

Metro

El **metro** (símbolo: **m**)¹ es la unidad coherente de longitud del Sistema Internacional de Unidades.² Se define como la distancia que recorre la luz en el vacío en un intervalo de 1/299 792 458 s.^{3 4}

El metro se definió originalmente en 1793 como una diez millonésima parte de la distancia desde el Ecuador hasta el polo norte a lo largo de un gran círculo, por lo que la circunferencia de la Tierra es aproximadamente 40 000 kilómetros. En 1799, el medidor se redefinió en términos de una barra de medidor prototipo (la barra real utilizada se cambió en 1889). En 1960, el medidor se redefinió en términos de un cierto número de longitudes de onda de una cierta línea de emisión de kriptón-86. La definición actual se adoptó en 1963 y se modificó ligeramente en 2002 para aclarar que el metro es una medida de longitud adecuada .

Índice

Historia del metro y sus definiciones

[Definición de 1792](#)

[Nuevo patrón de 1889](#)

[Definición de 1960](#)

[Definición en término de la rapidez de la luz](#)

[Unidad de longitud en metros](#)

[Evolución de la definición del metro](#)

Ortografía

Etimología

Múltiplos y submúltiplos del metro

Equivalencias del metro

Véase también

Referencias

Bibliografía

Enlaces externos

Metro



Estándar	<u>Unidades básicas del Sistema Internacional</u>
Magnitud	<u>Longitud</u>
Símbolo	m
Equivalencias	
Unidades de Planck	1 m = 6,19·10 ³⁴
Pulgadas	1 m = 39,37"
Centímetros	1 m = 100 cm



Patrones de medida del metro, utilizados de 1889 a 1960, compuestos de una aleación de platino e iridio.

Historia del metro y sus definiciones

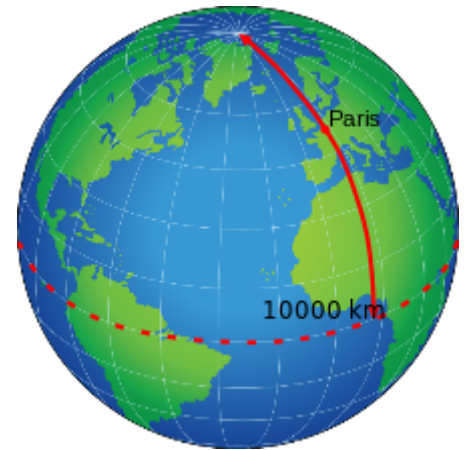
La palabra *metro* proviene del griego μέτρον (*metron*, medida); de aquí pasó al francés como *mètre*. Su utilización en el sentido moderno de unidad de medida fue introducida por el científico italiano Tito Livio Burattini en su obra *Misura Universale* de 1675 para cambiar de nombre a *metro cattolico* la *medida universal* propuesta por el filósofo inglés John Wilkins en 1668.^{5 6}

En 1668 Wilkins hizo su propuesta de *medida universal* utilizando la sugerencia de Christopher Wren de un péndulo con un semiperíodo de un segundo para medir una longitud estándar de 997 mm de longitud que había observado Christiaan Huygens.^{5 6 7}

Durante el siglo XVIII hubo dos tendencias predominantes respecto a la definición de la unidad estándar de longitud. Una de estas, siguiendo a Wilkins, sugería la definición del metro como la longitud de un péndulo con un semiperíodo de un segundo. Mientras tanto, la otra proponía una definición basada en la longitud del meridiano terrestre entre el ecuador y el polo norte: la diezmilésima parte de la longitud de la mitad del meridiano terrestre.⁸ En 1791, la Academia de Ciencias de Francia optó por la segunda definición frente a la que se basaba en el péndulo porque la fuerza de la gravedad varía significativamente a lo largo de la superficie de la Tierra y esta variación afecta el periodo del péndulo.^{9 10 11}

El metro fue definido en 1791 por la Academia Francesa de las Ciencias como la diezmilésima parte del cuadrante de un meridiano terrestre; concretamente, la distancia a través de la superficie de la Tierra desde el polo norte hasta el ecuador pasando por el meridiano de París (más precisamente por el observatorio de París). Este meridiano ya había sido medido con anterioridad en 1669 por Jean Picard (tramo París-Amiens), alargado hasta Dunkerque y Perpiñán en 1718 por Jean-Dominique Cassini (Giovanni Cassini) y revisado en 1739 por LaCaille. La Academia de Ciencias creó una comisión formada por Borde, Condorcet, Lagrange, Lavoisier, Tillet añadiéndose posteriormente Laplace y Monge que encargó a Pierre-François André Méchain (1744-1804) y Jean-Baptiste Joseph Delambre (1749-1822) efectuar las medidas geodésicas pertinentes para calcular el arco del meridiano y poder deducir la longitud del metro. La tarea de medida se alargó del 1792 al 1798, entre otras razones debido a las Guerras revolucionarias francesas. Estas medidas se llevaron a cabo en una primera fase entre Dunkerque y Barcelona. En concreto, el meridiano de París llega al mar en la playa de Ocata, en el Masnou. En una segunda fase, las medidas se prolongaron hasta las Islas Baleares, entre los años 1806 y 1808. El científico francés Francesc Aragón, que explica en sus memorias que conoció a Méchain cuando este medía el arco de meridiano por el Rosellón, fue uno de los miembros de la segunda expedición que completó, alargándolas hacia Alicante, Ibiza y Mallorca, las medidas que permitieron confirmar esta primera definición. Al estallar la guerra del Francés, Francesc Aragón evitó el linchamiento gracias a su conocimiento del catalán, pero tuvo que refugiarse en la prisión del castillo de Bellver con sus ayudantes, y no pudieron volver a Francia sino hasta un año más tarde. En 1795, Francia adoptó el metro como unidad oficial de longitud.

A lo largo de toda la historia, se llevaron a cabo intentos de unificación de las distintas medidas con el objetivo de simplificar los intercambios, facilitar el comercio y el cobro justo de impuestos. En la Revolución francesa de 1789, junto a otros desafíos considerados necesarios para los nuevos tiempos, se nombraron Comisiones de Científicos para uniformar los pesos y medidas, entre ellos está la longitud. La tarea fue ardua y complicada; se barajó como un patrón de la longitud de un péndulo de segundos a una latitud de 45°, pero acabaría descartándose por no ser un modelo completamente objetivo; se acordaría, por fin, medir un arco de meridiano para establecer, sobre él y por tanto sobre la propia Tierra, el patrón del metro.¹² Los encargados de dicha medida fueron Jean-Baptiste Joseph Delambre y Pierre Méchain, quienes entre 1791 y 1798 y mediante un sistema de triangulación desde Dunkerque a Barcelona



Definición antigua del metro como la diezmilésima parte de la mitad de un meridiano terrestre.

establecieron la medida de dicho arco de meridiano sobre la que se estableció el metro.¹³ Contaron con la colaboración del matemático y astrónomo español José Chaix Isniet, quien fue comisionado por el gobierno de España entre 1791 y 1793 para colaborar con el proyecto dirigido por Méchain.¹⁴

Definición de 1792

Inicialmente esta unidad de longitud fue creada por la Academia de Ciencias de Francia en 1792 y definida como la diezmillonésima parte de la distancia que separa el polo norte de la línea del ecuador terrestre, a través de la superficie terrestre.

Nuevo patrón de 1889

El 28 de septiembre de 1889, la Comisión Internacional de Pesos y Medidas adoptó nuevos prototipos para el metro y, después, para el kilogramo,¹⁵ los cuales se materializaron en un metro patrón de platino e iridio depositados en cofres situados en los subterráneos del pabellón de Breteuil en Sèvres, Oficina de Pesos y Medidas, en las afueras de París.¹³

Definición de 1960

La 11.ª Conferencia de Pesos y Medidas adoptó una nueva definición del metro: «1 650 763,73 veces la longitud de onda en el vacío de la radiación naranja del átomo del criptón 86». La precisión era cincuenta veces superior a la del patrón de 1889.¹³ (Equivalencias: una braza = 2,09 m; un palmo = 0,2089 m).

Definición en término de la rapidez de la luz

Esta es la actual definición, se adoptó en 1983 por la 17.ª Conferencia General de Pesas y Medidas.³ Se define como la distancia que recorre la luz en el vacío en un intervalo de $1/299\,792\,458$ s. Fijó la longitud del metro en función de segundos y de la velocidad de la luz:

El metro es la longitud del trayecto recorrido por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo de $1/299,792,458$ segundos.

4

Esta definición fija la velocidad de la luz en el vacío en exactamente a 299 792 458 m/s (metros por segundo). Un subproducto de la definición de la 17.ª CGPM fue que permitió a los científicos comparar sus láseres cuidadosamente utilizando frecuencia, el que resulta en longitudes de onda con una quinta parte de la incertidumbre involucrado en la comparación directa de longitudes de onda, gracias al hecho que los errores de interferómetros fueron eliminados. Para facilitar todavía más la reproducibilidad de un laboratorio a la 17.ª CGPM también hizo la helio-neón láser de yodo estabilizado, «una radiación recomendada» para la realización del metro.¹⁶ Con el fin de delinear el metro, el BIPM actualmente considera la longitud de onda láser de HeNe tiene que ser de la siguiente manera: $\lambda^{\text{HeNe}} = 632,991,212.58$ fm con una incertidumbre estándar relativa estimada (U) de $2,1 \times 10^{-11}$.¹⁶ ¹⁷ Esta incertidumbre es actualmente un factor limitante en realizaciones de laboratorio del metro, y que es varios órdenes de magnitud más pobre que el de la segunda, con base en reloj atómico de fuente de cesio ($1=U = 5 \times 10^{-16}$). Por lo tanto, una realización del metro normalmente es delineado (no definido) hoy en día a los laboratorios

como 1.579.800,762042(33) longitudes de onda de la luz láser de helio-neón en el vacío, el error indicado es solamente la de determinación de la frecuencia.¹⁶ Esta notación en claves expresando el error se explica en el artículo sobre la incertidumbre de medida.

La realización práctica del metro está sujeta a incertidumbres en la caracterización del medio, a varias incertidumbres de interferometría, y a la incertidumbre en la medida de la frecuencia de la fuente.¹⁸ Un medio utilizado de forma habitual es aire, y el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología ha creado una calculadora en línea para convertir las longitudes de onda en el vacío en longitudes de onda en el aire.¹⁹ Según la descripción realizada por el NIST, en el aire, las incertidumbres en la caracterización de la media están dominadas por los errores en la búsqueda de la temperatura y la presión. Los errores en las fórmulas teóricas utilizadas son secundarios.²⁰ Al implementar una corrección del índice de refracción de este tipo, una aproximación de la realización del metro puede ser implementada al aire, como por ejemplo, el uso de la formulación del metro como 1.579.800,762042(33) longitudes de onda de la luz láser de helio-neón en el vacío, y convertir las longitudes de onda en el vacío a longitudes de onda en el aire. Por supuesto, el aire es solo un posible medio a utilizar en una realización del metro, y cualquier vacío parcial puede ser utilizado, o alguna atmósfera inerte como el gas helio, siempre que las correcciones apropiadas para el índice de refracción se implementen.²¹

Unidad de longitud en metros

Aunque la medida actualmente está definida como *la longitud del camino recorrido por la luz en un tiempo dado*, las mediciones de la longitud practicados al laboratorio en metros se determinó contando el número de longitudes de onda de la luz láser de uno de los tipo estándar que se ajustan a la longitud,²³ y la conversión de la unidad seleccionada de longitud de onda a metros. Hay tres factores principales que limitan la precisión alcanzable con láser interferómetros para una medida de longitud:¹⁸

- La incertidumbre en la longitud de onda de la fuente de vacío,
- La incertidumbre en el índice de refracción del medio,
- Valor mínimo de la resolución del interferómetro.

De estos, el último es peculiar del mismo interferómetro. La conversión de una longitud en longitudes de onda a una longitud en metros se basa en la relación:

$$\lambda = \frac{c}{nf}$$

que convierte la unidad de longitud de onda λ en metros a c , la velocidad de la luz en el vacío, en m/s. Aquí n es el índice de refracción del medio en que se realiza la medición, y f es la frecuencia de medida de la fuente. A pesar de que la conversión de longitudes de onda a metros introduce un error adicional en la longitud total debido a errores de medida en la determinación del índice de refracción y la frecuencia, la medida de la frecuencia es una de las medidas más precisas disponibles.²⁴

Evolución de la definición del metro

- 8 de mayo del 1790: la Asamblea Nacional Francesa decidió que la longitud del nuevo metro tiene que ser igual a la longitud de uno péndulo con un semiperiodo de un segundo.²⁵
- 26 de marzo del 1791: la Asamblea Nacional Francesa acepta la propuesta de la Academia de Ciencias de Francia y decreta que la nueva definición del metro sea igual a una diezmillonésima parte de la longitud de un cuarto del meridiano terrestre. A partir de

entonces empezará a medir un arco de meridiano entre Dunkerque y Barcelona que serviría de base a la nueva definición del metro.²⁵

- 1795: en el mes de julio se construye un patrón provisional en latón y es enviado al Comité de Instrucción Pública.²⁵
- 10 de diciembre del 1799: la Asamblea Nacional Francesa establece por ley el prototipo del metro como patrón de las medidas de longitud a la República. El prototipo definitivo había sido presentado lo 22 de junio del 1799, era uno reglo plan construido en platino y de sección rectangular, este primer prototipo definitivo fue depositado al Archivo Nacional de Francia.²⁵
- 28 de septiembre del 1889: la primera Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) que se celebra en París, define el metro como la distancia entre dos líneas marcadas en una barra de platino con el 10 % de iridio medida en a la temperatura de fusión del hielo.²⁶
- 6 de octubre del 1927: la 7.^a CGPM ajusta la definición del metro como la distancia a 0 °C entre los ejes de dos líneas centrales marcadas sobre la barra de platino-iridio del prototipo, con la barra sometida a unas condiciones estándares de presión atmosférica y soportada por dos cilindros de como mínimo un centímetro de diámetro puestos de manera simétrica al mismo plan horizontal y a una distancia de 571 mm (milímetros) entre ambos.²⁷
- 20 de octubre del 1960: la 11.^a CGPM definió el metro como 1 650 763,73 veces la longitud de onda en el vacío de la radiación que corresponde a la transición entre los niveles cuánticos $2p^{10}$ y $5d^5$ de la átomo de kriptón-86.²⁸
- 21 de octubre del 1983: la 17.^a reunión de la CGPM estableció la definición actual del metro, la longitud recorrida por la luz en el vacío en uno tiempo de 1/299.792.458 segundos. Esta definición tiene la ventaja que la velocidad de la luz al vacío es una constante física fundamental, cosa que hace la definición del metro independiente de cualquier objeto material de referencia.²⁹

Definiciones del metro desde 1795
Resumen en forma de tabla

Base de la definición	Fecha	Incertidumbre absoluta	Incertidumbre relativa
$\frac{1}{10,000,000}$ parte de la cuarta parte de una medida astronómica meridiano de Bessel (443,44 líneas)	1792	0.5-0.1 mm (milímetros)	10^{-4}
$\frac{1}{10,000,000}$ parte de la cuarta parte de un meridiano , medida por Delambre y Méchain (443,296 líneas)	1795	0.5-0.1 mm	10^{-4}
Primer prototipo del <i>Metro des Archives</i> , la barra de platino estándar	1799	0.05-0.01 mm	10^{-5}
Barra de platino-iridio en su punto de fusión del hielo (1. ^a CGPM)	1889	0.2-0.1 μm (micrómetros)	10^{-7}
Barra de platino-iridio en su punto de fusión del hielo, presión atmosférica, apoyada por dos rodillos (7. ^a CGPM)	1927	n.a.	n.a.
Transición atómica hiperfina; 1,650,763.73 longitudes de onda de la luz de una transición especificado en <u>kriptón-86</u> (11. ^a CGPM)	1960	0.01-0.005 μm	10^{-8}
Longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío en $\frac{1}{299,792,458}$ de segundo (17. ^a CGPM)	1983	0.1 nm	10^{-10}

Ortografía

Metre es la grafía estándar de la unidad métrica de longitud en casi todas las naciones de habla inglesa, excepto en Estados Unidos^{30 31 32 33} y Filipinas,³⁴ que utilizan *metro*. Otras lenguas germánicas, como el alemán, el neerlandés y las lenguas escandinavas,³⁵ también escriben la palabra *meter*.

Los aparatos de medición (como amperímetro, velocímetro) se escriben *-meter* en todas las variantes del inglés.³⁶ El sufijo «-metro» tiene el mismo origen griego que la unidad de longitud.^{37 38}

Etimología

La palabra metro proviene del término griego μέτρον (*metron*), que significa ‘medida’.³⁹ Fue utilizada en Francia con el nombre de *mètre* para designar al patrón de medida de longitud.

Base de la definición	Fecha	Incertidumbre absoluta	Incertidumbre relativa
$\frac{1}{10\,000\,000}$ parte de la distancia entre el <u>polo norte</u> y el <u>ecuador</u> a lo largo de la línea del meridiano que pasa por París	1795	0.5-0.1 (milímetros)	10^{-4}
Primer prototipo <i>Metre des Archives</i> de barra de platino estándar.	1799	0.05-0.01 mm	10^{-5}
Barra de platino-iridio en el punto de fusión del hielo (1. ^a Conferencia General de Pesas y Medidas)	1889	0.2-0.1 μm (micrómetros)	10^{-7}
Barra de platino-iridio en el punto de fusión del hielo, a presión atmosférica, soportada por dos rodillos (7. ^a CGPM)	1927	n.a.	n.a.
Transición atómica hiperfina; 1 650 763,73 longitudes de onda de la luz en transición con <u>kriptón 86</u> (11. ^a CGPM)	1960	0.01-0.005 μm	10^{-8}
Distancia recorrida por la luz en el vacío en $\frac{1}{299\,792\,458}$ partes de un segundo (17. ^a CGPM)	1983	0.1 nm	10^{-10}

Múltiplos y submúltiplos del metro

Múltiplos del Sistema Internacional para metro (m)

Submúltiplos			Múltiplos		
Valor	Símbolo	Nombre	Valor	Símbolo	Nombre
10^{-1} m	dm	<u>decímetro</u>	10^1 m	dam	<u>decámetro</u>
10^{-2} m	cm	<u>centímetro</u>	10^2 m	hm	<u>hectómetro</u>
10^{-3} m	mm	<u>milímetro</u>	10^3 m	km	<u>kilómetro</u>
10^{-6} m	μm	<u>micrómetro (micra)</u>	10^6 m	Mm	<u>megámetro</u>
10^{-9} m	nm	<u>nanómetro</u>	10^9 m	Gm	<u>gigámetro</u>
10^{-12} m	pm	<u>picómetro</u>	10^{12} m	Tm	<u>terámetro</u>
10^{-15} m	fm	<u>femtómetro (fermi)</u>	10^{15} m	Pm	<u>petámetro</u>
10^{-18} m	am	<u>attómetro</u>	10^{18} m	Em	<u>exámetro</u>
10^{-21} m	zm	<u>zeptómetro</u>	10^{21} m	Zm	<u>zettámetro</u>
10^{-24} m	ym	<u>yoctómetro</u>	10^{24} m	Ym	<u>yottámetro</u>
10^{-27} m	rm	rontómetro	10^{27} m	Rm	ronnámetro
10^{-30} m	qm	quectómetro	10^{30} m	Qm	quettámetro

Los prefijos más comunes aparecen en negrita.

Equivalencias del metro

- 1 metro equivale a:

- 0,000 000 000 000 000 000 001 Ym
- 10 dm

- 0,000 000 000 000 000 000 001 Zm
- 0,000 000 000 000 000 001 Em
- 0,000 000 000 000 001 Pm
- 0,000 000 000 001 Tm
- 0,000 000 001 Gm
- 0,000 001 Mm
- 0,0001 Mam
- 0,001 km
- 0,01 hm
- 0,1 dam
- 100 cm
- 1 000 mm
- 1 000 000 µm
- 1 000 000 000 nm
- 10 000 000 000 Å
- 1 000 000 000 000 pm
- 1 000 000 000 000 000 fm
- 1 000 000 000 000 000 000 am
- 1 000 000 000 000 000 000 000 zm
- 1 000 000 000 000 000 000 000 000 ym

Véase también

- Sistema Internacional de Unidades
- Unidad de longitud
- Prefijos del Sistema Internacional

Referencias



1. Escrito con letra minúscula y redonda, no en cursiva; adviértase que no es una abreviatura, por lo que no admite mayúscula, punto ni plural.
2. «Base unit definitions: Meter» (<http://physics.nist.gov/cuu/Units/meter.html>). Instituto Nacional de Estándares y Tecnología. Consultado el 28 de septiembre de 2010.
3. «Sistema Internacional de Unidades» (<http://www.cem.es/sites/default/files/files/SistemaInternacionalUnidades.pdf>) Archivado (<https://web.archive.org/web/20180215024731/http://www.cem.es/sites/default/files/files/SistemaInternacionalUnidades.pdf>) el 15 de febrero de 2018 en Wayback Machine.; 8.^a edición, 3.^a versión en español.
4. Bureau International des Poids et Mesures. «Resolución n.º 1 de la 17.^a Conferencia General de Pesos y Medidas (1983)» (<http://www.bipm.org/en/CGPM/db/17/1/>) (en inglés; francés). Consultado el 27 de mayo de 2013.
5. An Essay towards a Real Character and a Philosophical Language (Reproducción) (<http://www.metricationmatters.com/docs/wilkinstranslationlong.pdf>)
6. *An Essay towards a Real Character and a Philosophical Language* (transcripción) (<http://www.metricationmatters.com/docs/wilkinstranslationshort.pdf>)
7. George Sarton (1935). «The First Explanation of Decimal Fractions and Measures (1585). Together with a History of the Decimal Idea and a Facsimile (No. XVII) of Stevin's Disme» (<http://www.jstor.org/stable/225223?&search=yes&searchtext=isis&searchtext=stevin&list=hide&searchuri=%2Faction%2FdoBasicSearch%3FQuery%3DStevin%2BISIS%26Search%3DSearch%26gw%3Djtx%26prq%3DStevin%26hp%3D25%26acc%3Doff%26aori%3Doff%26wc%3Don%26fc%3Doff&prevSearch=&item=7&ttl=326&returnArticleService=showFullText>). *Isis* **23** (1): 153-244.
8. *(La decimalización no es de la esencia del sistema métrico; el verdadero significado de esto es que fue el primer gran intento de definir las unidades terrestres de medida en términos de una astronómica invariable o geodésica constando). El metro fue, de hecho, definido como una diez millonésima parte de un cuarto de la circunferencia de la Tierra al nivel del mar.* Joseph Needham, *Science and Civilisation in China*, Cambridge University Press, 1962, vol. 4, pt. 1, p. 42.
9. Paolo Agnoli, *Il senso della misura: la codifica della realtà tra filosofia, scienza ed esistenza umana*, Armando Editore, 2004, pp. 93-94,101.

10. Gallica.bnf.fr, ed. (15 de octubre de 2007). «Rapport sur le choix d'une unité de mesure, lu à l'Académie des sciences, le 19 mars 1791» (<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k571270/f1.image>) (en francés). Consultado el 25 de marzo de 2013.
11. Paolo Agnoli and Giulio De Agostini, *Why does the meter beat the second?* (<http://arxiv.org/pdf/physics/0412078.pdf>); diciembre de 2004, pp. 1-29.
12. Estrada, H. Ruiz, J. Triana, J. El origen del metro y la confianza en la matemática (<http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/4105/1/08Art.pdf>) Archivado (<https://web.archive.org/web/20170117103632/http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/4105/1/08Art.pdf>) el 17 de enero de 2017 en *Wayback Machine.*, 2011, ISSN 0120-6788, pp. 89-101.
13. Denis Guedj, *El metro del mundo*, Anagrama, Barcelona, 2000, ISBN 84-339-7018-6, pp. 330-331.
14. «José Chaix y el telégrafo óptico» (<http://forohistorico.coit.es/index.php/wiki-telegrafia-optica/item/jose-chaix-y-el-telegrafo-optico>). *forohistorico.coit.es*. Consultado el 12 de noviembre de 2019.
15. Véase *Historia del sistema métrico decimal*.
16. BIPM, ed. (2003). «Iodine ($\lambda \approx 633$ nm)» (http://www.bipm.org/utils/common/pdf/mep/m-e-p_i2_633.pdf) (PDF). *MEP (Mise en Pratique)* (en inglés). Consultado el 16 de diciembre de 2011.
17. La expresión «relativa incertidumbre estándar» la explica el NIST en su sitio web: NIST (ed.). «Standard Uncertainty and Relative Standard Uncertainty» (<http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/info/constants/definitions.html>). *The NIST Reference on constants, units, and uncertainties: Fundamental physical constants*. Consultado el 19 de diciembre de 2011.
18. Puede encontrarse una lista más detallada de errores en Beers, John S; Penzes, William B (diciembre 1992). «§4 Re-evaluation of measurement errores» (<http://www.nist.gov/calibrations/upload/4998.pdf>) (PDF). *NIST length scale interferometer measurement assurance; NIST documento NISTIR 4998*. pp. 9 ff. Consultado el 17 de diciembre de 2011.
19. Las fórmulas utilizadas en la calculadora y la documentación detrás de ellas se encuentran en NIST, ed. (23 de septiembre de 2010). «Engineering metrology toolbox: Refractive index of air calculator» (<http://emtoolbox.nist.gov/wavelength/documentation.asp>). Consultado el 16 de diciembre de 2011. Se ofrece la opción de utilizar la ecuación de Edlén modificada (<http://emtoolbox.nist.gov/wavelength/edlen.asp>) o la Ecuación de Ciddor (<http://emtoolbox.nist.gov/wavelength/ciddor.asp>). La documentación proporciona una discusión sobre cómo elegir (<http://emtoolbox.nist.gov/wavelength/documentation.asp#EdlenorCiddor>) entre las dos posibilidades.
20. NIST, ed. (23 de septiembre de 2010). «§VI: Uncertainty and range of validity» (<http://emtoolbox.nist.gov/wavelength/documentation.asp#UncertaintyandRangeofValidity>). *Engineering metrology toolbox: Refractive index of air calculator*. Consultado el 16 de diciembre de 2011.
21. Dunning, F. B.; Hulet, Randall G. (1997). «Physical limits on accuracy and resolution: setting the scale» (<http://books.google.cat/books?id=fv4y39agyuy&pg=pa316>). *Atomic, molecular, and optical physics: electromagnetic radiation, Volume 29, Part 3*. Academic Press. p. 316. ISBN 0-12-475977-7. «The error [introduced by using air] can be reduced tenfold if the chamber is filled with an atmosphere of helium rather than air. »
22. BIPM, ed. (9 de septiembre de 2010). «Recommended values of standard frequencies» (<http://www.bipm.org/en/publications/mep.html>). Consultado el 22 de enero de 2012.
23. El BIPM mantiene una lista de radiaciones recomendadas en su sitio web.²²
24. **Error en la cita: Etiqueta <ref> no válida; no se ha definido el contenido de las referencias llamadas Webster2**
25. *Un historique du mètre* (<http://www.industrie.gouv.fr/metro/aquoisert/metre.htm>) (en francés)
26. Resolución de la 1.^a CGPM (1889) (<http://www.bipm.org/en/cgpm/db/1/1/>) (en inglés; en francés).

27. Resolución de la 7.^a reunión de la CGPM (1927) (<http://www.bipm.org/en/cgpm/db/7/1/>) (en inglés; en francés).
28. Resolución n.º 6 de la undécima reunión de la CGPM (1960) (<http://www.bipm.org/en/cgpm/db/11/6/>). (en inglés) (en francés)
29. Resolución n.º 1 de la 17.^a reunión de la CGPM (1983) (<http://www.bipm.org/en/cgpm/db/17/1/>) (en inglés; en francés).
30. «El Sistema Internacional de Unidades (SI) - NIST» (<http://www.nist.gov/document/special-publication-330>). Estados Unidos: Instituto Nacional de Estándares y Tecnología. 26 de marzo de 2008. «*La ortografía de las palabras inglesas se ajusta al Manual de Estilo de la Oficina de Impresión del Gobierno de los Estados Unidos, que sigue el Tercer Nuevo Diccionario Internacional de Webster en lugar del Diccionario Oxford. Por lo tanto, la ortografía "meter",...en lugar de "metre",...como en el texto original en inglés del BIPM...*».
31. El folleto oficial más reciente sobre el Sistema Internacional de Unidades (SI), escrito en francés por el *Bureau international des poids et mesures*, Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) utiliza la grafía *metro*; una traducción al inglés, incluida para hacer el estándar SI más ampliamente accesible también utiliza la grafía *metro* (BIPM, 2006, p. 130ff). Sin embargo, en 2008 la traducción al inglés estadounidense publicada por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de Estados Unidos (NIST) optó por utilizar la grafía *metro* de acuerdo con el manual de estilo de la United States Government Printing Office. La Ley de Conversión Métrica de 1975 otorga al Secretario de Comercio de los Estados Unidos la responsabilidad de interpretar o modificar el SI para su uso en los Estados Unidos. El Secretario de Comercio delegó esta autoridad en el Director del Instituto Nacional de Normas y Tecnología (Turner). En 2008, el NIST publicó la versión estadounidense (Taylor y Thompson, 2008a) del texto en inglés de la octava edición de la publicación de la BIPM *Le Système international d'unités (SI)* (BIPM, 2006). En la publicación del NIST se utilizan las grafías «metro», «litro» y «deka» en lugar de «metro», «litro» y «deka» como en el texto original en inglés del BIPM (Taylor y Thompson (2008a), p. iii). El director del NIST reconoció oficialmente esta publicación, junto con Taylor y Thompson (2008b), como la «interpretación legal» del SI para los Estados Unidos (Turner). Así, la grafía *metro* se denomina «grafía internacional»; la grafía *metro*, «grafía americana».
32. Naughtin, Pat (2008). [com/docs/Spelling_metre_or_meter.pdf](http://www.metricationmatters.com/docs/Spelling_metre_or_meter.pdf) «Deletreo del metro o del medidor» (<http://www.metricationmatters.com>). *Metrication Matters*. Consultado el 12 de marzo de 2017.
33. [com/spelling/meter-metre/](http://www.grammarist.com/spelling/meter-metre/) «Meter vs. metre» (<http://grammarist.com>). *Grammarist*. Consultado el 12 de marzo de 2017.
34. Filipinas utiliza el inglés como idioma oficial y este sigue en gran medida el inglés americano desde que el país se convirtió en colonia de Estados Unidos. Aunque la ley que convirtió al país en el sistema métrico utiliza el *metro* (Batas Pambansa Blg. 8) siguiendo la grafía del SI, en la práctica real, el *metro* se utiliza en el gobierno y en el comercio cotidiano, como demuestran las leyes (*kilómetro*, Republic Act No. 7160), decisiones del Tribunal Supremo (*metro*, G.R. N.º 185240), y normas nacionales (*centímetro*, PNS/BAFS 181:2016).
35. «295-296 (Nordisk familjebok / UGGLEUPPLAGAN. 18. MEKANIKER - MYKALE)» [295-296 (Nordisk familjebok / Owl Edition. 18. Mechanic - Mycular)] (<http://runeberg.org/nfbr/0164.html>). Stockholm. 1913.
36. *Diccionario de aprendizaje avanzado de Cambridge* (<http://dictionary.cambridge.org/results.asp?searchword=ammeter>). Cambridge University Press. 2008. Consultado el 19 de septiembre de 2012., s.v. amperímetro, medidor, parquímetro, velocímetro.
37. *Diccionario del Patrimonio Americano de la Lengua Inglesa* (3.^a edición). Boston: Houghton Mifflin. 1992., s.v. metro.
38. «metro - definición de -metro en inglés» (<https://web.archive.org/web/20170426153254/http://en.oxforddictionaries.com/definition/-meter>). Diccionarios Oxford. Archivado desde el original (<https://en.oxforddictionaries.com/definition/-meter>) el 26 de abril de 2017. Consultado el 21 de mayo de 2021.

39. «METRO» (<http://etimologias.dechile.net/?metro>).
40. Cardarelli, Francois *Encyclopaedia of scientific units, weights, and measures: their SI equivalences and origins*, Springer-Verlag London Limited 2003, ISBN 1-85233-682-X, p. 5, table 2.1, data from Giacomo, P., «Du platine a la lumiere.» *Bull. Bur. Nat. Metrologie*, 102 (1995) 5-14.

Bibliografía

- Alder, Ken (2002). *The Measure of All Things : The Seven-Year Odyssey and Hidden Error That Transformed the World* (<https://archive.org/details/measureofallthin00alde>). New York: Free Press. ISBN 978-0-7432-1675-3. (requiere registro).
- Astin, A. V. & Karo, H. Arnold, (1959), *Refinement of values for the yard and the pound* (http://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/FedRegister/FRdoc59-5442.pdf), Washington DC: National Bureau of Standards, republished on National Geodetic Survey web site and the Federal Register (Doc. 59-5442, Filed, 30 June 1959)
- Judson, Lewis V. (1 de octubre de 1976). Barrow, Louis E., ed. *Weights and Measures Standards of the United States, a brief history* (<https://web.archive.org/web/20160304193400/http://www.nist.gov/pml/wmd/pubs/upload/sp-447-2.pdf>). Derived from a prior work by Louis A. Fisher (1905). USA: US Department of Commerce, National Bureau of Standards. LCCN 76600055 (<http://lccn.loc.gov/76600055>). NBS Special Publication 447; NIST SP 447; 003-003-01654-3. Archivado desde el original (<https://www.nist.gov/pml/wmd/pubs/upload/sp-447-2.pdf>) el 4 de marzo de 2016. Consultado el 12 de octubre de 2015.
- Bigourdan, Guillaume (1901). *Le système métrique des poids et mesures ; son établissement et sa propagation graduelle, avec l'histoire des opérations qui ont servi à déterminer le mètre et le kilogramme* [*The metric system of weights and measures; its establishment and gradual propagation, with the history of the operations which served to determine the meter and the kilogram*] (<https://archive.org/details/lesystemetri00bigo>). París: Gauthier-Villars.
- Guedj, Denis (2001). *La Mesure du Monde* [*The Measure of the World*]. Chicago: University of Chicago Press.
- Cardarelli, François (2003). «Chapter 2: The International system of Units» (http://www.franciscardarelli.ca/PDF_Files/ESU_Sample_Chapter_Section_1_2.pdf#page=6). *Encyclopaedia of scientific units, weights, and measures: their SI equivalences and origins* (<https://archive.org/details/encyclopaediaofs0000card>). Springer-Verlag London Limited. Table 2.1, p. 5. ISBN 978-1-85233-682-0. Consultado el 26 de enero de 2017. «Data from Giacomo, P., Du platine à la lumière [From platinum to light], *Bull. Bur. Nat. Metrologie*, 102 (1995) 5-14. »
- Cardarelli, F. (2004). *Encyclopaedia of Scientific Units, Weights and Measures: Their SI Equivalences and Origins* (<https://archive.org/details/encyclopaediaofs0000card>) (2.^a edición). Springer. pp. 120 (<https://archive.org/details/encyclopaediaofs0000card/page/120>) -124. ISBN 1-85233-682-X. (requiere registro).
-  Este artículo incorpora texto de una publicación sin restricciones conocidas de derecho de autor:  Varios autores (1910-1911). «Earth, Figure of the». En Chisholm, Hugh, ed. *Encyclopædia Britannica. A Dictionary of Arts, Sciences, Literature, and General information* (en inglés) (11.^a edición). Encyclopædia Britannica, Inc.; actualmente en dominio público.
- *Historical context of the SI: Meter* (<http://physics.nist.gov/cuu/Units/meter.html>). Consultado el 26 de mayo de 2010.
- National Institute of Standards and Technology. (27 de junio de 2011). *NIST-F1 Cesium Fountain Atomic Clock* (<https://www.nist.gov/pml/div688/grp50/primary-frequency-standards.cfm>). Autor.
- National Physical Laboratory. (25 de marzo de 2010). *Iodine-Stabilised Lasers* (<http://www.npl.co.uk/science-technology/time-frequency/optical-frequency-standards-and-metrology/rese>

arch/iodine-stabilised-lasers). Autor.

- «Maintaining the SI unit of length» (<https://web.archive.org/web/20111204014454/http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/projects/inms/si-length.html>). National Research Council Canada. 5 de febrero de 2010. Archivado desde el original (<http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/projects/inms/si-length.html>) el 4 de diciembre de 2011.
- Republic of the Philippines. (2 de diciembre de 1978). *Batas Pambansa Blg. 8: An Act Defining the Metric System and its Units, Providing for its Implementation and for Other Purposes* (<http://www.chanrobles.com/bataspambansabilang8.htm>). Autor.
- Republic of the Philippines. (10 de octubre de 1991). *Republic Act No. 7160: The Local Government Code of the Philippines* (<https://www.officialgazette.gov.ph/downloads/1991/10/oct/19911010-RA-7160-CCA.pdf>). Autor.
- Supreme Court of the Philippines (Second Division). (20 de enero de 2010). *G.R. No. 185240* (<https://web.archive.org/web/20180427202441/http://sc.judiciary.gov.ph/jurisprudenc/e/2010/january2010/185240.htm>). Autor.
- Taylor, B.N. and Thompson, A. (Eds.). (2008a). *The International System of Units (SI)* (<https://web.archive.org/web/20171120061639/https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/2016/12/07/sp330.pdf>). United States version of the English text of the eighth edition (2006) of the International Bureau of Weights and Measures publication *Le Système International d'Unités (SI)* (Special Publication 330). Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology. Consultado el 18 de agosto de 2008.
- Taylor, B.N. and Thompson, A. (2008b). *Guide for the Use of the International System of Units* (<http://physics.nist.gov/cuu/pdf/sp811.pdf>) (Special Publication 811). Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology. Consultado el 23 de agosto de 2008.
- Turner, J. (Deputy Director of the National Institute of Standards and Technology). (16 de mayo de 2008). "Interpretation of the International System of Units (the Metric System of Measurement) for the United States" (https://www.nist.gov/pml/wmd/metric/upload/FRN_Vol_73_No_96_16May2008_SI_Interpretation.pdf). *Federal Register* Vol. 73, N.º 96, p. 28432-3.
- Zagar, B.G. (1999). Laser interferometer displacement sensors (<https://books.google.com/books?id=VXQdq0B3tnUC&pg=PT164#PPT160,M1>) in J.G. Webster (ed.). *The Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook*. CRC Press. ISBN 0-8493-8347-1.

Enlaces externos

- 17.^a Conferencia General de Pesas y Medidas, (1983). Resolution 1. (<http://www.bipm.org/en/CGPM/db/17/1/>) Oficina Internacional de Pesas y Medidas.
 - Bureau International des Poids et Mesures. *The BIPM and the evolution of the definition of the metre*. (https://web.archive.org/web/20110607152538/http://www1.bipm.org/en/si/history-si/evolution_metre.html)
 - National Institute of Standards and Technology. *The NIST Reference on Constants, Units, and Uncertainty: International System of Units (SI)* (<https://web.archive.org/web/20041111030930/http://physics.nist.gov/cuu/Units/index.html>) (sitio web):
 - *SI base units*. (<http://physics.nist.gov/cuu/Units/units.html>)
 - *Definitions of the SI base units*. (<http://physics.nist.gov/cuu/Units/current.html>)
 - *Historical context of the SI: Metre*. (<http://physics.nist.gov/cuu/Units/meter.html>)
 - Penzes, W. *Time Line for the Definition of the Meter*. (<https://web.archive.org/web/20110622052555/http://www.nist.gov/pml/div681/museum-timeline.cfm>) Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology. Precision Engineering Division.
-

Esta página se editó por última vez el 15 abr 2023 a las 01:03.

El texto está disponible bajo la Licencia Creative Commons Atribución Compartir Igual 3.0; pueden aplicarse cláusulas adicionales. Al usar este sitio, usted acepta nuestros términos de uso y nuestra política de privacidad. Wikipedia® es una marca registrada de la Fundación Wikimedia, Inc., una organización sin ánimo de lucro.