deben ser monitoreados por el organismo de acreditación, los organismos de certificación y la autoridad nacional para evitar conflictos de interés. Cuando lo anterior no sea posible, la verificación inicial debería realizarse en el lugar de instalación, inmediatamente antes del uso, por las unidades de verificación acreditadas de conformidad con la NMX-EC-17020.

La AMMAC propone que la verificación posterior, periódica y extraordinaria, de los instrumentos de medición que no sean utilitarios de uso doméstico (agua, gas, electricidad) debe realizarse al 100 % en el lugar de uso, por las unidades de verificación acreditadas que cumplan 17020. Para los instrumentos utilitarios de uso doméstico la verificación debería realizarse por muestreo.

La AMMAC tiene muchas dudas acerca del inciso 5 del DIAGNÓSTICO publicado junto al proyecto de la nueva Ley y propone la creación de un espacio para la discusión. Se entiende que PROFECO es una fiscalía de trascendental importancia para el país, que actúa para prevenir y en su caso, sancionar los incumplimientos de la Ley y las normas que atañen al consumidor. Su función es vigilar el cumplimiento de las normas jurídicas, morales y técnicas, que aplican a los consumidores y, por lo tanto, en materia de instrumentos de medición, la AMMAC propone que PROFECO realice la inspección en uso, que es el tipo de control metrológico cuyos límites de exactitud son los aceptables para los instrumentos en uso.

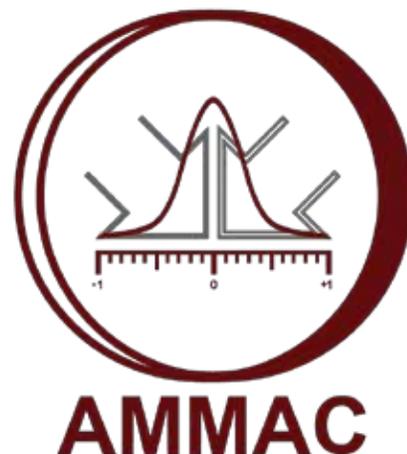
La AMMAC entiende que la autoridad metrológica nacional como ente regulador, requiere información permanentemente sobre los tipos de instrumentos en uso, su comportamiento, características, tecnologías, envejecimiento y resultados de las mediciones en las áreas de interés público. Con esa información la autoridad metrológica nacional estudia la conveniencia o no del uso de una u otra tecnología y de uno u otro modelo, estimula la fabricación nacional, regula la importación, monitorea y asegura la uniformidad de las mediciones en las áreas de interés público y tomar decisiones relacionadas con eficiencia de los procesos y la exactitud de las mediciones.

La AMMAC propone que el rol de proporcionar esa información siga siendo desempeñado por las Unidades de Verificación acreditadas 17020. La información proporcionada por las Unidades de Verificación está disponible desde hace muchos años.

Las unidades de verificación no intervienen directamente en la protección al consumidor, coadyuvan, ayudando a los poseedores de instrumentos de medición a disponer de información que les permita implementar un sistema de gestión de las mediciones y monitorear si están o no cumpliendo las normas. Esos organismos de inspección acreditados 17020 y aprobados por la DGN se llaman Unidades de Verificación, justamente porque llevan a cabo la verificación periódica.

## REFERENCIAS

- [1] [https://www.oiml.org/en/files/pdf\\_d/d012-e86.pdf](https://www.oiml.org/en/files/pdf_d/d012-e86.pdf)
- [2] [https://www.oiml.org/en/files/pdf\\_d/d019-e88.pdf](https://www.oiml.org/en/files/pdf_d/d019-e88.pdf)
- [3] [https://www.oiml.org/en/files/pdf\\_d/d020-e88.pdf](https://www.oiml.org/en/files/pdf_d/d020-e88.pdf)
- [4] [https://www.oiml.org/en/files/pdf\\_v/v001-ef13.pdf](https://www.oiml.org/en/files/pdf_v/v001-ef13.pdf)
- [5] [https://www.oiml.org/en/files/pdf\\_d/d032-e18.pdf](https://www.oiml.org/en/files/pdf_d/d032-e18.pdf)
- [6] [https://www.oiml.org/en/files/pdf\\_d/d023-e93.pdf](https://www.oiml.org/en/files/pdf_d/d023-e93.pdf)



## 9<sup>no</sup> FOLLETO DEL SI

La versión más reciente del Folleto del Sistema Internacional de Unidades (SI) fue emitida por el BIPM en marzo de este año, dos meses antes de la entrada en vigor del nuevo SI.

A continuación, reproducimos una traducción libre del Prefacio del Folleto del SI, que puede ser consultado y descargado del sitio web del BIPM.

### **Prefacio de la 9ª edición**

*Desde su creación en 1960 por ... la 11ª CGPM, el SI ha sido utilizado en todo el mundo como el sistema de unidades preferido y lenguaje fundamental para la ciencia, la tecnología, la industria y el comercio.*

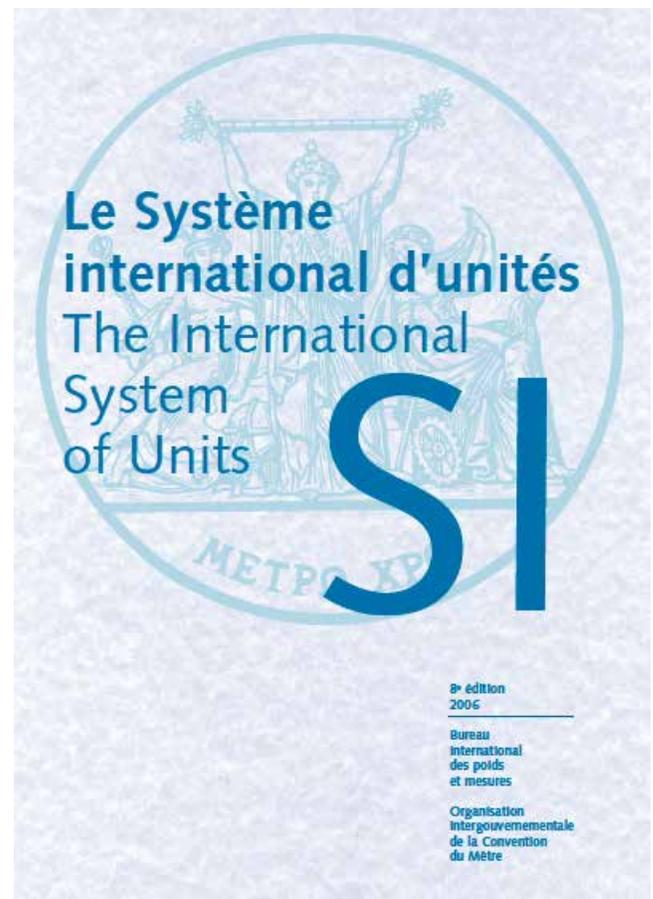
*Este folleto ha sido publicado por el BIPM para explicar y promover el SI y contiene las resoluciones más importantes de las CGPM y las decisiones más importantes del CIPM relacionadas con el sistema métrico desde ... 1889.*

*El SI siempre ha sido un sistema práctico y dinámico que ha evolucionado incorporando los últimos avances científicos y tecnológicos. En particular, los avances de los últimos 50 años en física atómica y metrología cuántica han hecho posible revisar las definiciones del segundo y el metro y ajustar la realización práctica de las unidades eléctricas a los fenómenos atómicos y cuánticos y ... alcanzar niveles de exactitud limitados sólo por nuestras capacidades técnicas y no por su definición. Estos avances científicos, así como la evolución de las tecnologías de medición, han provocado cambios en el SI, todos descritos en las ediciones anteriores de este folleto.*

*La 9ª edición del Folleto del SI se debe a una serie de cambios profundos adoptados en la 26ª CGPM, que sustentan una nueva forma de formular las definiciones de las unidades en general y en particular, de las de las siete unidades básicas, fijando el valor numérico de siete constantes que definen el nuevo SI. Entre ellas hay constantes fundamentales de la naturaleza, como la constante Planck y la velocidad de la luz, de modo que las definiciones ... representan nuestra comprensión actual de las leyes de la física. Por primera vez, tenemos un conjunto completo de definiciones, ninguna de las cuales se refiere a artefactos, propiedades de materiales o descripciones de una medición. Los cambios en el SI permiten alcanzar*

*todas las unidades con un nivel de exactitud que en última instancia sólo se limitan por la estructura cuántica de la naturaleza y nuestras capacidades técnicas, pero no por las definiciones en sí mismas. Cualquier ecuación física válida que vincule las constantes definitorias del SI con una unidad se puede utilizar para realizar esa unidad, allanando el camino para nuevas oportunidades de innovación, pudiendo realizarse la unidad en cualquier lugar cada vez con mayor exactitud en la medida que avanzan las tecnologías. Por eso, esta revisión del SI constituye un avance histórico fundamental.*

*El nuevo SI fue adoptado por la CGPM en noviembre del 2018 y las nuevas definiciones entrarán en vigor a partir del 20 de mayo de 2019, aniversario de la Convención del Metro, celebrado como el Día Mundial de la Metrología. Si bien los cambios tendrán profundas implicaciones, se ha tenido el cuidado de asegurar que las nuevas definiciones sean coherentes con las vigentes cuando se implemente el nuevo SI.*



*Llamamos la atención sobre el hecho de que, desde su creación en 1960, el Sistema Internacional de Unidades siempre ha sido referido como "el SI". Este principio se mantuvo en las ocho ediciones anteriores del folleto y se reafirmó en la*

resolución 1 adoptada por la 26ª CGPM, lo que confirmó además que el título de este folleto es "El Sistema Internacional de Unidades". Esta coherencia de las referencias al SI refleja los esfuerzos de la CGPM y del CIPM para garantizar la continuidad de los valores de las medidas expresadas en unidades del SI durante cada cambio realizado.

El propósito del texto de este folleto es proporcionar una descripción completa del SI proporcionando el contexto histórico. Además, el folleto consta de cuatro anexos:

El Anexo 1 reproduce, cronológicamente, las decisiones promulgadas desde 1889 por la CGPM y el CIPM (Resoluciones, Recomendaciones, Declaraciones) sobre las unidades de medida y el SI.

**AMMAC  
agradece a la  
empresa  
EMAGAS todas  
las facilidades  
proporcionadas  
para lograr la  
capacitación de  
las Unidades de  
Verificación en  
el manejo y  
ajuste de los  
nuevos  
dispensarios de  
gasolina de  
la marca  
BENNETT.**

El Anexo 2 sólo está disponible en versión electrónica ([www.bipm.org](http://www.bipm.org)). Se refiere a la realización práctica de las siete unidades básicas y otras unidades importantes para cada campo metrológico. Este Anexo se actualizará regularmente para reflejar los avances en las técnicas experimentales utilizadas para realizar las unidades.

El Anexo 3 solo está disponible en versión

electrónica ([www.bipm.org](http://www.bipm.org)). Describe las unidades para medir los factores foto químicos y fotobiológicos.

El Anexo 4 refleja la evolución histórica de SI.

**Bennett** simply better

### DISPENSARIO PACIFIC

La serie Pacific de Bennett es un dispensador de clase mundial construido para proveer años de servicio libre de problemas, a través de la última tecnología y un diseño robusto. Las partes de metal son pintadas con Polvo Electrostático recubiertas para una resistencia superior a la corrosión además los laterales tienen resistencia a rayos UV y tienen pintura con certificación UL con retardante al fuego.





**100**  
Years  
**Bennett**  
simply better



#### Por qué BENNETT?

- 60% en ahorro de energía.
- Medidor SB100 altamente preciso.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Construidos con materiales de alta durabilidad.



**Bennett**  
simply better



**EMAGAS**  
Energía y Mantenimiento



**USA**  
MADE IN THE USA

GRUPO Y MANTENIMIENTO A LOS SERVICIOS  
NORTE AMERICANA A LA CALIDAD INTERNACIONAL  
QUERÉTARO, MÉXICO C.P. 61600

TEL: (41) 255 1000 0104  
DE FAX: 1205 2154

Página Web: [www.emagas.com.mx](http://www.emagas.com.mx)  
E-mail: [ventas@emagas.com.mx](mailto:ventas@emagas.com.mx)

# XXVII Congreso Nacional de Metrología, Normalización y Evaluación de la Conformidad

Después de un año de preparación, el XXVII Congreso Nacional de Metrología, Normalización y Evaluación de la Conformidad se llevó a cabo en la Ciudad de Aguascalientes los días 9, 10 y 11 de octubre del 2019. Las actividades académicas se desarrollaron según el Programa del evento. El día 9 se realizaron 8 cursos de capacitación impartidos por prestigiosos especialistas del CENAM, la UNAM, la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui, el CIDESI, el CIATEQ y la AMMAC.



El evento fue inaugurado el 10 de octubre con honores a la bandera y la participación de la banda de Guerra de Aguascalientes. El presidium estuvo integrado por el Fís. Pablo Canalejo y el C.P. Cesar Cabal presidentes del Consejo Directivo de la AMMAC y del Comité Organizador del evento, respectivamente, el Sr. Víctor José Lizardi Nieto, director general del CENAM, y representantes del Gobierno del estado y el municipio, el clúster automotriz y el ejército de Aguascalientes.



Al Congreso asistieron más de 350 personas provenientes de organismos de evaluación de la conformidad, la industria, los institutos de investigación, de salud, de deportes y de educación media y superior de 18 estados de la república.

También estuvieron presentes ingenieros y especialistas metrólogos provenientes de diversas empresas relacionadas con la metrología de Finlandia, Colombia, Cuba, Guatemala y Perú.

Se presentaron cinco Conferencias magistrales programadas impartidas por el Ing. Juan Pablo Nava, director de operaciones de NYCE, el Dr. Víctor José Lizardi, Director General del CENAM, el Ing. Carlos Rangel Herrera de la ema, la M.C. Thalía del Carmen Vázquez Alatorre, Subprocuradora de verificación de PROFECO y el Ing. Juan Carlos Rivera Guerra de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía.



Se realizaron también las 16 reuniones técnicas programadas, por magnitudes físicas y por aplicaciones, las cuales fueron coordinadas por colaboradores de la AMMAC que pusieron todo su empeño para llevar a cabo estas actividades de manera exitosa.



El evento contó con más de 35 patrocinadores la mayoría de los cuales estuvieron presentes en la exhibición de tecnologías de medición, compartiendo sus productos y servicios.



El evento se desarrolló en un ambiente académico, de intercambio técnico y comercial y de camaradería entre los participantes.

Estudiantes de algunas universidades y del CONALEP estuvieron presentes. Hubo actividades de esparcimiento, amenizadas por bailes típicos y demostraciones de gimnasia rítmica de jóvenes atletas de Aguas Calientes y también un programa de acompañantes que permitió visitar los pueblos mágicos y los viñedos de la región.

La AMMAC felicita a los integrantes del Comité Organizador por la labor desempeñada y su contribución para el buen desarrollo del evento.

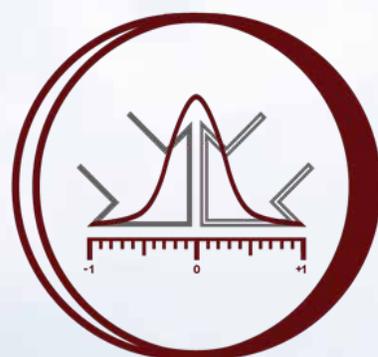


Felicidades, compañeros.

El evento contó también con una sección de carteles, donde el CENAM tuvo una importante participación.

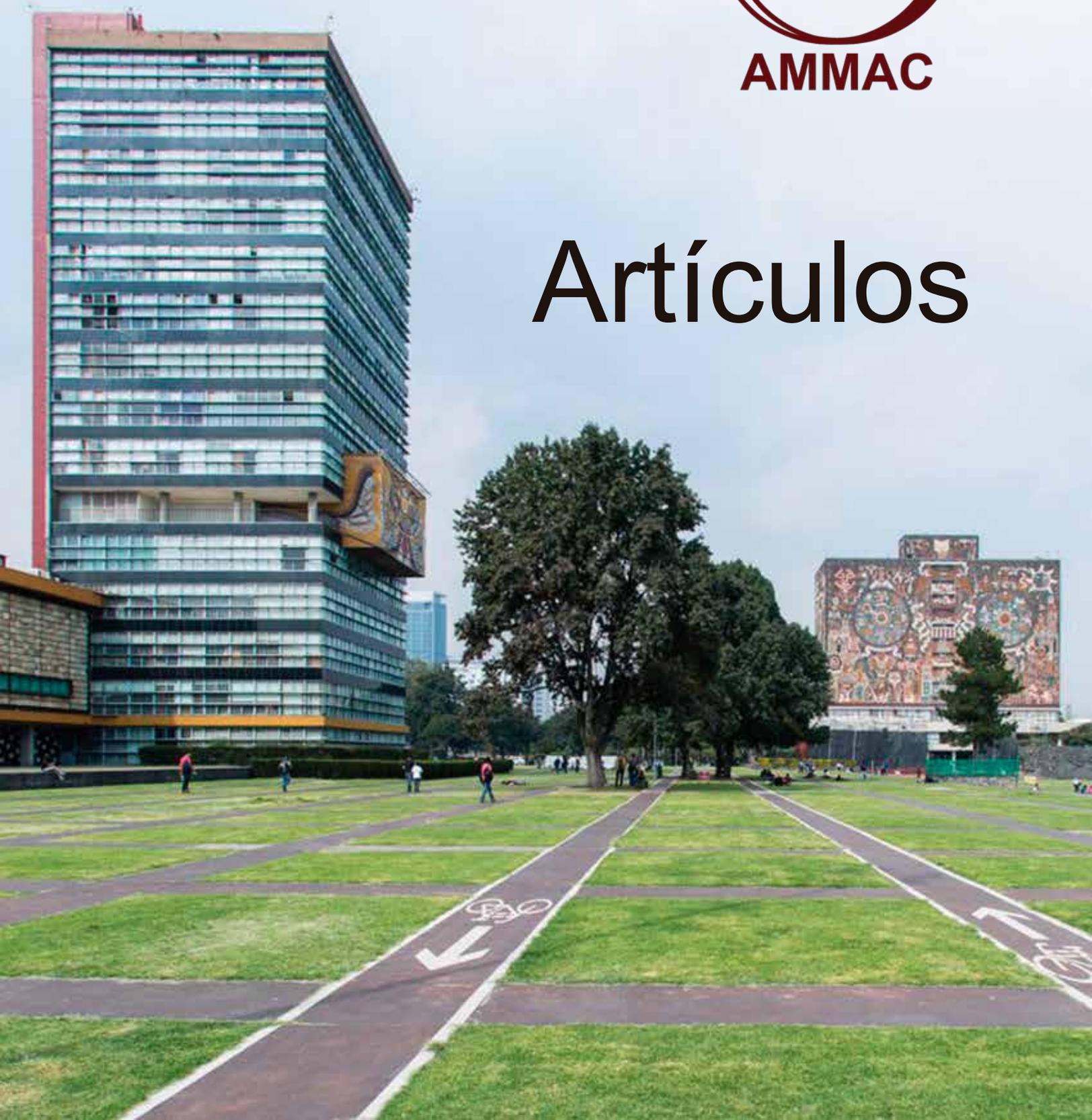
Se expusieron más de 20 trabajos entre los cuales destacaron los presentados por especialistas de la Universidad de Sonora, la UNAM, inpros, IBSEI y dos empresas de la República de Cuba dedicadas al petróleo y la telefonía, entre otros participantes.

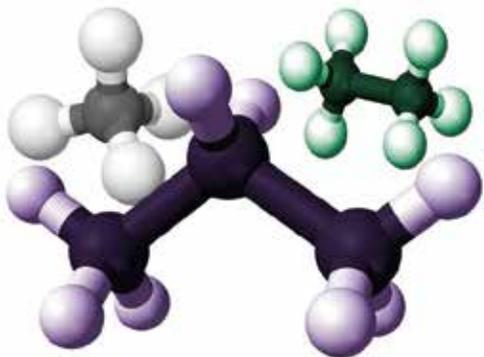




**AMMAC**

# Artículos





## SOLUBILIDAD DE HIDROCARBURO DE ALTO PESO MOLECULAR (ESQUALANO) EN ETANO SUPERCRÍTICO EN INSTRUMENTO IMPLEMENTADO EN EL IMP

Dr. Andrés Frank Paz Menéndez.

Empresa de Telecomunicaciones de Cuba.

Vicepresidencia de Estrategia de Negocios y Tecnología. Dirección de Tecnología.

Grupo de Ciencia y Técnica

Ave 3a entre 78 y 80. Centro de Negocios, Edificio Santa Clara. Miramar.

537 7266 6769, andres.paz@etecsa.cu

**RESUMEN:** La confiabilidad de los resultados experimentales de nuevos desarrollos de métodos experimentales está relacionada con su grado de validación. Este proceso se realiza a través de la evaluación de los resultados del método con materiales de referencia o métodos validados similares realizados por otros investigadores, en donde los resultados muestren el grado de validación alcanzado y su calidad relativa a la referencia. Para las mediciones de solubilidad se empleó un instrumento diseñado para extraer hidrocarburos de alta masa molecular utilizando el etano como disolvente supercrítico. Este instrumento fue construido en el Laboratorio de Termodinámica del Área de Investigación en Termofísica del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP). En este trabajo, se presenta la comparación de los resultados de la solubilidad de escualano en etano supercrítico, a 308.15 K en el intervalo de presión de (10 a 20) MPa con datos reportados en la literatura empleando dióxido de carbono como disolvente supercrítico.

### INTRODUCCIÓN

La industria moderna exige cada vez más la búsqueda y explotación de las fuentes potenciales de mejoramiento de la calidad y son las mediciones el centro de muchas de las decisiones en el control de diversos procesos tecnológicos.

Dentro de los métodos relacionados reportados en la bibliografía se encuentra el estudio sobre la extracción de hidrocarburos no volátiles con disolventes supercríticos. En este caso el disolvente empleado fue el dióxido de carbono [2].

Adicionalmente Sovová y colaboradores publicaron la solubilidad en dióxido de carbono supercrítico en fase de equilibrio de escualano, y glicerol [3]. Por otra parte, se han publicado los resultados de solubilidad de ácido ferúlico por el autor mencionado anteriormente [4] y la solubilidad de tetracosano, octacosano y dotriacontano en etano supercrítico por Kalaga y Trebble [5].

Los resultados de solubilidad del hidrocarburo octacosano en etano supercrítico fueron reportados por Paz, 2018 [5]. Esto permitió la verificación de la metodología de trabajo.

Los objetivos de este trabajo son: determinar la solubilidad del hidrocarburo escualano en etano supercrítico a 308.15 K y comparar los resultados obtenidos con el método de Sovová y colaboradores de solubilidad en dióxido de

carbono supercrítico en fase de equilibrio de escualano [3].

### DESARROLLO

Para la determinación de la solubilidad de hidrocarburos se utilizó un instrumento o sistema experimental (Figura No.1) diseñado en el IMP. El instrumento experimental está formado por tres secciones: de alimentación, de equilibrio y de muestreo.

En este trabajo es de nuestro interés presentar los detalles de la sección de equilibrio. Esta sección consta de un serpentín de acero inoxidable para el acondicionamiento de temperatura del disolvente, dos celdas de acero inoxidable tipo 316, una que sirve como restaurador y la otra como celda de equilibrio, las cuales constituyen la parte principal del sistema de extracción, éstas se encuentran en un baño térmico con control preciso de temperatura.

Otros elementos importantes de la sección de equilibrio son: indicador de temperatura, indicador de presión y medidor de flujo para determinar la cantidad de disolvente utilizado durante la extracción de los hidrocarburos de alta masa molecular.

Los datos resultantes de solubilidad obtenidos con el instrumento experimental son registrados en forma tal que se puedan detectar las tendencias

con incremento de la variable presión en el instrumento experimental.

Condiciones para la determinación de la solubilidad de los hidrocarburos seleccionados en el disolvente etano en condiciones supercríticas.

Los hidrocarburos seleccionados se determinaron a partir de un estudio de composición de los aceites lubricantes automotrices representativos de los que se utilizan en Cuba y México. Este estudio dio como resultado que los hidrocarburos octacosano (C<sub>28</sub>H<sub>58</sub>) y escualano (C<sub>30</sub>H<sub>62</sub>) son los que se encuentran en mayor concentración en los aceites lubricantes automotrices. Se reporta en este trabajo los resultados del escualano.

Para establecer las condiciones en las que se determinará la solubilidad del hidrocarburo seleccionado se realizó una búsqueda de estudios realizados por varios autores reportados en la literatura [3-5].

De todos los estudios de solubilidad de hidrocarburos de alta masa molecular reportados en la literatura se seleccionaron los de Sovová y colaboradores [3], porque corresponden con el hidrocarburo (C<sub>30</sub>H<sub>62</sub>), que es uno de los hidrocarburos representativos de aceites lubricantes automotrices. Las condiciones establecidas para el método evaluado fueron: temperatura de operación (308.15 K) y de presión (10 a 20) MPa.

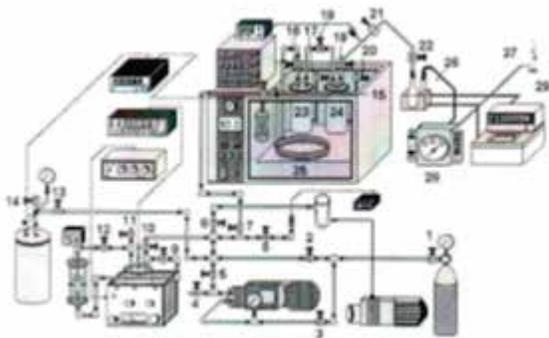


Fig. 1. Instrumento experimental para la determinación de la solubilidad diseñado en el IMP.

## RESULTADOS

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos de solubilidad del hidrocarburo C<sub>30</sub>H<sub>62</sub> en etano supercrítico y la comparación con los

resultados de solubilidad de este hidrocarburo reportados por Sovová y colaboradores con el empleo de dióxido de carbono como disolvente.

Haciendo un análisis de los resultados para la isoterma estudiada, se puede observar cómo existe un incremento de la solubilidad de escualano en etano en función del incremento de presión. Por otra parte, como función del disolvente, la solubilidad del escualano en etano es dos órdenes de magnitud mayor que en dióxido de carbono. Por lo que se puede establecer que el etano es mucho mejor disolvente que el dióxido de carbono para este hidrocarburo.

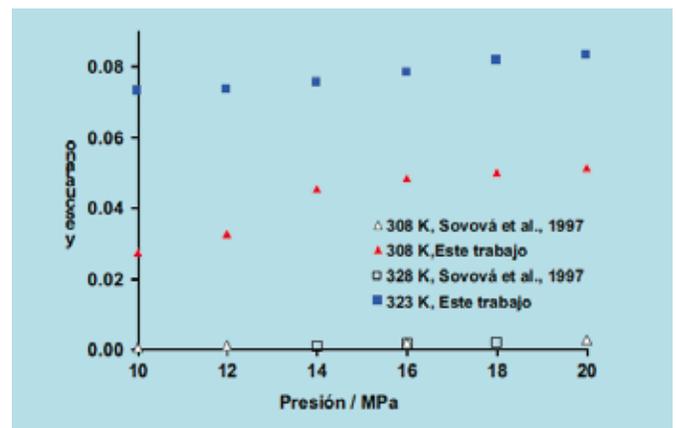


Fig. 2. Resultados.

## CONCLUSIONES

1. Se obtuvieron los resultados de solubilidad para dar cumplimiento a los objetivos de este trabajo.
2. Este trabajo contribuye con nuevo instrumento experimental y sus resultados de solubilidad de escualano, que corresponde a un hidrocarburo de alto peso molecular en un amplio intervalo de presión, por lo que es factible que sea de igual utilidad para este grupo de hidrocarburos.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi gratitud al Laboratorio de Termodinámica del IMP que me facilitaron los recursos y las instalaciones necesarias para realizar esta investigación.

A la Dirección Adjunta de Asuntos Internacionales y Becas del CONACyT por el apoyo económico brindado para realizar estudios de Doctorado.

## NUEVA GUÍA EURAMET DE CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS CAPTURADORES AUTOMÁTICOS

Juan Suárez Ramírez.

Inpros, S.A. de C.V., Viveros de las Fuentes 23, Col. Viveros de la Loma, Tlalnepantla, Estado de México 5553650755, info@inprosmexico.com.mx

Fis. Pablo Canalejo Cabrera.

Internacional de Bienes, Servicios e Ingeniería, S.A. de C.V., Rayas 66 B, Col. Valle Gómez, CDMX, 5557590858, info@ibsei.com



**RESUMEN:** Hasta la fecha la OIML- R 51-1 ha sido la única referencia para calibrar Instrumentos Capturadores Automáticos. Ese documento, fundamentalmente de uso en Metrología Legal establece los requisitos de fabricación, las clases de exactitud, los errores máximos permitidos, los controles metrológicos legales y las pruebas metrológicas y de funcionamiento y del software, diseñadas básicamente para llevar a cabo la evaluación de la conformidad de estos instrumentos. Apenas en 2019 EURAMET está listo para presentar una Guía de calibración que puede servir de referencia para la calibración de esos instrumentos bajo las condiciones particulares de su aplicación, que incluye la evaluación de la incertidumbre. En este trabajo se presenta y comenta el nuevo documento.

### INTRODUCCIÓN

Los instrumentos capturadores automáticos (ICA), se utilizan ampliamente en la industria, por ejemplo, en la producción de alimentos, químicos, cosméticos, medicamentos y otros, así como en la fabricación de piezas y partes, y en las grandes empresas de mensajería, entre muchas otras aplicaciones.

Los ICA permiten determinar y comprobar automáticamente el peso los artículos producidos o manejados y también, permiten seleccionarlos y clasificarlos por tallas y clases, en base a ciertas tolerancias establecidas con respecto al peso bruto.

Desde hace casi 30 años, la OIML R51-1 [1] ha establecido los requisitos técnicos y metrológicos que deben cumplir los ICA, así como las pruebas para la evaluación de la conformidad y los formatos para registrar los resultados de dichas pruebas. No obstante, las empresas que aplican sistemas de gestión de las mediciones en base a la ISO 10012 [2], las que implementan sistemas de gestión de calidad de acuerdo con la ISO 9001 [3] y los laboratorios de calibración acreditados de acuerdo con la 17025 [4] que les prestan servicios, han carecido históricamente de otra información documentada que pudiera ser utilizada como referencia para la calibración de estos instrumentos automáticos.



En el 2015, un grupo de expertos designados por la Asociación Europea de Institutos Nacionales de Metrología (EURAMET) y liderados por el MSC. Matej Grum, del área de masa del Instituto Nacional de Metrología de Eslovenia, han trabajado en un proyecto para el desarrollo de 3 Guías de Calibración de Instrumentos para pesar automáticos. Las 3 Guías fueron concluidas en 2018 como estaba previsto y se espera que sean presentadas para su aprobación en octubre de 2019.

En este trabajo se describen los aspectos generales del proyecto de Guía de Calibración de ICA (Guía) que muy probablemente sea asumido por EURAMET y en un futuro cercano por el SIM y los laboratorios de calibración acreditados en México. Al mismo tiempo, los autores dan a conocer algunas opiniones y comentarios sobre la Guía.

Los términos peso y masa utilizados en este trabajo se utilizan en el sentido de masa convencional [5]. El orden en que se presenta el contenido de la Guía no necesariamente coincide con el orden presentado en el proyecto elaborado por el grupo de trabajo de EURAMET [6].



## OBJETIVO Y ALCANCE DE LA GUÍA

El objetivo de la Guía no es establecer un procedimiento único y de uso obligatorio, sino presentar lineamientos generales para elaborar procedimientos de calibración que se puedan considerar equivalentes entre los miembros de EURAMET, que puede incluir o no la forma en que se debe estimar la incertidumbre asociada a los resultados de las mediciones realizadas con los ICA calibrados.

La intención es que sirva de referencia y sea observada por los:

- Organismos de acreditación,
- Laboratorios de calibración acreditados,
- Fabricantes y usuarios que utilizan ICA calibrados para realizar mediciones que sean relevantes para la calidad de la producción en las organizaciones con sistemas de gestión (ISO 9000 o ISO 10012).

En lo que respecta a la calibración, los lineamientos de la Guía se refieren a:

- La determinación de la masa de referencia de las cargas de prueba,
- Las mediciones que se realizan,
- El cálculo de los resultados de medición,
- La evaluación de las incertidumbres asociadas,
- El contenido de un certificado de calibración.

La Guía no abarca a los instrumentos que están incorporados en un vehículo ni a los instrumentos que están montados sobre los vehículos.

## CALIBRACIÓN

## 1. Aspectos Generales

El objetivo de una calibración es determinar los errores de indicación y su incertidumbre. Los errores determinados en la calibración son válidos para la(s) carga(s) de prueba utilizadas y las condiciones que prevalecen en el momento de la calibración. Por eso la operación de un ICA durante la calibración debe reproducir o ajustarse a las operaciones que son habituales durante su operación normal, por ejemplo, pesar los mismos artículos que el cliente pesa en la práctica, usar la misma configuración del ICA y la misma velocidad de operación.

En sentido general una calibración consiste en:

- determinar la masa de referencia de las cargas de prueba,
- aplicar las cargas de prueba en condiciones especificadas y registrar las indicaciones,
- determinar el error de cada indicación y el error promedio, y
- evaluar la repetibilidad y la excentricidad,
- estimar la incertidumbre asociada al error de indicación.

La calibración se realiza generalmente con el ICA instalado en su lugar de uso y funcionando.



### Información de referencia

La Guía recomienda que para cada una de las cargas usadas para la calibración del ICA se determinen:

- las dimensiones de los artículos pesados,
- la distancia entre los artículos pesados,
- la longitud del receptor de carga (plataforma),
- la velocidad del sistema de transportación de la carga (velocidad de la banda) o la posición del control de configuración de la velocidad,
- el ritmo de operación, y
- la configuración del dispositivo de ajuste a cero.

Estos datos no se utilizan para el cálculo del error o la incertidumbre, pero son necesarios como referencia a la condición bajo la cual se calibró el ICA.

Las dimensiones de un artículo se pueden expresar en la forma normalizada  $a \times b \times c$ , siendo:

- longitud, en la dirección de movimiento,
- ancho, perpendicular al movimiento,
- la altura, perpendicular al plano de la banda.

Con base en la velocidad de la banda ( $v$ ) y la distancia entre los centros de los artículos consecutivos ( $s$ ), se puede calcular el ritmo de operación ( $C_{max}$ ) mediante la ecuación siguiente:

$$C_{max} = v/s$$

En relación con la información de referencia es importante comentar lo siguiente:

- no siempre las dimensiones de la carga pueden ser determinadas de la misma forma, ya que esto depende de la geometría, es decir, las características para las cargas de prueba puede que no se cumplan debido a la naturaleza de algunos productos.
- durante una calibración es casi imposible garantizar el ritmo de operación del ICA en uso, ya que durante una calibración las cargas de prueba se aplican manualmente,
- la afirmación del proyecto de que la distancia  $s$  tiene que ser mayor o igual que la longitud de la plataforma no es siempre válida, ya que existen ICA que pueden pesar artículos cuando la distancia entre sus centros geométricos es menor que la longitud de la plataforma. También hay que decir que existen equipos que cuentan con más de una plataforma y con la tecnología para sincronizar las pesadas y los receptores de carga en función de sus dimensiones y las dimensiones de las cargas pesadas.

Los autores sugieren considerar otras opciones para la referencia a las dimensiones, por ejemplo, el uso de fotos, y no considerar el ritmo de operación como un parámetro de referencia para los casos cuando se utiliza una sola carga de prueba.

## 2. Masa de referencia de las cargas de prueba

Las cargas de prueba deben seleccionarse, preferiblemente, de los artículos que normalmente se pesan en el ICA. Cuando lo anterior no sea

posible, para la selección de las cargas de prueba se debe considerar que:

- sean adecuadas al uso concebido del ICA,
- la forma, material y composición permitan un manejo fácil, así como una fácil estimación del centro de gravedad en la dirección perpendicular al movimiento de la banda,
- su masa sea constante durante el periodo en que se usan para la calibración,
- su material no sea higroscópico, no electrostático y no magnético.



Para los fines de la calibración es necesario demostrar la trazabilidad de la masa de referencia de las cargas de prueba a la unidad de masa del SI. La masa de referencia de las cargas de prueba se puede determinar empleando alguno de los métodos A, B, C y D, que se describen a continuación.

### A. Instrumento de control utilizado como comparador

La masa de referencia de las cargas de prueba se determina en el momento y el lugar de la calibración del ICA empleando la ecuación:

$$m_{ref} = m_{cR} + \delta m_{BTot} + \overline{\Delta m} + \delta m_{ba}$$

Donde:

- $m_{cR}$  es la masa de las pesas patrones usadas como referencia,
- $\delta m_{BTot}$  la corrección debido al empuje del aire sobre las pesas de referencia,
- $\overline{\Delta m}$  la diferencia promedio entre las indicaciones del instrumento de control con la carga de prueba y las pesas patrones,

$\delta m_{ba}$  una corrección debido a los factores de influencia del instrumento de control

En este caso no es necesario considerar la deriva en la masa de la carga de prueba, la corrección por empuje del aire es muy pequeña de modo que no es necesario conocer la densidad de la carga de prueba.

La Guía no menciona la clase de exactitud de las pesas patrones que se requieren para hacer la comparación, sin embargo, si el cliente proporciona la incertidumbre objetivo, se puede determinar la exactitud de los patrones con base a la incertidumbre mínima requerida en la determinación de  $m_{ref}$  y de ahí su clase de exactitud.

### B. Instrumento de control calibrado simultáneamente

La determinación de la masa de referencia de las cargas de prueba se realiza en el momento y el lugar de la calibración del ICA y la masa de referencia se determina mediante la ecuación:

$$m_{ref} = (R_{LIC} + R_{OIC}) - (I_{LIC} - I_{OIC}) + m_{cCallC} + \delta m_{BTot}$$

Donde:

$R_{LIC}$  es la lectura (indicación) de la carga de prueba en el instrumento de control

$R_{OIC}$  es la lectura (indicación) del instrumento de control sin carga, cuando se pesan las cargas de prueba,

$I_{LIC}$  es la indicación del instrumento de control con las pesas patrones.

$I_{OIC}$  es la lectura (indicación) del instrumento de control sin carga cuando se pesan los patrones,

$m_{cCallC}$  es la masa de referencia de las pesas patrones usadas para la calibración del instrumento de control,

$\delta m_{BTot}$  es la corrección por empuje del aire.

Al igual que en el método A no es necesario considerar la deriva en la masa de la carga de prueba, la corrección por empuje del aire es muy pequeña de modo que no es necesario conocer la densidad de la carga de prueba.

### C. Instrumento de control calibrado previamente

Las cargas de prueba se pesan en un instrumento de control calibrado antes de calibrar el ICA y en el mismo lugar de calibración del ICA. El instrumento de control calibrado debe tener un certificado de calibración y hay que considerar la incertidumbre asociada a los errores del instrumento en uso. La masa de referencia es:

$$m_{ref} = W_{IC} + \delta m_{BTot}$$

Donde:

$W_{IC}$  es el resultado de pesada del instrumento de control

$\delta m_{BTot}$  la corrección debido al empuje del aire

Al igual que en los métodos A y B no es necesario considerar la deriva en la masa de la carga de prueba, la corrección por empuje del aire es muy pequeña de modo que no es necesario conocer la densidad de la carga de prueba.

### D. Carga de prueba con certificado de calibración

La calibración de las cargas de prueba se realiza en un momento y lugar diferente de la calibración del ICA.

La masa de referencia se determina por:

$$m_{ref} = m_{cTL} + \delta m_B + \delta m_D + \delta m_{conv}$$

Donde:

$m_{cTL}$  es la masa convencional de la carga de prueba dada en el certificado de calibración,

$\delta m_B$  la corrección debido al empuje del aire

$\delta m_D$  la corrección por deriva

$\delta m_{conv}$  la corrección debida a los efectos de convección.

Cuando se aplica este método la deriva de las cargas de prueba es relevante, la corrección por empuje del aire es significativa y es necesario conocer la densidad de la carga de prueba.

### Instrumento de control

El instrumento de control utilizado para cualquiera de los métodos A, B y C, puede ser:

- separado (instrumento para pesar no automático (IPFNA) diferente al ICA que se calibra) o

- integrado (el ICA calibrado como IPFNA cuando cuenta con modo de pesaje estático).

El instrumento de control debe garantizar que la exactitud en la determinación de la masa de referencia de la carga de prueba sea apropiada a la incertidumbre de calibración esperada del ICA. Una buena recomendación es que la resolución del instrumento de control sea mejor que la del ICA calibrado.

Cuando se definen tolerancias ( $T$ ) para el error del ICA, la masa de referencia de la carga de prueba debe ser determinada con una exactitud  $\leq 1/3 T$ .

### Indicaciones

Un ICA es capaz de realizar ciclos de pesaje consecutivos sin la intervención del operador. A diferencia de un IPFNA, el operador del ICA no realiza correcciones por la indicación sin carga, de modo que en la calibración sólo se tienen en cuenta las indicaciones con carga de prueba ( $I_{TL}$ ):

$$I = I_{TL}$$

Esto puede ser discutible dado que el ICA normalmente cuenta con un dispositivo de ajuste a cero automático cuya función es garantizar que la indicación sin carga al inicio y durante la operación automática debe ser cero, dentro de ciertos límites con respecto a la división de la escala.

Durante las pruebas de calibración se deben registrar las indicaciones del instrumento, no los errores o las variaciones de la indicación. Se pueden usar las indicaciones almacenadas o impresas en lugar de las indicaciones observadas visualmente.

Las indicaciones se muestran, almacenan o registran como múltiplos enteros de la división de la escala  $d$ . No obstante, el laboratorio de calibración con el consentimiento del cliente puede acceder al modo de servicio, si estuviera disponible, para obtener las indicaciones con una división de escala más pequeña,  $d_T < d$ .

Considerando las posibles fuentes de variación, la indicación del ICA se determina por:

$$I = I_{TL} + \delta I_{digTL} + \delta I_{rep} + \delta I_{exc}$$

Donde:

- $\delta I_{digTL}$  es la corrección por resolución,
- $\delta I_{rep}$  la corrección por repetibilidad, y
- $\delta I_{exc}$  la corrección por excentricidad.



## PRUEBAS DE CALIBRACIÓN

### Prueba de errores de indicación y repetibilidad

El propósito de la prueba es evaluar la exactitud y la repetibilidad del ICA utilizando una o más cargas de prueba de diferente masa nominal. La prueba consiste en hacer pasar la misma carga de prueba varias veces por el centro del receptor de carga, en condiciones idénticas de manejo de la carga y el ICA y bajo condiciones de prueba constantes.

Los valores nominales de las cargas de prueba pueden ser acordados entre el laboratorio de calibración y el cliente. La intención es evaluar el ICA de acuerdo con las condiciones normales de uso.

El número mínimo de pesadas consecutivas se especifica en la tabla siguiente:

Masa nominal $m_N$ de la carga de prueba	Número mínimo de repeticiones, $n$
$m_N \leq 10 \text{ kg}$	30
$10 \text{ kg} \leq m_N \leq 20 \text{ kg}$	20
$20 \text{ kg} \leq m_N$	10

Cuando un ICA se utiliza para pesar artículos con diferentes valores nominales, las cargas de prueba elegidas pudieran ser las siguientes:

- la menor carga nominal de los artículos pesados disponibles en sitio, Min,
- la mayor carga nominal de los artículos pesados disponibles en sitio, Max´,

- una o más cargas intermedias, igualmente distribuidas entre Min' y Max', dependiendo de los artículos disponibles en sitio.

Si el ICA se utiliza en la práctica para determinar valores netos, durante las pruebas de calibración se deben tener en cuenta los dispositivos de tara usados para ese propósito.

La Guía otorga una especial importancia a, la aplicación particular del ICA bajo calibración, es decir, tiene muy en cuenta la posibilidad de que la calibración se realice sólo empleando las cargas de interés para el cliente.

### Prueba de Excentricidad

El efecto debido a la colocación excéntrica de la carga, normalmente conocido como excentricidad, se evalúa cuando el ICA no cuenta con guías para el centrado de los artículos o cuando las guías disponibles no son las adecuadas. La prueba se realiza con las mismas cargas de prueba usadas en la prueba de errores y repetibilidad.



El efecto de cargado excéntrico se evalúa haciendo pasar las cargas por diferentes trayectorias sobre la banda como se muestra en la figura 1.



Dirección de movimiento de la banda →

**Fig. 1 Trayectorias para la prueba de excentricidad.**

En la Fig. 1, W representa el ancho de la banda. El número mínimo de pesadas en cada trayectoria se especifica en la tabla siguiente:

Masa nominal $m_N$ de la carga de prueba	Número mínimo de repeticiones, n
$m_N \leq 10$ kg	6
$10$ kg $\leq m_N \leq 20$ kg	5
$20$ kg $\leq m_N$	3

Los detalles de las pruebas pueden ser acordados entre el cliente y el laboratorio de calibración, teniendo en cuenta el uso del ICA. Estos pueden acordar más pruebas para evaluar el desempeño de un ICA, pero deben ser consistentes con el número mínimo de pruebas especificados en las tablas anteriores.

El procedimiento general para las pruebas debe ser:

- Seleccionar las cargas de prueba para la prueba.
- Seleccionar el instrumento de control.
- Determinar la masa de referencia de las cargas de prueba.
- Evaluar el ICA en modo normal de operación automática (con el consentimiento del cliente, se pueden obtener indicaciones con alta resolución).
- Hacer funcionar el ICA en modo automático, incluyendo el equipo circundante, que normalmente opera cuando el ICA está en uso.
- Configurar el sistema de transporte de carga a la velocidad acordada con el cliente. Normalmente a la velocidad usada por el cliente para pesar sus artículos. La velocidad puede variar dependiendo de la masa de la carga de prueba.
- Ajustar a cero antes de cada prueba y no volver a hacerlo durante la prueba. El dispositivo de ajuste a cero automático, si existe y el usuario lo usa, debe estar habilitado durante las pruebas.
- Realizar el número de pesadas de prueba consecutivas para cada carga de prueba para la prueba de errores y repetibilidad y la prueba de excentricidad, respectivamente.
- Registrar cada indicación.
- Registrar el estatus de los dispositivos de ajuste dinámico y de cero automático para cada prueba individual.

Los autores opinan que es importante la consideración pragmática de permitir que no se aplique la prueba excentricidad cuando el ICA cuenta con centradores adecuados o cuando la naturaleza de los artículos pesados impide colocarlos en las secciones posterior y anterior como se describe en la prueba y se ilustra en la Fig. 1.



$$s(I_j) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (I_{ij} - \bar{I}_j)^2}$$

### Efecto de carga excéntrica

Para cada trayectoria  $b$  del sistema de transportación de la carga evaluada y para cada carga de prueba  $L_{exc,j} = L_{Tj}$ , se calcula la diferencia promedio  $\Delta I_{exc,bj}$  como sigue:

$$\Delta I_{exc,bj} = \bar{I}_{bj} - \bar{I}_j$$

Donde:

- $\bar{I}_{bj}$  es el promedio de las indicaciones de la carga de prueba  $L_{exc,j} = L_{Tj}$  en la trayectoria evaluada,
- $b$  es igual a 1 o 2, e
- $\bar{I}_j$  el promedio de las indicaciones de la carga de prueba  $L_{Tj}$  en el centro de la banda.

## CÁLCULOS

### Error de indicación promedio

Para cada carga de prueba  $L_{Tj}$ , se registra la indicación y luego se calcula el promedio de las indicaciones:

$$\bar{I}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{ij}$$

El error de indicación  $E_j$  se calcula usando la ecuación:

$$E_j = \bar{I}_j - m_{ref}$$

Donde:

- $\bar{I}_j$  es el promedio de las indicaciones,
- $m_{ref}$  la masa de referencia de la carga  $L_{Tj}$ .

Es importante comentar que pudiera darse el caso en que el cliente se interese en que cada una de las cargas de prueba se encuentren dentro de ciertas tolerancias especificadas para el error.

En ese caso es importante calcular el error de indicación para cada carga de prueba y compararlo con dichas tolerancias o límites de error.

### Repetibilidad

Con las  $n$  indicaciones  $I_{ij}$  para una carga de prueba dada  $L_{Tj}$ , se calcula la desviación estándar ( $s_{ij}$ ):

## INCERTIDUMBRES

Considerando la fórmula básica para la calibración:

$$E = \bar{I} - m_{ref}$$

y asumiendo que las magnitudes de entrada son linealmente independientes, la incertidumbre estándar del error es:

$$u(E) = \sqrt{\bar{I}^2 - m_{ref}^2}$$

La estimación de las incertidumbres de las magnitudes de entrada depende del método empleado para estimar la masa de referencia. En el Anexo B del proyecto de Guía se describe de forma detallada la evaluación de la incertidumbre correspondiente a método, teniendo en cuenta la Guía EURAMET c.g. 18 [7] y la OIML R111 [8] o sus equivalentes en México [9, 10].

## CONCLUSIONES

La Guía es un documento valioso y completo, desarrollado por expertos comisionados por EURAMET siguiendo el estilo de las Guías de Calibración disponibles.

La Guía sigue la filosofía de tratar la calibración

cliente, las condiciones de operación del instrumento calibrado y la trazabilidad de las mediciones.

Cualquier intención de aplicar el documento en México, debería respetar los objetivos de la Guía y no convertirse en un documento obligatorio.

La Guía llena el vacío de no contar hasta hoy con referencias disponibles para los instrumentos para pesar automáticos.

## REFERENCIAS

- [1] OIML R51-1: 2006 Instrumentos capturadores automáticos. Requisitos Técnicos y Metrológicos.
- [2] NMX-CC-10012-IMNC: 2004 Sistemas de gestión de las mediciones. Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición.
- [3] NMX-EC-9001- IMNC: 2015 Sistemas de gestión de calidad. Requisitos.
- [4] NMX-EC-17025-IMNC: 2018 Requisitos para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- [5] OIML D28: 2004 Valor convencional del resultado de la pesada en el aire.
- [6] [http://www.awical.eu/downloads/\\_uncategorised\\_files/catchweighers-clean.pdf](http://www.awical.eu/downloads/_uncategorised_files/catchweighers-clean.pdf)
- [7] Guía de calibración c.g.18, v.4.0 Guía para la calibración de instrumentos para pesar de funcionamiento no automático, EURAMET, 2015.
- [8] OIML R111: 2004 Pesas de las clases E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, M3
- [9] Guía ema CENAM, Guía Técnica de Trazabilidad Metrológica e Incertidumbre de Medida en la magnitud de masa (calibración de instrumentos para pesar de funcionamiento no automático), 2013.
- [10] NOM-038-SCFI: 2000. Pesas de las clases E1, E2, F1, F2, M1, M2, M3.

ESTUDIA MAESTRIA EN DIRECCION  
INTERNACIONAL, ACENTUACION EN  
METROLOGIA Y LICENCIATURA EN  
METROLOGIA



Descartes #60 Col. Anzures.  
Del. Miguel Hidalgo,  
Ciudad de México, México C.P. 11591  
+52 1 (55) 6599 0100  
[contacto@iescim.mx](mailto:contacto@iescim.mx)

Universidad dedicada al Comercio Internacional, la Metrología y la Normalización, 100 % en línea, con todos los REVOES de la SEP.



BECAS  
DE HASTA EL  
50%

- ¡Termina una Licenciatura en menos de 3 años!
- Estudia a tu propio ritmo
- Profesores altamente especializados
- Estudio de casos reales

#EstudiaEnLinea  
"Educación de calidad sin fronteras"

Licenciatura en:  
**Metrología y Normalización**

Solicita tu beca aquí!

Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios SEP (RVOE) 20122036

CONTACTO  +52 1 (55) 6599 0100  
[contacto@iescim.mx](mailto:contacto@iescim.mx)  
[www.iescim.mx](http://www.iescim.mx)

# ENSAYO DE APTITUD EN FUERZA PARA LA CALIBRACIÓN DE TRANSDUCTORES DE FUERZA EN MODO COMPRESIÓN, DE 10 kN A 100 kN

Cárdenas Moctezuma A., Martínez Juárez F., Torres Guzmán J. C.  
Centro Nacional de Metrología

km 4.5 carretera a Los Cués. El Marqués. Querétaro. Teléfono +52 442 211 0500, fax +52 442 211 0578  
acardena@cenam.mx; femarti@cenam.mx; jtorres@cenam.mx

**RESUMEN:** Este artículo presenta un resumen de los lineamientos, el procedimiento y los resultados obtenidos por los laboratorios que participaron en el ensayo de aptitud técnica. Lo que permite conocer el comportamiento global de los servicios otorgados por los laboratorios secundarios a los usuarios (empresas en general). Los valores de referencia considerados para este ensayo fueron:

a) Para el error, el promedio de los errores obtenidos en las calibraciones realizadas por el CENAM;  
b) La incertidumbre de referencia establecida por el laboratorio piloto (CENAM) considera las incertidumbres de la calibración y de la deriva estimada en el transductor de fuerza durante el desarrollo del Ensayo de Aptitud.

En total se midieron 10 puntos (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100) kN. En el ensayo participaron 5 Laboratorios secundarios de calibración mexicanos.

## INTRODUCCIÓN

El establecimiento de laboratorios secundarios de fuerza en México se ha incrementado significativamente en los últimos años, esto ha permitido que la trazabilidad de la magnitud de fuerza hacia los patrones nacionales que mantiene el CENAM, tenga una mayor cobertura en la industria a nivel nacional y se continúe un apoyo a nivel internacional (centro y Sudamérica). Por esto, el aseguramiento de la calidad de las mediciones y la homogeneidad de los resultados de las calibraciones que estos laboratorios realizan es un objetivo para el CENAM [1, 2 y 3].

Para continuar con el seguimiento sobre el conocimiento, características de sus patrones y habilidad para realizar calibraciones en la magnitud de fuerza, el CENAM utilizó un transductor de fuerza, clase 0, el cual se estudió en su funcionalidad y ajuste, lo que permitió tener las condiciones estables durante el tiempo requerido para la realización del ensayo de aptitud.

## DESARROLLO

El ensayo de aptitud se identificó con el siguiente código: CNM-EA-720-0002/2019.

El intervalo de medición que se seleccionó para este ensayo fue de 10 kN a 100 kN con un transductor de fuerza marca HBM/10t, modelo C3H2, número de serie G01639, con amplificador HBM Scout 55 (Figura 1). Las fuerzas seleccionadas para ser

calibradas fueron: 10 kN, 20 kN, 30 kN, 40 kN, 50 kN, 60 kN, 70 kN, 80 kN, 90 kN y 100 kN.



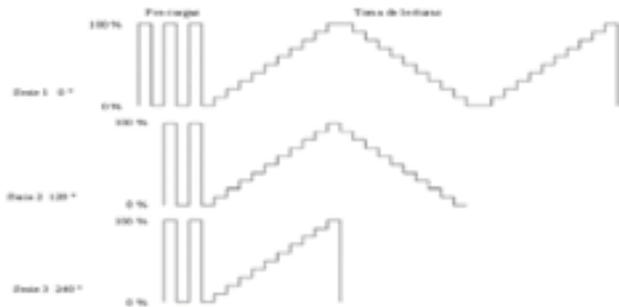
Los lineamientos fueron elaborados de acuerdo a recomendaciones internacionales [4] y se distribuyeron entre los laboratorios participantes.

Algunos de sus puntos son:

- Los resultados serán entregados utilizando el formato de calibración declarado por cada laboratorio en su acreditación.
- Los resultados que deberán estar expresados son la incertidumbre por ecuación de ajuste del transductor de fuerza, el error relativo de la ecuación de ajuste, incertidumbre del patrón utilizado, incertidumbre expandida de la calibración, así como indicar las fuentes de incertidumbre consideradas en el protocolo del ensayo.

## PROCESO DE MEDICIÓN

En el protocolo se describió el siguiente proceso de medición:



Por lo que se indicaron las siguientes incertidumbres a evaluar:

- Incertidumbre del sistema de calibración.
- Incertidumbre por repetibilidad.
- Incertidumbre por reproducibilidad.
- Incertidumbre por histéresis.
- Incertidumbre por resolución.
- Incertidumbre por error de cero.

## LABORATORIOS PARTICIPANTES

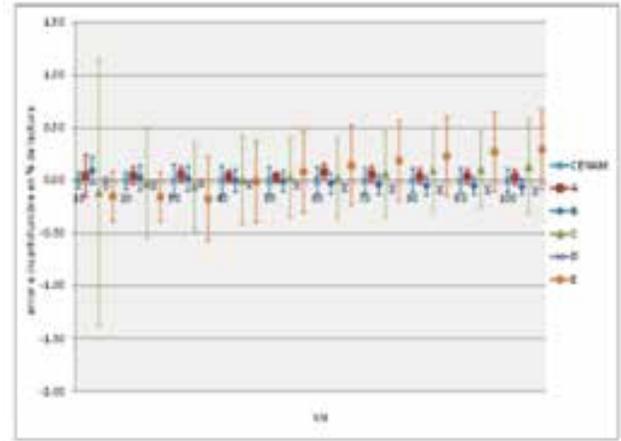
La participación de los laboratorios en este ensayo fue de acuerdo con el intervalo de su acreditación, dando seguimiento posteriormente a los resultados, recomendaciones y conclusiones que se obtuvieron.

Tabla 1. Laboratorios participantes en el ensayo de aptitud CNM-EA-720-0002/2019

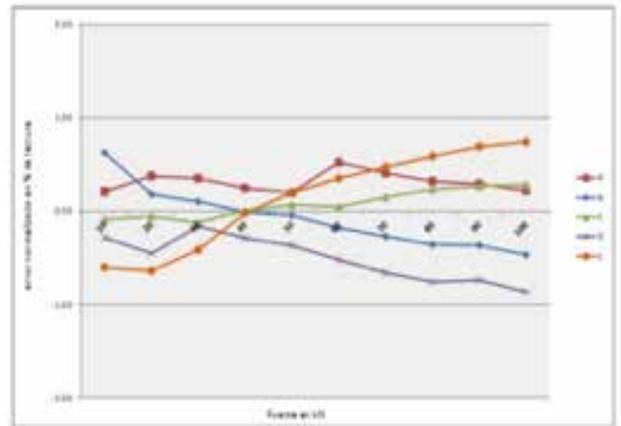
No.	Laboratorio
1	Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial
2	Volkswagen de México
3	Sebastián Ochoa Márquez
4	MESS Servicios Metroológicos
5	Sistemas de Medición Inteligentes

## RESULTADOS

En las Gráficas 1 y 2 se presentan las desviaciones de los resultados de los laboratorios con respecto a los valores de referencia establecidos por el CENAM en el ensayo de aptitud, así como el valor de Error Normalizado, respectivamente.



Gráfica 1. Error relativo del Transductor encontrado por los laboratorios participantes, incluido el CENAM, en modo compresión.



Gráfica 2. Valores del error normalizado,  $E_n$ , de los laboratorios participantes, en modo compresión.

## OBSERVACIONES

- TODOS los laboratorios participantes realizaron la secuencia y cantidad de mediciones, acorde a las indicaciones en el protocolo.
- El valor promedio de lecturas, en un caso, se consideró promediando todas las series de medición, tanto en ascenso como en descenso.
- En dos casos, el valor promedio de las lecturas se consideró con tres series en ascenso, no incluyendo la segunda corrida en orientación  $0^\circ$ .
- En un caso, el laboratorio no indica el nivel de confianza para la estimación de la Incertidumbre Expandida.
- En los casos de utilizar más de un patrón de calibración, se deben considerar las correcciones de valor absoluto o interpolación.

## CONCLUSIONES

Se observa la necesidad de homogeneidad de buenas prácticas de medición por los laboratorios, y de una capacitación en los métodos de calibración de Metrología de Fuerza y Estimación de Incertidumbres en general, así como los términos y el vocabulario internacional de metrología.

También es importante resaltar la necesidad de que las hojas de cálculo utilizadas formen parte de las evaluaciones en el proceso de acreditación, ya sea en el proceso inicial o de renovación, lo que es un tema que hemos mencionado como conclusión de varios ejercicios en los últimos años.

Con la información analizada, se tienen las siguientes conclusiones de participación Participaron (5) laboratorios de los cuales: (5) tienen todos los puntos de medición con valor menor a 1 en Valor Absoluto en Error Normalizado, y ningún (0) laboratorio con algún punto de medición con valor mayor a 1 en Valor Absoluto de Error Normalizado, por lo cual, el resultado de los cinco laboratorios participantes se puede considerar como Satisfactorio.

## REFERENCIAS

- [1] TORRES Guzmán J. C., RAMÍREZ Ahedo D., Aseguramiento de la Calidad en las Mediciones de Fuerza Memorias del XV Seminario Nacional de Metrología, ISN-0188-4328. Querétaro, México. Octubre de 1999.
- [2] RAMÍREZ Ahedo D., TORRES Guzmán J. C., Determinación de la Mejor Capacidad de Medición de Máquinas y Sistemas de Calibración de Fuerza y su Clasificación para Laboratorios Acreditados. Memorias del XV Seminario Nacional de Metrología, ISN-0188-4328. Querétaro, México. Octubre de 1999.
- [3] RAMÍREZ Ahedo D., TORRES Guzmán J. C., SAWLA A., Determinación de la Incertidumbre en la Calibración de Máquinas de Pruebas de Tensión y/o Compresión en México. IV Congreso Internacional y XVI Nacional de Metrología y Normalización. Guadalajara, México. Octubre de 2000.
- [4] CARDENAS Moctezuma A., RAMÍREZ D., TORRES Guzmán J. C., Resultados de los Ensayos de Aptitud en la magnitud fuerza para laboratorios del SNC (100 kN y 0,5 MN). Simposio de Metrología 2006. Querétaro, México. Octubre 2006.



**TODO TIPO DE BÁSCULAS, ACCESORIOS, SOFTWARE,  
REFACCIONES & ASESORÍA**

# ENSAYO DE APTITUD EN FUERZA PARA LA CALIBRACIÓN DE MÁQUINAS DE ENSAYOS EN MODO COMPRESIÓN DE 10 KN A 100 KN

Cárdenas Moctezuma A., Martínez Juárez F., Torres Guzmán J. C.  
Centro Nacional de Metrología

km 4.5 carretera a Los Cués. El Marqués. Querétaro. Teléfono +52 442 211 0500, fax +52 442 211 0578  
acardena@cenam.mx; femarti@cenam.mx; jtorres@cenam.mx

**RESUMEN:** El Centro Nacional de Metrología (CENAM) propuso la realización de un ensayo de aptitud en la calibración de máquinas de ensayos a modo compresión, de 10 kN a 100 kN. En este ensayo de aptitud el CENAM fue el laboratorio piloto y estableció los valores de referencia y es coordinado y piloteado por el CENAM en su carácter de laboratorio primario del Sistema Nacional de Calibración (SNC). Lo que permite conocer el comportamiento global de los servicios otorgados por los laboratorios secundarios a los usuarios (empresas en general).

## INTRODUCCIÓN

El establecimiento de laboratorios secundarios de fuerza en México se ha incrementado significativamente en los últimos años, esto ha permitido que la trazabilidad de la magnitud de fuerza hacia los patrones nacionales que mantiene el CENAM, tenga una mayor cobertura en la industria a nivel nacional y se continúe un apoyo a nivel internacional (centro y Sudamérica). [1, 2 y 3].

Para continuar con el seguimiento sobre el conocimiento, características de sus patrones y habilidad para realizar calibraciones en la magnitud de fuerza, el CENAM realizó un ensayo de aptitud en la magnitud de fuerza, para los laboratorios que ofrecen servicios de calibración de máquinas de ensayos en intervalos pequeños.

Para este fin, se utilizó una máquina de ensayos comercial, de la cual se ha estudiado en su funcionalidad y ajuste, lo que permitió tener las condiciones estables durante el tiempo requerido para la realización del ensayo de aptitud.

## PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

El ensayo de aptitud se identificó con el siguiente código: CNM-EA-720-0001/2019.

El intervalo de medición para este ensayo fue de 10 kN a 100 kN con una máquina de ensayos marca SATEC Systems, modelo 60 HVL, número de serie 1393, escala de 300 kN, de alimentación eléctrica C.A. (Figura 1). Las fuerzas seleccionadas para ser calibradas fueron: 10 kN, 20 kN, 30 kN, 40 kN, 50 kN, 60 kN, 70 kN, 80 kN, 90 kN y 100 kN.



Figura 1. Máquina de Ensayos utilizada en el ensayo de aptitud CNM-EA-720-0001/2019.

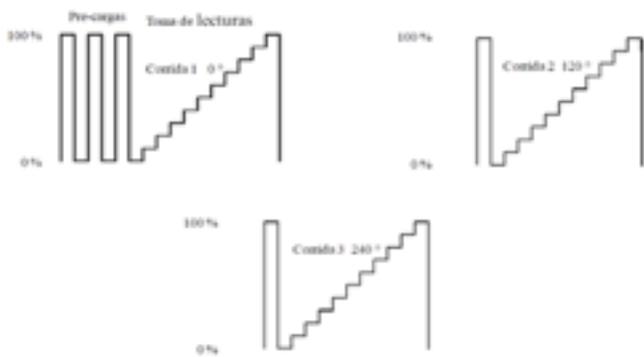
## Lineamientos generales:

Los lineamientos fueron elaborados de acuerdo con recomendaciones internacionales [4] y se distribuyeron entre los laboratorios participantes.

Algunos de los puntos solicitados son:

- a) Los resultados serán entregados utilizando el formato de calibración declarado por cada laboratorio en su acreditación.
- b) Los resultados que deberán estar expresados son el error relativo de la máquina de ensayos, incertidumbre del patrón utilizado, incertidumbre expandida de la calibración, así como indicar las fuentes de incertidumbre consideradas en el protocolo del ensayo.

En el protocolo se describió el siguiente proceso de medición:



Por lo que se indicaron las incertidumbres a evaluar siguientes:

- Incertidumbre del sistema de calibración.
- Incertidumbre por reproducibilidad.
- Incertidumbre por resolución.
- Incertidumbre por error de cero.

## LABORATORIOS PARTICIPANTES

Tabla 1. Laboratorios participantes en el ensayo de aptitud CNM-EA-720-0001/2019.

No.	Laboratorio
1	Comercializadora y Servicios Técnicos Super L
2	Comisión Federal de Electricidad
3	MESS Servicios Metroológicos
4	ZwickRoell

## RESULTADOS

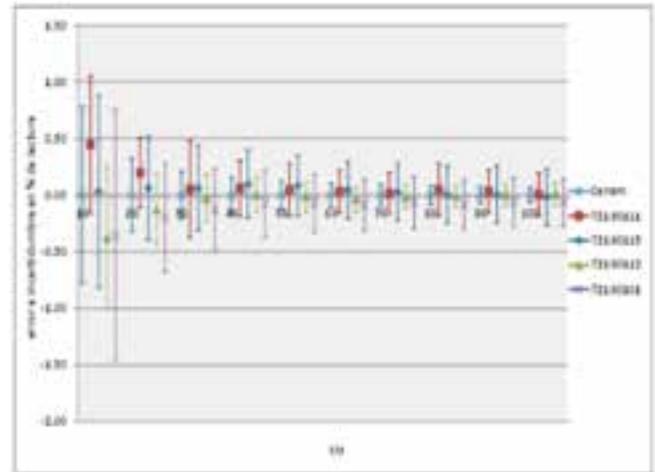
Los resultados de las mediciones realizadas por los laboratorios se entregaron a cada uno de ellos en forma individual y confidencial.

Aquí se muestra el resultado global de todos los laboratorios. La Gráfica 1 presenta las desviaciones de los resultados de los laboratorios con respecto a los valores de referencia establecidos por el CENAM.

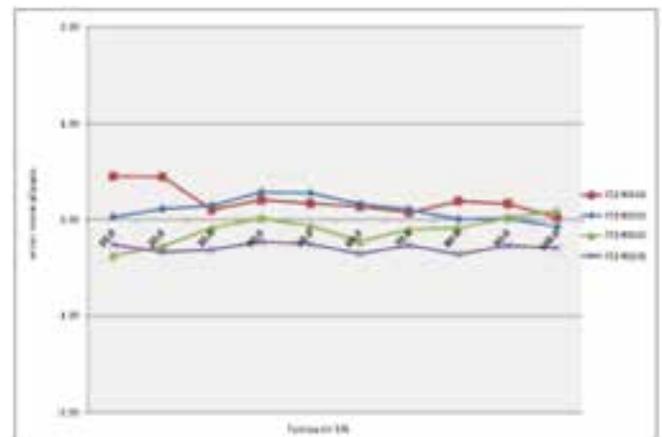
La siguiente Gráfica 2 presenta los valores del error normalizado obtenidos por los laboratorios con respecto a los valores de referencia establecidos por el CENAM para este en el ensayo de aptitud.

Una vez analizados los resultados y la información enviada por los laboratorios, se tienen las siguientes observaciones puntuales de los informes de calibración:

- TODOS los laboratorios participantes realizaron la secuencia y cantidad de mediciones, acorde a las indicaciones en el protocolo.
- En algunos casos, expresan incertidumbres con más de dos dígitos significativos.



Gráfica 1. Error relativo de la Máquina de ensayos encontrada por los laboratorios participantes, Includo el CENAM, en modo compresión.



Gráfica 2. Valores del error normalizado, En, de los laboratorios participantes, en modo compresión.

## CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se observa que los laboratorios participantes han incrementado la homogeneidad de buenas prácticas de medición por los laboratorios, y de capacitación actualizada en los conceptos de Metrología de Fuerza y Estimación de Incertidumbres en general. También es importante resaltar la necesidad de que las hojas de cálculo utilizadas continúen formando parte de las evaluaciones en el proceso de acreditación, ya sea en el proceso inicial o de renovación, realizándolo con mayor profundidad.

Con la información analizada, se tienen las siguientes conclusiones de participación:

Participaron (4) laboratorios de los cuales, 4 tienen todos los puntos de medición con valor menor a 1 en valor absoluto en Error Normalizado.

El resultado de los cinco laboratorios participantes se puede considerar como **SATISFACTORIO**.

## REFERENCIAS

- [1] TORRES Guzmán J. C., RAMÍREZ Ahedo D., Aseguramiento de la Calidad en las Mediciones de Fuerza Memorias del XV Seminario Nacional de Metrología, ISN-0188-4328. Querétaro, México. Octubre de 1999.
- [2] RAMÍREZ Ahedo D., TORRES Guzmán J. C., Determinación de la Mejor Capacidad de Medición de Máquinas y Sistemas de Calibración de Fuerza y su Clasificación para Laboratorios Acreditados.
- [3] RAMÍREZ Ahedo D., TORRES Guzmán J. C., SAWLA A., Determinación de la Incertidumbre en la Calibración de Máquinas de Pruebas de Tensión y/o Compresión en México. IV Congreso Internacional y XVI Nacional de Metrología y Normalización. Guadalajara, México. Octubre de 2000
- [4] TORRES Guzmán J. C., Comparaciones de Patrones de Medición. IV Congreso Internacional y XVI Nacional de Metrología y Normalización. Guadalajara, México. Octubre 2000.
- [5] CARDENAS Moctezuma A., RAMÍREZ Ahedo D., TORRES Guzmán J. C., Resultados de los Ensayos de Aptitud en la magnitud fuerza para laboratorios del SNC (100 kN y 0,5 MN). Simposio de Metrología 2006. Querétaro, México. Octubre 2006.

**Organismo de  
Certificación**



**"Facilitando el Comercio Internacional a  
través de Estándares Internacionales"**

*Acreditado por la entidad mexicana de acreditación*

El Organismo Certificación nace de One Stop Group, que es un consorcio de empresas que facilitan el comercio internacional bajo estándares de calidad, con presencia en el mercado de más de 40 años



ISO 28000 es la norma con el mejor reconocimiento internacional en materia de seguridad en la cadena de suministro, que a través de la Gestión de Procesos permite identificar y aplicar las mejores prácticas para mitigar riesgos para las personas, instalaciones y mercancías, reducir costos y eficientar procesos.



# ENSAYO DE APTITUD EN FUERZA PARA LA CALIBRACIÓN DE MÁQUINAS DE ENSAYOS EN MODO COMPRESIÓN DE 50 kN A 500 kN

Cárdenas Moctezuma A., Martínez Juárez F. Torres Guzmán J. C.  
Centro Nacional de Metrología

km 4.5 carretera a Los Cués. El Marqués. Querétaro. Teléfono +52 442 211 0500, fax +52 442 211 0578  
acardena@cenam.mx; fermarti@cenam.mx; jtorres@cenam.mx

**RESUMEN:** El Centro Nacional de Metrología (CENAM) propuso la realización de un ensayo de aptitud en la calibración de máquinas de ensayos a modo compresión, de 50 kN a 500 kN. En este ensayo de aptitud el CENAM fue el laboratorio piloto y estableció los valores de referencia. Este ensayo de aptitud es coordinado y piloteado por el CENAM en su carácter de laboratorio primario del Sistema Nacional de Calibración (SNC). El CENAM realizó calibraciones al inicio y al final del ensayo. El CENAM estableció los valores de referencia. En total se midieron 10 puntos (50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, y 500) kN. En el ensayo participaron 5 laboratorios secundarios de calibración mexicanos. Los valores de referencia considerados para este ensayo fueron: a) para el error, el promedio de los errores obtenidos en las calibraciones realizadas por el CENAM; b) La incertidumbre de referencia establecida por el laboratorio piloto (CENAM) considera las incertidumbres de la calibración y de la deriva estimada en la máquina de ensayos durante el desarrollo del Ensayo de Aptitud.

## INTRODUCCIÓN

El establecimiento de laboratorios secundarios de fuerza en México se ha incrementado significativamente en los últimos años, esto ha permitido que la trazabilidad de la magnitud de fuerza hacia los patrones nacionales que mantiene el CENAM, tenga una mayor cobertura en la industria a nivel nacional y se continúe un apoyo a nivel internacional. Por esto, el aseguramiento de la calidad de las mediciones y la homogeneidad de los resultados de las calibraciones que estos laboratorios realizan es un objetivo para el CENAM [1, 2 y 3].

CENAM realizó un ensayo de aptitud en la magnitud de fuerza, para los laboratorios que ofrecen servicios de calibración de máquinas de ensayos utilizadas en la industria de la construcción e ingeniería civil. Para este fin, se utilizó una máquina de ensayos comercial, de la cual se ha aprendido en diferentes servicios sobre su funcionamiento, estabilidad y mejores prácticas de medición, lo que permitió tener las condiciones estables durante el tiempo para la realización del ensayo de aptitud.

## DESARROLLO

El ensayo de aptitud se identificó con el siguiente código: CNM-EA-720-0008/2018. El intervalo de medición que se seleccionó para este ensayo fue de 50 kN a 500 kN con una máquina de ensayos marca ALCON, modelo 120 t, número de serie 3345 18, con indicador digital marca Noshok, de alimentación eléctrica C.A. (Figura 1). Las fuerzas

seleccionadas para ser calibradas fueron: 50 kN, 100 kN, 150 kN, 200 kN, 250 kN, 300 kN, 350 kN, 400 kN, 450 kN y 500 kN.



Figura 1. Máquina de ensayos utilizada en el ensayo de aptitud CNM-EA-720-0008/2018.

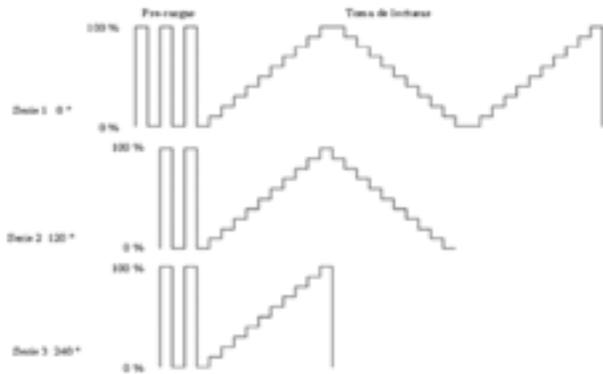
Los lineamientos fueron elaborados de acuerdo con recomendaciones internacionales [4] y se distribuyeron entre los laboratorios participantes. Algunos de los puntos solicitados son:

- Los resultados serán entregados utilizando el formato de calibración declarado por cada laboratorio en su acreditación.
- Los resultados que deberán estar expresados son la incertidumbre por ecuación de ajuste del transductor de fuerza, el error relativo de la ecuación de ajuste, incertidumbre del patrón utilizado, incertidumbre expandida de la

calibración, así como indicar las fuentes de incertidumbre consideradas en el protocolo del ensayo.

## PROCESO DE MEDICIÓN

En el protocolo se describió el siguiente proceso de medición:



Por lo que se indicaron las siguientes incertidumbres a evaluar:

- Incertidumbre del sistema de calibración.
- Incertidumbre por reproducibilidad.
- Incertidumbre por histéresis\*.
- Incertidumbre por resolución.
- Incertidumbre por error de cero.

## LABORATORIOS PARTICIPANTES

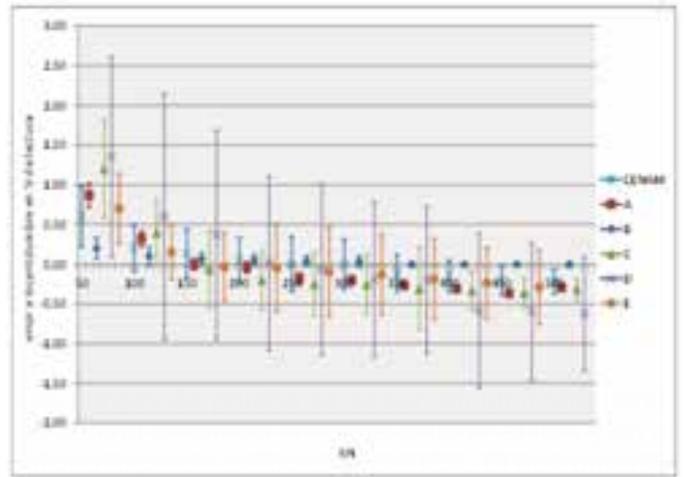
La participación de los laboratorios en este ensayo fue de acuerdo con el intervalo de su acreditación, dando seguimiento posteriormente a los resultados, recomendaciones y conclusiones que se obtuvieron.

Tabla 1. Laboratorios participantes en el ensayo de aptitud CNM-EA-720-0008/2018.

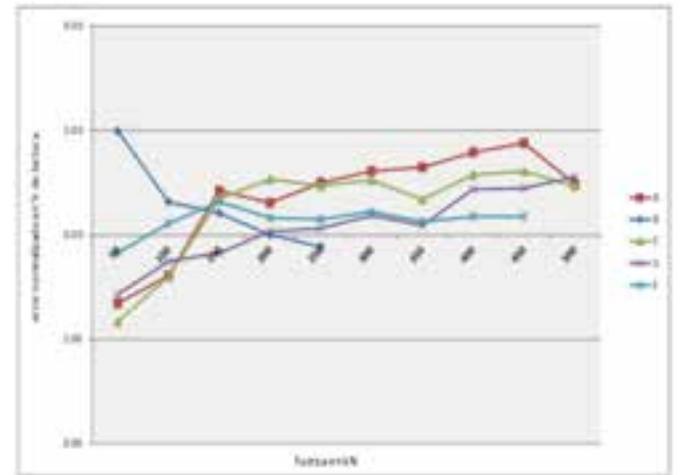
No.	Laboratorio
1	Equipos de Ingeniería Alcon
2	Global Exact
3	Alejandra Rodríguez Garduño
4	Hernández Cerón Aurora
5	Capymet

## RESULTADOS

En las Gráficas 1 y 2 se presentan las desviaciones de los resultados de los laboratorios con respecto a los valores de referencia establecidos por el CENAM.



Gráfica 1. Error relativo de la máquina de ensayos encontrado por los laboratorios participantes, incluido el CENAM, en modo compresión.



Gráfica 2. Valores del error normalizado,  $E_n$ , de los laboratorios participantes, en modo compresión.

## OBSERVACIONES

- Aunque la Máquina de Ensayos utilizada en el ensayo típicamente no se utiliza en modo decreciente, debido a la habilidad y experiencia de los laboratorios, se pudieron realizar mediciones en forma decreciente.
- El valor promedio de lecturas, en algunos casos, se consideró promediando todas las series de medición en ascenso.
- En algunos casos, incluyen información de clasificación de la máquina de ensayos, sin indicar la referencia de la norma ISO 7 500-1 (Máquinas de ensayos).
- Utilizan términos que no son parte del VIM, p.e., "Alcance", "Capacidad" etc.

## CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se observa que los laboratorios participantes han implementado la homogeneidad de buenas prácticas de medición, la evidencia de la capacitación actualizada en los conceptos de metrología de fuerza y estimación de incertidumbres que los laboratorios utilizan en su documentación en general. También es importante resaltar la necesidad de que las hojas de cálculo utilizadas continúen formando parte de las evaluaciones en el proceso de acreditación, ya sea en el proceso inicial o de renovación, realizándolo con mayor profundidad.

Se tienen las siguientes conclusiones de participación:

Participaron (5) laboratorios de los cuales, los 5 tienen todos los puntos de medición con valor menor a 1 en valor absoluto del Error Normalizado. El resultado de los cinco laboratorios participantes se puede considerar como **SATISFACTORIO**.

## REFERENCIAS

- [1] TORRES Guzmán J. C., RAMÍREZ Ahedo D., Aseguramiento de la Calidad en las Mediciones de Fuerza Memorias del XV Seminario Nacional de Metrología, ISN-0188-4328. Querétaro, México. Octubre de 1999.
- [2] RAMÍREZ Ahedo D., TORRES Guzmán J. C., Determinación de la Mejor Capacidad de Medición de Máquinas y Sistemas de Calibración de Fuerza y su Clasificación para Laboratorios Acreditados. Memorias del XV Seminario Nacional de Metrología, ISN-0188-4328. Querétaro, México. Octubre de 1999.
- [3] RAMÍREZ Ahedo D., TORRES Guzmán J. C., SAWLA A., Determinación de la Incertidumbre en la Calibración de Máquinas de Pruebas de Tensión y/o Compresión en México. IV Congreso Internacional y XVI Nacional de Metrología y Normalización. Guadalajara, México. Octubre de 2000.
- [4] TORRES Guzmán J. C., Comparaciones de Patrones de Medición. IV Congreso Internacional y XVI Nacional de Metrología y Normalización. Guadalajara, México, octubre 2000.
- [5] CARDENAS Moctezuma A., RAMÍREZ Ahedo D., TORRES Guzmán J. C., Resultados de los Ensayos de Aptitud en la magnitud fuerza para laboratorios del SNC (100 kN y 0,5 MN). Simposio de Metrología 2006. Querétaro, México. Octubre 2006.



Internacional de Bienes, Servicios e Ingeniería, S.A. de C.V.  
*Laboratorio de Calibración Acreditado por la EMA.*



# ENSAYO DE APTITUD EN FUERZA PARA LA CALIBRACIÓN DE MÁQUINAS DE ENSAYOS EN MODO TRACCIÓN DE 15.00 kN A 150.00 kN

Cárdenas Moctezuma A., Torres Guzmán J. C.  
Centro Nacional de Metrología  
km 4.5 carretera a Los Cués. El Marqués. Querétaro. Teléfono +52 442 211 0500,  
fax +52 442 211 0578, acardena@cenam.mx; jtorres@cenam.mx

**RESUMEN:** Para atender las necesidades de ensayo de aptitud en la magnitud de Fuerza, solicitada por diferentes laboratorios en Colombia, El Centro Nacional de Metrología (CENAM) propuso la realización de un ensayo de aptitud en la calibración de máquinas de ensayos a modo tracción, de 15.00 kN a 150.00 kN. En este ensayo de aptitud el CENAM realizó calibraciones al inicio y al final del ensayo, y con estos estableció los valores de referencia. Los valores de referencia considerados para este ensayo fueron:

- a) Para el error, el promedio de los errores obtenidos en las calibraciones realizadas por el CENAM;
- b) La incertidumbre de referencia establecida por el laboratorio piloto (CENAM) considera las incertidumbres de la calibración y de la deriva estimada en la máquina de ensayos durante el desarrollo del ensayo de aptitud.

En total se midieron 10 puntos (15.00, 30.00, 45.00, 60.00, 75.00, 90.00, 105.00, 120.00, 135.00, y 150.00) kN. En el ensayo participaron 4 Laboratorios secundarios de calibración colombianos.

## INTRODUCCIÓN

La trazabilidad de la magnitud de fuerza hacia los patrones nacionales que mantiene el CENAM, tiene una mayor cobertura en la industria a nivel nacional y se continúe un apoyo a nivel internacional (centro y Sudamérica). Por esto, el aseguramiento de la calidad de las mediciones y la homogeneidad de los resultados de las calibraciones que estos laboratorios realizan es un objetivo para el CENAM [1, 2 y 3].

CENAM realizó un ensayo de aptitud en la magnitud de fuerza para los laboratorios que ofrecen servicios de calibración de máquinas de ensayos, utilizadas en la industria de la construcción e ingeniería civil en Colombia. Para este fin, se utilizó una máquina de ensayos comercial, a la que se le analizaron sus características metrológicas, así como su estabilidad y mejores prácticas de medición; esto permitió tener condiciones estables durante el tiempo de la realización del ensayo de aptitud.

## DESARROLLO

El ensayo de aptitud se identificó con el siguiente código: CNM-EA-720-0005/2018. El intervalo de medición que se seleccionó para este ensayo fue de 15.00 kN a 150.00 kN con una máquina de ensayos marca INSTRON, modelo 5984, número de serie S-2571, con indicador digital integrado y software Instron (Figura 1).

Las fuerzas seleccionadas para ser calibradas fueron: 15.00 kN, 30.00 kN, 45.00 kN, 60.00 kN, 75.00 kN, 90.00 kN, 105.00 kN, 120.00 kN, 135.00 kN y 150.00 kN.



Figura 1. Máquina de Ensayos utilizada en el ensayo de aptitud CNM-EA-720-0005/2018.

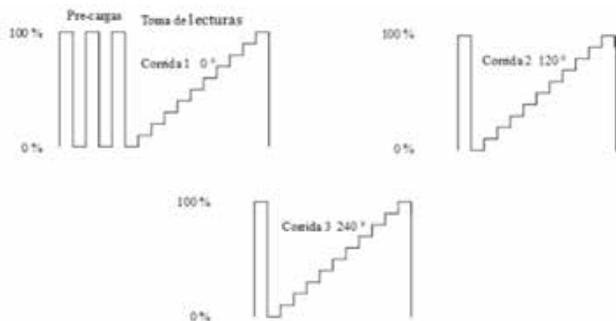
Los lineamientos fueron elaborados de acuerdo con recomendaciones internacionales [4] y se distribuyeron entre los participantes. Algunos de los puntos más relevantes solicitados fueron:

- a) Los resultados deberían ser entregados utilizando el formato de calibración declarado por cada laboratorio en su acreditación.
- b) Los resultados mínimos que deberían ser incluidos en su informe son, la incertidumbre debida a la ecuación de ajuste del transductor.

de fuerza, el error relativo de la ecuación de ajuste, la incertidumbre del patrón utilizado, la incertidumbre expandida de la calibración, así como indicar las fuentes de incertidumbre consideradas en el protocolo del ensayo.

## PROCESO DE MEDICIÓN

En el protocolo se describió el siguiente proceso de medición:



Por lo que se indicaron las siguientes incertidumbres a evaluar:

- Incertidumbre del sistema de calibración.
- Incertidumbre por reproducibilidad.
- Incertidumbre por resolución.
- Incertidumbre por error de cero.

## LABORATORIOS PARTICIPANTES

La participación de los laboratorios en este ensayo fue de acuerdo con el intervalo de su acreditación.

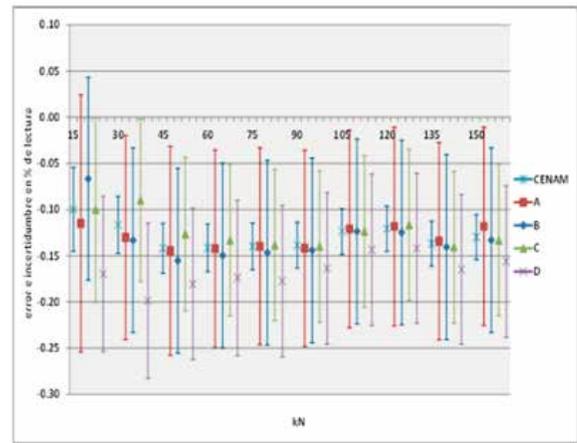
Se revisó posteriormente los resultados, recomendaciones y conclusiones que se obtuvieron.

Tabla 1. Laboratorios participantes en el ensayo de aptitud CNM-EA-720-0005/2018.

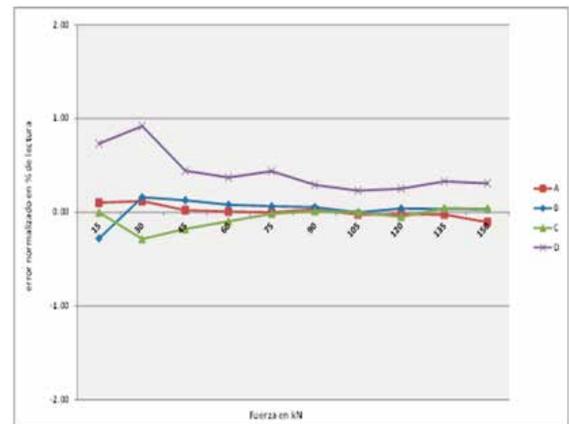
No.	Laboratorio
1	Universidad EAFIT
2	Dirimpex
3	Concrelab
4	EPM

## RESULTADOS

En las Gráficas 1 y 2 se presentan las desviaciones de los resultados de los laboratorios con respecto a los valores de referencia establecidos por el CENAM.



Gráfica 1. Error relativo de la máquina de ensayos encontrado por los participantes, incluido el CENAM, en modo tracción.



Gráfica 2. Valores del error normalizado, En, de los laboratorios participantes, en modo tracción.

## OBSERVACIONES

- Dos laboratorios muestran todas las fuentes de incertidumbre que consideran y la metodología de estimación.
- Un laboratorio muestra las fuentes de incertidumbre que considera en la estimación, sin embargo, no se identifican las metodologías de la estimación puntual de cada fuente.
- Solo un laboratorio entregó información en formato pdf, por lo que no se pueden identificar las fuentes de incertidumbre y su metodología de evaluación.

## CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se observa la homogeneidad de buenas prácticas de medición por los laboratorios, y de una capacitación en los métodos de calibración de metrología de fuerza y

estimación de incertidumbres en general, así como de los términos y vocabulario de metrología.

Es importante resaltar que las hojas de cálculo utilizadas forman parte de las evaluaciones en el proceso de acreditación, ya sea en el proceso inicial o de renovación, por lo que la evaluación detallada de las técnicas estadísticas y de metrología para la estimación son relevantes en estos ejercicios.

Con la información analizada, se tienen las siguientes conclusiones de participación:

Participaron (4) laboratorios de los cuales (4) tienen todos los puntos de medición con valor menor a 1 en valor absoluto en Error Normalizado, por lo cual, el resultado de los cuatro laboratorios participantes se puede considerar como SATISFACTORIO.

#### REFERENCIAS

[1] TORRES Guzmán J. C., RAMÍREZ Ahedo D., Aseguramiento de la Calidad en las Mediciones de Fuerza Memorias del XV Seminario Nacional de Metrología, ISN-0188-4328. Querétaro, México. Octubre de 1999.

[2] RAMÍREZ Ahedo D., TORRES Guzmán J. C., Determinación de la Mejor Capacidad de Medición de Máquinas y Sistemas de Calibración de Fuerza y su Clasificación para Laboratorios Acreditados. Memorias del XV Seminario Nacional de Metrología, ISN-0188-4328. Querétaro, México. Octubre de 1999.

[3] RAMÍREZ Ahedo D., TORRES Guzmán J. C., SAWLA A., Determinación de la Incertidumbre en la Calibración de Máquinas de Pruebas de Tensión y/o Compresión en México. IV Congreso Internacional y XVI Nacional de Metrología y Normalización. Guadalajara, México. Octubre de 2000.

[4] TORRES Guzmán J. C., Comparaciones de Patrones de Medición. IV Congreso Internacional y XVI Nacional de Metrología y Normalización. Guadalajara, México. Octubre 2000.

[5] CARDENAS Moctezuma A., RAMÍREZ Ahedo D., TORRES Guzmán J. C., Resultados de los Ensayos de Aptitud en la magnitud fuerza para laboratorios del SNC (100 kN y 0,5 MN). Simposio de Metrología 2006. Querétaro, México. Octubre 2006.



[Básculas ballesteros.com](http://Básculas.ballesteros.com)



**RICE LAKE**  
WEIGHING SYSTEMS



# ENSAYO DE APTITUD EN PAR TORSIONAL PARA TORQUÍMETROS DE SELECCIÓN DE BAJO INTERVALO

Galván Mancilla J J., Torres Guzmán J. C.,  
 Centro Nacional de Metrología (CENAM), México.  
 km 4.5 Carretera a Los Cués Municipio El Marqués, Querétaro. Teléfono +52 442 211 0500,  
 ext. 3746 o 3741, jgalvan@cenam.mx; jtorres@cenam.mx

**RESUMEN:** Los ensayos de aptitud están siendo ampliamente utilizadas por los laboratorios de calibración como uno de los procesos principales para la confirmación de la competencia técnica. Estos constituyen un requisito de la norma ISO/IEC 17025:2017. Este ensayo es coordinado y piloteado por el Laboratorio de Par Torsional del CENAM.

## INTRODUCCIÓN

Este ensayo evaluó la capacidad técnica de calibración de los laboratorios participantes utilizando el procedimiento de calibración y estimación de incertidumbres establecido en la nueva versión de la norma internacional ISO 6789:2017 Parte 2. Se utilizaron dos diferentes tipos de herramientas de medición, en un intervalo de medición bajo, lo que sirvió para evaluar la destreza y experiencia para la calibración de estas herramientas.

El código de identificación para este ensayo de aptitud fue el CENAM-EA-720-0014/2018.

La ronda de mediciones de los laboratorios participantes se llevó a cabo entre el mes de diciembre de 2018 y hasta el mes de febrero de 2019.

## CONDICIONES DEL ENSAYO DE APTITUD

a) Equipos utilizados en el ensayo;

Torquímetro de selección, Tipo II Clase A			
Marca	Modelo	No. de serie	Intervalo de medición
TOHNICHI	MT QL 70N	001447H	70 N·m

Figura 1. Herramienta 1.

Torquímetro de selección, Tipo II Clase D			
Marca	Modelo	No. de serie	Intervalo de medición
TOHNICHI	LTD1000CN	415135F	10 N·m

Figura 2. Herramienta 2.

- b) Intervalo de medición del ensayo:  
 Herramienta 1 [14 - 70] N.m  
 Herramienta 2 [2 - 10] N.m
- c) Método de calibración: comparación directa.
- d) Puntos de medición a calibrar: (20, 60, 100)

## LABORATORIOS PARTICIPANTES

Tabla 1. Laboratorios participantes.

	Laboratorio
01	Desarrollo de Tecnologías y Sistemas Ltda.
02	Komatsu Reman Center Chile S.A.
03	Cesmec S.A.
04	EMPRESA NACIONAL DE AERONAUTICA DE CHILE, ENAER
05	CERTEC Ltda.
06	Astilleros y Maestranza de la Armada, ASMAR (T)
07	Servicio de Metrología Integral SpA., SMI
08	Servincal Chile, S.A.

## RESULTADOS

Este ensayo de aptitud sólo consideró la evaluación de los resultados de calibración de los laboratorios participantes, no se evaluó ninguna otra característica técnica o administrativa de los mismos, aunque sí se llevó a cabo un análisis de la estimación de incertidumbres (hojas de cálculo) que efectúa cada laboratorio.

El valor del error normalizado se determinó de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_n = \frac{|x_{lab} - x_{ref}|}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

Donde:

- $E_n$  Error normalizado, (k = 2).  
 $x_{lab}$  Error obtenido por el laboratorio piloto  
 $x_{ref}$  Error obtenido por el laboratorio participante  
 $U_{lab}$  Incertidumbre expandida, (k = 2), del laboratorio participante.  
 $U_{ref}$  Incertidumbre expandida, (k = 2), del laboratorio de referencia.

## Resultados obtenidos con la Herramienta 1 (Torquímetro tipo palanca)

Tabla 2. Resultados obtenidos por los laboratorios. Cada laboratorio participante tiene una clave.

Par Torsional N·m	CENAM		PT-01			PT-02			PT-03			PT-04		
	Error % L	$U (k=2)$ % L	Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$	Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$	Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$	Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$
70	-0.26	0.86	-0.12	0.96	-0.09	-1.18	1.01	-0.89	-1.17	1.00	-0.89	-0.52	0.51	-0.52
42	-4.26	1.38	-0.91	1.65	-0.42	-1.39	1.56	-0.67	0.97	2.00	0.40	-1.30	0.88	-0.79
14	-9.36	4.34	-1.61	5.17	-0.24	-1.51	4.69	-0.24	2.44	5.00	0.37	1.79	2.66	0.35

PT-05			PT-06			PT-07			PT-08		
Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$	Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$	Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$	Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$
-0.66	0.89	-0.53	-0.67	0.66	-0.62	-0.86	0.55	-0.84	0.62	0.66	0.57
-0.66	1.23	-0.36	-0.02	0.95	-0.01	-0.57	0.91	-0.34	1.61	0.96	0.96
-2.04	2.62	-0.40	2.65	2.84	0.51	-3.54	3.11	-0.66	0.80	3.00	0.15

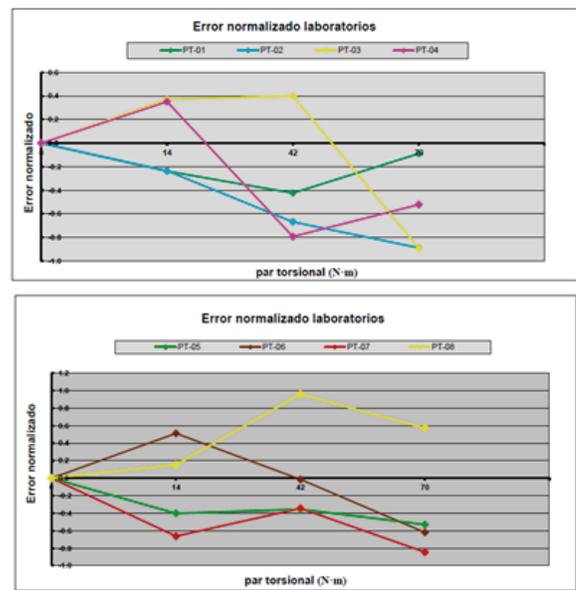
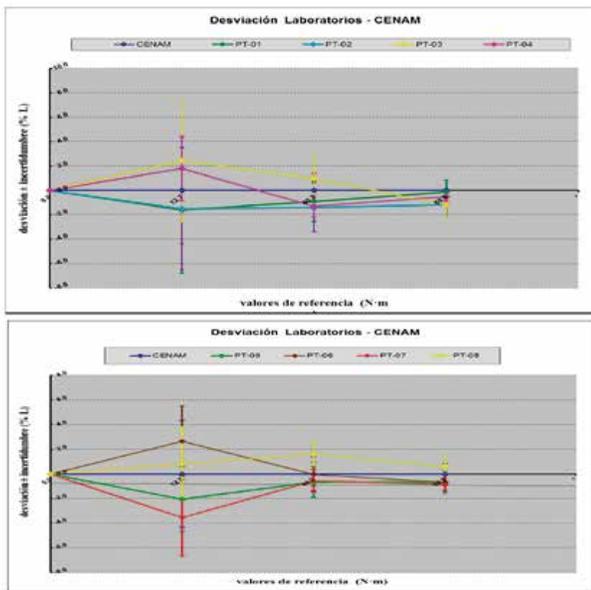


Figura 1. Desviación  $\pm$  incertidumbre de los laboratorios participantes contra los valores de referencia proporcionados por el CENAM.

Figura 2. Valores del error normalizado obtenidos por los laboratorios.

## Resultados obtenidos con la Herramienta 2 (Torquímetro tipo destornillador)

Tablas 2. Resultados obtenidos por los laboratorios

Par Torsional N·m	CENAM		PT-01			PT-02			PT-03		
	Error % L	$U (k=2)$ % L	Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$	Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$	Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$
10	-5.06	0.47	-0.52	0.93	-0.49	-1.86	0.78	-2.05	3.22	3.88	0.82
6	-6.73	0.74	1.09	2.10	0.49	-2.72	1.17	-1.97	5.43	6.09	0.89
2	-29.30	3.08	4.10	5.85	0.62	-1.84	4.32	-0.35	20.23	20.71	0.97

PT-05			PT-06			PT-07			PT-08		
Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$	Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$	Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$	Desviación % L	$U (k=2)$ % L	$En$
-1.07	1.08	-0.91	0.12	0.43	0.18	-1.61	1.62	-0.96	6.28	0.83	6.56
-1.29	2.16	-0.56	-1.39	0.71	-1.37	-5.54	3.03	-1.78	9.08	2.25	3.84
2.90	2.31	0.75	0.57	3.22	0.13	-5.23	5.26	-0.86	31.82	4.54	5.80

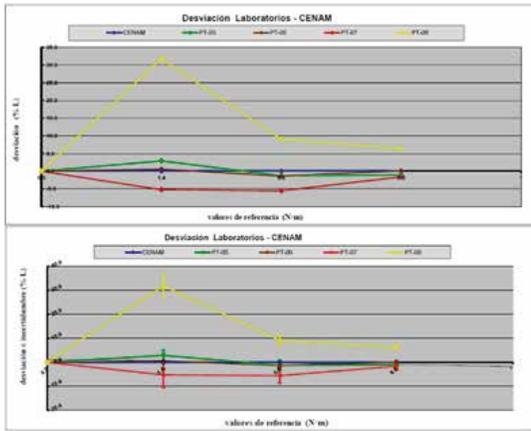
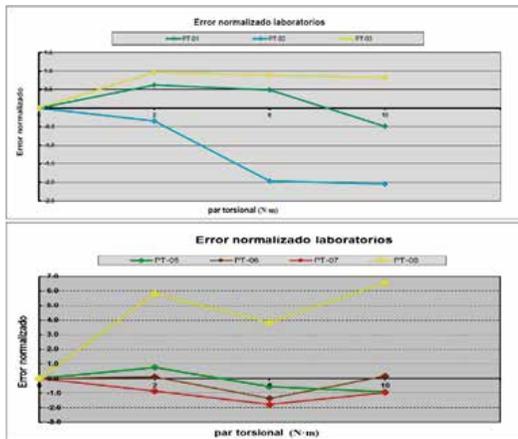


Figura 3. Desviación  $\pm$  incertidumbre de los laboratorios participantes contra los valores de referencia proporcionados por el CENAM.



Figuras 4. Valores del error normalizado obtenidos por los laboratorios.

## OBSERVACIONES

Como se puede observar en los resultados mostrados anteriormente, en la evaluación del torquímetro tipo palanca todos los laboratorios participantes obtuvieron resultados satisfactorios, aunque sigue existiendo un uso no adecuado de su incertidumbre como laboratorio. Para el caso de la medición con el torquímetro tipo destornillador (Herramienta 2) existe una gran desviación entre el laboratorio piloto y los laboratorios, incluso, entre ellos mismos por lo que los resultados no son muy satisfactorios y ello se evidencia en las gráficas. Algunos laboratorios utilizan incertidumbres muy pequeñas que están fuera de lo razonable para un intervalo de medición tan pequeño y a diferencia de la herramienta 1, aquí sí influyó esta situación.

## CONCLUSIONES

Para la evaluación de la herramienta 1, los ocho

laboratorios participantes obtuvieron resultados satisfactorios, dentro del criterio de aceptación ( $-1 \leq E_n \leq +1$ ).

Para el caso de la evaluación con la herramienta 2, tres laboratorios obtuvieron resultados satisfactorios, aunque uno fue por utilizar incertidumbres demasiado altas sin una justificación técnica visible, por lo que no se le puede otorgar el aprobatorio. Cinco laboratorios tuvieron uno o más puntos fuera del criterio de aceptación,  $-1 \leq E_n \leq +1$ .

## AGRADECIMIENTO

Se agradece a los laboratorios su participación y colaboración en el éxito de este 3er Ensayo de Aptitud.

## REFERENCIAS

- [1] NMX-EC-17043-IMNC-2010. Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud.
- [2] Torres Guzmán J. C., Guía y Lineamientos Generales para Comparaciones de Patrones de Medición, Memorias 2do Congreso Internacional Metrocal. Concepción, Chile. 2001.




### SISTEMA DE RECUPERACION DE VAPORES.



**UNA FUENTE DE VACÍO EFICIENTE**  
La bomba de vacío central Mini-Jet serie 9000 de HEALY ofrece recolección eficiente de vapor y limpieza de mangueras. El diseño no eléctrico emplea el flujo del producto de una bomba de turbina sumergible existente para crear un vacío de recuperación de vapor. El separador de aire puro administra en forma mecánica y pasiva la presión del tanque para evitar emisiones fugitivas y eliminar la pérdida de producto por evaporación. El separador de aire puro, que no requiere cableado eléctrico ni sensores, constituye una solución fácil de instalar y que no necesita mantenimiento.

**Franklin Fueling Systems**  
ventas@emagas.com.mx  
servicio@emagas.com.mx  
sugerencias@emagas.com.mx

**Contáctanos:**  
Tel.: (0155) 1055-0163  
Tel.: (0155) 1055-0164  
5737-8079  
2453-4413

[www.emagas.com.mx](http://www.emagas.com.mx)

# ENSAYO DE APTITUD EN PAR TORSIONAL, PARA LA CALIBRACIÓN DE TRANSDUCTORES, HASTA 1 kNm

Galván Mancilla J. J., Torres Guzmán J. C.  
Centro Nacional de Metrología (CENAM), México.  
km 4.5 Carretera a Los Cués Municipio El Marqués, Querétaro.  
Teléfono +52 442 211 0500, ext. 3746, jgalvan@cenam.mx; jtorres@cenam.mx

## INTRODUCCIÓN

El laboratorio de Par Torsional del Centro Nacional de Metrología CENAM, tiene como uno de sus objetivos primordiales el armonizar la competencia técnica de los laboratorios pertenecientes al Sistema Nacional de Calibraciones (SNC) para con ello mantener una red de laboratorios con un nivel de concordancia confiable respecto al intervalo de medición y la incertidumbre establecida por cada laboratorio.

Por tal razón, se organizó un ensayo de aptitud para laboratorios que tienen como servicio calibrar transductores, dentro de un intervalo de medición que fuera representativo para la mayoría de los participantes.

El código de identificación para este ensayo de aptitud fue el CNM-EA-720-0002-2018 y el intervalo de medición fue de (100 a 1 000) Nm. La información que se genere sobre este ensayo de aptitud será identificada por el código asignado, el cual se muestra en la carátula y en el pie de página.

## OBJETIVO

Este ensayo de aptitud tuvo como objetivo determinar la proximidad de concordancia de los resultados de la calibración de un transductor de par torsional entre los laboratorios participantes, vía una comparación; los valores de referencia fueron los propuestos por el laboratorio piloto. El mensurando a evaluar en este ensayo, fue la incertidumbre y el error del instrumento bajo calibración respecto a los valores de referencia.

El ensayo se llevó a cabo del mes de marzo al mes de mayo de 2018, se realizó en dos rondas de mediciones. El CENAM realizó calibraciones al inicio y al final de las rondas de medición.

## CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO DE APTITUD.

- a) Instrumento utilizado (patrón de transferencia):

Transductor de par torsional			
Marca	Modelo	No. de serie	Intervalo de medición
Sensor Developments Inc.	01169	180943	1130 N·m
Indicador digital de alta exactitud			
HBM	Scout 55	145634003	

- b) Intervalo de medición del ensayo: de 100 Nm hasta 1 000 Nm.  
c) Método de calibración: comparación directa.  
d) Puntos de medición calibrados: 100 Nm, 200 Nm, 400 Nm, 600 Nm, 800 Nm, 1 000 Nm.

## LABORATORIOS PARTICIPANTES

Los nombres de los laboratorios se presentan en la siguiente tabla.

Laboratorio
Neumática Fromi, S.A. de C.V.
Caltechnix de México, S.A. de C.V.
Soluciones y Control de Medición, S.A. de C.V.
ADECOM, S.A. de C.V.
AIMCO Corporation de México, S.A. de C.V.
MESS Servicios Metrologicos, S. de R. L. de C. V.
Nueva Aeronáutica Profesional, S.A. de C.V.

## RESULTADOS

Las siguientes hojas presentan los resultados de las mediciones realizadas por los laboratorios, de acuerdo con la información enviada al CENAM.

Este ensayo de aptitud sólo consideró la evaluación de los resultados de calibración de los laboratorios participantes, no se evaluó ninguna otra característica técnica o administrativa de los mismos. Para fines de este ensayo se usó, para la evaluación de los resultados, el valor del error normalizado ( $E_n$ ), el cual se determinó de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_n = \frac{|x_{lab} - x_{ref}|}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

Donde:

$E_n$  Error normalizado, ( $k = 2$ ).

$X_{lab}$  Error obtenido por el laboratorio piloto  
 $X_{ref}$  Error obtenido por el laboratorio participante  
 $U_{lab}$  Incertidumbre expandida, ( $k = 2$ ), del laboratorio participante.  
 $U_{ref}$  Incertidumbre expandida, ( $k = 2$ ), del laboratorio de referencia.

De acuerdo con el modelo del error normalizado, si:

$-1 \leq E_n \leq +1$  los resultados obtenidos por el laboratorio participante son aceptables, y

$-1 > E_n > +1$  los resultados no son aceptables.

Par Torsional N <sub>m</sub>	CENAM			pt-01			pt-02			pt-03			pt-04			pt-05			pt-06			pt-07		
	Error N <sub>m</sub>	$U_k$ (k=2) N <sub>m</sub>	Desviación N <sub>m</sub>	$U_k$ (k=2) N <sub>m</sub>	$E_n$	Desviación N <sub>m</sub>	$U_k$ (k=2) N <sub>m</sub>	$E_n$	Desviación N <sub>m</sub>	$U_k$ (k=2) N <sub>m</sub>	$E_n$	Desviación N <sub>m</sub>	$U_k$ (k=2) N <sub>m</sub>	$E_n$	Desviación N <sub>m</sub>	$U_k$ (k=2) N <sub>m</sub>	$E_n$	Desviación N <sub>m</sub>	$U_k$ (k=2) N <sub>m</sub>	$E_n$	Desviación N <sub>m</sub>	$U_k$ (k=2) N <sub>m</sub>	$E_n$	
1000	0.03	0.83	-1.13	2.40	-0.44	-4.39	2.22	-1.85	2.17	1.49	1.27	0.08	1.73	0.04	-2.62	2.31	-1.07	0.07	0.55	0.07	-0.93	1.05	-0.69	
800	-0.07	0.71	-1.45	1.49	-0.88	-3.32	1.77	-1.74	2.17	1.41	1.37	0.31	1.51	0.19	-1.85	1.60	-1.06	0.00	0.49	0.00	-0.90	0.81	-0.84	
600	-0.02	0.62	-1.28	1.84	-0.66	-2.30	1.38	-1.52	1.90	1.27	1.34	0.48	1.57	0.28	-1.28	1.01	-1.08	0.03	0.60	0.03	-0.40	0.74	-0.41	
400	0.04	0.53	-0.67	0.52	-0.90	-1.03	0.89	-0.99	1.66	1.05	1.41	0.86	2.48	0.34	-0.83	0.60	-1.04	0.02	0.52	0.03	-0.14	0.68	-0.16	
200	0.16	0.31	-0.21	0.45	-0.38	-0.71	0.62	-1.02	1.25	0.70	1.63	0.24	1.60	0.15	-0.47	0.33	-1.04	-0.03	0.46	-0.05	0.16	0.65	0.22	
100	0.11	0.16	-0.01	0.42	-0.02	-0.50	0.48	-0.99	0.89	0.79	1.10	0.44	0.97	0.45	-0.20	0.18	-0.83	-0.03	0.51	-0.06	-0.32	0.29	-0.97	
0	0.00																							
-100	-0.06	0.18	0.38	0.08	1.93	-0.07	0.80	-0.09	0.27	0.92	0.29	0.04	0.60	0.06	-0.25	0.24	-0.83	0.10	0.50	0.19	-0.20	0.19	-0.76	
-200	-0.15	0.22	-0.32	0.69	-0.44	-0.93	0.80	-1.12	0.23	1.07	0.21	0.79	0.83	0.92	-0.55	0.50	-1.01	0.27	0.47	0.52	0.07	0.36	0.17	
-400	-0.01	0.32	-0.91	1.20	-0.73	-2.17	2.23	-0.96	0.40	1.26	0.31	0.79	1.15	0.66	-1.38	1.00	-1.31	0.11	0.54	0.18	-0.24	0.52	-0.39	
-600	-0.04	0.47	-0.94	0.85	-0.97	-3.28	4.16	-0.78	0.59	1.33	0.42	0.41	1.41	0.28	-1.87	1.54	-1.16	-0.17	0.62	-0.22	-0.28	0.45	-0.43	
-800	-0.09	0.63	-1.96	1.82	-1.02	-3.56	5.27	-0.67	0.80	1.39	0.52	0.44	1.62	0.25	-2.30	2.15	-1.03	0.09	0.49	0.11	-0.82	0.63	-0.92	
-1000	-0.02	0.79	-1.31	2.59	-0.48	-3.85	8.30	-0.46	0.79	1.50	0.47	0.51	1.95	0.24	-1.66	3.44	-0.47	0.02	0.50	0.02	-0.99	0.66	-0.96	

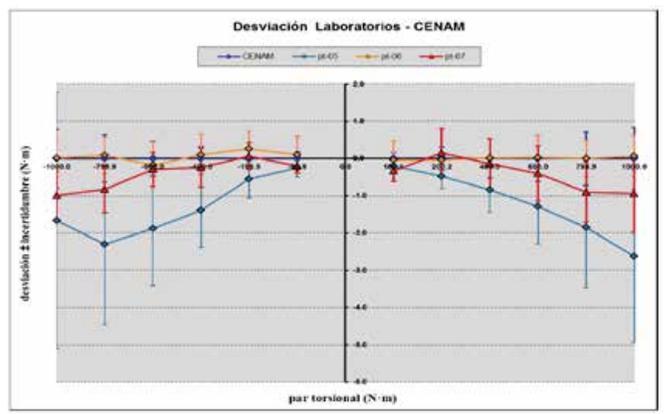
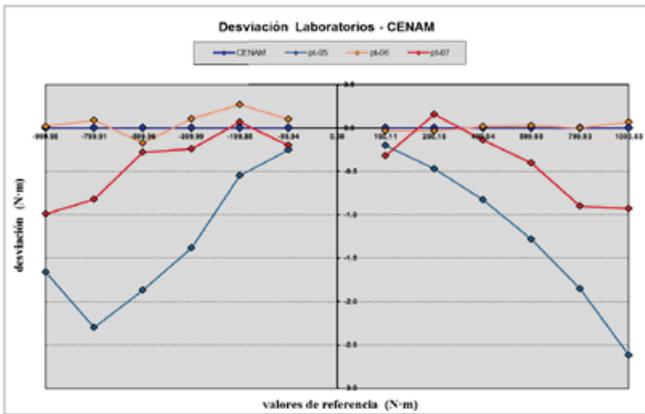
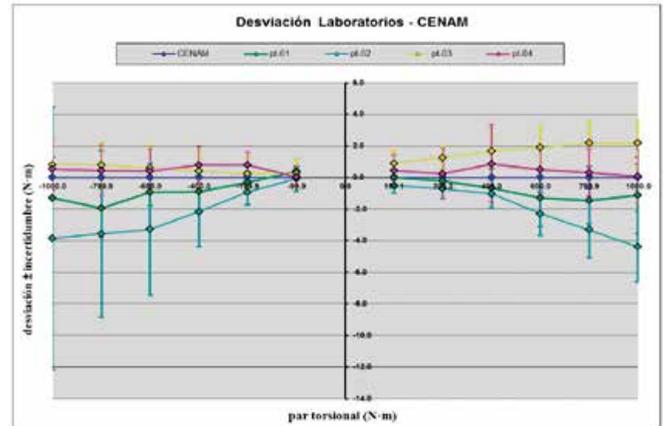
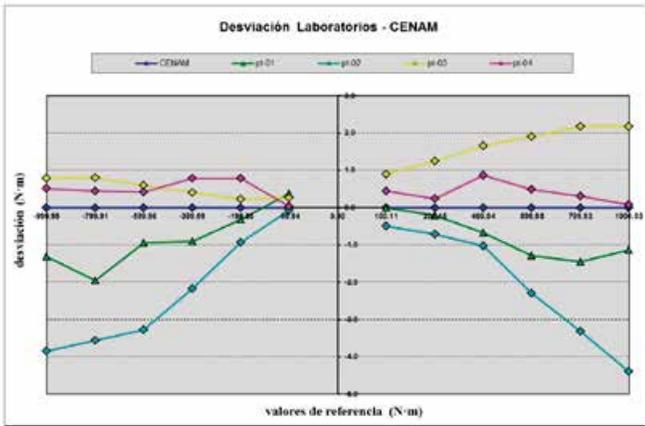


Figura 1. Desviación de los resultados de los laboratorios contra los valores de referencia obtenidos por el CENAM.

Figura 2. Desviación ± incertidumbre de los laboratorios participantes contra los valores de referencia, proporcionados por el CENAM.

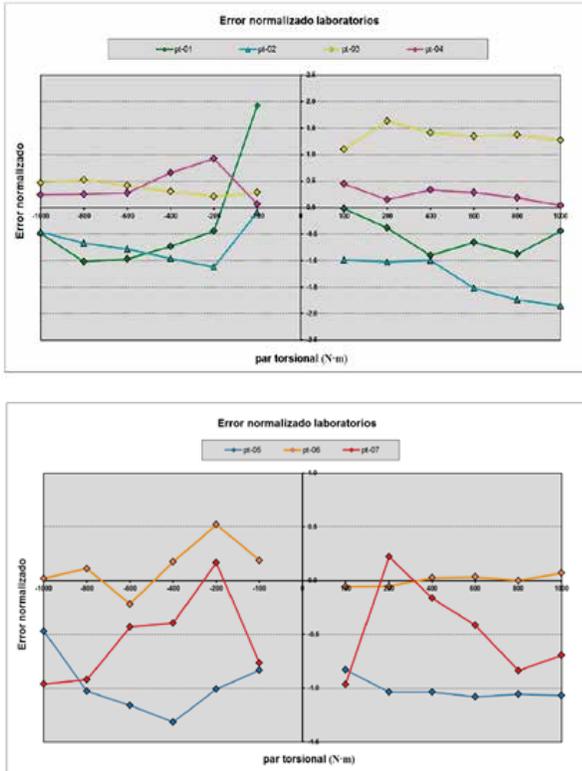


Figura 3. Valores del error normalizado obtenidos por los laboratorios.

### CONCLUSIONES

Con los resultados enviados por cada laboratorio y las desviaciones obtenidas con respecto a los valores de referencia y los cálculos revisados se observó que, el principal problema que ocasionó que algunos participantes no obtuvieran resultados satisfactorios o estuvieran muy cerca del límite de conformidad establecido, fue que el error obtenido en sus mediciones es grande con respecto a los valores de referencia y al promedio obtenido por el grueso de los laboratorios participantes; es notorio que la mayor desviación se genera a partir de pares de torsión altos, así como la variabilidad del valor medido en un mismo punto al efectuar los cambios de posición (reproducibilidad) durante la medición.

Hace suponer que esto puede ser originado por la fricción del rodamiento utilizado (los sistemas que lo utilicen) o por no usar este elemento de apoyo, puede ser que el sistema no sea muy estable en pares de torsión altos o que durante sus mediciones algo sucedió en su sistema de calibración al momento de generar el par que ocasionó que la desviación obtenida en el transductor contra el valor de referencia fuera importante. Quizás fueron efectos de instalación, la forma de generar la carga

o alguna componente parásita que haya originado tal error.

De los 7 laboratorios participantes, 3 obtienen resultados satisfactorios dentro del intervalo de aceptación permitido de  $-1 \leq E_n \leq +1$ , y 4 laboratorios se salen de este intervalo de conformidad, debido a lo descrito en el párrafo anterior.

Es muy importante atender las oportunidades de mejora y recomendaciones antes descritas para un mejor desempeño técnico.

### REFERENCIAS

- [1] NMX-EC-17043-IMNC-2010. Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud.
- [2] Torres Guzmán J. C., Guía y Lineamientos Generales para Comparaciones de Patrones de Medición, Memorias del Segundo Congreso Internacional Metrocal. Concepción, Chile. Abril 2001.



01800 822 65 65

[www.santanainstrumentos.com](http://www.santanainstrumentos.com)

## ENSAYO DE APTITUD DE CALIBRACIÓN DE MANÓMETRO DIGITAL DE PRESIÓN RELATIVA NEGATIVA -3 kPa a -80 kPa

Flores Martínez F. J., Torres Guzmán J. C.  
 Centro Nacional de Metrología (CENAM), México.  
 km 4.5 Carretera a Los Cués Municipio El Marqués, Querétaro.  
 Teléfono +52 442 211 0500, fax +52 442 211 0578, fflores@cenam.mx; jtorres@cenam.mx

**RESUMEN:** Se presentan los resultados del ensayo de aptitud de calibración de manómetro digital de presión relativa negativa en un intervalo de medición de -3 kPa a -80 kPa. En la presente evaluación de confiabilidad y desempeño técnico participaron 5 laboratorios secundarios.

### INTRODUCCIÓN

Los ensayos de aptitud entre laboratorios de calibración acreditados del Sistema Nacional de Calibración son utilizados para demostrar el desempeño y la confiabilidad de los laboratorios en la realización de mediciones o servicios de calibración acreditados de acuerdo con sus capacidades de medición y calibración declaradas. Para atender las necesidades de ensayos de aptitud de laboratorios acreditados propuso la realización de un ensayo de aptitud en la calibración de manómetros de presión relativa negativa, determinación de error y su incertidumbre, en el intervalo de -3 kPa a -80 kPa. Este ensayo de aptitud es coordinado y piloteado por el CENAM en su carácter de laboratorio primario del Sistema Nacional de Calibración (SNC). Las mediciones para este ensayo de aptitud se realizaron del 1° al 31 de octubre de 2018, participando un total de 5 laboratorios.

### PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

Se calibró el PT de acuerdo con el documento "Protocolo para el ensayo de aptitud de calibración de manómetro digital de presión relativa negativa de -3 kPa a -80 kPa. CNM-EA-720-0006/2018".

Principales puntos considerados en el método de medición:

- A. Se midieron 10 puntos en forma descendente y ascendente, hasta completar un ciclo. Se midieron 2 ciclos.
- B. Los puntos de medición de presión fueron (-3, -16, -24, -32, -40, -48, -56, -64, -72 y -80) kPa.
- C. Se determinó el mensurando y la incertidumbre obtenidos por el CENAM y los laboratorios a partir de las calibraciones realizadas respectivamente.
- D. Los resultados de cada laboratorio se compararon con los de CENAM por medio del error normalizado.

### LABORATORIOS PARTICIPANTES

Tabla 1. Lista de laboratorios participantes en el ensayo de aptitud en presión.

No.	Nombre del Laboratorio
1	Metrología Profesional, S.A. de C.V.
2	Metrotecna S.A. de C.V.
3	Mundologic de México, S.A. de C.V.
4	Asesoría y Servicios Integrales en Calibración, S. C.
5	METAS, S. A. de C. V.

Tabla 2. Laboratorios que se inscribieron, pero no participaron.

No.	Nombre del Laboratorio
6	DINAMHO T&T SAS.

### PATRÓN DE TRANSFERENCIA

Sensor de presión / Indicador		
Marca	Modelo	Intervalo de indicaciones
CalRef	CRP101	-100 kPa a 700 kPa

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

El error normalizado se determinó de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_n = \frac{|x_{lab} - x_{ref}|}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

Donde:

- $E_n$  Error normalizado, (k = 2).
- $X_{lab}$  Error obtenido por el laboratorio piloto
- $X_{ref}$  Error obtenido por el laboratorio participante
- $U_{lab}$  Incertidumbre expandida, (k = 2), del laboratorio participante.
- $U_{ref}$  Incertidumbre expandida, (k = 2), del laboratorio de referencia.

establecido en la norma NMX-EC-17043-IMNC-2010. Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud. Se consideró que valores absolutos del error normalizado menores o iguales a 1 son satisfactorios.

## COMPORTAMIENTO DEL PATRÓN DE TRANSFERENCIA

El patrón de transferencia (PT) tuvo un desempeño adecuado durante la ronda de mediciones. La figura 1 muestra el comportamiento del patrón de transferencia, se observa buena reproducibilidad entre las tres calibraciones, la máxima diferencia (entre mediciones) en el mensurando que se encontró fue de 5.9 Pa. También se muestra el promedio de las tres mediciones observando una dispersión pequeña.

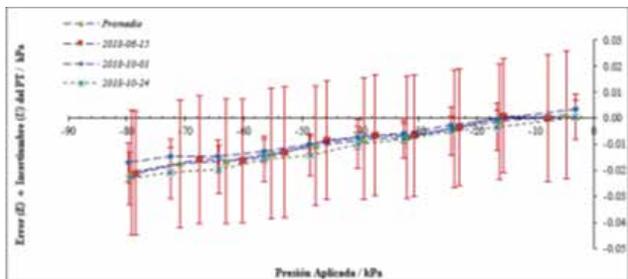


Figura 1. Comportamiento del patrón de transferencia. Calibraciones realizadas por el CENAM.

## RESULTADOS

Los valores de referencia considerados para este ensayo son:

- Para el error, el promedio de los errores obtenidos en las tres calibraciones realizadas por CENAM.
- Para la incertidumbre de la medición, la máxima incertidumbre expandida estimada para cada punto de medición de las tres calibraciones, combinada con la máxima dispersión de valores del PT (en todo el periodo del ensayo).

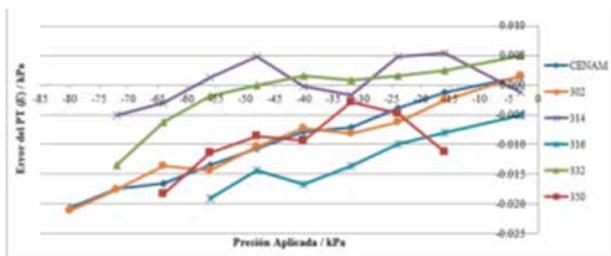


Figura 2. Errores del PT asignados por los laboratorios participantes, en kPa.

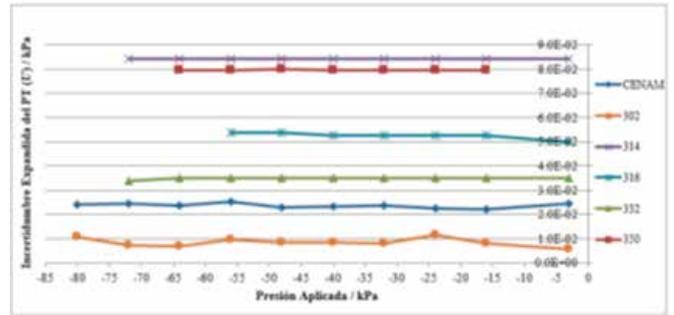


Figura 3. Incertidumbre expandida asignada por los laboratorios participantes al PT, en kPa.

Tabla 3. Incertidumbre expandida asignada al PT por los laboratorios participantes, en kPa, laboratorios participantes y CENAM.

Presión Nominal	CENAM	302	314	316	332	350
kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
-3	0.025	0.005 6	0.084		0.035	
-16	0.022	0.008 0	0.084	0.050	0.035	0.080
-24	0.023	0.011 8	0.084	0.053	0.035	0.080
-32	0.024	0.008 1	0.084	0.053	0.035	0.080
-40	0.023	0.008 4	0.084	0.053	0.035	0.080
-48	0.023	0.008 5	0.084	0.053	0.035	0.080
-56	0.025	0.009 4	0.084	0.054	0.035	0.080
-64	0.024	0.007 1	0.084	0.054	0.035	0.080
-72	0.025	0.007 3			0.034	
-80	0.024	0.010 8				

Nota: De acuerdo con la GUM las incertidumbres se deben informar con 2 cifras significativas, en las tablas anteriores se incluyeron tal como las enviaron los laboratorios.

## DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS

Los resultados de los laboratorios se muestran en la tabla 4 y figura 4, donde se presenta el error normalizado de los laboratorios participantes.

Tabla 4. Resultados del error normalizado.

Presión Nominal	400	404	414	443	469
MPa	$E_n$	$E_n$	$E_n$	$E_n$	$E_n$
7	-0.19	-0.27	-0.012	-0.49	-0.72
14	0.018	-0.11	0.040	-0.36	-0.42
21	-0.045	-0.24	-0.059	-0.26	-0.60
28	-0.026	0.00	-0.16	-0.09	-0.35
35	-0.19	-0.15	-0.30	-0.24	-0.47
42	-0.026	0.51		-0.042	-0.32
49	0.053	1.3		0.025	-0.28
56	0.035	1.9		0.066	-0.47
63	0.17	3.4		0.19	-0.15
70	-0.17	4.7		0.073	0.019

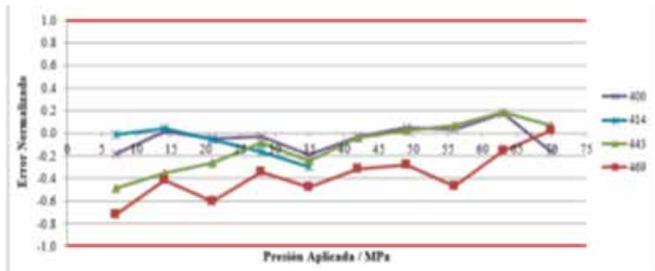


Figura 4. Error normalizado de los laboratorios participantes, con buena compatibilidad.

## DISCUSIÓN

Durante el desarrollo del ensayo de aptitud, el patrón de transferencia tuvo buena reproducibilidad por lo que se considera que fue adecuado para los fines de esta actividad. Adicionalmente, se realizaron las consideraciones de tomar la mayor incertidumbre del CENAM como la de referencia y considerar la máxima diferencia en los errores de cada punto de medición como incertidumbre por dispersión asegurando que la incertidumbre de referencia es confiable.

Los laboratorios 400 y 414 informaron una incertidumbre grande y hay errores en la estimación incertidumbres, la cual podría reducir la incertidumbre.

Al laboratorio 443 se le recomienda revisar su hoja cálculo en la estimación de la incertidumbre de su patrón, ya que no la realizan de la manera correcta; obtuvo valores satisfactorios de En, sin embargo, debido a que hay incertidumbres mal estimadas, se considera como no satisfactorio.

En cuanto a la revisión de las CMC, a los laboratorios 400 y 414, se les recomienda revisar la estimación de incertidumbres y con ello podrían

mejorar sus CMC. El laboratorio 443 no envió su tabla de CMC. Sobre el laboratorio 469 no hay comentarios.

## CONCLUSIONES

Este ensayo de aptitud tuvo una participación buena, ya que 5 laboratorios se inscribieron y no se tuvo una situación fuera de lo planeado.

De los laboratorios participantes el 60% (3 laboratorios) obtuvieron resultados satisfactorios. La tabla 5 muestra el resultado final.

Tabla 5. Resultados finales del ensayo de aptitud.

Código del laboratorio	Resultado del ensayo de aptitud	Observación
LAB. 400	Satisfactorio	----
LAB. 404	No Satisfactorio	----
LAB. 414	Satisfactorio	----
LAB. 443	No Satisfactorio	// mal estimada
LAB. 469	Satisfactorio	----

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa CalRef por haber facilitado en préstamo el patrón de transferencia.

## REFERENCIAS

- [1] NMX-EC-17043-IMNC-2010. Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud.
- [2] Torres Guzmán J. C., Guía y Lineamientos Generales para Comparaciones de Patrones de Medición, Memorias del Segundo Congreso Internacional Metrocal. Concepción, Chile. Abril 2001.



Senda Inmortal # 24, Fracc. Milenio III Santiago de Querétaro, Qro.

ventas@sena.mx 52 (442) 198 2279; 224 1245

# MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE EXPANSIÓN ESTÁTICO SEE-1

Torres Guzmán J. C., Verdejo Guerrero Y. C., Barajas Rueda M.  
 Centro Nacional de Metrología, CENAM  
 km 4.5 carretera a Los Cués, El Marqués, Querétaro, México.  
 Tel (+52) 442 2 11 05 00, jtorres@cenam.mx

**RESUMEN:** El presente artículo da a conocer un manual de mantenimiento para el Sistema de Expansión Estático (SEE-1) es el patrón primario de vacío No.25, el patrón está ubicado en el laboratorio de patrones de vacío F006 del área de fuerza y presión del Centro Nacional de Metrología (CENAM). A lo largo de 20 años este sistema no ha tenido un mantenimiento dando como consecuencia el deterioro de piezas, así como de sus componentes. Años anteriores se realizaron mantenimientos autónomos de los cuales hay reportes. Sin embargo, existe la necesidad de crear este manual para la gestión del mantenimiento óptimamente.

## 1. Introducción

Se describe un conjunto de actividades realizadas con el fin de obtener procedimientos que conservarán en condiciones óptimas al (SEE-1). Entre ellas son: despiece, diseño, análisis, investigación del sistema a través del tiempo.

conocida inicial la cual es proporcional a la relación de volúmenes.

El intervalo de medición del patrón  $1 \cdot 10^{-4}$  Pa a  $1 \cdot 10^3$  Pa [1]. El SEE-1 se compone de las rutas de expansión que se muestran en la Tabla siguiente:

## 1. Información acerca del patrón nacional de presión absoluta (vacío) en México CENAM.

El sistema es el patrón nacional de Presión Absoluta (Vacío) CNM-PNM.25 Sistema de Expansión Estático (SEE-1) que consta de 4 volúmenes conocidos:

- dos volúmenes de captación de gas con capacidad de 0.5 L y 1.0 L y
- dos cámaras de expansión de 50L y 100L nominales; se aplica la ley de Boyle Mariotte, captando una presión conocida en uno de los volúmenes pequeños se expande a una de las cámaras de expansión previamente evacuada (bajo condiciones isotérmicas), esto genera una reducción en la presión

INTERVALO DE PRESIÓN NOMINAL (Pa)	RUTAS DE EXPANSIÓN
$10^{-5}$ a $10^{-3}$	<i>fa, fa, fb, fc</i>
$10^{-3}$ a $10^{-1}$	<i>fa, fb, fc</i>
$10^{-1}$ a $10^1$	<i>fb, fc</i>
$10^1$ a $10^3$	<i>fc</i>

## 2. Despiece del sistema de expansión estático.

Se realizó un despiece de todo el SEE-1, registrándolo en tablas: Nombre del componente, existencia, código, marca e información adicional del fabricante (figura1).

	T6-25	26	1	100014600	MKS	Forma brida con idéntico a la norma ISO 10000 serie. Se hacen estas bridas por comparación con las fabricadas por los fabricantes europeos, el diámetro del tubo indicado en pulgadas.				
	Accesorios de succion de aire de brida ISO 10000	13	21	100013700	MKS	Estos accesorios estan hechos y los accesorios fundidos se utilizan para hacer un anillo de conexión con una junta de succion para aceptar las bridas IT.				

Figura 1. Tabla de componentes del sistema.

#### 4. Realización de diagramas de cada parte y componentes del sistema.

Se utilizó el software de SolidWorks® diseño de las piezas ejemplo (Figura 3), algunos componentes -fabricante CAD [2] (Figura2).



Figura 2. Pieza CAD, fabricante.



Figura 3. Pieza CAD, dibujada.

En la Figura 4 se muestra el ensamble completo del sistema con la ubicación exacta de cada uno de los componentes del sistema.

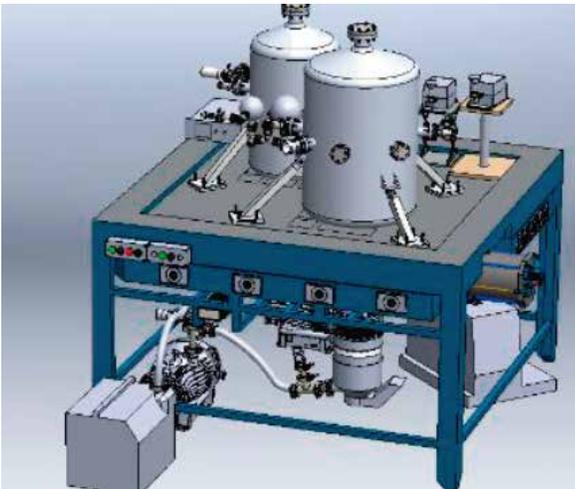


Figura 4 Ensamble del sistema

En la Figura 5 se muestra el Isométrico realizado dentro de SolidWorks®.

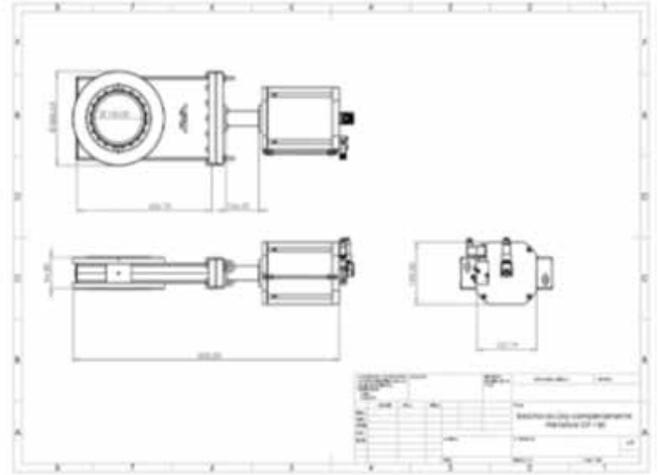


Figura 5. Esquema isométrico de componente

#### 5. Análisis del sistema y presentación esquemática de partes mecánicas, neumáticas y eléctrica.

En la Figura 6 se muestra la memoria de cálculo del volumen de los componentes que conforman el SEE-1, que incluye la validación con otros métodos, por ejemplo: método gravimétrico, láser tracker.



Figura 6. SolidWorks®

En la Figura 7 se muestra el esquema neumático de las electroválvulas.

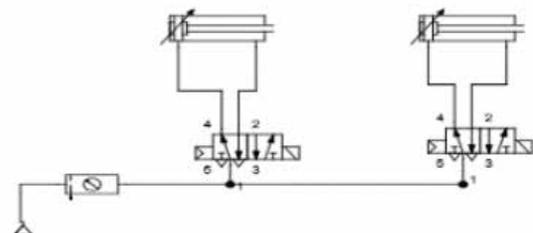


Figura 7. Esquema neumático de electroválvulas. Válvulas electroneumáticas (2); 5/2 pilotadas, 5 entradas 2 posiciones; son accionadas por un

selector de 2 posiciones donde entra 24V que activa y desactiva(figura7).

Diagrama unifilar de los contactos para bombas, resistencias caloríficas y aparatos de medición, se etiquetó ubicación de tablero y break que lo controla (figura 8).

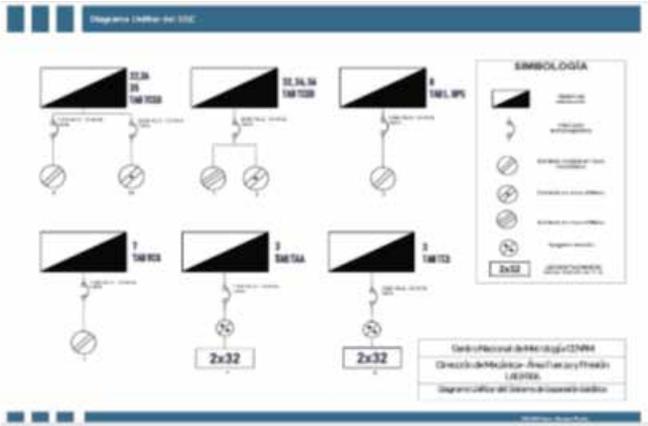


Figura 8. Diagrama unifilar.

## 6. Manual de mantenimiento del SSE-1.

Se elaboró un plan de mantenimiento; de procedimientos que contiene “Mantenimiento Preventivo” y “Mantenimiento Correctivo”. Realizados por el metrólogo capacitado y por proveedores externos. (Figura 9).



Figura 9. Manual de mantenimiento del SEE-1

## 7. Análisis.

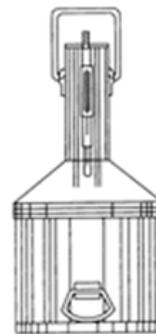
Debido a que se presentó la necesidad de realizar un mantenimiento correctivo del SEE-1 y al contar solo con reportes de mantenimientos realizados por el responsable del laboratorio de partes del sistema, se vio la necesidad de hacer una reingeniería desde su diseño, ponerlo en un manual para que esté disponible a la hora de intervenir.

## 8. Conclusión.

Los beneficios al contar con un manual de mantenimientos preventivos y correctivos, mismo que pide NMX-EC-17025, incrementa la vida del sistema, para seguir brindando la trazabilidad a nivel nacional e internacional con el (SEE-1) Patrón Nacional No 25.

## Referencias.

- [1] J. C. Torres-Guzmán, L. S. (2005). Realization of the medium and high vacuum primary standard in CENAM, Mexico [Realización del patrón primario de medio y alto vacío del CENAM]. United Kingdom: Institute of Physics Publishing.
- [2] Kurt J. Lesker. (9 de junio de 2019). Kurt J. Lesker Company. Obtenido de [https://www.lesker.com/newweb/flanges/flanges\\_technicalnotes\\_conflat\\_1.cfm](https://www.lesker.com/newweb/flanges/flanges_technicalnotes_conflat_1.cfm)



**VOLUMEX S.A. DE C.V.**



Únicos en México especializados en fabricación de medidas volumétricas de alta capacidad.

Medidas volumétricas  
Instrumentos de medición  
Instrumentos de precisión  
Accesorios para el área de los combustibles

Regina 35. Colonia Centro, CDMX  
55 57094694

## MEDICIÓN DE LA DUREZA EN MÉXICO

Calixto Morales Aguillón, Centro Nacional de Metrología, México. km 4.5 Carretera a Los Cués, Municipio El Marqués, Querétaro. Teléfono +52 442 211 0500, ext. 3751, cmorales@cenam.mx

### INTRODUCCIÓN

Las mediciones de dureza desempeñan un papel importante en la determinación de las características mecánicas de un material y, es frecuente que estos resultados se tomen como base para la aceptación o rechazo de piezas terminadas. Ante la diversidad de métodos, escalas, penetradores, fuerzas aplicadas y tiempos de prueba no se tiene una definición completa en la magnitud de dureza en las normas mexicanas e internacionales, por lo que su trazabilidad y diseminación de esta magnitud debe ser adecuadamente realizada. Tanto la trazabilidad como su diseminación, las mediciones de dureza constituyen dos puntos importantes en la definición de esta magnitud. La importancia de obtenerlas propiedades mecánicas de los materiales, tanto metálicos como no metálicos, en donde es requisito indispensable conocer la medición de la dureza, se utilizan máquinas, equipos o instrumentos de medición que deben cumplir con la normatividad, tener la trazabilidad de medida y características metroológicas adecuadas para realizar la diseminación de la magnitud.

### METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN MÉXICO

De todas las metodologías para la medición de dureza de los materiales, los principales métodos utilizados en México son:

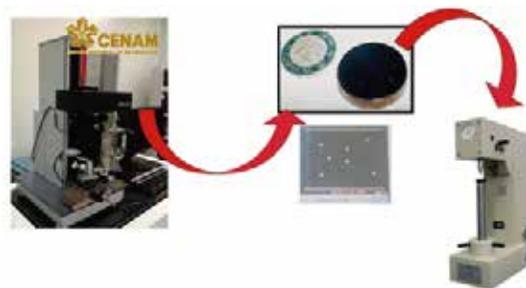
- i. Rockwell en sus diferentes escalas, para material es metálicos que soporten cargas desde 3 kg a 150 kg (29.42 N a 1471 N),
- ii. Brinell en sus diferentes cargas, para materiales metálicos que soporten cargas desde 1 kg a 3000kg (9.807 N a 29470 N),
- iii. Vickers en sus diferentes cargas, para materiales metálicos y no metálicos que soporten cargas desde 1g a 100kg (0.009 N a 980.7 N)

Dichas metodologías se realizan bajo un procedimiento estricto y que contempla todos los factores de influencia en la calibración de máquinas de medición del número de dureza, erróneamente llamados “durómetros”. Bajo un sistema de calidad implementado en los diferentes sectores de México, estrictamente con puntos de normatividad metroológica, estas máquinas deben

ser calibradas o verificadas en ciertos periodos y de acuerdo con el resultado, posiblemente deben ser ajustadas en su medición. Los métodos utilizados en la calibración de las máquinas de medición del número de dureza pueden ser de forma directa o indirecta. Para la industria nacional, regularmente se realiza la calibración de estas máquinas bajo el método indirecto, el cual se describirá en este documento.

### DEFINICIONES

Se define como máquina de medición de dureza el aparato con alta reproducibilidad para realizar el procedimiento de medición de dureza requerido para la medición de dureza de materiales bajo cierta exactitud. Los bloques de referencia de dureza son materiales con características geométricas y de acabado superficial definidos, en una de sus superficies tiene la dureza homogénea, son utilizados para calibrarlos “durómetros” con el método indirecto.



### CONCLUSIONES

En las mediciones de dureza es necesario utilizar bloques de referencia con trazabilidad a patrones primarios en la magnitud de dureza y en cada una de las escalas en las que se esté midiendo.

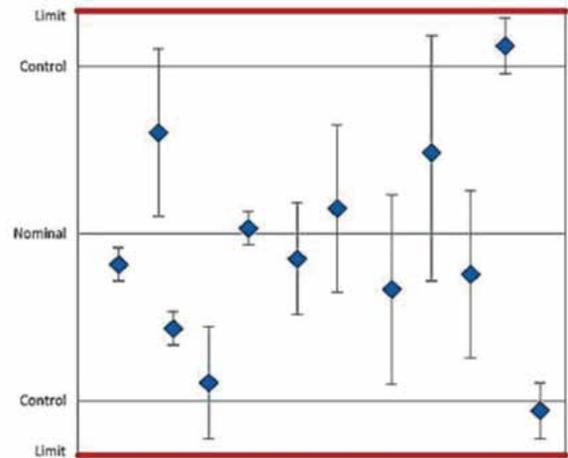
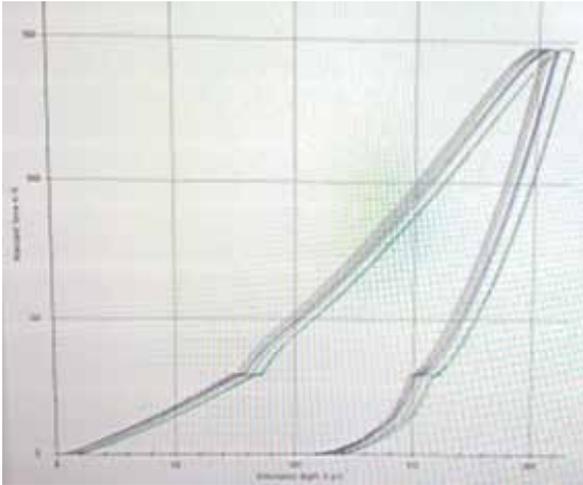
En la medición de dureza es necesario que el penetrador o juego de penetradores cuenten con certificado de calibración de acuerdo con normas internacionales, es importante citar que no son transferibles los penetradores.

Es importante para la medición y calibración de las escalas de dureza utilizar los parámetros relacionados con el ciclo de prueba establecidos en las normas internacionales.

Es importante que la definición de las escalas de dureza no solo requiere de utilizar la máquina, el o los bloques de referencia, penetrador(es) y fuerzas de aplicación, sino que es importante, además de lo anterior, seguir un ciclo de prueba común al método y escala que se esté utilizando.

En México se realiza la diseminación de la metrología de dureza por el método indirecto a las máquinas de medición del número de dureza. Trabajo realizado principalmente por la red de laboratorios de calibración acreditados y no acreditados.

## TRAZABILIDAD DE MEDIDA Y DISEMINACIÓN DE LA MAGNITUD DE DUREZA EN MÉXICO



## SECTORIZACIÓN EN MÉXICO CON REQUERIMIENTO DE LA MEDICIÓN DEL NÚMERO DE DUREZA



## REFERENCIAS

- [1] C. Morales-Aguillón, A. Esparza-Ramírez. "Laboratorio de alta exactitud para la medición del número de dureza en el Centro Nacional de Metrología". 2nd RTNA International Conference on Aeronautics, Monterrey N.L.2018.
- [2] Alfredo Esparza Ramírez. "Trazabilidad y Unificación de las escalas de Dureza en México". XIV Seminario Nacional de Metrología. Ags.1998.

# ENSAYO DE APTITUD DE PRESIÓN PARA LA CALIBRACIÓN DE MANÓMETROS DIGITALES DE 7 MPa A 70 MPa

Flores Martínez F. J., Torres Guzmán J. C.  
Centro Nacional de Metrología (CENAM), México.  
km 4.5 Carretera a Los Cués Municipio El Marqués, Querétaro. Teléfono +52 442 211 0500,  
fax +52 442 211 0578  
fflores@cenam.mx; jtorres@cenam.mx

**RESUMEN:** Se presentan los resultados del ensayo de aptitud de calibración de manómetro digital de presión relativa positiva con un intervalo de medición de 7 MPa a 70 MPa. En la presente evaluación de confiabilidad y desempeño técnico participaron 5 laboratorios.

## INTRODUCCIÓN

Los ensayos de aptitud entre los laboratorios acreditados del Sistema Nacional de Calibración (SNC) son utilizados para demostrar la confiabilidad y el desempeño en la realización de mediciones y/o calibración de acuerdo a la mejor capacidad de medición (CMC) declarada por cada laboratorio.

Para atender esta necesidad el Centro Nacional de Metrología (CENAM) propuso la realización de un ensayo de aptitud en la calibración de un manómetro de presión relativa positiva, para determinar el error y estimar su incertidumbre, intervalo 7 MPa a 70 MPa.

En este ensayo de aptitud el CENAM fue el laboratorio piloto, el coordinador y estableció los valores de referencia. Las mediciones se realizaron de noviembre a diciembre de 2018, donde participaron 5 laboratorios.

## PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

Se realizaron las mediciones de acuerdo al documento "Protocolo para el ensayo de aptitud de calibración de manómetro digital de presión relativa positiva de 7 MPa a 70 MPa. CNM-EA-720-0007/2018".

Los principales puntos considerados fueron:

- Los puntos de medición de presión relativa fueron: (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 y 70) MPa.
- Se realizaron 4 mediciones para cada punto, por medio de 4 series, 2 en sentido ascendente y 2 en sentido descendente.
- El laboratorio piloto calibró 3 veces, al inicio, a la mitad de la ronda y al final del ensayo.

## LABORATORIOS PARTICIPANTES

Tabla 1. Lista de laboratorios participantes.

Nombre del Laboratorio
Metrotecnica S.A. de C.V.
INYMET, S. A de C. V.
Fluss Technologies de México, S.A.S. de C.V.
CIATEC, A.C.
Volkswagen de México, S. A. de C. V.

## PATRÓN DE TRANSFERENCIA

Manómetro Digital de Presión Relativa, marca FLUKE, modelo 2700G-G70M, número de serie 2316022, intervalo de indicaciones de 0 MPa a 70 MPa.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este ensayo de aptitud se realizó conforme a lo establecido en la norma NMX-EC-17043-IMNC-2010. El error normalizado se determinó de acuerdo con la ecuación 1:

$$E_n = \frac{|x_{lab} - x_{ref}|}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

Donde:

- $E_n$  Error normalizado, (k = 2).  
 $X_{lab}$  Error obtenido por el laboratorio piloto  
 $X_{ref}$  Error obtenido por el laboratorio participante  
 $U_{lab}$  Incertidumbre expandida, (k = 2), del laboratorio participante.  
 $U_{ref}$  Incertidumbre expandida, (k = 2), del laboratorio de referencia.

## APLICACIÓN DEL ERROR NORMALIZADO

Satisfactorio: Laboratorios que obtengan un valor absoluto de error normalizado menor o igual a 1,  $|E_n| \leq 1$ .

No satisfactorio: Laboratorios que obtengan un valor absoluto de error normalizado mayor que 1,  $|E_n| > 1$ .

## COMPORTAMIENTO DEL PATRÓN DE TRANSFERENCIA

El patrón de transferencia (PT) tuvo un desempeño adecuado durante la ronda de mediciones. La figura 1 muestra su comportamiento, se observa buena reproducibilidad entre las tres calibraciones, la máxima diferencia fue de 1.9 kPa. También se muestra el promedio de las tres mediciones con una dispersión muy pequeña.

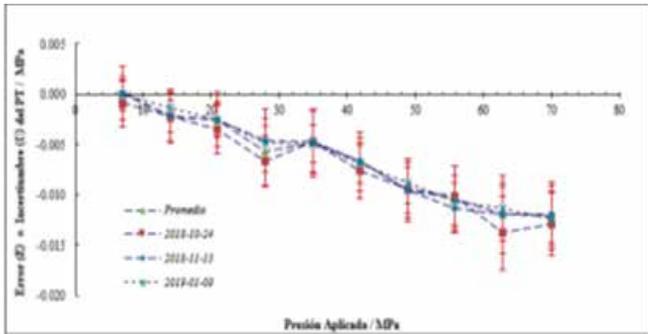


Figura 1. Desempeño del patrón de transferencia. Calibraciones realizadas por el CENAM.

## RESULTADOS

Los valores de referencia considerados son:

- A. El promedio de los errores obtenidos en las tres calibraciones realizadas por CENAM.
- B. La máxima incertidumbre expandida estimada para cada punto de medición de las tres calibraciones, combinada con la máxima dispersión de valores del patrón de transferencia (en todo el periodo del ensayo).

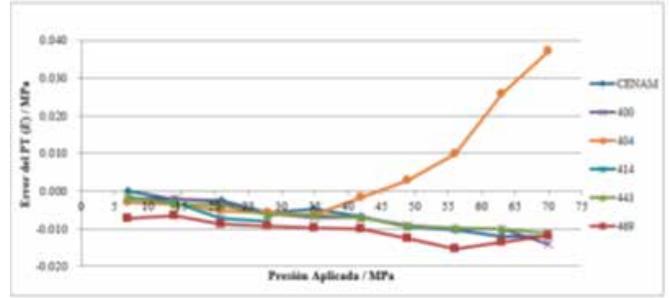


Figura 2. Errores del PT asignados por los laboratorios participantes, en kPa.

En la figura 3 se presentan las incertidumbres expandidas asignadas al patrón por los laboratorios.

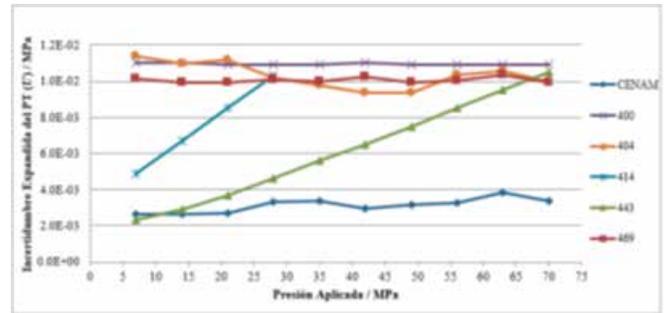


Figura 3. Incertidumbre expandida asignada por los laboratorios participantes al PT, en kPa.

La tabla 2 presenta las incertidumbres expandidas ( $k=2$ ) asignadas por los laboratorios al patrón.

Tabla 2. Incertidumbres asignadas por los laboratorios para cada presión del PT.

Presión Nominal	CENAM	400	404	414	443	469
MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
7	0.002 6	0.011	0.011 4	0.003 2	2.3E-03	1.0E-02
14	0.002 6	0.011	0.011 0	0.004 9	2.9E-03	9.9E-03
21	0.002 7	0.010 9	0.011 2	0.006 7	3.7E-03	9.9E-03
28	0.003 3	0.010 9	0.010 2	0.008 5	4.6E-03	1.0E-02
35	0.003 4	0.010 9	0.009 8	0.010	5.6E-03	1.0E-02
42	0.003 0	0.011	0.009 3		6.5E-03	1.0E-02
49	0.003 1	0.010 9	0.009 3		7.5E-03	9.9E-03
56	0.003 2	0.010 9	0.010 4		8.5E-03	1.0E-02
63	0.003 8	0.010 9	0.010 6		9.5E-03	1.0E-02
70	0.003 4	0.010 9	0.010 0		1.1E-02	9.9E-03

## DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS

Los resultados de los laboratorios se muestran en la tabla 3 y figura 4, donde se presenta el error normalizado de los laboratorios participantes.

Tabla 3. Resultados del error normalizado.

Presión Nominal MPa	400	404	414	443	469
7	-0.19	-0.27	-0.012	-0.49	-0.72
14	0.018	-0.11	0.040	-0.36	-0.42
21	-0.045	-0.24	-0.059	-0.26	-0.60
28	-0.026	0.00	-0.16	-0.09	-0.35
35	-0.19	-0.15	-0.30	-0.24	-0.47
42	-0.026	0.51		-0.042	-0.32
49	0.053	1.3		0.025	-0.28
56	0.035	1.9		0.066	-0.47
63	0.17	3.4		0.19	-0.15
70	-0.17	4.7		0.073	0.019

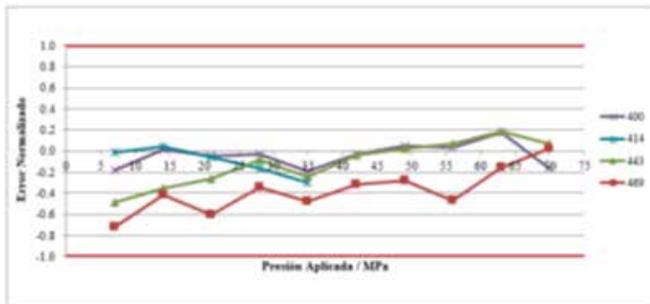


Figura 4. Error normalizado de los laboratorios participantes, con buena compatibilidad.

## DISCUSIÓN

Durante el desarrollo del ensayo de aptitud, el patrón de transferencia tuvo buena reproducibilidad por lo que se considera que fue adecuado para los fines de esta actividad. Adicionalmente, se realizaron las consideraciones de tomar la mayor incertidumbre del CENAM como la de referencia y considerar la máxima diferencia en los errores de cada punto de medición como incertidumbre por dispersión asegurando que la incertidumbre de referencia es confiable.

Los laboratorios 400 y 414 informaron una incertidumbre grande y hay errores en la estimación incertidumbres, la cual podría reducir la incertidumbre.

Al laboratorio 443 se le recomienda revisar su hoja de cálculo en la estimación de la incertidumbre de

patrón, ya que no la realizan de la manera correcta; obtuvo valores satisfactorios de  $E_n$ , sin embargo, debido a que hay incertidumbres mal estimadas, se considera como NO satisfactorio.

En cuanto a la revisión de las CMC: a los laboratorios 400 y 414, se les recomienda revisar la estimación de incertidumbres y con ello podrían mejorar sus CMC.

El laboratorio 443, NO envió su tabla de CMC. Sobre el laboratorio 469, no hay comentarios.

## CONCLUSIONES

Este ensayo de aptitud tuvo una participación buena, ya que 5 laboratorios se inscribieron y no hubo situación fuera de lo planeado.

De los laboratorios participantes el 60% (3 laboratorios) obtuvieron resultados satisfactorios.

La tabla 4 muestra el resultado final.

Tabla 4. Resultados finales del ensayo de aptitud.

Código del laboratorio	Resultado del ensayo de aptitud	Observación
LAB. 400	SATISFACTORIO	----
LAB. 404	NO SATISFACTORIO	----
LAB. 414	SATISFACTORIO	----
LAB. 443	NO SATISFACTORIO	// mal estimada
LAB. 469	SATISFACTORIO	----

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa FLUKE Dominion México por haber facilitado en préstamo del patrón de transferencia.

## REFERENCIAS

- [1] NMX-EC-17043-IMNC-2010. Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud.
- [2] Torres Guzmán J. C., Guía y Lineamientos Generales para Comparaciones de Patrones de Medición, Memorias del Segundo Congreso Internacional Metrocal. Concepción, Chile. Abril 2001.

# INTERCOMPARACION EN MASA. METODO DE USO DE CARGAS DE SUSTITUCION.

Ing. Juan Suárez Ramírez<sup>1</sup>, Dr. H.C. Fis. Pablo Canalejo Cabrera<sup>2</sup>, Ing. Jorge Nava Martínez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>inpros, S.A. de C.V., Viveros de las Fuentes 23, Col. Viveros de la Loma, Tlalnepantla, EDOMEX  
info@inprosmexico.com.mx

<sup>2</sup>Internacional de Bienes, Servicios e Ingeniería, S.A. de C.V., Rayas 66 B, Col. Valle Gómez, CDMX,  
info@ibsei.com

<sup>3</sup>Verificación de Metrología Legal, S.C., Priv. Tenochtitlán 27, Joaquín Herrera, Querétaro,  
ventas@verificacionvml.com.mx

**RESUMEN:** Se presentan los detalles sobre la organización, desarrollo y resultados de una intercomparación entre laboratorios acreditados en masa para calibrar instrumentos para pesar de funcionamiento no automático por el método de sustitución empleando pesas y agua como cargas de sustitución. Por primera vez se utiliza un ítem de ensayo diferente de una báscula camionera.

## INTRODUCCIÓN

La intercomparación es una de las herramientas que utilizan los laboratorios acreditados para verificar la validez de sus resultados, que sirve además para demostrar el cumplimiento de los requisitos especificados en 7.7.2 de la NMX-EC-17025-IMNC-2018 [1], los criterios de aplicación de dicha norma [2] y las políticas de trazabilidad [3] y de ensayos de aptitud [4] establecidas por la entidad mexicana de acreditación (ema).

En el caso de los laboratorios acreditados por la ema para calibrar instrumentos para pesar de funcionamiento no automático por el método de cargas de sustitución (método de enlaces), los ejercicios de ensayo de aptitud basados en una intercomparación desarrollados hasta la fecha han sido muy costosos debido a que el ítem de ensayo elegido ha sido siempre una báscula camionera.

Sin embargo, el costo se puede reducir eligiendo otro tipo de instrumento, dado que lo importante es demostrar la capacidad de los laboratorios para aplicar el método de manera correcta y obtener resultados satisfactorios, más que el desempeño de los laboratorios en la aplicación del método para un instrumento en particular, sobre todo cuando se trata de laboratorios maduros que ya lo han hecho previamente en más de una ocasión.

Con base en dicho criterio, especificado en el documento de la ema que establece las subáreas susceptibles de ensayos de aptitud [5], en marzo del 2019 un grupo de laboratorios acreditados decidió llevar a cabo una intercomparación utilizando una báscula tanque sobre celdas de

carga de 5 t integrada por un tanque, una plataforma soportada por celdas de carga y un indicador, calibrada previamente por un laboratorio de referencia usando solo pesas.

El ejercicio fue organizado y llevado a cabo teniendo en cuenta los requisitos del capítulo 4 de la NMX-EC-17043-IMNC-2010 [6].

En este trabajo se presentan los detalles relacionados con la organización y desarrollo del ejercicio y sus resultados.

## Objetivo

El ejercicio fue diseñado para ofrecer a los participantes la oportunidad de verificar la validez de sus resultados de una manera accesible y confiable y que les permitiera demostrar el cumplimiento de la 17025, los criterios de aplicación y las políticas de la ema.

El requisito 7.7.2 de la 17025 establece que un laboratorio de calibración debe monitorear su desempeño a través de la comparación de sus resultados de calibración con los de otros laboratorios y que esta actividad debe ser planificada y puede incluir:

- la participación en ensayos de aptitud organizados por un proveedor acreditado de acuerdo con la 17043 y/o
- la participación en comparaciones interlaboratorios que no sean propiamente ensayos de aptitud.

La política de ensayos de aptitud de la ema

## Organización

El ejercicio fue organizado por el Ing. Juan Suárez de Inpros, SA de CV, quien elaboró el programa de la intercomparación considerando todos los requisitos del capítulo 4 de la norma mexicana NMX-EC-17043-IMNC-2010.

El ítem de ensayo de la intercomparación, las instalaciones donde se realizaron las mediciones y los medios auxiliares que fueron utilizados para realizar las mediciones fueron proporcionados por Internacional de Bienes, Servicios e Ingeniería, SA de CV, (IBSEI).

Los valores de referencia, así como la evaluación de los resultados y del desempeño de los participantes en el ejercicio estuvieron a cargo del Ing. Jorge Nava Martínez.

## Participantes

El organizador del ejercicio invitó a los laboratorios que decidieron participar. Se llevó a cabo una reunión previa en la que se dieron a conocer los requisitos de participación que fueron establecidos en base a lo siguiente:

- uso de cargas de sustitución,
- no tener ningún conflicto legal o técnico con la ema
- enviar a los organizadores una carta bajo protesta de decir verdad que respalde lo indicado en el punto anterior,
- cubrir anticipadamente al menos el 50 % del costo del ejercicio.

Los participantes y el calendario de participación se muestran en la Tabla siguiente:

Participante	Fecha de participación	Horario de participación	Fecha máxima para entrega de resultados
Inpros, S. A. de C.V.	2019/03/14	9:00 a 11:00	2019/03/21
Ingeniería en sistemas y pesaje, S.A. de C.V.	2019/03/14	13:00 a 15:00	2019/03/21
Internacional de Bienes y Servicios, S.A. de C.V.	2019/03/14	17:00 a 19:00	2019/03/21
Básculas Braunker, S.A. de C.V.	2019/03/15	9:00 a 11:00	2019/03/22
Mettler, S.A. de C.V.	2019/03/15	13:00 a 15:00	2019/03/22
Asesoría Integral en Básculas, S.A. de C.V.	2019/03/15	17:00 a 19:00	2019/03/22

## Ítem, mensurando y método evaluado

El ítem de ensayo fue una báscula compuesta por un tanque cilíndrico horizontal con capacidad máxima de 5 000 L, montado sobre una plataforma soportada por 4 celdas de carga (Fig. 1) conectadas a un indicador.

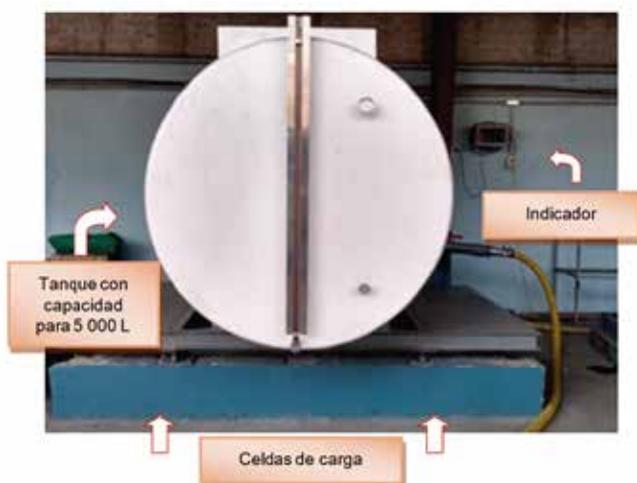


Fig. 1. Tanque montado sobre celdas de carga

El indicador, marca Weightronix, fue configurado a Max = 5 000 kg y d = 0.5 kg. (Ver la Fig. 2).



Fig.2 Indicador Weightronix

Los participantes realizaron las mediciones y determinaron e informaron los errores de indicación del instrumento y sus incertidumbres asociadas para 5 cargas de prueba: 1000 kg,

2000 kg, 3000 kg, 4000 kg y 5000 kg. Los errores fueron determinados solo una vez.

El método de calibración empleado fue el método de enlaces:

Los errores de indicación fueron determinados con pesas de valor nominal igual al 20 % de Max y 4 cargas de sustitución.

Las pesas fueron distribuidas en las plataformas del ítem y se utilizó agua como material de sustitución.

El agua fue alimentada por encima del tanque con un sistema apropiado para la alimentación, la descarga y el drenado.

Para asegurar que las mediciones se realizaran en las mismas condiciones, el tanque fue llenado completamente de agua antes de cada prueba y luego vaciado considerando un tiempo de escurrido de 5 min.

### Valores de referencia

Para asegurar la estabilidad del ítem, este fue calibrado por el laboratorio de referencia antes y después de cada participante, empleando el método de comparación directa en todo el intervalo de pesar con pesas M1 de 20 kg calibrada y trazable.

El origen de la trazabilidad fue el patrón nacional de masa resguardado en el Centro Nacional de Metrología (CENAM), pues los valores de referencia fueron determinados por un laboratorio acreditado por la ema para calibrar instrumentos para pesar por comparación directa con patrones de masa, método de mayor exactitud que el método de enlaces.

El instrumento fue ajustado con carga antes de la primera calibración y no fue ajustado más durante todo el ejercicio.

Los valores de referencia fueron considerados como el promedio de los resultados de las calibraciones realizadas por el laboratorio de referencia antes y después de cada participante.

### Mediciones de los participantes

Cada participante:

- contó con el apoyo del personal de IBSEI experto en volumen para el uso del material de sustitución y la condición de referencia.
- realizó sólo el ajuste del instrumento a cero antes de las mediciones.
- evaluó la repetibilidad con una carga igual al 50 % de Max colocando las pesas igualmente distribuidas en la plataforma del ítem.
- no evaluó la excentricidad.
- determinó los errores de indicación en cero, 1000 kg, 2000 kg, 3000 kg, 4000 kg y 5000 kg (o valores cercanos) colocando las pesas igualmente distribuidas en las plataformas y las cargas de sustitución en el interior del tanque.

Todas las mediciones fueron atestiguadas y registradas por Diego Torres Pérez en representación del organizador, quien actuó además como facilitador entre los participantes el organizador y el personal de apoyo.

### Resultados y estimación de incertidumbres

Se solicitó a los participantes entregar sus resultados con 2 cifras significativas en un plazo no mayor a una semana después de realizar las mediciones, utilizando los formatos indicados en los anexos del programa:

- A Datos y resultados
- B Patrones
- C Presupuesto de incertidumbre

Cada participante envió los formatos al Ing. Jorge Nava Martínez por correo electrónico en el tiempo concebido.

Para la evaluación consistente de las incertidumbres se consideraron las fuentes siguientes:

1. corrección por redondeo de la indicación sin carga.
2. corrección por redondeo de la indicación con carga.
3. repetibilidad.
4. no retorno a cero.
5. masa de referencia de los patrones.
6. empuje de aire sobre los patrones.
7. deriva de la masa de referencia de los patrones.
8. empuje de aire sobre las cargas de sustitución,
9. método de cargas de sustitución.

## Evaluación de desempeño

Para la evaluación del desempeño de los participantes se utilizó el valor y el criterio del error normalizado  $E_n$ , que se estima utilizando la siguiente ecuación:

$$E_n = \frac{x_{lab} - x_{ref}}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

Donde:

- $E_n$  Error normalizado, ( $k = 2$ ).
- $x_{lab}$  Error obtenido por el laboratorio piloto
- $x_{ref}$  Error obtenido por el laboratorio participante
- $U_{lab}$  Incertidumbre expandida, ( $k = 2$ ), del laboratorio participante.
- $U_{ref}$  Incertidumbre expandida, ( $k = 2$ ), del laboratorio de referencia.

El desempeño de un laboratorio se consideró aceptable si para cada uno de los resultados informados el valor de error normalizado  $|E_n| \leq 1$  [7].



## Confidencialidad

Durante la reunión inicial para la presentación del ejercicio y el programa de la intercomparación se preguntó a los participantes sobre la confidencialidad de los resultados.

Los participantes estuvieron de acuerdo en que los resultados podrían ser publicados, pero manteniendo la confidencialidad.

Los participantes fueron identificados con un código que les permitieron identificar sus resultados.

Por eso los resultados del ejercicio se identifican con una letra que no corresponde necesariamente con el código asignado previamente a cada participante.

## Resultados del ejercicio

Los resultados del ejercicio para cada participante se muestran a continuación en forma de gráficos de errores de indicación contra cargas.

Cada gráfico indica en su encabezado la letra que fue asignada a cada uno de los participantes.

Los valores de las escalas de los errores de indicación ubicados a la izquierda de cada gráfico están expresados en kilogramo.

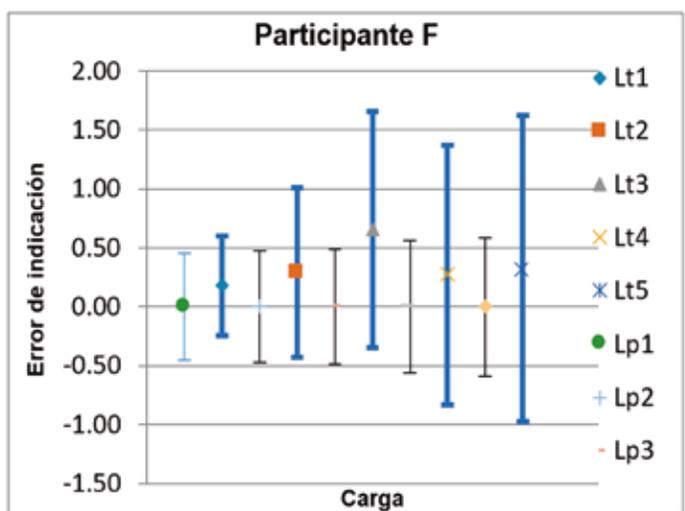
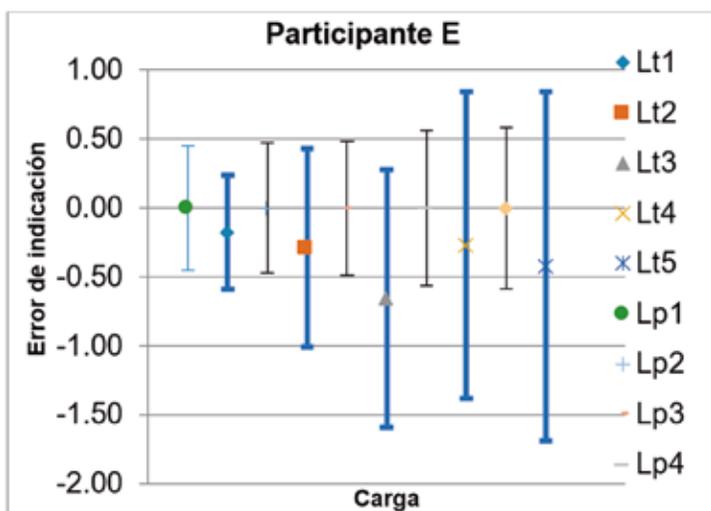
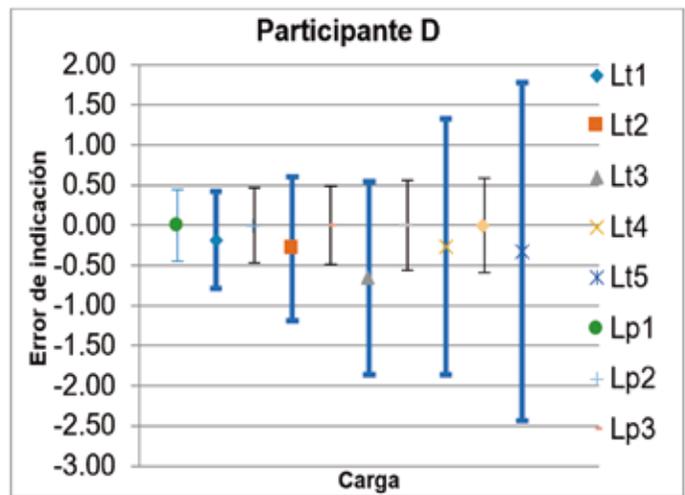
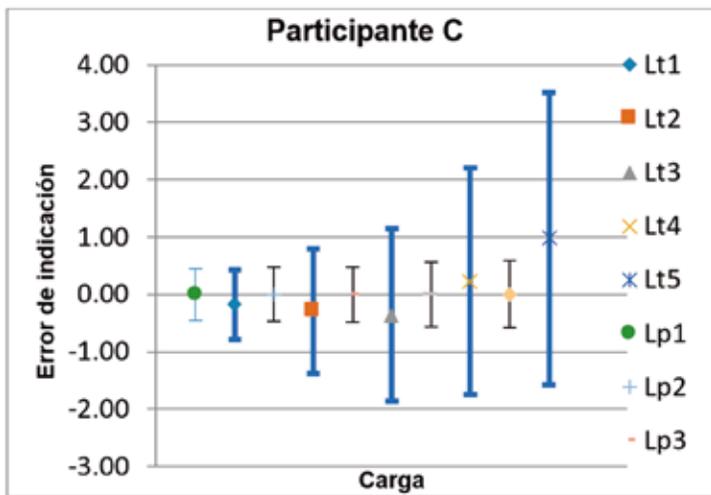
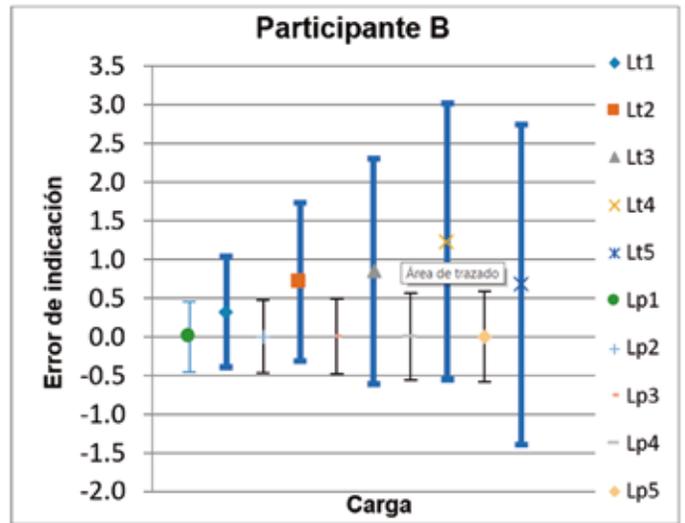
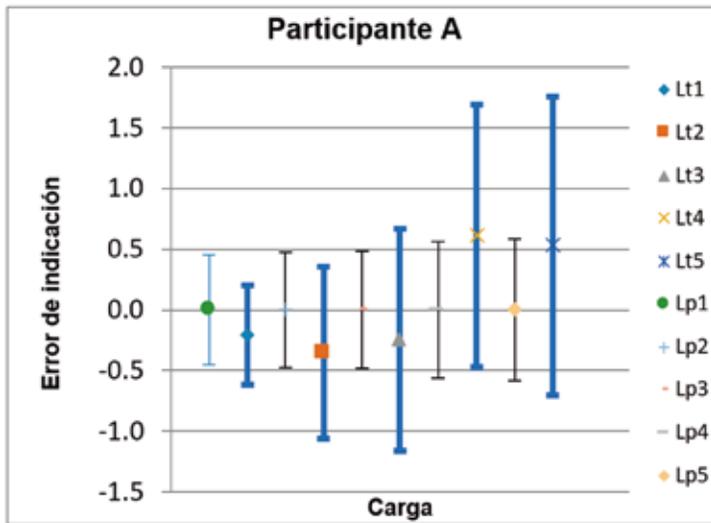
La leyenda ubicada a la izquierda de cada gráfico identifica las 5 cargas utilizadas por los participantes y el laboratorio de referencia con los índices del 1 al 5.

Los valores para las cargas  $L_{pi}$  obtenidos por el laboratorio de referencia están acompañados de sus incertidumbres representadas por una línea negra fina, mientras que los valores para las cargas  $L_{ii}$  informados por el participante están acompañados de sus incertidumbres representadas por una línea azul gruesa.

Todos los gráficos fueron presentados a los participantes acompañados de una serie de comentarios elaborados por el asesor técnico, así como de una Tabla de los valores del error normalizado obtenidos para cada carga.

Los comentarios fueron discutidos en la reunión de presentación del informe preliminar y corregidos antes de la elaboración del informe final.





A continuación, se muestran los valores del error normalizado obtenidos en la intercomparación para cada una de las cargas y para cada uno de los participantes.

Como se puede apreciar en la Tabla, todos los valores son menores que 1 lo que significa que todos los participantes tuvieron un desempeño satisfactorio.

Carga de referencia	$E_n$					
	Participante A	Participante B	Participante C	Participante D	Participante E	Participante F
L <sub>T1</sub>	0.34	0.38	0.23	0.23	0.29	0.32
L <sub>T2</sub>	0.41	0.63	0.24	0.29	0.34	0.38
L <sub>T3</sub>	0.24	0.55	0.23	0.51	0.62	0.23
L <sub>T4</sub>	0.50	0.66	0.11	0.16	0.22	0.51
L <sub>T5</sub>	0.39	0.31	0.37	0.15	0.30	0.76

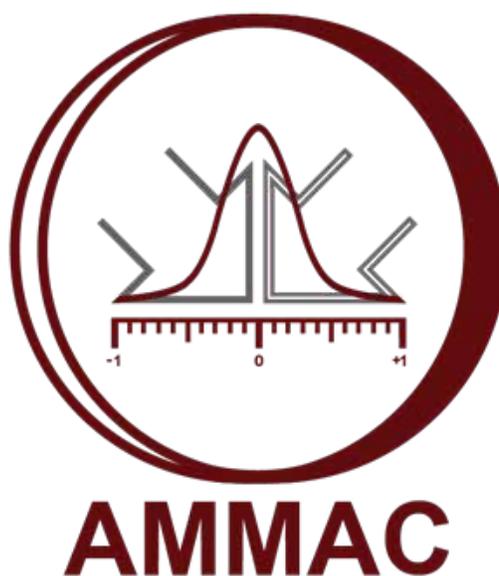
## Conclusiones

1. El ejercicio fue programado por uno de los participantes, considerando los requisitos del capítulo 4 de la 170243.
2. El ejercicio tuvo una duración de 2 semanas como fue planificado e informado previamente a todos los participantes.
3. Es la primera vez que se realiza un ejercicio de esta naturaleza organizado por los laboratorios acreditados considerando como ítem un equipo diferente a una báscula camionera.
4. Uno de los laboratorios participantes proporciono el ítem, las instalaciones y los medios y el apoyo técnico para el desarrollo del ejercicio sin contratiempos.
5. Las mediciones se llevaron a cabo del 14 al 15 de marzo del 2019 y se cumplieron los horarios asignados a cada participante y el laboratorio de referencia.
6. El laboratorio de referencia realizó 8 calibraciones empleando el método de comparación directa con pesas patrones como le fue solicitado. Las calibraciones fueron realizadas una antes y una después de cada participante, lo que permitió confirmar la estabilidad del ítem.
7. Cada participante realizó la calibración del ítem de ensayo una sola vez utilizando su propio personal y el equipo necesario para aplicar el método de enlaces.
8. La actuación de todos los participantes en el ejercicio fue supervisada por un representante del organizador.
9. Cada participante cumplió en tiempo y forma con la entrega de resultados como fue previsto.

10. Los resultados de todos los participantes fueron satisfactorios.

## Referencias

- [1] NMX-EC- 17025-IMNC-2018 Requisitos para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- [2] Manual de procedimientos. Criterios de aplicación de la norma ISO/IEC 17025-(vigente) Guía. MP-FE005-13
- [3] Manual de procedimientos. Trazabilidad de las mediciones. Política. MP-CA006-12
- [4] Manual de procedimientos. Ensayos de aptitud. Política. MP-FE005-13
- [5] Clasificación de subáreas para la participación en Programas de ensayos de aptitud de laboratorios de calibración.
- [6] NMX-EC-17043-IMNC-2010 Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para los ensayos de aptitud.
- [7] ISO 13528:2015 Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison.



# ASOCIACIÓN MEXICANA DE METROLOGÍA A.C

PUBLICACIÓN DE LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE METROLOGÍA A. C.



 @ammacmx

 ammac-mx

 ammac.mx