

Con objeto de facilitar la preparación del temario de materias específicas correspondientes a la especialidad de Metrología de la Escala de titulados superiores de OO. AA. del Ministerio de Industria y Turismo, el Centro Español de Metrología OA.MP. pone a disposición de los interesados algunos enlaces a documentos orientativos para cada uno de los temas recogidos en la convocatoria.

**Este listado es un recurso de apoyo al estudio por lo que no es necesariamente completo, en ningún caso, vinculante para los miembros del tribunal de oposición que eventualmente establezcan las bases de la misma.** En este sentido, puede ser necesario recurrir a bibliografía adicional.

Este recurso de apoyo se pone a disposición entendiéndose que el CEM no se compromete por ello a ofrecer asesoramiento profesional para un fin particular.

Antes de depositar su confianza en el material, los usuarios deben evaluar cuidadosamente la actualidad, la exactitud, la exhaustividad y la pertinencia de la información para sus fines y usos específicos.

El CEM elude expresamente toda responsabilidad por cualquier pérdida o daño directo, indirecto o consecuente que pueda sufrir cualquier usuario en relación con esta información o en relación con el uso, la incapacidad de utilizar, o los resultados del uso de la información de los enlaces aportados.

Puede realizar comentarios sobre este listado en el siguiente correo-e [cem@cem.es](mailto:cem@cem.es)

---

## Materias específicas para la especialidad de Metrología

### 1. Bases de la metrología y organismos metrológicos

Tema 1. La Metrología en España. La implantación del sistema métrico decimal en España. Leyes de Pesas y Medidas promulgadas desde 1849.

- Breve historia de la metrología:  
[https://www.cem.es/sites/default/files/2021-01/breve%20historia de%20la%20metrologia doc.pdf](https://www.cem.es/sites/default/files/2021-01/breve%20historia%20de%20la%20metrologia%20doc.pdf)
- "Un análisis de la evolución de la metrología en España", de Manuel Cadarso:  
<https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/analisis-evolucion-metrologia-espana>

Tema 2. Metrología. Definición, clasificación y finalidad. Antecedentes históricos. Aplicaciones. Beneficios que aporta a la sociedad. Retos en el siglo XXI.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/metrologia-tambien-existe>

Tema 3. El Centro Español de Metrología. Antecedentes. Creación. Estatuto: fines y funciones, estructura organizativa.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/legislacion/ley-311990-27-diciembre-presupuestos-generales-estado-1991-crea-centro>
- [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-5817](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-5817)

Tema 4. La Convención del Metro. Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) y Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM). Estructura. Cometidos. Funcionamiento. Actividades.

Documentos fundacionales del BIPM:

- <https://www.bipm.org/en/founding-documents>

Tema 5. Acuerdo de reconocimiento mutuo CIPM-MRA. Papel del Comité conjunto de las organizaciones internacionales de metrología (JRCB). Comparaciones clave. Comparaciones bilaterales y suplementarias. Capacidades de medida en calibración (CMC) de los Institutos Nacionales de Metrología. Base de datos de la Capacidad Óptima de Medida.

- “Overview and implementation of the CIPM MRA CIPM MRA-P-11”

<https://www.bipm.org/en/cipm-mra/cipm-mra-documents>

Tema 6. EURAMET. Creación. Organización. Cometidos. Funcionamiento. Actividades.

- Información general sobre EURAMET: <https://www.euramet.org/about-euramet>
- Estatutos de EURAMET: [https://www.euramet.org/securedl/sdl-eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpYXQiOiJlY20TI4NDc2NDEsImV4cCI6MTcyNDQ3MDA0MCwidXNlciI6MCwiZ3JvdXBzIjpbMCwtMV0sImZpbGUiOiJNZWRpYVwvZG9jc1wvUU1Txc9RTVNFzG9jc1wvRy1QUk0tQlImlTAXMF9FVVJBTUVUX2UuVi5fQnllbGF3cy5wZGYiLCJwYWdlIjozOX0.EsD\\_zlrOrbAfXkoivGCBTxCu0U-tVhvwIBPjBco2PDQ/G-PRM-BYL-010 EURAMET e.V. Byelaws.pdf](https://www.euramet.org/securedl/sdl-eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpYXQiOiJlY20TI4NDc2NDEsImV4cCI6MTcyNDQ3MDA0MCwidXNlciI6MCwiZ3JvdXBzIjpbMCwtMV0sImZpbGUiOiJNZWRpYVwvZG9jc1wvUU1Txc9RTVNFzG9jc1wvRy1QUk0tQlImlTAXMF9FVVJBTUVUX2UuVi5fQnllbGF3cy5wZGYiLCJwYWdlIjozOX0.EsD_zlrOrbAfXkoivGCBTxCu0U-tVhvwIBPjBco2PDQ/G-PRM-BYL-010 EURAMET e.V. Byelaws.pdf)
- Reglas de funcionamiento: [https://www.euramet.org/securedl/sdl-eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpYXQiOiJlY20TI4NDc2NDEsImV4cCI6MTcyNDQ3MDA0MCwidXNlciI6MCwiZ3JvdXBzIjpbMCwtMV0sImZpbGUiOiJNZWRpYVwvZG9jc1wvUU1Txc9RTVNFzG9jc1wvRy1QUk0tUk9QLTAXMF9SdWxlcl9vZl9Qcm9jZWR1cmVfb2ZfdGhlX0VNUEISX0NvbW1pdHRlZS5wZGYiLCJwYWdlIjozOX0.AiEUxjfulDeOpVvy5n8q8\\_AmwSHWL0giaykIyP9n1c/G-PRM-ROP-020 Rules of Procedure of the EMPIR Committee.pdf](https://www.euramet.org/securedl/sdl-eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpYXQiOiJlY20TI4NDc2NDEsImV4cCI6MTcyNDQ3MDA0MCwidXNlciI6MCwiZ3JvdXBzIjpbMCwtMV0sImZpbGUiOiJNZWRpYVwvZG9jc1wvUU1Txc9RTVNFzG9jc1wvRy1QUk0tUk9QLTAXMF9SdWxlcl9vZl9Qcm9jZWR1cmVfb2ZfdGhlX0VNUEISX0NvbW1pdHRlZS5wZGYiLCJwYWdlIjozOX0.AiEUxjfulDeOpVvy5n8q8_AmwSHWL0giaykIyP9n1c/G-PRM-ROP-020 Rules of Procedure of the EMPIR Committee.pdf)

Tema 7. ENAC. Creación. Estructura. Funcionamiento. Subcomités técnicos de calibración.

- Información general sobre ENAC: <https://www.enac.es/quienes-somos/-que-es-enac->
- Real Decreto de Infraestructura de la Calidad y Seguridad Industrial: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1996-2468>
- Real Decreto designación ENAC como entidad nacional de acreditación: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2011/BOE-A-2011-398-consolidado.pdf>

Tema 8. UNE. Creación. Estructura. Funcionamiento. Comités técnicos de normalización. Procedimiento de elaboración de normas.

- Información General sobre UNE: <https://www.une.org/la-asociacion/la-asociacion>
- Real Decreto de Infraestructura de la Calidad y Seguridad Industrial: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1996-2468>

Tema 9. Organizaciones internacionales y europeas de normalización (ISO, IEC, CEN-CENELEC, ETSI). Objetivos. Estructuras. Funcionamiento. Actividades. Acuerdos.

- Información general sobre ISO: <https://www.iso.org/about-us.html>
- Información general sobre CEN/CENELEC: <https://www.cencenelec.eu/>

Tema 10. Organismos internacionales de acreditación (EA, ILAC, etc.). Estructura. Funcionamiento, acuerdos.

- Información general sobre EA: <https://european-accreditation.org/about-ea/who-are-we/>
- Información general sobre ILAC: <https://ilac.org/about-ilac/>

Tema 11. Confederación Internacional de Medidas (IMEKO). Creación. Objetivos. Estructura. Funcionamiento. Actividades.

- Información general sobre IMEKO: <https://www.imeko.org/index.php/about-imeko>

Tema 12. La Organización Internacional de Metrología Legal (OIML). Creación. Objetivos. Estructura. Funcionamiento. Publicaciones. Recomendaciones. Sistema de certificación.

- Información general sobre OIML: <https://www.oiml.org/en>

Tema 13. WELMEC. Creación. Organización. Cometidos. Funcionamiento. Actividades.

- Información general sobre WELMEC: <https://www.welmec.org/about-welmec/about-us>

Tema 14. El Sistema Internacional de Unidades (SI): Unidades básicas y derivadas. Unidades para magnitudes que describen efectos biológicos y fisiológicos. Múltiplos y submúltiplos decimales de las unidades SI.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/sistema-internacional-unidades-9a-edicion>
- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/resumen-conciso-sistema-internacional-unidades-9a-edicion>

Tema 15. El Sistema Internacional de Unidades: Unidades no pertenecientes al SI pero aceptadas para su uso con él. Reglas de escritura de los nombres y símbolos de las unidades, y expresión de los valores de las magnitudes.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/sistema-internacional-unidades-9a-edicion>
- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/resumen-conciso-sistema-internacional-unidades-9a-edicion>

Tema 16. Medición. Mensurando. Magnitudes de influencia en la medición. Concepto de incertidumbre de medida. Resultados de medida y cifras significativas.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/vocabulario-internacional-metrologia-vim-3a-edicion-2012-espanol>

Tema 17. Fundamentos de sistema de medida: Definición; Partes constituyentes; Cadena de medida. Principios físicos y/o químicos en la medida. Características generales: exactitud, precisión, rango, alcance, reproducibilidad, repetibilidad, histéresis, linealidad, deriva, etc. Caracterización y validación.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/vocabulario-internacional-metrologia-vim-3a-edicion-2012-espanol>

Tema 18. Transductores. Descripción, tipos, características y ejemplos de aplicación.

- “Sensores y Actuadores” (Capítulo 1). L. G. Corona Ramírez, G. S. Abarca Jiménez, J. Mares Carreño. Ed. Patria. México (2014): [https://books.google.es/books?id=wMm3BgAAQBAJ&pg=PA1&hl=es&source=gbs\\_toc\\_r&cad=3#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?id=wMm3BgAAQBAJ&pg=PA1&hl=es&source=gbs_toc_r&cad=3#v=onepage&q&f=false)

Tema 19. Patrones de medida. Tipos, utilización, requisitos, trazabilidad metrológica, reconocimiento internacional.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/metrologia-abreviada-traduccion-al-espanol-edicion-3a-edicion-digital>

Tema 20. Materiales de referencia. Definiciones. Tipos. Métodos de asignación de valores a los materiales de referencia. Utilización. Trazabilidad metrológica.

- <https://www.eurachem.org/index.php/publications/guides/trc>
- <https://www.eurachem.org/index.php/publications/guides/usingrm>

Tema 21. Fundamentos generales de estadística. Parámetros estadísticos de centralización. Parámetros estadísticos de dispersión. Funciones de densidad de probabilidad.

- “Uncertainty, calibration and probability. The statistics of scientific and industrial Measurement” C. F. Dietrich. Adam Hilger., Philadelphia (1991)

Tema 22. Test de Hipótesis (Fisher, Chi-cuadrado, t-Student, etc.). Análisis de la varianza (ANOVA).

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/evaluacion-datos-medicion-guia-expesion-incertidumbre-medida>

Tema 23. Curvas de calibración: Interpolación y extrapolación. Construcción de un polinomio de interpolación: método de mínimos cuadrados, fórmula de Lagrange, etc.

- <https://www.e-medida.es/numero-11/sobre-los-ajustes-por-minimos-cuadrados-en-metrologia/>

Tema 24. Evaluación de datos de medición: Conceptos básicos. Modelo de medición. Magnitudes de influencia en la medición. Evaluación de la incertidumbre típica.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/evaluacion-datos-medicion-guia-expesion-incertidumbre-medida>

Tema 25. Evaluación de datos de medición: Determinación de la incertidumbre típica combinada y de la incertidumbre expandida. Expresión de la incertidumbre.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/evaluacion-datos-medicion-guia-expesion-incertidumbre-medida>

Tema 26. Evaluación de datos de medición: Propagación de distribuciones usando el método de Monte Carlo. Principios básicos.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/evaluacion-datos-medicion-suplemento-1-guia-expesion-incertidumbre>

Tema 27. Evaluación de datos de medición: el papel de la incertidumbre de medida en la evaluación de la conformidad. Límites de tolerancia e intervalos de tolerancia.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/jcgm-1062012-evaluacion-datos-medicion-papel-incertidumbre-medida>

Tema 28. Probabilidad de la conformidad con requisitos específicos, Intervalos de aceptación. Riesgo del consumidor y riesgo del productor.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/jcgm-1062012-evaluacion-datos-medicion-papel-incertidumbre-medida>

Tema 29. Comparaciones inter-laboratorios. Coherencia de los valores de medida proporcionados. Determinación del valor de referencia. Análisis e interpretación de los resultados.

- M.G. Cox, "The evaluation of key comparison data," *Metrologia*, 2002, **39**, 589-595.
- <https://www.bipm.org/documents/20126/43742162/CIPM-MRA-G-11.pdf/9fe6fb9a-500c-9995-2911-342f8126226c?version=1.9&t=1630664744528&download=true>

[https://www.euramet.org/securedl/sdl-eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpYXQiOiJlMDE0NDczNjksImV4cCI6MTczNDA2OTc2OCwidXNlciI6MCwiZ3JvdXBzIjpbMCwtMV0sImZpbGUiOiJNZWRpYVwvZG9jc1wvUHVibGljYXRpb25zXC9ldXJhbWV0X2d1aWRlc1wvRy1HTIAtR1VJLTAwNF9HdWlkZV9vbl9Db21wYXJpc29uc193ZWlucGRmIiwicGFnZSI6OTk4fQ.3q8EJ7HkGoUpRe04\\_bAMnyxWQFzcB3P25GiBH5YYYGk/G-GNP-GUI-004\\_Guide\\_on\\_Comparisons\\_web.pdf](https://www.euramet.org/securedl/sdl-eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpYXQiOiJlMDE0NDczNjksImV4cCI6MTczNDA2OTc2OCwidXNlciI6MCwiZ3JvdXBzIjpbMCwtMV0sImZpbGUiOiJNZWRpYVwvZG9jc1wvUHVibGljYXRpb25zXC9ldXJhbWV0X2d1aWRlc1wvRy1HTIAtR1VJLTAwNF9HdWlkZV9vbl9Db21wYXJpc29uc193ZWlucGRmIiwicGFnZSI6OTk4fQ.3q8EJ7HkGoUpRe04_bAMnyxWQFzcB3P25GiBH5YYYGk/G-GNP-GUI-004_Guide_on_Comparisons_web.pdf)

Tema 30. El segundo, unidad SI de tiempo. Definición. Realización práctica de la definición del segundo.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/anexo-ii-realizacion-practica-definiciones-unidades-basicas-9a-edicion>

Tema 31. El metro, unidad SI de longitud. Definición. Realización práctica de la definición del metro.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/anexo-ii-realizacion-practica-definiciones-unidades-basicas-9a-edicion>

Tema 32. El kilogramo, unidad SI de masa. Definición. Realización práctica de la definición del kilogramo.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/anexo-ii-realizacion-practica-definiciones-unidades-basicas-9a-edicion>

Tema 33. El amperio, unidad SI de intensidad de corriente eléctrica. Realización práctica de la definición del amperio y otras unidades eléctricas.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/anexo-ii-realizacion-practica-definiciones-unidades-basicas-9a-edicion>

Tema 34. El kelvin, unidad SI de temperatura termodinámica. Definición. Realización práctica de la definición del kelvin.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/anexo-ii-realizacion-practica-definiciones-unidades-basicas-9a-edicion>

Tema 35. El mol, unidad SI de cantidad de sustancia. Definición. Realización práctica de la definición del mol.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/anexo-ii-realizacion-practica-definiciones-unidades-basicas-9a-edicion>

Tema 36. La candela, unidad SI de intensidad luminosa. Definición. Realización práctica de la definición de la candela.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/anexo-ii-realizacion-practica-definiciones-unidades-basicas-9a-edicion>

## 2. Metrología científica y aplicada

Tema 1. Fundamentos de interferometría. Tipos de fuentes luminosas y sus características. Monocromaticidad y coherencia. Formas y localización de las franjas de interferencia. Instrumentos de medida basados del empleo de la interferometría. Tipos y características de interferómetros.

- [https://ixnovi.people.wm.edu/phys251/web\\_manuals/interferometry.pdf](https://ixnovi.people.wm.edu/phys251/web_manuals/interferometry.pdf)
- Book: Basics of interferometry P. Hariharan
- [https://www.renishaw.com/en/interferometry-explained--7854?srsId=AfmBOop4J5N0wvxnWVtIwgQJjz2\\_FT\\_YB7wan1z3nHf99XLjFy8I8LB](https://www.renishaw.com/en/interferometry-explained--7854?srsId=AfmBOop4J5N0wvxnWVtIwgQJjz2_FT_YB7wan1z3nHf99XLjFy8I8LB)
- <https://www.rp-photonics.com/interferometers.html>

Tema 2. Determinación de la propiedad de calidad superficial. Métodos de medida. Instrumentación. Parámetros asociados a la caracterización superficial.

La primera parte del video:

- [https://www.youtube.com/watch?v=UEcER1ar4\\_8](https://www.youtube.com/watch?v=UEcER1ar4_8)
- <https://www.cem.es/es/laboratorio/longitud/laboratorio-patrones-micro-nanometrologia>
- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/clasificacion-instrumentos-metrologia-dimENSIONAL>

Tema 3. Nanometrología. Principios. Métodos de medida. Instrumentación. Perspectivas tecnológicas.

- <https://www.youtube.com/watch?v=lf5pQWcDAW8>
- <https://www.cem.es/es/laboratorio/longitud/laboratorio-patrones-micro-nanometrologia>
- <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5551975>

Tema 4. Mediciones angulares. Definiciones. Medidas e incertidumbres. Materialización de los patrones. Instrumentación.

- <https://www.cem.es/es/laboratorio/longitud/laboratorio-mediciones-angulares>
- <https://www.cenam.mx/dimensional/laboratorios/angulo>
- [https://www.kaizen-ju.com/storage/images/files/file\\_1727092264MvoPu.pdf](https://www.kaizen-ju.com/storage/images/files/file_1727092264MvoPu.pdf)
- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/clasificacion-instrumentos-metrologia-dimENSIONAL>

Tema 5. Mediciones de formas. Definiciones. Medidas e incertidumbres. Instrumentación y patrones.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/clasificacioninstrumentos-metrologia-dimENSIONAL>
- <https://www.cem.es/es/laboratorio/longitud/laboratorio-metrologia-coordenadas-formas>
- <https://es.slideshare.net/slideshow/tema-10-determinacin-de-los-defectos-de-forma/79183235>

Tema 6. Densidad de sólidos. Patrones primarios, características. Determinación de su valor a través de las magnitudes fundamentales. Instrumentación e incertidumbres.

[https://www.oiml.org/en/files/pdf\\_r/r111-1-e04.pdf](https://www.oiml.org/en/files/pdf_r/r111-1-e04.pdf) apartado B.7

Tema 7. Densidad de líquidos. Métodos de medida, instrumentación e incertidumbre.

- <https://www.e-medida.es/numero18/propiedades-termofisicas-densidad-su-medicion/>

Tema 8. Determinación de la densidad del aire. Experimentos, fórmulas e incertidumbres asociadas a su determinación. Su aplicación en las medidas de masa y ópticas.

- <https://www.imeko.org/publications/wc-2000/IMEKO-WC-2000-TC3-P064.pdf>

Tema 9. La medida de la presión. Conceptos generales. Materialización de la unidad de presión y su diseminación.

- <https://www.e-medida.es/numero-7/la-medida-de-la-presion/>
- <https://www.e-medida.es/numero-10/la-medida-de-la-presion-iii/>

Tema 10. Tecnología de medida de presión en el rango de vacío. Patrones e instrumentación. Magnitudes de influencia. Medidas e incertidumbres.

- <https://www.e-medida.es/numero-8/la-medida-de-la-presion-ii/>
- <https://www.e-medida.es/numero-10/la-medida-de-la-presion-iii/>

Tema 11. Magnitud de volumen. Métodos de medidas. Tipo de patrones. Trazabilidad metrológica. Factores de influencia en la medida e incertidumbre.

- [Guía Euramet No. 19 | Guidelines on the Determination of Uncertainty in Gravimetric Volume Calibration | TC-F | Version 3.0, 09/2018](#)
- [Guía Euramet No. 21 | Guidelines on the Calibration of Standard Capacity Measures Using the Volumetric Method | TC-F | Version 2.1, 09/2021](#)

Tema 12. Fuerza y par de torsión como magnitudes derivadas de las unidades de masa, longitud y tiempo. Definiciones. Materialización de las unidades. Medidas e incertidumbres.

- [Guía EURAMET de incertidumbres en la medida de fuerza: No. 4 | Guidelines on the Uncertainty of Force Measurements | TC-M | Version 3.0, 02/2022 - NEW VERSION](#)

Tema 13. Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático. Tipos de instrumentos. Elementos a considerar en su calibración y fuentes de incertidumbre.

- [Guía EURAMET de calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático: No. 18 | Guidelines on the Calibration of Non-Automatic Weighing Instruments | TC-M | Version 4.0, 11/2015](#)

Tema 14. Termometría de contacto: Tipos de termómetros. Origen, uso, principales ventajas e inconvenientes.



- <https://www.e-medida.es/numero-4/el-concepto-de-temperatura-y-su-unidad-de-medida/>
- <https://www.e-medida.es/numero-6/termometria-de-contacto-tipos-de-termometros-origen-uso-principales-ventajas-e-inconvenientes/>
- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/escala-internacional-temperatura-1990>

Tema 15. La medida de la temperatura sin contacto: termometría de radiación. Conceptos básicos y fundamento teórico. Tipos de termómetros de radiación.

- <https://www.e-medida.es/numero-5/la-medida-de-la-temperatura-sin-contacto-termometria-de-radiacion/>
- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/escala-internacional-temperatura-1990>

Tema 16. Diseminación de las unidades eléctricas en corriente continua. Patrones de tensión y de resistencia. Puentes comparadores e instrumentación asociada. Métodos de medida e incertidumbres.

[CARACTERIZACIÓN DE CONVERTIDORES DIGITALES MEDIANTE PATRONES CUÁNTICOS \(upm.es\)](#) Capítulo I, apartados 1.1, 1.2 y 1.3

Tema 17. Diseminación de las unidades eléctricas en corriente alterna: convertidores alterna-continua, patrones de capacidad e inductancia. Instrumentación asociada. Métodos de medida e incertidumbres.

[CARACTERIZACIÓN DE CONVERTIDORES DIGITALES MEDIANTE PATRONES CUÁNTICOS \(upm.es\)](#) Capítulo I, apartados 1.4 y 1.5

Tema 18. Diseminación de las unidades eléctricas de alta tensión. Patrones de alta tensión continua. Patrones de alta tensión alterna. Instrumentación asociada. Métodos de medida e incertidumbres.

[Patrones nacionales de alta tensión continua y alterna – Revista e-medida](#)

Tema 19. Patrones e instrumentación de atenuación, potencia, impedancia y ruido en alta frecuencia. Métodos de medida e incertidumbre.

---

Tema 20. Concepto de tiempo. Escalas de tiempo. Tiempo universal. Tiempo atómico Internacional. Tiempo universal coordinado. Técnicas de distribución de la Hora.

- [Concepto de tiempo.](#)
- [Escalas de tiempo](#)

Tema 21. Patrones de tiempo y frecuencia: Osciladores de cuarzo, osciladores de cesio, osciladores de rubidio, máser de hidrógeno. Relojes ópticos Técnica de comparación de fase. Incertidumbres.

- [Chapter 17: Fundamentals of Time and Frequency \(nist.gov\)](#)

Tema 22. Instrumentación de generación y medida de frecuencia. Contadores de frecuencia, de período y de intervalo de tiempo. Contadores de radiofrecuencia. Incertidumbres.

“Time and frequency users manual” (NIST, 1990), Capítulos 3 y 4

- <https://tf.nist.gov/general/pdf/461.pdf>

Tema 23. Radiometría. Definiciones. Unidades y patrones. Materialización de los patrones de radiometría.

- <https://www.e-medida.es/numero-9/radiometria-y-fotometria-magnitudes-y-leyes-basicas/>

Tema 24. Fotometría, su relación con la radiometría. Definiciones. Unidades. Patrones e instrumentación. Medidas e incertidumbres.

- <https://www.e-medida.es/numero-9/radiometria-y-fotometria-magnitudes-y-leyes-basicas/>

Tema 25. Técnicas instrumentales químicas. Cromatografía de gases. Técnicas. Fundamentos. Principios generales. Componentes básicos. Detectores. Resolución, eficacia, selectividad.

“Principios de análisis instrumental”. Skoog, Holler, Nieman. Mc Graw Hill Interamericana

[QU-005 Procedimiento para la calibración de equipos de equipos para la cromatografía de gases | Centro Español de Metrología \(cem.es\)](#)

Tema 26. Técnicas instrumentales químicas. Cromatografía de líquidos. Tipos. Fundamentos. Principios generales. Componentes básicos. Detectores. Resolución, eficacia, selectividad.

“Principios de análisis instrumental”. Skoog, Holler, Nieman. Mc Graw Hill Interamericana

[QU-004 Procedimiento para la calibración de equipos de cromatografía de líquidos de alta resolución \(HPLC\) | Centro Español de Metrología \(cem.es\)](#)

Tema 27. Técnicas instrumentales químicas. Técnicas espectroscópicas. Tipos. Fundamentos. Principios generales. Componentes básicos. Resolución, eficacia, selectividad.

“Principios de análisis instrumental”. Skoog, Holler, Nieman. Mc Graw Hill Interamericana

Tema 28. Técnicas instrumentales químicas. Técnicas no espectroscópicas. Tipos. Fundamentos. Principios generales. Componentes básicos. Resolución, eficacia, selectividad.

“Principios de análisis instrumental”. Skoog, Holler, Nieman. Mc Graw Hill Interamericana

Tema 29. Técnicas instrumentales químicas. Otras técnicas espectrométricas. Tipos. Fundamentos. Principios generales. Componentes básicos. Resolución, eficacia, selectividad.

["Principios de análisis instrumental". Skoog, Holler, Nieman. Mc Graw Hill Interamericana](#)

Tema 30. Patrón de ozono. Definición y materialización. Gases medioambientales. Gases de referencia. Preparación. Utilización.

- <https://www.e-medida.es/numero-5/calidad-del-aire-patron-de-ozono/>

Tema 31. Radiaciones ionizantes. Patrones de referencia para la dosimetría de rayos X, dosimetría de radiación gamma. Actividad de medida de los radionucleidos. Sistema de referencia internacional. Métodos de medida. Incertidumbre.

<https://www.csn.es/documents/10182/927453/Las+radiaciones+%28Monograf%C3%ADa%29/bb15bfe3-dcbf-4bac-84d5-37dce5db6f1d>

[https://csn.ciemat.es/MDCSN/recursos/ficheros\\_md/624874014\\_241120091324.pdf](https://csn.ciemat.es/MDCSN/recursos/ficheros_md/624874014_241120091324.pdf)

<https://www.csn.es/documents/10182/27786/INT-04-07+Vigilancia+radiol%C3%B3gica+ambiental.+Procedimiento+1.3>

Tema 32. Humedad. Punto de rocío. Humedad relativa. Métodos de medida e incertidumbres. Instrumentación asociada.

- <https://www.npl.co.uk/special-pages/guides/a-guide-to-the-measure-of-humidity-gpg103>

Tema 33. Acústica y ultrasonidos. Definiciones. Medidas e incertidumbres. Patrones. Micrófonos. Calibradores sonoros. Calibración de micrófonos y pistófonos.

[Acoustic metrology – an overview of calibration methods and their uncertainties. Acoustic metrology – an overview of calibration methods and their uncertainties \(metrology-journal.org\)](#)

Procedimiento para la calibración secundaria de micrófonos. Cap. 4.

[https://www.cem.es/sites/default/files/ac-002\\_digital\\_0.pdf](https://www.cem.es/sites/default/files/ac-002_digital_0.pdf)

Tema 34. Vibraciones. Definiciones. Medidas e incertidumbres. Patrones de vibración primarios y secundarios. Acelerómetros.

---

Tema 35. Metrología cuántica. Principios teóricos que la rigen. Sensores y detectores.

- <https://www.e-medida.es/numero-22/introduccion-a-la-metrologia-cuantica/>

Tema 36. La investigación en metrología. El Partnership en metrología dentro del programa Horizonte Europa.

- <https://www.e-medida.es/numero18/los-programas-europeos-de-investigacion-en-metrologia-y-su-impacto-en-ciencia-industria-y-retos-sociales/>

Tema 37. La metrología como herramienta para la competitividad e innovación industrial. Necesidades metrológicas actuales.

- <https://www.e-medida.es/numero-1/la-metrologia-motor-de-innovacion-tecnologica-y-desarrollo-industrial/>

### **3. Regulación metrológica y gestión de calidad**

Tema 1. Elementos y estructura de una ley de metrología, las recomendaciones internacionales. Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología, Antecedentes. Objetivos. Estructura. Análisis.

- <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-13359>

Tema 2. El Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología. Antecedentes. Objetivo. Estructura. Análisis.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>

Tema 3. El Control Metrológico del Estado sobre los instrumentos de medida. Antecedentes. Evaluación de la conformidad de los instrumentos de medida. Procedimiento. Requisitos esenciales. Módulos de evaluación de la conformidad.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>

Tema 4. Organismos notificados, de control metrológico y autorizados de verificación metrológica. Funciones. Incompatibilidades. Requisitos. Procedimiento de designación.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>

Tema 5. Orden ICT/155/2020, de 7 de febrero, por la que se regula el control metrológico del Estado de determinados instrumentos de medida. Antecedentes. Estructura. Análisis.

- [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-2573](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-2573)

Tema 6. Infraestructura metrológica nacional: El Consejo Superior de Metrología. Creación. Constitución. Estructura. Competencias. Comisión de metrología legal. Comisión de laboratorios asociados.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-9297>

Tema 7. Regulación de la metrología científica. El Centro Español de Metrología y los laboratorios asociados y colaboradores. Los patrones nacionales.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/reconocimiento-designacion-seguimiento-laboratorios-asociados>
- [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-2508](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-2508)

Tema 8. La infraestructura de la calidad y su desarrollo en España.

- Real Decreto de Infraestructura de la Calidad y Seguridad Industrial:  
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1996-2468>

Tema 9. Acreditación de laboratorios de ensayo y calibración. Procedimientos. Actuaciones. Normativa.

- <https://www.enac.es/quiero-acreditarme>

Tema 10. Intercambio de información y cooperación técnica y administrativa entre los Estados miembros y administraciones. El Registro de Control Metrológico. Evolución. Descripción. Llevanza. Ordenamiento. Organización.

- <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-13359>
- <https://rcm.cem.es/Rcmbusquedas/es>

Tema 11. Libre circulación. Armonización legislativa. Reconocimiento mutuo. Políticas.

<https://www.boe.es/doue/2022/247/Z00001-00152.pdf>

Tema 12. Reglamento (UE) 2019/1020 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de junio de 2019, relativo a la vigilancia del mercado y la conformidad de los productos. Antecedentes. Objetivos. Estructura. Análisis.

- <https://www.boe.es/doue/2019/169/L00001-00044.pdf>

Tema 13. Software legalmente relevante vinculado a la medición en los instrumentos de medida sometidos a control metrológico del Estado. Normativa legal aplicable. Guías para su evaluación.

- <https://www.cem.es/es/divulgacion/publicaciones/guia-software-welmec-72-edicion-2022-directiva-201432ue-relativa>

Tema 14. Control metrológico de los instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático y automático. Tipos de instrumentos. Requisitos técnicos y metrológicos. Normativa legal aplicable. Análisis.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>
- <https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/07/ict155/con>

Tema 15. Control metrológico de contadores de energía eléctrica. Requisitos técnicos y metrológicos. Normativa legal aplicable. Análisis.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>
- <https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/07/ict155/con>

Tema 16. Control metrológico de sistemas de medida de líquidos distintos del agua. Definiciones. Tipos de instrumentos. Requisitos técnicos y metrológicos. Normativa legal aplicable.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>
- <https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/07/ict155/con>

Tema 17. Instrumentos de medida sometidos a control metrológico para la seguridad vial. Cinemómetros. Definiciones. Tipos de instrumentos. Requisitos técnicos y metrológicos. Normativa legal aplicable.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>
- <https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/07/ict155/con>

Tema 18. Instrumentos de medida sometidos a control metrológico para la seguridad vial. Etilómetros. Definiciones. Tipos de instrumentos. Requisitos técnicos y metrológicos. Normativa legal aplicable.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>
- <https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/07/ict155/con>

Tema 19. Instrumentos de medida sometidos al control metrológico utilizados para la supervisión y el control medioambiental: analizadores de gases de escape y opacímetros. Definiciones. Tipos de instrumentos. Requisitos técnicos y metrológicos. Normativa legal aplicable. Análisis.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>
- <https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/07/ict155/con>

Tema 20. Instrumentos de medida sometidos al control metrológico utilizados para la medida de suministros públicos de agua y gas. Definiciones. Tipos de instrumentos. Requisitos técnicos y metrológicos. Normativa legal aplicable. Análisis.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>
- <https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/07/ict155/con>

Tema 21. Instrumentos de medida destinados a la medida de la temperatura. Registradores y termómetros. Definiciones. Tipos de instrumentos. Requisitos técnicos y metrológicos. Normativa legal aplicable.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>
- <https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/07/ict155/con>

Tema 22. Instrumentos destinados a las medidas materializadas de longitud. Definiciones. Tipos de instrumentos. Requisitos técnicos y metrológicos. Normativa legal aplicable.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>
- <https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/07/ict155/con>

Tema 23. Instrumentos de medida sometidos al control metrológico utilizados para la medición del sonido audible y de los calibradores acústicos. Definiciones. Tipos de instrumentos. Requisitos técnicos y metrológicos. Normativa legal aplicable.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>
- <https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/07/ict155/con>

Tema 24. Instrumentos de medida sometidos al control metrológico utilizados para la medición de la presión de los neumáticos de los vehículos a motor. Definiciones.

Tipos de instrumentos. Requisitos técnicos y metrológicos. Normativa legal aplicable.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>
- <https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/07/ict155/con>

Tema 25. Instrumentos de medida sometidos al control metrológico utilizados para la medición del contenido en azúcar. Definiciones. Tipos de instrumentos. Requisitos técnicos y metrológicos. Normativa legal aplicable.

- <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-5530>
- <https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/07/ict155/con>

Tema 26. Norma UNE-EN ISO/IEC 9001: Requisitos. Estructura. Análisis.

<https://tienda.aenor.com/norma-une-en-iso-9001-2015-n0055469>

Tema 27. Norma UNE-EN ISO/IEC 17025. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Estructura. Requisitos. Análisis.

<https://tienda.aenor.com/norma-une-en-iso-iec-17025-2017-n0059467>

Tema 28. Norma UNE-EN ISO 17034. Requisitos generales para la competencia de los productores de materiales de referencia. Estructura. Requisitos. Análisis.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0058602>

Tema 29. Norma UNE EN ISO/IEC 17020. Evaluación de la conformidad. Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección. Estructura. Requisitos. Análisis.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0049515>

Tema 30. Norma UNE UNE-EN ISO/IEC 17021. Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión. Estructura. Requisitos. Análisis.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0055409>

Tema 31. Norma UNE UNE-EN ISO/IEC 17065. Evaluación de la conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios. Estructura. Requisitos. Análisis.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0050466>

Tema 32. Norma UNE-EN ISO 14001. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Estructura. Requisitos. Análisis.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0055418>