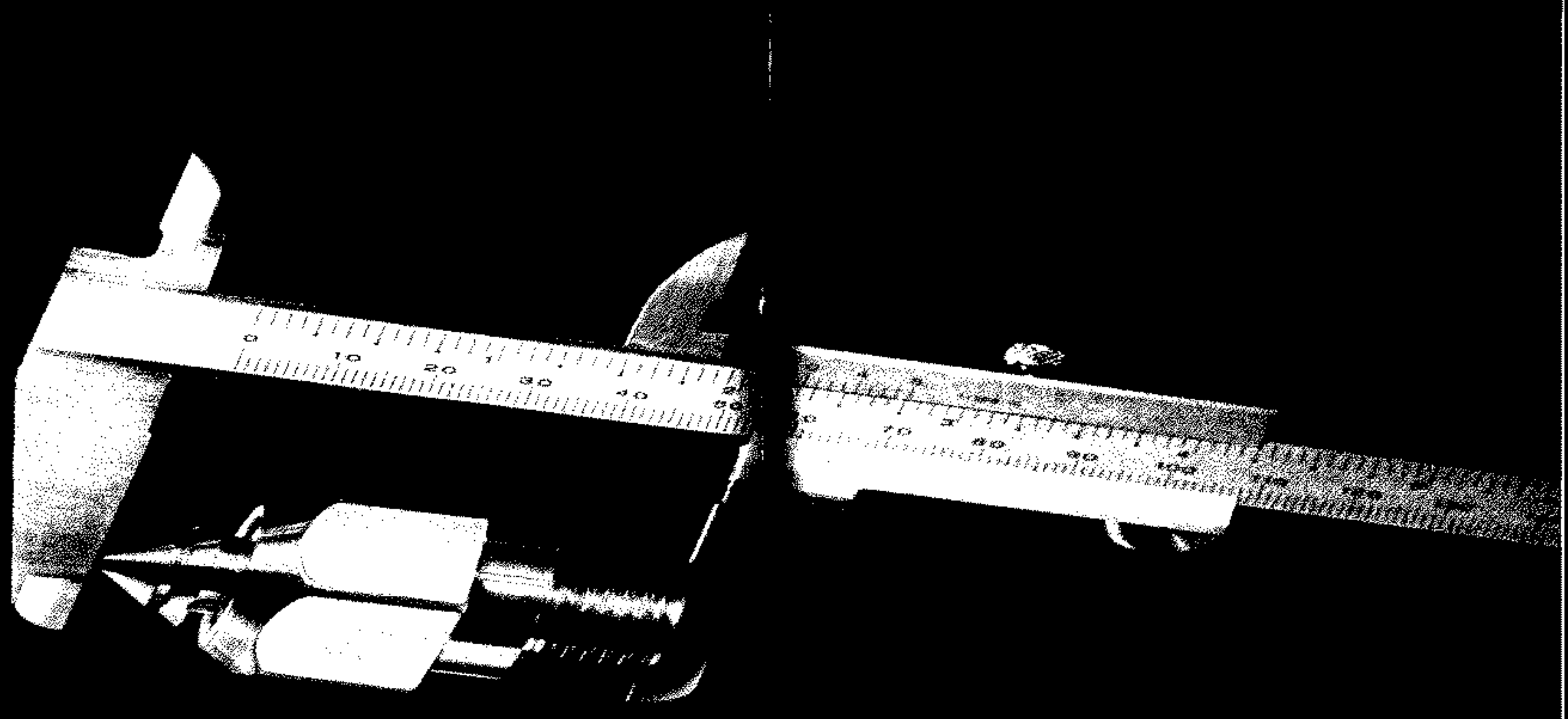
Capítulo 6
Reglas generales para el uso del Sistema Internacional de Unidades y el Sistema Legal de Unidades del Perú



Aspectos generales

Las unidades de medida, sus múltiplos y submúltiplos sólo podrán designarse por sus nombres completos o por los símbolos correspondientes reconocidos internacionalmente. No está permitido el uso de cualquier otro símbolo ni de abreviaturas.

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
metro	m	mts, mt, Mt, M
kilogramo	kg	kgr, kgrs, Kilo, KG, Kg
gramo	g	gr, grs, Grs, g.
litro	l o L	lts, lt, Lt
kelvin	K	k
centímetro cúbico	cm^3	cc, cmc, c.c.
kilómetro por hora	km/h	kph, kmh, km x h

Los símbolos de las unidades de medida, múltiplos y submúltiplos decimales, deberán representarse mediante letras rectas y verticales (romanas) del alfabeto latino, cualquiera que sea el tipo de letra del resto del texto, con excepción de la unidad de medida ohm, cuyo símbolo (Ω) es la letra mayúscula omega del alfabeto griego, y el prefijo SI micro, cuyo símbolo (μ) es la letra minúscula mu de dicho alfabeto.

No se colocarán puntos luego de los símbolos de las unidades de medida o de sus múltiplos o submúltiplos decimales.

En el caso de que el símbolo esté al final de una oración, podrá ser seguido de un punto siempre que se deje un espacio en blanco entre el símbolo y el punto para indicar que el punto no es parte del símbolo.

Ejemplos:	Correcto	Incorrecto
	A	A .
	kg	kg.
	mm	mm.

Ejemplo: ... cuya longitud es de 7,1 m .

No deben darse calificativos arbitrarios e incorrectos a los nombres de las unidades de medida como «metro superficial» al metro cuadrado, o «metro volumétrico» al metro cúbico. Tampoco deben darse a las unidades calificativos que son propios de las condiciones en las que se realizan las medidas o de las magnitudes físicas, como «metros cúbicos normales» en lugar de «metros cúbicos a las condiciones normales de temperatura y presión», o «volts eficaces» en lugar de «tensión eficaz expresada en volts», o «kilogramos netos» en lugar de «masa neta en kilogramos», o «metros lineales» en lugar de «metros», o «kilopascales absolutos» en lugar de «presión absoluta en kilopascales».

Sólo se darán calificativos a las unidades de medida en casos estrictamente necesarios con el fin de distinguir una unidad oficialmente en vigor de una unidad de la misma naturaleza que escape de las normas vigentes (por ejemplo, una unidad con el mismo nombre que la unidad oficial en vigor, pero definida en forma diferente).

Ejemplo: Se permite decir «día sideral» para diferenciarlo de «día» (día solar medio).

Los nombres de las unidades de medida, aunque correspondan a nombres propios, se escribirán con letra inicial minúscula; excepto el grado Celsius.

Ejemplos:	kelvin	kilogramo
	weber	watt
	mol	newton
	grado Celsius	

Obsérvese que se han empleado los nombres de las unidades de la nomenclatura internacional y no castellanizados.

Cuando el nombre de cualquier unidad de medida está al inicio de alguna oración o frase, se escribirá dicho nombre con letra inicial mayúscula, de acuerdo con las reglas de la gramática española.

Ejemplo: ... la unidad de medida de longitud. Metro es el nombre...

Los símbolos de las unidades de medida deberán escribirse en letras minúsculas, excepto aquellos que se derivan de nombres propios, cuyos símbolos se escribirán con letra inicial mayúscula. La unidad litro, a pesar de no tener su origen en un nombre propio, lleva como símbolo «L» además de «l».

Ejemplos:

Unidades de medida originadas en nombres propios

Nombre	Símbolo
newton	N
ampere	A
pascal	Pa
watt	W
volt	V

Unidades de medida no originadas en nombres propios

metro	m
kilogramo	kg
segundo	s

En una suma o diferencia de la misma magnitud, los valores deberán ir acompañados de sus respectivos símbolos de unidad de medida, o los valores numéricos podrán expresarse entre paréntesis acompañados del símbolo de la unidad de medida común.

Ejemplos: $L = 12\ \text{m} - 7\ \text{m} = (12-7)\ \text{m} = 5\ \text{m}$

$t = 28{,}4\ °\text{C} \pm 0{,}2\ °\text{C} = (28{,}4 \pm 0{,}2)\ °\text{C}$

(no $28{,}4 \pm 0{,}2\ °\text{C}$)

$\lambda = 220 \times (1 \pm 0{,}02)\ \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Los nombres de las unidades de medida, múltiplos y submúltiplos, podrán utilizarse tanto si el valor numérico se escribe en letras como si se escribe en cifras. Los símbolos de las unidades se utilizarán sólo cuando el valor numérico se exprese en cifras.

Ejemplo	Correcto	Incorrecto
	5 m; 5 metros o cinco metros	cinco m
	7 mg; 7 miligramos o siete miligramos	siete mg

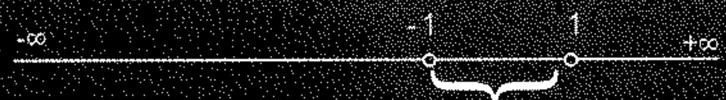
Cuando sea necesario referirse a una unidad de medida, múltiplos y submúltiplos, se recomienda escribir el símbolo de la unidad y no su nombre, salvo en casos en los que se definan conceptos en los cuales aparezcan los nombres de las unidades o exista riesgo de confusión.

Ejemplos:
1 W es preferible a 1 watt (caso sin riesgo de confusión), 1 litro es preferible a 1l (caso con riesgo de confusión, ya que la letra ele –l– se puede confundir fácilmente con la cifra uno –1–).

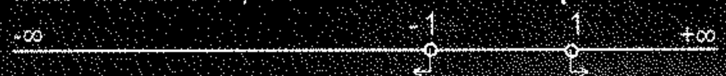
Cuando se escriban valores numéricos mayores o iguales a menos uno (–1) y menores o iguales a uno (1), los nombres de las unidades de medida, múltiplos y submúltiplos decimales, irán en singular.

Para valores numéricos mayores que uno (1) y menores que menos uno (–1), los nombres de las unidades irán en plural.

Para valores numéricos que se encuentren en este intervalo cerrado, las unidades irán en singular.



Para valores numéricos que se encuentren en este intervalo abierto, las unidades irán en plural.



Ejemplos:	Singular	Plural
	1 metro	230 metros
	0,87 metro	5,7 metros
	0,035 metro	1,001 metros
	–0,92 metro	–1,03 metros
	–1 metro	–32,8 metros

El símbolo de una unidad de medida, múltiplos y submúltiplos, no admite plural.

Ejemplos:	Singular	Plural
	1 m	7 m
	0,5 kg	3,325 kg
	–1 kW	–12,8 kW

El símbolo de una unidad de medida, múltiplos y submúltiplos decimales, debe colocarse a la derecha del valor numérico y separado de éste por un espacio en blanco. El espacio en blanco se eliminará cuando se trate del símbolo de la unidad gon ($\ldots^{g}$) y los símbolos de las unidades sexagesimales de ángulo plano (...°, ...', ...").

Cuando se trate de una unidad de medida con símbolo mixto (formado por una letra y un signo), como el grado Celsius (°C), se colocará el símbolo completo a la derecha del valor numérico y separado de éste por un espacio en blanco.

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
	10 A	10A
	15,3 km	15,3km
	18,1°	18°, 1 o 18, 1 °
	$7,3^{g}$	$7^{g}, 3$ o $7,3\ ^{g}$
	12,3"	12",3 o 12,3 "
	20,5 °C	20°, 5C o 20°, C5 o °C 20,5 o 20,5° C

Nota: El espacio entre el valor numérico y el símbolo de la unidad de medida podrán eliminarse cuando haya posibilidad de fraude o estafa.

Reglas para la formación y uso de las unidades derivadas SI

El símbolo de una unidad derivada SI que no tiene nombre ni símbolo especial debe formarse mediante multiplicaciones y/o divisiones de los símbolos de las unidades SI de base, suplementarias y/o derivadas con nombres y símbolos especiales.

El producto de dos o más símbolos de unidades de medida se indica mediante un punto, que puede estar elevado o no sobre la línea de escritura. Este punto puede omitirse cuando no haya riesgo de confusión con otros símbolos de unidades, en cuyo caso debe reemplazarse el punto con un espacio.

Ejemplo:	Correcto:	Incorrecto:
	N·m o N.m o N m,	mN, que representa
	que representa	milinewton.
	newton metro.	

Cuando se multiplican varias unidades de medida, se recomienda respetar el orden establecido en la siguiente expresión:

$$D^a \cdot m^b \cdot kg^c \cdot s^d \cdot A^e \cdot K^f \cdot cd^g \cdot mol^h \cdot rad^i \cdot sr^j$$

siendo: D = símbolo (o símbolos) de unidades derivadas que tengan nombres y símbolos especiales.

a, b, c… j = exponentes reales y enteros, positivos o negativos.

Ejemplos:

volt (V) = $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$

weber (Wb) = $V \cdot s = m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$

Unidad SI de conductividad térmica = $W/(m \cdot K) = m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$

Cuando una unidad derivada está formada por dos o más unidades multiplicadas, se escriben sus nombres separándolos mediante espacios en blanco.

Ejemplos:

N · m = newton metro

Pa · s = pascal segundo

kg · m² = kilogramo metro cuadrado (Es la unidad de momento de inercia del SI. Obsérvese que el orden de los factores no cumple con la recomendación dada en el numeral anterior.)

Una línea horizontal inclinada o potencias negativas indican división entre símbolos de unidades de medida.

Ejemplos:

$$kg/m^3 = \frac{kg}{m^3} = kg \cdot m^{-3}$$

$$m/s = \frac{m}{s} = m \cdot s^{-1}$$

En el símbolo de una unidad derivada podrá aparecer sólo una línea inclinada.

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
	m/s^2 o $m \cdot s^{-2}$	m/s/s
	kg/m^3 o $m^{-3} \cdot kg$	$kg/m^2/m$
	W/m^2 o $W \cdot m^{-2}$	W/m/m

Todos los símbolos de unidades de medida que aparezcan inmediatamente después de una línea inclinada serán considerados como pertenecientes al denominador de la expresión y, cuando sean dos o más, deberán agruparse con paréntesis. Se recomienda no usar paréntesis para agrupar las unidades que aparezcan en el numerador (antes de la línea inclinada).

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
	$m^2 \cdot kg/(s^3 \cdot A)$	$m^2 \cdot kg/s^3 \cdot A$ o $(m^2 \cdot kg)/s^3 \cdot A$
	$J/(K \cdot mol)$	$J/K \cdot mol$

La palabra "por" utilizada dentro del nombre de una unidad derivada representa un cociente o proporción, y reemplaza a términos tales como "sobre", "por cada", etcétera. La palabra "por" indica, además, separación entre el numerador y el denominador.

Ejemplos: $W/(m \cdot K)$ = watt por metro kelvin
$N{\cdot}s/m^2$ = newton segundo por metro cuadrado
s^{-1} = uno por segundo

No deben combinarse nombres con símbolos al expresarse el nombre de una unidad derivada.

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
	rad / s o radián por segundo	radián / s o rad / segundo o radián / segundo
	kg / m^3 o kilogramo por metro cúbico	kilogramo / m^3 o kg/metro cúbico o kilogramo / metro cúbico

Reglas para el uso de los prefijos SI

Los nombres y símbolos de los prefijos SI se emplean para formar, respectivamente, los nombres y símbolos de los múltiplos y submúltiplos decimales de las unidades de medida.

Los nombres y símbolos de los múltiplos y submúltiplos decimales de las unidades de base (excepto la unidad de masa), suplementarias y derivadas que tengan nombres y símbolos especiales, deben formarse anteponiendo los prefijos SI a los nombres de las unidades de medida, y los símbolos de los prefijos a los símbolos de las unidades, sin dejar espacio de por medio.

Ejemplos:

km	MW	pH	µJ	mA
kilómetro;	megawatt;	picohenry;	microjoule;	miliampere

Los nombres y símbolos de los múltiplos y submúltiplos decimales de la unidad de medida de masa se forman anteponiendo los prefijos a la palabra "gramo" o anteponiendo los símbolos de los prefijos al símbolo "g", a pesar de que la unidad de base de la masa es el kilogramo y no el gramo. El gramo (g) no es una unidad de medida SI, pero sí es un submúltiplo decimal de una unidad de medida SI (es submúltiplo de la unidad SI kilogramo).

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
	10^{-3} kg = 10^{0} g = g	mkg
	10^{-6} kg = 10^{-3} g = mg	µkg
	10^{-9} kg = 10^{-6} g = µg	nkg
	10^{3} kg = 10^{6} g = Mg	kkg
	10^{6} kg = 10^{9} g = Gg	Mkg

No se deben usar dos o más prefijos delante del símbolo de cada unidad de medida.

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
	µm	mmm
	nA	mµA
	MW	kkW

Si un símbolo que contiene un prefijo está afectado por un exponente, éste indica que el múltiplo o submúltiplo de la unidad de medida está elevado a la potencia expresada por el exponente.

Ejemplos:
1 cm^2 representa $(0,01\ m)^2 = 0,0001\ m^2$ y no $0,01\ m^2$
1 $km^2 \cdot Mg/\mu s = (10^3\ m)^2\ (10^3\ kg) / (10^{-6}\ s) = 10^{15}\ m^2 \cdot kg/s$
1 $\mu s^{-1} = (10^{-6}\ s)^{-1} = 10^6 \cdot s^{-1}$ y no $10^{-6}\ s^{-1}$

Cuando el símbolo representativo de una unidad de medida tiene forma de fracción (como en el caso de las unidades derivadas), el símbolo del prefijo se coloca en el numerador y no en el denominador de dicha fracción. Cuando aparece la unidad de medida de masa en el denominador, el uso del kilogramo es correcto.

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
	kg/m^3	mg/cm^3
	kN/m	N/mm
	MJ/mol	J/µmol
	J/kg	mJ/g

Los múltiplos y submúltiplos decimales de las unidades de medida deben ser escogidos de modo que los valores numéricos estén entre 0,1 y 1000:

Ejemplos:	
12 000 N	que puede escribirse como 12 kN
0,003 94 m	que puede escribirse como 3,94 mm
1401 Pa	que puede escribirse como 1,401 kPa
0,000 000 031	que puede escribirse como 31 ns

Nota: En ciertos campos de actividad se suele utilizar el mismo múltiplo o submúltiplo decimal de alguna unidad de medida, aunque los valores numéricos se encuentren fuera del intervalo 0,1-1000. Por ejemplo, en planos de ingeniería las longitudes se expresan en milímetros.

En algunos casos, con el fin de uniformar y simplificar cálculos, se pueden reemplazar los prefijos de los múltiplos y submúltiplos decimales de las unidades de medida por las respectivas potencias de diez multiplicadas por las unidades de medida correspondiente.

Ejemplos:
1,5 Mm = 1 500 000 m puede expresarse como 1,5 x 10^6 m
0,25 mm = 0,000 25 m puede expresarse como 0,25 x 10^{-3} m
2,2 km = 2200 m puede expresarse como 2,2 x 10^3 m
2 g = 0,002 kg puede expresarse como 2 x 10^{-3} kg

Los prefijos podrían ser usados también por otras unidades que sean unidades físicas de medida, como por ejemplo unidades monetarias (símbolos monetarios).

Ejemplos:
21 KGBP = 21 000 GBP (British pounds, libras inglesas)
31 MUSD = 31 000 000 USD (US dollars o dólares americanos)

Se deben evitar notaciones nacionales tales como £ , $, kr y fr (franco), y nunca usarlos en un contexto internacional, debido a que existen diferentes libras, dólares, coronas (kr) y francos.

Reglas y recomendaciones adicionales
Presentación de valores numéricos

Para escribir los valores numéricos se deben utilizar las cifras arábigas y la numeración decimal; y separarse la parte entera de la decimal mediante una coma (,). No debe utilizarse el punto para separar enteros de decimales.

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
	184,32	184.32
	5 512,28	5.512.28
	0,331 11	0.33111

Nota: Las cifras arábigas son: 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8 y 9.

Para facilitar la lectura de los valores numéricos se recomienda escribirlos separados en grupos de tres cifras contados a partir de la coma decimal hacia la izquierda y derecha, separados mediante un espacio en blanco no mayor que el espacio ocupado por una letra o cifra. De preferencia, el espacio en blanco tendrá la dimensión de medio espacio de máquina, o del espacio ocupado por la letra "i", o en todo caso el de un espacio de máquina de escribir.

El espacio en blanco puede omitirse si la parte entera o decimal del valor numérico no tiene más de cuatro cifras. La escritura en grupos de tres cifras no se debe emplear para los valores numéricos de cuatro cifras utilizados para expresar años, ya sea en fecha o no. No es necesario separar los valores numéricos que no representen cantidades (como los códigos de identificación, la numeración de elementos en serie y los números telefónicos), ni en la escritura de datos numéricos destinados a ser introducidos dentro de un sistema computarizado o provistos por él.

En los casos en que los valores numéricos representen montos monetarios, cantidades de mercadería, bienes o servicios, o en documentos para efectos fiscales, jurídicos, financieros o comerciales en los que podría haber lugar a fraude o estafa, los espacios en blanco entre grupos de tres cifras pueden eliminarse.

En casos especiales y notaciones de ciertas tablas de funciones matemáticas, los valores numéricos pueden escribirse en grupos de dos, cuatro o cinco cifras.

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
	0,335 44	0,33544
	8 523 772,50	8'523,772,50
	56 424 323,841 72	56'424,323,84172
	5279 o 5 279	5,279
	0,1176 o 0,117 6	0,1176 .
	año de 1986	año de 1 986 o año de 1,986

La notación mencionada en el acápite anterior proporciona una ventaja adicional cuando se utilizan los prefijos SI con factores 10^{3n}, para $n \geq 1$. Estos prefijos representan intervalos o potencias enteras de 1000; por consiguiente, los múltiplos y submúltiplos sucesivos se obtienen con sólo desplazar la coma decimal al siguiente espacio en blanco.

Ejemplo:

4 384 792 mm = 4 384,792 m = 4,384 792 km

En cambio, si se utilizan los otros prefijos SI es necesario que las cifras sean reagrupadas.

Ejemplo:

4 384 792 mm = 438 479,2 cm = 43 847,92 dm

Los valores numéricos que sólo contienen parte decimal deben escribirse con un cero, que es indicativo de que no tienen parte entera; a continuación se escribe la coma (marcador decimal), y enseguida la parte decimal.

No debe suprimirse el cero y no debe indicarse la parte decimal colocando solamente la coma a la izquierda del valor numérico.

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
	0,383 4	,383 4
	0,652	,652

Cuando se escribe un valor numérico entero, no es necesario escribir la coma decimal ni los ceros a su derecha (siempre y cuando esos ceros no sean cifras significativas).

Ejemplo: Se puede escribir 7 427 en lugar de 7 427,0 (si el cero de la décima es una cifra no significativa) y se puede escribir 42 en lugar de 42,00 (si los ceros de la décima y centésima no son cifras significativas).

Para denominar las potencias de diez a partir del millón (1 millón = 10^6), se aplica la siguiente fórmula:

10^{6n} = (n)llón, en donde "n" toma los valores enteros a partir de 2 y la n entre paréntesis se reemplaza por el prefijo correspondiente.

Ejemplos:

$10^{12} = 10^{6\times 2}$ = billón
$10^{18} = 10^{6\times 3}$ = trillón
$10^{24} = 10^{6\times 4}$ = cuatrillón
$10^{30} = 10^{6\times 5}$ = quintillón

Nota: No debe utilizarse la fórmula $10^{3n} = (n-1)$llón; así:
$10^{9} = 10^{3\times 3} = (3-1)$llón = (2)llón = billón
$10^{15} = 10^{3\times 5} = (5-1)$llón = (4)llón = cuatrillón
Esta fórmula ha sido de uso común en Estados Unidos.

Cuando un valor numérico tiene ceros después de la última cifra significativa, éstos se pueden eliminar escribiendo solamente el valor numérico con las cifras significativas y multiplicando por una potencia de diez de exponente igual al número de ceros eliminados.

Ejemplos: 174 596 000 000 = 174 596 x 10^{6}
934 620 000 = 93 462 x 10^{4}

Cuando un valor numérico decimal tiene ceros antes de la primera cifra significativa, éstos se pueden eliminar escribiendo el valor numérico con las cifras significativas y multiplicando por una potencia de diez cuyo exponente negativo sea igual al número de ceros eliminados.

Ejemplos: 0,000 003 62 = 0,362 x 10^{-5}
0,000 222 = 0,222 x 10^{-3}

Cuando se eliminan ceros y no se desea usar la notación exponencial, se puede reemplazar el número diez por el símbolo E,

seguido del signo y valor numérico que corresponde al número de ceros eliminados.

Ejemplos:

28 703 000 000 = 28 703 x 10^{6} = 28 703 E + 6
85 230 000 = 8 523 x 10^{4} = 8 523 E + 4
0,000 000 27 = 0,27 x 10^{-6} = 0,27 E – 6
0,000 674 8 = 0,674 8 x 10^{-3} = 0,674 8 E – 3

Cuando se escriban valores numéricos en columnas, la coma decimal debe estar alineada en una sola columna.

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
	2,327	2,327
	45,732	45,732
	0,991	0,991

Cuando se escriben valores numéricos en serie, éstos deben separarse entre sí con punto y coma y espacio. No se separarán los diferentes valores numéricos de una serie con coma, ya que ello podría ocasionar confusión con la coma utilizada como marcador decimal.

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
Números naturales menores que 6	1; 2; 3, 4; 5	1, 2, 3, 4, 5
Serie o listado de cuatro valores numéricos	1,30; 2,35; 4,00; 7,20	1,30,2,35,4,00,7,20

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
Coordenadas de un punto en un plano	(2,2; 4,3)	(2,2,4,3)
Coordenadas de un punto en el espacio	(1,3; 5,7; 2,4)	(1, 3,5,7.2,4)

Cuando sea necesario presentar varios valores numéricos seguidos de la misma unidad de medida, se pondrán en una columna los valores numéricos y se escribirá la unidad de medida únicamente en la línea del primer valor numérico y en un margen separado con un espacio en blanco de la cifra más extrema de la derecha de los valores numéricos.

Ejemplos	Correcto		Incorrecto
Línea del primer valor numérico →	244,77	kg	244,77 kg
	35,583 556		35,583 556
	3 668,3		3 668,3
	0,030 12		0,030 12
	247,593		

Cifra más extrema de la derecha de los valores numéricos

Cuando sea necesario presentar varios valores numéricos seguidos de diferentes unidades de medida, se pondrán en una columna los números y las unidades, pero separados por un espacio en blanco entre la cifra más extrema de la derecha de los valores numéricos y las primeras letras de las unidades de medida.

Ejemplos	Correcto		Incorrecto
	384	N	384 N
	78,527 65	kg	78,527 65 kg
	5 624,52	Pa	5 624,52 Pa
	84,291	mm	84,291 mm

Cifra más extrema de la derecha de los valores numéricos

Representación de fechas y tiempos

Aspectos generales

Estas reglas no cubren fechas y horas cuando se usan palabras en la representación. Para la representación numérica se utilizarán las cifras arábigas (0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8 y 9).

Escritura de fechas en forma numérica

Se respetará el orden siguiente:

1°:	2°:	3°:
año	mes	día

Para expresar el año se utilizarán cuatro cifras. Cuando no exista riesgo de confusión pueden utilizarse sólo dos cifras. Si los años se expresan con cuatro cifras, éstas deben escribirse juntas, sin dejar espacio en blanco para separar el millar de la centena.

Ejemplos:

1985	o	85
1990	o	90

Para expresar el año 2000 se aconseja utilizar las cuatro cifras. Para expresar el mes deben usarse dos cifras, desde 01 hasta 12. Enero estará representado por 01, y los meses posteriores se enumeran en secuencia ascendente.

Para expresar el día se utilizarán dos cifras: desde 01 hasta 31.

Para separar el año, mes y día se utilizará preferentemente un guión (-), pero también puede utilizarse un espacio en blanco.

Ejemplo: 1821- 07- 28 o 1821 07 28

No se debe utilizar la barra oblicua o diagonal (/) para separar el año, mes y día.

Para intercambio de información se usa el formato básico, sin el uso del guión ni el espacio en blanco (ver NTP-ISO 8601).

Ejemplos de escrituras de fechas en forma numérica

Ejemplo	Correcto	Incorrecto
2 de marzo de 1987	1987-03-02	02-03-1987
25 de noviembre de 1998	1998-11-25	25/11/1998
7 de diciembre de 1986	1986-12-07	VII/XII/1986
28 de julio de 1821	1821-07-28	1821/07/28
5 de enero de 2000	2000-01-05	00-01-05
1 de febrero de 1999	1999-02-01	99/01/02
1 de enero de 1999	99-01-01*	99/01/01
25 de febrero de 1961	61-02-25*	02/25/61

* Cuando no hay lugar a confusión.

Expresión del tiempo en forma numérica

El día se divide en 24 horas, desde 00:00 h hasta 24:00 h . Se emplearán únicamente los siguientes símbolos:

hora = h; minuto = min; segundo = s

Se expresará en el siguiente orden :

1º	2º	3º
horas	minutos	segundos

Se emplearán dos cifras para cada uno de ellos (horas, minutos, segundos).

Cuando el tiempo se exprese en horas, minutos y segundos, o en horas y minutos, puede omitirse el último símbolo. Cuando el tiempo se exprese únicamente en horas no se debe omitir el símbolo respectivo.

Ejemplos:

Sin omitir el último símbolo	Omitiendo el último símbolo
06 h 15 min 20 s	06 h 15 min 20
00 h 30 min 05 s	00 h 30 min 05
18 h 00 min 05 s	18 h 00 min 05
13 h 30 min	13 h 30
21 h	21 h (no se debe omitir el símbolo h)

Se debe dejar un espacio entre las cifras y los símbolos. Sin embargo, cuando el espacio es reducido pueden suprimirse los espacios.

Ejemplo:	18 h 15	o	18h15

Cuando se exprese el tiempo en horas y minutos se puede usar como separador los dos puntos (:) y el símbolo h al final.

Ejemplo:	13 h 30	o	13:30 h
	08 h 00	o	08:00 h
	00 h 15	o	00:15 h

Para intercambio de información se emplea el formato básico y el ampliado sin la escritura de los símbolos (ver NTP-ISO 8601).

Ejemplo:
formato básico: 133015 para expresar 13 h 30 min 15 s
formato ampliado: 13:30:15 para expresar 13 h 30 min 15 s

Las 24 h 00 pueden escribirse como las 00 h 00, en caso de referirse al día siguiente.

Ejemplo:
Las 24 h 00 del martes corresponden
a las 00 h 00 del miércoles

Comparación de la denominación recomendada del tiempo con la denominación antigua (no recomendada)

Ejemplo:	Denominación recomendada	Denominación antigua
	06 h 00	6 a.m.
	10 h 30 o 10:30 h	10:30 a.m.
	12 h 00	12 m.
	13 h 30 o 13:30 h	1:30 p.m.
	19 h 30 o 19:30 h	7:30 p.m.
	22 h 00	10 p.m.
	24 h 00 o 00 h 00	12 p.m.

Utilización de unidades de medida del Sistema Internacional de Unidades en los cálculos

La utilización de las unidades de medida del SI simplifica enormemente los cálculos, especialmente en los ámbitos científico y técnico. Las ventajas del uso de unidades SI en los cálculos pueden observarse en el siguiente ejemplo:

a) Si P = potencia total del motor de la bomba
T = tiempo de bombeo
ρ = masa específica o densidad del fluido
g = factor de la aceleración debida a la gravedad
V = volumen del fluido bombeado
h = altura de bombeo

y dichas magnitudes físicas suelen expresarse: P en kW, T en min, ρ en kg/m^3, g en m/s^2, V en L (litros), h en m; es posible originar una fórmula a partir de estos valores sin necesidad de modificarlos.

La fórmula sería:

$$P = \frac{\rho \, . \, g \, . \, V \, . \, h}{6 \times 10^7 \; T} \text{ kW}$$

El hecho de que haya que recordar el factor 6 x 10^7 que aparece en el denominador y el múltiplo o submúltiplo decimal pertinente a cada factor dificulta el empleo de la fórmula. Por otra parte, el factor que aparece en el denominador tendría que ser cambiado cada vez que alguno de los factores fuera expresado en forma de algún otro múltiplo o submúltiplo. Una manera más apropiada de presentar la fórmula es expresar cada factor en las unidades SI evitando el uso de múltiplos o submúltiplos.

La fórmula sería: $$P = \frac{\rho \cdot g \cdot V \cdot h}{T}$$

donde la respuesta se daría en la unidad SI respectiva. De este modo se evitaría el desperdicio de tiempo en verificar las dimensiones. Utilizando correctamente el SI en los cálculos técnicos, las fórmulas son más simples de recordar y sólo hay que aplicar la recomendación de expresar todas las variables en unidades SI.

A continuación se presenta el ejemplo con valores numéricos:

Se dan los factores expresados en las unidades de medida, múltiplos y submúltiplos usuales.	Expresando los factores en unidades SI:
ρ = 1 000 kg/m³	ρ = 1000 kg/m³
g = 9,81 m/s²	g = 9,81 m/s²
V = 5 000 L	V = 5 000 x10^{-3} m³
h = 20 m	h = 20 m
T = 1 min	T = 60 s

$$P = \frac{1000 \times 9{,}81 \times 5000 \times 10^{-3} \times 20}{60} = 16\ 350\ W$$

Este resultado se puede expresar en términos del múltiplo preferido SI (kW), que es el usual, insertando simplemente una coma en el espacio entre el millar y la centena. Así:

$$P = 16{,}350\ kW$$

b) Si P = potencia de un motor de un cilindro
p = presión media efectiva del pistón
L = longitud de la carrera del pistón
A = área del pistón
n = número de carreras de trabajo por minuto

y P se expresa en kW, p en kPa, L en mm, A en mm² y n en carreras del pistón por minuto. Si se origina una fórmula a partir de estos valores sin modificarlos, ésta sería:

$$P = \frac{p \cdot L \cdot A \cdot n}{6 \times 10^{10}}\ kW$$

que, tal como se explicó en el ejemplo a, es más difícil de manejar que si los factores se expresaran sólo en unidades SI, incluso si se evitan los múltiplos y submúltiplos decimales de dichas unidades de medida.

Si los factores de la fórmula se expresan utilizando únicamente unidades SI, la fórmula sería:

$$P = p \cdot L \cdot A \cdot n$$

donde el resultado saldría expresado en la unidad SI de potencia watt (W).

Presentamos el ejemplo con valores numéricos:

Se dan los factores expresados en las unidades de medida, múltiplos y submúltiplos usuales:	Expresamos los factores en unidades SI:
p = 950 kPa	p = 950 x 10^3 Pa
L = 90 mm	L = 90 x 10^{-3} m
A = 7 000 mm^2	A = 7 000 x 10^{-6} m^2
n = 840 carreras por minuto	n = 14 s^{-1}

Luego:
P = 950 x 10^3 x 90 x 10^{-3} x 7 000 x 10^{-6} x 14 = 8 379 W

Para expresar el resultado en el múltiplo preferido SI (kW), que es el usual, se inserta una coma en el espacio entre la centena y el millar. Así:

P = 8,379 kW

Sistema indoarábigo de numeración decimal

Una de las ventajas más importantes del SI es que se basa en el sistema indoarábigo de numeración decimal.

Valor-posición

El sistema indoarábigo de numeración decimal está formado por las diez cifras indoarábigas 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 y 0. En este sistema, el valor de cada cifra depende de la posición que ocupe dentro del valor numérico.

Ejemplos:
a) El valor de 2 en 268 es 2 centenas
b) El valor de 2 en 723 es 2 decenas
c) El valor de 2 en 592 es 2 unidades

El valor de la cifra 2 en el ejemplo a) es diez veces mayor que en b), y su valor en b) es diez veces mayor que en c). Además, cada posición sucesiva hacia la izquierda que ocupe dicha cifra tendrá un valor diez veces mayor que la posición precedente.

El cero para cubrir posición

En un valor numérico como 207, el cero sirve para cubrir una posición e indica que no hay decenas. Sin el cero, dicho valor numérico se escribiría ambiguamente como 2 7.

El indicador decimal

De acuerdo con lo mencionado, cada posición dentro de un valor numérico tiene un valor diez veces mayor que la posición inmediata a su derecha o, lo que es lo mismo, cada posición dentro de un valor numérico tiene un valor diez veces menor que la posición inmediata a su izquierda.

Así, en el valor numérico 352 la cifra de la posición de la izquierda representa 5 decenas: 5 x 10 = 50, y la cifra de la derecha representa 2 unidades: 2 x 1 = 2. Si se agrega una cifra –por ejemplo, 7– cualquiera al valor numérico 352, se tendrá el valor numérico 3 527. La cifra 7, entonces, no representa 7 décimas de unidad por el hecho de encontrarse en una posición inmediatamente a la derecha de la cifra 2, que representaba 2 unidades. La adición de cifras a la derecha de un valor simplemente ocasiona que las cifras precedentes ocupen posiciones cuyos valores se multipliquen diez veces con relación a los que anteriormente poseían. Así, 3 527 representa 3 millares + 5 centenas + 2 decenas + 7 unidades.

Para introducir una nueva posición que represente una décima de unidad, se utiliza la coma como separador de enteros y decimales.

Así, 352,7 significa
3 centenas + 5 decenas + 2 unidades + 7 décimas.

El valor de la siguiente posición a la derecha de la cifra 7 sería una décima de décima de unidad – o centésima–, y la siguiente posición hacia la derecha correspondería a una décima de centésima –o milésima–.

Tabla posicional de los valores numéricos

Los valores de los órdenes numéricos más usuales se ilustran en la siguiente tabla:

Órdenes numéricos / Ejemplos				centena	decena	unidad				diez milésima	cien milésima	millonésima
a)	4	3	6	0	0	0						
b)				4	3	6						
c)						0,	4	3	6			
d)						0,	0	0	0	4	3	6

Nomenclatura de los valores numéricos

a) cuatrocientos treinta y seis millares o cuatrocientos treinta y seis mil unidades
b) cuatrocientos treinta y seis unidades
c) cuatrocientos treinta y seis milésimas
d) cuatrocientos treinta y seis millonésimas.

En los ejemplos presentados se puede observar que la estructura centena-decena-unidad se repite en cada grupo de tres cifras. Por esta razón se sugiere simplificar la nomenclatura mencionada, utilizando únicamente una columna de título para cada grupo de tres cifras en lugar de usar una para cada orden numérico.

Ejemplos: e)

millar	unidad	milésima	millonésima
78	321	945	

El valor numérico de este ejemplo corresponde a
78 millares + 321 unidades + 945 milésimas.

Esta forma de simplificar la nomenclatura de los valores numéricos empleando una sola columna de título para cada grupo de tres cifras o clase, permite aprovechar las ventajas de la utilización de los prefijos preferidos SI anteriormente mencionados.

La importancia del cero para cubrir una posición se ilustra en los siguientes ejemplos:

f) Para escribir 63 millares, simplemente se debe escribir 63 en la columna de los millares y llenar las posiciones sobrantes con ceros.

millar	unidad		
63	000	o	simplemente 63 000

g) Para escribir 63 millares + 25 unidades, se debe escribir 63 en la columna de los millares y agregar un cero a la izquierda de 25 para conformar el grupo de tres cifras en la columna de las unidades.

millar	unidad		
63	025	o	simplemente 63 025

h) Para escribir 63 milésimas, se debe escribir 63 en la columna de las milésimas agregando un cero a la izquierda de 63 para conformar el grupo de tres cifras en la columna de las milésimas.

unidad		milésima		
0	,	063	o	simplemente 0,063

Si 63 se escribiera sin la cifra cero después del separador decimal, significaría 630 milésimas.

unidad		milésima
0	,	63
0	,	630

Para interpretar correctamente cualquier valor numérico decimal empleando una sola columna de título para cada grupo de tres cifras, es recomendable completarlo con ceros.

Ejemplos:				
	unidad		milésima	Nomenclatura
i)	0	,	35	
	0	,	350 =	350 milésimas
j)	0	,	4	
	0	,	400 =	400 milésimas

Conversión y redondeo

Tal como se ha mencionado en la introducción, hay tres niveles que deben tomarse en cuenta para adecuarse al nuevo sistema de unidades de medida. El más completo y avanzado consiste en adoptar valores normalizados en el SI; otro nivel de adecuación consiste en adoptar valores en el SI aproximados a los valores equivalentes en otros sistemas, y el tercer nivel de adecuación al SI –que será tratado en este capítulo– consiste en

hacer la conversión directa de un sistema a otro a través de los factores de equivalencia o conversión entre las unidades de medida del SI y las unidades de los otros sistemas que usualmente se empleaban. Esta conversión debe realizarse con la precisión requerida en cada caso pero, aunque muchas veces es el método más simple y económico, impide aprovechar las ventajas asociadas con el carácter decimal del SI. Por ejemplo, cuando se hacen conversiones directas del sistema inglés o pie-libra al SI, se obtiene la serie 3; 4; 8; 12; 16; 32; etcétera. Esto es una desventaja del sistema pie-libra frente al SI, cuya serie tiene como estructura 2; 5; 10... debido a que es un sistema decimal.

Al hacer la conversión directa de un sistema de unidades de medida a otro debe mantenerse la precisión del valor original tan estrechamente como sea posible. Es engañoso y no tiene sentido convertir un valor como, por ejemplo, 2 lb 10 oz –el cual es conocido a la onza más cercana– a 1,190 679 97 kg (que representa conversión al más cercano 10 μg, más de un millón de veces más preciso que el valor original). Ello sería equivalente a convertir y redondear al milímetro más cercano la dimensión de una parte de una máquina que ha sido fabricada con precisión a la milésima de pulgada más cercana para que encaje. En este caso se perdería precisión, pues el valor convertido sería aproximadamente cuarenta veces menos preciso que el original.

Redondeo

Aspectos generales

La información numérica requerida para cálculos diversos se obtiene de diferentes fuentes y, por lo tanto, tiene diversos grados de precisión y exigencia en cuanto a la presentación de órdenes numéricos. Por ello, es necesario observar ciertas reglas cuando se realicen operaciones aritméticas con dicho tipo de información.

Se considerará cifra significativa a cualquier cifra que sea necesaria para darle a un valor numérico la precisión requerida.

Ejemplos:

a) Se tiene la medida 279,27 m, que es una medida conocida a la más cercana centésima de metro (0,01 m) (por lo tanto, el valor numérico tiene cinco cifras significativas). Si se quiere aproximar esta medida a la décima de metro (0,1 m), la medida se redondeará a 279,3 m (valor numérico con cuatro cifras significativas). Si se quiere aproximar la medida a la unidad metro (1 m), la medida se redondeará a 279 m (valor numérico con tres cifras significativas).

b) La tabla muestra algunos valores numéricos con diferente número de cifras significativas.

Valor numérico	Valor numérico conocido o aproximado al más cercano	Cifras significativas	Número de cifras significativas
0,058 70	0,000 01	5; 8; 7 y 0	cuatro
0.058 7	0,000 1	5; 8 y 7	tres
10,058 7	0,000 1	1; 0; 0; 5; 8 y 7	seis
2 788,0	0.1	2; 7; 8; 8 y 0	cinco
278 800	1	2,7; 8; 8; 0 y 0	seis
278 800	10	2,7; 8: 8 y 0	cinco
278 800	100	2,7; 8 y 8	cuatro
$2{,}788 \times 10^3$	1	2; 7; 8 y 8	cuatro
2,788	0.001	2; 7; 8 y 8	cuatro

El cero colocado a la izquierda de la primera cifra significativa de un valor numérico no debe considerarse como significativo, ya que su función es determinar el orden numérico de los valores numéricos.

Ejemplos:

0,003 28	puede escribirse como $3{,}28 \times 10^{-3}$
0,052	puede escribirse como $5{,}2 \times 10^{-2}$

El cero colocado a la derecha de un valor numérico puede o no ser significativo. Ello depende de su origen y de la relación que guarde con la precisión de la medida.

Ejemplos:

a) Los ceros colocados a la derecha de un valor numérico conducen con frecuencia a su falta de claridad si la parte significativa del valor numérico no está especificada. 278 800 podría ser conocido a la más cercana unidad (1), decena (10), o centena (100), dependiendo del origen del valor numérico. Para evitar esta ambigüedad, se recomienda que los valores numéricos sean escritos con el número de cifras significativas necesarias multiplicadas por la potencia de diez correspondiente que reemplace a los ceros no significativos. Así, 278 800 pasaría a ser :

$2{,}788\ 00 \times 10^5$	para indicar la parte significativa la más cercana unidad (1)
$2{,}788\ 0 \times 10^5$	más cercana decena (10)
$2{,}788 \times 10^5$	más cercana centena (100)

b) Si 20 500 es un valor numérico conocido o aproximado a la más cercana centena (100), el valor numérico se escribiría como $2{,}05 \times 10^4$ para evitar ambigüedades. Los dos ceros de la derecha no son significativos, ya que sólo indican el orden numérico. El cero entre las cifras 2 y 5 sí es significativo.

Finura o agudeza en el redondeo

La finura o agudeza en el redondeo es el valor unitario del orden numérico correspondiente a la posición de la última cifra significativa. En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos redondeados a diferentes niveles de órdenes numéricos, o diferentes grados de finura o agudeza.

Finura o agudeza en el redondeo	Valores numéricos	
	325,352 5 *	2 457,5 *
0,001	325.352	
0.01	325,35	
0,1	325,4	2 457,5
1	325	2 458
10	3,3 x 10^2	2,46 x 10^3
100	3 x 10^2	2,5 x 10^3

Nota: En los ejemplos de esta tabla se han hecho redondeos directos para cada grado de finura o agudeza a partir de los valores numéricos originales*.

Incertidumbre

La incertidumbre de un valor numérico es generalmente igual a la mitad del valor unitario del orden numérico donde se encuentra situada la última cifra significativa. De esta manera, si el valor de una longitud medida es de 7,74 m, la incertidumbre tiene un valor de 0,005 m, lo que significa que la longitud medida está comprendida entre 7,735 m y 7,745 m. Asimismo, si se tiene que el valor de una masa medida es de 585 kg, la incertidumbre tiene un valor de 0,5 kg, lo que significa que la masa medida está comprendida entre 584,5 kg y 585,5 kg .

La siguiente tabla muestra la incertidumbre de diversos valores numéricos.

Valor numérico	Valor numérico conocido o aproximado al más cercano	Reescribiendo para indicar la parte significativa	Incertidumbre	Limites entre los que se encuentra el valor numérico
0,058 70	0,000 01	5,870 x 10^{-2}	0,000 5 x 10^{-2} ó 0,000 005	5,870 5 x 10^{-2} 5,869 5 x 10^{-2}
0,058 7	0,000 1	5.87 x 10^{-2}	0.005 x 10^{-2} ó 0,000 05	5,875 x 10^{-2} 5,865 x 10^{-2}
3 420 000	1 000	3,420 x 10^6	0,000 5 x 10^6 ó 500	3,420 5 x 10^6 3,419 5 x 10^6
26 ± 0,03	0,01	26,00 ± 0,03	0.005	26,035 25,965
$26^{+0,25}_{-0,3}$	0,01	$26{,}00^{+0,25}_{\ \ 0,30}$	0,005	26,255 25,695

Redondeo de valores numéricos

Cuando la primera cifra eliminada es menor que cinco (5), la última cifra retenida debe mantenerse inalterada.

Ejemplos:

9,33	redondeado a 0,1 queda 9,3
6,364	redondeado a 0,01 queda 6,36
204	redondeado a 10 queda 200 ó 2,0 x 10^2 (el cero de la decena es significativo)

Cuando la primera cifra eliminada es mayor que cinco (5), la última cifra retenida debe incrementarse en uno (1).

Ejemplos:	
12 361	redondeado a 100 queda 12 400 o 1,24 x 10^4
35,8	redondeado a 1 queda 36
52,299 7	redondeado a 0,001 queda 52,300 o 5,230 0 x 10^1 (los ceros de la centésima y la milésima son significativos)

Cuando la primera cifra eliminada es igual a cinco (5) y está seguida de por lo menos una cifra cualquiera diferente de cero, la última cifra retenida debe incrementarse en uno (1).

Ejemplos:	
3,625 1	redondeado a 0,01 queda 3,63
0,750 000 001	redondeado a 0,1 queda 0,8
299 500,01	redondeado a 1 000 queda 300 000 o 3,00 x 10^5 (los ceros del millar y la decena de millar son significativos)

Cuando la primera cifra eliminada es igual a cinco (5) seguida únicamente de ceros, o sin otras cifras a continuación, pueden seguirse dos reglas diferentes:

a) La última cifra retenida debe incrementarse en una unidad si es impar, y debe mantenerse inalterada si es par o cero.

Ejemplos:	
31,45	redondeado a 0,1 queda 31,5
15,500 000	redondeado a 1 queda 16
7,320 5	redondeado a 0,001 queda 7,321
89 995	redondeado a 10 queda 90 000 o 9,000 x 10^4 (los ceros de la decena, centena y millar no son significativos)

b) La última cifra retenida debe incrementarse en una unidad.

Ejemplos:	
31,45	redondeado a 0,1 queda 31,5
15,500 000	redondeado a 1 queda 16
7,320 5	redondeado a 0,001 queda7,321
89 995	redondeado a 10 queda 90 000 o 9,000 x 10^4

Nota: La regla **a** es generalmente preferible y particularmente ventajosa cuando se trata, por ejemplo, de series de medidas, de tal manera que se reduzcan al mínimo los errores de redondeo. La regla **b** se utiliza frecuentemente en computadoras.

El proceso de redondeo debe realizarse en una sola etapa mediante el redondeo directo y no en dos o más redondeos sucesivos.

Ejemplos:

a) 67 493 redondeado a 1 000 queda 67 000. Sería incorrecto redondear primero a 100, con lo que se obtendría 67 500, y luego a 1 000, con lo que se obtendría 68 000.

b) 29, 346 2 redondeado a 0,1 queda 29,3. Sería incorrecto redondear primero a 0,01, con lo que se obtendría 29,35, y luego a 0,1, con lo que se obtendría 29,4.

Las reglas descritas anteriormente sólo deben aplicarse cuando no haya que tener en cuenta criterios especiales para la elección del número redondeado. En los casos en que es necesario tomar en cuenta exigencias de seguridad o límites especificados, puede convenir, por ejemplo, hacer el redondeo en un solo sentido.

Redondeo en operaciones aritméticas

Cuando se sumen o resten varios valores numéricos, éstos se redondearán de manera que conserven al lado derecho una cifra significativa más que el último orden numérico común significativo. Posteriormente se realiza la operación aritmética y, por último, el resultado debe redondearse para que no contenga más cifras significativas a la derecha que el último orden numérico común.

Ejemplos:

a) Se suman tres valores numéricos: 23 000 –valor numérico conocido al más cercano millar (1 000)–; 11 990 –valor numérico conocido a la más cercana unidad (1), por lo tanto el cero es significativo–; y 16 712 –valor numérico conocido a la más cercana unidad (1)–.

23 000 ← (*) Último orden numérico común significativo (millar = 1 000)

11 990
16 712 } se redondean de manera que conserven al lado derecho una cifra significativa más que el millar, que es el último orden numérico común; por lo tanto se redondean a la centena (100).

La suma quedaría:
23 000
12 000 → (el cero de la centena es significativo)
<u>16 700</u>
51 700 resultado parcial que deberedondearse al millar (1 000), que es el último orden numérico común significativo.
Resultado final = 52 000 o $5,2 \times 10^4$

b) Se realiza la resta de los dos valores numéricos siguientes:

minuendo 25 730,2 -valor numérico conocido a la máscercana décima (0,1)-;

substraendo 16 873,845 -valor numérico conocido a la más cercana milésima (0,001)-.

* Último orden numérico común significativo –décima (0,1)–; porlo tanto, el substraendo se redondeará a la centésima (0,01)

La resta quedará:

25 730,20 → se agrega un cero para facilitar la lectura del valor numérico al hacer la resta
<u>– 16 875,85</u>
8 854,35 → el resultado parcial debe redondearse a la décima (0,1), que es el último orden numérico común significativo
Resultado final: 8 854,4 o $8,854\,4 \times 10^3$

Cuando se multipliquen o se dividan varios valores numéricos, el resultado debe redondearse hasta que contenga el mismo número de cifras del valor numérico con menos cifras significativas considerado en la operación.

Ejemplos:
a) $\underbrace{32,4}_{1)} \times \underbrace{2,361}_{2)} = 76,496\,4$ el resultado debe redondearse a tres cifras significativas, con lo que se obtiene 76,5

1) Valor numérico con tres cifras significativas, conocido a la más cercana décima (0,1).
2) Valor numérico con cuatro cifras significativas, conocido a la más cercana milésima (0,001).

b) $\underbrace{26,2}_{3)} \div \underbrace{3,2}_{4)} = 8,187\ 5$ el resultado debe redondearse a dos cifras significativas, con lo que se obtiene 8,2

3) Valor numérico con tres cifras significativas, conocido a la más cercana décima (0,1).
4) Valor numérico con dos cifras significativas, conocido a la más cercana décima (0,1).

Los valores numéricos exactos deben considerarse como compuestos por un número infinito de cifras significativas y, por lo tanto, cuando intervengan en operaciones aritméticas con valores numéricos no exactos, la exactitud del resultado será limitada únicamente por el valor numérico no exacto que tenga menos cifras significativas.

Ejemplos:

a) 30 x 20,2 = 606; donde 30 es un valor numérico exacto (tiene un número infinito de cifras significativas) y 20,2 es un valor numérico conocido a la más cercana décima (0,1) con tres cifras significativas; por lo tanto, el resultado tendrá tres cifras significativas.

b) 30 x 20,2 = 600 o 6 x 10^2; donde 30 es un valor numérico conocido a la más cercana decena (10) con una cifra significativa y 20,2 es un valor numérico conocido a la más cercana décima (0,1) con tres cifras significativas. 30 x 20,2 = 606; pero como el resultado debe tener una sola cifra significativa, debe redondearse a 100 (centena); por lo tanto, el resultado final será 600 o 6 x 10^2.

Nota: Generalmente, los valores numéricos exactos son los que se refieren al conteo. Por ejemplo, si nos referimos a que se han vendido 45 pernos de acero de 5 mm de diámetro, el valor numérico 45 es exacto; si una tienda de expendio de comestibles ha vendido durante el día 36 bolsas de azúcar de 2 kg, el valor numérico 36 es exacto.

Cuando los cálculos se realizan en varias etapas, los resultados parciales deben redondearse al final de cada etapa y se debe retener en ellos una cifra significativa más que lo especificado en los acápites anteriores. Al final, el resultado se redondeará hasta que tenga el mismo número de cifras significativas que el valor numérico con menos cifras significativas que interviene en la operación.

Ejemplos:

Realizar la siguiente operación:
1,425 0 x (12,3/1,333 3)

donde 1,425 0 es un valor numérico conocido a la más cercana diezmilésima (0,000 1) con cinco cifras significativas (el cero de la diezmilésima es significativo); 12,3 es un valor numérico conocido a la más cercana décima (0,1) con tres cifras significativas, y 1,333 3 es un valor conocido a la más cercana diez milésima (0,000 1) con cinco cifras significativas.

Se resuelve el paréntesis:
12,3 ÷ 1,333 3 = 9,225 230 6

El resultado debería tener tres cifras significativas, según lo señalado anteriormente; pero como es un resultado parcial, debe contener una cifra significativa más. Por lo tanto, debe contener cuatro cifras significativas y redondearse a 9,225.

Se realiza la multiplicación:
1,425 x 9,225 = 13,145 625

Este resultado final debe redondearse hasta que contenga el mismo número de cifras significativas que el valor numérico con menos cifras significativas que ha intervenido en la operación

(12,3, con tres cifras significativas); por lo tanto, el resultado final debe contener tres cifras significativas.

Resultado final = 13,1

Conversión

Aspectos generales

Para hacer la conversión entre unidades de medida y submúltiplos correspondientes y la conversión entre unidades de medida de diferentes sistemas, deben utilizarse los factores de conversión o equivalencia respectivos, de manera que se elimine la unidad convertida y quede la unidad de medida a convertir.

Ejemplos:

a) Convertir 20 g/mL al valor equivalente expresado en kg/m^3.
20 es un valor numérico conocido a la más cercana unidad (1).

$$\frac{20\ g}{mL} \times \frac{1\ kg}{10^3\ g} \times \frac{10^6\ mL}{m^3} = 20 \times 10^3\ kg/m^3 \text{ ó } 2{,}0 \times 10^4\ kg/m^3$$

b) Convertir 3 km/min al valor equivalente expresado en m/s.
3 es un valor conocido a la más cercana unidad (1).

$$\frac{3\ km}{min} \times \frac{10^3\ m}{1\ km} \times \frac{1\ min}{60\ s} = 50\ m/s \text{ ó } 5 \times 10^1\ m/s$$

Para convertir unidades de medida de otros sistemas a los valores equivalentes en el SI, se utilizarán las tablas de conversión que presentamos al final de este capítulo.

Cuando se hagan conversiones de las unidades de temperatura grado Celsius (°C) y grado Fahrenheit (°F) a kelvin (K) se debe tener cuidado de no confundir los factores de conversión para una temperatura determinada con los factores de conversión para intervalos de temperatura. Ambos tipos de factor están contemplados en las tablas de conversión que presentamos al final de este capítulo.

Cuando se hagan conversiones y sea necesario escribir conjuntamente los valores expresados en el SI con los valores expresados en unidades de medida de otros sistemas, se colocará a la izquierda del valor expresado en la unidad de medida del SI y a continuación el valor equivalente en la unidad del otro sistema encerrado entre paréntesis.

Ejemplos	Correcto	Incorrecto
	10 L (2,64 gal USA)	2,64 gal USA (10 L)
	25,4 mm (1 in)	1 in (25,4 mm)
	5 kg (11 lb)	11 lb (5 kg)

Conversión significativa

El siguiente método asegura que la precisión de un valor convertido al SI sea tan cercana al valor original como sea posible.

Procedimiento

i) El valor numérico por ser convertido se reescribe para indicar la parte significativa.
ii) Se convierte al SI el valor numérico reescrito con la ayuda del factor de conversión aplicable. Se debe redondear este

factor para facilitar los cálculos, pero debe contener por lo menos dos cifras significativas más que el valor reescrito que está siendo convertido.

iii) También se convierte el valor unitario del orden numérico de la última cifra significativa del valor numérico original, y se escribe el resultado en la forma A x 10^b con $1 \leq A < 10$. En otras palabras, se escribe el resultado como un número mayor o igual a 1; o menor que 10, multiplicado por la potencia de diez correspondiente.

iv) Se compara A con $\sqrt{10}$, cuyo valor aproximado es 3,162 277… La finura o agudeza de redondeo requerida es:

10^b si $A \leq \sqrt{10}$ y
10^{b+1} si $A > \sqrt{10}$

Ejemplos:

a) Valor cuya precisión se conoce

Se da el volumen de un cilindro ($5^{+0,1}_{-0,05}$ galones USA y se desea obtener su equivalente en litros.

i) Se reescribe el valor numérico como $5^{+0,10}_{-0,05}$ (tres cifras significativas)cuya finura o agudeza en el redondeo es (*) ← 0,01 y la incertidumbre es 0,005.

ii) El factor de conversión es:

$$3{,}785\,412 \times 10^{-3}\ \frac{m^3}{\text{gal USA}} \times \frac{10^3\ L}{m^3}$$
$$= 3{,}785\,412 \times 10^{-3}\ \text{L/gal USA}$$

Como el valor numérico a convertir tiene tres cifras significativas, el factor de conversión debe redondearse a cinco cifras significativas, con lo que quedaría como 3,785 4 L/gal (USA). Los valores numéricos convertidos son:

$$\left.\begin{array}{l} 5{,}00 \times 3{,}785\,4 = 18{,}927 \\ 0{,}10 \times 3{,}785\,4 = \ \ 0{,}378\,54 \\ 0{,}05 \times 3{,}785\,4 = \ \ 0{,}189\,27 \end{array}\right\} (***)$$

iii) La finura o agudeza convertida por redondeo es:

(*) $0{,}01 \times 3{,}785\,4 = 0{,}037\,854$
$= 3{,}785 \times 10^{-2} \rightarrow$ (**)

iv) 3,785 4 es mayor que $\sqrt{10}$; por ello, la finura o agudeza de redondeo requerida es (**) $10^{-2+1} = 10^{-1} = 0{,}1$; por lo tanto, el valor numérico convertido se redondeará a la décima de litro más cercana (***).

volumen del cilindro = $18{,}9^{+0,4}_{-0,2}$

b) Valor para el cual la incertidumbre puede ser determinada por el contexto o por experiencia

Se tiene el esfuerzo de tensión de un metal como 25 toneladas-fuerza (2 240 libras fuerza) por pulgada cuadrada, y en la práctica es usual determinar los esfuerzos de tensión con una incertidumbre de 112 libras fuerza por pulgada cuadrada. Se desea obtener el valor equivalente en pascales.

i) La incertidumbre es 112 libras fuerza por pulgada cuadrada, lo cual es igual a 0,05 toneladas fuerza por pulgada cuadrada. La finura o agudeza de redondeo es por lo tanto $2 \times 0{,}05 = 0{,}1 \rightarrow$(*).

Por lo tanto, se reescribe el valor numérico como 25,0 toneladas-fuerza por pulgada cuadrada (tres cifras significativas).

ii) El factor de conversión es:

$1{,}544\ 43 \times 10^7$ Pa / (tonf/in^2)

Como el valor numérico a convertir tiene tres cifras significativas, el factor de conversión debe redondearse a cinco cifras significativas, con lo que quedaría como $1{,}544\ 4 \times 10^7$.

El valor numérico convertido es:

$25{,}0 \times 1{,}544\ 4 \times 10^7 = 38{,}61 \times 10^7$ Pa (***)

iii) La finura o agudeza convertida por redondeo es:

(*) $0{,}1 \times 1{,}544\ 4 \times 10^7 = 1{,}544\ 4 \times 10^6$ (**)

iv) 1,544 4 es menor que $\sqrt{10}$; por ello, la finura o agudeza de redondeo requerida es (**) 10^6.

(***) Escribiendo el valor numérico convertido en términos de 10^6.

$386{,}1 \times 10^6$ Pa

El valor numérico convertido se redondeará al 10^6 pascales más cercano:

Esfuerzo de tensión del metal = 386×10^6 Pa
= $3{,}86 \times 10^8$ Pa o 386 MPa

Nota: Supóngase que por alguna razón el valor de 25,0 toneladas-fuerza por pulgada cuadrada representara un mínimo absoluto, de manera que el esfuerzo de tensión no pudiera ser menor que dicho valor en cualquier circunstancia. Entonces, el valor numérico convertido de $386{,}1 \times 10^6$ Pa tendría que ser redondeado a 387×10^6 Pa y no a 386×10^6 Pa, como se obtendría aplicando las reglas de redondeo usuales. En forma similar, los valores máximos absolutos tienen que redondearse al siguiente valor numérico menor respectivo, aun contradiciendo las reglas de redondeo establecidas.

Factores de conversión

A continuación se muestran los factores de conversión a unidades del SI de algunas unidades de medida existentes.

Nombre y símbolo de la unidad	Definición y factores de conversión
pulgada: **in**	1 in = 25,4 mm (exactamente) A veces se usan las expresiones "mil" o "thou" para designar la milipulgada
pie: **ft**	1 ft = 12 in 1 ft = 0,304 8 m (exactamente) El pie del U.S. Survey, utilizado por el U.S. Coast and Geodetic Survey, se define como: 1 U.S. Survey ft $= \frac{1\,200}{3\,937}$ m $= 1{,}000\ 002 \times 0{,}304\ 8$ m
yarda: **yd**	1 yd = 3 ft = 36 in = 0,914 4 (exactamente) Esta definición se adoptó oficialmente por los Estados Unidos en 1959 (Announcement U.S. Dep. of Commerce, Nat. Bur. Standards, F.R. Doc. 59-5442 d.d June 30, 1959) y por el Reino Unido en 1963 (Weights and Measures Act, 1963). Existe la excepción del U.S. Survey ft -
milla: **mile**	1 mile = 5280 ft = 1 760 yd 1 mile = 1609,344 m (exactamente) 1 U.S. Survey mile = 1609,347 m La milla de 5280 ft se conoce con el nombre de "statute mile"

Nombre y símbolo de la unidad	Definición y factores de conversión
pulgada cuadrada: in^2	1 in^2 = 645,16 mm^2 (exactamente) A veces se usa la expresión "circular mil" para designar una superficie de $\frac{\pi}{4} \times 10^{-6}\ in^2 = 506{,}707\ 5\ \mu m^2$
pie cuadrado: ft^2	1 ft^2 = 0,092 903 04 m^2 (exactamente)
yarda cuadrada: yd^2	1 yd^2 = 0,836 127 36 m^2 Las abreviaturas sq in, sq ft, sq yd son de uso corriente
milla cuadrada: $mile^2$	1 $mile^2$ = 2,589 988 km^2 1 $mile^2$ (U.S. Survey) = 2,589 998 km^2 1 $mile^2$ = 640 acres (exactamente)
acre	1 acre = 4 046,856 m^2 1 acre (U.S. Survey) = 4 046,873 m^2 1 acre = 4 840 yd^2 (exactamente)
pulgada cúbica: in^3	1 in^3 = 16,387 064 cm^3 (exactamente)
pie cúbico: ft^3	1 ft^3 = 28,316 85 dm^3 (exactamente)
yarda cúbica: yd^3	1 yd^3 = 0,764 554 9 m^3 Las abreviaturas cu in, cu ft, cu yd son de uso corriente
galón (UK): gal (UK)	1 gal (UK) = 277,420 in^3; 1 gal (UK) = 4,546 092 dm^3 (exactamente) = 1,200 95 gal (US)
pinta (UK): pt (UK)	8 pt (UK) = 1 gal (UK); 1 pt (UK) = 0,568 261 25 dm^3 (exactamente) = 1,200 95 liq pt (US)
onza de fluido (UK): fl oz (UK)	160 fl oz (UK) = 1 gal (UK); 1 fl oz (UK) = 28,413 06 cm^3 = 0,960 760 fl oz (US)

Nombre y símbolo de la unidad	Definición y factores de conversión
bushel (UK):	1 bushel (UK) = 8 gal (UK); 1 bushel (UK) = 36,368 72 dm^3 (exactamente) = 1,032 06 bu (US)
galón (US): gal (US)	1 gal (US) = 231 in^3; 1 gal (US) = 3,785 412 dm^3 = 0,832 674 gal (UK)
pinta de líquido: liq pt (US)	8 liq pt (US) = 1 gal (US); 1 liq pt (US) = 0,473 176 5 dm^3 = 0,832 674 pt (UK)
onza de fluido (US): fl oz (US)	128 fl oz (US) = 1 gal (US); 1 fl oz (US) = 29,573 53 cm^3 = 1,040 84 fl oz (UK)
barril (US) para petróleo, etc.	1 barril (US) = 9 702 in^3; 1 barril (US) petróleo = 158,987 3 dm^3 = 34,972 3 gal (UK) = 42 gal (US)
bushel (US) bu (US)	1 bu (US) = 2 150,42 in^3, 1 bu (US) = 35,239 07 dm^3 = 0,968 939 bushel (UK)
pinta de áridos (US): dry pt (US)	64 dry pt (US) = 1 bu (US); 1 dry pt (US) = 0,550 610 5 dm^3 = 0,968 939 pt (UK)
barril de áridos (US): bbl (US)	1 bbl (US) (áridos) = 7 056 in^3; bbl (US) (áridos) = 115,627 1 dm^3
libra: lb	1 lb = 0,453 592 37 kg (exactamente)
grano gr	$1\ gr = \frac{1}{7\ 000}\ lb$ = 64,798 91 mg (exactamente)
onza: oz	$1\ oz = \frac{1}{16}\ lb$ = 437,5 gr (exactamente) = 28,349 52 g

Nombre y símbolo de la unidad	Definición y factores de conversión
ıundredweight: :wt	1 cwt (UK) = 1 cwt largo (US) = 112 lb (exactamente) = 50,802 35 kg 1 cwt (US) = 100 lb (exactamente) = 45,359 237 kg (exactamente)
onelada: on	1 ton (UK) = 1 ton larga (US) = 2 240 lb (exactamente) = 1 016,05 kg = 1,016 047 t 1 ton (US) = 2 000 lb (exactamente) = 907,184 7 kg = 0,907 184 7 kg
ınza troy	1 onza troy = 480 gr (exactamente) = 31,103 476 8 g (exactamente)
ibra por pie :úbico: b/ft³	1 lb/ft³ = 16,018 46 kg/m³
ibra fuerza: ɔf	1 lbf = 4,448 222 N basado en el valor estándar de g_n = 9,806 65 m/s² Esta unidad se debe distinguir del peso local de un cuerpo que tenga una masa de 1 lb
ie libra fuerza: : · lbf	1 ft · lbf = 1,355 818 N·m
bra fuerza por ulgada cuadrada: ɔf/in²	1 lbf/in² = 6 894,757 Pa
le libra fuerza or segundo: · lbf/s	1 ft · lbf/s = 1,355 818 W 1 caballo de potencia (hp) = 550 ft · lbf/s (exactamente) = 745,699 9 W
uilate métrico	1 quilate métrico = 100 mg (exactamente)

Nombre y símbolo de la unidad	Definición y factores de conversión
kilogramo fuerza kgf	1 kgf = 9,806 65 N (exactamente) Los símbolos kgf (kilogramo fuerza) y kp (kilopondio) son equivalentes. Esta unidad debe distinguirse del peso local de un cuerpo que tenga una masa de 1 kg $g_{standard}$ = 9,806 65 m/s²
kilogramo fuerza metro: kgf · m	1 kgf · m = 9,806 65 N · m (exactamente)
kilogramo fuerza por metro cuadrado: kgf/m²	1 kgf/m² = 9,806 65 Pa (exactamente)
torr Torr	1 Torr $= \frac{1}{760}$ atm (exactamente) = 133,322 4 Pa
atmósfera técnica: at	1 at = 1 kgf/cm² = 0,967 841 atm = 98 066,5 Pa (exactamente)
milímetro de agua convencional: mmH_2O	1 mmH_2O = 10^{-4} at = 9,806 65 Pa (exactamente)
milímetro de mercurio convencional mmHg	1 mmHg = 13,595 1 mmH_2O = 133,322 4 Pa
atmósfera estándar: atm	1 atm = 101 325 Pa (exactamente)

Nombre y símbolo de la unidad	Definición y factores de conversión
caballo de vapor métrico	1 caballo de vapor = 75 kgf · m/s = 735,498 75 W (exactamente)
dina: **dyn**	1 dina es la fuerza que, aplicada a un cuerpo cuya masa es 1 g, le comunica una aceleración de 1 cm/s^2 1 dyn = 10^{-5} N
poise: **P**	1 P es la viscosidad de un fluido en el cual el gradiente de velocidad, sometido a un esfuerzo cortante de 1 dyn/cm^2, es de 1 cm/s por centímetro, perpendicularmente al plano de deslizamiento 1 P = 1 dyn · s/cm^2 = 1 g · cm^{-1} · s^{-1} = 0,1 Pa · s
stokes: **St**	1 St es la viscosidad cinemática cuya viscosidad dinámica es 1 P y cuya densidad es 1 g/cm^3 1 St = 10^{-4} m^2/s
ergio: **erg**	1 erg es el trabajo producido por la fuerza de 1 dyn, cuyo punto de aplicación se desplaza 1 cm en la dirección de la fuerza 1 erg = 1 dyn · cm = 10^{-7} J
grado centesimal gon: ^{g}, gon	$1^g = 1 \text{ gon} = \frac{\pi}{200}$ rad 1^g = 0,015 707 96 rad
año-luz: electro-magnéticas (a.l.)[1]	1-año-luz es la distancia recorrida en un año por las ondas en el vacio 1 a.l. = 9.460 730 x 10^{15} m
año, año trópico a, a_{trop}	El año trópico es el tiempo transcurrido entre dos pasadas sucesivas del sol por los equinocios vernales medios. Este intervalo de tiempo está referido a la diferencia correspondiente de longitud media del sol, que depende del tiempo de una forma no exactamente lineal: es decir, el año trópico no es constante, sino que decrece alrededor de 0,53 s por siglo. El año trópico es aproximadamente igual a 365,242 20 d = 31 556 926 s

Nombre y símbolo de la unidad	Definición y factores de conversión
unidad astronómica: **UA**	1 UA = 1,495 978 7 x 10^{11} m (valor adoptado por el sistema de constantes astronómicas en 1976)
parsec: **pc**	1 parsec es la distancia en la que 1 UA subtiendeun ángulo de 1 segundo de arco. 1 pc = 206 264,8 UA = 30,856 78 x 10^{15} m
gal: **Gal**	1 Gal = 0,01 m/s^2 (exactamente) El miligal es comúnmente usado en geodesia.

1) a.l. es la abreviatura para el nombre año luz.

¿Por qué la coma como marcador decimal?

Las razones por las cuales se escogió la coma como signo para separar en un número la parte entera de la decimal pueden considerarse sencillas y hasta un tanto humildes en su concepción individual. Sin embargo, todas ellas en conjunto explican por qué la coma fue escogida como único signo ortográfico en la escritura de números:

1) La coma es reconocida por la Organización Internacional de Normalización –ISO– (esto es, por alrededor de noventa países de todo el mundo) como único signo ortográfico en la escritura de números.

2) La importancia de la coma para separar la parte entera de la decimal es enorme. Esto se debe a la esencia misma del sistema métrico decimal; por ello debe ser visible, y no debe perderse durante el proceso de ampliación o reducción de documentos.

3) La grafía de la coma se identifica y distingue mucho más fácilmente que la del punto.

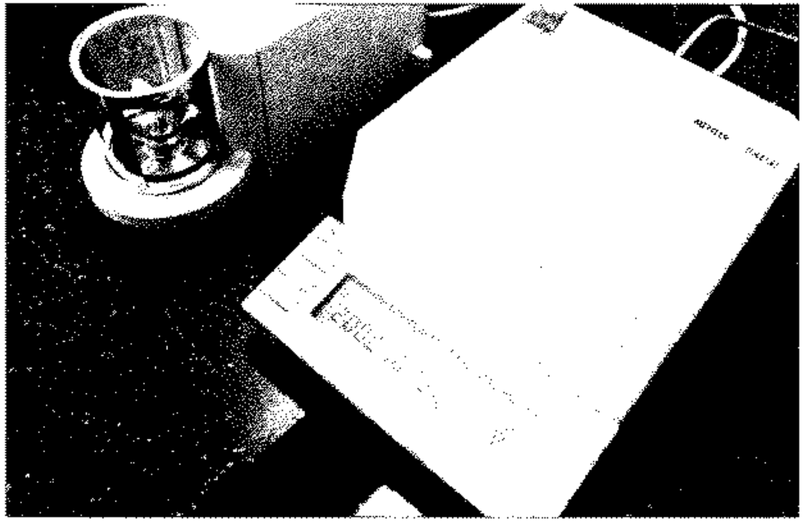
4) La coma es una grafía que, por tener forma propia, demanda del escritor la intención de escribirla; el punto, en cambio, puede ser accidental o producto de un descuido.

5) El punto facilita el fraude debido a que puede ser transformado en coma, cosa que no sucede con la operación inversa.

6) En Matemática, Física y, en general, en los campos de la Ciencia y de la Ingeniería, el punto es empleado como signo operacional de multiplicación. Esto podría llevar a error o causar confusión: no es recomendable usar un mismo signo ortográfico para dos propósitos diferentes.

7) En nuestro lenguaje común, la coma separa dos partes de una misma frase, mientras que el punto limita una frase completa. Por consiguiente, y teniendo esto en cuenta, es más lógico usar la coma para separar la parte entera de la parte decimal de una misma cantidad.

8) Es una regla estricta que el marcador decimal debe tener siempre, por lo menos, una cifra a su izquierda y una a su derecha. Sin embargo, en países donde se usa el punto como marcador decimal muy a menudo se escriben expresiones como .25 en lugar de 0,25. Esta forma incorrecta de escribir números decimales puede tener consecuencias muy graves: si un médico prescribe .25 mg en una receta y no marca claramente el punto, la enfermera o el farmacéutico pueden fácilmente leer 25 mg y, como consecuencia, pueden preparar



Comparador de masa de alta exactitud Laboratorio Nacional de Metrología de INDECOPI, Perú.

para el paciente una dosis cien veces mayor que la medicina recetada, lo cual podría ocasionarle inclusive la muerte. Si el médico hubiera escrito 0.25 mg esto no pasaría: aun en el caso de no haber escrito con claridad el punto, se leería 0 25 mg, grafía que inmediatamente y, por su misma naturaleza, hace comprender que el marcador decimal no se ha escrito.

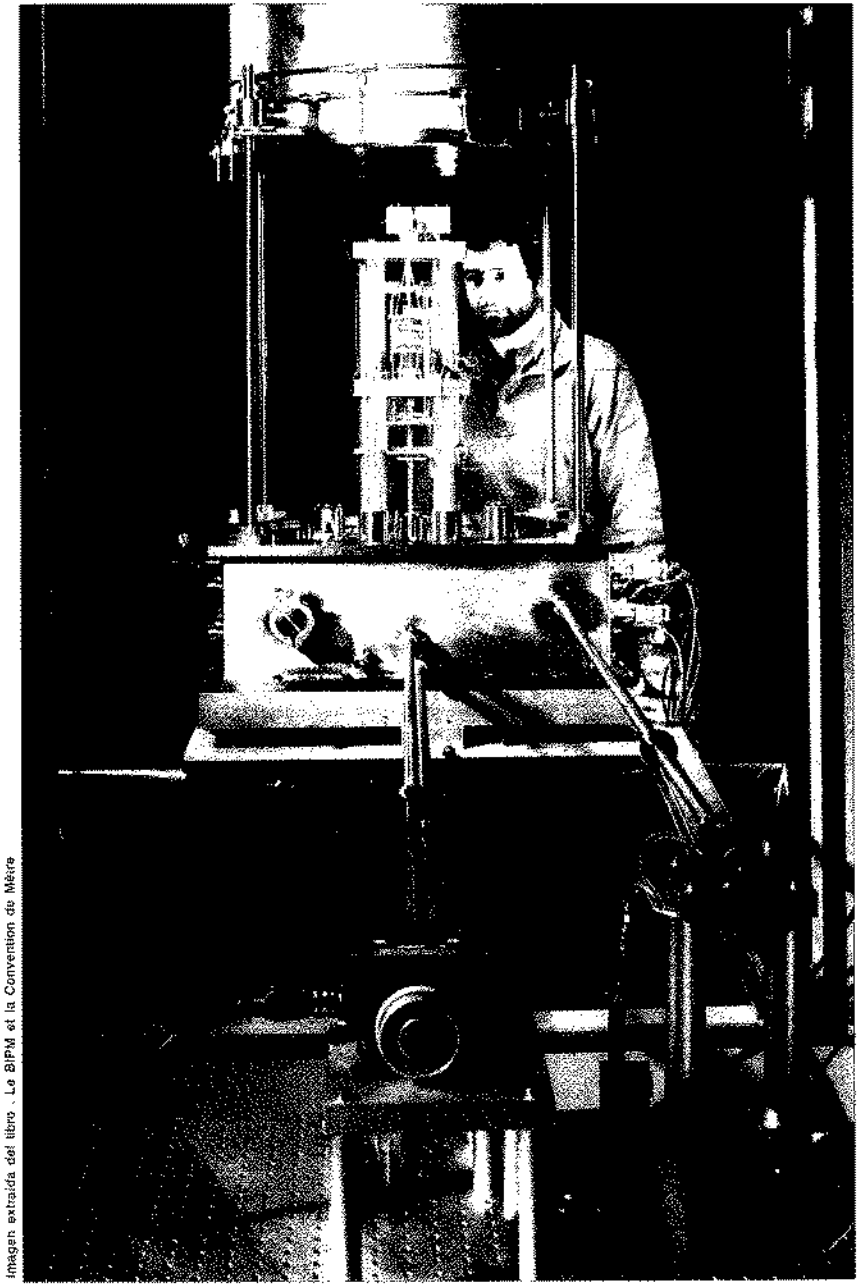
En los países donde se usa el sistema métrico y se utiliza la coma como separador decimal, es prácticamente imposible que ocurriese el caso anteriormente descrito, ya que la coma es una grafía mucho más visible y fácil de identificar. Además, si el que escribe está tentado de escribir ,25 debido a que ésta es una forma de escritura totalmente desacostumbrada, resalta de inmediato la necesidad de escribir el cero antes de la coma.

9) Una de las más importantes razones para aceptar el SI, que no es otra cosa que el sistema métrico decimal modernizado, es que facilita el comercio y el intercambio de conocimientos e informes en un mundo métrico. La coma se usa como marcador decimal en toda Europa continental y en casi toda Sudamérica.

Al adoptar la coma, pues, se adopta una práctica aceptada mundialmente, lo que nos permite usufructuar, sin confusiones ni dudas, el intercambio mundial de ciencia y experiencia.

10) Por último, y como razón anecdótica, no nos olvidemos de las moscas… el "recuerdo" que ellas dejan de su paso es y ha sido siempre un punto; no sabemos de ningún caso – desde que la humanidad conoció la escritura– en que la señal de su paso haya sido una coma.

Imagen extraída del libro . Le BIPM et la Convention du Mètre



Nueva forma de definir el kilogramo. Balanza de suspensión flexible.