



**INFORME  
DE LABORES**  
CENTRO NACIONAL  
DE METROLOGÍA  
**2012**



## DIRECTORIO 2012

### SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Bruno Francisco Ferrari García de Alba  
Secretario de Economía

Eduardo Seldner Ávila  
Oficial Mayor

José Antonio Torre Medina  
Subsecretario de Competitividad y Normatividad

Christian Turégano Roldán  
Director General de Normas

### CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

Héctor O. Nava Jaimes  
Director General

René D. Carranza López Padilla  
Director de Metrología Eléctrica

J. Salvador Echeverría Villagómez  
Director de Metrología Física

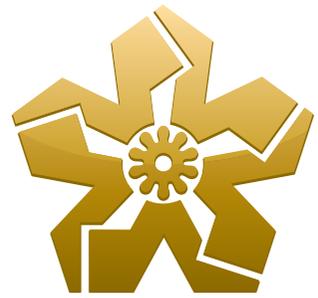
Yoshito Mitani Nakanishi  
Director de Metrología de Materiales

Ignacio Hernández Gutiérrez  
Director de Metrología Mecánica

Ismael A. Castelazo Sinencio  
Director de Servicios Tecnológicos

Guillermo S. Villalobos Castrejón  
Director de Administración y Finanzas

José Fernando Dosal Rivero  
Titular del Órgano Interno de Control



**INFORME  
DE LABORES**  
CENTRO NACIONAL  
DE METROLOGÍA  
**2012**



# ÍNDICE

Pág.

■	5	PRESENTACIÓN
■	7	ACRÓNIMOS Y SIGLAS
■	11	EL CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA
■	16	PATRONES DE MEDIDA
■	27	SERVICIOS
■	39	FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA NACIONAL DE MEDICIONES
■	51	RELACIONES INTERNACIONALES
■	63	OPERACIÓN DEL CENAM
■	81	ANEXO: PUBLICACIONES



## PRESENTACIÓN

Esta publicación se realiza para informar a nuestras autoridades, usuarios, colegas, pero particularmente a la sociedad a la cual servimos, sobre las labores realizadas por el CENAM en 2012.

En atención a las funciones establecidas en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización que nos rige, y de acuerdo a nuestra misión y nuestra actitud de servicio, hemos atendido los servicios que nos han sido solicitados asegurando su confiabilidad y observando estándares técnicos crecientes, manteniendo la excelencia operacional como uno de nuestros valores. Las actividades de desarrollo científico y tecnológico que se informan nos han permitido incorporar innovaciones para mejorar y extender dichos servicios. Mediante éstos, y actividades como la participación en tareas relacionadas con la evaluación de la conformidad y la divulgación del conocimiento en metrología, coadyuvamos, con nuestro desempeño, al fortalecimiento del sistema nacional de mediciones, desde sus cimientos hasta sus aplicaciones.

Como se sugiere, nuestra tarea no puede limitarse solamente a la prestación de los servicios de nuestro catálogo. La evolución de las necesidades de la industria y la sociedad requieren por un lado mejores exactitudes y más amplios intervalos de medición y más aún, atender

los retos que plantean especialidades emergentes como la biotecnología, comprendida la genómica, la cual presenta necesidades que ya están apremiando y que hemos podido atender, y las necesidades de las nanotecnologías cuyas primeras demandas se están haciendo presentes. Esto significa un esfuerzo importante en la actualización y mejora de las capacidades científicas y técnicas de nuestro personal.

Reconociendo el ambiente globalizado actual, y en consonancia con el compromiso de buscar la equivalencia de las mediciones efectuadas en el país con las de otras economías, el CENAM mantiene relaciones estrechas con la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) y los organismos relacionados, colabora de manera relevante en el Sistema Interamericano de Metrología, y en general mantiene y fortalece esquemas de colaboración con los institutos nacionales de metrología de un buen número de países.

En el Centro Nacional de Metrología mantenemos el empeño de trabajar con la visión puesta en un Centro con capacidades científicas y técnicas cada vez mayores, reconocidas internacionalmente, a fin de enfrentar eficaz y eficientemente las demandas de nuestra sociedad en materia de mediciones.

Atentamente

Héctor O. Nava Jaimes  
Director General



## ACRÓNIMOS Y SIGLAS

<b>ANCE</b>	Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico	<b>CGPM</b>	General Conference on Weights and Measures
<b>APEC</b>	Asia Pacific Economic Cooperation	<b>CIATEQ</b>	Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro
<b>ASTM</b>	American Society for Testing Materials	<b>CICATA</b>	Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada
<b>BIPM</b>	Bureau International des Poids et Mesures	<b>CIDESI</b>	Centro de Investigación y Desarrollo Industrial
<b>CARICOM</b>	Caribbean Community	<b>CIMAT</b>	Centro de Investigación en Matemáticas
<b>CCAyAC</b>	Comisión de Control Analítico y Ampliación de Cobertura	<b>CINVESTAV</b>	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional
<b>CCAUV</b>	Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration	<b>CIPM</b>	International Committee for Weights and Measures
<b>CCEM</b>	Consultative Committee for Electricity and Magnetism	<b>CIPM-MRA</b>	Mutual Recognition Arrangement of the CIPM
<b>CCL</b>	Consultative Committee for Length	<b>COFEPRIS</b>	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
<b>CCM</b>	Consultative Committee for Mass and Related Quantities	<b>CMC</b>	Capacidad de Medición y Calibración
<b>CCPR</b>	Consultative Committee for Photometry and Radiometry	<b>CNH</b>	Comisión Nacional de Hidrocarburos
<b>CCQM</b>	Consultative Committee for Amount of Substance	<b>COFUPRO</b>	Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce
<b>CCRI</b>	Consultative Committee for Ionizing Radiations	<b>COMIMSA</b>	Corporación Mexicana de Investigación en Materiales
<b>CCT</b>	Consultative Committee for Thermometry	<b>CONACYT</b>	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
<b>CCTF</b>	Consultative Committee for Time and Frequency	<b>CONCYTEQ</b>	Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro
<b>CCU</b>	Consultative Committee for Units	<b>COPANT</b>	Comisión Panamericana de Normas Técnicas
<b>CENAPA-SENASICA</b>	Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal	<b>CPEM</b>	Conference on Precision Electromagnetic Measurements
<b>CENICA</b>	Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental	<b>CROSQ</b>	CARICOM Regional Organization for Standards and Quality
<b>CFE</b>	Comisión Federal de Electricidad		



<b>DGN</b>	Dirección General de Normas	<b>MRTC</b>	Materiales de referencia trazables certificados
<b>EAWG</b>	Electrochemical Analysis Working Group	<b>MRIC</b>	Materiales de Referencia, Instrumentos y Calibraciones
<b>ECA</b>	Entidad Costarricense de Acreditación	<b>MSC</b>	Moisture Conditioning System
<b>EMA</b>	Entidad Mexicana de Acreditación	<b>NACMA</b>	North American Coordinate Metrology Association
<b>ENME</b>	Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica	<b>NCSLI</b>	National Conference of Standards Laboratories International
<b>GAWG</b>	Gas Analysis Working Group	<b>OAWG</b>	Organic Analysis Working Group
<b>IAAC</b>	Interamerican Accreditation Cooperation	<b>OEА</b>	Organización de los Estados Americanos
<b>IAFP</b>	International Association for Food Protection	<b>PROFECO</b>	Procuraduría Federal del Consumidor
<b>IAWG</b>	Inorganic Analysis Working Group	<b>QSTF</b>	Quality Systems Task Force
<b>ID</b>	Instituto Designado	<b>RECOPE</b>	Refinadora Costarricense de Petróleo
<b>IFAI</b>	Instituto Federal de Acceso a la Información y Protección de Datos	<b>SAGARPA</b>	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
<b>IMNC</b>	Instituto Mexicano de Normalización y Certificación	<b>SAWG</b>	Surface Analysis Working Group
<b>INAD</b>	International Noise Awareness Day	<b>SE</b>	Secretaría de Economía
<b>ININ</b>	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	<b>SFP</b>	Secretaría de la Función Pública
<b>INM</b>	Instituto Nacional de Metrología	<b>SI</b>	Sistema Internacional de Unidades
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization	<b>SIP</b>	Sistema de Internet de la Presidencia
<b>ISTWG</b>	Grupo de Trabajo de Tecnología Ciencias Industriales	<b>SIECA</b>	Secretaría de Integración Económica Centroamericana
<b>ITS</b>	International Temperature Symposium	<b>SMN</b>	Sistema Metrológico Nacional
<b>JCRB</b>	Joint Committee of Regional Metrology Organizations and the BIPM	<b>TCL</b>	Technical Commite for Length
<b>JICA</b>	Agencia de Cooperación Internacional del Japón	<b>UTC</b>	Coordinated Universal Time
<b>MMC</b>	Máquina de Medición por Coordenadas	<b>UTE</b>	Usinas y Transmisiones Eléctricas
		<b>WGMM</b>	Working Group for Material Metrology

**Institutos nacionales de metrología**

<b>Acrónimo</b>	<b>Nombre</b>	<b>País / Región</b>
<b>BAM</b>	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung	Alemania
<b>BNM-LNE</b>	Bureau National de Métrologie, Laboratoire National d'Essais	Francia
<b>BSJ</b>	Bureau of Standards Jamaica	Jamaica
<b>CEM</b>	Centro Español de Metrología	España
<b>CENAM</b>	Centro Nacional de Metrología	México
<b>CENAMEP</b>	Centro Nacional de Metrología de Panamá	Panamá
<b>CMI</b>	Ceský Metrologický Institut/Czech Metrology Institute	República Checa
<b>COHCIT</b>	Consejo Hondureño de Ciencia y Tecnología	Honduras
<b>CSIR-NML</b>	National Metrology Laboratory	Sudáfrica
<b>CSIRO</b>	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation	Australia
<b>DANIAmet-DFM</b>	Danish Fundamental Metrology	Dinamarca
<b>DMDM</b>	Directorate of Measures and Precious Metals	Serbia
<b>DPLA</b>	Danish Primary Laboratory for Acoustics	Dinamarca
<b>EMPA</b>	Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research	Suiza
<b>GUM</b>	Central Office of Measures	Polonia
<b>GNBS</b>	Guyana National Bureau of Standards	Guyana
<b>GLHK</b>	Instituto Nacional de Metrología de Hong Kong	Hong Kong
<b>HUT</b>	Helsinki University of Technology	Finlandia
<b>IBMETRO</b>	Instituto Boliviano de Metrología	Bolivia
<b>IFA</b>	Instituto de Física Aplicada	España
<b>INDECOPI</b>	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual	Perú
<b>INEN</b>	Instituto Ecuatoriano de Normalización	Ecuador
<b>INIMET</b>	Instituto Nacional de Investigaciones de Metrología	Cuba
<b>INMETRO</b>	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial	Brasil
<b>INRiM</b>	Instituto Nazionale di Ricerca Metrologica	Italia
<b>INTI</b>	Instituto de Metrología y Tecnología Industrial	Argentina



Acrónimo	Nombre	País / Región
<b>IPQ</b>	Instituto Português da Qualidade	Portugal
<b>INTN</b>	Instituto Nacional de Tecnología y Normalización	Paraguay
<b>IRMM</b>	Institute for Reference Materials and Measurements	Europa
<b>KEBS</b>	Kenya Bureau of Standards	Kenia
<b>KRISS</b>	Korea Research Institute of Standards and Science	República de Corea
<b>LACOMET</b>	Laboratorio Costarricense de Metrología	Costa Rica
<b>LATU</b>	Laboratorio Tecnológico del Uruguay	Uruguay
<b>LGC</b>	Laboratory of the Government Chemist	Reino Unido
<b>LNE</b>	Laboratoire National d'Essais	Francia
<b>METAS</b>	Swiss Federal Office of Metrology and Accreditation/Office Fédéral de Métrologie et d'Accréditation	Suiza
<b>MKEH</b>	Magyar Kereskedelmi Endegélyezési Hivatal/ Hungarian Trade Licensing Office	Hungría
<b>MIKES</b>	Mittatekniikan Keskus/Centre for Metrology and Accreditation	Finlandia
<b>MSL</b>	Measurement Standards Laboratory of New Zealand	Nueva Zelanda
<b>NIM</b>	National Institute of Metrology	China
<b>NIST</b>	National Institute of Standards and Technology	Estados Unidos de América
<b>NMIJ</b>	National Metrology Institute of Japan	Japón
<b>NPL</b>	National Physical Laboratory	Reino Unido
<b>NPLI</b>	National Physical Laboratory of India	India
<b>NRC</b>	National Research Council	Canadá
<b>ONNUM</b>	Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida	Costa Rica
<b>PTB</b>	Physikalisch-Technische Bundesanstalt	Alemania
<b>SENCAMER</b>	Servicio Autónomo de Normalización, Calidad Metrología	Venezuela
<b>SIC</b>	Superintendencia de Industria y Comercio	Colombia
<b>SMU</b>	Slovenský Metrologický Ústav / Slovak Institute of Metrology	Eslovaquia
<b>SP</b>	SP Swedish National Testing and Research Institute	Suecia
<b>UME</b>	Ulusal Metroloji Enstitüsü	Turquía



Acrónimo	Nombre	País / Región
VNIIFTRI	All-Russian Scientific and Research Institute for Physical-Technical and Radio-Technical Measurements	Rusia
VNIIM	D.I. Mendeleev Institute for Metrology	Rusia
VSL	Dutch Metrology Institute	Holanda

### Organizaciones regionales

Acrónimo	Nombre (región y países)
ANDIMET	(Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela)
ANMET	APEC Network for Materials Properties Evaluation Technology
APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation
APMP	Asia Pacific Metrology Programme (Países de la Cuenca del Pacífico)
CAMET	(Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá)
CARIMET	(Antigua and Barbuda, Bahamas, Barbados, Dominica, Republica Dominicana, Grenada, Guyana, Haiti, Jamaica, St. Lucia, St. Kitts and Nevis, St. Vincent and Grenadines, Suriname y Trinidad and Tobago)
COOMET	Euro-Asian Cooperation of National Metrology Institutions (Europa Oriental y Cuba)
EURAMET	European Association of National Metrology Institutes
NORAMET	(Canadá, México y Estados Unidos de América)
SIM	Sistema Interamericano de Metrología (América con excepción de Cuba)
SURAMET	(Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)



EL CENTRO  
NACIONAL DE  
METROLOGÍA

INFORME  
DE LABORES  
CENTRO NACIONAL  
DE METROLOGÍA  
2012



## EL CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

La metrología, ciencia de las mediciones y sus aplicaciones, constituye una base ineludible para la industria, la sociedad, la ciencia y la tecnología. Sin el soporte de mediciones una ciencia se convertiría en especulación, una industria en artesanía, y una sociedad podría perder cohesión.



El Centro Nacional de Metrología – CENAM – tiene la función de establecer y mantener los patrones nacionales de medida, referencias necesarias para alcanzar la uniformidad y confianza en las mediciones de naturaleza física o química que se realizan en México de manera cotidiana, las necesarias para promover la calidad de vida de la población, en sus aspectos de preservación de la salud y seguridad humanas, el cuidado del ambiente, la equidad de las transacciones comerciales y la competitividad de la industria nacional.

Tales referencias propician que las mediciones dentro del país sean comparables, y contribuyen a asegurar que también lo sean con las correspondientes de otras economías con las cuales tenemos relaciones comerciales.

Los patrones nacionales constituyen la realización de las unidades del Sistema Internacional en México, mismas que han sido acordadas con la finalidad de armonizar las mediciones entre los países; para este objeto, el CENAM trabaja para asegurar la equivalencia de los patrones nacionales con los de otros países. Por otro lado, la diseminación, a partir de los patrones nacionales, de tales unidades a las mediciones cotidianas se lleva a cabo mediante servicios de calibración, efectuados por el CENAM como primera etapa de la diseminación, y que se continúa por medio de otros laboratorios del Sistema Nacional de Calibración.

Formalmente, el CENAM es un organismo descentralizado dependiente del gobierno federal, cuyas funciones están establecidas en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Como tal, estimamos que el CENAM es un bien público de servicio, investigación y desarrollo en materia de metrología, parte de la infraestructura nacional para la competitividad del país para enfrentar los compromisos de comercio con otras economías, para servir a la sociedad mexicana en materia de metrología, y coadyuvante del gobierno federal en el fortalecimiento del sistema nacional de mediciones mediante su participación en los organismos públicos y privados que sean pertinentes, como la Comisión Nacional de Normalización.



Por sus funciones, el CENAM es considerado el instituto nacional de metrología –INM– de México. Por otro lado, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) y el Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA) son los laboratorios designados por la autoridad como encargados de establecer y mantener los patrones nacionales en el campo de las radiaciones ionizantes y fracción de cantidad de ozono en el aire, respectivamente.

### Misión

Apoyar a los diversos sectores de la sociedad en la satisfacción de sus necesidades metrológicas, presentes y futuras, con el establecimiento de patrones nacionales de medición, el desarrollo de materiales de referencia y la diseminación de sus exactitudes por medio de servicios tecnológicos de la más alta calidad, para incrementar la competitividad del país, contribuir al desarrollo sustentable y mejorar la calidad de vida de la población.

### Visión

Ser una organización científica y tecnológica de excelencia en el ámbito de la metrología a nivel nacional e internacional; origen de la trazabilidad de las mediciones en el país; reconocida por la eficiencia y confiabilidad de sus servicios; puente efectivo entre el conocimiento y sus aplicaciones; promotora de la cultura metrológica, que trabaja con personal de reconocido prestigio en un ambiente de superación integral continua y de sólidos valores éticos.

## Integridad • Actitud de Servicio Excelencia Operacional • Innovación

Son los valores a cuya observancia el personal del CENAM estamos comprometidos

### Valores

#### Integridad

Actuar con honestidad, lealtad institucional, responsabilidad social y ética profesional en todos nuestros actos.

#### Actitud de Servicio

Comunicación estrecha que nos permita ofrecer una respuesta efectiva a las necesidades de nuestros clientes.

#### Excelencia Operacional

Cumplimiento estricto de la normatividad, procedimientos aplicables y condiciones contractuales del servicio.

Trabajo en equipo que integre nuestras mejores capacidades en beneficio del cliente.

Mejora continua de procesos y servicios para ofrecer soluciones oportunas y de mayor valor.

#### Innovación

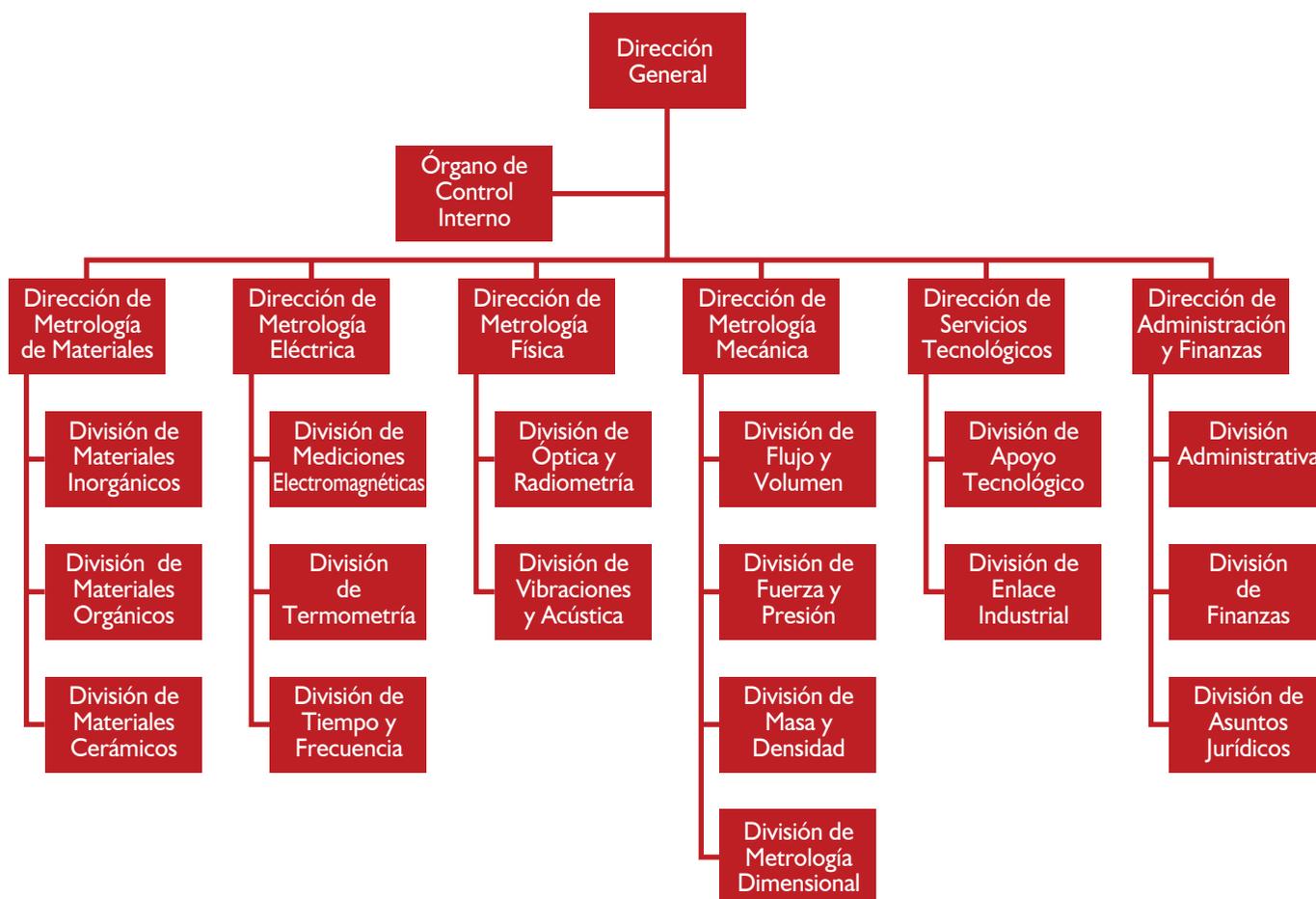
Aprendizaje constante, creatividad y actitud innovadora en el desarrollo de nuestros servicios para enfrentar la evolución de las necesidades metrológicas de nuestros clientes.

### Organización

La organización del CENAM está dirigida por su Director General, cuatro direcciones enfocadas a aspectos técnicos, una de apoyo tecnológico y otra dedicada a la administración de la institución.

A su vez, cada dirección tiene divisiones a cuya responsabilidad se encomienda la ejecución de las operaciones del Centro.

Un órgano interno de control completa la estructura a fin de dar cumplimiento a las disposiciones respectivas de la administración pública federal.



Estructura orgánica del CENAM.  
El 16 de Noviembre del 2012 la estructura orgánica del CENAM cambió.



Esquema de la organización de los procesos de servicio.

Los procesos con los cuales el CENAM atiende las necesidades de sus usuarios, tienen su inicio en el área de servicios tecnológicos, continúan con la realización de las actividades técnicas en el área que corresponda de acuerdo a la especialidad –metrología eléctrica, física, de materiales o mecánica– y los resultados son entregados al usuario por la propia dirección de servicios tecnológicos. El área de administración y finanzas provee soporte a lo largo del proceso.

## Marco Jurídico

El CENAM, como organismo público descentralizado dependiente del gobierno federal mexicano, coordinado por la Secretaría de Economía, está sujeto a la observancia de las disposiciones legales del propio gobierno, en particular a las siguientes:

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento
- Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y su Reglamento
- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y su Reglamento
- Ley Federal de Procedimiento Administrativo
- Estatuto Orgánico del CENAM
- Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental y su Reglamento
- Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y su Reglamento

- Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado y su Reglamento
- Ley del Servicio Profesional de Carrera en la Administración Pública Federal y su Reglamento
- Ley Federal de las Entidades Paraestatales y su Reglamento
- Ley Federal de los Trabajadores al Servicio del Estado y su Reglamento
- Ley Federal de Responsabilidades Administrativas de los Servidores Públicos
- Ley Federal del Trabajo y su Reglamento
- Ley General de Bienes Nacionales y su Reglamento
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal

## Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental

Por su importancia, destaca el cumplimiento del CENAM con su responsabilidad de difundir la información pública a través de internet, la cual es reportada en los plazos y formatos establecidos por el Instituto Federal de Acceso a la Información y Protección de Datos (IFAI) para ser publicados en la página de internet,

[http://portaltransparencia.gob.mx/pot/dependencia/showDependencia.do?method=begin&redireccionado=true&\\_idDependencia=10095](http://portaltransparencia.gob.mx/pot/dependencia/showDependencia.do?method=begin&redireccionado=true&_idDependencia=10095)

## Sistema de Gestión de la Calidad

El CENAM ha establecido un sistema de gestión de la calidad acorde con los requisitos de las siguientes normas:

- NMX-EC-17025-IMNC-2006, "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración", equivalente a la norma ISO/IEC 17025,
- NMX-CH-164-IMNC-2006, "Materiales de referencia – Requisitos generales para la competencia de productores de materiales de referencia", equivalente a la norma ISO 34:2000,
- NMX-EC-043-IMNC-2005 "Requisitos generales para los ensayos de aptitud por comparaciones interlaboratorios", equivalente a la Guía ISO 43,



- NMX-CC-9001-IMNC-2008, "Sistemas de gestión de calidad – Requisitos", equivalente a la norma ISO 9001:2008, y,
- NMX-SAA-14001-IMNC-2004 "Sistema de gestión ambiental- Requisitos con orientación para su uso", equivalente a la norma ISO 14001:2004.

Durante el 2012, el CENAM mantuvo la certificación de algunos de sus procesos administrativos incluidos en su sistema de gestión conforme con la norma ISO 9001:2008.

Como parte del programa de revisiones por pares, en noviembre del 2010, el CENAM recibió la evaluación por pares para la revisión del sistema de gestión de calidad, la cual fue realizada por el Lic. Fernando Kornblit del Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina. En esta evaluación se pudo constatar que el CENAM cumple con los requisitos de la ISO/IEC 17025 y la Guía ISO 34 en los servicios de medición y calibración que ofrece a sus usuarios.



PATRONES  
DE MEDIDA

INFORME  
DE LABORES  
CENTRO NACIONAL  
DE METROLOGÍA  
2012



## PATRONES DE MEDIDA:

# DESARROLLO, INNOVACIÓN, MEJORA Y MANTENIMIENTO

Los patrones de medida, son las referencias que propician la equivalencia de las mediciones, en cuyo caso deben ser reproducibles con independencia de tiempo, lugar o manera, y constituyen naturalmente la materia esencial de trabajo del CENAM. Un patrón de medida, como la realización de la definición de una magnitud dada, con un valor determinado y una incertidumbre de medida asociada, puede tomar diversas expresiones: un sistema de medida, una medida materializada o un material de referencia.

## 1. Desarrollo de patrones nacionales de medida

En cumplimiento de sus funciones y de su misión, el CENAM mantiene funcionando 68 patrones nacionales y más de 100 sistemas de referencia, con la finalidad de dar el soporte a nuestros servicios de diseminación de la exactitud de las mediciones al cliente.

Los patrones nacionales, patrones de medida formalmente designados como tales por la Secretaría de Economía como autoridad competente, constituyen el eje primordial del Centro Nacional de Metrología. Su desarrollo, mejora y mantenimiento son los procesos sustantivos de los cuales el CENAM es responsable, mismos que conforman la entrada a los procesos de prestación de diversas modalidades de servicios metrológicos. En el 2012, se logró desarrollar un nuevo patrón nacional.

### Patrón Nacional de ganancia de antenas de 1 GHz a 18 GHz.

El patrón de ganancia de antenas de 1 GHz a 18 GHz, en un futuro próximo, será la referencia nacional para esta magnitud y por tanto empleado en mediciones de campos electromagnéticos y en telecomunicaciones.



*Gonio-fotómetro para medición de fuentes y luminarios de leds*

## 2. Sistemas de referencia establecidos

Los sistemas de referencia que fueron establecidos en el CENAM en 2012 incluyen:

### Desarrollo de un gonio-fotómetro

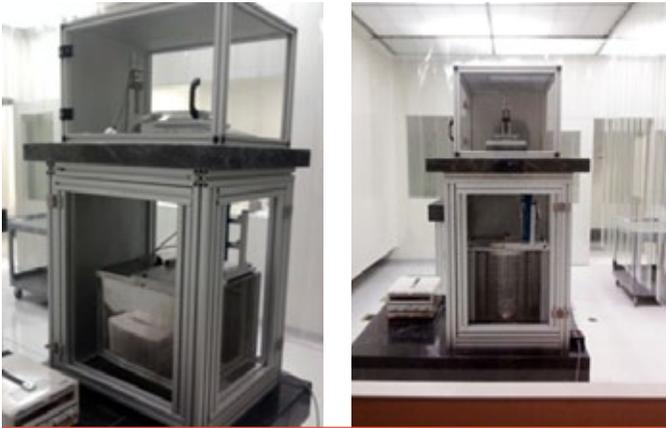
Se diseñó y fabricó un sistema para la medición de alta exactitud de magnitudes fotométricas y radiométricas en componentes y dispositivos de iluminación con base en diodos emisores de luz, conocidos como *leds*.

### Sistema para la medición de la densidad de líquidos

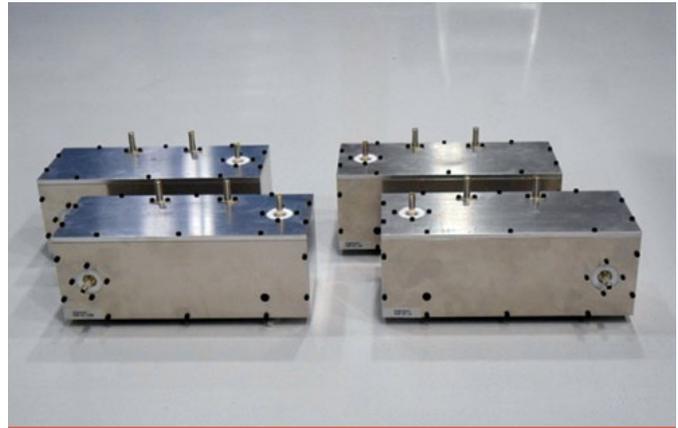
En el 2012 desarrollamos un sistema automático para la medición de la densidad de líquidos utilizando patrones sólidos de densidad.

En este sistema se realiza la medición de la densidad de líquidos mediante el método de pesada hidrostática. El sistema consta de una balanza comparadora de masa, dos alternadores automáticos de carga, un baño termostático y un patrón sólido de densidad, constituido por una esfera de masa de 1 kg aproximadamente.

Este sistema incrementará la capacidad del CENAM para producir materiales de referencia certificados en densidad.



Sistema de pesada hidrostática para la medición de la densidad de líquidos



Resistores de alto valor

### Patrón de frecuencias ópticas

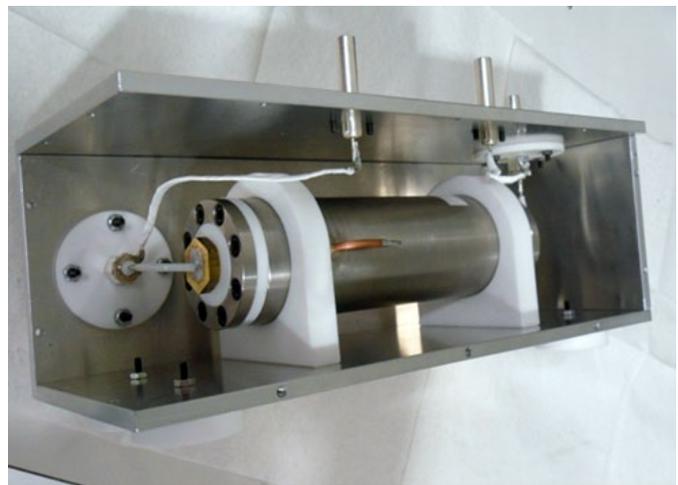
Se encuentra en desarrollo un patrón para la medición absoluta de frecuencias ópticas, con valores del orden de 100 THz, el cual tendrá trazabilidad directa a la unidad de tiempo del SI, el segundo, unidad reproducida continuamente en la escala de tiempo UTC (*Universal time Coordinated*).

Para este patrón de medida, se generó un peine de frecuencias que cubre más de una octava en la región visible del espectro electromagnético utilizando el paso de un tren de pulsos ultracortos, a frecuencias de 0.8 GHz con tiempos de duración de 25 fs, a través de una fibra óptica micro estructurada.

Además se diseñó un segundo sistema mecánico para una cavidad de anillo a fin de desarrollar un segundo peine de frecuencias el cual tendrá frecuencias de repetición mayores a 1 GHz. Este segundo peine permitirá la comparación con el primero. Adicionalmente el laboratorio cuenta con una cavidad óptica ultraestable a fin de estabilizar los peines de frecuencias, y un duplicador de frecuencias a fin de autoreferenciar el peine de frecuencias y estabilizarlo a la escala de tiempo UTC (CNM). Se espera concluir con el desarrollo de este patrón en el 2013.

### Resistores de valores altos

En 2012 se concluyó el ensamble de los resistores de 10 MΩ, 100 MΩ, 1 GΩ y 10 GΩ, los cuales presentan,



Celda que contiene el elemento resistivo en el chasis del resistor

de acuerdo a su historial, una alta estabilidad. Con la construcción de estos resistores, junto con el desarrollo y automatización del puente de ramas activas, constituido por un puente de Wheatstone modificado, se consolida de manera significativa la escala de alta resistencia, y con ella los servicios de calibración proporcionados en este intervalo de medición.

### Sistema de medición de propiedades magnéticas de aceros eléctricos

Por primera vez nuestro país cuenta con un sistema de medición de referencia que permite determinar los valores de las propiedades magnéticas de aceros eléctricos, de



Sistema de medición de propiedades magnéticas de aceros eléctricos, por el método Epstein



Sistema de medición de emisiones conducidas

grano orientado o no orientado, con trazabilidad al valor del patrón nacional de Densidad de Flujo Magnético en Corriente Continua. Este sistema de referencia, con base en el método Epstein, abre la posibilidad de atender la necesidad de medición de propiedades magnéticas en los aceros eléctricos que requiere la industria eléctrica y de enseres domésticos, para el diseño y la fabricación de transformadores y motores eléctricos.

### Sistema para la medición de emisiones conducidas

En 2012 se estableció el sistema de referencia para medición de emisiones conducidas en equipos con suministro eléctrico doméstico. La incertidumbre de medición estimada es adecuada para la calibración de redes artificiales de suministro eléctrico, redes típicamente utilizada en laboratorios de pruebas para mediciones de emisiones conducidas.

### Dispositivo de transferencia de resistencia eléctrica tipo Hamon

El dispositivo de transferencia de resistencia eléctrica tipo Hamon de  $10 \Omega$ /paso desarrollado permite la transferencia del ohm obtenido del Efecto Hall Cuántico a resistores en más de 10 órdenes de magnitud. El desempeño metroológico de este dispositivo ha sido mejor que el observado en dispositivos comerciales.



Dispositivo de transferencia de resistencia tipo Hamon

### Sistema de referencia para la medición de la conductividad térmica de materiales de construcción

Continúa desarrollándose el sistema de referencia para la medición de la conductividad térmica de materiales de construcción al cual 2012 se le adaptó un mecanismo y la instrumentación necesaria, a fin de facilitar la prestación de los servicios correspondientes.

### Sistema de medición por espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente

Este sistema de medición por espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente está dirigida a la medición semi-cuantitativa la fracción de masa de los



Sistema para la medición de la conductividad térmica de materiales de construcción



Sistema de referencia de infrarrojo para análisis de gases



Materiales de referencia certificados

metales tóxicos, Cd, Pb y As en muestras de matrices de brócoli y camarón, en niveles muy bajos de concentración. Además, detectar la presencia de aproximadamente 60 elementos químicos que pueden interferir en la medición de los elementos de interés.

Esta actividad es una de las preliminares del proyecto SAGARPA-Demanda Específica I: Desarrollo de materiales de referencia certificados y validación de métodos para medición y análisis de metales pesados en productos del agro, incluidas hortalizas de hoja, crucíferas, frutas, frutillas, aguacate, entre otras.

### Sistema de referencia de infrarrojo para análisis de gases

En 2012 se puso en funcionamiento el sistema de referencia para medir muestras de materiales de referencia en fase gas por espectroscopía infrarroja con Transformada de Fourier, el cual es utilizado como técnica de respaldo para la certificación de monóxido de nitrógeno y dióxido de azufre, actividad de mucha importancia en la calibración de sistemas de dilución bajo el principio de tubos capilares y ensayos de aptitud bajo la nueva NOM-085-SEMARNAT-2011.

### 3. Innovación, mejora y mantenimiento de patrones y sistemas de medida

Con el fin de asegurar que los patrones y sistemas de referencia se encuentren en óptimas condiciones, se mantiene un programa permanente para el mantenimiento y la actualización de los mismos.

En el año 2012 se realizó el mantenimiento de 44 patrones nacionales y 57 sistemas de referencia. A continuación se presentan algunos ejemplos:

#### Flujo luminoso total

Se llevó a cabo el mantenimiento del patrón nacional de flujo luminoso total, el cual consistió en la verificación cruzada de los valores de referencia de esta magnitud,



Proceso de calibración de lámparas patrón para flujo luminoso total

los cuales se conservan en siete lámparas patrón de referencia y cinco lámparas patrón de trabajo.

### Patrón nacional de transmitancia, absorbancia y reflectancia espectral

Para mantener la trazabilidad del patrón nacional de transmitancia, absorbancia y reflectancia espectrales, en el mes de febrero del 2012 se llevó a cabo la calibración del espectrofotómetro UV visible, empleando para ello, métodos de medición absolutos.

### Patrón nacional de intensidad luminosa

En el 2012 se realizó el mantenimiento del patrón nacional de intensidad luminosa, actividad que consistió en la calibración de una lámpara de trabajo tanto en temperatura de color como en intensidad luminosa, así como en la verificación cruzada de los detectores de referencia.

Con este patrón nacional, se soporta en México la trazabilidad a una de las siete unidades base del sistema



Aspecto del trabajo de alineación en el Laboratorio de Caracterización Óptica de Materiales



Lámparas de trabajo y detectores usados para medir intensidad luminosa

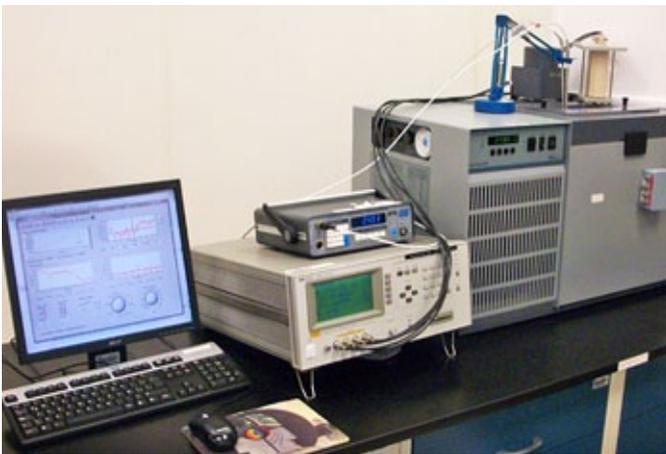
internacional, de relevancia muy alta para aplicaciones para la salud y seguridad laboral, entre otras.

### Patrón nacional de flujo radiante

En 2012, se realizaron actividades de mejora al radiómetro criogénico, entre ellas la incorporación de diversos sistemas ópticos y electrónicos a la cadena de medición del sistema, además de un programa de cómputo para automatizar las mediciones, logrando con ello optimizar el consumo de helio líquido.



Vista parcial del patrón nacional de flujo radiante



Sistema de referencia primario de conductividad electrolítica



Pesas de 1 kg de acero inoxidable utilizadas para caracterización de la nueva comparadora

### Sistema de referencia primario de conductividad electrolítica

Se llevó a cabo un estudio internacional de caracterización del sistema primario de conductividad electrolítica consistente en la recuperación del acabado superficial de los electrodos, para posteriormente encontrar el intervalo de trabajo de mayor estabilidad.

Adicionalmente, se estudió el efecto que se presenta en la medición de la resistencia de la disolución al modificar tanto el intervalo de frecuencia como la amplitud de la perturbación sinusoidal.

### Sistema de medición del patrón nacional de masa

El patrón nacional de masa ha sido trasladado a sus nuevas instalaciones en el Edificio de Laboratorios Especiales, junto con la balanza comparadora de masa que se adquirió en el año 2012, se iniciaron los trabajos de instrumentación y caracterización de esta nueva comparadora para mediciones a presión atmosférica normal y al vacío.

Este nuevo sistema de medición permitirá mejorar la incertidumbre de la calibración de los patrones de masa de acero inoxidable al calibrarlos con el patrón nacional de masa fabricado en platino iridio.



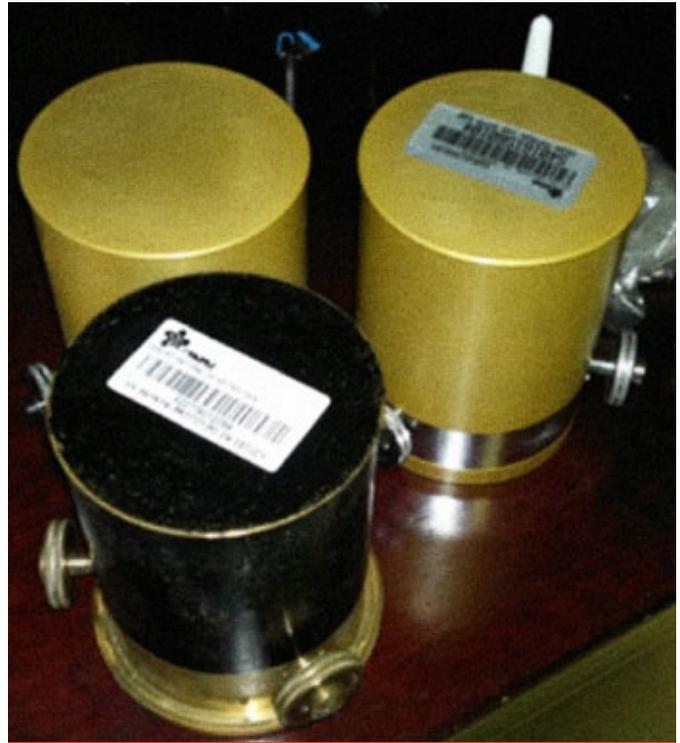
Equipos de monitoreo ambiental instalados en la comparadora de masa para el manejo del Patrón Nacional

### Calibración de los patrones de referencia de masa

Para mantener la trazabilidad en las mediciones de masa al valor del prototipo No. 21, patrón nacional de masa, en el 2012 se realizó la calibración de los patrones de referencia de acero inoxidable. En esta calibración se utilizaron como patrones de control los prototipos No. 90 y 96, ambos fabricados en platino iridio al igual que el prototipo No. 21.

### Sistema de medición de flujo de gas

Para garantizar las mediciones en el sistema de flujo de gas la trazabilidad de los resultados, se realizaron pruebas de calibración de divisores de gas usados normalmente



Prototipos No. 21 (frente), No. 90 (atrás izquierda) y No. 96 (atrás derecha)



Patrones de acero inoxidable (frente e izquierda), y prototipo No. 96 (derecha)



Pruebas de calibración de divisores de gas



Patrón nacional de par torsional de 2 kN•m antes y después de adaptar el servomotor con freno

en sistemas ambientales industriales. Se utilizaron para ello diferentes patrones de medición, con la intención de evaluar diferentes técnicas y comparar los resultados de medición contra los resultados que se obtienen con técnicas de calibración.

### Patrón nacional de par torsional de 2 kN•m

Buscando la mejora de las mediciones con el patrón de par torsional de 2 kN•m, se le adaptó un servomotor con freno, logrando con ello aumentar la repetibilidad de las lecturas y por consiguiente disminuir la incertidumbre de medición.

### Interferómetro de bloques patrón

Con la finalidad de asegurar las mediciones del interferómetro de bloques patrón, en el 2012 se realizó el ajuste y calibración de sistema de medición, el cual consta entre otros equipos de una cabeza láser, un barómetro, un termómetro y un medidor de punto de rocío.

La demanda de servicios que se prestan con este instrumento es muy alta, motivo por el cual es importante reducir los tiempos para el ajuste y calibración del equipo.



*Interferómetro de bloques patrón*



*Sistema de referencia de medición de pH del CENAM*

### **Sistema de referencia para la medición de pH del CENAM**

Para fortalecer la trazabilidad de las mediciones en pH en el CENAM, se realizó un estudio de los parámetros de mayor importancia para el desempeño de los electrodos

de Ag / AgCl, tales como: el área de alambre de electrodo expuesta al electrolito, la porosidad de la esfera de Ag antes de la anodización; la cantidad de Ag convertida en AgCl durante la anodización; tiempo de equilibrio en solución antes de la medición, entre otros.



SERVICIOS

INFORME  
DE LABORES  
CENTRO NACIONAL  
DE METROLOGÍA  
2012



## SERVICIOS

Por Ley, el CENAM tiene las funciones, entre otras, las de:

- Proporcionar servicios de calibración a los patrones de medición de los laboratorios, centros de investigación o a la industria.
- Promover y realizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico en los diferentes campos de la metrología, así como coadyuvar a la formación de recursos humanos para el mismo objetivo.
- Asesorar a los sectores industriales, técnicos y científicos en relación con los problemas de medición y certificar materiales de referencia
- Realizar peritajes de tercería y dictaminar sobre la capacidad técnica de calibración o de medición de los laboratorios.

La política de calidad emitida bajo la autoridad del Director General del CENAM para la prestación de estos servicios es:

### El Centro Nacional de Metrología está comprometido a realizar en forma confiable y oportuna:

- El establecimiento, mantenimiento, validación y mejora de los patrones nacionales y sistemas de medición necesarios para satisfacer las necesidades metrológicas de la sociedad.
- El desarrollo y prestación de servicios metrológicos especializados, adecuados a la función del CENAM y a las necesidades de los sectores usuarios de acuerdo a su Misión y a los requisitos acordados con sus usuarios.

Para ello, su personal se apoya en su actitud de mejora continua y en el conocimiento y la aplicación de un sistema de gestión de la calidad, establecido para cumplir con las disposiciones del Gobierno Federal y con las normas NMX-EC-17025-IMNC-2006, NMX-CH-164-IMNC-2006 y NMX-CC-9001-IMNC-2008.

La Dirección del CENAM se compromete a mejorar continuamente la eficacia del Sistema de Gestión de Calidad.

## Diseminación de las unidades del sistema internacional

### Calibraciones

Durante 2012 el CENAM prestó 3,183 servicios de calibración, de los cuales 1,738 (54.6 %) fueron para atender la demanda de los sectores usuarios constituidos principalmente por industrias, 826 (25.9 %) para los laboratorios acreditados y 619 (19 %) para mantener la validez de sus propias mediciones.

El CENAM presta sus servicios de calibración observando los requisitos de la versión mexicana de la norma ISO/IEC 17025 *Requisitos Generales para la Competencia Técnica de los Laboratorios de Ensayos y de Calibración*. La mayor parte de estos servicios están relacionados a las Capacidades de Medición y Calibración que el CENAM tiene inscritas en la Base de Datos del BIPM, en el contexto del Arreglo de Reconocimiento Mutuo del CIPM.

	Solicitudes recibidas	Atendidas de acuerdo al estándar	Índice	Meta
Cotizaciones	8020	7939	99.0 %	98.0 %
Programaciones	4315	4273	98.9 %	98.0 %
Realización del servicio	3183	3037	96.8 %	98.0 %

*Desempeño del CENAM en cuanto a la prestación de servicios de calibración*

La demanda de servicios de calibración por parte de laboratorios de otros países continúa en ascenso; en este año se realizaron 130 servicios para laboratorios en el extranjero. Destaca el hecho de que la mitad de los servicios solicitados desde el extranjero provienen de Institutos Nacionales de Metrología, y por tanto los instrumentos calibrados son utilizados como fuente de trazabilidad en la magnitud respectiva en Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Jamaica, Panamá, Perú, República Dominicana, Santa Lucía y Uruguay.



Calibración en las instalaciones del CENAM

Otros 76 servicios de calibración de solicitantes extranjeros para realizarse en 2013 se encuentran ya programados.

**Materiales de referencia certificados**

Un material de referencia certificado (MRC) es un material suficientemente homogéneo y estable con respecto a propiedades especificadas, establecido como apto para su uso previsto en una medición o en un examen de propiedades cualitativas, y acompañado por la documentación emitida por un organismo autorizado, en este caso el CENAM, que proporciona uno o varios valores de propiedades especificadas, con incertidumbres y trazabilidades asociadas, empleando procedimientos válidos.

En el periodo que se informa se proveyeron un total de 1,623 unidades de MRC, correspondiendo el 46.33 % a materiales que se emplean en electroquímica, el 11.83 % a disoluciones espectrométricas empleadas como patrones, el 19.22 % son materiales usados en el análisis de aguas residuales, el 9.49 % en el sector de la petroquímica, el 6.53 % en la industria de los alimentos, el 1.73 % en el sector ambiental, el 1.85 % en química y el 3.02 % en cerámicos, cemento y vidrio. Estos MRC fueron adquiridos por 233 laboratorios del país procedentes de las entidades federativas indicadas en la Tabla I durante este periodo.

Entidad federativa	Cantidad
Distrito Federal	60
Estado de México	22
Jalisco	18
Nuevo Leon	17
Querétaro	13
Puebla	12
Sonora	9
Veracruz	9
Tamaulipas	8
Chihuahua	6
Guanajuato	6
Sinaloa	6
Coahuila	5
Michoacán	5
Aguascalientes	4
Baja California Norte	4
Morelos	4
Yucatán	4
Baja California Sur	3
Campeche	3
Guerrero	2
Oaxaca	2
Tlaxcala	2
Chiapas	1
Colima	1
Hidalgo	1
Quintana Roo	1
San Luis Potosí	1
Tabasco	1
Durango	0
Nayarit	0
Zacatecas	0

Tabla I. Adquisición de MRC por entidad federativa.



## Transferencia de tecnología

### Capacitación

Bajo la premisa de que impulsar el crecimiento educativo en metrología repercute directamente en la productividad del país, el CENAM ofrece capacitación en materia de metrología mediante cursos y estadías con calidad.

Los servicios de capacitación que ofrece el CENAM son dados a conocer a los posibles interesados mediante el portal web del CENAM, [www.cenam.mx](http://www.cenam.mx), por las redes sociales Facebook y Twitter, complementados con correos electrónicos dirigidos y material impreso.

Los servicios de capacitación son ofrecidos por el CENAM en varias modalidades: Mediante un Programa Anual, extensiones del mismo a otras sedes, cursos “empresariales”, estadías en laboratorios del propio CENAM y entrenamiento en los laboratorios del solicitante.

### Programa anual

El CENAM ofrece un programa anual de capacitación en sus instalaciones con programas y calendarios pre-establecidos. En 2012 este programa fue enriquecido con dos cursos adicionales para resultar en un total de 51 cursos impartidos, beneficiando a 531 asistentes con un total de 13072 horas-hombre capacitado.

### Extensión a otras sedes

Con la finalidad de ampliar la oferta a otras ubicaciones geográficas, el CENAM mantiene un programa anual de cursos para impartirse en las ciudades del interior del país. En 2012 se impartieron 9 cursos en esta modalidad en Guadalajara, Cd. De México, Monterrey, Puebla, Tampico, Veracruz y Villahermosa, que incidieron en 98 participantes que recibieron 2352 horas-hombre de capacitación.

### Capacitación a la medida

El CENAM también ofrece capacitación mediante la modalidad denominada “curso empresarial”, en la cual la capacitación se diseña para cubrir todas las necesidades del cliente, impartiendo el curso en sus instalaciones o donde



*Capacitación mediante un curso programado*

sea convenido, con programas adaptados en contenido y nivel a las necesidades específicas así como en fechas y horarios acordados. En el ejercicio cubierto por este informe, se impartieron 50 cursos a 590 participantes provenientes de organizaciones públicas y privadas de diversos sectores industriales, que se reflejaron en un total de 12834 horas-hombre capacitado.

Un ejemplo notable de capacitación en esta modalidad es el curso “Importancia de las mediciones en el balance de combustible” impartido a personal responsable del control de combustible en Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) de diferentes lugares del país mediante 10 cursos que conjuntaron un total de 129 personas entre los cuales están jefes de estación, coordinadores de operaciones, administradores, encargados de estación y técnicos. Esta capacitación contribuirá al establecimiento de la política de control de inventarios que ASA está implementando a nivel nacional.

### Estadías y entrenamientos en sitio

Esta modalidad está completamente enfocada a “aprender haciendo” en grupos pequeños, ya sea en los laboratorios del CENAM o en los laboratorios del cliente. En 2012, mediante esta modalidad se capacitaron 84 personas en 49 estadías en los laboratorios del CENAM



Realización de un ejercicio dentro de la capacitación para ASA



Actividades durante una estadía en el laboratorio de presión del CENAM

y 3 en laboratorios de los solicitantes. Se alcanzaron un total de 3328 horas-hombre de capacitación.

Para esta modalidad cabe observar una relación de casi 40 entre las horas hombre y el número correspondiente de asistentes, en comparación a cifras de alrededor de 24 para este mismo indicador en modalidades más tradicionales.

Adicionalmente, es notable que el CENAM sea considerado como proveedor de capacitación, como una fuente para la transferencia de tecnología, según lo muestra la presencia de 94 personas provenientes del extranjero en sus eventos de capacitación.

Es notable la demanda que han tenido las estadías y entrenamientos en flujo y volumen. El Ing. Darío Alejandro Loza Guerrero (†), Jefe de la División de Flujo y Volumen, atendió estancias para la Corporación CDT de Gas de Colombia, el Instituto Nacional de Normalización de Chile, del Laboratorio Nacional de Flujo Líquido de ese país, y para la empresa Calibraciones Industriales S.A. en la operación del banco gravimétrico de calibración. Adicionalmente, se encargó de una estadía en flujo de gas el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, INDECOPI, en Lima, Perú.



Actividades durante la estadía del personal del Laboratorio Nacional Flujo Líquido de Chile durante su estancia en el laboratorio de flujo de líquidos del CENAM

### Asesorías

Las asesorías constituyen una modalidad de transferencia de conocimientos para atender necesidades específicas de los interesados.

Se realizaron 22 asesorías durante el ejercicio 2012 en las especialidades de acústica, densidad, dimensional, flujo, fuerza, presión, masa, termometría, vibraciones y volumen.



Algunas de las empresas beneficiadas son:

- Básculas y Sistemas Electrónicos S.A. de C.V.
- CALPRO
- Elster AMCO
- Emerson Process Management México
- Endress Hauser
- Entidad Mexicana de Acreditación
- Gas Natural México
- Instmeco-Jacs Internacional, S.A. de C.V.
- MESS Servicios Metrológicos S. de R.L. de C.V.
- Radio móvil DIPSA S.A. de C.V.
- Servicios Profesionales en Infraestructura y Urbanización

### Programa Mesura

En el año 2012 mediante el Programa MESURA fueron atendidas 23 empresas en el país y el extranjero. Se realizaron 14 módulos de capacitación y 32 módulos de implementación, así como servicios coordinados y otorgados por el personal de Mesura con el apoyo de metrólogos especialistas del CENAM, según los requerimientos y necesidades de la empresa solicitante.

Se han identificado proyectos con empresas de diferentes sectores entre los que se destacan:

#### Sector Energético

- PEMEX Exploración y Producción

Las siguientes actividades fueron realizadas en colaboración de la División de Flujo y Volumen a cargo del Ing. Alejandro D. Loza Guerrero, quien ha dirigido con éxito los trabajos de años anteriores. Se logró consolidar por primera vez, un convenio multianual 2012-2015 entre CENAM y PEMEX Exploración y Producción. El Ing. Loza con su vasta experiencia en el campo de la medición de hidrocarburos, ha sabido dar consecución a los proyectos y ha sabido ganarse el respeto y admiración de los colegas en el campo.

En el 2012 se diseñó un plan revisado de formación de personal en metrología de flujo para atender las necesidades de la 2ª generación de especialistas en Flujo



*Sistemas de medición, en el recuadro superior izquierdo el grupo de trabajo del CENAM; en el superior derecho el sistema M2, propiedad del CENAM, que se utilizó como sistema de referencia; y en el inferior la vista general del sistema de medición examinado*

de PEMEX Exploración y Producción (PEP) el cual abarca hasta el año 2015. Esta versión ahora contempla generar un plan de transición para transferir la metodología a laboratorios secundarios con la finalidad de atender a la diversidad de regiones y a enfrentar la gran cantidad de servicios que son demandados para este año.

#### Diagnóstico a sistema de medición

El personal del Laboratorio de Flujo de Líquidos efectuó un diagnóstico a un sistema de medición (equipado con medidores ultrasónicos de 8 trayectorias) de crudo –Mezcla Cacalilao Tamaulipas- de Exportación en la Terminal Marítima Madero.

#### Diagnóstico metrológico a los sistemas de descarga de producto

Actualmente ASA, Aeropuertos y Servicios Auxiliares, cuenta con sistemas de medición de descarga de auto



Actividades de capacitación en ASA

tanques, para cuantificar el volumen de producto que se recibe, sin embargo estos sistemas en la actualidad no son reconocidos como confiables para la transferencia de custodia. El CENAM está realizando pruebas para evaluar los sistemas de descarga y emitir una opinión técnica del desempeño de los mismos. Estas pruebas se están realizando en diferentes estaciones de almacenamiento de ASA, para poder emitir un diagnóstico general de todas las variantes de los sistemas de medición de descarga de producto.

Se realizó el atestiguamiento de descargas de auto – tanques cargados con turbosina en la Estación de Combustibles de ASA México procedentes de la Terminal de Almacenamiento y Reparto de Irapuato, a fin de dar cumplimiento al convenio de diagnóstico metrológico a los sistemas de medición de recepción de turbosina por auto-tanques instalados en las estaciones de almacenamiento de combustibles.

### Sector Automotriz

Se han prestado diversos servicios para diferentes armadoras, como; Volkswagen de México, Ford Motor Company y Sistema de Transporte Colectivo (STC)-METRO.

- Sistema de Transferencia de Par Torsional para el Sistema Colectivo de Transporte Metro, SCT Metro.



Entrega del patrón de par torsional al SCT Metro

Se concluyó el proyecto de diseño y fabricación de las partes y accesorios que integran el sistema de Transferencia de Par Torsional hasta 2 kN·m, que fue entregado en las instalaciones del SCT Metro del D. F.

La entrega de este aparato fue acompañada de capacitación sobre *Par torsional* y *Metrología de Fuerza* al personal que estará a cargo del sistema.

### Sector Aeroespacial

En el mes de abril de 2012 se aprobó la realización de un Estudio de Capacidades, Oferta y Necesidades con el apoyo de fondos de PROMÉXICO, el cual se desarrollará para beneficio de las empresas, centros de investigación y universidades del complejo aeronáutico de Querétaro, que sustituye a la Red de Innovación e Investigación Aeroespacial en Querétaro.



Dicho estudio se concluyó durante el cuarto trimestre de 2012. Se presentaron los resultados del mismo a las empresas e instituciones involucradas, resultados que serán considerados en la definición de las líneas estratégicas a abordar en el complejo aeronáutico, que en principio serán agrupadas en cuatro ejes de interés: Investigación y Desarrollo, Desarrollo del complejo aeronáutico, Desarrollo de la Cadena de Valor y Recursos Humanos. La participación del CENAM será fundamentalmente en Investigación y desarrollo, esperando concretar proyectos específicos durante 2013.

### Proyecto CENAMEP

Durante 2012 el CENAM, en coordinación con el Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP), realizó la Etapa I del Programa MESURA® en la República de Panamá, en los sectores ambiental, agua, alimentos y clínicos, contando con la participación de 10 asesores generalistas y especialistas del CENAM. El objetivo de la Etapa I se enfocó en: Identificar la situación actual del país, identificar principales actores en cada sector y su interacción entre ellos, evaluar la capacidad metrológica instalada a nivel nacional y proponer escenarios posibles. Durante la realización de la Etapa I en Panamá se visitaron más de 10 laboratorios e instituciones representativas de los sectores de interés, se realizó un taller y un foro con directivos y personal técnico de dichas organización con el fin de sensibilizar y definir un mapa de ruta estratégico en conjunto. Los resultados hasta este momento han sido positivos y se prevé continuar con las Etapa II y III en el último semestre del año que se informa.

### Servicios específicos a laboratorios acreditados

#### Ensayos de aptitud

Los ensayos de aptitud constituyen un mecanismo para que los participantes obtengan evidencia del desempeño técnico de sus servicios de calibración o de ensayos.

Dado que los productos de un laboratorio de calibración o de ensayos es información difícilmente verificable por sus clientes, es responsabilidad de estos



Grupo de trabajo CENAM-CENAMEP

laboratorios asegurar que su producto así como la información contenida en sus informes, es confiable.

Se espera por tanto que todo laboratorio responsable no solamente espere la oferta de ensayos de aptitud, si no que la busque con constancia, independientemente de que sus entidades acreditadoras incluyen entre sus requisitos la participación periódica en dichos ensayos de aptitud

Dada la importancia y el impacto de los resultados de estos ensayos de aptitud, el CENAM ofrece anualmente un programa al inicio del año. Los ensayos de aptitud son ofrecidos por el CENAM observando los requisitos de la versión mexicana de la norma ISO/IEC 17043 *Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud*.

En 2012 se llevaron a cabo 14 ensayos de aptitud programados y otros 33 en atención a la demanda emergente no prevista inicialmente. En total participaron 289 laboratorios. La Tabla 2 muestra la totalidad de los servicios de ensayos de aptitud prestados por el CENAM en 2012.



Tema del Ensayo de Aptitud	Participantes
Calibración de termómetros de líquido en vidrio en 6 puntos. Alcance: -30 °C a 200 °C	3
Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido, de acuerdo a la NOM-011-STPS-2001.	3
Aplicación de la norma oficial al Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994	3
Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido de acuerdo a la NOM-011-STPS-2001	6
Mediciones de ruido en fuentes fijas, de acuerdo a la NOM-081-SEMARNAT-1994	8
Calibración de medidores ultrasónicos de espesor	3
Detección de fallas en soldadura utilizando ultrasonido	3
Calibración de equipo de ultrasonografía diagnóstica	1
Instrumentos para pesar de funcionamiento no automático de bajo alcance de medición	30
Calibración de Microscopios de Medición	5
Ensayo de aptitud de bloques patrón plano-paralelos entre 0.5 mm y 100 mm	7
Calibración de patrones de rugosidad y medición de rugosidad	5
Calibración de calibradores vernier	25
Calibración de micrómetros de exteriores	21
Ensayo de aptitud extemporáneo de la NOM-081-SEMARNAT-1994	1
Ensayo de aptitud extemporáneo de la NOM-011-STPS-2001	1
Medición de espesores usando ultrasonido	6
Inspección de ultrasonido en soldaduras de penetración completa de acuerdo a ASME Secc. VIII, para la detección, localización y evaluación de fallas en recipientes sujetos a presión. Esto mediante el Procedimiento escrito UT-01 (su traducción UT-02)	1
Calibración de medidores ultrasónicos de espesor	1
Calibración de equipo de ultrasonografía diagnóstica	1
Ensayo Extemporáneo de la NOM-011-STPS-2001	1
Medición de espesores usando ultrasonido	1
Alcoholes, ésteres y acetaldehído en bebidas alcohólicas por cromatografía de gases y contenido alcohólico por densímetro digital	9
Calibración de medidores dinámicos de caudal y volumen	1



Tema del Ensayo de Aptitud	Participantes
Ensayo de aptitud en presión con balanza	1
Calibración de máquinas de ensayos a compresión y tracción	1
Calibración de transductores de fuerza a 98.6 kN	1
Calibración de máquinas de ensayos a compresión 4.90 a 49.03 kN	1
Calibración de máquinas de ensayos, tracción y/o compresión, de 5 kN a 50 kN	11
Calibración de pesas clase M <sub>3</sub> de 500 kg	1
Calibración de sistemas de visión (comparador óptico)	1
Calibración de multímetros de 4 1/2 a 6 1/2 dígitos en magnitudes eléctricas	18
Calibración de calibradores multifunciones de mediana exactitud del tipo Fluke 5500	11
Tiempo y frecuencia	1
Calibración de colorímetro	1
Espectrofotometría: Transmitancia (escala de longitud de onda)	1
Calibración de recipientes volumétricos de cuello graduado por el método gravimétrico	11
Repetición calibración de instrumentos de medición de fuerza en modo compresión por comparación con transductores, alcance de medición 10 kN a 100 kN	5
Presión relativa negativa de -7 kPa a -80 kPa	31
Presión diferencial de 25 Pa a 250 Pa	12
Repetición de la evaluación de resultados del ensayo de aptitud en calibración de máquinas de ensayos a compresión de 5 kN a 49.03 kN	1
Calibración de instrumentos para pesar funcionamiento no automático	6
Masa en el alcance de Instrumentos para pesar de funcionamiento no automático de alto alcance de medición	10
Calibración de pesas por el método de doble sustitución clase F <sub>1</sub>	15
Masa en el alcance de Masa de las pesas de clase de exactitud M <sub>1</sub> de 500 kg	3

Tabla 2. Ensayos de aptitud organizados por el CENAM en 2012.



Como ejemplos interesantes de los ensayos de aptitud realizados se encuentran:

- El relativo a las mediciones de ruido en fuentes fijas, el cual se lleva a cabo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, llevado a cabo 2 rondas con la participación de 11 laboratorios.
- El ensayo sobre condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido, de acuerdo a la NOM-011-STPS-2001 para el cual se presentaron 2 rondas con la participación de 9 laboratorios.
- Los ensayos de aptitud sobre medición de espesores planos y tubulares usando ultrasonido han permitido que 17 laboratorios participantes, acreditados o en proceso de acreditación, constaten sus capacidades de medición y calibración en el campo del ultrasonido.
- Esta es la primera ocasión que se realizan estos ensayos en el campo del ultrasonido con la Entidad Mexicana de Acreditación, A. C.

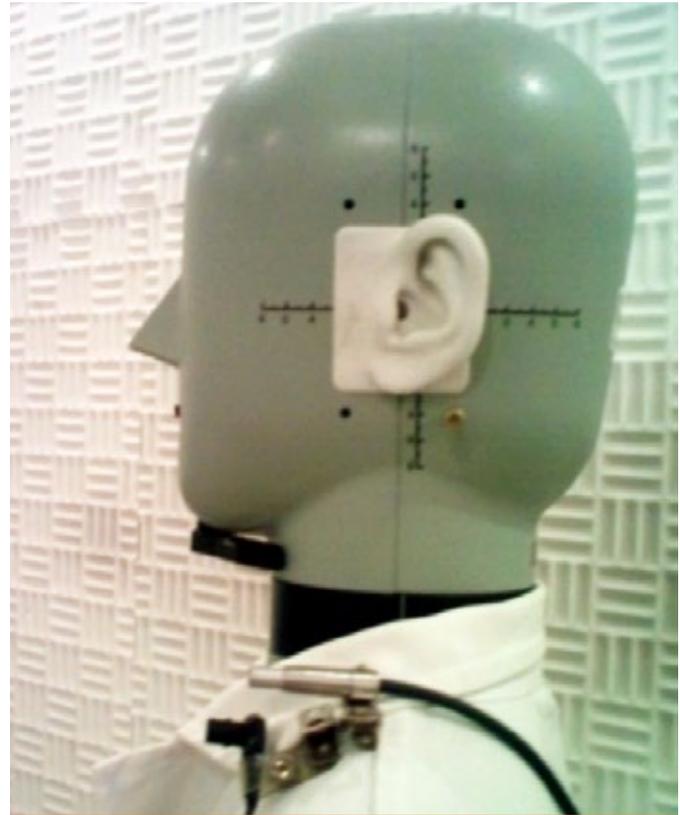
### Evaluaciones técnicas

Estos servicios están dirigidos a dictaminar sobre la capacidad técnica de calibración o de medición de los laboratorios, y con ello aportar los elementos técnicos que den sustento a la validez técnica de los acreditamientos de los laboratorios.

Personal del CENAM participó en 2012 en 91 evaluaciones de laboratorios en proceso de acreditación, 3 de ellas en el extranjero.

### Verificación de la conformidad

Desde hace años, el CENAM ha tenido injerencia creciente en actividades de evaluación de la conformidad, y muy especialmente en el mercado de gasolinas al menudeo, donde las autoridades competentes han tomado compromisos muy serios al respecto.



Medición con dosímetro en un ensayo de aptitud de ruido laboral NOM-011-STPS-2001

Particularmente el CENAM ha sido encargado por las autoridades de la Secretaría de Economía de los servicios de pruebas metrológicas y de *software* requeridas para la aprobación de modelo de dispensarios de gasolina. En 2012, el CENAM tuvo a su cargo 72 servicios para las empresas:

- ATS Meridian de México, S.A. de C.V.
- Bennett Pump Co.
- Binarium Tecnologías, S. A. de C.V.
- Dresser de México, S.A. de C.V.
- EMAGAS, S.A. DE C.V.
- GILBARCO INC.
- Pegasus Control, S.A. de C.V.
- PETROL & IMPORT S.A. DE C.V.
- Tecnología Electrónica Avanzada de México, S.A. de C.V (TEAM)



Cabe destacar que como una medida de protección al ambiente en lo cual el CENAM está comprometido, en el trimestre julio a septiembre se adquirieron 600 L de líquido de calibración denominado ISO 4113 para realizar las pruebas metroológicas para la aprobación de modelo de sistemas de medición y despacho de gasolina y otros combustibles líquidos conforme a la Norma Oficial Mexicana, NOM-005-SCFI-2011. Este líquido sustituye al diesel usado como líquido de prueba anteriormente; el nuevo líquido no emite vapores a la atmósfera y no genera espuma al verterse, propiedades que además reducen significativamente los tiempos de verificación.

También con la orientación hacia el mercado de gasolinas y por encargo de las autoridades competentes, en 2012, el CENAM inició la prestación de servicios de pruebas para la aprobación de modelo de dispensarios de gasolina en relación a sus programas informáticos, de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM 185-SCFI-2012 *Programas informáticos y sistemas electrónicos que controlan el funcionamiento de los sistemas para medición y despacho de gasolinas y otros combustibles líquidos – Especificaciones, métodos de prueba y verificación.*

### **Análisis de alta confiabilidad**

Los análisis de alta confiabilidad consisten en mediciones o pruebas especiales que requieren la utilización de técnicas de análisis con alta tecnología.

Se realizaron 53 análisis de alta confiabilidad para las siguientes organizaciones:

- Acerlan, S. A. de C. V.
- Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S. C.
- Grupo Industrial del Parque, S.A. de C.V.
- Industria Envasadora de Querétaro S. A. de C. V.
- KURIMEXICANA, S.A. de C.V.
- Medtronic México, S. de R.L. de C.V.
- NITROPISO S.A. DE C.V.
- Pierburg Pump Technology México SA de CV
- Provedora de Insumos del Bajío, S.A. de C.V.
- Ultracargas Minerales ATSA, S.A. de C.V.
- Valeo Sistemas Eléctricos, S. A. de C. V.



FORTALECIMIENTO  
DEL SISTEMA  
NACIONAL DE  
MEDICIONES

INFORME  
DE LABORES  
CENTRO NACIONAL  
DE METROLOGÍA  
2012



## Fortalecimiento del Sistema Nacional de Mediciones

Se entiende al Sistema Nacional de Mediciones (SNM) como el conjunto de organismos que llevan a cabo actividades de medición, o relacionadas directamente con éstas. De este modo, el SNM está constituido por las industrias, los laboratorios de calibración y de ensayos, las unidades de verificación que requieren medir para llevar al cabo sus actividades, los organismos acreditadores, los órganos de normalización obligatoria y voluntaria que requieren cuyos productos, las normas, requieren de mediciones para implementarse, y los institutos responsables del establecimiento, mantenimiento y mejora de los patrones nacionales, encabezados por el Centro Nacional de Metrología.

Además de la función que le confiere singularmente la Ley en relación a la conservación de los patrones nacionales de medida, con las salvedades que la propia Ley contempla, y a brindar servicios de calibración y certificación de materiales de referencia, una de las tareas principales del CENAM ha sido la de promover la confiabilidad y uniformidad de las mediciones que se realizan en el país.

Para lograr su cometido, el CENAM se ha posicionado como uno de los interlocutores con la industria, el gobierno, y las organizaciones de investigación, desarrollo e innovación. Sus interacciones con ellos se han concretado, pero no limitado, en un número importante de servicios de calibración, de certificación de materiales de referencia, de capacitación y asesoría en metrología, detallados en el capítulo de Servicios de este informe de labores; además de colaboraciones relevantes con los distintos actores del SMN en cuanto a desarrollo de proyectos especiales, contribuciones a la normalización obligatoria y voluntaria nacional e internacional, y de manera muy importante en actividades difusión con la visión de lograr que la sociedad mexicana encuentre en la metrología una herramienta eficaz para elevar su calidad de vida.



*Entrega del Sistema de calibración para transductores de vibración en las instalaciones de BMPI, Paraíso Tabasco*

### Proyectos de investigación y desarrollo por encargo

Aprovechando sus experiencias y conocimientos en metrología primaria, el CENAM fortalece el sistema nacional de mediciones mediante contribuciones que incrementan las capacidades técnicas de los sectores usuarios, mediante el desarrollo de proyectos con resultados innovadores.

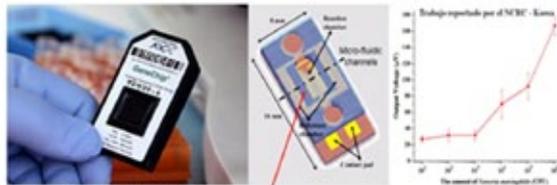
Entre estos proyectos destacan:

#### **Desarrollo de un sistema de calibración para transductores de vibración por comparación a patrones de referencia.**

Este proyecto para la empresa Bufete de Mantenimiento Predictivo e Ingeniería consta de: desarrollo de software de calibración por comparación a patrones de referencia, caracterización del equipo, capacitación del personal de la empresa, diseño e instalación de componentes del laboratorio y asesoría técnica.

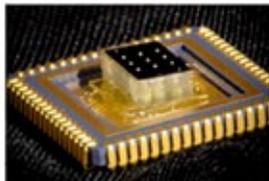
#### **Establecimiento de un Programa Nacional para el Diseño y Fabricación de Prototipos MEMS (Micro-Electrical-Mechanical-Systems).**

Apoyado por el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT) del CONACYT, este proyecto promovió la formación de recursos humanos en diseño, análisis,



Affymetrix's GeneChip, usado como herramienta para el diagnóstico de metabolización de drogas.

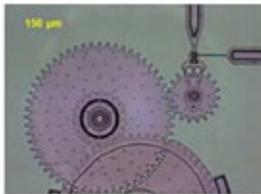
Bio-sensor, para la detección de Nesseria Meningitis NCRK – KOREA



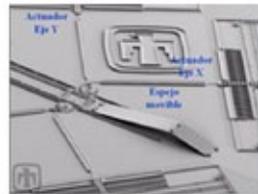
Dispositivo implantable para dispensar medicamentos; siendo optimizado para el monitoreo de glucosa (MicroCHIPs).



Sensores de Presión Cardiovascular Goodrich Corp.



Micro-máquinas SANDIA NATIONAL LABS – USA. Tecnología SUMMIT-V para el desarrollo de una gran variedad de microsensores y microactuadores.

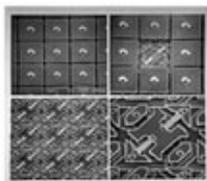


Imágenes del proceso de producción de los materiales de referencia de clembuterol en hígado de bovino liofilizado para el proyecto SAGARPA

fabricación y algunas aplicaciones de microsistemas, y el fortalecimiento de las instituciones participantes a través de la adquisición de infraestructura básica para el procesamiento y prueba de microsistemas.

Las instituciones participantes en este proyecto son: el Centro Nacional de Metrología, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, el Instituto Politécnico Nacional, el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, la Universidad Nacional Autónoma de México en Juriquilla, la Universidad Veracruzana, el Centro de Investigación y Estudios Avanzados Unidad Guadalajara, la Universidad de Guadalajara, la Universidad de Guanajuato campus Salamanca, el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y el Instituto Tecnológico de Cajeme Ciudad Obregón.

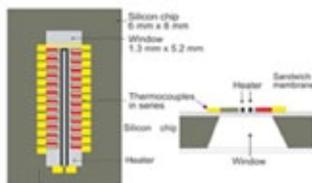
El desarrollo de esta tecnología es de primordial importancia para todo país y en la cual desafortunadamente México no tiene la capacidad para atender las necesidades futuras del país. Como ejemplos, biosensores y sistemas para el diagnóstico de enfermedades, la gran variedad de aplicaciones en las industrias biomédica, automotriz, aeroespacial, electrónica, telefonía celular, entretenimiento, industrial y el área de metrología.



Digital Mirror Device - Texas Instruments  
Micro-espejos para proyectores y televisiones



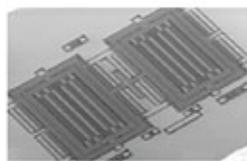
Acelerómetros para automóviles



MEMS para metrología PTB-Germany



Cross-Connect Optical Switch Array  
Goodrich Corporation  
Para la conmutación de señales ópticas



Giroscopios y Acelerómetros  
Bosch MEMS

Diferentes estructuras MEMS (o microsistemas) de gran impacto a muchas actividades diarias de la sociedad moderna



### Proyecto Fondo Sectorial SAGARPA - Desarrollo de materiales de referencia certificados, validación de métodos y fortalecimiento de la infraestructura de soporte de las redes de laboratorios para la inocuidad y calidad alimentarias.

El objetivo general del proyecto es fortalecer la red de laboratorios para inocuidad y calidad alimentarias, desde el punto de vista metrológico mediante la disponibilidad de los MRC apropiados y la formación de recursos humanos en el tema. Esta red es uno de los elementos fundamentales de la infraestructura nacional para la evaluación de la conformidad en la materia.

## Difusión

### Simposio de Metrología 2012

Uno de los eventos con mayor impacto en la comunidad que el CENAM ha venido organizando regularmente, es el Simposio de Metrología. En octubre de 2012 se llevó a cabo su 10ª versión bajo la temática “Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida”.

El Lic. Bruno Ferrari García de Alba, Secretario de Economía, presidió la ceremonia de inauguración acompañado del Lic. José Calzada Roviroso, Gobernador Constitucional del Estado de Querétaro, del Lic. Roberto Loyola Vera, Presidente Municipal de Querétaro y del Dr. Héctor Octavio Nava Jaimes, Director General del CENAM.

Con la asistencia de más de cuatrocientas personas, en el Simposio se expusieron 129 trabajos, de los cuales el 17 % fue de autores extranjeros. Además se impartieron 12 cursos cortos.

En el evento se presentaron diez conferencias dictadas por las siguientes personalidades: del NIST-EUA, el Dr. Willie E. May, Director Adjunto para Programas de Laboratorio, la Dra. Claire M. Saundry, Directora de Asuntos Internacionales y Académicos, el Dr. John Wright, Líder del Grupo de Flujo, el Dr. Antonio Possolo, Jefe de la División de Ingeniería Estadística, la Dra. Lisa R. Karam, Jefa de División de Física de Radiación y Biomolecular y el Dr. Judah Levine, de la División de Tiempo y Frecuencia; del INMETRO-Brasil, el



El Secretario de Economía en la ceremonia de inauguración del Simposio de Metrología 2012



Invitados especiales en una sesión plenaria del Simposio de Metrología 2012



Patrocinadores y promotores del Simposio de Metrología 2012

Dr. Humberto S. Brandi, Director de Metrología Científica; del NRC-Canadá, el Dr. Zoltan Mester, Líder del Grupo de Metrología en Química; del NMIJ-Japón, el Dr. Shin-ichi Miyashita, de la División de Química Analítica Inorgánica; y de España, el Dr. Eugen Trapet.

El Anexo de este informe de labores enlista los títulos de los 65 trabajos presentados en el Simposio cuya autoría incluye a personal del CENAM y que puede consultarse en las memorias del Simposio publicadas en el sitio web [www.cenam.mx](http://www.cenam.mx).

Como promotores, el Simposio de Metrología 2012 contó de manera preponderante con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, y el Consejo para la Ciencia y la Tecnología del Estado de Querétaro, CONCYTEQ.

Parte importante para la realización del Simposio de Metrología 2012 es el soporte brindado por las empresas que patrocinaron el evento.

#### Actividades satélites al Simposio 2012

Aprovechando la realización del Simposio fueron llevadas a cabo otras actividades importantes tanto para la comunidad metroológica nacional como para la del continente. Entre ellas se cuentan:

- **IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica (ENME)**

Este evento contó con participantes de México, Alemania, Estados Unidos de América, Brasil, Argentina, Costa Rica, Chile y Guatemala. Se impartieron 34 ponencias (16 fueron presentadas por invitados y 18 por personal del CENAM) y se realizaron 4 paneles de discusión.



IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica

Este foro permitió identificar necesidades de trazabilidad de medición, de cursos y ensayos de aptitud, desarrollo de normas oficiales mexicanas, desarrollo de sistemas de medición, entre otras necesidades de la industria.

• **VI Taller Tri-Nacional (Canadá, EUA y México) de la Asociación Norteamericana de Metrología por Coordenadas, NACMA y el 8º. Taller-Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Metrología de Coordenadas, la AMMC**

Contaron con la participación de once reconocidos expertos en máquinas de medición por Coordenadas (MMC), entre ellos el Dr. Steven Phillips del NIST - EUA, el Dr. Eugen Trapet de España, el Dr. Greg Hetland, presidente del Instituto Internacional de Tolerancias Dimensionales y Geométricas de EUA, así como expertos de Canadá, Hungría, Francia y México. Los temas versaron sobre máquinas de coordenadas de gran escala y su calibración; nuevas tendencias en tolerancias de piezas de producción y cómo aprovechar las nuevas tecnologías; herramientas de software para especificación y verificación de tolerancias; evaluación de MMC conforme a normas; nuevas tecnologías ópticas en metrología de coordenadas; y nuevas normas en producción para manufactura.



Sesión sobre medición de humedad en granos



Conferencias dentro del NACMA



**• Reuniones de los grupos de trabajo del Sistema Nacional de Calibración en las especialidades de Fuerza y Par Torsional, y Presión y Vacío**

En dichas reuniones se trataron, entre otros asuntos, las necesidades de nuevos ensayos de aptitud.

**• Cursos Cortos**

Se dictaron doce cursos de entre 4 y 8 horas de duración en temas relacionados con ensayos de aptitud; calibración de equipos; inocuidad, seguridad y calidad alimentarias; temperatura; presión; manejo de recipientes volumétricos; validación de métodos; y evaluación y estimación de incertidumbre. De los 138 asistentes a dichos cursos, el 11% fueron de procedencia extranjera.

**• Otras actividades**

Como otros eventos satélites al Simposio de Metrología 2012, se llevaron a cabo diversas reuniones de los grupos de trabajo del Sistema Interamericano de Metrología, de los cuales se da cuenta en el capítulo sobre Relaciones Internacionales de este informe.

**Conferencias por invitación en eventos especializados**

Durante el año que se informa, personal del CENAM dictó 32 conferencias sobre diversas especialidades por invitación. Algunas de ellas se enlistan en la siguiente tabla:

*Conferencias impartidas por personal del CENAM en 2012*

Tema	Dirigido a	Lugar
Materiales de referencia para mediciones de azufre en combustible.	Personal de la empresa MRIC	Minatitlán, Veracruz
Nuevo método de medición de temperatura en fuentes atómicas de Cesio-133	Asistentes al Taller de Física de Materia ultra fría del Instituto de Física de la UNAM	México, D.F.
Medición de alta exactitud del flujo luminoso total en leds de alta intensidad	Estudiantes de licenciatura y posgrado, y profesores-investigadores de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México	Toluca, Edo. de México
Aspectos técnicos a considerar en la evaluación de los laboratorios de calibraciones eléctricas, evaluación en sitio y evaluación de acciones correctivas	8 laboratorios acreditados y EMA	Aguascalientes, Ags.
Ensayos de aptitud en mediciones de energía eléctrica CENAM-CFE	Laboratorios de metrología de CFE	Mérida, Yuc.
Pérdida de sincronía en la medición de componentes espectrales	Laboratorios de metrología de CFE	Mérida, Yuc.
Proyectos de investigación en metrología eléctrica, CENAM	Personal CFE – LAPEM	Irapuato, Gto.
“Fuentes de incertidumbre en calibración y trazabilidad”	Laboratorios de calibración acreditados por la EMA	México, D.F.
Realización mexicana de La Candela	Cuerpos académicos de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Puebla, Pue.



Tema	Dirigido a	Lugar
Trazabilidad y fuentes de incertidumbre en mediciones fotométricas, radiométricas, espectrofotométricas y magnitudes relacionadas	Laboratorios de calibración acreditados por la EMA en el área de óptica	México, D. F.
Uso de calibradores planos en ambientes no controlados	Evaluadores EMA	México, D.F.
Sales Saturadas en la generación y medición de humedad	Evaluadores EMA	México, D.F.
Mediciones de temperatura para $t > 962$ C	Evaluadores EMA	México, D.F.
Metrología en la industria	Red de laboratorios de Colombia	Bogotá, Colombia
Ciencia de Materiales. La metrología y su papel dentro de ella.	Alumnos y profesores de las carreras de Ingeniería de la Universidad Contemporánea	Querétaro, Qro.
Perspectivas de la metrología en la ciencia de materiales	Alumnos y profesores de la División de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Tecnologías de Manufactura de la Universidad Politécnica de Tulancingo	Tulancingo, Hgo.
Resultados recientes en el desarrollo de capacidades metrológicas primarias para iluminación de estado sólido en CENAM	Investigadores del CICATA	Querétaro, Qro.
Ondas ultrasónicas y su aplicación médica e industrial	Estudiantes de secundaria y preparatoria	Querétaro, Qro.
La metrología en tu vida diaria	Personal de la empresa Continental Automotive Systems Division, Planta Silao	Silao, Gto.
Normas OHSAS 18000:1999, como sistema de salud y seguridad ocupacional	Asistentes a la XXV Semana de ciencias químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí	San Luis Potosí, SLP
Requisitos de metrología en la Norma ISO-9001	Asistentes al Congreso de Ingeniería 2012 de la Universidad Tecnológica de San Juan del Río	San Juan del Río, Qro.
Innovación y mejoramiento de procesos industriales para el crecimiento de la economía en el marco de sostenibilidad	Asistentes al Primer Congreso Internacional de Procesos Industriales de la Universidad Tecnológica de Querétaro	Querétaro, Qro.
Desarrollo de referencias primarias para iluminación en estado sólido	Estudiantes de posgrado y académicos del CICATA - IPN	Querétaro, Qro.

*Conferencias impartidas por personal del CENAM en 2012 (continuación)*



Mesa Redonda "Regulación de Medición de Hidrocarburos en México"

### Participación en congresos

En el 2012 se brindaron 49 ponencias en eventos entre los que se encuentran:

#### 9th International Temperature Symposium (ITS-9)

- Blackbody for metrological control of otic thermometers
- The influence of the spectral emissivity of flat-plate calibrators on the calibration of IR thermometers
- Design of a cavity to realize the Al-Cu eutectic to be used for radiation and Pt thermometers
- Visiting phase diagrams of binary eutectics to obtain temperature references
- A primary system to measure thermal conductivity of fluids
- Design of a cell for heat capacity of fluids by adiabatic calorimetry
- Temperature calibration of cryoscopic solutions used in milk industry by adiabatic calorimetry
- Design; construction and test of mercury thermometric cell in CENAMEP AIP
- International comparison of resistance thermometers between NIMs from Spain, Mexico and Andean countries
- Moisture conditioning system for grains (MSC).

#### Conference on Precision Electromagnetic Conference (CPEM 2012)

- Direct comparison of Josephson voltage standards at 10 V between BIPM and CENAM

- Inductance measurements at CENAM
- Improvements of the 10 V CENAM Josephson voltage standard to reach a standard uncertainty at 1 nV level
- Improvements in high resistance measurements at CENAM
- SIM.EM-K4 10 pF capacitance comparison summary
- An international comparison of 50/60 Hz reactive power meter calibrations between NRC, NIST, CENAM, NIM and KRISS
- Development of a direct comparison system for radiofrequency power calibration transfer from 10 MHz to 18 GHz.
- New method for temperature measurement of cold atom in Cs fountain clock
- International time and frequency comparisons in real time: recent results

#### XXV Congreso de Química Analítica

- Preparación de candidatos a materiales de referencia de clenbuterol en diferentes matrices de bovino.

#### Regulación de Medición de Hidrocarburos en México

- Confirmación metrológica y la administración de los sistemas de medición de flujo de hidrocarburos
- Ejemplo de cadenas de trazabilidad en mediciones de volumen de crudo "Caso Yùum K'ak'náab".

#### S.J. International Congress and Exposition on Noise Control Engineering

- Investigation of the variation in transmission loss in enclosures of different volumes, through measurements of sound power.

#### Educación a Distancia

Durante el 2012 se llevaron a cabo reuniones mediante videoconferencias, incluidos medios web, en la Sala de Educación a Distancia del CENAM con la participación de instituciones públicas y privadas. Con estas actividades se apoya la difusión de la metrología de manera eficiente. Algunas de ellas son:

- Reuniones del Comité Técnico Nacional de Normalización sobre Nanotecnologías



- Reuniones con la EMA “Requisitos e información que se debe ingresar para la calificación de los expertos de CENAM en el Padrón Nacional de la entidad” y “Analizadores de Gases”.
- Reuniones del proyecto SAGARPA-CONACYT.
- Reuniones de trabajo para el proyecto Bufete de Mantenimiento Predictivo e Ingeniería S.A. de C.V.
- Reunión de cierre del ensayo de aptitud en el área de metal-mecánica para la medición de espesores usando ultrasonido.
- Reunión con personal del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.
- Reunión SIM de Tiempo y Frecuencia (SIM T&F WG).
- Reunión de seguimiento del proyecto “NMI-Metrology User Relations”.
- Reunión con el Ministerio de Economía de Guatemala.
- Reunión de Consejo CIMAT.
- Reuniones de Consejo CIATEQ.
- Reunión proyecto COFUPRO.
- Reunión de colaboración IronbitLabs – CENAM.
- Reunión del SC-43 Comité de Acústica, de normalización del IMNC
- Reunión para asesoría empresa CRIOTEC
- Reuniones de los grupos de trabajo 77A y 77B ANCE – Calidad de la energía.
- Seminario WEB: Como Calibrar Termómetros Infrarrojos
- Seminario “Heat Radiation Simulations with COMSOL Multiphysics”.
- Seminario Organismos Genéticamente Modificados de Tercera y Cuarta Generación.
- Seminario “Integrated elemental species analysis using IC and ICP-MS: Combining proven technologies for increased sample information and better detection limits”.
- Seminario “Foro Nacional Disponibilidad de Alimentos Sanos”.
- Seminario “Aplicación de la Política de Trazabilidad”, organizado por la EMA.
- Seminario “Criterios de aplicación de la norma NMX-EC-17025-INMC-2006”
- Cursos de LabVIEW Core 2 y Core 3.
- Sesión de demostración FEMtools WebEx.



Sala de Educación a Distancia

Metrología

**CENAM**  
CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

Se complace en invitar al  
**Día de Puertas Abiertas**  
**Día Mundial de la Metrología**  
**20 de mayo de 2012**  
(a celebrarse el 18 de mayo)

Mayores informes:  
[www.cenam.mx/pabiertas](http://www.cenam.mx/pabiertas)

Logo of the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) and the International Union of Pure and Applied Metrology (IUPAP) are visible at the bottom left.

19ª La Sociedad y la Economía del Conocimiento  
Exposición de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro  
**26 EXPOCYTEQ 2012**



Miércoles 25 de Abril de 2012  
17° Día Internacional de la Conciencia sobre el Problema del Ruido



*Día de puertas abiertas*

- “III Simposio Latinoamericano de Inocuidad de Alimentos” de la IAFP.

## Otras actividades de difusión

### Día de Puertas Abiertas del CENAM

Con la finalidad de celebrar el Día Mundial de la Metrología, el CENAM abrió sus puertas para dar a conocer algunas de sus actividades al público interesado, con la temática de “Medimos para su seguridad”, en donde fueron visitados diversos laboratorios relacionados con el tema. Asistieron aproximadamente 750 visitantes, provenientes de instituciones educativas y empresas diversas.

### CENAM en el EXPOCYTEQ

El CENAM, participó en el evento EXPOCYTEQ organizado anualmente por CONCYTEQ dictando conferencias y exhibiendo dispositivos interactivos, experimentos acompañados de breves explicaciones dirigidos a los niños.

### INAD 2012

CENAM participó en el Día Internacional de conciencia sobre el problema del Ruido (INAD 2012) mediante una presentación sobre los efectos del ruido. Adicionalmente se realizaron audiometrías con el fin de evaluar el Corrimiento Temporal del Umbral de Audición Inducido por Ruido.

### Normalización

Puede considerarse que la normalización constituye uno de los eslabones de demanda de elementos metroológicos. La mayor parte de las normas requiere de mediciones cuyas especificaciones deben ser apropiadas para el uso pretendido, y en cuya elaboración las aportaciones del CENAM han tenido un gran aprecio.

Durante 2012 el CENAM participó en 201 reuniones de comités de normalización. Algunos comités y subcomités en los que CENAM participa regularmente son los siguientes:

- Comité Técnico de Normalización Nacional sobre Nanotecnologías.
- Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, Información Comercial y Prácticas de Comercio (CCNNSUICPC).
- Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y el Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE).
- Comité Técnico de Normalización Nacional para Productos de Protección y Seguridad Humana.
- Comité de Normalización de la Asociación de Normalización y Certificación, A.C (CONANCE), Grupo GT-77B.
- Comisión Nacional de Agua (CONAGUA).
- Comité Técnico de Normalización Nacional en Metrología / Subcomité de Materiales de Referencia (COTNNMET/REMCO).



- Comisión Intersecretarial para Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM).
- Comité Consultivo Nacional de Normalización Agroalimentaria de la SAGARPA.

### Otras actividades relacionadas con normalización

#### Proyecto de NOM sobre bebidas alcohólicas a partir de agaváceas

El CENAM colaboró con la DGN y la Cámara Nacional de la Industria Tequilera con el análisis de factibilidad del método de medición propuesto para el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-186-SCFI-2011 “Bebidas alcohólicas - Bebidas alcohólicas elaboradas a partir de agaváceas-especificaciones, métodos de prueba e información comercial”. Entre los resultados importantes de este análisis se encuentra el método modificado por CENAM es el apropiado para diferenciar una bebida alcohólica de agavácea de otras bebidas alcohólicas realizadas con otras materias primas.

#### NOM sobre programas informáticos y sistemas electrónicos

El CENAM participó en la elaboración de la Norma Oficial Mexicana NOM-185-SCFI-2012 “Programas informáticos y sistemas electrónicos que controlan el funcionamiento de los sistemas para medición y despacho de gasolina y otros combustibles líquidos-Especificaciones, métodos de prueba y de verificación”, proponiendo las especificaciones técnicas y métodos de evaluación de la misma.



*Firma del convenio CENAM - CNH*

### Otras actividades de fortalecimiento al SMN

Buscando fortalecer el SMN, en 2012 estuvieron vigentes algunos convenios, entre los cuales destacan:

Con SENASICA/CENAPA, para producir materiales de referencia en apoyo al sector agroalimentario; y con el INE para desarrollar MRC para contaminantes atmosféricos en cooperación con el National Metrology Institute of Japan (NMIJ) y el JICA.

Adicionalmente, el CENAM firmó el convenio de colaboración con la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH).



RELACIONES  
INTERNACIONALES

INFORME  
DE LABORES  
CENTRO NACIONAL  
DE METROLOGÍA  
2012



## Relaciones Internacionales

La uniformidad de las mediciones con origen metrológico en el CENAM, como garantía de la utilidad de las mismas en el intercambio de bienes y servicios en el ámbito global, obliga al CENAM a participar en actividades como comparaciones internacionales entre laboratorios para valorar sus capacidades, a conocer las nuevas tendencias en materia de mediciones para prever la demanda futura, y a colaborar con instituciones pares en un esfuerzo sinérgico de mejora.

### Conferencia General de Pesas y Medidas

La Conferencia General de Pesas y Medidas – CGPM –, órgano emanado del Tratado del Metro en el cual están representados los gobiernos signatarios del mismo, es en el mundo la autoridad suprema en materia de metrología. México está formalmente representado en esta Conferencia por la Secretaría de Economía.

### Comité Internacional de Pesas y Medidas

El Comité Internacional de Pesas y Medidas – CIPM –, bajo la autoridad de la CGPM, tiene como finalidades:

- Promover la uniformidad internacional de las unidades de medida - SI -.
- Atender la necesidad de demostrar equivalencia entre patrones nacionales.

Este Comité está conformado por 18 personalidades de prestigio reconocido en el ámbito internacional, entre los cuales se encuentra el actual Director General del CENAM.

Para cumplir su función, el CIPM ha integrado Comités Consultivos en diversas especialidades:

- acústica, ultrasonido y vibraciones, CCAUV;
- cantidad de sustancia, CCQM;
- electricidad y magnetismo, CCEM;

- fotometría y radiometría, CCPR;
- masa y magnitudes relacionadas, CCM;
- longitud, CCL;
- radiaciones ionizantes, CCRI;
- temperatura, CCT;
- tiempo y frecuencia, CCTF; y,
- unidades, CCU.

Una de las funciones de estos Comités Consultivos es identificar y organizar comparaciones entre laboratorios nacionales.

El CENAM participa en siete de los Comités mencionados; el de radiaciones ionizantes es atendido por parte de México por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

La Oficina Internacional de Pesas y Medidas - BIPM -, bajo la supervisión exclusiva del CIPM, tiene como mandato proveer las bases para un sistema de medidas único y coherente en el mundo, con trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades.

### Comparaciones entre institutos nacionales de metrología

Las comparaciones entre institutos nacionales de metrología contribuyen a asegurar la uniformidad de las mediciones en el mundo y con ello propician la confianza en el comercio internacional. Mediante ellas es posible determinar la equivalencia de los patrones nacionales con los de otros países, lo cual es la base para el reconocimiento mutuo entre más de 50 países signatarios del Acuerdo establecido por el CIPM.

El CENAM ha tomado el compromiso de participar en estas comparaciones cada vez que sus recursos lo permitan, a fin de ofrecer una referencia confiable para que las mediciones de la industria nacional sean compatibles con las de los países con los que México tiene intercambio comercial.

Estas comparaciones son organizadas por los Comités Consultivos del CIPM, por las organizaciones regionales de metrología, o por acuerdos multilaterales entre los Institutos



Patrones de referencia utilizados en las comparaciones internacionales de potencia y energía eléctricas

Nacionales de Metrología o sus Institutos Designados. Adicionalmente, se ha instituido el mecanismo denominado *prueba piloto* cuya finalidad es que cada participante evalúe sus capacidades en una materia específica, particularmente cuando no existan antecedentes de comparaciones entre laboratorios en la materia.

En el 2012, CENAM participó en 29 comparaciones a nivel internacional.

Algunas de ellas son las siguientes:

### **Comparaciones internacionales SIM.EM-K5 y SIM.EM-S7 en potencia y energía eléctricas**

En ambas comparaciones participan institutos nacionales de metrología de la región metrológica del SIM. La SIM.EM-K5 es una comparación en potencia eléctrica en corriente alterna a 50/60 Hz mientras que la SIM.EM-S7 es una comparación en energía eléctrica de corriente alterna a 50 y a 60 Hz. En ambas comparaciones el CENAM es el laboratorio piloto, y los informes se encuentran en elaboración.

### **Comparación internacional en potencia eléctrica reactiva**

En 2012, el CENAM participó junto con el NIST, NRC, NIM y KRISS en una comparación multilateral en potencia eléctrica reactiva. El informe está en elaboración.

### **Comparación internacional SIM.EM-S10 en resistencia eléctrica.**

Los institutos nacionales de metrología de CENAM de México, el NIST de Estados Unidos y el INTI de Argentina participaron en una comparación suplementaria en la cual se midieron dos resistores de 1 M $\Omega$ , dos resistores de 10 M $\Omega$ , dos resistores de 100 M $\Omega$  y dos resistores de 1 G $\Omega$ , empleando como sistema de medición el comparador de corrientes criogénico de alta resistencia.

### **Comparación internacional CCEM-K2 en resistencia eléctrica**

En esta comparación clave se midieron dos resistores de 10 M $\Omega$  y dos resistores de 1 G $\Omega$ . Los institutos nacionales de metrología que participan en esta comparación son CENAM de México, INTI de Argentina, KRISS de Corea, METAS de Suiza, NIST de Estados Unidos, NIM de China, NMISA de Sudáfrica, NPL del Reino Unido, NRC de Canadá, PTB de Alemania, VNIIM de Rusia y VSL de Holanda. En 2012 México llevó a cabo las mediciones. Esta comparación está en su etapa inicial y está planeado concluir el proceso de medición de todos los participantes durante el segundo semestre del 2013.

### **Comparación clave CCTF-K001.UTC.**

Esta comparación clave tiene el propósito de calcular la escala de tiempo de referencia del Tiempo Universal Coordinado UTC. Los valores de las diferencias de tiempo UTC – UTC(CNM) para el 2012 están acotados por  $\pm 20$  ns. Los valores de las diferencias de tiempo anteriores se publican mensualmente a través de la Circular T del BIPM. La incertidumbre de los resultados para el CENAM es de 5.2 ns. La escala de tiempo UTC(CNM) es comparada con 19 laboratorios del SIM y con la escala SIMT. Los resultados son compatibles con los publicados en la comparación clave CCTF-K001.UTC (Circular T), con la ventaja de que los primeros se conocen en tiempo real, y los segundos se conocen después de un mes.



### APMP.QM-S5 Comparación Suplementaria de Elementos Tóxicos y Esenciales de Mariscos

En esta comparación se realizó la medición de arsénico, cadmio, hierro y zinc en camarón, que fueron medidos con el Patrón Nacional de Cantidad de Sustancia empleando el Método de Dilución Isotópica. El CENAM envió sus resultados al laboratorio piloto, el Instituto Nacional de Metrología de Hong Kong, GLHK. Como resultado de esta comparación, el CENAM buscará ampliar sus capacidades de medición y calibración en el CIPM-MRA.

### CCQM-PI 35 Impurezas Aniónicas en Sales (NaCl)

Para este estudio piloto, el CENAM inició las pruebas y las mediciones preliminares de la muestra objeto de la comparación, en el análisis de los iones bromuro, nitrato y sulfato en sal de cloruro de sodio, cuyos resultados fueron enviados al laboratorio piloto. Estas mediciones fueron efectuadas empleando la técnica instrumental de análisis por cromatografía iónica utilizando el método analítico de multiadición de material de referencia.

### Comparación Suplementaria en Tamaño de Nanopartículas.

CENAM participó en la comparación suplementaria para la determinación del tamaño de nanopartículas. Esta comparación marca el inicio de los trabajos formales del nuevo grupo de trabajo en metrología de materiales, *Working Group for Material Metrology (WGMM)*, quien coordinó esta comparación en conjunto con *Asia Pacific Metrology Programme (APMP)* y su *Technical Committee for Length (TCL)*. Los resultados de esta comparación suplementaria servirán para armonizar los métodos de medición para el tamaño de nanopartículas y, eventualmente, como soporte para la declaración en las capacidades de calibración y medición (CMC). Se realizaron las mediciones en las siguientes nanopartículas: Oro de 10 nm, plata de 20 nm, poliestireno de 30 nm, 100 nm y 300 nm.

### CCQM-K95 Analitos de polaridad media en alimentos: plaguicidas en té

En esta comparación, coordinada por el Instituto Nacional de Metrología de Hong Kong (GLHK), se midió el contenido de *endosulfán II* y de sulfato de *endosulfán* en

muestras de té verde. Los resultados fueron discutidos en la reunión del CCQM.

### CCQM K55c Caracterización de Sustancias Orgánicas para Pureza Química - L-valina

Para esta comparación se midió la pureza de L-valina, implementando métodos de cromatografía de líquidos acoplados a espectrometría de masas en tándem (LC-MS/MS), cromatografía de líquidos con detector de UV y fluorescencia (LC-UV/FLD), titulación potenciométrica, determinación de agua por *Karl-Fischer* con horno, volátiles por *head-space* acoplado a cromatografía de gases y cromatografía en capa fina para la evaluación de las impurezas de la muestra de L-valina.

### CCQM PI03.I: Medición de transcritos de ARN múltiple

El CENAM participó en esta comparación cuyo informe se encuentra en proceso de revisión.

### CCQM K96 Determinación del contenido de cantidad de sustancia de dicromato

Fue coordinada por los laboratorios Nacionales de Metrología de la República de Corea (KRISS) y de Eslovaquia (SMU). El valor nominal de las sustancias oxidantes expresadas como dicromato es de aproximadamente  $3.4 \text{ mol kg}^{-1}$ . Los métodos empleados por el CENAM en la comparación fueron titulación coulombimétrica a corriente constante con el método de óxido-reducción y titulación gravimétrica con detección potenciométrica del punto final, método óxido reducción. Así mismo el CENAM midió las impurezas de V y Mn, como elementos con potencial interferente y los elementos Cr total y K total en la sal. Los resultados fueron discutidos en el grupo de trabajo y el informe se encuentra en elaboración.

### CCQM P58. I Prueba inmunológica de cuantificación de proteína cTnI

El CENAM participó en esta comparación aplicando el método de medición por PCR tiempo real. Otro de los métodos utilizados en esta comparación fue el inmunoenzimático.



Patrón de 20 L de la Comparación Clave CCM.FF-K4.1.2011

### EURAMET.AUV.A-SI Calibración de micrófonos LSI y LS2aP en presión por reciprocidad

El CENAM junto con DANIAMet-DFM (Dinamarca) son copilotos de esta comparación internacional. Forman parte de esta comparación los laboratorios DMDM (Serbia). Se circuló el Borrador B de esta comparación.

### CCM.FF-K4.1.2011 Volumen de líquidos

El CENAM participa como laboratorio piloto de esta comparación clave en volumen de líquidos, utilizando como patrones viajeros dos pipetas de 20 L y tres picnómetros de 100 mL. Los institutos nacionales participantes son: INMETRO-Brasil, INRIM-Italia, IPQ-Portugal, KEBS-Kenia, KRIS-Corea, NIM-China, NIST-EUA, NRC-Canadá, SP-Suecia y VSL-Holanda.



Instalación del medidor de transferencia usado en la comparación clave CC.FF.K6b contra el patrón nacional de flujo de gas tipo campana FTBP20

### CCM.FF-K4.2.2011 Volumen de líquidos

El CENAM participó junto con INMETRO-Brasil, IPQ-Portugal, LNE-Francia, NIM-China, NMISA-Sudáfrica, NMO-Reino Unido y el UME-Turquía en esta comparación clave que consistió en la calibración de 5 micropipetas de 100 mL. Los resultados ya están publicados.

### SIM.M.FF-S7 Volumen de líquidos

Dentro de la región metroológica del SIM, se organizó una comparación suplementaria en volumen de líquidos que consiste en la calibración de dos picnómetros Guy Lussac de 100 mL y dos pipetas de pistón de 100 mL. El IBMETRO de Bolivia es el laboratorio piloto. En esta comparación, participan además del CENAM-México, INDECOPI-Perú, INEN-Ecuador, INTN-Paraguay, LATU-Uruguay y SIC-Colombia. En 2012 se concluyeron las mediciones de todos los países participantes.

### CCM.FF-K6.2011 Medición de flujo de gas a baja presión en el intervalo de medición de (2 a 100) m<sup>3</sup>/h

Se realizaron las pruebas de esta comparación usando como medidor de transferencia un medidor tipo rotativo modelo Delta 2050 Sflow-G65 con alcance de medición de (2 a 100) m<sup>3</sup>/h.

El informe correspondiente se encuentra en proceso de elaboración.



### CCM.M-K4 Medición de masa, 1 kg

En esta comparación clave, organizada y coordinada por el BIPM, se utilizaron patrones de masa de acero inoxidable calibrados con los patrones nacionales de masa correspondientes, como requisito para esta comparación.

Para tal fin, el CENAM utilizó los patrones de transferencia de 1 kg, LPN-00-02 y LPN-00-07, cuyos valores de masa fueron obtenidos por calibración con el patrón nacional de masa, kilogramo No. 21 y los otros dos prototipos de 1 kg de Pt-Ir, kilogramos No. 90 y No. 96.

Se espera la entrega de resultados preliminares por parte del laboratorio piloto. Los países participantes en esta comparación son: BEV-Austria, CEM-España, INRIM-Italia, KRIS-Corea, LNE-Francia, METAS-Suiza, NIM-China, NIST-EUA, NMIA-Australia, NMIJ-Japón, NMISA-Sudáfrica, NPL-Reino Unido, NPLI-India, NRC-Canadá, PTB-Alemania.

### CCM.M.-K6 Medición de masa, 50 kg

Para esta comparación clave del CCM se circularon dos patrones de acero inoxidable de 50 kg. El CENAM, como laboratorio piloto, se encargó de la caracterización de dichos patrones en densidad, susceptibilidad magnética, polarización magnética, acabado superficial y de la determinación del valor de masa antes y después de circularlos entre los países participantes. El NPL del Reino Unido, es copiloto en esta comparación. Una vez recibidos ambos patrones viajeros el CENAM continuará con las mediciones de control, analizará los resultados y elaborará la primera versión del informe. Los países participantes son: CEM-España, INMETRO-Brasil, INRIM-Italia, KRIS-Corea, NIST-EUA, NMIJ-Japón, NPL-Reino Unido, NRC-Canadá y PTB-Alemania.

### SIM.M.M-S11 Medición de masa y volumen de pesas

Dentro del proyecto “Fomento Coordinado de la Infraestructura de la Calidad en la Región Andina PTB-CAN”, se realizó esta comparación suplementaria entre los países de la región metrológica ANDIMET relacionada con la calibración de pesas de alta exactitud. El CENAM participó como copiloto de esta comparación, el INEN



Medición de los patrones viajeros de la Comparación Clave CCM.M-K4

funge como laboratorio piloto y los países participantes son IBMETRO-Bolivia, INDECOPI-Perú, INTN-Paraguay, LACOMET-Costa Rica y SIC-Colombia.

### SIM.M.M-S13 Medición de masa, 2 kg y 10 kg

En esta comparación suplementaria, el CENAM participa junto con CESMEC-Chile e INDECOPI-Perú, este último como el laboratorio piloto, en la calibración de pesas de alta exactitud en los valores nominales de 2 kg y 10 kg. El CENAM ha concluido las mediciones para esta comparación.

### SIM.M.M-S9 Medición de propiedades magnéticas de pesas

En esta comparación suplementaria organizada dentro de los países del SIM, se circularon dos pesas de 1 kg, dos pesas de 2 g y un disco, todos de acero inoxidable, a fin de determinar sus propiedades magnéticas,



Entrega de las pesas para comparación en masa y volumen del proyecto PTB-CAN en el laboratorio de masa del INEN



Patrones viajeros de la comparación CCM.D-K4 y Patrones viajeros de la comparación SIM.M.D-S4

susceptibilidad magnética y polarización magnética, mediante el método del susceptómetro. Los países participantes son: CENAMEP AIP– Panamá, CESMEC-Chile, INTI-Argentina, LACOMET-Costa Rica, LATU-Uruguay, SIC-Colombia, CENAM-México, INDECOPI-Perú, como laboratorio piloto y el BIPM como instituto invitado. En 2012, el CENAM envió sus resultados al laboratorio piloto quien está elaborando el informe correspondiente.

#### **CCM.D-K4 Medición de densidad, calibración de hidrómetros**

En esta comparación clave del CCM, el CENAM participa como laboratorio copiloto junto con el INRIM-Italia, en la calibración de hidrómetros en un alcance de 600 kg/m<sup>3</sup> a 2000 kg/m<sup>3</sup>. Para este fin se realizó la calibración de dos juegos de cuatro hidrómetros cada uno, los cuales cubren de manera representativa el alcance de medición establecido. Los países participantes de esta comparación son: GUM-Polonia, KRISS-Corea, LATU-Uruguay, LNE-Francia, MKEH-Hungría, NIST-EUA, NMIA-Australia, NMIJ-Japón y el PTB-Alemania. El informe de esta comparación se encuentra actualmente en elaboración.

#### **SIM.M.D-S4 Medición de densidad, calibración de hidrómetros**

Dentro del proyecto “Fomento Coordinado de la Infraestructura de la Calidad en la Región Andina PTB-CAN”, se realizó esta comparación suplementaria entre los países de la región metroológica ANDIMET enfocada a la calibración de hidrómetros en el alcance 600 kg/m<sup>3</sup> a 2000 kg/m<sup>3</sup>. El CENAM participó como copiloto calibrando dos juegos de cuatro hidrómetros. Los países participantes son: IBMETRO-Bolivia, INEN-Ecuador, INTN-Paraguay, LACOMET-Costa Rica, SIC-Colombia e INDECOPI-Perú, quien es el laboratorio piloto.

#### **CCL-KI.201 I Calibración de bloques patrón largos y cortos por interferometría óptica.**

México y Canadá son los laboratorios pilotos, CENAM se encargó de los bloques cortos y Canadá de los bloques mayores a 100 mm. Las mediciones se encuentran en proceso.



8a Reunión del CCAUV

## Participación en los Comités Consultivos del CIPM

### Comité Consultivo de Electricidad y Magnetismo (CCEM)

CENAM participó en la reunión del CCEM, en la cual se acordó llevar a cabo varias comparaciones, entre ellas, una clave en inductores de 10 mH y una comparación clave en medición de resistencia de 10 M $\Omega$  y 1 G $\Omega$ , las cuales iniciarían a finales del 2012.

### Comité Consultivo de Tiempo y Frecuencia (CCTF)

Representantes del CENAM participaron en la reunión del Reunión del CCTF: en la cual se discutió la redefinición de la escala de tiempo UTC sin la presencia de segundos bisiestos. Adicionalmente, participaron en la reunión del Grupo de trabajo conjunto CCL/CCTF y en la del grupo de trabajo de laboratorios participantes en la escala de

Tiempo Atómico Internacional. En la primera de éstas, se revisaron las transiciones ópticas y de radio frecuencias recomendadas como representaciones secundarias de la unidad de tiempo, cuyo impacto se espera sea de la mayor relevancia al ofrecer una gama más amplia de frecuencias para dichas representaciones.

### Comité Consultivo en Acústica, Ultrasonido y Vibraciones (CCAUV)

Representantes del CENAM asistieron a la reunión del pleno del CCAUV y a las reuniones de los tres grupos de trabajo: el de Organizaciones Regionales de Metrología, CCAUV-RMO, el de Comparaciones Clave, CCAUV-KCWG y el de Planeación Estratégica, CCAUV-SPWG.

### Comité Consultivo de Cantidad de Sustancia (CCQM)

Se participó en las reuniones del CCQM y de sus grupos de trabajo en análisis electroquímico (EAWG) y en análisis inorgánico (IAWG). Durante las mismas



21a Reunión del CCPR

se incluyó la discusión sobre bioanálisis y la nueva definición del mol.

### Comité Consultivo en Fotometría y Radiometría (CCPR)

Con la presencia de representantes del CENAM se realizó la vigésimo primera reunión del CCPR en la cual se llevaron a cabo las reuniones de los grupos de trabajo del mismo, relacionados con CMCs, comparaciones clave y planeación estratégica, además de la Asamblea General de este Comité y la reunión del grupo de trabajo correspondiente del SIM.

### Sistema Interamericano de Metrología (SIM)

Con el propósito de facilitar las actividades de los institutos nacionales de metrología, los países se han agrupado en cinco organizaciones por su ubicación geográfica: APMP en la región de Asia-Pacífico; COOMET en Europa oriental

y Norte de Asia; EURAMET en Europa; SADC MET en el sur de África; y SIM en el continente americano. A su vez en el SIM se observan agrupaciones más localizadas: SURAMET, ANDIMET, CAMET, CARIMET, NORAMET. México es miembro de esta última.

Desde los orígenes del SIM, el CENAM ha mantenido una participación comprometida y sistemática con este organismo dado que está orientado a elevar la calidad de las mediciones en el continente americano.

Entre las participaciones del CENAM en este rubro destacan:

### Reunión del grupo de trabajo en acústica, ultrasonido y vibraciones

Se llevó a cabo la reunión de este grupo de trabajo con la presencia de INMS-NRC-Canadá, NIST-EUA, CENAM-México, INDECOPI-Perú, INMETRO-Brasil e INTI-



Argentina. Se revisaron los avances en las comparaciones internacionales tanto a nivel del SIM, como en comparaciones clave de los Comités Consultivos del CIPM. Se informaron los avances en organismos de normalización internacionales, relacionados con las normas sobre el tema.

### Reunión del grupo de trabajo de fotometría y radiometría

Se realizó como parte de la reunión del Comité Consultivo en Fotometría y Radiometría (CCPR) como se ha mencionado en este informe.

### Reunión del grupo de trabajo de metrología química

En esta reunión se expusieron técnicas estadísticas aplicables a los materiales de referencia y se presentaron propuestas de capacitación en técnicas estadísticas avanzadas, incertidumbre y validación mediante reuniones virtuales.

Como una de las conclusiones se propuso dar continuidad a proyectos de calidad y metrología en alimentos como el que coordinó el CENAM en los años pasados.

### Taller sobre medición de densidad de líquidos

Como evento satélite al Simposio de Metrología 2012, se realizó este taller en donde participaron expertos del SIM. Los temas abordados fueron: medición de tensión superficial de líquidos y su impacto en las mediciones de la densidad de líquidos; métodos y principios de medición de densidad de líquidos; certificación de materiales de referencia para la magnitud de densidad.

### Reunión del grupo de trabajo de electricidad y magnetismo

Entre los puntos tratados destacan: la comparación regional de inductancia en el valor de 10 mH, con el acuerdo de que el CENAM sea el laboratorio piloto; la discusión de resultados relacionados con la determinación del coeficiente de temperatura; la comparación de resistores de 1 M $\Omega$ , 10 M $\Omega$ , 100 M $\Omega$  y 1 G $\Omega$ ; y, la comparación clave de resistencia en los valores de 10 M $\Omega$  y 1 G $\Omega$ .



Taller sobre medición de densidad de líquidos

### Reunión del grupo de trabajo de flujo y volumen (SIM MWG10)

Con la asistencia de representantes de los institutos nacionales de metrología, o institutos designados, de Argentina, Brasil, Costa Rica, Estados Unidos de América, Jamaica, México y Perú, destacan entre los asuntos tratados las declaraciones de CMC's en la magnitudes de flujo y volumen por parte de los participantes, la planificación de nuevas comparaciones entre laboratorios y la integración de grupos de trabajo sobre los temas de volumen de líquidos, flujo de agua, flujo de hidrocarburos, flujo de aire, flujo de gas natural, velocidad del aire e incertidumbre de la medida.

### Grupo revisor de sistemas de calidad

El CENAM continúa participando en el QSTF, órgano del Sistema Interamericano de Metrología como organismo de metrología regional, dedicado a revisar y aprobar, en su caso, los sistemas de gestión de calidad que soportan la prestación de los servicios representados por las Capacidades de Medición y de Calibración (CMCs), en el marco del Arreglo de Reconocimiento Mutuo del CIPM.



Grupo de trabajo SIM WG10, Simposio de Metrología 2012, CENAM

En 2012 el CENAM obtuvo la aprobación por parte del QSTF de los resultados de la revisión quinquenal de Termometría con el soporte de los resultados de la evaluación por pares realizada por el Dr. Jean-Rémy Filtz del LNE-Francia, con lo cual las CMCs correspondientes se mantienen públicas en la Base de Datos del Arreglo.

### Revisiones por pares a laboratorios del CENAM

El CENAM valora de manera importante la concurrencia de revisores pares, hasta donde sus recursos lo permitan, como parte de los elementos que avalan su competencia técnica con miras a la incorporación o al mantenimiento de sus capacidades en el CIPM-MRA.

#### Resistencia eléctrica y magnetismo

El Dr. Randolph Elmquist, Líder del Proyecto de Metrología del ohm del NIST-EUA, realizó una revisión por pares al Laboratorio de Resistencia Eléctrica del CENAM.

Por su parte, el Dr. Fausto Fiorillo, experto en mediciones magnéticas y materiales magnéticos del INRIM-Italia, llevó a cabo una revisión por pares al Laboratorio de Patrones Magnéticos.

Ambas revisiones incluyeron la implementación del sistema de gestión de calidad, lo apropiado de las instalaciones, los métodos y la competencia técnica del personal, obteniendo resultados satisfactorios.

#### Flujo de gas

Se realizó una revisión por pares al laboratorio de flujo de gas, conforme a los requisitos de la norma ISO 17025. Dicha revisión la llevaron a cabo los expertos John Wright, NIST-EUA, y Fernando Kornblit, INTI-Argentina.

### Revisiones a otros laboratorios por parte del CENAM

El CENAM ha estado recibiendo invitaciones para llevar a cabo revisiones de laboratorios como expertos pares, con miras al reconocimiento de sus capacidades de medición y calibración en el CIPM-MRA. En 2012, personal del CENAM llevó a cabo las siguientes revisiones:

Instituto Nacional de Metrología o Laboratorio Designado	Alcance de la revisión
INTI-Argentina	Laboratorio de contaminantes orgánicos
INTI-Argentina	Laboratorio de tiempo y frecuencia
Instituto Nacional de Metrología-Colombia	Laboratorio de corriente continua y alterna
INDECOPI-Perú	Laboratorio de tiempo y frecuencia
LATU-Uruguay	Volumen de líquidos
Instituto Nacional de Metrología-Colombia	Laboratorio de masa y aspectos de gestión
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares-México	Laboratorio de patrones radiactivos, Aspectos de gestión.



## Otras actividades internacionales

### Evaluación de las capacidades de los INM y laboratorios de calibración de Centroamérica e identificación de sus necesidades de equipamiento y de formación

Personal del Área de Metrología de Materiales realizó una asesoría en Nicaragua, Panamá y Honduras, durante 3 semanas, bajo el contrato con el Grupo de Asesoría de Alemania “Evaluación de las capacidades de los INM y laboratorios de calibración e identificación de sus necesidades de equipamiento y de formación”, dentro del marco del proyecto PRACAMS “Apoyo a la infraestructura de calidad y aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias en los seis países Centroamericanos”, suscrito entre la Comunidad Europea y la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA).

### Asesoría al Instituto Nacional de Metrología de Colombia

Personal del CENAM participó en una asesoría con la Unión Europea para el Instituto Nacional de Metrología de Colombia con objetivos múltiples:

- Establecer un programa de metrología en química. Una característica particular del INM es que tiene bajo su estructura una red de metrología que consta de alrededor de 58 laboratorios coordinados por la Subdirección de Servicios e Innovación del propio INM, con el fin de alinear sus actividades metrológicas con las necesidades detectadas por esta red.
- Proponer el diseño y estructura del área de servicios tecnológicos e innovación.
- Preparar al INM para que inscriba sus Capacidades de Medición y Calibración en la Base de Datos del BIPM, como parte del Arreglo de Reconocimiento Mutuo del CIPM. Las actividades de preparación incluyeron una revisión al Laboratorio de Masa, y la asesoría para ajustar su sistema de gestión de la calidad bajo un enfoque sistémico.

### Proyecto PTB (TZ) – OEA: Segunda Fase de Cooperación Triangular en Metrología del Gas Natural en América Latina

El taller de planificación de este proyecto se realizó con la participación del grupo de metrología de gases del CENAM, el cual, junto con el INMETRO coordinan el proyecto. El propósito de éste es impulsar el desarrollo de este tema en Perú, Bolivia, Colombia, Argentina y Trinidad y Tobago e incluye pasantías, cursos y asesoría técnica vía remota.

### Conferencia sobre mediciones electromagnética de precisión (CPEM 2012)

El CENAM participó en las siguientes reuniones de trabajo:

- *Reunión sobre transferencia CA/CC en medidores de tensión eléctrica alterna.* En dicha reunión se discutieron resultados y planificación de comparaciones en la materia, resaltando la necesidad de llevar a cabo una comparación clave en 10 mH,
- *Taller sobre Comparaciones Internacionales – Diseño, Análisis de Datos y Reporte de Resultados.* Se discutieron lineamientos para llevar a cabo comparaciones internacionales.

### Taller sobre aseguramiento de la calidad para calentadores solares de agua: Tareas para la infraestructura de la calidad

Taller organizado por PTB-Alemania, OEA, COPANT, SIM e IAAC con la participación del CENAM, que incluyó la revisión de las interacciones entre los productores, consumidores, organismos de normalización, laboratorios de pruebas y entidades de acreditación y certificación, para impulsar la normalización continental sobre calentadores solares de agua para viviendas unifamiliares. En México, existe el soporte metrológico para las mediciones involucradas a excepción de la irradiancia solar.



OPERACIÓN  
DEL CENAM

INFORME  
DE LABORES  
CENTRO NACIONAL  
DE METROLOGÍA  
2012



## Operación del CENAM

### Recursos humanos

#### Capacitación del personal

Para mantenerse en los niveles internacionales de capacidad técnica y científica y estar en posibilidad de participar en eventos y comparaciones que requieren un alto grado de especialización, el personal del CENAM se capacita de manera constante en las técnicas más recientes de medición.

Durante el año 2012 se llevaron a cabo 203 acciones de capacitación, en las que participaron 230 servidores

públicos, cubriendo un total de 16,589.37 horas-hombre, con una inversión de \$786,165.91.

Entre los eventos de capacitación atendidos se encuentran las estancias y visitas técnicas a institutos homólogos de otros países. A continuación se mencionan algunas de las actividades realizadas:

Acción de capacitación	Lugar	Participante
Fortalecimiento en el desarrollo de la técnica de medición de impurezas aniónicas por cromatografía iónica.	Physikalisch- Technische Bundesantalt (PTB) Braunschweig, Alemania	García Alcántara Aura Bibiana
Inclusion of constraints in coverage measurement tool	National Institute of Standards and Technology (NIST), Gaithersburg, Maryland, Estados Unidos de América	Domínguez Mendoza Itzel
Desempeño de pipetas de pistón, certificación de materiales de viscosidad y la integración de PTB-DAkKS-Laboratorio	Physikalisch- Technische Bundesantalt (PTB) Braunschweig, Alemania	Personal de Flujo y Volumen
Discusión técnica sobre la nueva versión de la norma DIN 51309:2005	Physikalisch- Technische Bundesantalt (PTB) Braunschweig, Alemania	Personal de Fuerza y Presión
Sistemas de sumatorias de fuerzas y transductores multi-ejes	Physikalisch- Technische Bundesantalt (PTB) Braunschweig, Alemania	Personal de Fuerza y Presión
Discusión técnica sobre el desarrollo de patrón de torque dinámico y del método de calibración dinámica en par torsional	Physikalisch- Technische Bundesantalt (PTB) Braunschweig, Alemania	Personal de Fuerza y Presión
Discusión técnica sobre el desarrollo de patrones de par torsional de alto alcance	Physikalisch- Technische Bundesantalt (PTB) Braunschweig, Alemania	Personal de Fuerza y Presión
Developed vacuum gauge comparison system for the calibration of thermocouple gauges and capacitance diaphragm gauges	National Institute of Standards and Technology (NIST), Boulder, Colorado, Estados Unidos de América	Personal de Fuerza y Presión

*Capacitación del personal del CENAM en otros institutos nacionales de metrología*



Acción de capacitación	Lugar	Participante
Determinación experimental del coeficiente de deformación elástica del pistón	Physikalisch- Technische Bundesantalt (PTB) Braunschweig, Alemania	Personal de Fuerza y Presión
Desarrollo de patrones de frecuencia basados en transiciones ópticas	National Institute of Standards and Technology (NIST), Boulder, Colorado, Estados Unidos de América	De Carlos López Eduardo
Medición de impurezas no metálicas usando las técnicas de medición de nitrógeno, hidrógeno y oxígeno por fusión en horno de inducción en atmosfera de gas inerte con detección por conductividad térmica y detector de infrarrojo	Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM), Berlín	Personal de Materiales
Métodos de medición de mercurio total y especiación de mercurio y métodos de medición de arsénico total y especiación de arsénico	National Research Council (NRC), Ottawa, Canadá	Personal de Materiales

Capacitación del personal del CENAM en otros institutos nacionales de metrología

### Participación en eventos de nivel internacional

Acción de capacitación	Lugar	Participante
Conference on Precision Electromagnetic Measurements 2012	Washington, D.C.	Avilés Castro Carlos David, Navarrete García Enrique, Hernández Márquez Felipe León, García Ruiz Israel, Campos Montiel Sergio Antonio, Botello Pérez Mariano, Moreno Hernández José Ángel, López Romero José Mauricio, De Carlos López Eduardo, López López Sergio
Quantum voltage measurement techniques workshop	Boulder, Estados Unidos de América	Avilés Castro Carlos David
Conferencia de Termometría ITS 9	Anaheim, California	Méndez Lango Edgar, Hernández López José Efraín, Cárdenas García Daniel
Learn about the latest developments in photometric testing and evaluation, including new testing requirements for solid-state light sources and systems	New York, N.Y.	Estrada Hernández Anayansi

Capacitación del personal del CENAM en otros institutos nacionales de metrología



### SIDEPRO

En el mismo periodo, el CENAM apoyó dentro del Sistema de Desarrollo Profesional a 19 metrólogos en sus estudios de posgrado. Las especialidades que realizan son las siguientes:

Área	Nombre	Grado	Especialidad Posgrado		Proyecto
Eléctrica / Electromagnéticas	Rodríguez Guerrero Marco Antonio	Maestría	Maestría en Ciencias con línea terminal en Instrumentación y Control	Universidad Autónoma de Querétaro	Cuantificación de los parámetros de desempeño de un convertidor analógico-digital con tecnología delta-sigma ( $\Delta$ - $\Sigma$ ) en mediciones eléctricas usando procesamiento digital de señales, PDS
Eléctrica / Termometría	Martínez López Enrique	Doctorado	Doctorado en Ciencia y Tecnología	Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)	Sistema gravimétrico para determinar el contenido de humedad en materiales sólidos
Eléctrica / Termometría	Lira Cortés Leonel	Doctorado	Colaboración	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET)	Estudio teórico experimental para obtener una metodología para la determinación de la conductividad térmica de sólidos por medio del problema inverso de conducción de calor
Física / Óptica y Radiometría	Ruiz Gutiérrez Zeus Efraín	Maestría	Maestría en Tecnología Avanzada	Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA)	Sistema de caracterización de fibra óptica en dispersión cromática
Física / Óptica y Radiometría	Ortega Alcántara Tatiana Atenea	Maestría	Maestría en Ciencias Ambientales	Universidad Autónoma de Querétaro	Desarrollo de material de referencia para calibrar turbidímetros

*Logros académicos del personal del CENAM en 2012*



Área	Nombre	Grado	Especialidad Posgrado		Proyecto
Física / Óptica y Radiometría	Vidal Medina Noé	Maestría	Maestría en Tecnología Avanzada	Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA)	Desarrollo de referencias primarias para iluminación de estado sólido
Dirección de Metrología Física	Pérez Urquiza Salvador	Maestría	Maestría en Administración de Negocios en Calidad y Productividad	Universidad TecMilenio de Querétaro	Proyecto 1: Diseño de la estructura del paquete tecnológico en metrología de beneficio colateral del CENAM y Sector Energía.- Proyecto 2 Modelo estratégico de la relación PEP-CENAM en el sector Energético y planteo de propuesta para las gestiones técnico-administrativas en la identificación de capacidades y necesidades metroológicas y de proyectos tecnológicos
Dirección de Metrología Física	Rivera Arvizu Ma. Guadalupe	Maestría	Maestría en Administración de Negocios en Calidad y Productividad	Universidad TecMilenio de Querétaro.	Mapeo estratégico de las relaciones entre la Academia-Industria-Gobierno en el Sector Automotriz del corredor industrial Querétaro-Celaya-Irapuato-León y planteo de propuestas para satisfacción de sus necesidades metroológicas
Materiales / Cerámicos	Cabrera Torres José Luis	Maestría	Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales	Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA), UNAM Campus Juriquilla	Desarrollo y caracterización de biomaterial cerámico

Logros académicos del personal del CENAM en 2012



Área	Nombre	Grado	Especialidad Posgrado		Proyecto
Materiales / Cerámicos	Juárez García José Manuel	Doctorado	Doctorado en Tecnología Avanzada	Centro de Investigación e Innovación Tecnológica del Instituto Politécnico Nacional	Fabricación de nano películas y nano alambres por MOCVD (Deposición química de va- por de metalorgánicos).
Materiales / Metálicos	López Granada Ma. Guadalupe	Doctorado	Doctorado en Tecnología Avanzada	Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) Unidad Querétaro	Polvos nanoestructurados de $TiO_2-Al_2O_3$ y su potencial aplicación para la eliminación de contaminantes: Síntesis y caracterización fisicoquímica- electroquímica
Materiales / Metálicos	Rodríguez López Aarón	Doctorado	Doctorado en Electroquímica	Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquí- mica, S.C.	Estudio de la síntesis y carac- terización de nanopartículas de magnetita por métodos elec- troquímicos
Materiales / Cerámicos	Zapata Campos María Eugenia Edith	Maestría	Maestría en Ciencias Ambientales	Universidad Autónoma de Querétaro	Desarrollo de método para análisis por espectrometría de fluorescencia de rayos x (FRX), para la determinación de me- tales pesados en polipropileno
Materiales / Orgánicos	Maldonado Torres Mauricio	Maestría	Maestría en Biotecnología de Plantas	CINVESTAV, Unidad Irapuato	Transformación genética de plantas
Mecánica / Masa y Densidad	Centeno González Luz María	Maestría	Maestría en Tecnología Avanzada	Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA)	Diseño de una suspensión magnética para la determina- ción de densidad de líquidos

Logros académicos del personal del CENAM en 2012



Área	Nombre	Grado	Especialidad Posgrado		Proyecto
Mecánica / Fuerza y Presión	Flores Martínez Francisco Javier	Maestría	Maestría en Mecatrónica	Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA)	Desarrollo de la medición de longitud en un nuevo patrón de columna de líquido de baja presión por medio de interferometría láser
Mecánica / Flujo y Volumen	Mercado Pérez Juan José	Doctorado	Doctorado en Ciencia y Tecnología en Diseño y Desarrollo de Sistemas Mecánicos	Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)	Diseño de un sistema de medición de pequeños flujos de gas a través de la relación de la intensidad del campo magnético para la suspensión de una partícula
Servicios Tecnológicos / División Tecnológica	Corona Hernández Fredy	Maestría	Maestría en Ciencia y Tecnología con la opción terminal de Mecatrónica	Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)	Desarrollo del Sistema de Control para una Máquina de Medición por Coordenadas
Servicios Tecnológicos / División de Enlace Industrial	Garibay Cordero Luis Alejandro	Maestría	Maestría en Ingeniería de Calidad	Universidad Autónoma de Querétaro	Estudio de homologación del Sistema de Gestión de Calidad del CENAM

Logros académicos del personal del CENAM en 2012



### Tesis desarrolladas en el CENAM

Durante este periodo el CENAM asesoró y apoyó a 56 tesis provenientes de diversos institutos y universidades del país, en la realización de trabajos y proyectos de interés para este Centro con los cuales obtuvieron sus diplomas de técnico superior universitario, licenciaturas, maestrías o doctorados en diversas especialidades. Estos estudiantes provienen de los Institutos Tecnológicos de Huichapan, Querétaro, Ciudad Madero Tamaulipas, Celaya, Aguascalientes, Oaxaca, Matamoros, Tuxtla Gutiérrez, Linares, Durango y Ciudad Hidalgo; así como de la Universidad de la Sierra, Universidad de Sonora, Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Tecnológica de Querétaro, Universidad Autónoma de Querétaro, Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital y Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Los logros obtenidos constituyen una aportación importante para el CENAM y para los tesis en sus procesos formativos sólidos y avanzados en conocimientos y experiencia profesional.

Algunos de los temas que desarrollaron estos estudiantes en los cuales se les impartió la asesoría fueron:

- Actualización del Sistema de Control de Activo Fijo del CENAM
- Dispositivos de transferencia tipo Hamon de  $10 \Omega$ /paso
- Puesta en operación y caracterización de un sistema de referencia para la medición de propiedades magnéticas de aceros eléctricos.
- Caracterización de termopilas basadas en bismuto.
- Caracterización de Micro-Vigas Cantilver por medio del perfilómetro de Tacto.
- Maquinado químico de silicio
- Diseño de un acelerómetro mecanismo de una dimensión para su uso como switch resistivo o capacitivo
- Diseño de un mecanismo Slider-Crank MEMS Usando SUMMIT V
- Automatización de sistemas de medición de potencia en radiofrecuencias.
- Desarrollo de criterios de diseño para la propuesta de un generador primario de humedad para mediciones de humedad relativa y punto de rocío en gases.
- Estabilización del peine de frecuencias del CENAM.
- Desarrollo de un láser de pulsos ultra cortos.
- Diseño y desarrollo de la estructura de un sistema de calibración de mastoides artificiales.
- Implementación de una barra de Hopkinson para generar choques de alta aceleración.
- Caracterización de la respuesta espectral como función de la temperatura de fotodiodos de silicio.
- Actualización del Sistema Electrónico de Control para la medición de Uniformidad Espacial Combinada en Dosis de Radiación Ultravioleta.
- Medición de diámetros de nanotubos de carbono por microscopia de fuerza.
- Desarrollo de métodos de separación de metales tóxicos a nivel traza empleando columnas de intercambio iónico.
- Desarrollo en la preparación de un Material de Referencia de Camarón.
- Monitoreo de estabilidad de disoluciones de referencia en matriz acuosa empleando el método de pérdidas por transpiración. (2ª. etapa)
- Desarrollo del método de digestión y medición de arsénico mediante la técnica de espectrometría de absorción atómica por generador de hidruros (EAA-GH) en una matriz de brócoli.
- Desarrollo de métodos de digestión en matriz natural de brócoli y camarón para la medición de metales tóxicos.
- Validación del método de medición de Cd en camarón, por la técnica de espectrometría de absorción atómica con atomización electrotérmica (EAA-AT).
- Desarrollo del método de medición de arsénico mediante la técnica de espectrometría de absorción atómica por generador de hidruros (EAA-GH) en una matriz de camarón.
- Desarrollo y certificación de un material de referencia para la medición de un evento transgénico en trigo.
- Estudio de estabilidad del candidato a material de referencia (MR) de clenbuterol en hígado bovino.
- Preparación de un material de referencia de clenbuterol en hígado bovino.



- Desarrollo y certificación de un material de referencia de plaguicidas en jitomate.
- Desarrollo y certificación de un material de referencia en plaguicidas en lechuga.
- Certificación de parámetros bromatológicos en un material de referencia de puré de jitomate.
- Certificación de parámetros bromatológicos en un material de referencia de pasta de aguacate.
- Evaluación de los valores certificados asignados a materiales de referencia del sector alimentario.
- Caracterización del método del ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA) para la determinación de clenbuterol en hígado bovino.
- Desarrollo y certificación de parámetros nutrimentales en miel natural.
- Evaluación de la metodología para el análisis de estreptomina en un material de referencia de miel.
- Preparación de un MR de miel natural para su caracterización y determinación de antibióticos.
- Estudio de estabilidad a corto plazo del candidato material de referencia de clenbuterol en hígado bovino.
- Análisis de la normatividad nacional e internacional y los métodos de medición de los principales microorganismos patógenos regulados en alimentos tales como vegetales, frutas frescas y animales terrestres.
- Caracterización de un candidato a material de referencia para la medición del promotor p35S en maíz utilizando digital PCR.
- Caracterización de un candidato a material de referencia para la medición del evento DREB1a en harina de trigo utilizando digital PCR
- Caracterización de un candidato a material de referencia para la medición del promotor p35S en soya utilizando digital PCR.
- Desarrollo y validación de un método para la caracterización de un candidato a material de referencia para la medición del evento transgénico DREB1A en harina de trigo, utilizando digital PCR.
- Desarrollo de métodos de alta exactitud para la medición de parámetros nutrimentales en MR de alimentos.
- Análisis de la normatividad nacional e internacional y los métodos de medición de los principales microorganismos patógenos regulados en alimentos.
- Diseño conceptual y de detalle del sistema de flujo de gas a baja presión con intervalo de medición de (50 a 6 500) m<sup>3</sup>/h.
- Re-ingeniería del sistema de control para el nuevo variador de velocidad del Patrón Nacional de Flujo de Líquidos.
- Desarrollo de un programa informático ejecutable para la administración de inventarios de combustible en terminales de almacenamiento y reparto.
- Diseño del programa (software) de operación, control y calibración del sistema de flujo de gas a baja presión con intervalo de (3 a 6 500) m<sup>3</sup>/h.
- Diseño de detalles y fabricación de la máquina de pequeñas fuerzas de masas suspendidas.
- Diseño de sistema de control para par dinámico y calibración continua.
- Implantación de programas de confirmación metrológica con técnicas estadísticas.
- Diseño y construcción de un sistema de medición de densidad de líquidos a diferentes presiones mediante hidrómetros y procesamiento de imágenes digitales.
- Sistema para control de servicios de calibración en áreas técnicas usando Java.
- Sistema para la generación de certificados del bloques patrón por interferometría.

Los principales sectores industriales y de servicios beneficiados fueron:

Sector alimentario, industria automotriz, control de base de datos, control de ensayos de aptitud, certificación de materiales de referencia y sector salud.

### Expertos Invitados

Las aportaciones de estos expertos invitados fueron muy valiosas para las áreas del CENAM, ya que se conocieron nuevas técnicas de medición, se resolvieron problemas con equipos y sistemas y se realizó el intercambio de experiencias, lo cual reforzó la relación de colaboración con los institutos de procedencia.



Experto	Procedencia	Tema
Dr. Reinhard Zeleny	Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM), Bélgica.	Taller de inocuidad en alimentos, discusión técnica de la preparación y certificación de MR de matriz para residuos como antibióticos y agonistas, aplicado al sector de inocuidad alimentaria
Dr. Jochen Vogl	Institute for Materials Research and Testing (BAM), Alemania.	Discusión e intercambio de experiencias de métodos de medición de alta exactitud metrológica de metales tóxicos

### Servicios Internos de apoyo

Durante el ejercicio 2012 se realizó una inversión substancial de 149,836.1 miles de pesos para la conclusión de los Módulos “A”, “B” y “C” del Edificio de Laboratorios Especiales, en los que se consideran 26 laboratorios de metrología eléctrica, física, mecánica y de materiales de referencia con garantía en la estabilidad antivibratoria y condiciones acústicas y térmicas adecuadas.

Dentro del programa de obra pública, destacan en este año las actividades del proyecto integral de aire acondicionado de alta calidad, muros, paneles, ductos de aire, sistema de control, instalación eléctrica, instalación de pisos de concreto, rampa de acceso, sistema de voz y datos y acondicionamiento de oficinas

Posterior a la inauguración del Simposio, el mismo día 10 de octubre, se trasladaron a las instalaciones del CENAM tanto autoridades como invitados extranjeros de otros institutos nacionales de metrología, para presenciar la inauguración del Edificio de Laboratorios Especiales, ceremonia encabezada por el Secretario de Economía, el Gobernador del Estado de Querétaro y el Oficial Mayor de la SE.

Se develó una placa ubicada en la parte exterior de una de las entradas al edificio, cuya leyenda dice:



Dr. Jochen Vogl con personal de la Dir. de Análisis Inorgánico



Dr. Reinhard Zeleny con personal de la Dir. de Análisis Orgánico e Inorgánico



Acto de develación de la placa alusiva en la inauguración del Edificio de Laboratorios Especiales



Vista del Edificio de Laboratorios Especiales

## EDIFICIO DE LABORATORIOS ESPECIALES

INAUGURADO EL 10 DE OCTUBRE DE 2012  
POR EL SECRETARIO DE ECONOMÍA

UN ESFUERZO DEL GOBIERNO MEXICANO  
PARA RESPONDER A LAS DEMANDAS DE LA  
SOCIEDAD EN MATERIA DE METROLOGÍA

### Servicios Tecnológicos Internos

En este periodo se realizaron servicios en tecnologías de la información, automatización e instrumentación electrónica así como fabricación de componentes mecánicos y de vidrio, tanto a clientes externos como a las áreas internas del CENAM.

El Laboratorio de Tecnología de Fabricación atendió alrededor de 233 servicios, apoyando a las áreas de CENAM con la manufactura de componentes mecánicos y de vidrio con dimensiones muy exactas que se están utilizando como accesorios de acoplamiento durante las calibraciones, otros se maquinaron para proyectos de fabricación, mantenimiento y mejora de patrones de medición que están involucrados directamente para diseminar la exactitud CENAM-clientes, por el tiempo de fabricación, complejidad de los componentes y relevancia para el Laboratorio de Tecnología de Fabricación se mencionan los siguientes:

- Fabricar porta muestras para espectrómetro de FRX
- Fabricar charolas para muestras para espectrómetro de FRX.
- Manufactura de contenedores rectangulares para alojamientos de resistores.
- Manufactura de piezas para la construcción de un dispositivo Hammon.
- Fabricación de placas soporte para moto-reductor
- Fabricación de cámara aislada en temperatura y efectos ambientales para peine de frecuencia.
- Elaboración de piezas para proyecto de fabricación de alternador de carga automático.
- Fabricar patrones de referencia para evaluación de soldaduras a tope por ultrasonido.
- Fabricar patrones de espesores de acero al carbón
- Fabricación de placa para pulido de obleas.
- Fabricación de piezas de montaje para sistema secundario de aceleración transitoria.
- Fabricar celdas de punto triple del agua.
- Fabricar ampolletas de 50 mL para material de referencia.
- Fabricar cámaras de vidrio con chaqueta para calibrar densímetros de inmersión.
- Fabricar soportes tipo torre para mediciones vibro acústicas.
- Maquinar soportes para micrófonos.
- Fabricar dispositivo tipo plomada, para posicionamiento de micrófonos.



- Maquinar base para Splitter Weinschel
- Maquinar cavidades de grafito para celdas de puntos fijos.
- Fabricar soportes para tubería de 6 pulgadas.
- Sistema de tubería para servicios de calibración de flujos.
- Fabricar soportes para colocar sensores en los invernaderos.
- Maquinado de componentes para mesa de posición angular.
- Maquinado de juegos de cajas de acrílico para el laboratorio de humedad.
- Soporte tacón para base sísmica, laboratorio de vibraciones.
- Fabricar 4 chasis para fuente de poder del medidor de energía proyecto CONACYT- CFE.
- Maquinar componentes en aluminio para ensamble de crisol.
- Fabricar componentes para ensamble del sistema de medición de densidad.
- Ensamble de tubos, bridas y reducciones de diferentes medidas para el laboratorio de flujo.
- Maquinado de componentes de grafito para crisoles de puntos fijos.
- Accesorios para calibración en máquina de transferencia de fuerza.
- Fabricación de tubos Mojonnier.
- Sellado de ampollitas con material de referencia.
- Fabricar prototipo para medir perpendicularidad de placa de orificio.
- Fabricar componentes para las mediciones de líquidos a distintas presiones.
- Construcción de hornos controlados en temperatura, fabricados con placa de aluminio de 3/8" y lámina de 1/8".
- Fabricar tubos de cuarzo para digestión abierta.
- Fabricar componentes para crisol de puntos fijos maquinados en teflón.
- Fabricar patrones cilíndricos para inspección por ultrasonido.
- Maquinar cavidades de cerámica maquinable para celdas de puntos fijos.
- Fabricar caja de aluminio que contendrá el sistema de perilla automática Fluke 792A.



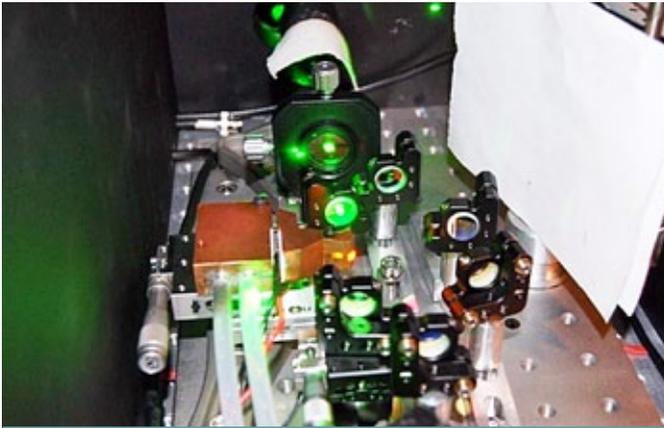
*Torneado y Fresado CNC, componentes de acero inoxidable*



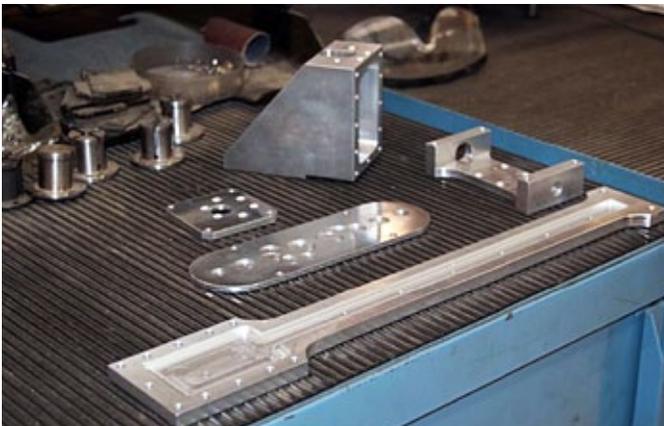
*Habilitado con proceso de pailería, maquinado con fresadora CNC y ensamble con soldadura TIG*



*Parte de inferior de cámara con un arreglo rectangular de barrenos y maquinada en fresadora CNC*



*Componentes ópticos y electrónicos ensamblados dentro de la cámara aislada de temperatura y efectos ambientales*



*Componentes maquinados en aluminio utilizando proceso de fresado CNC*



*Componentes maquinados en proceso de fresado CNC*

El Taller de Tecnologías de Fabricación se mantiene a la vanguardia con nuevo equipo para poder cubrir las necesidades cada vez más exigentes, al adquirir un centro de maquinado CNC y dos tornos con muy altas especificaciones.

### **Laboratorio de Automatización Electrónica**

En las actividades del Laboratorio de Automatización Electrónica se desarrollaron proyectos en los que se incluyen el diseño y la construcción de sistemas de instrumentación electrónica y software orientado a la instrumentación virtual, así como la atención de servicios externos contribuyendo al fortalecimiento de la infraestructura metrológica del CENAM.

Se han brindado 114 servicios de apoyo en instrumentación electrónica a las diferentes áreas del CENAM, incluyendo 69 servicios de verificación externos en los cuales se consideran las verificaciones a la norma NOM-005-SCFI-2011, las verificaciones documentales a la NOM-005-SCFI-2011 y las verificaciones a la NOM-185-SCFI-2012.

### **Servicios en proceso**

El equipo de verificación ha realizado los servicios de verificación del punto 7.3 de la norma NOM-005-SCFI-2011 publicada en el diario oficial el día 30 de marzo del año en curso. Actualmente ya se realizaron servicios de verificación de todas las marcas con la colaboración de los ingenieros contratados para este fin.

Adicionalmente a estos servicios de verificación se realizaron los informes documentales de la norma NOM-005-SCFI-2011 para cada una de las marcas de los sistemas de medición y despacho de combustibles líquidos.

Actualmente se han concluido las verificaciones de la NOM-185-SCF-2012 para el software que controla los sistemas de medición y despacho de combustible líquido de una marca, quedando en proceso las correspondientes a otras cinco.

### Unidad de Informática y Comunicaciones

La Unidad de Informática y Comunicaciones (UIC) apoya los objetivos institucionales del CENAM, mediante el mantenimiento y operación de la infraestructura de cómputo y comunicaciones. Adicionalmente la Unidad apoya diferentes iniciativas establecidas por dependencias o entidades normativas como son la Secretaría de la Función Pública (SFP), la Secretaría de Economía (SE) y el Sistema Internet de la Presidencia (SIP).

- Asesoría y soporte a las actividades de las áreas de metrología y usuarios del Centro;
- Atención de incidentes y requerimientos de cómputo, telefonía y comunicaciones;
- Desarrollo y mantenimiento de aplicaciones institucionales e integración de sistemas informáticos;
- Vigilancia tecnológica para la ampliación y actualización de la Infraestructura de Tecnologías de Información y de Comunicaciones;
- Servicios de comunicación de voz y datos.
- Atención y apoyo a iniciativas de la SFP, SIP y SE.

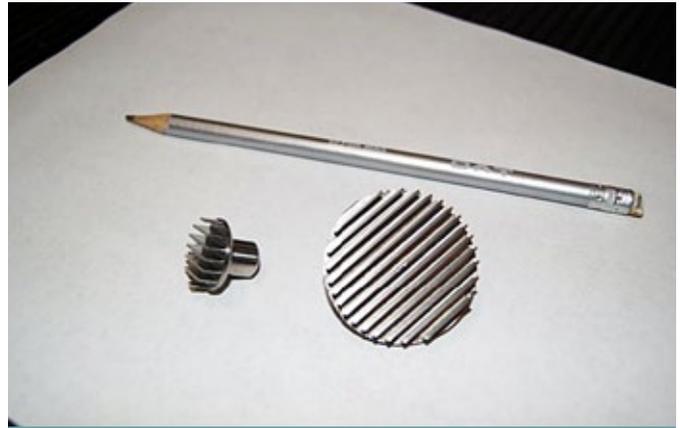
En el 2012, se atendieron 3,424 solicitudes de servicio. Dentro de estos servicios se incluyen 46 relacionados con la modificación y desarrollo de aplicaciones.

### Difusión de las actividades sustantivas del CENAM

Boletín informativo del CENAM, 2012

Apoyo en la revisión y elaboración de notas:

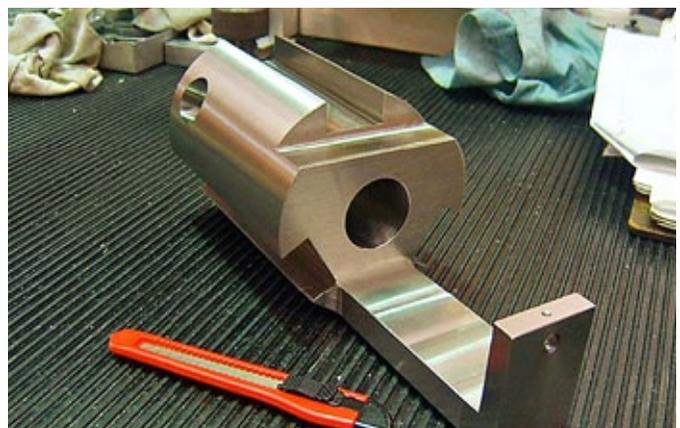
- Autoridades federales y estatales encabezaron la inauguración del edificio de laboratorios especiales del Centro Nacional de Metrología
- El Simposio de Metrología 2012, “Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida”, cumplió sus expectativas de difusión científica y tecnológica.
- Participa CENAM en Expocytex 2012 con prototipos interactivos de medición
- Convenio Intersecretarial SE-SAGARPA para coordinar acciones con el CENAM en apoyo de la inocuidad y calidad alimentarias.
- El CENAM, sede de la reunión de representantes del sistema Interamericano de Metrología (SIM) para



Fresado de componentes de titanio con fresadora CNC



Sellado de ampollitas conteniendo material de referencia



Maquinado de componente en acero inoxidable y en torno y fresadora CNC



Centro de Maquinado CNC



Torno de reciente adquisición



Trabajo de verificación de hardware a surtidores de gasolina y Verificación de hardware a surtidores de gasolina

fortalecer las relaciones de los Institutos Nacionales de Metrología con sus usuarios. Consulta en: <http://www.cenam.mx/boletin/>

### Simposio de Metrología 2012, “Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida”.

La difusión del Simposio de Metrología se hizo a través del Facebook del CENAM, Twitter, el portal institucional, en revistas y boletines electrónicos, páginas web de universidades y centros de investigación, así como de los portales de proveedores, patrocinadores y de institutos de metrología de diversas partes del mundo.

Con respecto a medios impresos, se mandaron imprimir trípticos y posters, los cuales se difundieron en diversas instituciones de la localidad y en varios estados de la República Mexicana; así mismo se hicieron escritos de invitación a los directivos de instituciones de investigación, empresarios, universidades, centros de investigación e institutos de metrología internacionales.

Redes sociales	Actividad
Liga del portal	Se utilizó la base de datos de 17,000 clientes que fueron invitados y asistieron al SM2010, en la cual se incluyó la liga del evento.
Revistas, boletines electrónicos y páginas web	Se envió información para solicitar la difusión del SM2012 en: Boletín electrónico “Piso de Exhibición”, “Revista Yotta”, “e-medida”, IOP Latinoamérica, NCSL International (Impresa y en línea), Agilent Technologies.
Periódico el Financiero	2 anuncios: 23 de agosto y 12 de septiembre.
Medios de comunicación Radio y V	Se hizo una invitación por correo electrónico a los medios masivos de comunicación para que asistieran al SM2012.



## Estado financiero

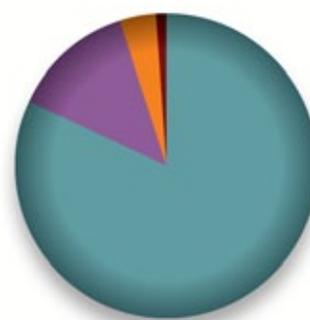
Es importante informar sobre los ingresos por servicios, algunos rubros de gasto y la inversión neta, de manera resumida, como parte de los estados financieros del CENAM en 2012.

### Gastos por servicios personales

#### CENAM GASTOS 2012

Miles de pesos

Servicios Personales	127,190.9	100 %
■ Sueldos, salarios y prestaciones	104,624.7	82 %
■ Seguridad social	15,829.2	13 %
■ Honorarios asimilables	5,978.3	4 %
■ Otros	758.7	1 %



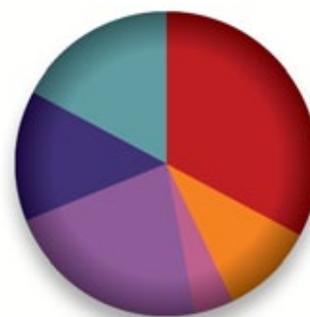
### Ingresos por servicios

Los precios por servicios son los autorizados anualmente por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

#### CENAM INGRESOS 2012

Miles de pesos

Ingresos por Servicios	88,815.9	100 %
■ Calibración de equipos e instrumentos	29,517.3	33 %
■ Cursos y entrenamientos en laboratorios	8,499.7	10 %
■ Análisis y certificación de materiales de referencia	3,471.8	4 %
■ Centro de Coordinación Medida	19,490.1	22 %
■ Asesorías y otros servicios metrológicos	12,431.9	14 %
■ Diversos, licitaciones, intereses, acreditación de IVA, etc.	15,405.1	17 %



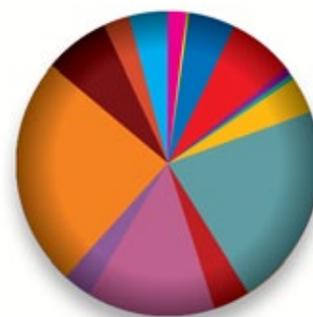


## Gastos de Operación

### CENAM GASTOS 2012

Miles de pesos

Gastos de Operación	87,455.6	100 %
■ Materiales de administración, emisión de documentos y artículos oficiales	1,637.9	2.0 %
■ Alimentos y utensilios	513.4	0.5 %
■ Materiales y artículos de construcción y de reparación	4,419.4	5.0 %
■ Productos químicos, farmacéuticos y de laboratorio	5,806.4	7.0 %
■ Combustibles, lubricantes y aditivos	1,162.3	1.0 %
■ Vestuario, blancos, prendas de protección y artículos deportivos	507.2	0.5 %
■ Herramientas, refacciones y accesorios menores	3,193.7	4.0 %
■ Servicios básicos	19,142.4	22.0 %
■ Servicios de arrendamiento	3,034.9	4.0 %
■ Servicios profesionales, científicos, técnicos y otros	12,340.2	14.0 %
■ Servicios financieros, bancarios y comerciales	2,574.5	3.0 %
■ Servicios de instalación, reparación, mantenimiento y conservación	21,834.6	25.0 %
■ Servicios de traslado y viáticos	5,726.2	7.0 %
■ Servicios oficiales	2,434.8	3.0 %
■ Otros servicios generales	3,127.7	4.0 %



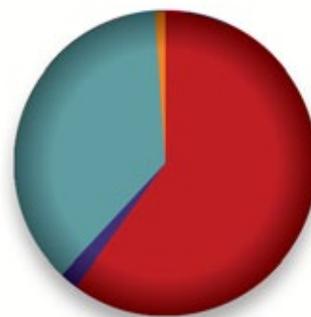


## Inversión neta

### CENAM INVERSIÓN NETA 2012

Miles de pesos

<b>Inversión Neta</b>	<b>761.031.8</b>	<b>100 %</b>
■ Edificios y locales	457,816.6	60 %
■ Terrenos	14,901.8	2 %
■ Maquinaria y equipo de laboratorios	278,197.9	37 %
Equipo de transporte	572.1	0 %
Equipo de cómputo	2,285.1	0 %
■ Mobiliario y equipo de oficina	7,258.3	1 %
Obras en proceso	-	



Las cifras que corresponden a los valores de inversión neta están estimadas como la correspondiente a la inversión menos la depreciación en los años de que se trata.



ANEXO  
PUBLICACIONES

INFORME  
DE LABORES  
CENTRO NACIONAL  
DE METROLOGÍA  
2012



## Anexo: Publicaciones

### Simposio de metrología 2012

- Adrián Lizama Luis, *Protocolo de distribución cuántica de llava (QKC) con detección de Hacking cuántico.*
- Alatorre Mario, Chávez Jaime, Escobar Marco Antonio, *Sistema de referencia para la medición de propiedades magnéticas de aceros eléctricos por el método Epstein.*
- Arvizu T. M.R., Arciga P. R., Valle M., E., *Digestión ácida en sistema de reacción acelerada asistida por microondas en tejido vegetal para la medición de metales tóxicos y elementos esenciales.*
- Arvizu T. M.R. Reyes V. a., *Medición de cadmio, plomo y zinc en tejido vegetal empleando el Patrón Nacional de Dilución Isotópica.*
- Arvizu T. M.R., Valle Moya E., Lara M. J.V., *Separación de calcio por intercambio catiónico para su medición por dilución isotópica y espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente.*
- Avilés Castro Carlos D., Medina Mejía Jesús, Navarrete García Enrique, Hernández Villaseñor Dionisio, *Desarrollo de un patrón de efecto Josephson programable en el CENAM para aplicaciones en tensión eléctrica continua y alterna; estado de avance del proyecto.*
- Avilés Castro Carlos D., Navarrete García Enrique, Hernández Villaseñor Dionisio, *Comparación de patrones de tensión eléctrica continua basados en el efecto Josephson en el nivel de 10 V entre el BIPM y el CENAM.*
- Becerra Luis O., Peña Luis M., *Evaluación del desempeño en los ensayos de aptitud de los laboratorios de calibración y el impacto en sus CMC's.*
- Becerra Luis O., Peña Luis M., Dued Arturo A., *Incertidumbre requerida en la evaluación de la conformidad de instrumentos para la medición de densidad: hidrómetros y densímetros de tipo oscilatorio.*
- Botello Pérez Mariano, García Ruiz Israel, Covarrubias Martínez Dania, *Sistema de referencia para la calibración de detectores de potencia por comparación directa.*
- Cárdenas García Daniel, *Calibración de termómetros ópticos con un sistema desarrollado en CENAM.*
- Cárdenas García Daniel, *Efecto de tamaño de fuente de medición de emisividad con un espectrómetro FTIR y su uso para determinar el tamaño mínimo de una muestra.*
- Cárdenas García Daniel, *Método para estimar la corrección en temperatura debida a la emisividad espectral de un calibrador plano calibrado radiométricamente.*
- Cárdenas M. Alejandro, Torres Guzmán Jorge C., Canizal Gamaliel, *Fabricación del patrón primario de pequeñas fuerzas de masas suspendidas de 5 N a 200 N.*
- Carranza López Padilla René, Rodríguez Marco Antonio, Campos Sergio Antonio, Castruita Adrián de Jesús, *Corrección de fuga espectral al utilizar la transformada discreta de Fourier con digitalización incoherente.*
- Castillo Héctor A., *Analyzing complex temporal decay data.*
- Castillo. Héctor A., *Generación de supercontinuo en fibra óptica fotónica usando un láser de pulsos ultracortos con un cristal de Cr:LiSAF.*
- Castillo Héctor A., Mora González Javier, *Coefficiente de responsividad espectral de detectores de silicio con la temperatura para calibraciones de potencia óptica.*
- Davila Pacheco Jesus Alfredo, *Propagación de incertidumbre en la calibración de higrómetros digitales con un medidor de temperatura de punto de rocío como patrón.*
- Díaz Julio C., Becerra Luis O., Peña Luis M., *Análisis de incertidumbre requerida en la medición de volumen y/o densidad de las pesas para su calibración en masa.*
- Estrada Vázquez Horacio, *Development of a new thin film soi-mems AC-DC thermal converter with a resistive silicon detecting element.*
- Fernández García Fernando, Razo Razo José Noé, *Integración de un sistema para medición de tiempo de reverberación en recintos basado en ISO 3382-1:2009.*
- Flores Martínez Francisco Javier, *Desarrollo de la medición de la longitud de un nuevo patrón de columna de líquido de baja presión por medio de interferometría láser.*
- García Ruiz Israel, *Aseguramiento de las mediciones en laboratorios de pruebas de EMC y telecomunicaciones.*
- García Duarte Saúl, *Determinación de la conductividad térmica de un líquido no conductor eléctrico.*
- González Rodríguez Oscar J., *Medición de conductividad térmica de un material compuesto de fluido de silicón y óxido de zinc por medio de dos métodos.*



- Hernández López José Efraín, *Llenado por etapas de cavidades de cuerpo negro de puntos fijos.*
- Huerta Chua Jesús, *Development of a measurement reference system for the calibration of instruments used in conducted emissions testing.*
- Jimenez Tapia Francisco, *Sincronización de la hora oficial con servidores NTP Cronos del CENAM.*
- Koelliker Delgado Jorge, Fuerte Francisco Javier, *Importancia de estimar el límite de detección en la medición de impurezas de materiales de referencia de composición química gaseosa.*
- Lizbeth Molina Adriana, *Método de reconstitución para su uso en espectrometría de fluorescencia de rayos X.*
- Licea Panduro David, *Construcción de celda para el punto de solidificación del cobre.*
- López Eduardo de Carlos, *Sistema óptico del patrón primario de frecuencia de Haz térmico con bombeo óptico del CENAM CSOP-2.*
- López López Sergio, *Avances en el desarrollo de un peine de frecuencias para aplicaciones en metrología.*
- López Romero J. Mauricio, *A new algorithm for clock weights for the SIM time scale.*
- Martínez Juárez Fernando, *Calibración de dinamómetros de torsión en la magnitud de par torsional.*
- Martínez López Enrique, *Caracterización en humedad de tartrato de sodio dihidratado y de citrato de potasio monohidratado.*
- Martínez Suárez Froylán, *Participación en el estudio "round robin" para la determinación de la distribución del vector quiral en una muestra de nanotubos de carbono monocapa.*
- Martínez Velázquez Gabriela, Torres Guzmán Jorge C., *Diseño estadístico de confirmación metrológica con 5 M's*
- Medina Ricardo, Díaz C. Julio, Becerra Luis O., Dued Arturo A., Sánchez Álvaro, *Sistema para medir el factor de compresibilidad de los líquidos.*
- Morales Soto Ben-Hur, Hernández Felipe, Rodríguez Benjamín, *Nuevas instalaciones del Laboratorio de resistencia eléctrica del CENAM.*
- Moreno José Ángel, *Soporte técnico para una comparación internacional de patrones de autoinductancia.*
- Moreno R. G., Lara J.V., Arvizu T. M.R., Castellanos Santiago C., *Material de referencia trazable certificado de cianuros en disolución acuosa a través del programa MRTC.*
- Ortiz Jose Luis, García Aura Bibiana, Montero Ruiz Jazmín, *Estudio teórico aplicado a la medición de EDTA a nivel metrológico.*
- Pacheco Aleph H., Rodríguez Benjamín, Hernández Felipe L., *Mejoras en las mediciones de alta resistencia en el CENAM.*
- Padilla Corral Susana, García Ruíz Israel, *Ampliación del alcance en frecuencia del patrón nacional de coeficiente de reflexión y transmisión hasta 30 GHz.*
- Rodríguez Arteaga Hugo, *Medición de gradientes de temperatura mediante el cociente de resistencia de dos termómetros de platino.*
- Rodríguez Marco Antonio, Hernández Dionisio, *Validación del método de calibración para multímetros de 8 1/2 dígitos en tensión eléctrica continua en el intervalo de medición de 1 mV a 100 mV usando un divisor resistivo.*
- Ruiz Gutiérrez Zeuz E., *Sistema de caracterización de fibra óptica en dispersión cromática en las bandas S, C y L de telecomunicaciones.*
- Velázquez Roblero Carlos José, *Diseño y Construcción de un yunque para producir aceleraciones transitorias.*
- Zapata Campos Edith, *Comparación de resultados variando el método de reconstitución en FRX.*

## Publicaciones en memorias de congresos y eventos especializados

### Congresos y Eventos Especializados

- Andrew Koffman, Nien-fan Zhang, Yicheng Wang, S. Shields, B. M. Wood, K. Kochav, José Angel Moreno, H. Sánchez, B.I. Castro, M. Cazabat, L.M. Ogino, G. Kyriazis, R.T.B. Vasconcellos, D. Slomovitz, D. Izquierdo, C. Faverio, *SIM.EM-K4 10 pF Capacitance Comparison Summary*, Conference on Precision Electromagnetic Measurements 2012 (CPEM 2012).
- Avilés Castro Carlos David, Navarrete García Enrique, Hernández Villaseñor Dionisio, Solve Stéphane, Chayramy Régis, *Direct comparison of Josephson Voltage Standards ant 10 V between BIPM and CENAM*, Conference on Precision Electromagnetic Measurements 2012 (CPEM 2012).



- Botello Pérez Mariano, García Ruiz Israel, *Development of a Direct Comparison System for Radiofrequency Power Calibration Transfer from 10 MHz to 18 GHz*, Conference on Precision Electromagnetic Measurements 2012 (CPEM 2012).
- Cárdenas García Daniel, Méndez Lango Edgar, *Blackbody for metrological control of otic thermometers*, 9th International Temperature Symposium, ITS9.
- Cárdenas García Daniel, Méndez Lango Edgar, *The influence of the spectral emissivity of flat-plate calibrators on the calibration of IR thermometers*, 9th International Temperature Symposium, ITS9.
- Cárdenas Moctezuma Alejandro, *Testing machine calibration compression SIM comparison up to 100 kN*, XX IMEKO World Congress, International Measurement Confederation 2012.
- Castillo Héctor A., *Láser estabilizado para interferómetro heterodino*, Congreso Internacional de Investigación Academia Journals 2012.
- Elías Juárez Alfredo, *Medición y operación de equipos de ultrasonografía y fisioterapia por ultrasonido*, Taller Logros y Avances del Programa Nacional de Telesalud, Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC), Guadalajara, Jalisco.
- Espinoza M.G., De Carlos E., López J.M., López S., Lizama L.A., *New method for temperature measurement of cold atom in Cs fountain clock*, Conference on Precision Electromagnetic Measurements 2012 (CPEM 2012).
- Esquivel Delgado Adolfo, Pérez Matsumoto Andrés, *Investigation of the variation in transmission loss in enclosures of different volumes, through measurements of sound power*, S.J. 41 st International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, INTER-NOISE 2012, New York.
- Estrada Hernández Anayansi, *White LEDs spectral mismatch correction factor dependence on the photometric detector spectral responsivity*, Mexican Optics and Photonics Meeting 2012.
- Galvan Mancilla Jesús, Torres Guzmán C. Jorge, *Control and characterization of a 200 N·m and 2 kN·m torque transfer calibration system*, XX IMEKO World Congress, International Measurement Confederation 2012.
- Hernández López Efraín, Cárdenas García Daniel, Méndez Lango Edgar, *Design of a cavity to realize the Al-Cu eutectic to be used for radiation and Pt Thermometers*, 9th International Temperature Symposium, ITS9.
- López Romero J.M., Lombardi M.A., Díaz Muñoz N., De Carlos López E., *International time and frequency comparisons in real time: recent results*, Conference on Precision Electromagnetic Measurements 2012 (CPEM 2012).
- Martínez L. Enrique, Lira C. Leonel, *Analysis of Luikov's model in the process of heat and moisture transfer inside of a slab of ceramic*, Congreso Internacional THERMOPHYSICS 2012.
- Méndez Lango Edgar, *Visiting phase diagrams of binary eutectics to obtain temperature references*, 9th International Temperature Symposium, ITS9.
- Molina Vázquez Juan Carlos, *Mediciones de alta exactitud en potencia óptica en las necesidades metrológicas del país*, Congreso Internacional de Investigación Academia Journals 2012.
- Morales Aguillón Calixto, *Mejoramiento en la instrumentación y control para la generación de Par Torsional de hasta 2 kN·m*, SOMI XXVII Congreso de Instrumentación 2012.
- Morales Aguillón Calixto, *Control automático para realizar medición continua en el patrón nacional de Par Torsional hasta 2 kN·m*, SOMI XXVII Congreso de Instrumentación 2012.
- Moreno Hernández José Angel, Hernández Márquez Felipe, *Inductance Measurements at CENAM*, Conference on Precision Electromagnetic Measurements 2012 (CPEM 2012).
- Rodríguez Medina Benjamín, Pacheco Estrada Aleph, Hernández Márquez Felipe, *Improvements in High Resistance Measurements at CENAM*, Conference on Precision Electromagnetic Measurements 2012 (CPEM 2012).
- Ruiz Orozco Arquímedes, *Retos de la Metrología en la Industria Petrolera*, 3er. Foro de Normalización "La normalización y su observancia como elementos de valor".
- Torres Guzmán Jorge C., Torres de León Eric E. Martínez Juárez Fernando, *Design construction and*



startup of a 200 N·m and 2 kN·m torque transfer calibration system, XX IMEKO World Congress, International Measurement Confederation 2012.

- Vidal Medina Noé, *High-efficiency LEDs luminous intensity spatial measurement at CENAM*, Mexican Optics and Photonics Meeting 2012
- An International Comparison of 50/60 Hz Reactive Power Meter Calibrations between NRC, NIST, CENAM, NIM and KRIS, Conference on Precision Electromagnetic Measurements 2012 (CPEM 2012)

## Publicaciones en revistas periódicas con arbitraje

- De Carlos López E., López Romero J. Mauricio, Lopez Lopez Sergio, Olivares Espinosa Maria, Lizama Perez Luis, *Laser frequency shifting by using two novel triple-pass-acousto-optic modulator configurations*, Review of Scientific Instruments 83, 116102, 2012.
- López Romero J.M., Lombardi M.A. Díaz Muñoz N, *Automated clock comparisons and time scale generation in the SIM Region*, MAPAN, Volume 27 Issue 1, 2012.
- Torres Guzmán Jorge C., Herranz D., Medina N., Ruiz S., *Static expansion system validation at CEM*, PTB Mitteilungen 2012.
- Torres Guzmán Jorge C., Navarro Nateras Alejandro, *Characterization of the medium and high vacuum primary standard at CENAM*, PTB Mitteilungen 2012.

## Conferencias por invitación

- Carbajal Carlos E., *Metrología en la vida cotidiana*, CONCyTEC, Centro Expositor Querétaro, septiembre 2012.
- Carbajal Alarcón Carlos E., *Normas OHSAS 18000:1999, como sistema de salud y seguridad ocupacional*, XXV Semana de ciencias químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, octubre 2012.
- González Rojano Norma, *Metrología en química en el medio ambiente*, Seminario de Actualización en ciencias ambientales 2012, Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química, agosto 2012.
- Guardado Juan Antonio, *Metrología en la Industria*,

Red de Laboratorios de Colombia, Bogotá, Colombia, agosto 2012.

- Guardado Juan Antonio, *¿Qué hacer en ausencia de MR? De acuerdo al tipo de muestra: físicas, químicas, biológicas. (Falta de materiales de referencia y aplicación de la política de ema)*, Semana de la Acreditación, EMA, México, D.F., junio 2012.
- Lazos Martínez Ruben J. y González Rojano Norma, *Normatividad y Mediciones: Llevando la nanotecnología a casa*, Coloquio Grandes Retos del Siglo XXI, UNAM, mayo de 2012.
- López Sánchez Ana Lilia, *Ondas ultrasónicas y su aplicación médica e industrial*, 19ª. Semana Nacional de Ciencia y Tecnología y 26ª. EXPOCYTEQ 2012, septiembre 2012.
- Manuel Juárez José, *Microscopia: los ojos de la ciencia*, Día de Puertas abiertas, CENAM 2012
- Martínez Froylán, *Perspectivas de la metrología en la ciencia de materiales*, Aniversario de la Universidad Politécnica de Tulancingo, Tulancingo Hidalgo, septiembre 2012.
- v Matamoros García Carlos H., *Trazabilidad y fuentes de incertidumbre en mediciones fotométricas, radiométricas, espectrofotométricas y magnitudes relacionadas*, Semana de la Acreditación, EMA, México D.F., junio 2012.
- Mitani Yoshito, *Innovación y mejoramiento de procesos industriales para el crecimiento de la economía en el marco de sostenibilidad*, Primer Congreso Internacional de Procesos Industriales, Universidad Tecnológica de Querétaro, noviembre 2012.
- Pérez Castorena Alejandro, *Estimación de incertidumbre para laboratorios de ensayo que realizan mediciones químicas-analíticas*, Semana de la Acreditación, EMA, México, D.F., Junio 2012
- Pichardo René, *Actualización en los métodos de estimación de incertidumbre*, Reunión mensual del subcomité de dimensional de la EMA, Junio 2012.
- Pichardo Rene, *Fuentes de incertidumbres que se deben considerar en los servicios de calibración y trazabilidad*, Semana de la Acreditación, EMA, México D.F., Junio 2012
- Rosas Solís Eric, *Medición de alta exactitud del flujo luminoso total en leds de alta intensidad*, Conferencia



- en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México, Marzo 2012.
- Rosas Solís Eric, *Realización mexicana de la Candela*, Dirigida a Académicos de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Benemérita Universidad de Puebla, Junio 2012.
  - Rosas Solís Eric, *Resultados recientes en el desarrollo de capacidades metrológicas primarias para iluminación de estado sólido en CENAM*, Seminario Departamental de CICATA-IPN, Querétaro, Septiembre 2012.
  - Salas José Antonio, *Ciencia de materiales, la metrología y su papel dentro de ella*, Curso de especialización Universidad Contemporánea, Querétaro, Qro., septiembre 2012.
  - Torres Guzmán Jorge C., *La metrología en tu vida diaria*, Personal de Continental Automotive Systems Division, Planta Silao, Guanajuato, Septiembre 2012.
  - Torres Guzmán Jorge C., *Requisitos de metrología en la Norma ISO:9001*, Congreso de Ingeniería 2012, Universidad Tecnológica de San Juan del Río, Octubre 2012.
  - Trujillo Sonia, Maldonado Manuel, *Curso inicial de la comparación de volumen ANDIMET*, AI ANDIMET, La Paz, Bolivia, Abril 2012.
  - Vidal Medina Noé, *Desarrollo de referencias primarias para iluminación en estado sólido*, Seminario Departamental de CICATA-IPN, Diciembre 2012.
  - Zapata Campos Edith, *Materiales de referencia para mediciones de azufre en combustibles*, Semana de Química PEMEX 2012, Minatitlán, Veracruz, Febrero 2012.
  - Zapata Campos Edith, *Química y metrología en la vida diaria*, Día de puertas abiertas 2012 CENAM.



**EDITORES:**

Luis Omar Becerra Santiago

Luz Ma. Centeno González

Rubén J. Lazos Martínez

Luis Manuel Peña Pérez

Este informe fue publicado

en junio de 2014 por:

Centro Nacional de Metrología

km 4.5 Carretera a Los Cués,

Municipio El Marqués, Querétaro,

MÉXICO. C. P. 76246

[www.cenam.mx](http://www.cenam.mx)



COORDENADAS  
N 20°32,246'  
W 100°15,320'  
Altura snm 1934 m



CENTRO NACIONAL DE METROLOGIA  
km 4,5 Carretera a Los Cués, Municipio El Marqués  
C.P. 76246, Querétaro, México.