

m17

CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

MEMORIA 2017



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO

CEM

CENTRO ESPAÑOL
DE METROLOGÍA



«... nada más grande ni más sublime ha salido de las manos del hombre que el Sistema Métrico Decimal».

Henry Antoine de Lavoisier

Henry Antoine de Lavoisier, químico francés considerado el padre de la química moderna, escribió entusiasmado, sin presagiar su trágico destino, acerca del sistema propuesto para la unificación de las medidas.

Lavoisier pagó con su vida el encargo de recaudador de impuestos que le había otorgado la realeza, pero este Sistema, símbolo del deseo unificador de las medidas en el que tanto trabajó, continuó existiendo, creció y proliferó entre las naciones del mundo.

4

PRESENTACIÓN

6

MISIÓN Y PLAN

9

NUESTRA ACTIVIDAD

Ensayos y calibraciones 9

Desarrollo legislativo 12

Investigación y desarrollo 13

Embajadores de metrología 19

Formación y difusión 25

29

NUESTRO EQUIPO

30

FORMACIÓN INTERNA

31

INFRAESTRUCTURA

35

COOPERACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL

37

EL CEM EN CIFRAS

38

RELACIÓN DE MIEMBROS DEL CONSEJO RECTOR DEL CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

Tengo la satisfacción de presentarles la memoria de actividades del año 2017 del Centro Español de Metrología.

Un año intenso, repleto de actividad tanto nacional como internacional, que sin embargo un año más refleja la caída del número de efectivos del Organismo. Lo que ha supuesto un sobreesfuerzo, que desde aquí quiero agradecer a todo el personal del Centro. Espero que en el año 2018 se rompa finalmente esta tendencia para poder seguir cumpliendo con la misión de servicio público que una Institución como la nuestra tiene.

Este año ha sido un año de reorganización, de intentar sacar lo mejor de nosotros mismos en tiempos difíciles, de ser más eficientes para contrarrestar la disminución de la plantilla. Por ello, hemos acometido un proceso para superar la división por áreas de la metrología legal y científica, que nos permita hacer frente al previsible aumento de la prestación de servicios de control metrológico, para poder contar con los mejores expertos para el desarrollo normativo metrológico y para representar los intereses de España en las distintas organizaciones internacionales de las que formamos parte.

En 2017, reformulamos nuestro Plan Estratégico, poniendo especial énfasis en reforzar los campos de trabajo actual, en los que el CEM es puntero, de forma tal que sirvan de base sólida para la expansión futura de la metrología, como son la metrología cuántica y la química. Sin olvidar el potenciar la formación. Todo ello, con la vista puesta siempre en el interés de los ciudadanos y contando con el elemento esencial de nuestra actividad: las personas que trabajan en el Organismo.

En el ámbito de la divulgación de la metrología, son numerosas las actividades llevadas a cabo en 2017. Especial relevancia tuvo la celebración del 6º Congreso Español de Metrología celebrado los días 6, 7, 8 y 9 de junio en la ciudad de San Fernando, con el lema «La medida para el desarrollo, garantía de bienestar para las personas». En el CEM y con él, toda la infraestructura metrológica nacional, está absolutamente comprometido con el desarrollo, la innovación y la mejora constante de las capacidades de medición y que esa mejora se transfiera a la sociedad. Que mejor forma que la celebración de este Congreso para poner a disposición de la industria, laboratorios nacionales y la sociedad en general todo el conocimiento adquirido a lo largo de los últimos cuatro años.

En la vertiente internacional, España ha acogido las Asambleas Generales de Euramet y Welmec, reuniones de diversos comités técnicos y grupos de trabajo. Acontecimientos de gran relevancia que han ayudado a que nuestros homólogos europeos conozcan al CEM y las capacidades que nuestro organismo tiene para coadyuvar al fortalecimiento de la metrología europea.

Precisamente en este ámbito internacional adquiere especial importancia que durante 2017 un reducido grupo de expertos pertenecientes a 7 países, entre los que se encontraba España, pergeñaron nuevos mecanismos de coordinación e integración de la metrología en Europa. Lo que se pretende es garantizar que Europa tenga unas capacidades metrológicas punteras en el mundo, basadas en la alta calidad de su investigación científica y con una infraestructura en red de laboratorios e instituciones, que puedan dar rápida satisfacción a las necesidades de la industria, la salud, el medioambiente, etc.

También significar la importancia que para la divulgación y formación en metrología tiene el nuestra revista e medida, en el año 2017 se recibieron más de 120 433 visitas.





Cualquier organización que se enfrenta a retos y desafíos tan importantes como los que tiene que acometer un centro como el nuestro dedicado a la ciencia, a la tecnología, al servicio al ciudadano, donde el entorno es cambiante y los acontecimientos se suceden a una velocidad de vértigo, donde, claramente, no se puede trabajar como una isla en medio del océano, sino interactuar con su entorno para ser más eficiente, necesita ineludiblemente un plan para hacer las cosas ordenadamente y cumplir los objetivos para los que fue creada.

Esta fue la razón para dotarnos de un plan estratégico, contar con un documento que de forma sistemática recogiese los pasos necesarios para conseguir cumplir nuestra misión.

Por esta razón, a principios de 2016, nos dotamos de un plan, que en 2017 se reformuló para hacerlo más eficiente. Aquel plan de 2016, presentaba algunas carencias que dificultaban alcanzar satisfactoriamente los objetivos previstos.

En primer lugar, debíamos estar más apegados al terreno y a la realidad interna y externa. De nada sirve abordar nuevos desafíos si la base, a partir de la cual debes construir, no está suficientemente consolidada. Era necesario también reforzar el papel del CEM como organismo de cooperación. En un entorno, el de la metrología legal, donde existe una descentralización completa en la ejecución del control metrológico, con multitud de actores: La UE, las distintas administraciones públicas españolas, los organismos de control, organismos notificados y reparadores, el CEM debe llevar a cabo un papel de cohesión de toda esa infraestructura descentralizada. Por último, y más importante, resaltar la transcendencia que para nuestro trabajo tiene lo que podemos llamar el cliente externo e interno: los ciudadanos y nuestro personal.

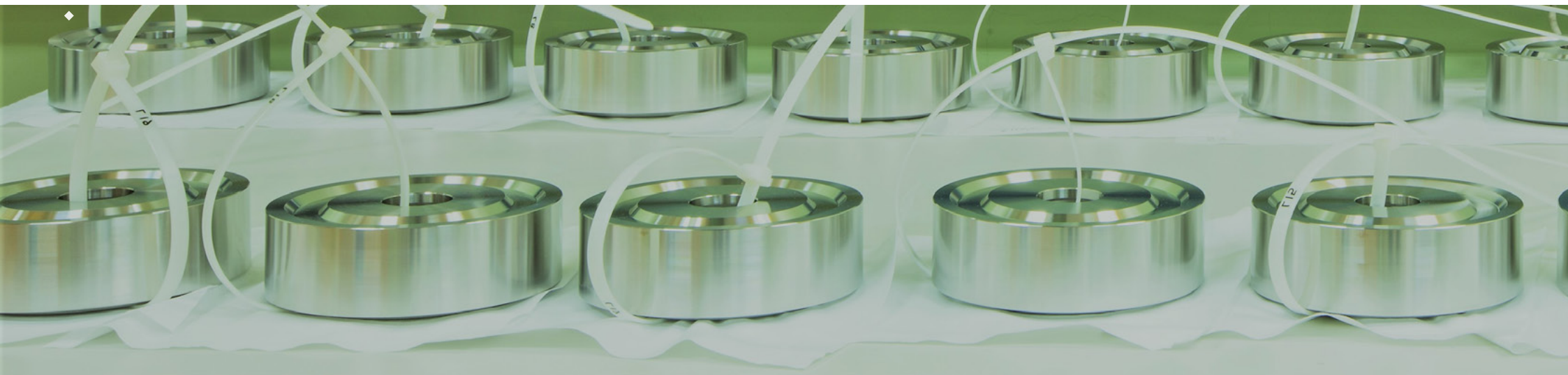
El nuevo Plan fue aprobado por los Consejos Rector y Superior de Metrología y fue presentado en el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad en una jornada pública presidida por el Ministro el 26 de septiembre de 2017.

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 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 cabo 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.



Para el ejercicio de las competencias y funciones que el ordenamiento jurídico atribuye al CEM, el organismo dispone de instalaciones y laboratorios singulares y de una plantilla muy técnica y especializada, constituida por personal funcionario y laboral. Actualmente, la estructura organizativa y de recursos humanos con la que cuenta el CEM está infradimensionada (decreciendo su plantilla en más de un 21 % durante el período 2012-2017). Esta disminución de la plantilla fija del organismo hace que la dotación de personal esté muy por debajo de las necesidades para la adecuada operatividad del Organismo, estando por debajo de la masa crítica necesaria para el cumplimiento de las competencias que le son atribuidas.

Este problema era aún más acuciante en el ámbito de la metrología legal. Donde no existían medios suficientes para aplicar todo el marco legislativo que la Ley de Metrología y su Real Decreto de desarrollo precisaban. No hay que olvidar que el ámbito del control metrológico afecta directamente a ámbitos tan sensibles como el de la salud, seguridad vial, protección de los consumidores y un largo etcétera. Se hizo necesario, por tanto, reforzar esta línea con el personal de las áreas científicas en las que pudiese existir una correspondencia, es decir en aquellos campos o instrumentos de metrología legal que, por similitud de contenido, derivasen de la misma magnitud. De esta forma, se pretendió aumentar la eficacia y eficiencia en dar respuesta a las necesidades nacionales e internacionales para el cumplimiento de las competencias que el CEM tiene atribuidas.

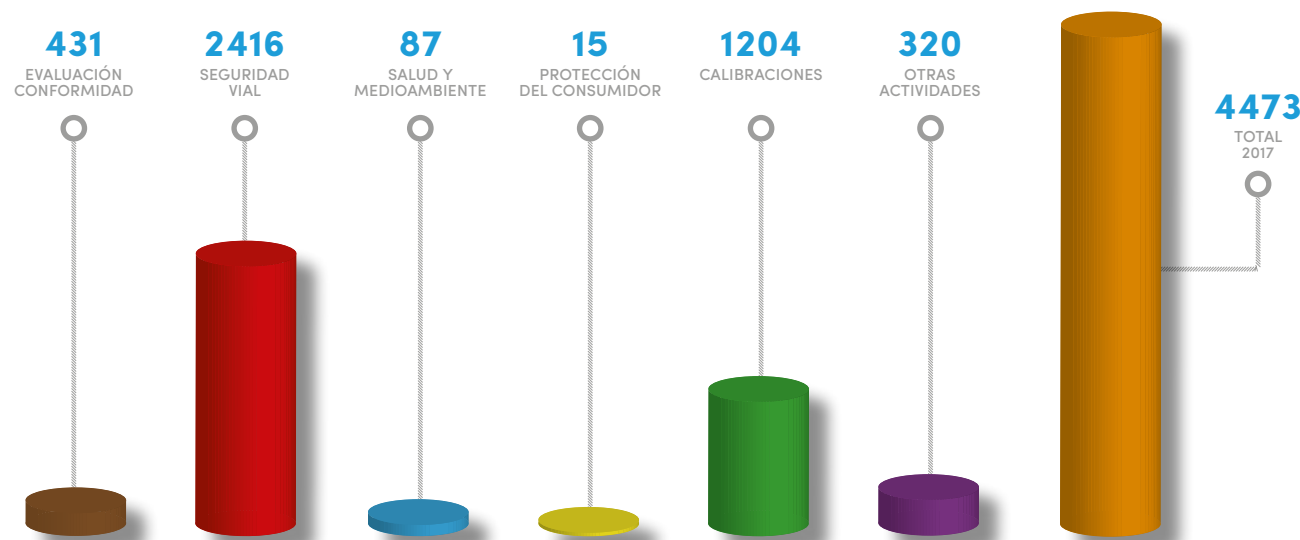


Como se indicaba anteriormente, el año 2017 ha sido un año singular donde la Metrología en el CEM ha vuelto a ser UNA, integrándose en la práctica las dos grandes líneas tradicionales de la Metrología: la Científica y la Legal. Se inició una nueva singladura, no exenta de dificultades, en busca de la eficiencia de las actividades y el mejor aprovechamiento de los recursos humanos disponibles. Este año, además se ha tenido una apuesta decidida por la promoción y visibilidad de la metrología nacional, siendo anfitriones de eventos europeos como la Asamblea General de EURAMET y el Comité de WELMEC. Asimismo, fue de especial relevancia la celebración del 6º Congreso Español de Metrología, foro que permitió reunir a la industria, las Administraciones Públicas, las universidades, así como los diferentes organismos y entidades que trabajan en Metrología. En paralelo, durante el ejercicio 2017, 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



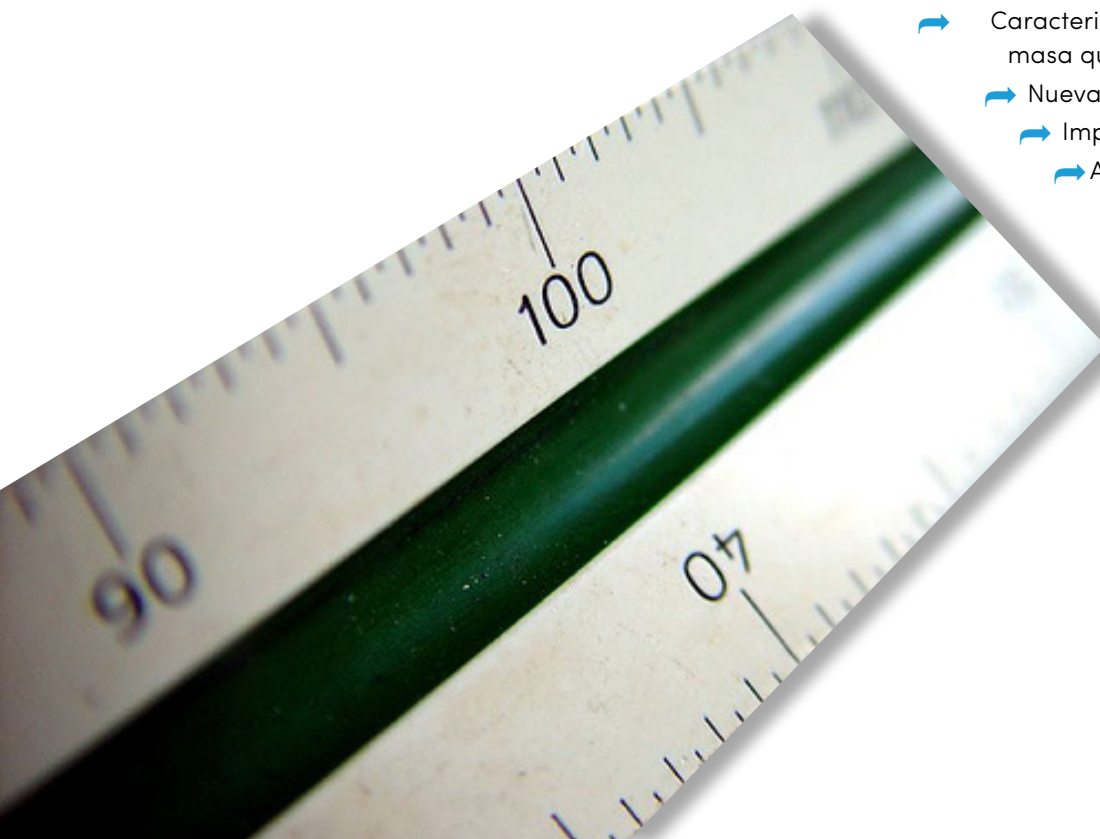
ACTIVIDADES CEM 2017

Es de resaltar, asimismo, que en 2017 se ha iniciado una nueva línea de actividad: *la construcción de células de puntos fijos*. La fabricación de nuestros propios puntos fijos nos permitirá controlar la pureza de los mismos y desarrollar nuevos diseños y aplicaciones. Además, supondrá un importante ahorro económico para el CEM.

Destacamos también la incorporación al desarrollo del patrón nacional de tensión CC basado en el patrón Josephson de un sistema de ciclo cerrado, evitando la dependencia del helio existente en el mercado.

Se han mantenido y mejorado las Capacidades de Medida y Calibración (CMC), disminuyendo, en ciertos casos, las incertidumbres de medida. A continuación se muestra algunas de las actividades más destacables llevadas a cabo:

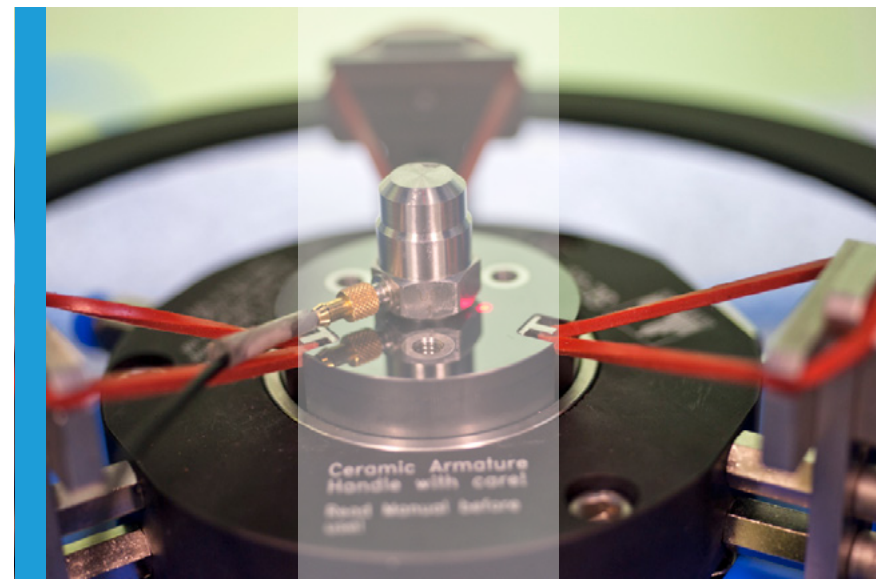
- ➡ La nueva puesta en marcha de la máquina de 500 kN tras una larga parada que ha sido aprovechada para su ajuste y el estudio pormenorizado de sus factores de influencia.
- ➡ Estudio de la influencia del magnetismo en la determinación de la masa de las pesas en comparadores con sensores electromagnéticos.
 - ➡ Caracterización y puesta en marcha de nuevos y más exactos comparadores del laboratorio de masa que sustituyen a algunos ya obsoletos.
 - ➡ Nueva realización de la diseminación periódica de masas hasta 10 kg.
 - ➡ Implementación de nuevos métodos para la limpieza de esferas de silicio.
 - ➡ Actualización y nueva puesta a punto del Sistema de Expansión Dinámico en el rango de vacío de la magnitud de presión.
 - ➡ Nuevos estudios y optimización del patrón de presión constituido por la columna de mercurio.
 - ➡ Optimización del software de control y nuevos estudios de estabilidad de la máquina de 10 MN.
 - ➡ Desarrollo de un nuevo patrón cuántico en corriente alterna.
 - ➡ Desarrollo de un software para actualización del patrón de energía mediante técnicas de muestreo digital para la medida del desfase entre los dos canales.
 - ➡ Mejora y desarrollo de un nuevo sistema de medida de muy altas resistencias, con una automatización del puente de Wheatstone.
 - ➡ Desarrollo de un software para la actualización del patrón de energía mediante técnicas de muestreo digital.
 - ➡ Desarrollo de sistemas de medida de señales de alterna generadas de forma sintetizada.



Nuevas capacidades en electricidad

Para asegurar los valores asignados a los patrones que materializan las distintas unidades, se han llevado a cabo diversas actividades de optimización y desarrollo de nuevos sistemas, basados en la culminación de recientes proyectos de I+D+i que han permitido mantener y garantizar la declaración de nuevas y mejoradas CMC. Se ha participado en el proceso de revisión EURAMET.EM.14.2016. Se ha obtenido la aprobación en mayo 2017 de dos nuevos servicios en el campo de medida de relación de tensión en CA para la calibración de divisores inductivos de tensión a 1 kHz con un valor de incertidumbre de 8×10^{-8} , con $k=2$. Los dos nuevos servicios fueron publicados en la base de datos del BIPM, KCDB, en Junio 2017. Esto ha permitido crear un nuevo servicio en la magnitud relación de tensión en CA dentro del laboratorio de impedancia.

Durante el año 2017 se ha iniciado la participación en la revisión de CMCs EURAMET.EM.15.2017 CMC Run. Se han presentado en total 21 servicios para revisión con significativas mejoras en los rangos y valores de incertidumbre. Esto significará, aprobar durante el año 2018, un nuevo servicio de resistencia en CA y mejorar 8 servicios en tensión e intensidad en CA y 12 servicios en patrones de potencia y energía.



Mejoras en las capacidades de medida y calibración en el campo de los materiales de referencia

El Laboratorio de Materiales de Referencia (o Laboratorio de Gases de Referencia Energéticos y Medioambientales) ha publicado 7 nuevas CMCs y ha modificado 23, todas relacionadas con la preparación y análisis de patrones de mezclas de gas. Uno de los cambios más importantes ha sido la introducción de la matriz aire sintético como alternativa a la matriz nitrógeno, lo que ha incrementado significativamente el número de certificados emitidos por el laboratorio con marca BIPM.

PROYECTO DE ORDEN POR LA QUE SE REGULA EL CONTROL METROLÓGICO DE DETERMINADOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Durante el año 2017 se ha estado trabajando en el proyecto de orden por la que se regula el control metrológico de determinados instrumentos de medida. Este proyecto consta de un texto articulado e incorpora la regulación de hasta 34 instrumentos en dieciocho anexos, tanto para la fase de evaluación de la conformidad de aquellos instrumentos que no están incluidos en normas armonizadas de la UE, como la fase de instrumentos en servicio de todos los instrumentos regulados.



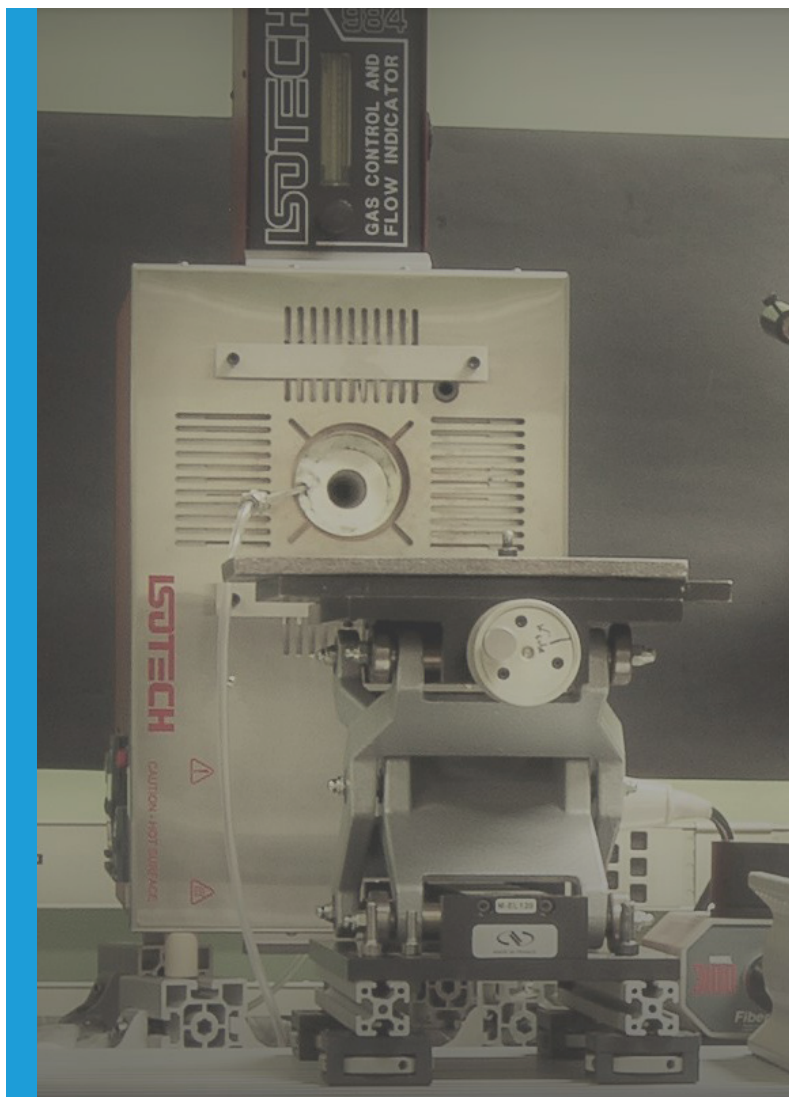
COLABORACIÓN CON LA COMISIÓN DE METROLOGÍA LEGAL (CML)

Durante el año 2017 los expertos del CEM han participado en numerosas reuniones de los grupos de trabajo específicos de la CML con el objetivo de dar respuesta a consultas que se plantean así como armonizar las interpretaciones de aspectos relacionados con la aplicación de las regulaciones, entre otras con las planteadas respecto a la aplicación del Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología

En 2017, la CML del Consejo Superior de Metrología ha celebrado tres reuniones, la primera en el mes de abril invitados por la Dirección General de Energía, Minas y Seguridad Industrial de la Generalitat de Cataluña, la segunda en el mes de junio en San Fernando en el marco del 6º Congreso Español de Metrología y la tercera en la sede del centro Español de Metrología.

En estas reuniones se han abordado diversos temas del campo de la metrología legal entre los que caben destacar: el desarrollo de la «Directriz para la designación de Organismos Autorizados de Verificación Metrológica y Organismos de Control», directriz que fue aprobada por el Consejo Superior de Metrología y publicada en el BOE en el mes de noviembre de 2017; la vigilancia de mercado, temas relacionados con los instrumentos de pesaje, con los contadores de agua de riego, taxímetros, surtidores, etc.

La «Metrología» es una ciencia situada horizontalmente en la base del conocimiento que juega un papel primordial en campos tales como la investigación y el desarrollo, la fabricación industrial, la medicina, las telecomunicaciones, el comercio, etc. El progreso de la ciencia siempre ha estado íntimamente ligado a los avances en la capacidad de medición. Desde los tiempos de Galileo y su «Ciencia Nueva», metrología y ciencia comienzan su evolución en paralelo. Esta relación entre ciencia y metrología continuará reforzándose, sin duda, en el futuro. En la actualidad existen líneas de investigación que van a tener a corto plazo un impacto directo en las propias definiciones de las unidades de medida, ligándolas a las constantes universales de la naturaleza.



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 2009, el CEM viene participando en proyectos de colaboración en I+D, en los programas Europeos de Investigación y Desarrollo, concretamente en los enfocados a Metrología: EMRP, EMPIR y en algún proyecto aislado del Plan Nacional. En cuanto a la participación en el programa EMRP y, hasta el momento, en el EMPIR, esta se puede resumir en:

- iMera-Plus 2008 + EMRP 2009 – 2013: **22 proyectos.**
- EMPIR 2014 – 2017: **16 proyectos**

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.

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.

MAGNITUDES MECÁNICAS Y REALIZACIÓN DEL KILOGRAMO

Estudios para la mejora de la realización del kilogramo

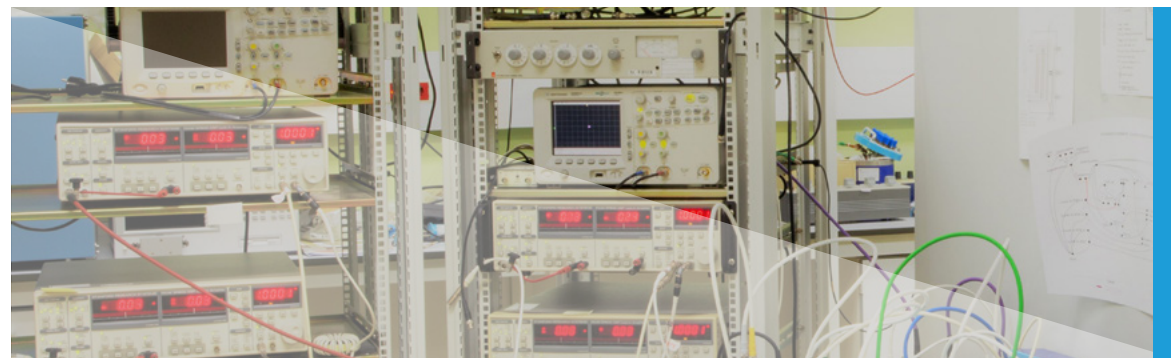
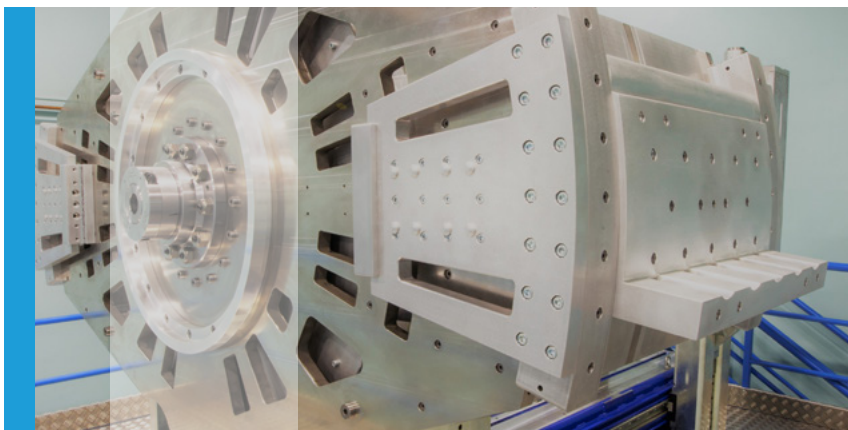
Se han realizado experimentos y ensayos sobre esferas de silicio con objeto de evaluar la viabilidad de que en un futuro pudiesen ser utilizadas como patrones de masa.

Máquina de microfuerzas

En 2017 se ha materializado el proyecto de la máquina de carga directa que proporcionará trazabilidad en el rango de 100 N a 0,1 N, quedando instalada y a falta de mejorar su sistema de centrado y la optimización de su software. Para poder generar fuerzas en un rango tan amplio, la máquina dispone de varios conjuntos de masas, cada una de las cuales se puede cargar de forma independiente.

Máquina de par de torsión de 10 kN·m

Se ha continuado el trabajo de construcción y fabricación de piezas de la máquina de carga directa cuyo alcance y características constructivas la hace única en España. El desarrollo del proyecto requiere un diseño tecnológico puntero y la utilización de materiales especiales tales como invar o tipos especiales de acero y aluminio.



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)

El objetivo de este proyecto es facilitar el acceso a los patrones cuánticos de tensión en corriente alterna a la mayoría de los institutos nacionales de metrología europeos. El CEM en colaboración con otras Universidades españolas ha presentado y publicado un artículo científico en una revista científica de alto índice de impacto, sobre las investigaciones realizadas dentro del proyecto. El proyecto es liderado y coordinado por el CEM.

EMPIR TracePQM: «Traceability routes for electrical power quality measurements».

Iniciado en 2016 finaliza en 2019. 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.

LA MEDIDA DE TEMPERATURA Y EL NUEVO KELVIN

Nuevos desarrollos en la medida de la temperatura termodinámica

En 2017 se han realizado avances significativos para el desarrollo de un sistema de calibración absoluta de termómetros de radiación de infrarrojos, enmarcados dentro del proyecto europeo InK 2. Los esfuerzos se han centrado en el diseño, construcción y caracterización de patrones de transferencia con detectores de InGaAs. El resultado de estos trabajos fue presentado en congreso internacional NEWRAD'17.

Construcción de células de puntos fijos

Gracias a la colaboración con los institutos nacionales de metrología francés (CNAM) y canadiense (NRC) dos de nuestros investigadores disfrutaron de sendas estancias para mejorar nuestras capacidades en la construcción de células de puntos fijos para termometría de radiación. Durante dichas estancias se fabricaron células de metales (Al, Ag y Zn) y de mezclas eutécticas de metal-carbono (Co-C, Pt-C, Re-C y W-C), algunas de las cuales quedarán en uso para el propio CEM, esta experiencia nos permitirá abordar en 2018 la construcción de este tipo de células en el propio CEM.



Célula del punto triple del Ar

CEM

MEDIOAMBIENTE Y ENERGÍA

Metrología para la Meteorología

Las actividades relacionadas con el medioambiente y el cambio climático son una de las prioridades del CEM que está aportando su granito de arena dentro del proyecto METEOMET 2 finalizado en 2017. De igual forma, finalizaron nuestras actividades técnicas más importantes como el estudio de la influencia de las edificaciones en la medida de la temperatura del aire y el análisis de los resultados de medida de la temperatura del agua del mar con fibra óptica. Siendo estos últimos trabajos realizados en colaboración con Instituto de Óptica del CSIC y la Universidad Politécnica de Cataluña. Cabe resaltar el reconocimiento internacional que nuestra compañera Carmen García Izquierdo ha recibido con la concesión del premio a la mejor ponencia oral en el congreso METROSEA 2017 por el trabajo titulado «Traceable Sea Temperature measurements performed by Optical fibers».



Metrología para las tecnologías del Hidrógeno

Desde el año 2016 en el que se iniciaron los trabajos en el proyecto europeo Hydrogen, el CEM comenzó su andadura en el campo de las tecnologías del hidrógeno, gas que indudablemente ocupará un puesto relevante en el futuro dentro de las fuentes de energía no contaminantes. Además de este proyecto en el que se está trabajando en cubrir las necesidades de normalización del sector, se está participando en el proyecto MetroHyVe desarrollando técnicas y patrones para la determinación de impurezas en el hidrógeno utilizado en pilas de combustible para vehículos. Para ello se ha puesto en marcha un sistema para poder preparar patrones de mezclas de hidrógeno con impurezas de compuestos halogenados.

Metrología para el BIOGAS

En el año 2017 finalizaron los últimos trabajos del proyecto BIOGAS, siendo destacable la conclusión de dichos trabajos sobre la validez de las ecuaciones de estado empleadas con el gas natural para su uso en biogás, realizado en colaboración con la Universidad de Valladolid. Se concluyó que, por ejemplo, la ecuación GERG-2008 representa bastante bien el comportamiento termodinámico de las propiedades de mezclas similares al biometano ya que el contenido de metano es similar al de gas natural, sin embargo esto no es así para las mezclas de tipo biogás ya que su elevado contenido de CO₂ necesitaría mejorar dicha ecuación para obtener una exactitud similar con biogás. Lo que pone de relieve la necesidad de seguir trabajando en esta línea para mejorar las ecuaciones de estado en uso.

Aportaciones en el control de las emisiones de gases

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 hiperspectrales de medida de emisiones.



TRAZABILIDAD EN LA INDUSTRIA

Proyecto EMPIR «MN·m TORQUE»

El objetivo de este proyecto es 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 participa la fundación CENER-CIEMAT que tiene una de las mejores instalaciones del mundo para la realización de ensayos a los generadores eólicos.

Proyecto EMPIR «PRES2VAC»

El objetivo de este proyecto es 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. El CEM participa en varias tareas relativas al desarrollo de medidores tipo FPG, columnas de mercurio y técnicas de calibración.

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.

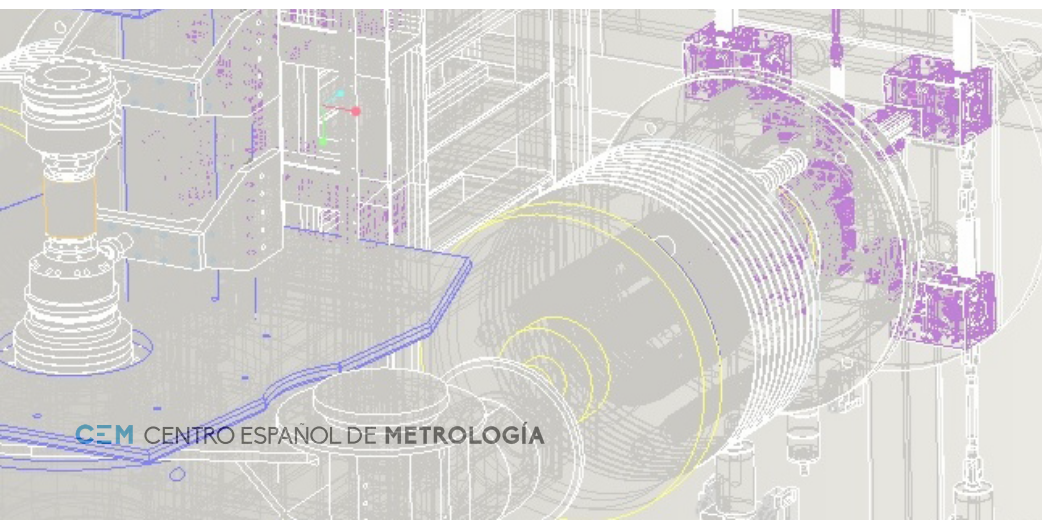
Proyecto EMRP IND62 «Traceable in-process dimensional measurement»

Los objetivos de este proyecto son:

- Establecimiento de bases científicas y técnicas para el desarrollo de normas y procedimientos para evaluar y garantizar la trazabilidad de las mediciones «in-process».
- Desarrollo de métodos para la implantación de mediciones dimensionales de alta exactitud en máquinas herramienta, mediante desarrollo de patrones materializados robustos y de alta precisión.
- Generación de procedimientos y guías de buenas prácticas para garantizar la medición fiable con máquinas herramienta, con exactitudes de medida de algunos micrómetros por metro cúbico.
- Impacto tecnológico y económico en las industrias de fabricación y de la máquina herramienta.

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

El proyecto Europeo EMPRESS inició en 2017 su recta final concluyéndose muchos trabajos pero abriendo a su vez nuevos campos y nuevas perspectivas de desarrollo. El CEM realizó varias presentaciones a lo largo del año en diversos congresos, tanto a nivel nacional como internacional de los resultados obtenidos conjuntamente con la Universidad Carlos III de Madrid. 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.



METROLOGÍA QUÍMICA

Proyecto EMPIR Hydrogen

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.

Proyecto EMPIR 16RPT02 ALCOREF

Este proyecto se inició en el año 2017, y su objetivo es la capacitación para la elaboración de soluciones hidroalcohólicas que tengan el reconocimiento como MRC. El CEM realiza junto con el Bundesanstalt fuer Materialforschung und pruefung (BAN) la coordinación de las actividades ligadas al paquete de trabajo 1 (WP1) denominado Development of production capabilities for certified ethanol in water reference materials.

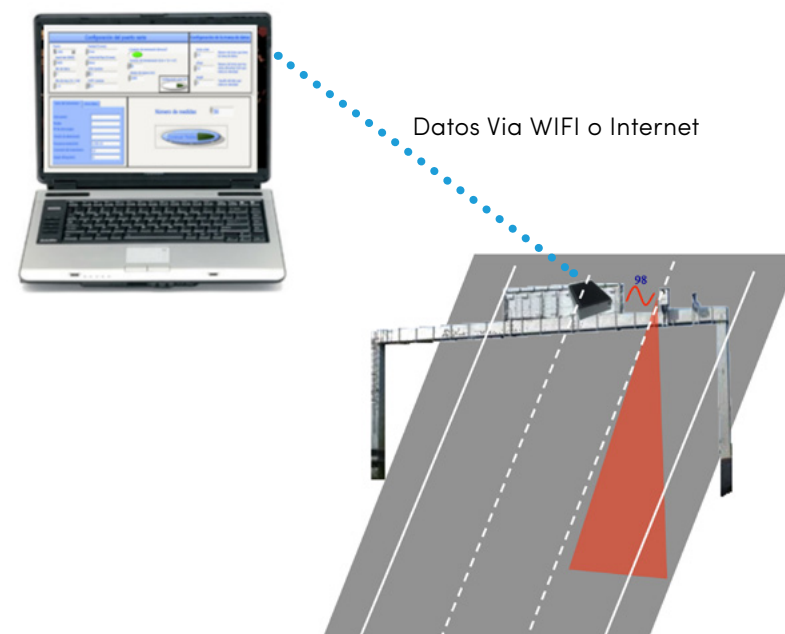


MAGNITUDES DINÁMICAS Y DE CONTEO

Desarrollo de un sistema remoto para la evaluación de los radares en instalaciones fijas

Este proyecto se basa en el diseño y construcción de un equipo inteligente que iría instalado en la ubicación de cada radar y sea capaz de ejecutar las instrucciones dadas desde el CEM, como organismo verificador, mediante direccionamiento IP. El sistema permitiría recoger los datos registrados por el equipo in situ, vía WI-FI para descargar el resultado de las verificaciones o podría realizar la descarga a través de internet.

Se continúa con el desarrollo de este proyecto con la colaboración de la empresa INDRA.



Durante el año 2017 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. Entre estos eventos cabe destacar:

11ª Asamblea General de EURAMET y celebración de su 20º Aniversario

La Asamblea General de EURAMET, máximo órgano de decisión de la organización regional de metrología europea, que engloba a los Institutos Nacionales de Metrología (INM), se reunió en Madrid durante los días 15 a 19 de mayo de 2017.

EURAMET, la Asociación Europea de Institutos Nacionales de Metrología es la Organización Regional de Metrología (RMO), de Europa. Coordina la cooperación de los Institutos Nacionales de Metrología (INM) de Europa en campos tales como la investigación en metrología, la trazabilidad de las mediciones al sistema de unidades SI, el reconocimiento internacional de los patrones de medida y de las capacidades de medida y calibración (CMC) de sus miembros. Entre estas tareas, EURAMET es el responsable de la elaboración y ejecución de un Programa de Investigación Europea de Metrología (EMPIR) dentro de Horizonte 2020.

La colaboración de los Estados en materia de metrología ha sido una constante a lo largo de los tiempos, desde que existe el concepto Estado. En Europa, esta colaboración se ha visto grandemente potenciada y desarrollada con la aparición de EUROMET en la década de los ochenta (1987) y su transformación en EURAMET ya en la primera década del siglo XXI (2007). EUROMET, creada en Madrid, en septiembre de 1989 con la firma de un Memorando de entendimiento, jugó un papel fundamental durante sus 20 años de vida, fomentando la colaboración de los INM europeos, generando las condiciones y el entorno propicio para una nueva etapa de coordinación, integración y especialización inteligente en el siglo XXI, que lidera en la actualidad EURAMET.

Durante estos últimos 10 años, EURAMET ha tenido que enfrentarse a retos continuos para dar respuestas a las expectativas de sus miembros y de Europa. Siempre ha mantenido como prioritario ayudar y colaborar en el progreso de la sociedad, mejorar la competitividad de las industrias y dar respuesta a los retos sociales en áreas como la salud, el medioambiente o la energía, mediante las aportaciones que proporciona la Metrología.

2017, ha sido un año muy especial donde se cumplió el **X Aniversario** de su creación, celebrándose en las instalaciones del CEM un Simposio muy emotivo con la participación de destacadas figuras científicas internacionales. Se contó como maestro de

ceremonias con el Dr. Andrew Wallard, ex-director del BIPM, y como ponente de la ponencia magistral de apertura al **premio Nobel Prof. Dr. Klaus von Klitzing**. El Simposio fue seguido con una audiencia de casi 200 personas, que tuvieron la ocasión de rememorar y conocer de primera mano algunos de los hitos de estos 30 años de cooperación europea en metrología.

Desde estas líneas de la memoria anual del CEM aprovechamos para felicitar a EURAMET en su X Aniversario y a todos nuestros colegas por esos 30 años de cooperación fructífera en metrología.

30 years of
collaboration
in European
metrology
1987-2017



COMITÉ WELMEC

Se celebró durante los días 10, 11 y 12 de mayo, la 33ª reunión del Comité de WELMEC, máximo órgano de esta organización.

WELMEC es una organización europea de cooperación en el campo de la metrología legal cuyos miembros incluyen a las autoridades nacionales responsables de la citada metrología legal en la Unión Europea y los Estados de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC/EFTA).



Se fundó el 8 de junio de 1990 por 13 miembros representantes de las autoridades responsables de la metrología legal de las entonces Comunidades Europeas y de la EFTA a través de un Memorando de Entendimiento, España se incorporó el 20 de diciembre del mismo año.

En un principio se creó como «Cooperación para Europa Occidental en Metrología Legal» (Western European Legal Metrology Cooperation). No obstante, con la decisión de aceptar miembros asociados de los países de Europa Central y Oriental en 1995, el título fue cambiado a «Cooperación Europea en Metrología Legal», aunque se mantuvo el acrónimo «WELMEC».

La colaboración y armonización de los estados en el campo de la metrología legal es fundamental para, entre otros objetivos, identificar y promover la retirada de barreras técnicas y administrativas al comercio en el campo de los instrumentos de medida, el desarrollo y mantenimiento de la confianza entre los servicios de metrología legal en Europa, lograr y mantener la equivalencia y la armonización en las actividades de metrología legal, así como promover la consistencia en la interpretación y aplicación de los documentos normativos.

A la 33ª reunión asistieron representantes de 30 países.

Previamente a la reunión del comité de WELMEC se celebró un simposio bajo el título «EL papel de las organizaciones internacionales en el campo de la metrología legal. Su importancia para los agentes económicos españoles», con la participación de los más altos representantes de organizaciones como BIML, ENAC, UE, EURAMET y WELMEC.

Tanto la reunión del comité de WELMEC como el simposio aportaron un gran valor a la continuación del desarrollo de la metrología legal.

6º CONGRESO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

Desde 1996, con una periodicidad de cuatro años, venimos organizando el Congreso Español de Metrología, de acuerdo con las resoluciones de Consejo Superior de Metrología. En esta ocasión se ha celebrado la sexta edición. En el mismo se reúne, durante tres días, al conjunto de la comunidad metrológica española entorno a una serie de sesiones transversales donde se puede encontrar desde personal investigador en el campo de la metrología fundamental, hasta usuarios de instrumentos de medida, juristas relacionados con la metrología legal, técnicos que trabajan en laboratorios de metrología, fabricantes de instrumentos y responsables del mundo de la calidad industrial, la certificación y la acreditación.

En la organización han colaborado el Ayuntamiento de San Fernando (Cádiz) y el Real Observatorio de la Armada (ROA), celebrándose en el Real Teatro de las Cortes de San Fernando y en el Centro de Congresos de la Isla de León durante los días 6 al 9 de junio. El Real Teatro de las Cortes ofreció un excelente marco histórico tanto a la apertura y clausura de nuestro congreso como a sus ponencias plenarias. Se eligió como sede del congreso San Fernando, ya que el Real Observatorio de la Armada estaba terminando la construcción un nuevo edificio, de primer nivel, para albergar el patrón nacional del tiempo y todo el equipo necesario para su conservación y diseminación, lo que nos brindó una oportunidad inmejorable para visitarlo.

Además, el día 5 de junio, el Real Teatro de las Cortes albergó una jornada de puertas abiertas con el Título. «Metrología para la ciudadanía» en la que se acercó la metrología a la ciudadanía de San Fernando y se entregaron los premios del concurso metrológico al que se había invitado a participar a los institutos y colegios de enseñanza secundaria de la zona. El concurso consistió en construir un termómetro de columna, resultando premiados los alumnos del instituto «La bahía». En dicha jornada se presentaron las ponencias: «Hombre y medida: una historia de la metrología. Luis Castaño Sánchez» y «Calidad del aceite de oliva virgen: ¿se puede medir el aroma?». «Diego Luis García González».

Las ponencias plenarias trataron sobre tres temas de actualidad y diversos como son, la metrología del tiempo, el nuevo marco legal y la agenda estratégica 2020:

- *El Real Instituto y Observatorio de la Armada en San Fernando y la ciencia de la medida.* Teodoro López Moratalla. Real Instituto y Observatorio de la Armada.
- *Nuevo marco legal metrológico en España.* Manuel Izquierdo-Carrasco. Universidad de Córdoba.
- *Agenda estratégica 2020. Investigación en metrología en los próximos años.* Gustaf Winroth. European Commission.



Las sesiones transversales se configuraron de tres en tres y trataron desde un punto de vista metroológico campos tan diversos y actuales como: el Sistema Internacional, alimentación, salud, cuántica, química, industria 4.0, investigación, etc.:

- S1-1 Redefinición del SI
- S1-2 Metrología de los alimentos
- S1-3 Medidas en dinámico
- S2-1 Proyectos EMPIR/EMRP
- S2-2 Pesaje. Nuevos requisitos de EN 45501
- S2-3 Energía y eficiencia energética
- S3-1 Patrones y métodos de medida
- S3-2 Materiales de referencia
- S3-3 Metrología e industria 4.0 y Fabricación inteligente
- S4-1 Metrología cuántica
- S4-2 Vigilancia de mercado y Obligaciones de los agentes económicos
- S4-3 Laboratorios asociados y colaboradores.
- S5-1 Patrones y métodos de medida II
- S5-2 Evaluación de la conformidad. ENAC
- S5-3 Patrones y métodos de medida III
- S6-1 Proyectos de I+D+i. Vías de financiación (EMPIR, etc.)
- S6-2 Regulación Metrológica de instrumentos de medida
- S6-3 Formación en metrología
- S7-1 Proyectos EMPIR/EMRP II
- S7-2 Normalización. AENOR
- S7-3 Metrología en automoción

En total se presentaron 147 presentaciones configuradas en 3 ponencias plenarias 93 ponencias a las 21 sesiones configuradas en sesiones transversales y 3 sesiones de pósteres con un total de 51 pósteres.

La asistencia al congreso fue de 271 personas y se contó con cuatro empresas patrocinadores, seis colaboradoras y once expositoras, todas ellas relacionadas con la metrología.

Así mismo, resaltar como aspectos fuertes del congreso: La experiencia adquirida después de la organización de seis congresos; la aceptación del Congreso por parte de la comunidad metrológica y la implicación de los agentes organizadores.

Finalmente, la valoración positiva del evento por parte de los asistentes permite considerar el 6º Congreso un éxito a todos los niveles, lo que nos anima a seguir trabajando en las futuras jornadas intercongresos y en un 7º Congreso en 2021.



Reunión de temperatura

Durante los días 25 a 28 de abril de 2017 se celebró en las instalaciones del CEM la reunión anual del TC-T de EURAMET. El grupo de trabajo TC-T de EURAMET es el responsable de coordinar las actividades metroológicas en el campo de la temperatura y magnitudes relacionadas. Asistieron más de 60 personas representando a más de 10 países europeos. En esta reunión se nombró como chair del grupo para los próximos 4 años a Dolores del Campo, jefa del Área de Termodinámica y medioambiente

Reunión de electricidad

Los días 14 y 15 de noviembre de 2017 el CEM organizó y celebró la reunión general internacional del proyecto 5SIB04 QuADC, proyecto en el que participa, liderando además el paquete de trabajo, WP5, sobre Creación de Impacto.

Esta reunión fue precedida por una reunión parcial del WP1 celebrada en la tarde del día 13, por petición expresa de la líder de dicho paquete de trabajo, la Dra. Jane Ireland del NPL.

Miembros destacados

El CEM es un miembro activo de la comunidad metroológica internacional. Su compromiso en cuanto a participación en organismos internacionales: BIPM, OIML, EURAMET o WELMEC, se ha visto reforzado recientemente por dos nuevos hechos, la elección del **Dr. Emilio Prieto** como **miembro del Grupo de Estrategia del Comité Consultivo de Unidades (CCU)** y el nombramiento de la **Dra. Dolores del Campo** como **presidenta del Comité Técnico de Termometría (TC-T) de EURAMET**.



EL CEM FORMÓ PARTE EN 2017 DEL GRUPO DE ESTRATEGIA DE EURAMET PARA REFORZAR LA COORDINACIÓN EUROPEA EN METROLOGÍA.

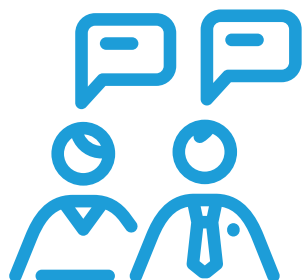
La metrología apunala casi todos los aspectos de la vida moderna. La complejidad y escala de los requisitos para mediciones de calidad garantizada en la industria, y aquellos asociados con grandes desafíos sociales, han crecido y los tradicionales, fragmentados sistemas metrológicos son insuficientes para hacer frente a los nuevos retos. El nuevo enfoque que desde EURAMET se pretende dar a la metrología, tiene como objetivo crear un sistema colaborativo de investigación de metrología europea con masa crítica y participación activa a nivel nacional, europeo y mundial.

Para ello, durante 2017 un reducido grupo de expertos pertenecientes a 7 países, entre los que se encontraba España, pergeñaron nuevos mecanismos de coordinación e integración de la metrología en Europa. Lo que se pretende es garantizar que Europa tenga unas capacidades metrológicas punteras en el mundo, basadas en la alta calidad de su investigación científica y con una infraestructura en red de laboratorios e instituciones, que puedan dar rápida satisfacción a las necesidades de la industria, la salud, el medioambiente, etc.

El fruto de este trabajo se está viendo ya en 2018, con la creación de redes europeas metrológicas de distinta índole, desde aquellas que pretenden ayudar a la lucha contra el cambio climático, las enfocadas en la metrología cuántica o el desarrollo de modelos matemáticos que soporten nuevos desarrollos metrológicos.

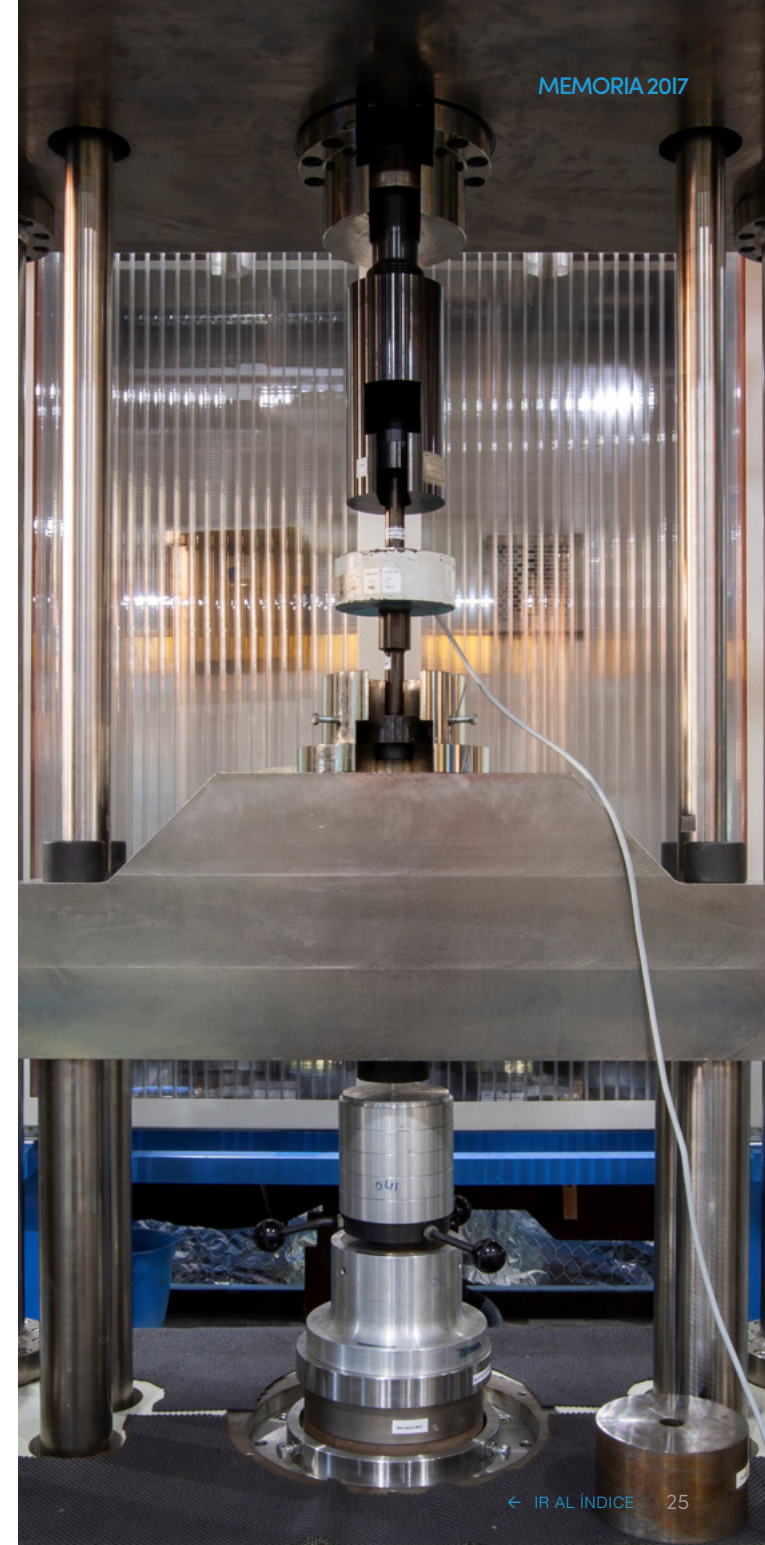


EN 2017
SE ATENDIERON
MÁS DE
970
CONSULTAS
A TRAVÉS DE
NUESTRA PÁGINA WEB



AULA VIRTUAL

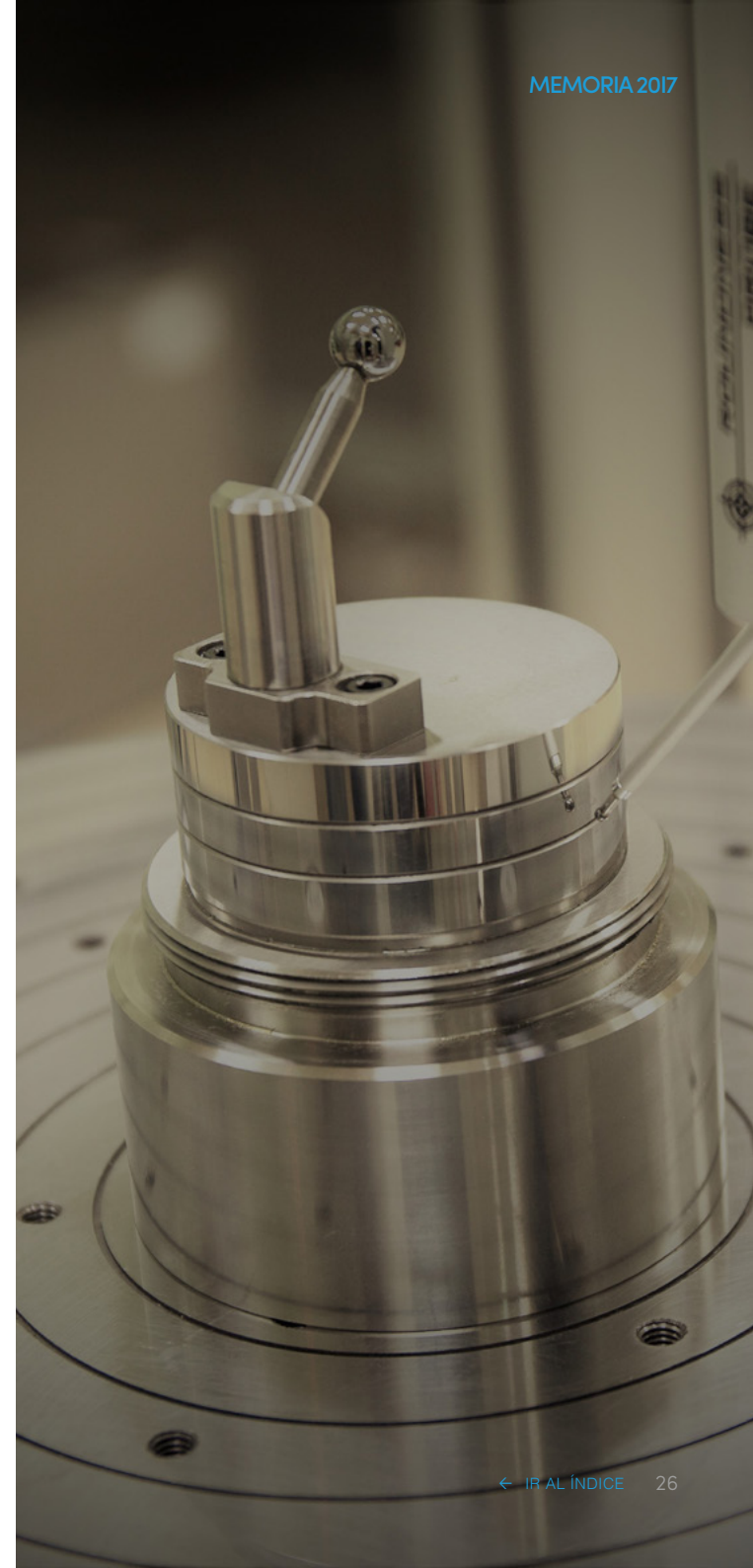
El alcance de la formación virtual es mucho mayor que el de la formación presencial, por este motivo el CEM apostó hace años por esta vía para cumplir con una de las funciones que tiene asignadas «la formación de especialistas en metrología». Desde diciembre de 2017 se imparte la primera edición del Curso sobre calibración por comparación de termómetros de contacto. Todas las actividades formativas del Aula Virtual del CEM han sido gratuitas.



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 2017 el curso impartido para el desarrollo de la capacitación metrológica de la comunidad Turco-Chipriota.

EN 2017 SE HAN
IMPARTIDO
1718
HORAS
DE FORMACIÓN
EXTERNA



ENCUENTRO UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO

Un año más el Centro Español de Metrología en colaboración con el Gobierno de Aragón, organizó durante el mes de octubre del año 2017 un encuentro en la sede Pirineos de la Universidad Menéndez Pelayo, bajo el título «Los retos de la metrología en la próxima década». En este encuentro, y con la colaboración de expertos, se han intentado dar unas pinceladas a los nuevos frentes dentro de la metrología, como son: la segunda revolución cuántica, la redefinición de las unidades básicas del Sistema Internacional, la exigencia cada vez mayor de disponer de materiales de referencia certificados en campos tan importantes como, entre otros, la salud, la seguridad alimentaria, el medioambiente y la biotecnología.



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 el industrial y 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 y va dirigida a:

- Comunidad científico-técnica
- Mundo académico
- Industria
- Administración del Estado y Organismos Metrológicos
- Laboratorios de Calibración y Ensayo
- Sociedad y usuarios interesados en la ciencia de las medidas

Durante el año 2017 se ha publicado el número 12 de esta Revista Española de Metrología (www.e-medida.es).

La revista ha 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 2017 se recibieron más de **120433** visitas, de muchos y variados lugares del planeta, como se puede observar en la imagen siguiente.



A finales del año 2017 se contaba con más de **4580** lectores registrados.

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, a pesar de haberse producido, un año más, un descenso en el número de profesionales, descenso que en 2017 fue del 3,1%.

Nuestro organismo, con su cada vez más reducida plantilla, intenta adaptarse a las numerosas demandas sociales e industriales existentes. Desgraciadamente, si en un corto plazo no se dota al CEM de más personal, permitiendo así el solape de la nueva savia con la cercana a la jubilación, habrá que prescindir de algunas de las actividades, e incluso cerrar laboratorios, por clave que ello sea para nuestra sociedad. Esto deben comprenderlo nuestros responsables, y tomar una pronta decisión al respecto.

CEM 2017 PLANTILLA

32

DOCTORES,
INGENIEROS,
LICENCIADOS



17 hombres



14

TITULADOS
MEDIOS

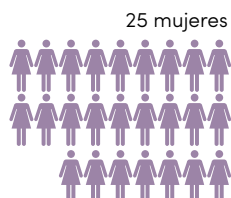


7 hombres

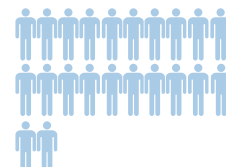


47

FP Y OTROS



22 hombres



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 y se imparten en muchas ocasiones con personal propio, como es el caso del curso de evaluación de la conformidad de software, metrología legal-legislación, metrología legal-evaluación de la conformidad, primeros auxilios y adaptación a la norma ISO 14001:2015. En otras ocasiones es necesario contar con personal externo con la máxima cualificación como fue el curso sobre adaptación de la norma ISO 9001:2015.

EN 2015 SE HAN
IMPARTIDO
2 955
HORAS
DE FORMACIÓN
INTERNA



ACTIVIDADES PARA EL MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE INSTALACIONES EN EL CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

Las instalaciones del CEM deben cumplir unas exigencias constructivas específicas y tener unas características muy bien definidas de cada uno de los laboratorios que lo componen, lo que condiciona fuertemente la distribución y agrupamiento de los mismos por edificios, así como unas fortísimas exigencias en lo que se refiere a parámetros ambientales (control centralizado de temperatura y humedad combinados mediante sofisticados sistemas de climatización que permiten mantener la temperatura $\pm 0,1$ °C; la humedad en ± 5 %; así como el filtrado de aire con una eficacia para partículas de más de $0,3$ μm etc.), lo que aumenta tremendamente la complejidad y potencia de las instalaciones, tanto eléctricas como mecánicas y de climatización.

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 diversas, necesarias para su funcionamiento. Dado el elevado número de instalaciones y la complejidad de las mismas para cumplir los requisitos necesarios para desarrollar sus tareas y obligaciones, se hace necesario tener implantado un control operacional de las instalaciones generales, indicando las actuaciones a realizar, tanto de mantenimiento preventivo del edificio, equipos e instalaciones, como de mantenimiento técnico-legal de las instalaciones que así lo determinen los reglamentos o normativa de aplicación.

El CEM como titular de las instalaciones es el responsable de mantener en perfecto estado de orden y conservación las mismas, así como de solicitar, a su debido tiempo, la realización de las inspecciones pe-

riódicas, a las que se refieran en la reglamentación específica a la que estén sometidas.

Si no se realiza un adecuado mantenimiento preventivo de las instalaciones, además de incumplir con la legislación vigente de aplicación, implica que se deba llevar a cabo un costoso mantenimiento correctivo para rectificar o subsanar los defectos observados, los deterioros producidos por la antigüedad de las instalaciones que impiden su normal funcionamiento, así como la reparación de las averías que son más frecuentes.

En 2017, con objeto de llevar a cabo un mantenimiento y conservación de nuestras instalaciones, pormenorizado y adecuado a nuestras necesidades, se inició una encomienda para el mantenimiento integral del Organismo. Esta encomienda nos asegura tener un plan de mantenimiento pormenorizado por instalaciones, un informe preciso del estado de conservación y funcionamiento de los equipos e instalaciones, junto con planos detallados, las mejoras susceptibles de introducir en las mismas para prevenir cortes eléctricos, obtener un mayor grado de confort, un control de consumos y toma de datos que permitan tomar posibles decisiones sobre ahorro de energía o una prolongación de la vida útil de los equipos. La implementación de un menor número de correctivos debido a un mejor y más adecuado mantenimiento preventivo redundará finalmente en un ahorro económico a lo largo de los años, sin olvidar que se evitan pérdidas económicas que conlleva la paralización de la actividad por no disponer de instalaciones en condiciones necesarias para desarrollar las tareas encomendadas.

CO₂

LAS EMISIONES
DE CO₂ EN 2017
HAN DISMINUIDO UN

97,6 %

RESPECTO A LAS EMISIONES
DEL AÑO BASE 2011

LA PRODUCCIÓN
DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA
EN 2017 FUE DE

**746 729
kWh**

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.

CUADRO DE MANDOS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Para integrar la gestión del Plan Estratégico con la gestión del Sistema Integrado de Gestión, el CEM ha adquirido un nuevo software integral de sistemas de gestión que permite: la gestión del Cuadro de mandos integral posibilitando la gestión y control estratégico de la organización a través de distintas métricas e indicadores; la gestión de procesos para definir la estructura de la organización; la gestión documental que permite el control de toda la documentación; la gestión de las no conformidades y acciones correctivas que permite realizar un seguimiento eficaz de la implantación de las acciones correctivas hasta su finalización; la gestión de las reclamaciones y satisfacción del cliente permitiendo alinear, priorizar, seguir y trazar cada una de las reclamaciones para la satisfacción de los clientes del CEM; desarrollar y configurar el ciclo completo de análisis de riesgos (Identificación, Análisis y Evaluación de riesgos); y el registro de las actas de reunión con envío automático de las mismas a todos los asistentes vía mail y guardado automáticamente en el gestor documental.

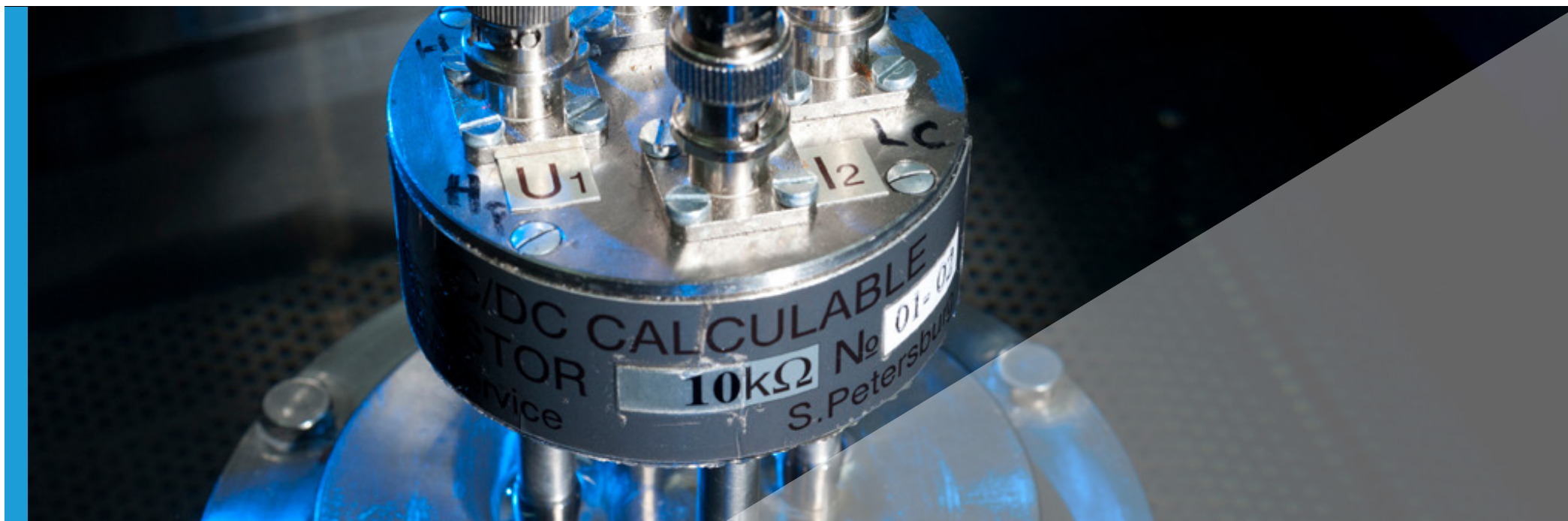


EQUIPOS

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, siendo muy limitadas y priorizadas 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 de una multiunión Josephson programable de 10 V modificada para el sistema patrón cuántico de tensión en CC mediante criostato de ciclo cerrado y otra multiunión Josephson para el desarrollo y montaje del nuevo patrón cuántico en CA.
- ▶ Entre las nuevas adquisiciones del Laboratorio de Termometría de Radiación Fundamental, cabe destacar la compra de un horno de gran apertura para la calibración de termómetros de radiación por el método de la irradiancia. En la actualidad, el método implementado por el CEM es el de la radiancia. Las incertidumbres de este método son grandes y próximas a las de la EIT-90 debido a la gran diferencia de señales medidas por el termómetro de radiación durante la calibración absoluta y durante la medida de los puntos fijos. Con el método de la irradiancia se pueden conseguir mejores incertidumbres, ya que el termómetro de radiación se calibra por comparación a un radiómetro de filtro en irradiancia con un horno de gran apertura (>20 mm de diámetro), en condiciones similares de señal que en la medida de puntos fijos. Además de reducir las incertidumbres, este nuevo horno permitirá al CEM participar en proyectos de investigación punteros. En 2017 se realizó la aprobación de los planos de construcción y se espera recibir el horno en el primer trimestre de 2018.
- ▶ En el Laboratorio de Gases de Referencia también se ha realizado el diseño y montaje de una instalación para la preparación de mezclas de gas con compuestos halogenados. Esta instalación, además de abrir una nueva línea de trabajo, permite el desarrollo de patrones de mezclas de gas con compuestos clorados para los proyectos Hydrogen y MetroHyve. Con estos patrones se llevará a cabo la determinación de las posibles impurezas de este compuesto que contengan las muestras de hidrógeno y se realizarán pruebas de la influencia de estas impurezas en el funcionamiento de las pilas de combustible. Ha sido necesaria esta nueva instalación ya que los compuestos halogenados son altamente tóxicos, corrosivos y tienden a adherirse a las líneas de suministro y cilindros que los contienen.
- ▶ Por su parte, el área de longitud e ingeniería de precisión ha adquirido un lambdámetro para la determinación de la longitud de onda de emisores láser y otras fuentes de radiación, en el rango de 390 nm a 1100 nm, con una incertidumbre típica relativa en el orden de 10^{-7} . Este equipo permitirá determinar con suficiente exactitud la longitud de onda de láseres de alta estabilidad, como paso previo a su calibración absoluta en el peine de frecuencias.
- ▶ Asimismo, se ha adquirido un nuevo interferómetro de Fizeau, para la determinación de planitud por métodos ópticos, compuesto por una fuente láser estabilizada de He-Ne, con una apertura circular de 150 mm y una ventana de transmisión de planitud $\lambda/40$, dotado de técnica de medición por *phase shifting* y de un sistema de eliminación de vibraciones, lo que lo hace idóneo para obtener las bajas incertidumbres de calibración requeridas en este campo.

- ▶ En el campo de las mediciones angulares, la adquisición de una plataforma de alineamiento de seis grados de libertad y actuadores piezoeléctricos, permitirá un alineamiento óptimo de los autocolimadores fotoeléctricos en su proceso de calibración según el método *shearing* de separación de errores, frente a la mesa giratoria patrón del CEM, reduciendo así la incertidumbre hasta el umbral de los 0,1».
- ▶ En el desarrollo de la máquina de 10 kN·m se ha realizado la adquisición de distintos componentes como los sistemas de masas con extensión multirango, el sistema de desplazamiento de soporte de brazo, los útiles de fijación para el montaje y la plataforma de acceso. También se ha solicitado asesoramiento para la realización de los planos correspondientes al diseño.
- ▶ Entre otras actividades, se ha actualizado el software de comunicación y control de la máquinas patrón de par de torsión.
- ▶ En cuanto al laboratorio de cinemómetros, éste ha diseñado, desarrollado y adquirido un útil para el apuntamiento preciso de los cinemómetros en los procesos de simulación, a efectos de una mejor repetibilidad y seguridad en los ensayos.
- ▶ El laboratorio de etilómetros ha adquirido un nuevo banco, automatizado, que permite una mayor eficiencia en los ensayos de etilómetros, con una mejor repetibilidad y ahorro de tiempo.



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 2017 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 2017 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.

Cabe destacar el encuentro «Los retos de la metrología en la próxima década», que tuvo lugar en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo en su sede de Pirineos, Huesca, los días 23, 24 y 25 de octubre de 2017. El objetivo del encuentro fue informar sobre los nuevos retos de la metrología que se plantean a corto y medio plazo.

- **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 AENOR (actualmente 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.

- **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. El Centro Español de Metrología (CEM), con la colaboración del Real Instituto y Observatorio de la Armada (ROA) y el ayuntamiento de San Fernando celebró los días 6 a 9 de junio en San Fernando (Cádiz) el 6º Congreso nacional de metrología.

Continúa en página siguiente

Viene de página anterior

► Identificación de interlocutores claves para el CEM

Con el propósito de poder prestar un mejor servicio a la comunidad metrológica y establecer sinergias y colaboraciones con otros agentes se creyó necesario identificar los interlocutores claves para el CEM.

El análisis permitió establecer que en la mayor parte de las competencias y actividades, que el CEM tiene atribuidas legislativamente, los interlocutores estaban claramente identificados, sin embargo en los campos de la I+ D+ i y la formación existían carencias identificativas.

Finalmente un estudio más profundo permitió identificar dentro de la I+ D+ i:

- Los programas a nivel europeo donde se incluye el programa europeo horizonte 2020 con sus tres pilares ciencia excelente, liderazgo industrial y retos sociales.
- Los programas a nivel y español que incluyen entre otros los programas nacionales de pro-

moción del talento y su empleabilidad, de fomento de la investigación científica y técnica de excelencia y de I+ D+ i orientada a los retos de la sociedad.

- Algunos programas autonómicos así como institutos y foros de ciencia y tecnología
- Los interlocutores en el campo de la I+ D+ i
- Las actividades formativas a nivel Universitario y privado

A nivel de formación la identificación de actores nos ha proporcionado información sobre el nivel de implantación de la metrología en el mundo de la Universidad, lo que permitirá la firma de nuevos convenios de colaboración en los que ya se está trabajando.

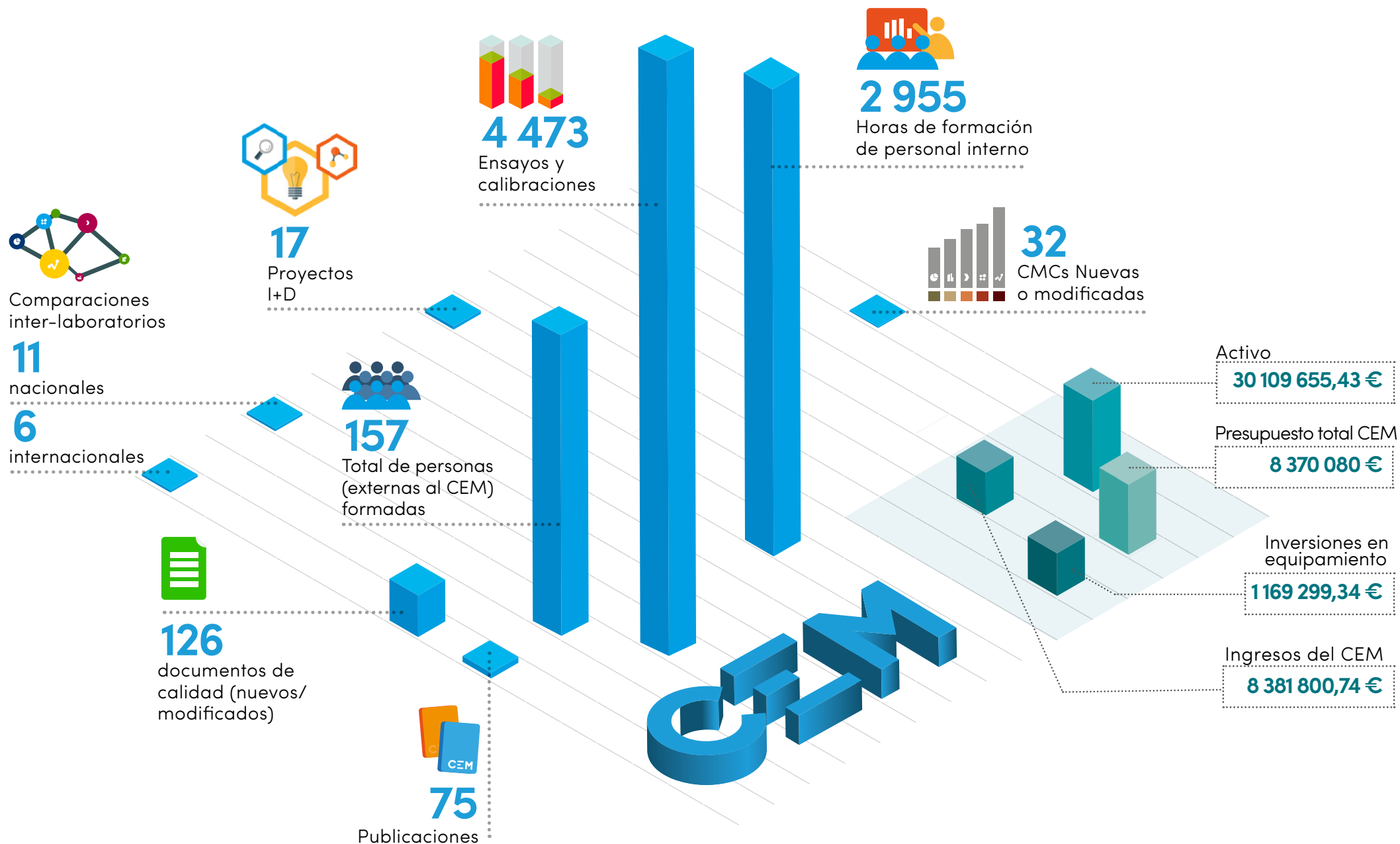
Además se ha preparado diferente material divulgativo relacionado con la I+D+I y la formación en el CEM que se ha difundido entre los interlocutores clave:

I+D+i en el Centro Español de Metrología
http://www.cem.es/sites/default/files/idi_cem_2017.pdf

Internacional

- El CEM como lugar de celebración de reuniones internacionales. Durante los días 15 al 19 de mayo se celebró en Madrid, la 11ª Asamblea General de EURAMET y la 23ª reunión del Comité EMPIR. De la misma manera, del 10 al 12 de mayo el CEM y WELMEC organizaron en Madrid la 33ª

asamblea del comité WELMEC. Así como, la reunión internacional del proyecto EMPIR QuADC: «Waveform metrology based on spectrally pure Josephson voltages» los días 13, 14 y 15 de noviembre, y la reunión anual del TC-T de EURAMET los días 25 a 28 de abril. El grupo de trabajo TC-T de EURAMET.



HACIENDO BALANCE DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS Y LOS LOGROS OBTENIDOS, SE PUEDE CONCLUIR QUE EL PERIODO 2017 HA SIDO POSITIVO, AUNQUE NO HAYA SUPUESTO UN AVANCE SUSTANCIAL EN LAS ACTIVIDADES DEL ORGANISMO, DADO EL MARCO RESTRICTIVO QUE LO HA CARACTERIZADO.

PRESIDENTA

Sra. D^a. Begoña Cristeto Blasco,
Secretaria General
de Industria y de la
Pequeña y
Mediana Empresa
y Presidenta del
CEM

VICEPRESIDENTE

**Sr. D. José Manuel
Bernabé Sánchez,**
Director del CEM

SECRETARIA

**Sra. M^a José Hita
Ugena,** Secretaria
General del CEM

VOCALES

**Sr. D. Angel Silván
Torregrosa,** M^º de
Asuntos Exteriores
y Cooperación

**Sr. D. Moisés
Manuel Fernández
Álvaro,** M^º de
Defensa

**Sr. D. Robert de
Jorge Domingo,** M^º
de Hacienda y
Función Pública

**Sr. D. Jaime
Moreno García–
Cano,** M^º del
Interior

**Sr. D. José Manuel
Cendón Albarte,**
M^º de Fomento

**Sra. D^a Soledad
Iglesias Jiménez,**
M^º Educación,
Cultura y Deporte

**Sra. D^a. Carmen
Rus Jiménez,** M^º
de Agricultura y
Pesca,
Alimentación y
Medio Ambiente

**Sr. D. Juan José Jul
Rodríguez,** M^º de
la Presidencia y
Administraciones
Públicas

**Sr. D. Ángel
Manuel Suárez
Iglesias,** M^º
Sanidad, Servicios
Sociales e Igualdad

**Sr. D. Julio José
Díez Menéndez,**
Jefe de Asesoría
jurídica M^º de
Economía,
Industria y
Competitividad

**Sr. D. Joaquín
Campos Acosta,**
Instituto de Óptica
«Daza de Valdés»
(CSIC)

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

**Sra. D^a Paloma
Cervera Lucini,**
Agencia Española de
Seguridad
Alimentaria

**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 2017»

NIPO 067-17-001-1

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

