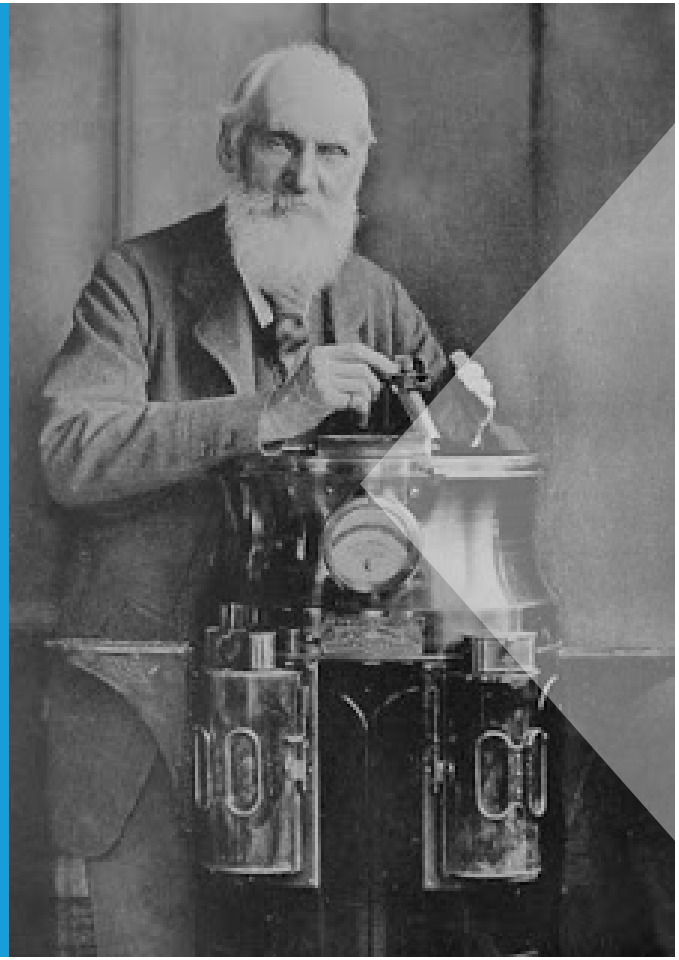
CENTRO ESPAÑOL DE **METROLOGÍA**

MEMORIA 2018

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO
CEM CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA



"Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre"

William Thomson Kelvin

Lord Kelvin destacó por sus importantes trabajos en el campo de la termodinámica y la electricidad, gracias a sus profundos conocimientos de análisis matemático. Es uno de los científicos que más contribuyó a modernizar la física. Es especialmente conocido por haber desarrollado la escala de temperatura Kelvin. Recibió el título de barón Kelvin en honor a los logros alcanzados a lo largo de su carrera.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN 4

MISIÓN Y PLAN 6

NUESTRA ACTIVIDAD 8

- Ensayos y calibraciones 8
- Desarrollo legislativo 11
- Investigación y desarrollo 12
- Embajadores de metrología 21
- Formación y difusión 24

NUESTRO EQUIPO 27

FORMACIÓN INTERNA 28

INFRAESTRUCTURA 29

COOPERACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL 31

EL CEM EN CIFRAS 33

RELACIÓN DE MIEMBROS DEL CONSEJO RECTOR DEL CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA 34

PRESENTACIÓN

Tengo la satisfacción de presentarles la memoria de actividades del año 2018.

Un año que se ha caracterizado por la revisión del Sistema Internacional de Unidades (SI) aprobado por la 26ª Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) durante los días 13 al 15 de noviembre de 2018, entrando en vigor el Día Mundial de la Metrología, 20 de mayo, de 2019. Se trata de la revisión más importante del SI, desde su establecimiento con tal nombre en 1960. Las unidades fundamentales se han redefinido en base a una serie de constantes de la naturaleza, por definición invariables, haciéndolas válidas en forma atemporal, y dejando abiertas sus realizaciones prácticas a mejoras futuras. Es un cambio sustancial, conceptual y paradigmático del SI. Las realizaciones prácticas de las unidades estarán separadas conceptualmente de sus definiciones de modo que las unidades pueden, por principio, realizarse independientemente en cualquier lugar y en cualquier momento, y con ello se pueden añadir nuevas realizaciones a medida que se desarrollen las tecnologías, sin la necesidad de redefinir la unidad. Tendremos un sistema de unidades de base sólida y confiable basado en constantes de la naturaleza, con independencia de nuestras posibilidades de medición.

En el SI revisado, el **kilogramo**, el **amperio**, el **kelvin** y el **mol** se han redefinido respectivamente, a partir de los valores numéricos fijos de las siguientes constantes:

- La constante de Planck (*h*),
- La carga elemental (*e*),
- La constante de Boltzmann (*k*),
- La constante de Avogadro (N_A).

Asimismo se ha procedido a adaptar las definiciones del metro, segundo y candela, ya basadas en la actualidad respectivamente en las constantes:

- La velocidad de la luz en el vacío (c)
- La frecuencia de la transición hiperfina del estado fundamental no perturbado del átomo de cesio 133($\Delta\nu_{Cs}$)
- La eficacia luminosa de una fuente emitiendo a 540 THz (K_{cd})

Hay que destacar igualmente que la CGPM nombró a Dolores del Campo Maldonado, Jefa de Área de Temperatura del CEM, miembro del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM). Hacía 40 años que no había ningún español en ese comité, y eso que "España fue uno de los primeros 17 firmantes de la Convención del Metro" que se rubricó en París en 1875 y "fue un español, el general Ibáñez de Ibero, el primero en presidir el CIPM".

En relación a nuestra actividad tanto nacional como internacional, el año 2018 ha supuesto, también, un notable incremento de los servicios prestados y de los ingresos generados por los mismos. Esto es una muestra de la recuperación económica que vive nuestro país y fiel reflejo de que las empresas e instituciones van interiorizando que sin buenas mediciones no hay calidad, y sin calidad no hay competitividad, ni futuro para la economía.

En la variante científica, se ha continuado apostando por mejorar nuestros patrones y procedimientos de medida, patrones y procedimientos que no son estáticos, sino que evolucionan continuamente reflejando el avance

de la ciencia en respuesta a las necesidades de la sociedad. Es aquí donde juega un papel fundamental la investigación en metrología, como herramienta para resolver problemas que afectan a ámbitos, tan diversos, como el espacio, la navegación por satélite, la seguridad, la salud, la industria de los semiconductores o el cambio climático. Por no decir de toda la investigación prenormativa.

Son de destacar, los pasos que se están dando en metrología cuántica y que culminarán con un nuevo laboratorio enfocado a esta actividad. Tras una primera revolución en la que surgieron los efectos Josephson, Hall, túnel, etc., en el último tercio del siglo XX, la metrología avanza hacia el desarrollo de métodos de alta resolución y exactitud basados en el entrelazamiento cuántico y el CEM no va a quedar atrás ante este desafío.

Además, se han iniciado en 2018 cinco nuevos proyectos de I+D+i, cuatro de ellos en el marco del Programa EMPIR:

- Photonic and optomechanical sensors for nanoscaled and quantum thermometry
- Metrology for the factory of the future
- Enhancing process efficiency through improved temperature measurement 2
- A digital traceability chain for AC voltage and current

Una prueba más de que la investigación científica forma parte del ADN de la metrología y cada vez más los institutos nacionales de metrología, como el CEM, focalizan sus esfuerzos en la investigación.

Este ha sido también el año de nuestra puesta de largo en los medios de comunicación y las redes sociales, con entrevistas en prensa, radio y televisión dando a conocer la importancia de la metrología como herramienta esencial para la sociedad, en nuestra página web se pueden encontrar enlaces a todas ellas.

Podemos estar satisfechos de lo logrado en 2018, pero debemos seguir avanzando puesto que la necesidad de contar con medidas cada vez más exactas y precisas se está incrementando no sólo en los sectores industriales y de comercio internacional, sino también en los campos de la salud y la protección medioambiental, además de en los ya habituales de la ciencia y la tecnología.

Como solemos decir en metrología, nuestra capacidad de medición define los límites de posibilidades de desarrollo. Lo que no podemos medir no lo entendemos suficientemente y no podemos producirlo con exactitud, ni controlarlo con garantías y por supuesto, ni mejorarlo o evolucionarlo.

Por tanto, necesitamos seguir apostando por la Metrología.

MISIÓN

- Desarrollar y apoyar una adecuada infraestructura nacional de metrología, eficiente e internacionalmente reconocida basada en la alta calidad y solidez de la ciencia, la investigación y el desarrollo aplicado, teniendo en cuenta las necesidades presentes y futuras de la industria, el comercio, la sociedad y las Administraciones Públicas.
- Promover y divulgar la enseñanza de la metrología, soporte básico de cualquier conocimiento y desarrollo científico-técnico posterior.
- Apoyar y armonizar la implementación del Control Metrológico Legal, asegurando la protección del medioambiente, la salud, la seguridad y los intereses de los ciudadanos.
- Representar los intereses nacionales en la Unión Europea y en el resto del mundo.

PLAN

Ser la Referencia Nacional en el desarrollo de los patrones de medida, de aplicaciones técnicas y métodos de medición y en el desarrollo de la regulación de la metrología, ayudando a España a ser más competitiva y sostenible a través del conocimiento y la innovación.

ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA I

Incrementar los niveles de calidad y servicio en los campos en los que el CEM realiza su función, desarrollar nuevas actividades de metrología científica e industrial en campos necesarios para el desarrollo de nuestras empresas y de la sociedad en general, colaborando con redes de investigación, potenciando la formación sobre metrología y ampliando la presencia nacional e internacional de la infraestructura metrológica española.

Línea estratégica 1

Orientar las actividades de investigación y de metrología industrial en campos con gran potencial de desarrollo futuro de las empresas de nuestro país (química, salud, biotecnología, protección del medio ambiente, energías renovables, seguridad alimentaria, metrología cuántica, etc.)

Línea estratégica 2

Mantener y mejorar los patrones de medida, desarrollar nuevos métodos de medida, ampliar y mejorar las Capacidades de Medida y Calibración (CMCs) y dar soporte a la infraestructura para la calidad.

Línea estratégica 3

Impulsar la formación de especialistas en Metrología, así como potenciar la enseñanza de esta materia en escuelas y universidades, de forma que el país pueda disponer de un mayor número de profesionales cualificados en este ámbito. Potenciar la transferencia tecnológica en metrología.

ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA II

Desarrollar los medios y actividades de metrología legal que faciliten la implementación del nuevo marco legislativo aplicable a los instrumentos, medios y sistemas de medida, sometidos a control metrológico del Estado salvaguardando el interés público y protegiendo la salud de los ciudadanos y el medioambiente.

Línea estratégica 4

Focalizar la actividad del CEM en la evaluación de la conformidad, el control metrológico de instrumentos que puedan suponer una pena privativa de libertad y las actividades subsidiarias, mejorando los tiempos de respuesta de los servicios que se presten.

Línea estratégica 5

Potenciar la labor del CEM como organismo de coordinación y de cooperación para ayudar a que el control metrológico del Estado sea proporcional, eficiente y se lleve a acabo de forma homogénea y coherente en todo el territorio nacional en beneficio de empresas y consumidores.

ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA III

Dotar al CEM de un modelo más flexible y eficiente en la gestión, recursos y capacidades para mejorar la prestación de los servicios de forma que mejore su posición ante los clientes, aumentando el grado de fidelidad y ampliando sus servicios a los segmentos que sean demandados por la industria, los laboratorios nacionales y la sociedad en general.

Línea estratégica 6

Adaptar el modelo de gestión, los procedimientos y los medios, y dotar de recursos estables al CEM de forma que se incremente la calidad de los servicios, la fidelidad de los clientes y la cuota de mercado.

Línea estratégica 7

Garantizar la sostenibilidad y autonomía financiera del Organismo que posibilite mejorar la prestación de servicios, atender futuras líneas de investigación y poner en marcha nuevas actividades en campos emergentes necesarios para el país.

La actividad del Centro Español de Metrología ha sido un año más, intensa, orientada por el programa de objetivos anuales, fundamentados en el cumplimiento del plan estratégico 2017 -2020, influenciado a su vez por el entorno industrial, político y científico externo. Así por ejemplo, los contactos con las industrias y administraciones públicas se han multiplicado con ocasión del proyecto normativo sobre instrumentos de medida sometidos a control metrológico iniciado en 2017. Se participa en nuevos consorcios y proyectos de I+D, como QUITEMAD de cuántica, o los de EMPIR 2018; se ha reforzado el compromiso exterior, asumiendo dos presidencias de comités técnicos de EURAMET, el de temperatura y el de longitud; se han cerrado nuevos acuerdos con universidades, como el de la UNED para impartir un Master de Metrología en un nuevo formato más actual y accesible a distancia; se ha entrado en las redes con una cuenta twitter y, no menos importante; se han seguido prestando los servicios con un alto grado de calidad y profesionalidad.

En paralelo, durante el ejercicio 2018, se ha continuado trabajado para atender las necesidades de los distintos sectores industriales, ofreciendo nuevas capacidades de medida y menores incertidumbres asociadas a los resultados de las calibraciones y ensayos en determinados rangos de ciertas magnitudes, además de seguir atendiendo aquellos servicios que no podían realizarse en el ámbito privado.

A grandes rasgos, en cifras, podemos resumir los siguientes servicios:

La lista actualizada de servicios puede ser consultada en nuestra página web.

→ SERVICIOS DEL CEM

TOTAL DE EXPEDIENTES

→ **5675**

KPI Expedientes CM

4295 ↗

Objetivo: 4000 (+7.38%)

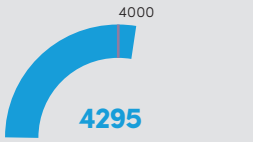
KPI Expedientes V

1380 ↗

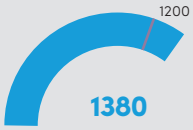
Objetivo: 1200 (+15%)

Área	Trim. 1	Trim. 2	Trim. 3	Trim. 4	Total
Química y salud	720	903	738	624	**2985**
Magnitudes dinámicas y de conteo	298	530	313	188	**1329**
Masa y magnitudes mecánicas	206	164	159	159	**688**
Longitud e ingeniería de precisión	58	108	82	62	**310**
Termodinámica y medioambiente	60	55	57	63	**235**
Electricidad y energía	40	14	17	40	**111**
Consejería técnica	7	4	2	4	**17**

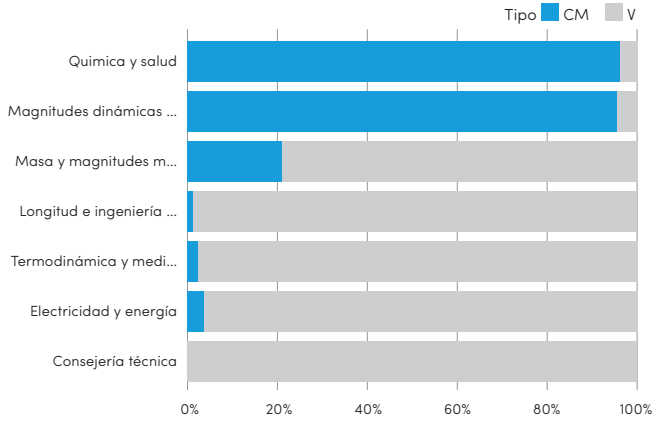
CONTROL METROLÓGICO



METROLOGÍA CIENTÍFICA



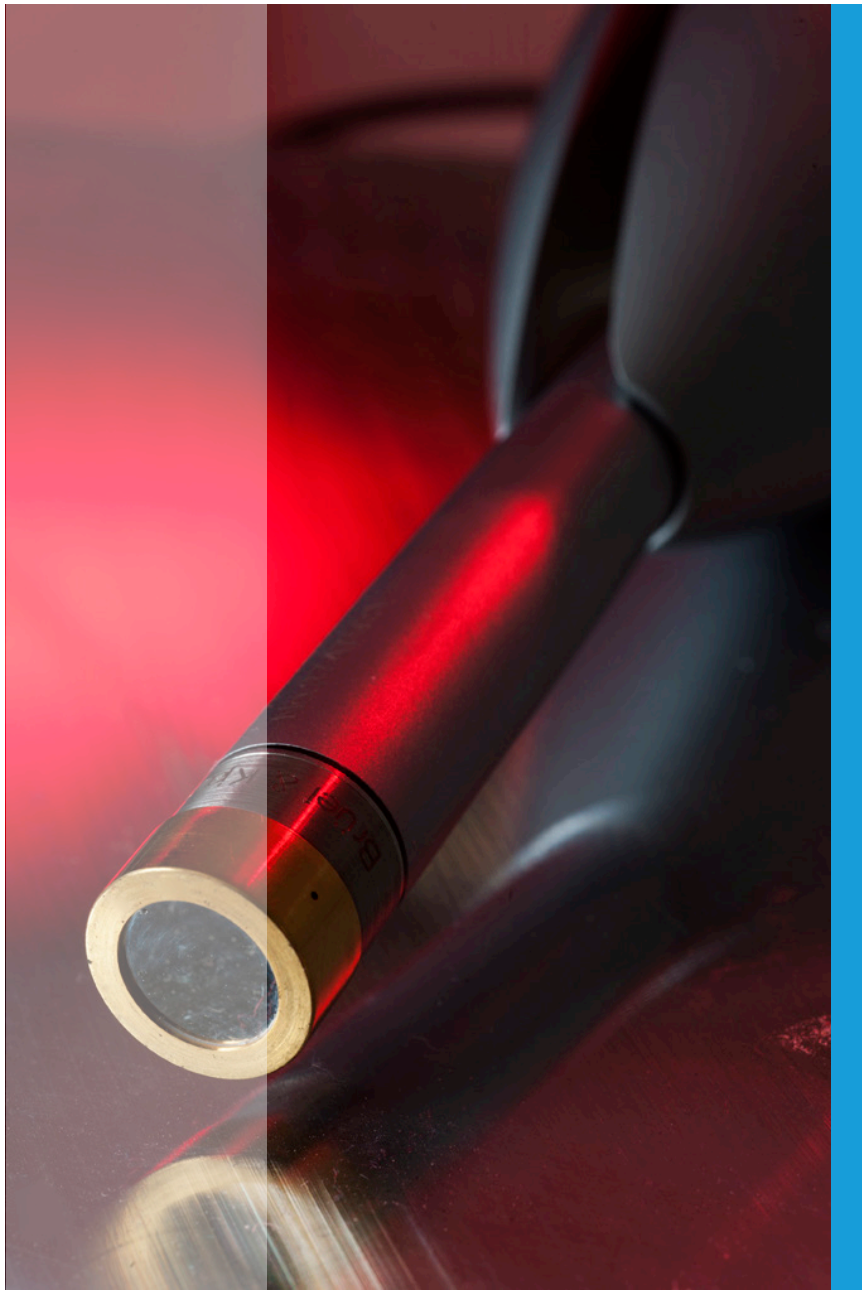
RECUENTO DE EXPEDIENTE POR ÁREA Y TIPO



ACTIVIDADES CEM 2018

Los servicios que se prestan en el CEM son de alto valor y muy especializados, estando destinados a proporcionar confianza y respaldo a la sociedad en las actividades de control metrológico y en los campos científico e industrial, proporcionando trazabilidad al SI a los laboratorios de calibración de alto nivel metrológico y a centros de investigación y desarrollo e industrias punteras. Asimismo, se ha mantenido la colaboración con la Entidad Nacional de Acreditación, proporcionando expertos para los estudios y auditorías realizadas. A continuación se muestra algunas de las actividades más destacables llevadas a cabo:

- Aumento de la producción de mezclas de gases de referencia certificados ante la demanda creciente de Sudamérica.
- Nuevo servicio desarrollado y ofertado para nuevas evaluaciones de cinemómetros sobre RPAS (aeronaves no tripuladas que son operadas mediante control remoto).
- Nuevo servicio de análisis espectral de generadores y medidores de formas de onda en tensión alterna.
- Nuevo servicio para la calibración automatizada y trazable, con baja incertidumbre, de sensores de hilo integrados en máquinas de ensayo de tracción y compresión.
- Determinación mediante lambdámetro de la longitud de onda de fuentes láser, como paso previo a su determinación absoluta mediante batido de frecuencias en el peine de frecuencias del CEM.
- Continuación del desarrollo, ya en su última etapa, de un sistema para la calibración automatizada de patrones bidimensionales mediante interferometría diferencial.
- Aplicación del método *shearing* de separación de errores en las calibraciones angulares, a fin de reducir la incertidumbre de medida, principalmente en su aplicación a autocolimadores fotoeléctricos y *encoders* angulares.
- Se ha reforzado el servicio de etilómetros para poder dar un servicio más eficiente en el control metrológico de estos instrumentos. El número de actuaciones se ha incrementado respecto al año 2017 en más 1200. Estas actividades de metrología legal, junto con las realizadas en los cinemómetros tienen gran trascendencia en un campo tan sensible como es el de la seguridad vial.
- Se han realizado mejoras en la cámara anecoica con el fin de automatizar los ensayos de calibración de calibradores acústicos patrón, micrófonos y pistófonos, así como a la automatización de ensayos electroacústicos de examen de tipo de sonómetros y dosímetros.

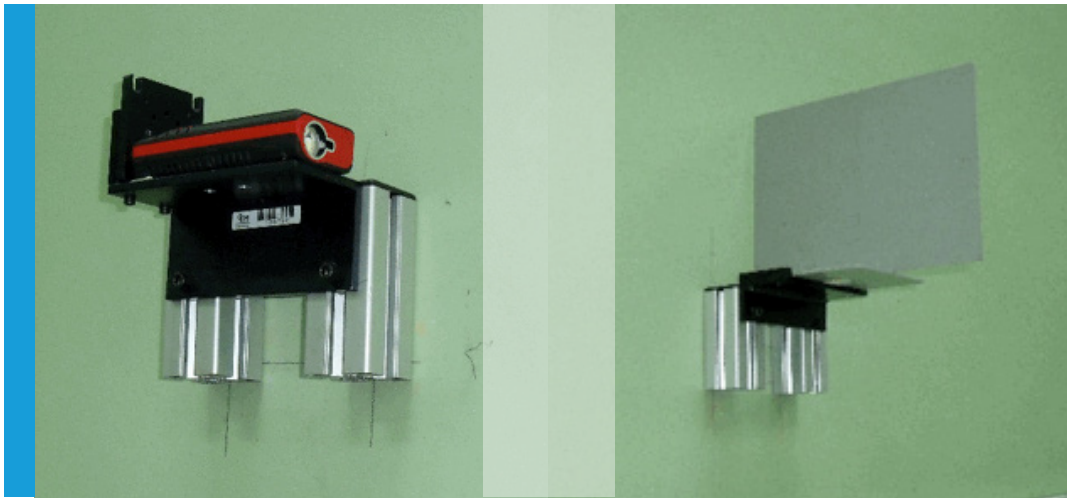


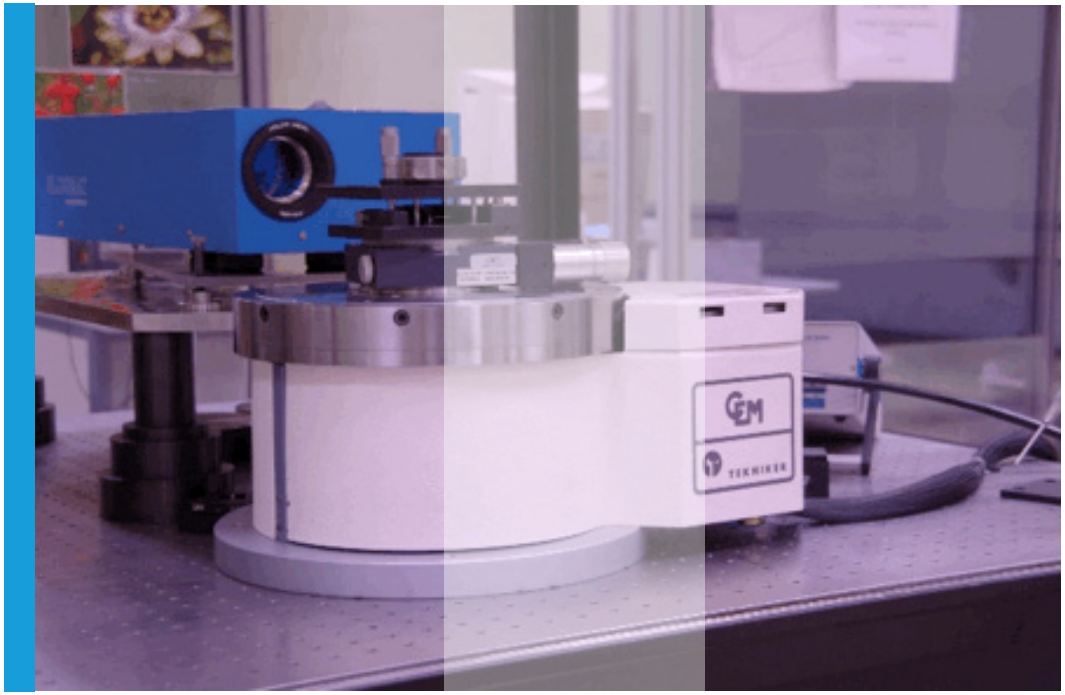
Nueva capacidad de medida y calibración en mediciones de longitud

Con base en recientes proyectos de I+D+i y en comparaciones clave y suplementarias en las que ha participado con éxito el área, se ha obtenido la aprobación por el JCRB de una nueva CMC, lo que redunda en una mejor diseminación de la unidad de longitud aguas abajo, más adaptada a las necesidades de los usuarios de la metrología en cuanto a rango e incertidumbre.

En efecto, en el proceso de revisión EURAMET.L.19.2018 se ha obtenido la aprobación, en octubre de 2018, de un nuevo servicio (5b) relativo a la calibración de distanciómetros electrónicos hasta 50 m, sobre una línea base de referencia, con incertidumbre expandida de 1 mm en todo el rango. Este nuevo servicio complementa al ya existente hasta 25 m, con incertidumbre expandida Q [0,1; 0,01L/m] mm, que utiliza como referencia un sistema interferométrico láser de medida, y cuya denominación cambia de 5 a 5a.

Este nuevo servicio fue publicado en la base de datos del BIPM (https://kcdb.bipm.org/appendixC/) en octubre de 2018.





Mejora de capacidad de medida y calibración en mediciones angulares

En el campo de las mediciones angulares, el JCRB ha aprobado la reducción solicitada de incertidumbre, de 0,3" a 0,2", en el servicio nº 20, relativo a la calibración de autocolimadores fotoeléctricos de doble eje, lo que supone, como en el caso anterior, un aumento significativo de la incertidumbre ofrecida en los certificados emitidos con el logo CIPM, conforme al Acuerdo de Reconocimiento Mutuo ARM-CIPM.

Este servicio mejorado fue asimismo publicado en la base de datos del BIPM (https://kcdb.bipm.org/appendixC/) en octubre de 2018.

PROYECTO DE ORDEN POR EL QUE SE REGULA EL **CONTROL METROLÓGICO DEL ESTADO DE DETERMINADOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA**

Todas las áreas técnicas del centro han estado implicadas en la redacción, revisión y correcciones del proyecto de orden por el que se regula el control metrológico del Estado de determinados instrumentos de medida. Este proyecto contempla la regulación, en las diferentes fases de control metrológico, de 34 instrumentos de medida diferentes. Se han celebrado numerosas reuniones, tanto con las autoridades públicas competentes en materia de control metrológico como con los sectores afectados por esta regulación, dedicándose un gran número de recursos humanos y tiempo a ello. Este proyecto ya ha pasado todos los trámites de audiencia e información pública tanto a nivel nacional como de la UE.

PROYECTO DE REAL DECRETO POR EL QUE SE MODIFICA EL **ESTATUTO DEL CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA**

Durante el año 2018 se ha elaborado un proyecto de real decreto por el que se modifica el Estatuto del CEM Español de Metrología, aprobado por Real Decreto 1342/2007, de 11 de octubre, para adecuarlo a los cambios que se han producido en diferentes normativas publicadas desde el año 2007 tanto a nivel nacional como en el seno de la UE. Recoge este real decreto, como parte innovadora y entre otras, la necesaria orientación de la metrología nacional hacia la estructura de Investigación, Desarrollo e Innovación, desarrollada por la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, que permita afrontar los retos estratégicos nacionales en esta materia de cara al año 2020. El proyecto ya ha sido aprobado finalmente en abril de 2019.

COLABORACIÓN CON LA **COMISIÓN DE METROLOGÍA LEGAL (CML)**

Además de las reuniones específicas mantenidas para estudiar cada anexo del proyecto de orden por el que se regula el control metrológico del Estado sobre determinados instrumentos de medida, se ha celebrado una reunión con carácter general invitados por la Junta de Castilla y León en la que se han abordado temas como la actuación sobre instrumentos móviles, reparadores con domicilio en otros Estados miembros de la UE, colocación de precintos por parte de los organismos autorizados de verificación metrológica y de los reparadores, etc.

Se han mantenido reuniones específicas para elaborar unas guías para los registradores de temperatura.

A través de la ciencia, las medidas han evolucionado y se han adaptado para dar respuesta a las necesidades de las diferentes civilizaciones hasta llegar al mundo que hoy conocemos con las comunicaciones por satélites, el desarrollo de nuevos materiales -alterando la materia a nivel atómico- que permiten la fabricación de productos inteligentes, el conocimiento de planetas y astros a años luz de la tierra, o de nuestro propio cuerpo, con instrumentos y técnicas no invasivas como los escáneres cerebrales, la resonancia magnética, etc.

Esta relación entre ciencia y metrología continuará reforzándose, sin duda, en el futuro. La metrología del siglo XXI debe adaptarse y dar respuestas a los grandes retos del siglo como son la protección y mejora de la salud, la protección y sostenibilidad del medioambiente y la mejora del rendimiento de las energías fósiles y desarrollo de las renovables. Es por ello que los países están transformando su infraestructura metrológica y concretamente las tradicionales unidades o laboratorios de metrología, en laboratorios mucho más científicos y multidisciplinares. Estamos viviendo uno de los momentos más apasionantes de la historia de la metrología en el que nuevos caminos inexplorados traerán consigo nuevos avances en la ciencia y la tecnología

El CEM, está viviendo en primera persona esta evolución y transformación de la metrología científica, siendo la I+D uno de los ejes troncales de la actividad del organismo como Laboratorio Nacional de Metrología, tal como viene recogido de manera expresa en el Objetivo I de su Plan Estratégico 2017-2020: "incrementar los niveles de calidad y servicio en los campos en los que el CEM realiza su función, desarrollar nuevas actividades de metrología científica e industrial en campos necesarios para el desarrollo de nuestras empresas y de la sociedad en general, colaborando con redes de investigación, potenciando la formación sobre metrología y ampliando la presencia nacional e internacional de la infraestructura metrológica española".

Desde el 2009, el CEM ha venido participando en los programas marco europeos 7º PM y Horizonte 2020 a través de los Programas EMRP y EMPIR en más de 40 proyectos colaborativos de I+D que le han permitido pasar de ser un organismo de prestación de servicios de calibración a un referente nacional con un alto potencial de asesoramiento y acompañamiento a las industrias nacionales. Hoy en día, gran parte de la actividad del CEM está dedicada a la I+D y al desarrollo de nuevos patrones y métodos de medida que a buen seguro serán los servicios del mañana.

La investigación en ciencias de la medida es una actividad a largo plazo que necesariamente debe hacerse por adelantado a las necesidades de la sociedad.

Uno de los temas en los que más se ha trabajado en los últimos años es el de la redefinición del Sistema Internacional de Unidades (SI) y sus "mises en pratique", que lo hará más coherente en los niveles de alta exactitud. Invariable en el tiempo y en el espacio, la mayoría de las realizaciones prácticas de las unidades se apoyarán en la metrología cuántica. De ahí que una de las líneas estratégicas marcadas por el CEM sea la intensificación del desarrollo de la metrología cuántica. El Plan estratégico propone iniciar el primer laboratorio de Metrología Cuántica, en línea con las características de la Segunda Revolución Cuántica. En la misma línea tendríamos la creación del laboratorio de magnetismo.

Otra de las líneas estratégicas, establecidas en el Plan es el desarrollo del laboratorio de Metrología Química. La trazabilidad de las medidas químicas es la base de la confianza en los resultados de medida de sectores que afectan fundamentalmente a la salud, la calidad alimentaria y el medioambiente, entre otros.

Por último, pero no menos importante, otra de las líneas que se está abordando es la metrología en los procesos de fabricación, donde se requieren nuevos métodos de medida y nueva instrumentación (digitalización) integrada en los propios procesos productivos. Es aquí donde la metrología debe evolucionar para convertirse en un elemento habilitador de la denominada industria 4.0.

Dentro de las prioridades establecidas en el plan estratégico del organismo se encuentra el desarrollo de la metrología cuántica y el magnetismo.

Laboratorio de Cuántica

Se ha contado con la colaboración del departamento de física teórica de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) con objeto de obtener asesoramiento científico para el desarrollo y aplicación a corto y medio plazo de las tecnologías cuánticas en patrones y métodos de medida. Con ello, se persigue obtener la información necesaria para conocer las prioridades de actuación, especialmente centradas en el desarrollo de la Metrología, con el objeto de crear infraestructuras, patrones, procedimientos y métodos de medida que garanticen satisfacer las necesidades de trazabilidad metrológica que la sociedad, la industria y los centros tecnológicos puedan precisar en un horizonte de 4 años y siempre condicionadas a las necesidades estratégicas nacionales. En paralelo a este contrato con la UCM, se ha tenido un primer contacto con el equipo del instituto IQOQI de Innsbruck con objeto de evaluar la viabilidad de una colaboración para el desarrollo de la metrología cuántica en el CEM, en el campo de la frecuencia por medio de trampas de iones.

Laboratorio de Magnetismo

Las actuaciones realizadas para la implantación del laboratorio de magnetismo en el CEM, han consistido, secuencialmente, en: estudio de viabilidad, definición de requisitos y plan de implantación. Para la realización del estudio de viabilidad se realizó en marzo de 2018 una estancia de dos semanas en los laboratorios de magnetismo del Instituto Nacional de Metrología de Italia (INRIM), instituto puntero a nivel mundial en la medida de campos magnéticos. En relación con la definición de requisitos se ha contactado con diversas organizaciones nacionales para determinar sus necesidades de trazabilidad en cuanto a rangos, dimensiones, frecuencias, etc. Finalmente se ha estimado un plan de implantación, a dos años para el diseño, fabricación, evaluación y validación de los patrones primarios de campos magnéticos en corriente continua (durante el primer año) y corriente alterna (durante el segundo).

MAGNITUDES MECÁNICAS Y REALIZACIÓN DEL KILOGRAMO

Estudios para la redefinición del kilogramo

Se han realizado trabajos y estudios sobre la utilización de esferas de silicio con objeto de evaluar la viabilidad de que en un futuro pudiesen ser utilizadas como patrones de masa.

Máquina de microfuerzas

Se ha continuado con el desarrollo de una máquina en el rango de las microfuerzas. Es una máquina de carga directa que generará fuerzas por la acción de la aceleración gravitatoria sobre cargas de valor conocido, en el rango de 0,1 N a 100 N.

Máquina de fuerza de alcance 10 MN

Se ha continuado con la puesta a punto de una máquina que generará hidráulicamente por medio de una pistón fuerzas desde 200 kN a 10 MN con trazabilidad a sistemas "build up de transductores.

Máquina de par de torsión de 10 kN·m

Se ha continuado la construcción mecánica de la máquina de par de torsión de hasta 10 kN·m por acción de la gravedad sobre cargas de valor conocido sobre un brazo de invar de longitud conocida.

MEDIDAS ELÉCTRICAS: HACIA LA METROLOGÍA DIGITAL Y LOS NUEVOS PATRONES CUÁNTICOS

EMPIR QuADC: "Waveform metrology based on spectrally pure Josephson voltages"

El objetivo de este proyecto es el desarrollo de aplicaciones de dispositivos cuánticos de tensión en CC y CA hasta 1 MHz al más alto nivel de exactitud. Se desarrolla un sistema cuántico de fácil operativa para proporcionar trazabilidad, estudiando y preparando los sistemas para la nueva redefinición del amperio y el voltio.

EMPIR ACQ-PRO: "Towards the propagation of AC Quantum Voltage Standards" (proyecto coordinado por el CEM)

Durante este año finalizó con éxito el proyecto, coordinado por el CEM y en el que han participado 14 INMs europeos. Este proyecto ha contribuido al establecimiento de nuevos patrones cuánticos en varios institutos, incluido el CEM, aumentando la capacidad europea de investigación.

EMPIR TracePQM: "Traceability routes for electrical power quality measurements".

El objetivo principal del proyecto es establecer una infraestructura metrológica que permita desarrollar una técnica modular basada en sistemas de medida de potencia mediante muestreo digital y de medidas de parámetros de calidad de red, incluyendo una revisión de los actuales sistemas existentes en dicho campo, así como los métodos de calibración y el hardware y software actualmente operativos en dicho campo. El CEM ha elaborado una propuesta de sistema modular para ser implementada durante el proyecto.

EMPIR DIG-AC: "A digital traceability chain for AC voltage and current"

El objetivo principal de este proyecto es el desarrollo de la capacidad metrológica necesaria para la transición de la metrología analógica a la digital para las medidas de corriente y tensión en corriente alterna, lo que dará trazabilidad a las medidas en condiciones dinámicas. En el año 2018 tuvo lugar la reunión inicial del proyecto y se inició la preparación de estudio sobre los requisitos de los convertidores digitales para corriente alterna.

Proyecto para la adaptación del criostato de ciclo cerrado para su uso con el patrón Josephson programable

Destacamos que se ha puesto en marcha un criostato de ciclo cerrado para alcanzar las temperaturas necesarias para patrones cuánticos. Este nuevo sistema no dependerá del uso de líquidos criogénicos y permitirá reducir la longitud de los cables que conectan la multiunión ("array"), donde se genera la señal, y donde se realizan las medidas, lo cual es necesario a frecuencias altas. Este año se han diseñado, fabricado y probado todas las piezas específicas que permiten acoplar la muestra al cabezal frío del criostato para ser enfriada. Asimismo se ha diseñado y fabricado una nueva guía de ondas dieléctrica que permite conectar la muestra a una fuente externa de microondas sin comprometer el vacío ni causar una conducción significativa de calor hacia la muestra.

Proyecto para la implantación del nuevo sistema de medida de corrientes por el método de carga de condensador

Se ha continuado con el desarrollo de un sistema de medida de baja corriente por el método de carga de condensador, lográndose el establecimiento de la trazabilidad externa en tiempo, necesaria para alcanzar la trazabilidad de las medidas al SI. En el próximo año se trabajará en la optimización del sistema en aspectos tales como apantallamientos y conexiones a tierra, se realizará la estimación de incertidumbres y se explorará la posibilidad de utilizar el sistema también para la calibración de la magnitud carga eléctrica y para la medida de condensadores en corriente continua, dispositivos que en la actualidad sólo se pueden medir en corriente alterna.

Proyecto para el desarrollo del patrón cuántico de tensión alterna

Ha finalizado con éxito la integración de un patrón cuántico de tensión alterna, generándose las primeras señales digitales referidas directamente al efecto Josephson. Este sistema será la base para, en los años sucesivos, integrar los patrones cuánticos en los distintos sistemas de medida de corriente alterna del CEM.

LA MEDIDA DE TEMPERATURA, EL NUEVO KELVIN Y LOS PATRONES DE TEMPERATURA CUÁNTICOS

Nuevos desarrollos en la medida de la temperatura termodinámica

Se han realizado avances significativos dentro del proyecto europeo InK2. Se realizaron por primera vez en el CEM la medida de las diferencias entre la temperatura termodinámica y la temperatura definida por la EIT-90 en el rango comprendido entre el punto de solidificación del zinc (419,527 ºC) y el de la plata (961,78 ºC). Las diferencias obtenidas han sido inferiores a 80 mK con incertidumbres de 110 mK a 170 mK.

Construcción de células de puntos fijos

Se han construido por primera vez en el CEM dos células del punto fijo del cobre para radiación, que servirán como apoyo en el mantenimiento y diseminación del kelvin.

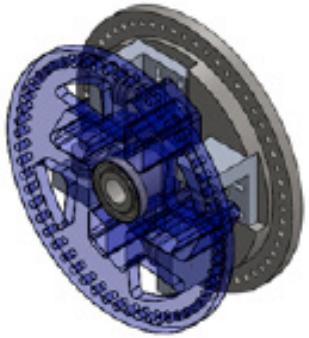
EMPIR PhotoQuant

En junio de 2018 comenzó este proyecto con la colaboración del Instituto de Micro y Nanotecnología del CSIC. El objetivo es explorar el potencial de los sensores cuánticos y fotónicos de alta resolución, para el desarrollo de patrones de temperatura cuánticos y a escala nanométrica. El desarrollo de este tipo de sensores mejorará la fiabilidad de las medidas de temperatura para aplicaciones en campos como la instrumentación espacial, la microelectrónica o la seguridad en centrales eléctricas.

TRAZABILIDAD EN LA INDUSTRIA

Proyecto EMPIR "MN·m TORQUE"

En este año ha finalizado este proyecto que tenía como objetivo proporcionar trazabilidad en par de torsión a los bancos de ensayos de góndolas de generadores eólicos, parte fundamental de los mismos. En este proyecto también participó la Fundación CENER-CIEMAT, que tiene unas de las mejores instalaciones del mundo para la realización de ensayos eólicos.



Proyecto EMPIR "PRES2VAC"

En 2018 ha finalizado este proyecto que tenía como objetivo mejorar los patrones y procedimientos de medida en el rango de 10^{-5} Pa a 10^{4} Pa para presiones relativas y de 1 Pa a 10^{4} Pa para presiones absolutas, así como facilitar la transferencia de dichas mejoras a la industria.

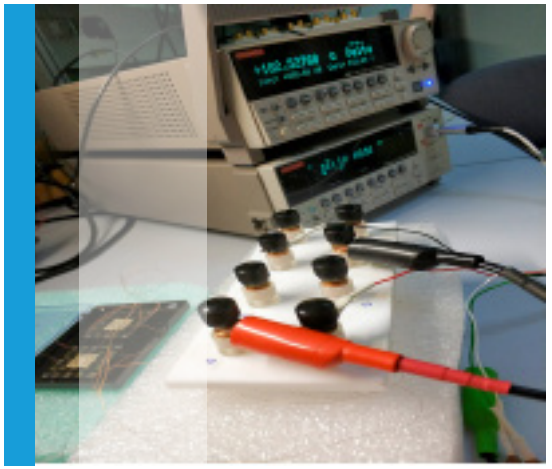
EMPIR GRACE: "Developing electrical characterisation methods for future graphene electronics"

El objetivo principal del proyecto es el desarrollo de métodos de caracterización eléctrica trazables y de alta exactitud sobre estructuras metrológicas en grafeno, comparando diferentes metodologías, diseminando posteriormente dichos métodos y contribuyendo, finalmente, al desarrollo de Normas dentro de los Comités de IEC/TC113 y CENELEC. El CEM participa llevando a cabo medidas directas sobre las muestras en colaboración con la Universidad de Salamanca. En el CEM se han realizado medidas de contacto por los métodos de Van der Pauw y Cuatro en línea. Actualmente está participando en la elaboración de una GPG. Las tareas asignadas han sido completadas a falta de repetir algunas medidas de contacto.

Mejorando la eficiencia de los procesos mediante la mejora de las medidas de la temperatura

El proyecto Europeo EMPRESS finalizó en 2018. El CEM colaboró con la Universidad Carlos III de Madrid en el desarrollo de técnicas de medida de temperatura trazables desarrollando los procedimientos de calibración. Además se participó en las medidas de la determinación de la función de referencia de un nuevo tipo de termopares de la familia del platino/rodio que se plantean como un nuevo patrón alternativo en el rango de altas temperaturas.

A su vez en 2018 se inició el proyecto EMPRESS2 para trabajar en la construcción y estudio de nuevos tipos de termopares, colaborando con ACERINOX y con el Instituto de Óptica del CSIC, en el desarrollo de termómetros de fibra óptica trazables y especialmente adaptados para ambientes hostiles, con impacto en sectores industriales de soldadura, forjado y conformado.



METROLOGÍA QUÍMICA Y SALUD

EMPIR ALCOREF: "Certified forensic alcohol reference materials"

El objetivo de este proyecto es la capacitación para la elaboración de soluciones hidroalcohólicas que tengan el reconocimiento como Material de Referencia Certificado (MRC). La utilización de materiales de referencia certificados es imprescindible en todos los ensayos y análisis químicos, biológicos o bioquímicos. El CEM lidera el paquete de trabajo 1 para establecer un procedimiento para la elaboración de materiales de referencia de etanol en agua incluyendo la evaluación de la incertidumbre asociada, y es en la primera parte en la que se han centrado los esfuerzos durante el año 2018.

METROLOGÍA PARA LAS TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO

EMPIR Hydrogen: Metrología para aplicaciones sostenibles de H_2

El hidrógeno utilizado en pilas de combustible para automóviles debe cumplir unas altas condiciones de pureza. Este proyecto europeo desarrolla especificaciones mejoradas para los requisitos de pureza y técnicas analíticas novedosas para el hidrógeno con el objetivo de revisar la normativa actual.

EMPIR MetroHyVe: Metrología para los vehículos de H_2

Se han intensificado los trabajos con el hidrógeno, desarrollando nuestras capacidades en la preparación de un nuevo tipo de material de referencia de hidrógeno con impurezas de HCl. Este tipo de material de referencia es esencial para el desarrollo de la infraestructura metrológica europea que apoye el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno, tanto para productores y operadores como para fabricantes de vehículos y pilas de combustible.

Proyecto nacional GEREGAS: "Caracterización de gases energéticos sostenibles (biogás e hidrógeno), producidos con recursos renovables biomásicos y eólicos, para su incorporación a la red de gas natural".

El objeto de este proyecto, es la caracterización termofísica, en la Universidad de Valladolid, de mezclas gaseosas binarias con componentes del gas natural enriquecido en H_2 y gas natural-biogás preparadas en el CEM. El proyecto comenzó en 2018 y tiene una duración de cuatro años.

APORTACIONES EN EL CONTROL DE LAS EMISIONES DE GASES

EMPIR IMPRESS 2: Metrología para las emisiones de contaminantes atmosféricos

El CEM, en colaboración con la Universidad Carlos III de Madrid, ha iniciado el desarrollo de la infraestructura metrológica necesaria para la aplicación de las directivas europeas que limitan la emisión de gases contaminantes clave dentro el proyecto IMPRESS 2, desarrollando patrones de mezclas de gas para proporcionar trazabilidad a técnicas hiperespectrales de medida de emisiones. Se prepararon mezclas de CH_4, C_3H_8 y N_2O en aire sintético.

MAGNITUDES DINÁMICAS

EMPIR Met4FoF Metrology for the Factory of the Future

El CEM participa en los paquetes de trabajo 1 y 3, que consisten en establecer el marco de calibración para sensores con salida preprocesada y en implementaciones de bancos de pruebas industriales y facilitación de la captación por parte del usuario final.

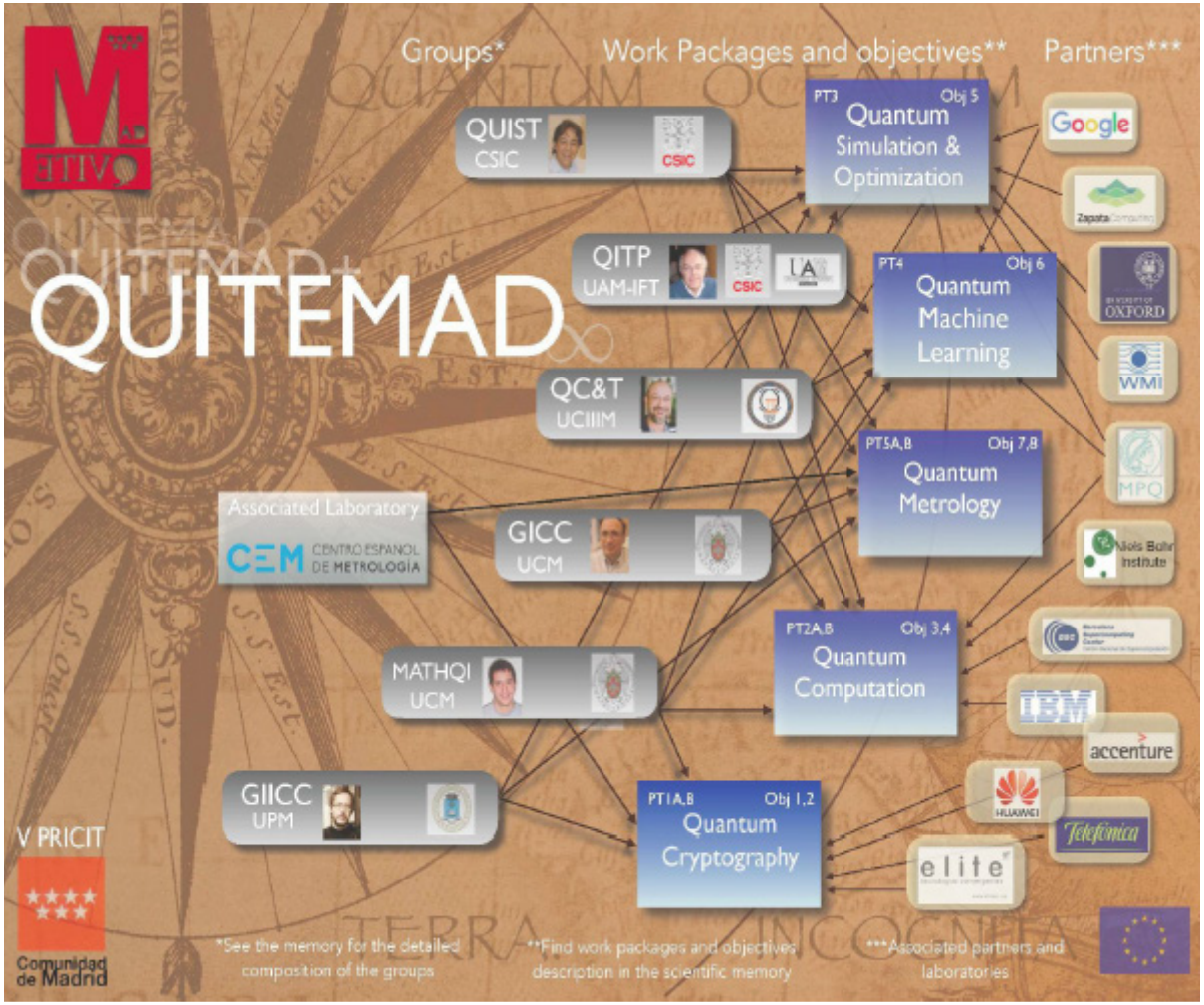
Proyecto para la evaluación remota por internet (IoT) de cinemómetros destinados a la seguridad vial

Los resultados de este proyecto nos permitirán realizar los preceptivos ensayos de carretera de los cinemómetros fijos instalados por todo el territorio nacional y con posibilidad de extenderlo a otros países. Se espera su finalización a lo largo del 2019.

DIGITALIZACIÓN

Proyecto “Metrology Cloud”

El objetivo del proyecto “Metrología en la nube” es la creación de una plataforma digital donde se integran todos los servicios, bases de datos e infraestructuras relacionadas con metrología legal a nivel europeo donde intervendrán todas las partes interesadas (organismos notificados, verificadores, reparadores, fabricantes y usuarios de instrumentos de medida). La idea es poder compartir información de los instrumentos en servicio en tiempo real y de forma segura. Dada la gran cantidad de información que se manejará se podrán realizar evaluaciones de riesgo mucho más eficientes, lo que podrá llevar incluso a tener que adecuar las regulaciones de acuerdo a las mismas.



QUITEMAD

El CEM participa en el proyecto QUITEMAD (Quantum Information Technologies Madrid) como Laboratorio Asociado con el fin de implantar y desarrollar la metrología cuántica de segunda generación (Segunda Revolución Cuántica). Se trata de un proyecto financiado por la Consejería de Educación e Investigación de la Dirección General de Investigación e Innovación de la Comunidad de Madrid, con fondos de los programas operativos del Fondo Social Europeo y del Fondo Europeo del Desarrollo Regional, 2014-2020, de la Comunidad de Madrid durante los próximos cuatro años.

QUITEMAD representa una acción coordinada de seis grupos en cinco centros de investigación de la Comunidad de Madrid, con el propósito principal de desarrollar en la región de Madrid una de las tecnologías más reconocidas como emergentes y disruptivas en los sectores de la comunicación y la computación: las Tecnologías Cuánticas. Con la segunda revolución cuántica se abren las puertas a una nueva metrología de mucha mayor precisión para medir frecuencias, tiempo y unidades relacionadas como la longitud a través de la velocidad de la luz. La base de esta nueva metrología es el entrelazamiento cuántico que permite mejoras cualitativas de la espectroscopía atómica.

Aunque el proyecto se inicia en 2019, la concesión por parte de la Comunidad de Madrid fue en diciembre de 2018.

Durante el año 2018 se ha promocionado la infraestructura nacional de metrología y reforzado la imagen interior y exterior del CEM a través de eventos nacionales e internacionales de gran calado e impacto.

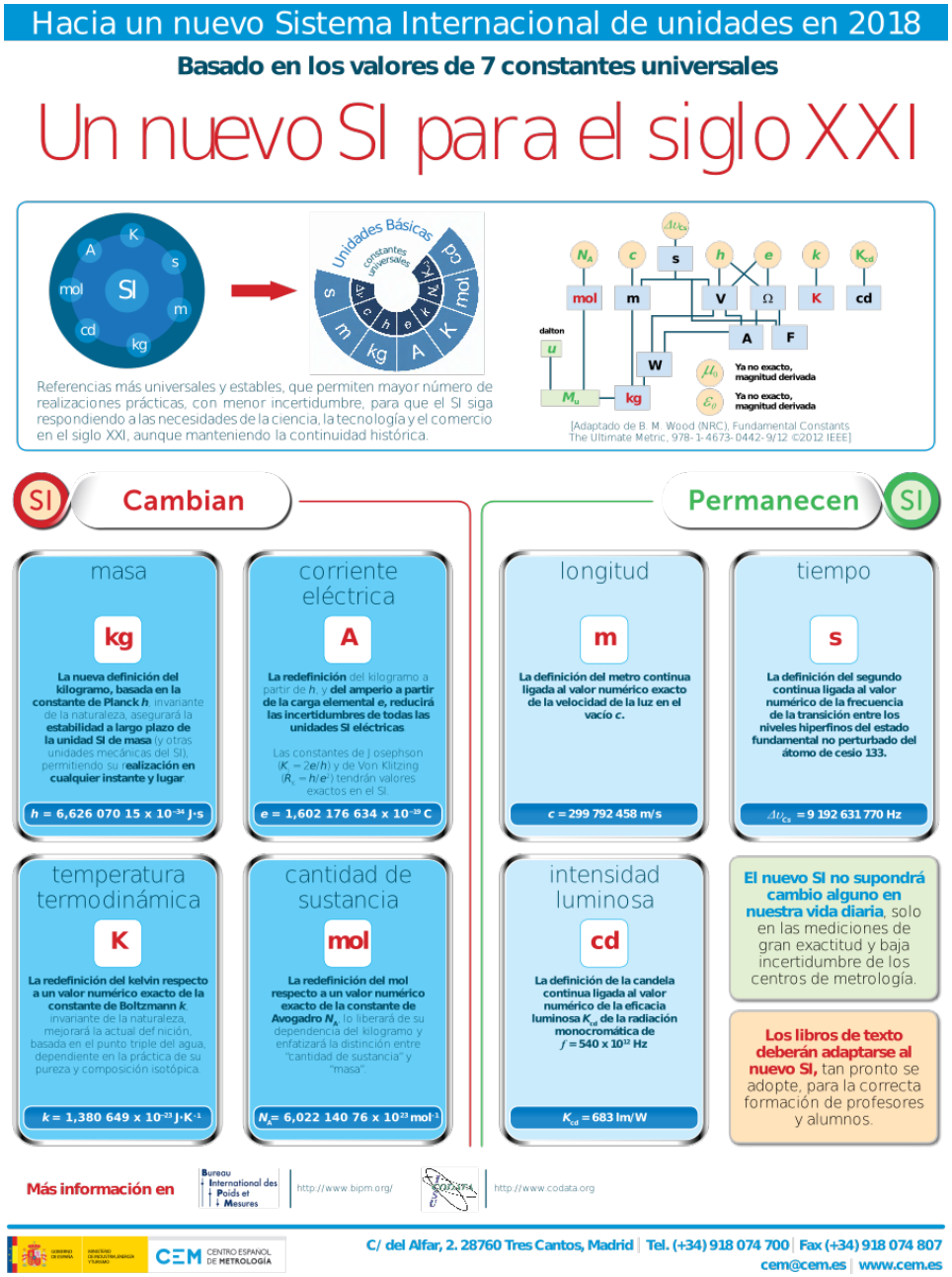
En relación a esos eventos internacionales hay que destacar uno sobre todos los demás, la **26ª Conferencia General de Pesas y Medidas**, donde se ratificó la revisión del Sistema Internacional de Unidades, SI, potenciado la visibilidad de la metrología a la sociedad y para España además la oportunidad de la vuelta al Comité Internacional de pesas y Medidas con un representante.

Además, como en años anteriores, personal del CEM ha asistido a congresos, eventos y reuniones de comités nacionales e internacionales, (AENOR, ENAC, EURAMET, CIPM, WELMEC, OIML).

En cuanto a eventos celebrados en el CEM cabe destacar:

8º Seminario Inter-congresos dedicado a la revisión del SI

Celebrado el 18 de mayo de 2018 en las instalaciones del CEM y centrado en la futura Redefinición del SI, contó con una audiencia y seguimiento notable, con cerca de 200 personas provenientes de industrias, universidades, centros tecnológicos, Administraciones Públicas y en general personas unidas por su profesión o interés en la Metrología. Para la charla magistral se contó con la participación de la Dra. Estefanía de Mirandés, Secretaria ejecutiva del Comité Consultivo de Unidades (CCU), del CIPM.

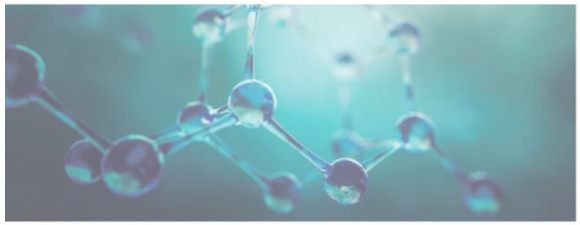


Jornada de puertas abiertas dentro de la XVIII Semana de la Ciencia de la Comunidad de Madrid.

Celebrada el 8 de noviembre de 2018 en las instalaciones del CEM, con la temática "Metrología para un mundo digital". Contó con una audiencia de más de 100 participantes, muchos de los cuales tuvieron la oportunidad de visitar algunos laboratorios del CEM. Se contó con la colaboración de ponentes de la Universidad Complutense de Madrid, del organismo de normalización UNE, de la empresa HBM y de expertos del CEM.

El 2018, se ha caracterizado por ser un año donde la metrología y el CEM han estado presentes en numerosos medios, en parte por la revisión del Sistema Internacional de Unidades, SI. Algunos de estos medios han sido:

- RTVE. Programa RNE A Hombros de Gigantes. Manuel Seara. 29 de octubre.
- RTVE. Programa de RNE "Esto me suena. Las tardes del Ciudadano García" Esto me suena. Las tardes de ciudadano Garcia. 22 noviembre.
- el Confidencial. Reportaje en la sección de ciencia de El Confidencial sobre la redefinición del Sistema Internacional de unidades. 11 de noviembre
- Cadena SER. Entrevista en el programa La Ventana sobre la nueva revisión del SI
- Cadena Ser Norte "¿Cuánto pesa un kilogramo?" Cadena SER,Madrid_norte. 29 noviembre
- Cadena SER Ciencia. "Acuerdo histórico: 60 países reforman el Sistema Internacional de Unidades" Cadena SER. 15 noviembre
- RTVE. Programa emitido en RNE: "El kilo dejará de ser lo que era" web de RTVE.
- EUROPA PRESS. Noticia ciencia y tecnología Europa Press "A finales de 2018, un kilogramo ya no será lo mismo" web de RTVE
- El País. Artículo "Aprobada la nueva definición de kilogramo" El País
- El País. Artículo en Vida Actual "Adiós al "gran K": cambian las medidas y habrá una nueva definición de kilo" El País
- ABC. Artículo en ABC Ciencia "Desde hoy el kilo dejará de ser lo que era" ABC
- ABC. Artículo en ABC Ciencia "Siete claves para conocer por qué el kilo dejará de ser un kilo este viernes" ABC
- Público. Artículo en Público Ciencias "Ya está aquí la nueva definición para el kilogramo" Público
- Hoy. Artículo en HOY Sociedad "El kilo ya no es lo que era" HOY
- La Información. Artículo "Un kilo deja de ser un kilo (aunque casi nadie notará la diferencia)" La Información



COMPROMISO EXTERIOR

El aumento de la presencia del CEM en los foros nacionales e internacionales es una de las líneas estratégicas del plan 2017 – 2020 y por ello se viene haciendo un gran esfuerzo para colaborar con otras instituciones y organizaciones y aumentar los compromisos y actividades en los mismos. Este año cabe resaltar:

Mª Dolores del Campo Maldonado ha asumido la presidencia del Comité Técnico de Termometría de EURAMET. Entre sus responsabilidades está la coordinación de todos los trabajos técnicos de investigación, elaboración de documentación, supervisión de las Capacidades de Medida y Calibración (CMCs) de los miembros o seguimiento de las comparaciones.

Emilio Prieto Esteban ha sido elegido por unanimidad del Comité Técnico de Longitud de EURAMET como su futuro presidente. Iniciará su mandato en junio de 2019, y hasta entonces colaborará muy directamente con el actual presidente y con la Junta de Directores de EURAMET.

Mª Dolores del Campo Maldonado ha sido elegida en la 26ª Conferencia General de Pesas y Medidas como nueva miembro del Comité Internacional de Pesas y Medidas, tras casi cuarenta años sin presencia española.

Mª Nieves Medina Martín ha sido elegida como experta dentro del CCM Task Group on the Phases for the Dissemination of the kilogram following redefinition (CCM-TGPfD-kg), que es el grupo encargado de establecer la pautas para una correcta realización de la unidad de masa y su diseminación después de la redefinición.

Carmen García Izquierdo ha sido nominada por la AEMET como representante española en el Grupo de Expertos de Metrología de la Comission for Instruments and Methods de la Organización Mundial de Meteorología (WMO).

EN 2018
SE ATENDIERON
MÁS DE

636

CONSULTAS

A TRAVÉS DE
NUESTRA PÁGINA WEB

Durante 2018, los esfuerzos se centraron en relanzar nuestro master de metrología en esta ocasión en Colaboración con la UNED y en potenciar el Aula virtual.

MÁSTER EN METROLOGÍA

Al final del año el convenio UNED - CEM estaba preparado pendiente de la firma final, por lo que se espera que una nueva edición del máster de metrología empiece en la convocatoria de febrero de 2019.

AULA VIRTUAL

El alcance de la formación virtual es mucho mayor que el de la formación presencial, por este motivo el CEM apostó hace años por esta vía para cumplir con una de las funciones que tiene asignadas "la formación de especialistas en metrología". Todas las actividades formativas del Aula Virtual del CEM han sido gratuitas.

Durante 2018 se ha incrementado el número de alumnos en 347, lo que ha permitido alcanzar la cifra de 1061 alumnos. Los nuevos alumnos se han matriculado de la siguiente manera:

EN 2018
NUESTRA PÁGINA WEB
RECIBIÓ

144 022

VISITAS

Curso	Año 2018	Total
Básico	262	330
Medio	64	96
Avanzado	36	59
Temperatura	89	107

CURSOS A MEDIDA

Una de las modalidades de formación más demandadas por empresas y alumnos es la formación a medida. Se basa en el diseño personalizado de los cursos a las necesidades concretas del alumnado. Se imparten, generalmente, a grupos pequeños de la misma empresa o institución y se ciñen a los contenidos que realmente necesitan. Esta forma de trabajar fomenta un clima de trabajo muy productivo y permite que los alumnos planteen todas sus dudas directamente a los profesores. Cabe destacar este año 2018 el curso impartido para la formación de profesores en metrología en colaboración con el Colegio de Físicos de Madrid y la Universidad de Comillas, el curso impartido a la empresa ACITURRI en metrología dimensional y la estancia de dos técnicos de los institutos nacionales de Panamá (CENAMEP) y Chile (CESMEC) en los laboratorios de termometría de radiación y termometría de contacto, respectivamente.

EN 2018 SE HAN IMPARTIDO

2 333

HORAS

DE FORMACIÓN EXTERNA

REVISTA E-MEDIDA

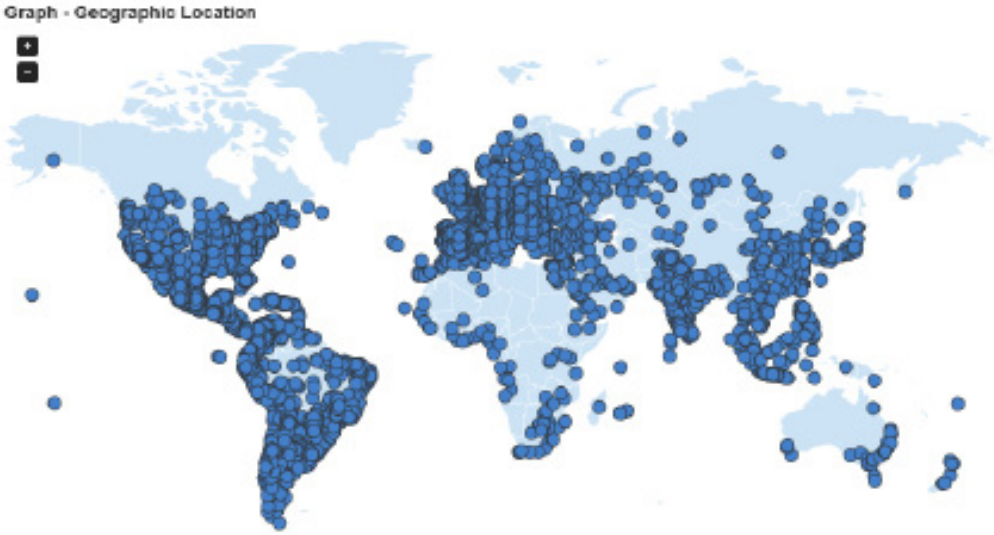
La revista electrónica e-medida, editada por el Centro Español de Metrología, nació en el año 2012, con el objetivo de ser un canal de comunicación y divulgación de la metrología, en todas sus vertientes, tanto en el campo científico, como en el industrial y en el legal, sin olvidar la metrología histórica; ser una herramienta para la sensibilización sobre la utilidad de la metrología y su impacto en la sociedad; informar de los avances en metrología y difundir los nuevos conocimientos asociados; promover el intercambio y la cooperación entre los investigadores, docentes, la industria y los usuarios interesados en las temáticas de la metrología; contribuir al rescate de la memoria histórica de la metrología española; y en general, ser un referente de la actividad metrológica nacional.

Es una revista de libre difusión, gratuita, con un gran seguimiento internacional. Se edita en español, en formato digital con una periodicidad semestral.

Después de seis años editándose y con 13 números publicados, siguiendo las recomendaciones de su Consejo editor se ha procedido a una actualización del formato y estilo a las demandas de los lectores del siglo XXI, para dotarla de una mayor calidad y accesibilidad, contando con la más novedosa facilidad de lectura por medios audiovisuales, vinculando los contenidos y los artículos a otros de interés y a bibliografía, y dando agilidad y motivación a la lectura mediante enlaces a pequeños cortos audiovisuales divulgativos. El nuevo formato corre en la plataforma Wordpress, siendo multidispositivo (PC/tablet/móvil) (responsive), compatible con los navegadores más utilizados, cuenta con un nuevo editor de ecuaciones en lenguaje Latex, posibilidad de valoración de artículos por los lectores y compartirlos en redes sociales, RRSS automático, búsquedas por diferentes categorías: secciones, autores, número de revista, palabras clave y otras características que hacen de la revista una herramienta de comunicación mucho más agil.

Con este nuevo formato, en el año 2018 se editó el nº 14 de la Revista y se actualizaron los anteriores, todos ellos disponibles en www.e-medida.es.

La revista sigue demostrado ser una herramienta efectiva de divulgación de la metrología y de gran impacto en particular en la comunidad hispano hablante. El número de lectores y visitas ha seguido aumentando, consolidando con ello el proyecto divulgativo. En el año 2018 se recibieron más de **133700** visitas, de muchos y variados lugares del planeta, como se puede observar en la imagen siguiente.



El elemento clave para garantizar el servicio riguroso, transparente y competente que ofrece el CEM es su personal. La competencia y conocimiento en las diferentes áreas de actividad del capital humano del CEM es el valor clave de la organización, sabiendo adaptarse a las necesidades de los clientes para ofrecer el mejor servicio posible. Gracias a su cualificación, especialización, experiencia y compromiso con el trabajo se ha conseguido dar respuesta satisfactoria a las diversas actividades realizadas.

CEM 2018
PLANTILLA

31 DOCTORES, INGENIEROS, LICENCIADOS — 15 mujeres, 16 hombres

14 TITULADOS MEDIOS — 7 mujeres, 7 hombres

47 FP Y OTROS — 25 mujeres, 22 hombres

TOTAL **92**

PROGRAMA DE FORMACIÓN INTERNA

El CEM continúa apostando por la formación del personal como uno de los aspectos clave para el buen funcionamiento del Organismo. Cada año se diseñan los cursos a la medida de las necesidades del organismo, como ejemplos el curso de iniciación a SPICY: Scientific Python, formación sobre racorería en el laboratorio de presión y formación de cromatógrafos.

EN 2018 SE HAN IMPARTIDO

1 700

HORAS

DE FORMACIÓN INTERNA

Puesto que las características que deben cumplir los laboratorios, en cuanto a condiciones ambientales y control de parámetros, son críticas en relación a las funciones del CEM, se dispone de un elevado número de instalaciones complejas y diversas necesarias para cumplir los requisitos necesarios para desarrollar nuestra actividad. Durante este año, se han intensificado y optimizado las tareas de mantenimiento del elevado número de instalaciones con orientación al mantenimiento preventivo lo que ha permitido disminuir las actuaciones correctivas, principalmente en equipos e instalaciones. Asimismo, se ha cumplido con el mantenimiento técnico-legal e inspecciones de las instalaciones que así se determina en la reglamentación específica a la que están sometidas.

Se han programado, y en algún caso iniciado, obras para mejorar defectos observados y deterioros producidos por la antigüedad de las instalaciones como, por ejemplo, la mejora de las rampas de dos de los muelles de carga.

Además, se han realizado actuaciones y adquirido equipos para mejorar los sistemas de acceso al Organismo y la seguridad interior.

Por último, y no por ello menos importante, se ha continuado trabajando en mejorar las instalaciones para elevar la eficiencia energética y las medidas de gestión de residuos con el objetivo de ser más respetuosos con el medioambiente.

HUELLA DE CARBONO

Alineada la estrategia de la dirección con el ahorro energético o la ecoeficiencia, en el CEM, por quinto año consecutivo se ha medido la huella de carbono generada por sus actividades, y elaborado el "Informe de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) 2017" definiendo posteriormente unos planes de reducción de las emisiones del organismo.

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

En relación a las Tecnologías de la Información, se continúa trabajando en un proceso de modernización de los distintos sistemas. Desde el punto de vista de infraestructuras, se ha renovado la electrónica de red del CEM y, de forma paulatina, se está trabajando en la evolución de los puestos de usuario. También se ha facilitado a los laboratorios un servidor de alto rendimiento para la realización de simulaciones y cálculos complejos. Por otro lado, en referencia a los sistemas de información, se ha implantado una oficina de registro digital (GEISER), atendiendo a los requerimientos legales contemplados en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas y se ha llevado a cabo una virtualización de los sistemas más críticos, de forma que se garantice su disponibilidad y fiabilidad.

LA **PRODUCCIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA** EN 2018 FUE DE

368 690 kWh

EQUIPOS

Las inversiones en nuevos patrones, equipos e instalaciones han estado motivadas por el plan de inversiones 2015-2018 rev. 1 y continúan, un año más, enfocadas a complementar instalaciones o sistemas empleados en el desarrollo de proyectos de I+D en curso, o para garantizar la continuidad de algunos servicios que actualmente se prestan.

- En el Área de Electricidad y Magnetismo cabe destacar la adquisición cuatro resistencias patrón de valor nominal 1 Ω, para que suplan de forma progresiva al actual grupo de resistencias de valor nominal 1 Ω, denominadas grupo ohmio CEM formado por 6 resistencias tipo Thomas Leeds&Northrup.
- Entre las nuevas adquisiciones del Laboratorio de Termometría de Radiación Fundamental, cabe destacar la compra de un baño cuerpo negro de baja temperatura para reemplazar el baño de alcohol modificado que había sido estado utilizando para la calibración y medida de termómetros de radiación de infrarrojos a temperaturas por debajo de 0 ºC. También pudo sacarse adelante la adquisición de una cámara climática de amplio rango que se utilizará en el proyecto de investigación EURAMET nº 1459 sobre la medida de la temperatura del aire.

  Por su parte, el área de longitud e ingeniería de precisión ha adquirido lo siguiente: una unidad de traslación de 1700 mm con controlador y comunicación Ethernet, para automatizar la calibración de sensores de hilo y todas aquellas calibraciones por interferometría en las que se necesita un desplazamiento inferior a 1700 mm. De esta forma se deja el banco de 25 m para las calibraciones manuales y de largas distancias., unidades de traslación para alineamiento en un rango de 25 mm. El laboratorio contaba con alguna de estas unidades pero eran insuficientes, teniendo que desmontarlas de algunos de los montajes fijos para los nuevos desarrollos, por ejemplo la barra de calibración del láser tracker y una placa base para sustitución de la averiada en el equipo GTR50.
- Entre las nuevas adquisiciones del Área de Masa y magnitudes mecánicas se ha adquirido un durómetro para la medida de la dureza de materiales, lo cual a asegurar la calidad de los materiales adquiridos en el futuro en diferentes proyectos, artefactos para la determinación de la densidad del aire por el método gravimétrico y una fuente de alimentación, controlador de servomotor, guías, perfiles, sensores y material eléctrico diverso para la robotización del comparador VC1005 de densidad de sólidos.
- En el desarrollo de la máquina de 10 kN·m se ha realizado la adquisición de distintos componentes mecánicos, así como así como también se ha contratado el asesoramiento en la realización de los planos correspondientes.
- En cuanto al laboratorio de cinemómetros, se ha adquirido un nuevo cinemómetro de referencia laser compacto, LISYS, de tecnología láser, aplicado al control de los cinemómetros, adaptado y calibrado por el CEM, así como un nuevo cableado piezoeléctrico que forma parte del sistema de referencia para la medida de velocidad instalado en el Laboratorio permanente de Horcajo de la Sierra (Madrid).
- El laboratorio de etilómetros adquirió a finales de 2017 un nuevo banco, automatizado, y en 2018 con la instalación de un multiplexor que va asociado a uno de los bancos de ensayo, permite realizar hasta nueve verificaciones de forma simultánea, lo que permite una mayor eficiencia en los ensayos de etilómetros.

EL CEM, COMO CABEZA DE LA INFRAESTRUCTURA NACIONAL DE METROLOGÍA Y COMO PARTE DE LA RED INTERNACIONAL DE INSTITUTOS NACIONALES DE METROLOGÍA, HA FOMENTADO DURANTE EL AÑO 2018 LAS ACTIVIDADES DE COLABORACIÓN CON INSTITUCIONES TANTO DENTRO, COMO FUERA DE NUESTRAS FRONTERAS. ASIMISMO, EL CEM ES PARTICIPANTE ACTIVO EN NUMEROSOS COMITÉS TÉCNICOS NACIONALES, IMPLICADOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE CRITERIOS METROLÓGICOS Y EL DESARROLLO DE NORMATIVAS, ASÍ COMO EN COMITÉS INTERNACIONALES REPRESENTANDO Y DEFENDIENDO LOS INTERESES ESPAÑOLES EN MATERIA METROLÓGICA.

Nacional

- Colaboración con universidades. Durante el año 2018 se ha colaborado en proyectos conjuntos de investigación, en diversas temáticas relacionadas con los grandes retos del programa Horizonte 2020, como Medioambiente o Energía, con diversas universidades españolas, entre otras la Universidad Complutense de Madrid, la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad de Valladolid, las cuales apoyan la metrología mediante tesis doctorales, ponencias y asesoramiento.
- Colaboración con museos. El Museo Elder ha inaugurado la exposición, "Metrum", que muestra entre otros, las pesas y medidas canarias cedidas y destaca la importancia de las medidas en el avance del conocimiento del ser humano y en la mejora de nuestras condiciones de vida.

  La exposición ha contado con la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, y para ello el CEM firmó un Comodato con el Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología de Las Palmas de Gran Canaria cediendo las pesas y medidas canarias utilizadas antes de la implantación del Sistema Métrico Decimal en España en el siglo XIX, y que forman parte de su exposición permanente.

  Se pudo visitar desde el 24 de enero de 2018 hasta junio de 2018.

- Infraestructura de la calidad. Como en años anteriores se ha seguido trabajando en colaboración con las dos instituciones que representan los otros dos pilares básicos de la infraestructura nacional de la calidad: ENAC, en el campo de la acreditación, y UNE en el campo de la normalización. El CEM ostenta la presidencia de diversos subcomités técnicos de calibración de ENAC así como la de los comités técnicos de normalización en "metrología", CTN 82, y en "nanometrología", GET15, de AENOR, siendo además Vocal del CTN 066/SC01 "Sistemas de gestión" y del CTN 066/SC 02 "Evaluación de la conformidad". En cuanto a AENOR, como entidad de Certificación, desde el año 2016, el Centro Español de Metrología forma parte de su Junta Directiva.

  Asimismo ha continuado la estrecha relación que el CEM mantiene con la Asociación Española para la Calidad.

  Cabe destacar que se ha superado con éxito la reevaluación de nuestro Sistema de Gestión de la Calidad ante el Comité Técnico de Calidad de EURAMET (TC-Q), así como la de nuestros Laboratorios Asociados, a raíz de uno de los compromisos que posee el CEM como firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (ARM-CIPM).

- Cooperación nacional con laboratorios acreditados de calibración, laboratorios asociados y laboratorios colaboradores del CEM, relacionados con el control metrológico de los instrumentos de medida, así como con centros de investigación, universidades y fabricantes.

  Se han mantenido encuentros con fabricantes de contadores de agua, gas, electricidad y con distribuidoras eléctricas, agua, gas, etc.

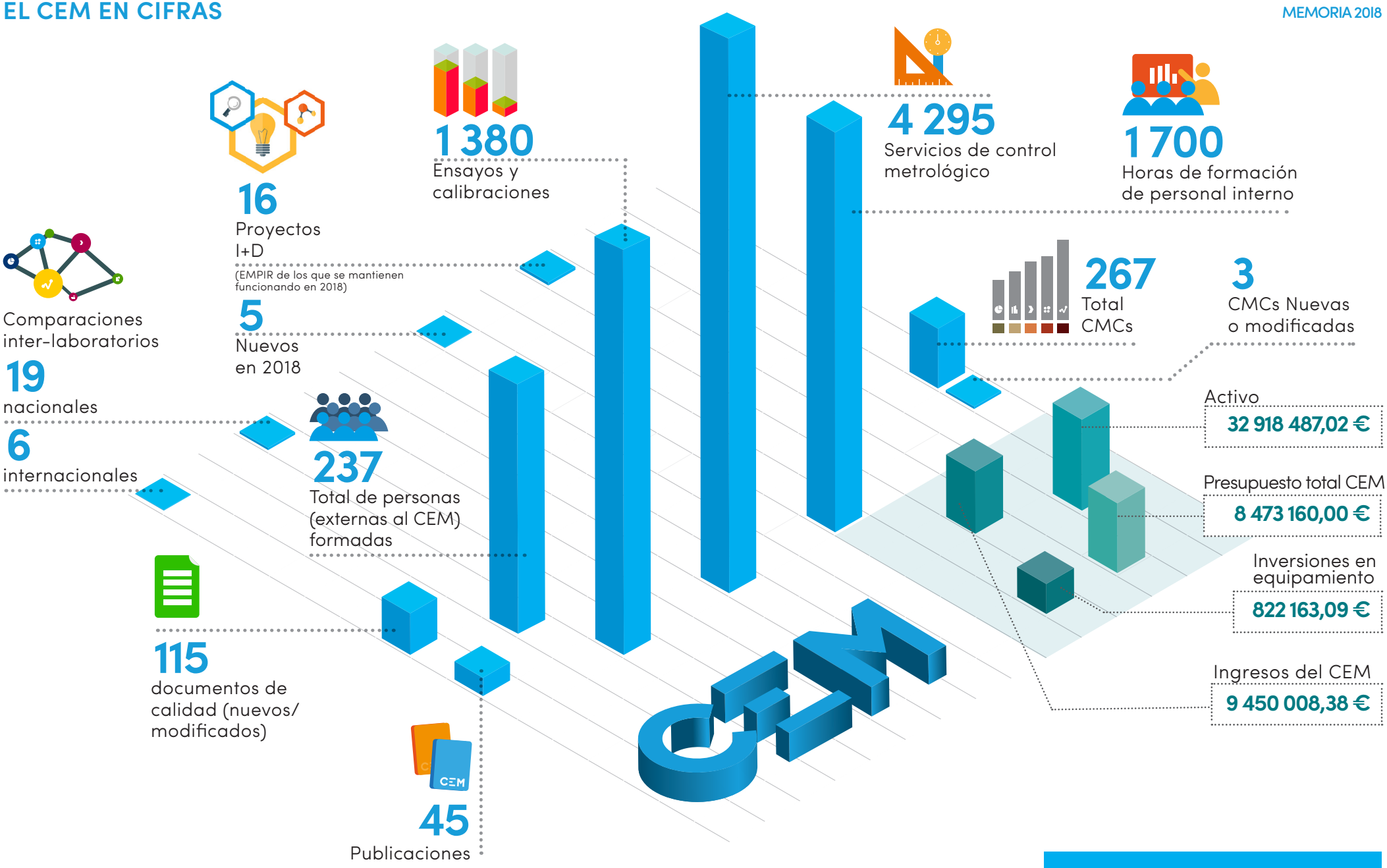
  El 29 de noviembre representantes de Mercadona visitaron el CEM donde se celebró una reunión de trabajo y colaboración en materia de metrología legal. En 2018, se ha terminado la revisión y certificación del programa metrológico que incorporan los últimos terminales puntos de ventas (TPV) instalados en las cajas de la cadena de supermercados Mercadona, siendo de máximo interés la colaboración y un contacto fluido entre ambas organizaciones con objeto de mantener actualizado el software a las necesidades actuales y emergentes.

Internacional

- El CEM como lugar de celebración de reuniones internacionales, en concreto la reunión internacional del proyecto EMPIR ALCOREF" el 14 de junio.

  El Centro Español de Metrología (CEM) y el instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina (INTI), firmaron el pasado 14 de mayo un memorando de entendimiento cuyo objetivo es desarrollar la cooperación técnica entre ambas instituciones en los campos de la metrología científica y aplicada, basada en el beneficio mutuo y la reciprocidad, para fomentar los desarrollos tecnológicos, la innovación y la transferencia de conocimientos.

EL CEM EN CIFRAS



PUEDES ENCONTRAR MÁS INFORMACIÓN DE NUESTRA ACTIVIDAD EN LA DIRECCIÓN WWW.CEM.ES

CUENTAS ANUALES DEL CEM

RELACIÓN DE MIEMBROS DEL
CONSEJO RECTOR DEL CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA EN 2018

PRESIDENTE

Sr. D. Raül Blanco Díaz, Secretario General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa y Presidente del CEM

VICEPRESIDENTE

Sr. D. José Manuel Bernabé Sanchéz, Director del CEM

SECRETARIA

Sra. Mª José Hita Ugena, Secretaria General del CEM

VOCALES

Sr. D. Angel Silván Torregrosa, Mº de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación

Excmo. Sr. D. Julio Ayuso Miguel, Mº de Defensa

Sr. D. Robert de Jorge Domingo, Mº de Hacienda

Sr. D. José Manuel Cendón Alberte, Mº de Fomento

Sra. Dª María Teresa Marín Tapia, Mº de Agricultura, Pesca y Alimentación

Sr. D. Juan José Jul Rodríguez, Mº de la Presidencia, Relaciones con las Cortes e Igualdad

Sra. Dª Maria López Bartolomé, Mº para la Transición Ecológica

Sra. Dª Paloma Cervera Lucini, Mº de Sanidad, Consumo y Bienestar Social

Sr. D. Luis Antonio Rico Urios, Mº Industria, Comercio y Turismo

Sr. D. José Antonio García Revilla, Mº de Economía y Empresa

Sr. D. Joaquín Campos Acosta, Instituto de Óptica "Daza de Valdés" (CSIC)

Sr. D. Javier García Díaz, UNE

Sr. D. José Manuel Prieto Barrio, Entidad Nacional de Acreditación

Sr. D. Daniel Fernández Lestón, Mº de Ciencia, Innovación y Universidades

Sr. D. Miguel A. Villamañán Olfos, Universidad de Valladolid

«Esta Memoria del Centro Español
de Metrología corresponde
al ejercicio cerrado
el 31 de diciembre de 2018»

NIPO 113-19-005-5

Publicación incluida en el programa editorial del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y editada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (de acuerdo con la reestructuración ministerial establecida por Real Decreto 355/2018, de 6 de junio)

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

CEM
CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA