

DE LA METROLOGÍA



Metrología 2024: Innovación y Colaboración

Entrevista con M. en C. Arquímedes Ruiz
Orozco, Director General del CENAM

Medición de Presión en el Sistema
Alimentario Mundial

Mejorando la eficiencia y la seguridad
mediante la trazabilidad de las mediciones
digitales

Ensayo de aptitud en par torsional CENAM
(México) – ASMAR-T (Chile)(calibración de
transductores)

Ensayo de aptitud en fuerza para la
calibración de máquinas de ensayos en
modo compresión de 5 kN a 20 kN





Carta del Presidente

Es para nuestra querida asociación “AMMAC” un gran orgullo el poder presentar en modalidad electrónica nuestra revista “De la Metrología” que se ha ubicado en un excelente posicionamiento por el cumplimiento de su objetivo, que es la difusión del conocimiento principalmente de la ciencia de las mediciones, convencidos que es la base fundamental para la Infraestructura de la Calidad, la cual ha puesto a su disposición excelentes artículos por su contenido.

Aprovecho para dar mi amplio reconocimiento por el alto compromiso y gran desempeño para esta revista por parte de nuestra directora la M. en C. Maria de los Dolores Cerón Toledano, y al equipo editorial quien con base en su gran esfuerzo y tenacidad han logrado elevar aun más el prestigio de nuestra revista, logrando excelentes comentarios por aquellos profesionales de alto reconocimiento que han dedicado su tiempo en leer y poder expresar su opinión.

Por otro lado, esto no podría ser posible sin la fundamental colaboración del comité editorial, así como de los excelentes autores quienes en su trinchera y dedicando su valioso tiempo y animosos por la difusión del conocimiento, han logrado la calidad y éxito continuo.

Para nuestros lectores, les comparto que en este número tuvimos la gran oportunidad de poder realizar una exclusiva entrevista con el actual Director General del CENAM, el M. en C. Arquímedes Ruiz Orozco quien al recibir nuestra comitiva nunca nos imaginamos lo extensa y agradable que sería esta reunión de primera ocasión, y aunque fueron horas las invertidas en este encuentro se resumió a lo más importante expuesto en este volumen, espero sea de su agrado.

— Ing. Abel Chávez Reguera, Presidente de Consejo Directivo

Tabla de contenidos

01	Entrevista con M. en C. Arquímedes Ruíz Orozco, Director General del CENAM	Pág 07
02	Medición de Presión en el Sistema Alimentario Mundial	Pág 15
03	Mejorando la eficiencia y la seguridad mediante la trazabilidad de las mediciones digitales	Pág 23
04	Ensayo de aptitud en par torsional CENAM (México) – ASMAR-T (Chile)(calibración de transductores)	Pág 32
05	Ensayo de aptitud en fuerza para la calibración de máquinas de ensayos en modo compresión de 5 kN a 20 kN	Pág 40

Sobre AMMAC

La Asociación Mexicana de Metrología, A. C. se constituyó el 12 de julio de 1988 para integrar una comunidad de profesionales que se dedican a las mediciones, en todas sus aplicaciones, con la finalidad de difundir el conocimiento en nuestro país y divulgar los avances en la investigación y el desarrollo de nuevos métodos, y procedimientos de medición, nuevas regulaciones y nuevas tecnologías en todos los sectores del quehacer nacional.

Actividades y servicios:

EVENTOS Y CAPACITACIÓN

- Cursos sobre metrología y sus aplicaciones
- Talleres Teórico - Práctico
- Congreso Nacional e Internacional de Metrología
- Encuentros Nacionales de Metrología
- Conferencias y Seminarios

PUBLICACIONES

- Revista "De la Metrología"
- Boletín "Metro visión"

ASISTENCIA TÉCNICA

- Desarrollo de procedimientos y métodos de medición
- Desarrollo de sistemas de gestión de las mediciones
- Recomendaciones para la selección, uso, mantenimiento, calibración y verificación de instrumentos de medición.
- Diagnostico y recomendaciones para la adecuada operación de los organismos de evaluación de la conformidad.
- Metrología en normalización y desarrollo de procedimientos de evaluación de la conformidad (PEC)
- Vinculación con proveedores de servicios de evaluación de la conformidad

Editada:

Asociación Mexicana de Metrología A.C
Ixcateopan No. 157 B Col. Letrán Valle
C.P. 03650. Alcaldía Benito Juárez,
Ciudad de México.
55 5535 1187 — 55 6074 3539
www.ammac.mx
info@ammac.mx

Presidente:

Ing. Abel Chávez Reguera

Vicepresidente I

Ing. Carlos Enrique Lares Ponce

Vicepresidente II

M. en C. María de los Dolores Cerón
Toledano

Secretario:

Ing. Rosa María Herrera Hernández

Supervisión de contenido:

Dra. Flora E. Mercader Trejo
Dr. Raúl Herrera Basurto
Dr. (c) Froylán Martínez Suárez

Tesorero:

Mtro. Arturo César Salcedo

Diseño:

M. en C. Ilse Noguez Cerón

Créditos de imágenes: Getty Images





01

Innovación y Colaboración: Entrevista con M. en C. Arquímedes Ruiz Orozco, Director General del CENAM

¹ Vicepresidente II de la Asociación Mexicana de la
Metrología A.C.

M. en C. María de los Dolores Cerón Toledano



La metrología, la ciencia de las mediciones, es fundamental en la industria moderna, asegurando la exactitud y confiabilidad en las mediciones para la calidad en procesos, productos y servicios. El Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México, dirigido por el Maestro en Ciencias Arquímedes Ruiz Orozco, está en el corazón de estos avances. En esta entrevista, el Maestro Ruiz Orozco comparte su visión sobre el desarrollo de la metrología en México, la colaboración internacional y los desafíos futuros. Esta conversación es esencial para entender cómo el CENAM impulsa la innovación y el desarrollo económico del país.

Innovación y Economía Circular

A corto plazo, el Maestro Ruiz Orozco visualiza un CENAM renovado en infraestructura, con nuevas tecnologías y el desarrollo continuo de las competencias de su personal. A largo plazo, su objetivo es mantener la posición internacional del CENAM basada en sus capacidades de medición. Actualmente, el CENAM ocupa el noveno lugar entre más de 150 países, con 750 Capacidades de Medición y Calibración (CMC), lo cual es crucial para los tratados comerciales de México con 51 países, evitando así obstáculos técnicos en el comercio internacional. “Un CENAM fortalecido que recupere su posición en el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) mantendrá a México como referente internacional.” Puntualizó el dirigente del CENAM.

El Maestro Ruiz Orozco plantea trabajar con tres objetivos estratégicos: “calidad de vida”, enfocado en salud, seguridad y medio ambiente; “comercio”, apoyando transacciones en comercio nacional e internacional; y “productividad y competitividad”, aprovechando las oportunidades que ofrece la industria 4.0.

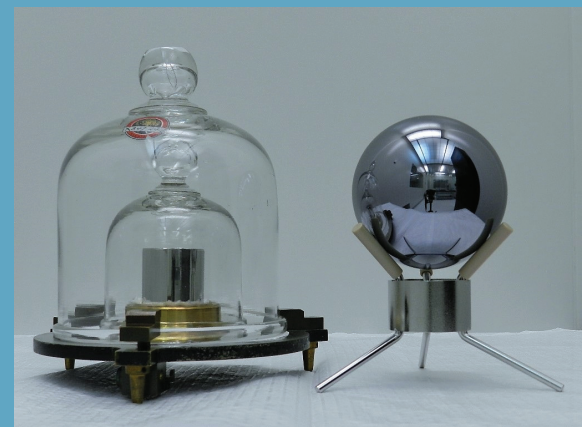


Además, el Maestro Ruiz Orozco destaca la importancia del CENAM en la Agenda 2030. La metrología contribuye a 9 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura. Este compromiso está vinculado con el Índice Nacional de Competitividad, así como con los sectores de energía, salud, alimentos y educación.

En el ámbito de la economía circular, el CENAM promueve la evaluación de residuos reciclables de las industrias del plástico y agua. El Maestro Ruiz Orozco explica: "Trabajamos con la industria y con el Instituto Nacional de Metrología de Alemania (PTB), que ha implementado prácticas de economía circular. Aplicando experiencias adquiridas, buscamos desarrollar nuevas tecnologías para el reciclado de productos y su reingreso a la cadena de valor".

Esta iniciativa no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también mejora la eficiencia y competitividad de las empresas mexicanas.

Créditos de imágenes: CENAM



Colaboración Nacional e Internacional

La colaboración es esencial en el trabajo del CENAM. A nivel nacional, el centro colabora estrechamente con dependencias gubernamentales como las Secretarías de Energía, Salud, Comunicaciones y Transportes (SICT), Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). El Maestro Ruiz Orozco resalta que esta interacción permite identificar oportunidades de mejora y desarrollo en múltiples sectores, promoviendo la integración interdisciplinaria e interinstitucional.

"En comunicación directa con grupos de trabajo multidisciplinarios, hemos creado el compromiso de revisar y cooperar en temas técnicos", comenta el Maestro Ruiz Orozco. Esta colaboración asegura que el CENAM esté alineado con los esfuerzos nacionales para mejorar la calidad y exactitud de las mediciones.

En el ámbito internacional, el CENAM mantiene relaciones sólidas con organizaciones como el Bureau Internacional de Pesas y Medidas (BIPM), el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) y el Sistema Interamericano de Metrología (SIM). Estas conexiones no solo garantizan que México esté alineado con los estándares globales, sino que también facilitan la evaluación y mejora continua de las capacidades y competencias metrológicas a través de revisiones por pares con los principales centros de metrología del mundo.



Desarrollo y Retención de Talento

Uno de los mayores retos que enfrenta el CENAM es la retención de talento. El Maestro Ruiz Orozco señala que muchos de sus mejores especialistas son reclutados por instituciones extranjeras, lo que, por una parte, reconoce la calidad de su formación, pero por otra, representa una pérdida significativa para el centro. Para abordar esto, el CENAM está trabajando en mejorar las condiciones laborales, creando un ambiente que incentive a los profesionales a continuar su carrera en México.

"Incrementar el presupuesto permite la transferencia de conocimientos a nuevas generaciones. Esto es crucial para mantener la operación eficiente del CENAM y asegurar su futuro", afirma el Maestro Ruiz Orozco.

Impacto Social y Económico

El impacto del CENAM en el desarrollo económico de México es considerable, especialmente en los tratados de libre comercio. El Maestro Ruiz Orozco subraya que la metrología es crucial para el comercio internacional, ya que los laboratorios acreditados pueden operar en mercados globales, apoyando a micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) a integrarse en cadenas globales de valor. "El desarrollo social y económico deben estar interrelacionados para que ambos crezcan", destaca el Maestro Ruiz Orozco.



Conciencia Pública y Difusión de la Metrología

A pesar de su importancia, la metrología sigue siendo poco conocida por el público general. El Maestro Ruiz Orozco menciona que están trabajando en estrecha colaboración con la Secretaría de Economía para incrementar la difusión y el reconocimiento de la metrología. "Participar con distintos actores y en diversos foros nos permitirá brindar mayor visibilidad y comprensión pública de la metrología".

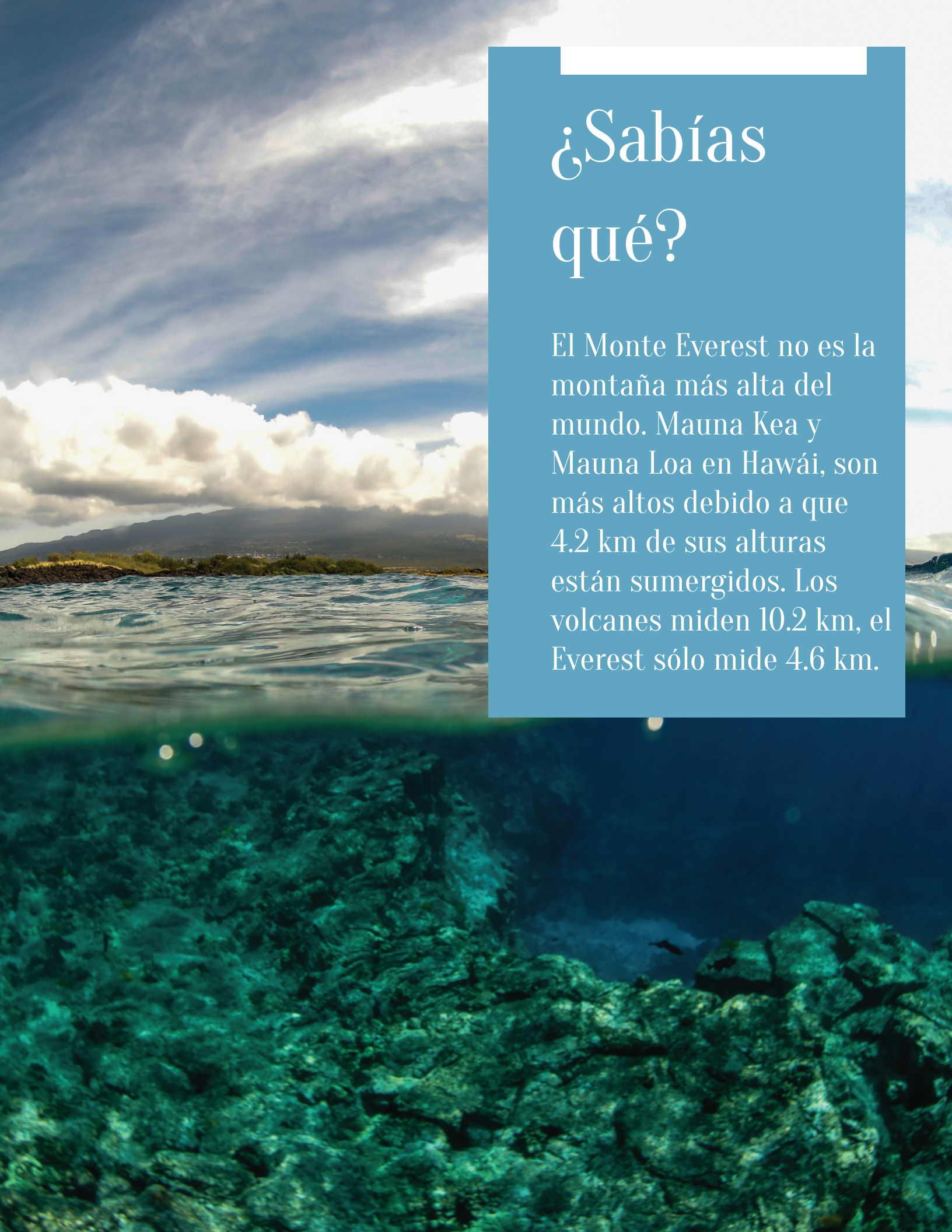
Futuro y Desafíos

El CENAM enfrenta desafíos importantes, como la transferencia generacional y la necesidad de inversiones continuas. El Maestro Ruiz Orozco está comprometido con garantizar una transición suave y eficiente hacia nuevas generaciones de metrologos, y sigue buscando el apoyo económico y presupuesto necesario para mantener y mejorar las capacidades del CENAM. "Hablando con compañeros, mencionan la edad en el tema del pase de estafeta. Y también hay un bloque de jóvenes con grandes capacidades y competencias que aspiran a ocupar niveles más altos", señala el Maestro Ruiz Orozco.

El Maestro en Ciencias Arquímedes Ruiz Orozco y el CENAM están a la vanguardia de la metrología en México, impulsando la innovación, colaborando a nivel nacional e internacional y enfrentando con valentía los desafíos del futuro. Su liderazgo y visión son esenciales para el desarrollo continuo de la metrología, asegurando que México siga siendo un jugador clave en el escenario global.

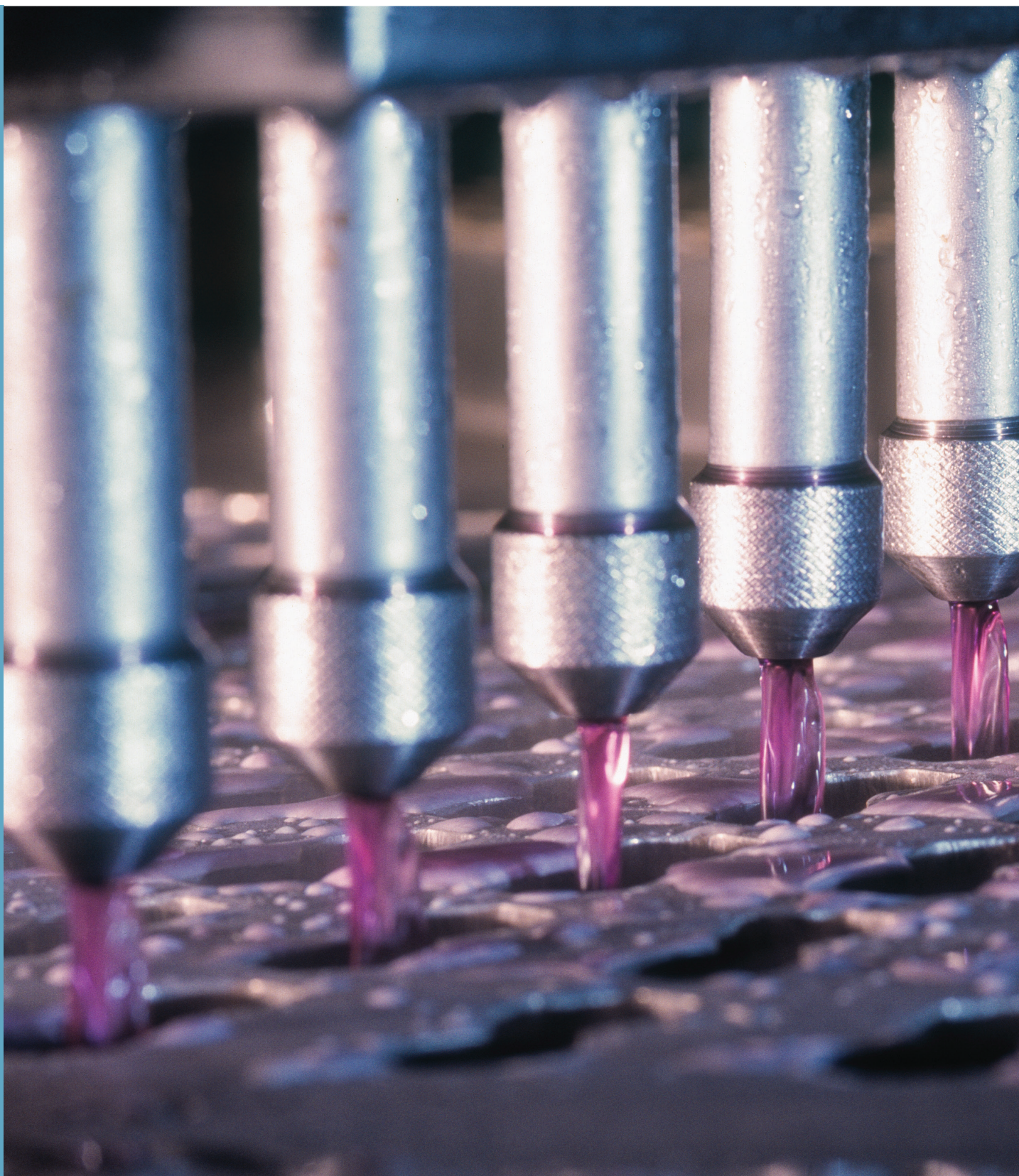
Agradecemos al Maestro Arquímedes Ruiz Orozco por esta entrevista. En ella, pudimos confirmar que es un padre amoroso, que disfruta la vida y que está profundamente comprometido con el CENAM, sus colaboradores y con México.

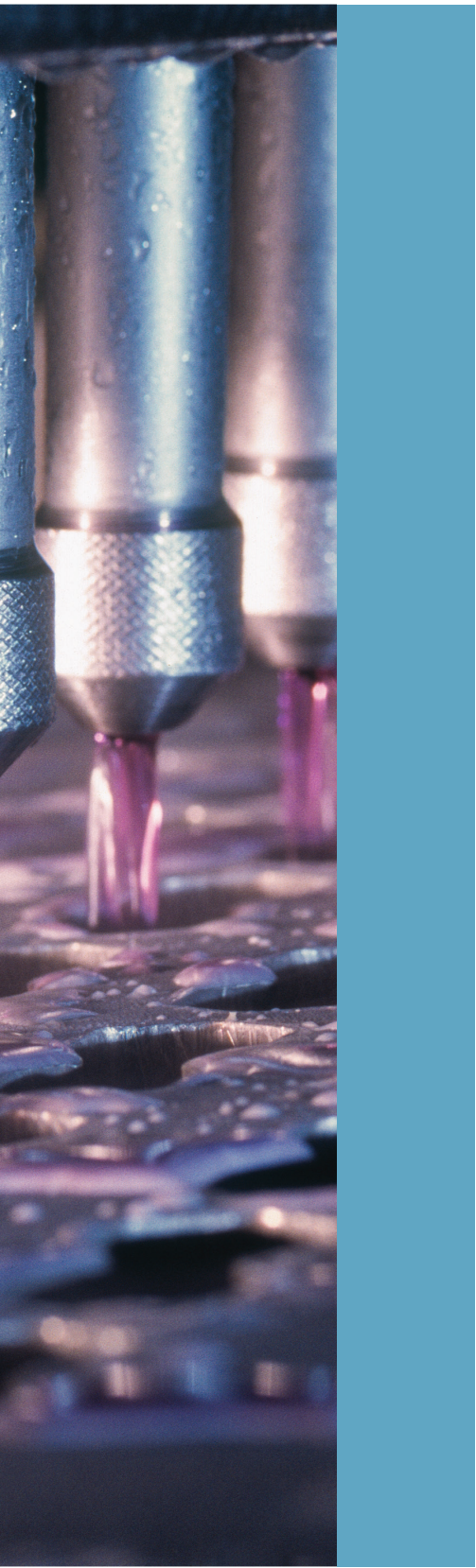


The background of the slide is a composite image. The top half shows a sunset or sunrise over a beach, with a large, bright sun partially obscured by clouds, casting a golden glow over the water and the dark silhouette of a mountain range in the distance. The bottom half of the image is an underwater shot, showing a rocky, textured seabed in shades of deep blue and green, with some light filtering down from the surface.

¿Sabías qué?

El Monte Everest no es la montaña más alta del mundo. Mauna Kea y Mauna Loa en Hawái, son más altos debido a que 4.2 km de sus alturas están sumergidos. Los volcanes miden 10.2 km, el Everest sólo mide 4.6 km.





02

Medición de Presión en el Sistema Alimentario Mundial

¹ Torres Guzmán J. C.
Centro Nacional de Metrología.
km 4.5 carretera a Los Cués. El Marqués. Querétaro.
+52 442 211 0572, jorge.torres@cenam.mx

Palabras clave: presión, medición, sistema

Resumen: Este artículo presenta un resumen de los tipos de presión, principios, aplicaciones y técnicas de medición de presión que se utilizan en el sistema alimentario mundial.

1. INTRODUCCIÓN

La presión es un parámetro importante en el sistema alimentario mundial, se utiliza para garantizar la calidad y seguridad en la producción de alimentos (ver Figura 1).

En este artículo, se presenta el papel de la medición de la presión en el sistema alimentario, incluidos sus principios, aplicaciones y técnicas.

Este artículo se basa en una presentación magistral realizada por el autor con motivo del día mundial de la metrología del año 2023 [1].

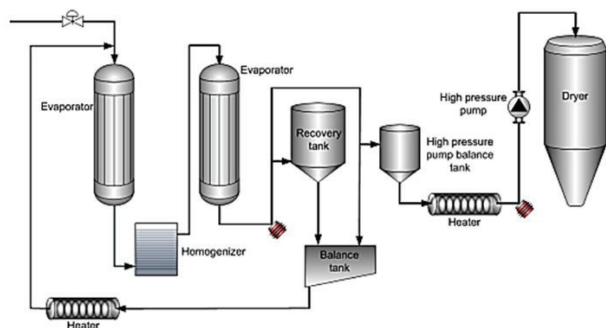


Figura 1. Ejemplo de un proceso alimenticio. Figura tomada de página pública en internet en la dirección <https://www.seita.com.co/aplicaciones/alimentos-y-bebidas/evaporacion-y-secado-spry-de-leche/>

2. PRINCIPIOS DE MEDICIÓN DE PRESIÓN

En el sistema alimentario, la medición de la presión se usa para determinar la presión dentro del equipo de procesamiento de alimentos, como tanques, tuberías y recipientes. En otros casos en los sistemas de envasado para bebidas o en latas y sistemas al vacío. Esto entre otras muchas aplicaciones. Por lo que la medición de la magnitud de presión es una de las más importantes en los procesos, conservación, almacenamiento y traslado de alimentos. Presión es una magnitud del Sistema Internacional de unidades (SI). Para esta magnitud, presión, existen varios principios de medición (ver Figura 2) [2], los cuales son importantes comprender en el contexto del sistema alimentario.

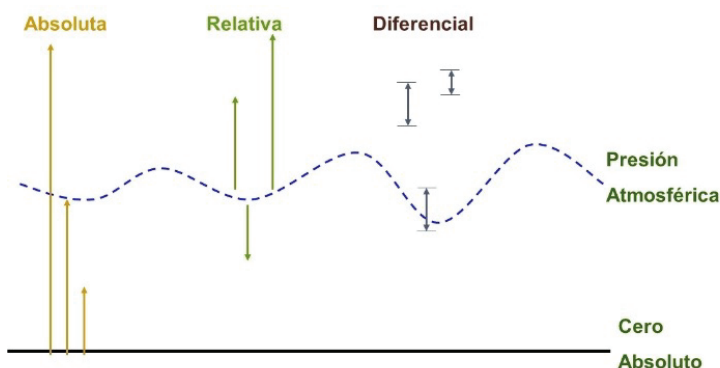


Figura 2. Medición de presión y sus principios de medición. Figura tomada del curso de presión básica del CENAM y utilizado en la página de red del CENAM (realizada por el propio autor).



i. Presión manométrica: La presión manométrica es el tipo más común de medición de presión utilizada en el sistema alimentario mundial. Mide la presión relativa con respecto a la presión atmosférica, que es de alrededor de 1 013 hPa (14.7 libras por pulgada cuadrada, psi) al nivel del mar. La presión manométrica se utiliza para monitorear la presión dentro del equipo de procesamiento, como tanques, tuberías y recipientes.



ii. Presión absoluta: La presión absoluta mide la presión relativa con respecto al cero absoluto. Se utiliza comúnmente en el sistema alimentario mundial cuando se trabaja con sistemas de baja presión, como el envasado al vacío. En el envasado al vacío, la presión dentro del envase se reduce a un nivel por debajo de la presión atmosférica para preservar la frescura y la calidad del producto alimenticio.



iii. Presión diferencial: La presión diferencial mide la diferencia de presión entre dos puntos. Se usa comúnmente en el sistema alimentario mundial para monitorear caudales y detectar fugas u obstrucciones en el equipo de procesamiento. Por ejemplo, en una planta de procesamiento de productos lácteos, los sensores de presión diferencial se utilizan para controlar la caída de presión en los filtros de leche, lo que puede indicar cuándo es necesario reemplazar los filtros.



3. APLICACIONES DE LA MEDICIÓN DE PRESIÓN

La medición de la presión juega un papel crucial en el sistema alimentario mundial y sus aplicaciones son amplias y diversas. Estas son algunas de las aplicaciones clave de la medición de presión en el sistema alimentario mundial:

a) Enlatado: la medición de la presión es un componente fundamental del proceso de enlatado, que se utiliza para conservar y esterilizar alimentos como frutas, verduras y carnes. La medición de la presión se utiliza para garantizar que los contenedores estén debidamente sellados y esterilizados. La presión dentro del recipiente de conservas se aumenta a un nivel específico, que es necesario para destruir cualquier bacteria, virus o espora que pueda estar presente.

b) Procesamiento de lácteos: en la industria láctea, la medición de presión se usa para monitorear y controlar la presión dentro de los equipos de procesamiento, como pasteurizadores, homogeneizadores y separadores. Por ejemplo, en un pasteurizador de leche, la medición de la presión se utiliza para garantizar que la leche se caliente a la temperatura adecuada y se mantenga a esa temperatura durante el tiempo necesario para matar cualquier bacteria dañina.

c) Bebidas: la medición de la presión es fundamental en la producción de bebidas carbonatadas, como refrescos y cerveza. La carbonatación se logra disolviendo gas dióxido de carbono en el líquido embotellado o enlatado bajo presión.

La presión dentro del recipiente debe controlarse cuidadosamente para lograr el nivel deseado de carbonatación. Demasiada presión puede hacer que el recipiente se rompa, mientras que muy poca presión puede dar como resultado una bebida de sabor plano.

d) Procesamiento de alimentos: la medición de presión se utiliza en varias etapas del procesamiento de alimentos, como mezclar, mezclar y cocinar. En la industria de procesamiento de carne, la medición de la presión se utiliza para garantizar que la carne se muele correctamente y se mezcla con otros ingredientes. En el horneado, la medición de la presión se usa para monitorear la presión dentro del horno, lo que afecta la textura y la calidad del producto terminado.

e) Envasado: la medición de la presión se utiliza en el envasado de productos alimenticios para garantizar que el material de envasado pueda soportar los cambios de presión que se producen durante el transporte y el almacenamiento. Por ejemplo, en la producción de bocadillos, se utiliza la medición de la presión para garantizar que las bolsas estén debidamente selladas y puedan soportar los cambios de presión que se producen durante el envío y la manipulación.



4. TÉCNICAS PARA MEDIR LA PRESIÓN

La medición de la presión es un aspecto crítico del Sistema Alimentario Mundial, ya que permite el monitoreo y control precisos de los procesos involucrados en la producción, procesamiento y envasado de productos alimenticios.

Estas son algunas de las técnicas de medición de presión comúnmente utilizadas en la industria.

o Galgas extensométricas: En la industria alimentaria, las galgas extensométricas se utilizan a menudo para medir la presión que ejercen los productos alimenticios sobre los equipos de procesamiento, como bombas o rodillos. Los medidores de tensión se conectan al equipo y miden el cambio en la resistencia eléctrica a medida que el equipo se deforma por la presión del producto alimenticio. Este cambio en la resistencia se convierte en una lectura de presión.

o Sensores piezoeléctricos: Los sensores piezoeléctricos convierten la acción de la presión en una señal de carga eléctrica. Cuando se aplica presión al sensor, la acción de la presión en el elemento eléctrico genera un cambio de la señal de carga que se puede medir y convertir en una lectura de presión. Los sensores piezoeléctricos se utilizan a menudo en la industria alimentaria para medir la presión dentro de los envases de alimentos, como latas o botellas.

o Transductores de presión: Los transductores de presión son dispositivos que convierten la presión en una señal eléctrica. Se utilizan comúnmente en la industria alimentaria para medir la presión en equipos de procesamiento, como tanques o tuberías. Los transductores de presión se pueden conectar a sistemas de adquisición de datos para registrar lecturas de presión a lo largo del tiempo.

o Sensores de presión digitales: Los sensores de presión digitales son dispositivos electrónicos que utilizan microprocesadores para medir la presión. Proporcionan alta precisión y resolución y se pueden usar en una variedad de aplicaciones de procesamiento de alimentos, como la medición de la presión de los gases utilizados en el envasado de alimentos.

o Calibradores Bourdón: Uno de los tipos más sencillos y utilizados de manómetros es el tipo Bourdón. Consiste en un tubo metálico doblado lleno de gas o líquido cuya presión queremos medir. Si la presión aumenta el tubo se endereza y mueve un índice (aguja) sobre una escala (carátula). Se encuentra en muchas aplicaciones como calderas a presión, recipientes a presión (ollas de presión de alta cocina o industriales) y muchas otras aplicaciones.



La selección adecuada del instrumento a ser utilizado es muy importante para garantizar mediciones efectivas y eficientes, las características más importantes a considerar son:

A. Intervalo de medición: la presión se puede medir en varias unidades diferentes, incluidas kilopascuales (kPa), bares, atmósferas (atm) y libras por pulgada cuadrada (psi). En el sistema alimentario mundial, las unidades de presión utilizadas suelen estar determinadas por las unidades de medida estándar del país o región; sin embargo, en el sistema internacional de unidades (SI) el pascal (Pa) es el oficial. El intervalo de medición debe ser seleccionado de acuerdo con la máxima presión esperada.

B. Exactitud e incertidumbre: La exactitud y la incertidumbre son críticas en la medición de presión en el sistema alimentario mundial. Las mediciones de presión exactas y precisas son necesarias para garantizar que el equipo de procesamiento funcione a los niveles de presión requeridos, lo cual es esencial para mantener la seguridad y la calidad de los productos alimenticios. Por lo que la clase de exactitud o la incertidumbre deben ser determinadas adecuadamente.

5. CONCLUSIONES

La medición de la presión es un componente crítico del sistema alimentario mundial; con aplicaciones que van desde el procesamiento de conservas y productos lácteos hasta bebidas, procesamiento de alimentos y envasado.

Se utiliza para garantizar la seguridad y la calidad de la producción de alimentos al monitorear y controlar la presión dentro del equipo de procesamiento. Al comprender los principios, las aplicaciones y las técnicas de medición de presión, podemos continuar mejorando la seguridad, la eficiencia, así como el cumplimiento de los estándares y regulaciones requeridos en la producción de alimentos.

La elección de la técnica de medición de presión dependerá de los requisitos específicos de la aplicación [3].

- Intervalo de presión a medir,
- Precisión requerida,
- Resolución,
- Condiciones ambientales.

Es fundamental calibrar periódicamente los equipos de medición de presión para garantizar lecturas precisas.

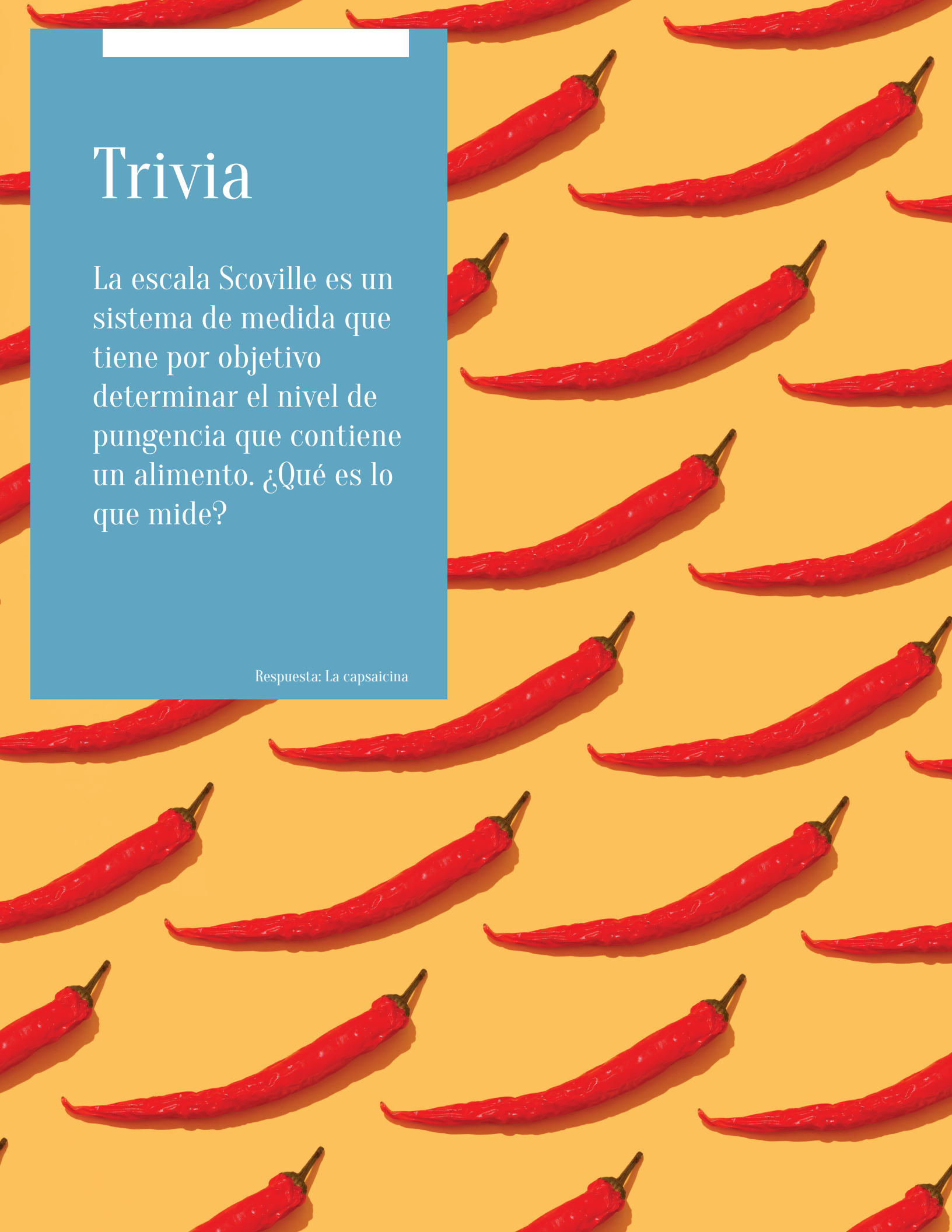
REFERENCIAS

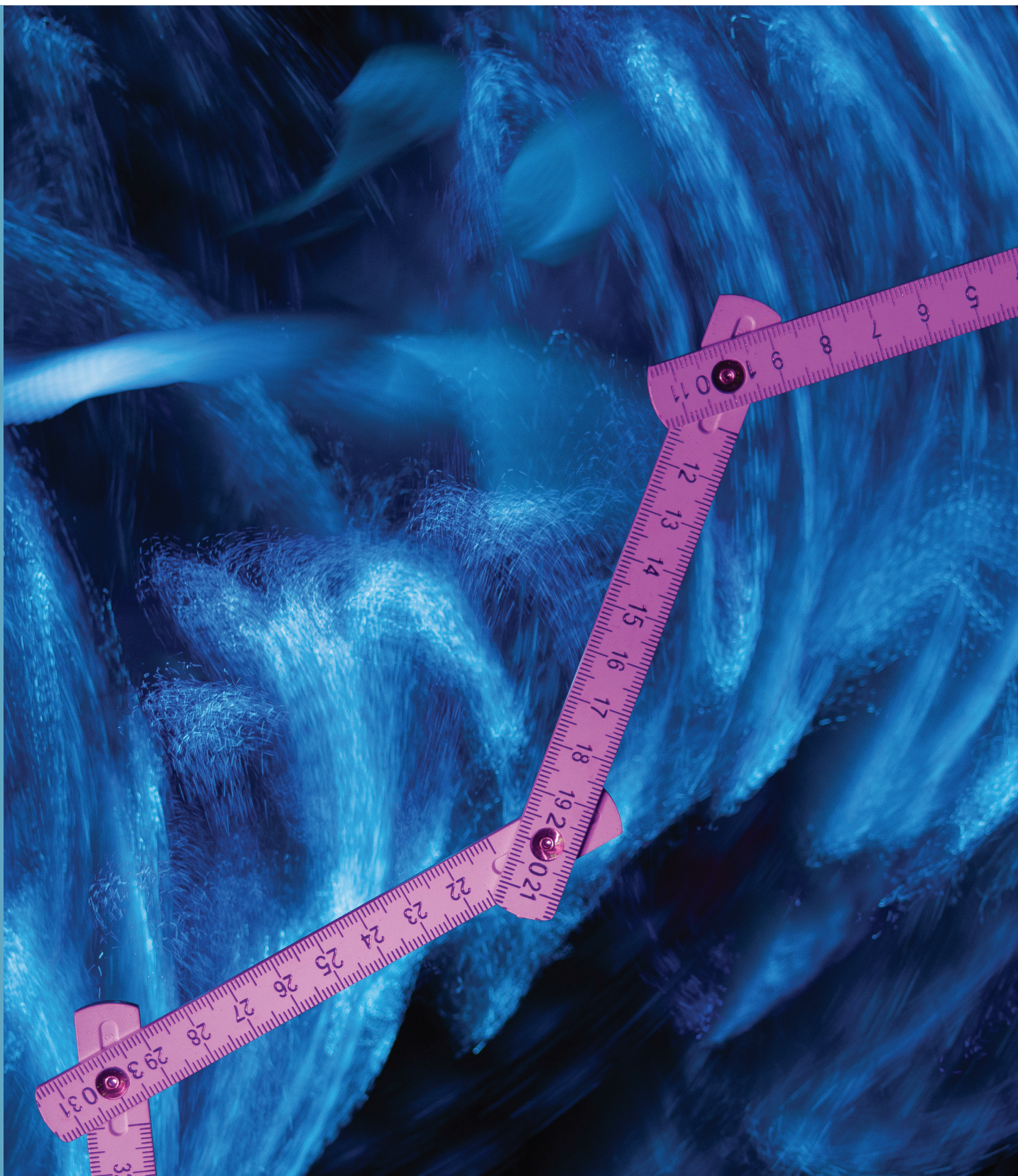
- [1] TORRES Guzmán J. C., Mediciones de presión en respaldo al sistema alimentario mundial. XIV Simposio de Metrología INACAL. Virtual, Perú. Mayo 2023.
- [2] TORRES Guzmán J. C., ARANZOLO Suárez J., Curso Básico de Metrología de Presión. CENAM. México. 2023.
- [3] MORENO P., OLVERA Arana P., TORRES Guzmán J. C., Guía técnica sobre trazabilidad e incertidumbre en la medición de presión con manómetros. EMA-CENAM. México. 2004.

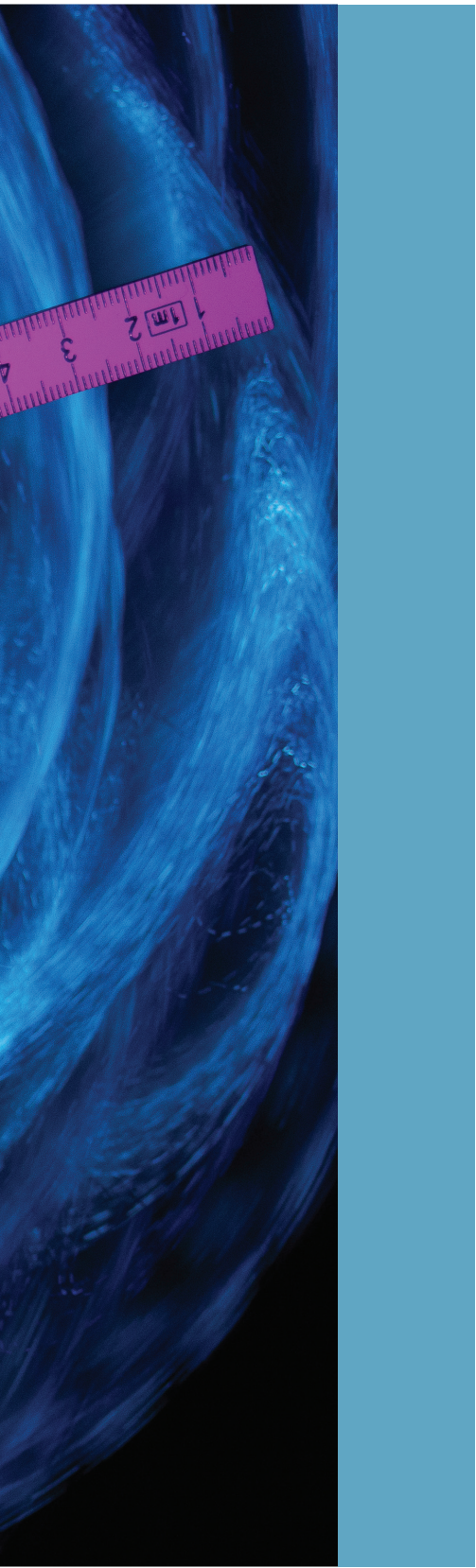
Trivia

La escala Scoville es un sistema de medida que tiene por objetivo determinar el nivel de pungencia que contiene un alimento. ¿Qué es lo que mide?

Respuesta: La capsaicina







03

Mejorando la eficiencia y la seguridad mediante la trazabilidad de las mediciones digitales

¹ Vicepresidente II de la Asociación Mexicana de la
Metrología A.C.
M. en C. María de los Dolores Cerón Toledano

La importante empresa BEAMEX, fundada en 1975 por Eero, Krister, Veijo y Nils-Erik, ha desarrollado varios informes técnicos de calibración. Su contenido aporta significativamente a diversos sectores industriales y, desde luego, a los laboratorios de Metrología y Calibración, derivado de la trascendencia de la Metrología 4.0 y la transformación digital en la que estamos inmersos.

A continuación, bajo la autorización de Beamex México, resumimos su opinión sobre la importancia de los certificados de calibración digitales (DCC por sus siglas en inglés) para la mejora en la eficiencia y la seguridad mediante la trazabilidad de las mediciones digitales.

El informe técnico inicia resaltando la siguiente nota: The need for a digital calibration certificate, “La necesidad de un certificado de Calibración Digital”, como punto de partida y reflexión sobre la importancia del uso de los DCC. Describe la importancia de la metrología como ciencia de las mediciones y su contribución fundamental a la actividad industrial moderna. Sin embargo, menciona que la digitalización de la metrología se ha quedado atrás respecto a otras industrias. Tal como establece Beamex, actualmente los resultados de la calibración y los registros de las mediciones todavía se basan en gran medida en impresiones de papel.

Los procesos que requieren datos metrológicos dependen del trabajo manual realizado por humanos, lo que es más lento y propenso a errores que una comunicación de máquina a máquina. Un DCC permitiría el almacenamiento electrónico de datos y el intercambio autenticado y cifrado de resultados de calibración, así como una interpretación más uniforme de dichos resultados y una trazabilidad mejorada, ya que al estar en formato digital las industrias en línea podrán de forma autónoma corregir los resultados de la calibración y seguir produciendo.

La capacidad de agregar fácilmente datos de numerosas fuentes permitiría un análisis adecuado en los procesos industriales, así como la creación de gemelos digitales para probar y mejorar los procesos. El resultado final sería una mayor eficiencia y seguridad, lo que conduciría a una disminución de costos y a la creación de nuevos modelos de negocio.

Beamex está trabajando como parte de una iniciativa presentada por Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), el instituto nacional de metrología de Alemania, para crear un formato DCC reconocido internacionalmente.

Muchos actores de la industria ya han comenzado a transformar sus operaciones internas para que sean digitales. Por ejemplo, algunos procesos industriales están utilizando una solución de calibración completamente digitalizada con un sistema de gestión central que también se integra con los sistemas Enterprise Resource Planning (ERP) que son una herramienta para centralizar y gestionar los procesos empresariales de manera que los mismos puedan optimizarse y asegurar la productividad del negocio y que ya existen en las organizaciones. Estas iniciativas de digitalización de la calibración mejoran la trazabilidad de las mediciones. Sin embargo, los actores externos, como los contratistas o proveedores de servicio, todavía dependen en gran medida de los certificados en papel, lo que resulta en una transformación digital incompleta.



Beamex menciona que el proyecto en la iniciativa del PTB incluye una definición de requisitos mínimos, desarrollo de casos, guías, software y actividades de promoción de la sensibilización y formación. Para garantizar el cumplimiento, el DCC se está creando para que cumpla con los requisitos de DIN en ISO/IEC 17025:2018-03. El proyecto denominado Gemimeg II es actualmente el proyecto líder destinado a impulsar aún más el desarrollo del DCC, con importantes inversiones tanto del gobierno alemán como de las empresas involucradas.

Estas iniciativas utilizan un modelo cooperativo para construir un estándar DCC y han avanzado hasta donde ya existe un DCC viable. En última instancia, el apoyo de los Institutos Nacionales de Metrología (NMI) será fundamental para garantizar la adopción generalizada de un estándar DCC.

Pero, en primer lugar, ¿por qué molestarse en cambiar a un DCC? La respuesta es observar cómo fluye la información entre organizaciones. Actualmente se utilizan certificados de calibración en papel y, con razón, el papel es familiar, se siente seguro y está en un formato que todos pueden entender. Sin embargo, esta dependencia del papel tiene desventajas reales.



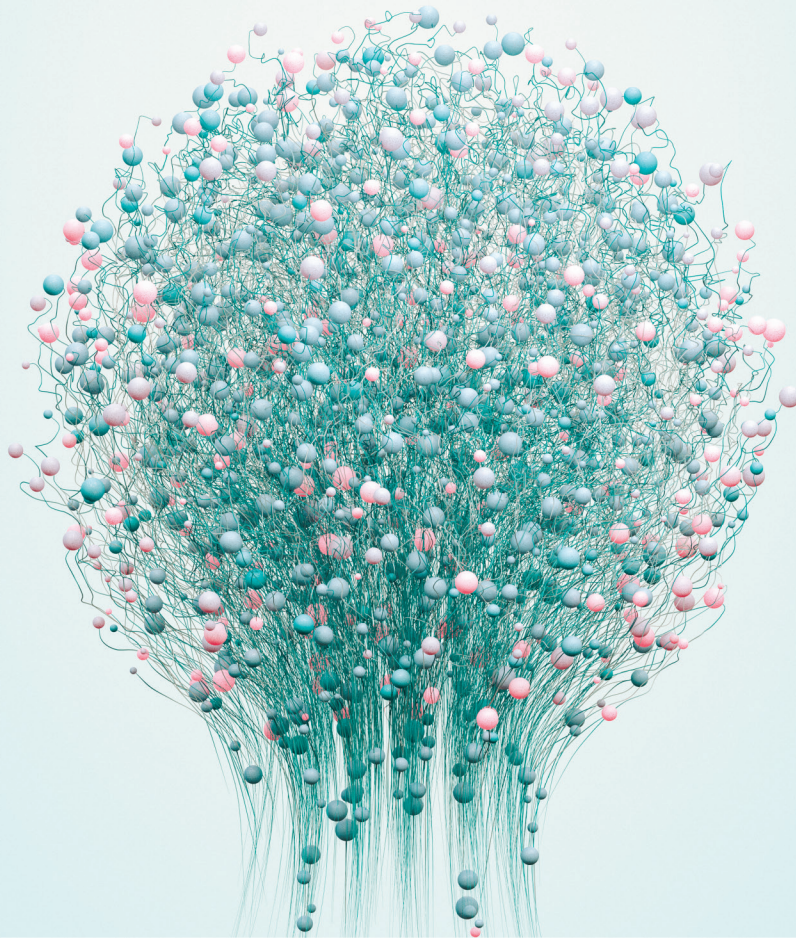
El primer problema es la posibilidad de error humano. En papel, la calibración requiere numerosos pasos y en cada paso hay la posibilidad de que se cometan errores. Para las industrias de procesos, esto puede introducir enormes costos si un calibrador o instrumento de referencia se sale de la tolerancia y también puede causar problemas de seguridad, por ejemplo, en las industrias farmacéuticas donde se prioriza la integridad de los datos.

La trazabilidad también se ve afectada negativamente por los procesos manuales en papel: encontrar los certificados es un proceso que requiere mucho tiempo, sin mencionar la necesidad de almacenar físicamente dichos documentos. Cuando llega el momento de extraer datos de tendencias, realizar análisis y tomar decisiones basadas en datos, el papel también tiene limitaciones, ya que puede llevar días crear un análisis de tendencias para un solo dispositivo. Cuando esto se amplía a los miles o decenas de miles de dispositivos que utilizan los principales actores de la industria, rápidamente se vuelve poco práctico. Y cuando aumenta la escala del uso de papel, como en las grandes empresas con cientos de contratistas externos, los problemas de la calibración basada en papel solo se amplifican.

Beamex aclara que es importante la creación de datos estandarizados para un DCC. Un DCC requiere un enfoque consistente para el ingreso de datos; actualmente diferentes proveedores pueden utilizar terminología diferente en la creación de un DCC. Tener un DCC estandarizado armonizaría la terminología y los datos en un certificado, facilitando las comparaciones y la gestión eficiente y sencilla de las referencias de calibración y del instrumento.

Actualmente, la mayoría de las referencias y datos de instrumentos se encuentran en sistemas aislados y se intercambian mediante métodos manuales en papel. Puede llevar días trazar una tendencia para un solo instrumento buscando manualmente en carpetas y cotejando los datos. Esto se vuelve insostenible en empresas que tienen que gestionar muchos instrumentos derivados de sus procesos de fabricación. Cuando todo es digital, la búsqueda de datos sobre un proceso específico o incluso un instrumento se vuelve fácil y rápida. De igual forma, la gestión de la calibración y el mantenimiento preventivo será más efectiva ya que, en lugar de comprobar los instrumentos a intervalos fijos, sólo sería necesario comprobarlos cuando el propio instrumento emite una alerta de que algo podría estar mal. Esto permite un enfoque basado en datos y riesgos para el mantenimiento y la calibración.

Beamex hace referencia que los DCC, cambian el status quo del papel a certificados digitales legibles por máquina: Esto significa que se puede acceder fácilmente al DCC de forma repetible y sin errores, y que la información se puede transferir automáticamente en formato digital, ha identificado 7 beneficios en la emisión de los certificados digitales los cuales describimos a continuación:



7. La seguridad cibernética: Es importante tener en cuenta que la seguridad es una cuestión clave para un DCC, lo que significa que debe existir un método sólido para demostrar la autenticidad de los datos y garantizar su integridad. Como los datos digitales se pueden copiar y transferir fácilmente, es necesario el uso de protección criptográfica. La seguridad no es el negocio principal de muchos de los actores de la industria de procesos o de los INM, por lo que la actual iniciativa DCC coopera con expertos en seguridad.

6. Flujos de trabajo flexibles y configurables por el cliente: Un DCC no exige una forma específica de trabajar al realizar calibraciones; es simplemente el formato de resultado de un proceso que ya está en curso en las organizaciones. Los clientes pueden utilizar sus procesos preferidos para realizar calibraciones y obtener un certificado digital que se puede compartir y buscar fácilmente, con todos los beneficios descritos anteriormente.

5. Trazabilidad para calibraciones más fácilmente demostrable: Cuando todos los datos están disponibles bajo demanda a través de la búsqueda digital, encontrar datos de calibración se vuelve más fácil y rápido. Esto es especialmente útil para auditorías y reemplaza procesos ineficientes basados en papel y que requieren muchos recursos.

4. Habilitar una gestión de la Calibración con un enfoque preventivo: La digitalización permite una verdadera gestión metrológica con enfoque preventivo y basado en riesgos. En lugar de comprobar los instrumentos a intervalos fijos, solo es necesario comprobarlos cuando el propio instrumento emite una alerta de que algo podría estar mal. Esto permite un enfoque basado en datos y riesgos para el mantenimiento y la calibración.



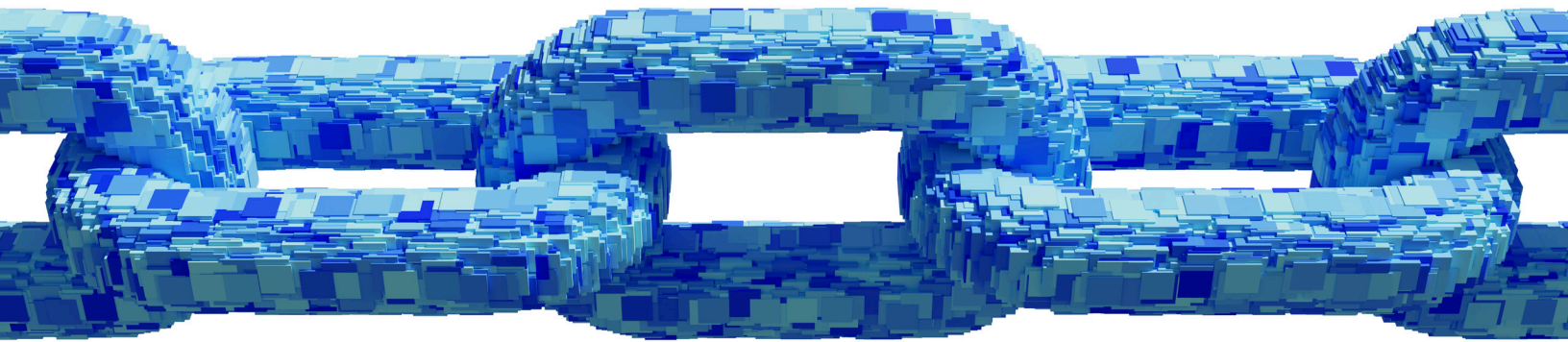
1. Análisis de datos más sencillo y creación de gemelos digitales: Con un DCC, todos los datos de calibración y del instrumento están en formato digital, lo que permite a la industria crear modelos utilizando datos de proceso y fabricación, incluido el error de medición. Estos modelos son representaciones digitales de modelos físicos, como los que se encuentran en las plantas de fabricación, llamados gemelos digitales. Un gemelo digital es una réplica digital exacta de un proceso, que se puede probar y analizar para encontrar mejoras en eficiencia y seguridad.

2. Apoyo a la transformación digital: Un DCC permitiría a los contratistas y laboratorios independientes conectarse fácilmente a un sistema central, y todos los certificados estarían en formato digital, lo que permitiría análisis y trazabilidad en formato digital, llevando a decisiones más inteligentes.

3. Creación de datos estandarizados: Un DCC requiere un enfoque coherente en la entrada de datos para que funcione. Actualmente, en la industria, diferentes actores pueden utilizar terminología diferente. Tener un DCC armonizaría la terminología y los datos en un certificado, facilitando las comparaciones y la gestión eficiente y sencilla de referencias de calibración y dispositivos de instrumentos.

Beamex considera que, en la práctica, un DCC es un archivo digital que las máquinas pueden compartir y leer fácilmente. Para lograr esto, el DCC se basa en XML, un lenguaje legible por máquina ampliamente utilizado que define un conjunto de reglas para la creación de documentos. Los datos deben ingresarse en el DCC de manera uniforme para crear un certificado universal que sea legible en todas las industrias. Idealmente, esto se logra automáticamente cuando el técnico realiza una calibración con un dispositivo o sistema compatible, generando un DCC al final del proceso.

Luego, este DCC necesita una forma acordada de compartirse para que el proceso pueda automatizarse y lograr todos los beneficios. Beamex cree que la nube es el mejor método para esto, ya que reemplaza las conexiones punto a punto entre una organización y partes externas, como los contratistas, cuya configuración requiere mucho tiempo y su cambio es igualmente largo y costoso. Con un sistema en la nube, el proceso de agregar o cambiar proveedores y contratistas se simplifica enormemente. Esto también permite una fácil ampliación sin necesidad de invertir en infraestructura de TI. Sin embargo, esto requerirá un servicio en la nube seguro en el que todos confíen y que sea aceptado por la industria de procesos, los INM y los contratistas.

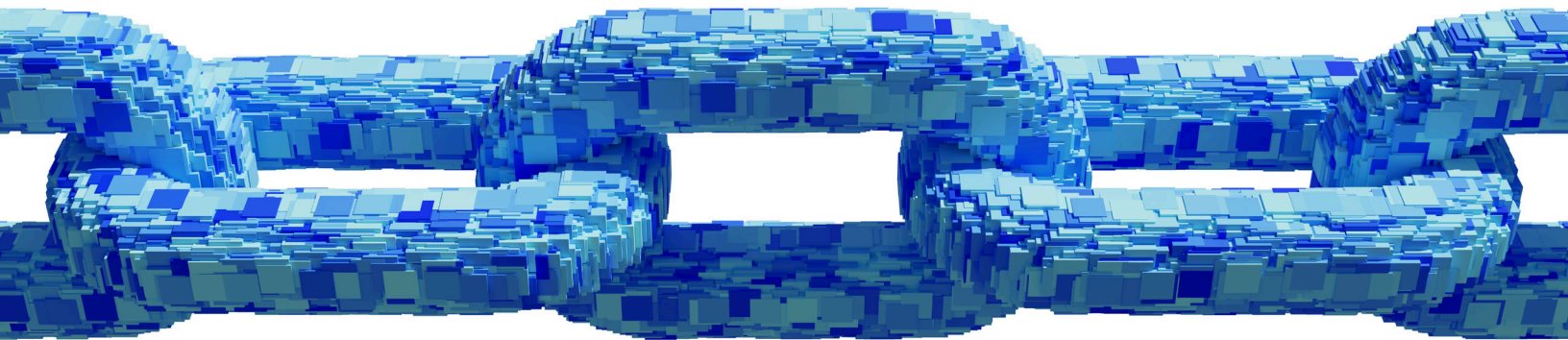


Finalmente, Beamex concluye que un DCC tiene el potencial de transformar la industria. En lugar de depender de procesos basados en papel, propensos a errores y que requieren mucha mano de obra, los datos de calibración digital podrían buscarse, compartirse y analizarse fácilmente. Esto no solo haría que las auditorías fueran más eficientes, sino que también permitiría que los datos se utilicen para crear gemelos digitales de procesos para encontrar mejoras en la eficiencia y la seguridad.

Para que un DCC sea una realidad, será necesaria la cooperación entre instituciones que establecen estándares, laboratorios, proveedores, así como los principales actores de la industria. Beamex ha estado digitalizando procesos durante 40 años y ve el DCC como una extensión natural de estos esfuerzos, por lo que estamos interesados en alentar a otros actores de la industria a unirse a estas iniciativas y contribuir a apoyar la implementación del DCC en todas las industrias.

Agradecemos infinitamente a Beamex México por permitirnos resumir en nuestra revista sus opiniones sobre la importancia e impacto que tienen los certificados digitales para un futuro que ya no podemos detener y al cual debemos acoplarnos para avanzar de forma conjunta.

Los invitamos a consultar el informe técnico original emitido por Beamex, donde usted podrá complementar y conocer la perspectiva de esta importante empresa sobre la emisión y características de un certificado digital, así como conocer las soluciones de calibración de alta gama y tecnología que ofrece.



REFERENCIAS

Beamex (2023). Improving efficiency and safety through digital measurement traceability. <https://resources.beamex.com/lp-improving-efficiency-through-digital-traceability>

UNA VISIÓN PARA EL PROCESO DCC:

- Todas las partes están registradas en un centro DCC en la nube aprobado por la industria. Se establece y aprueba una conexión entre las partes.
- Se crea automáticamente un registro de calibración (en formato XML) después de que el proveedor de servicios de calibración realiza una calibración y se envía al concentrador DCC.
- Si el registro DCC se autentifica como válido, se firma y se entrega al cliente de la industria.
- No autenticar el DCC genera un informe de error.
- El enfoque es fácilmente escalable ya que los nuevos proveedores externos aprobados simplemente necesitan registrarse y conectarse de forma segura al servicio en la nube.

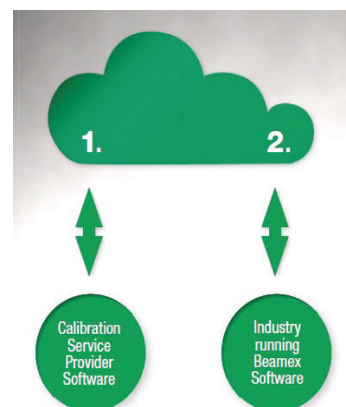
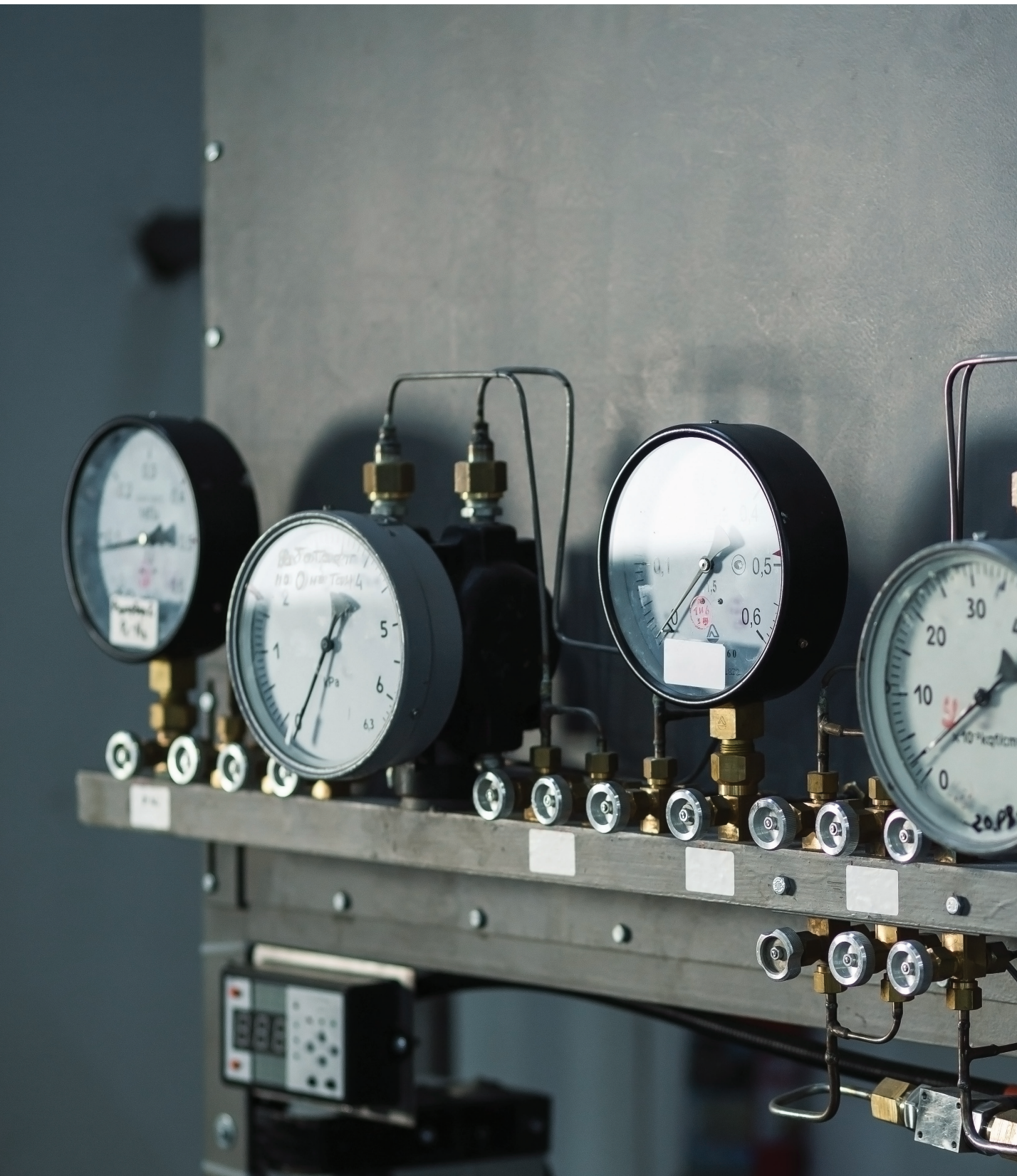


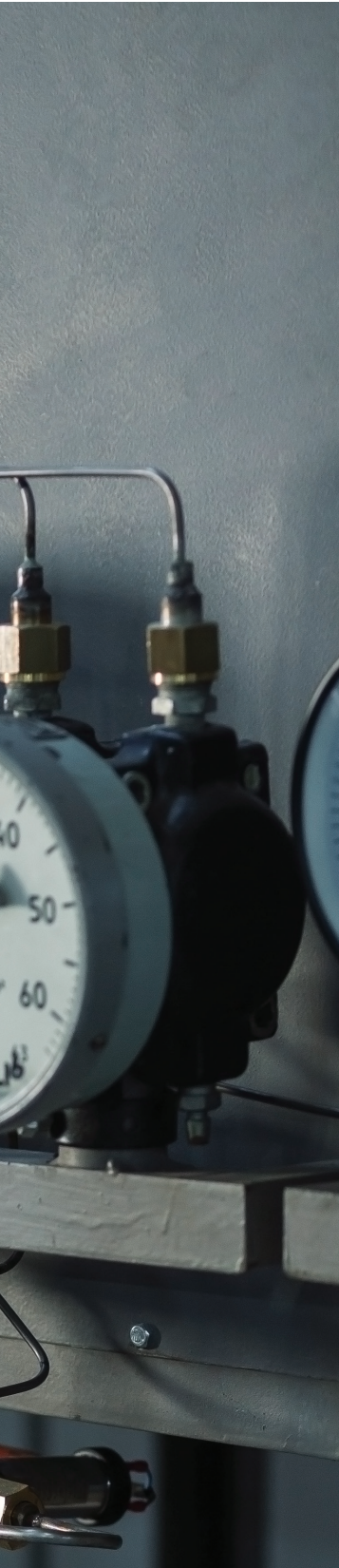
Imagen 1. Propiedad de Beamex (2023)
Improving efficiency and safety through digital measurement traceability



¿Sabías qué?

La unidad de medida “caballos de fuerza” se creó para comparar la potencia de los motores de pistón con la potencia de los caballos. Hoy los países utilizan el Whatt (W), una unidad del Sistema Internacional (SI) que mide la potencia.



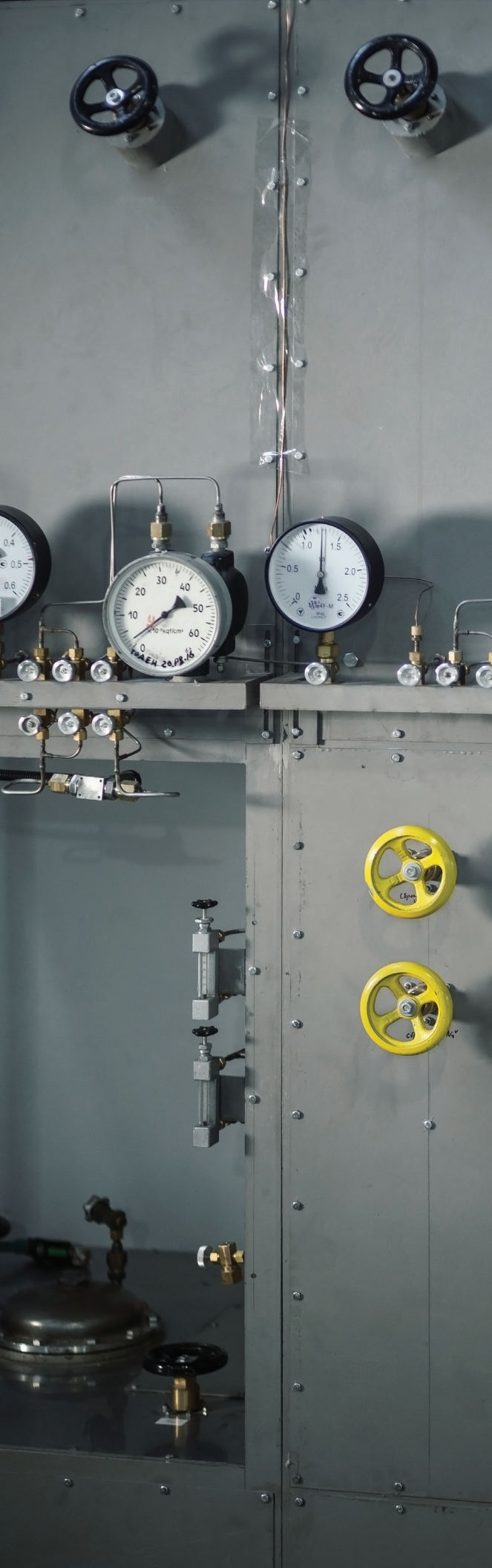


04

Ensayo de aptitud en par torsional CENAM (México) – ASMAR-T (Chile)(calibración de transductores)

¹ J Jesús Galván Mancilla / Juan Manuel López Manzano
Dirección de Fuerza y Presión – Centro Nacional de
Metrología – CENAM.

² René Gutiérrez Jarpa / Ricardo García. Astilleros y
Maestranza de la Armada de Chile – Base Naval Talcahuano.



Resumen.

El Laboratorio de calibración de Par Torsional de Astilleros y Maestranza de la Armada de Chile (Base Talcahuano), ha sido nominado a ser el Laboratorio Designado de Par Torsional en Chile a través del Instituto Nacional de Normalización INN, como ente regulador y metrológico del país; y para atender las necesidades de acreditación y cumplir con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017, solicitó al Centro Nacional de Metrología de México-CENAM, organizar un ensayo de aptitud (EA) en la magnitud de par torsional (PT) en la calibración de transductores. Éste ensayo de aptitud fue coordinado y piloteado por el Laboratorio de Par Torsional del CENAM, en su carácter de Laboratorio Primario Nacional de México.

Objetivo.

El objetivo del Ensayo ha sido evaluar la proximidad de concordancia de los resultados de la calibración de un transductor de par torsional, entre el laboratorio participante, contra los valores de referencia obtenidos por el laboratorio piloto, así como la competencia técnica del personal y la obtención de resultados técnicamente válidos.

El mensurando de la calibración del transductor en este ensayo, fue el error y la incertidumbre del instrumento bajo calibración - IBC, respecto a los valores de referencia.

El ensayo de aptitud se llevó a cabo del mes de septiembre al mes de noviembre de 2023, se realizó en una sola ronda de mediciones.

Características del EA.

El intervalo de medición del EA fue hasta 50 N·m, utilizando como patrón itinerante un transductor de PT de alta exactitud, marca HBM, clase 0.05 de acuerdo con la norma DIN 51309:2022 [1].

Proceso de medición.

Para llevar a cabo la calibración del transductor, se siguió el procedimiento descrito en la norma de referencia [1]. Los puntos evaluados fueron 5 N·m, 10 N·m, 20 N·m, 30 N·m, 40 N·m, 50 N·m, considerando solo mediciones en forma ascendente, en tres posiciones de montaje (0°, 120°, 240°) rotando el transductor sobre su eje cada 120° y en ambos sentidos de medición, horario (SH) y contra horario (SCH), Figura 1; con sus respectivas precargas al inicio de cada cambio de posición.

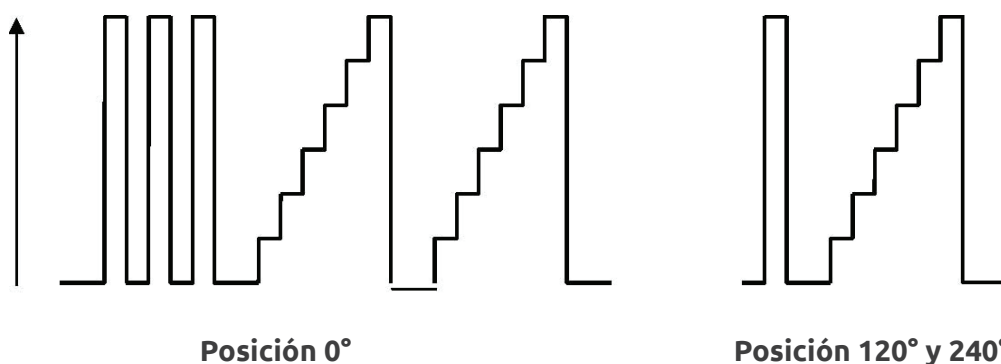


Figura 1. Secuencia de medición.

Resultados.

Para fines de este EA se usó, para la evaluación de los resultados, el valor del error normalizado (En), el cual se determinó de acuerdo con la siguiente ecuación:

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

Ecuación 1

de acuerdo con el modelo del error normalizado, si:

- 1 ≤ En ≤ +1 los resultados obtenidos por el laboratorio participante son aceptables, y
- 1 > En > +1 los resultados no son aceptables.

ISO/IEC-17043:2023 [2].

En las siguientes tablas y figuras, se muestran los resultados obtenidos por el Laboratorio piloto (CENAM) y el Laboratorio a comparar (ASMAR).

Todos los resultados son reportados en Sentido horario y Sentido contra horario, el signo (-) en lo referente al valor nominal y lecturas de los participantes, es solamente signo de convención e indica que se refiere al sentido contra horario de medición del transductor.

En primera instancia, en la Tabla 1, se muestran los valores de medición reportados por los laboratorios participantes.

Valor nominal	CENAM	ASMAR
N·m	N·m	N·m
50	50.010	49.980
40	40.006	39.990
30	30.004	29.977
20	20.003	19.983
10	10.001	9.993
5	5.010	4.996
0	-----	-----
-5	-5.000	-4.996
-10	-9.997	-10.002
-20	-19.994	-19.995
-30	-29.993	-30.002
-40	-39.991	-40.008
-50	-49.990	-50.011

Tabla 1. Lecturas de medición promedio de cada laboratorio.

En la Tabla 2 se observa la desviación del laboratorio participante respecto al laboratorio de referencia. En la Tabla 3 se muestran las incertidumbres de cada uno de los laboratorios, y finalmente en la Tabla 4, se observa el resultado correspondiente a el error normalizado del laboratorio participante respecto al laboratorio piloto.

CENAM	Desviación ASMAR	CENAM	Desviación ASMAR
N·m	% L	N·m	% L
50.010	-0.061	-49.990	0.042
40.006	-0.040	-39.991	0.042
30.004	-0.089	-29.993	0.030
20.003	-0.100	-19.994	0.007
10.001	-0.081	-9.997	0.046
5.001	-0.108	-5.000	-0.083

Tabla 2. Desviación del laboratorio participante respecto a los valores del laboratorio piloto.

Valor nominal	U_{CENAM}	U_{ASMAR}	Valor nominal	U_{CENAM}	U_{ASMAR}
N·m	% L	% L	N·m	% L	% L
50	0.050	0.091	-50	0.050	0.086
40	0.05	0.091	-40	0.050	0.086
30	0.051	0.094	-30	0.050	0.089
20	0.05	0.095	-20	0.051	0.087
10	0.052	0.096	-10	0.050	0.099
5	0.057	0.109	-5	0.050	0.095

Tabla 3.
Incertidumbres de laboratorio participante y laboratorio piloto; $k = 2$.

Valor nominal	ASMAR	Valor nominal	ASMAR
N·m	E_n	N·m	E_n
50	-0.58	-50	0.43
40	-0.39	-40	0.42
30	-0.83	-30	0.29
20	-0.93	-20	0.07
10	-0.74	-10	0.42
5	-0.88	-5	-0.78

Tabla 4. Error normalizado del laboratorio participante.

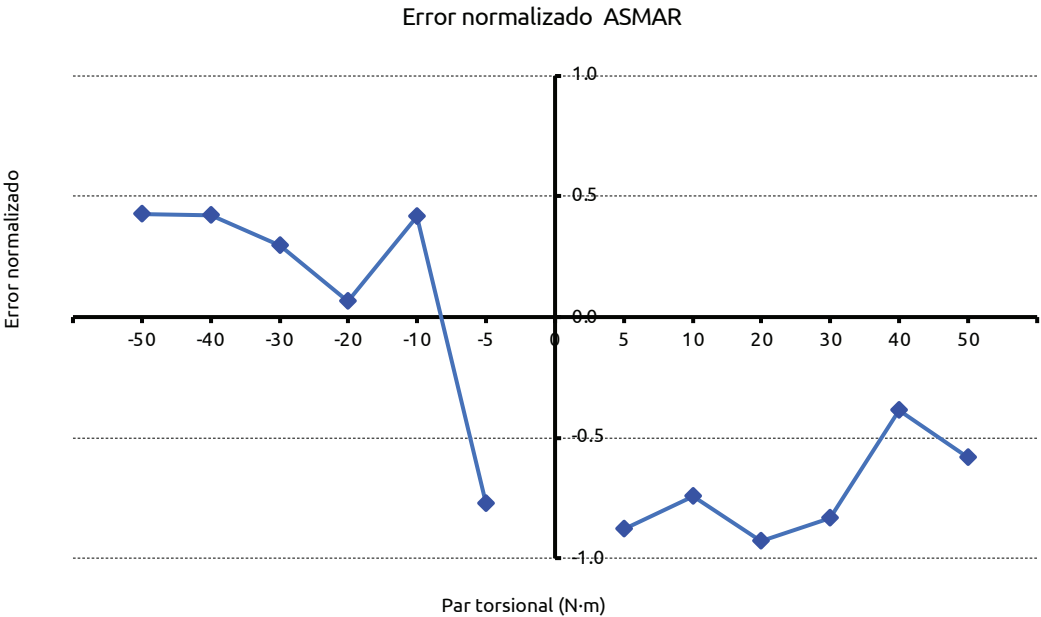


Figura 2. Gráfica del error normalizado del laboratorio

Observaciones y comentarios.

Como se aprecia en las tablas, el laboratorio tiene uniformidad en sus mediciones obteniendo resultados aceptables de acuerdo con el criterio del error normalizado y, por ende, resultados confiables.

Los resultados antes presentados son analizando el error e incertidumbre de cada participante después de haber realizado correcciones pertinentes.

Conclusiones.

Con los resultados enviados por el laboratorio y las desviaciones obtenidas con respecto a los valores de referencia y los cálculos revisados, se observó que en algunos puntos del sentido horario está cerca del límite de aceptación, por lo que es necesario llevar a cabo un análisis de su sistema de medición con el objetivo de encontrar posibles oportunidades mejora.

De acuerdo con el criterio de aceptación utilizado en el presente ensayo de aptitud, el laboratorio obtuvo un resultado satisfactorio, demostrando competencia técnica del personal y capaz de obtener resultados técnicamente válidos.

REFERENCIAS

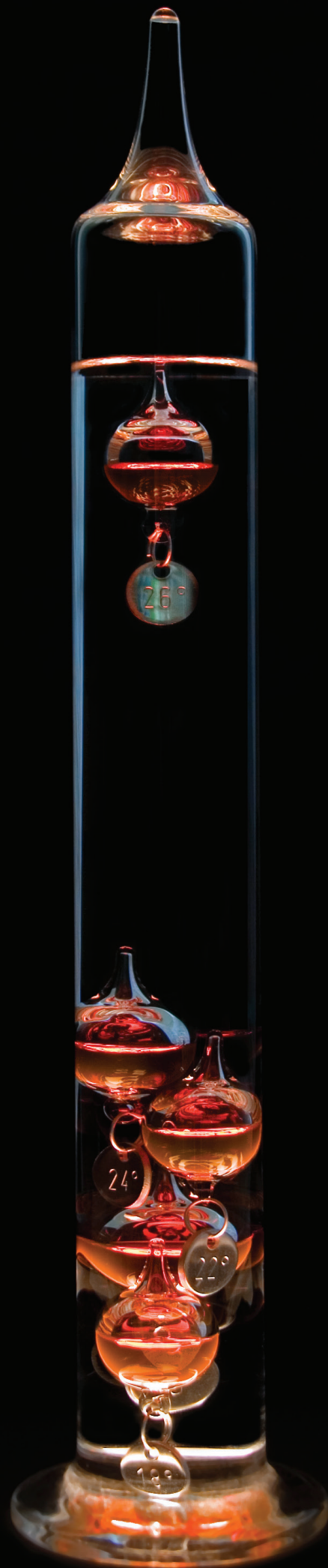
- [1] ISO/IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- [2] ISO/IEC 17043:2023 Evaluación de la conformidad – requisitos generales para los ensayos de aptitud.
- [3] CENAM, Simposio de Metrología 2010 "Proceso de realización de los ensayos de aptitud por comparación interlaboratorios".

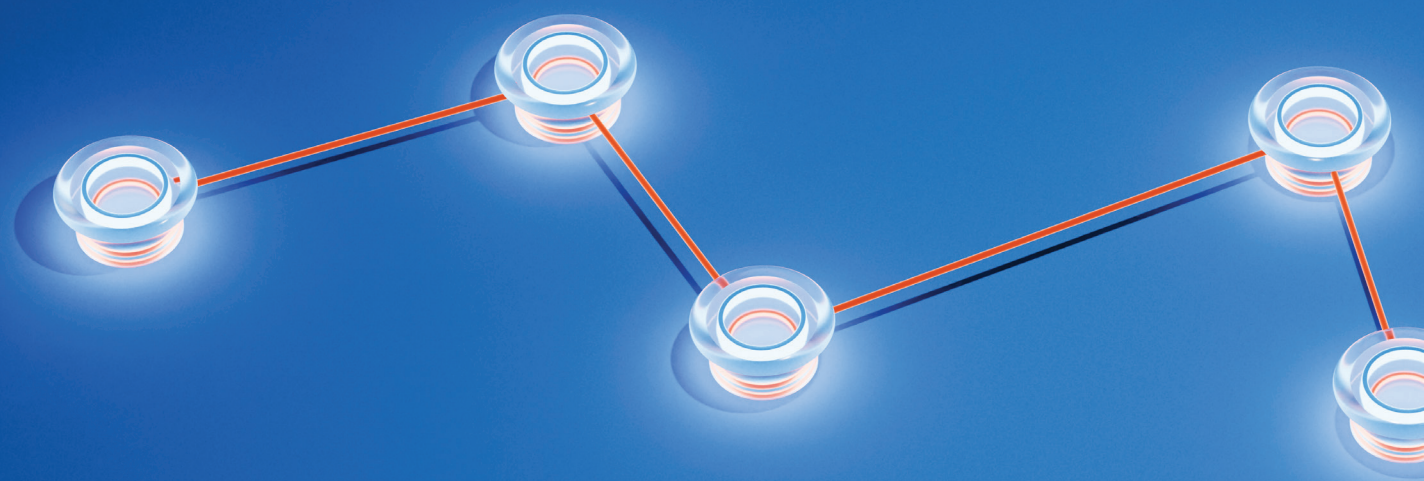


Trivia

El termómetro de Galileo utiliza esferas de vidrio, que se hunden o flotan dentro del agua para indicar la temperatura. ¿Qué unidad de medida se calibra para asegurar su correcto funcionamiento?

Respuesta: Densidad





05

Ensayo de aptitud en fuerza para la calibración de máquinas de ensayos en modo compresión de 5 kN a 20 kN

¹ Cárdenas Moctezuma A., Torres Guzmán J. C.
Centro Nacional de Metrología
km 4.5 carretera a Los Cués. El Marqués. Querétaro.
+52 442 211 0500, acardena@cenam.mx

Palabras clave: fuerza, ensayo de aptitud, máquinas de ensayo, compresión.

Resumen: En 2022, 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 5 kN a 20 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 8 puntos (5, 7, 9, 11, 13, 15, 18, y 20) kN. En el ensayo participaron 3 Laboratorios secundarios de calibración mexicanos y 1 Laboratorio secundario del extranjero.

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.

1. 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 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.

2. DESARROLLO

El ensayo de aptitud se identificó con el siguiente código:

CNM-EA-720-0001/2022

El intervalo de medición que se seleccionó para este ensayo fue de 5 kN a 20 kN con una máquina de ensayos marca SATEC Systems, modelo 60 HVL, número de serie 1393, escala de 60 kN, de alimentación eléctrica C.A. (Figura 1). Las fuerzas seleccionadas para ser calibradas fueron: 5 kN, 7 kN, 9 kN, 11 kN, 13 kN, 15 kN, 18 kN y 20 kN.



Figura 1. Máquina de Ensayos utilizada en el ensayo de aptitud CNM-EA-720-0001/2022.

2.1 Lineamientos generales

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

Se acotaron algunos puntos para la realización del ensayo, los cuales fueron los siguientes:

- Se deben proporcionar las lecturas tomadas en la calibración.
- Se deben proporcionar los valores de fuerza del patrón del laboratorio, con su incertidumbre, para cada punto de medición.
- Se debían proporcionar los valores de incertidumbre de cada fuente indicada en 5.4.4 del protocolo, para cada punto de medición.

2.2 Proceso de medición

En el protocolo se describió el siguiente proceso de medición:

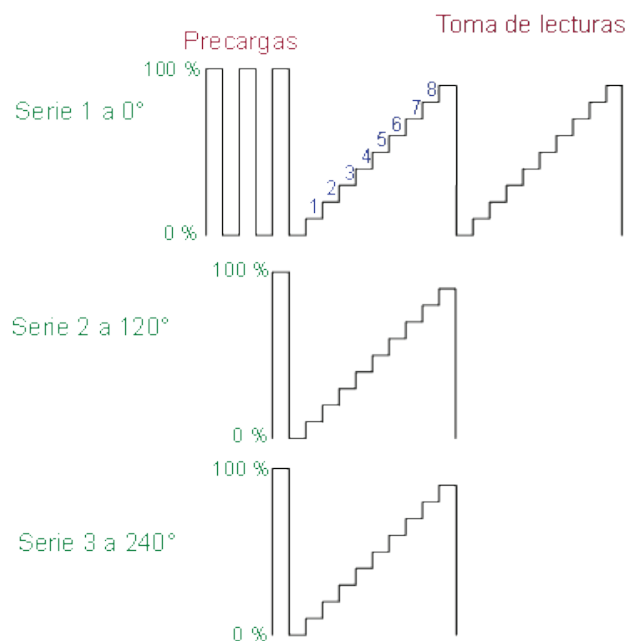


Figura 2. Proceso de toma de lecturas del ensayo de aptitud CNM-EA-720-0001/2022

Las fuentes de incertidumbre indicadas en el punto 5.4.4 del protocolo fueron las siguientes:

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

3. LABORATORIOS PARTICIPANTES

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

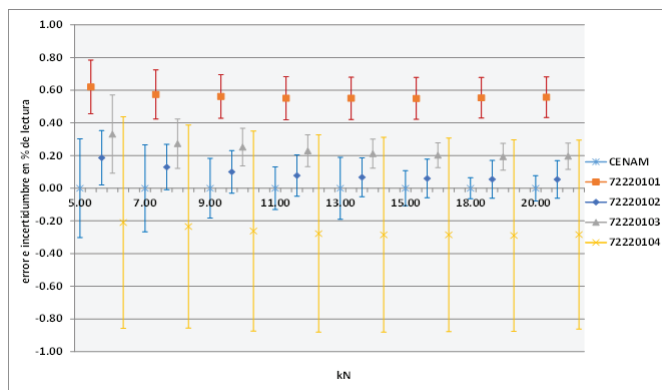
No.	Laboratorio
1	LAB-METRO CIA. LTDA.
2	Global Exact S.A. de C.V.
3	ZwickRoell S. A. de C.V.
4	Exactitud Metrológica Integral S. de RL. de C.V.

Tabla 1. Laboratorios participantes en el ensayo de aptitud
CNM-EA-720-0001/2022

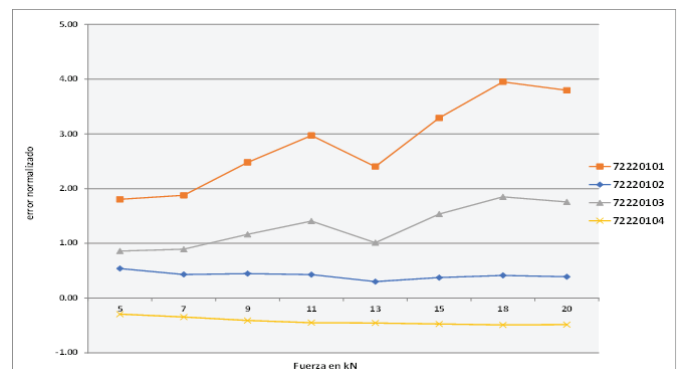
4. RESULTADOS

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. Las siguientes Gráficas presentan las desviaciones y las incertidumbres obtenidas en el ensayo de aptitud:



Gráfica 1. Error relativo de la Máquina de ensayos encontrada 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.

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

- Los laboratorios participantes realizaron mediciones de fuerza diferentes a los indicados en el protocolo, debido a la técnica de fijar un valor teórico en la máquina, y tomar la fuerza del patrón de calibración.
- Hubo laboratorios que consideraron los valores de las cuatro series para determinar el valor promedio.
- Hubo laboratorios que combinaron lecturas del patrón de calibración con lecturas de la máquina para estimar fuentes de incertidumbre.
- Hubo laboratorios que no cumplieron con las reglas del SI para la expresión de información, como números con separación de 3 dígitos, formato de fecha corta, etc.
- Hubo laboratorios que no entregaron la información de trazabilidad del patrón de calibración, por lo que hubo cálculos que no se pudieron evaluar para la incertidumbre que estimaron.

5. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se observó que es necesario un mejor conocimiento de las buenas prácticas de medición para calibrar máquinas de ensayos, así como una adecuada homogeneidad entre la descripción de los datos entre la hoja Excel para los cálculos y la descripción de la información, en el formato de informe de calibración.

Por lo anterior, en general, la capacitación técnica del personal en los laboratorios es un punto importante para mejorar, ya que se presentaron algunos criterios técnicos que deben corregirse

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

Participaron (4) laboratorios de los cuales: (2) laboratorios tuvieron los ocho puntos de medición con valor menor a 1 en Valor Absoluto en Error Normalizado, por lo que su participación se consideró como Satisfactorio, mientras que (2) laboratorios tuvieron cinco a más de los ocho puntos de medición mayor a 1 en Valor Absoluto en Error Normalizado, por lo que su participación se consideró como No 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.

