

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

A TOMAR MEDIDAS



La ligereza con que se emplean y escriben las unidades, en gran parte de los ámbitos del quehacer nacional, incluyendo el sector construcción, es preocupante. El actual sistema de unidades está normalizado internacionalmente desde 1960 y su uso descuidado puede causar errores y pérdidas importantes e inesperadas.

GABRIEL RODRÍGUEZ J.
PROFESOR DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL,
UNIVERSIDAD DE CHILE

UN BREVE REPASO POR LA HISTORIA.

En plena revolución francesa, 1791, se nombra una comisión a cargo de la Academia Francesa de Ciencias con el fin de crear un nuevo sistema de pesos y medidas, para superar problemas cada vez más graves que se producían especialmente en el intercambio comercial. Cada país, e incluso cada región, empleaba parámetros propios, originándose un verdadero caos comercial, industrial e incluso de cobro de impuestos. La comisión creada, consideró un conjunto de unidades universales, reproducibles, coherentes y exactas. Se creó así el METRO, definido como la 1/10.000.000 parte del cuadrante terrestre entre el Polo Norte y el Ecuador Terrestre en el meridiano de París. Luego se determinaron el "litro" (unidad de volumen) y el "gramo" (unidad de peso).

Pasó el tiempo. En 1889 se adoptó oficialmente el Sistema Métrico Decimal (SMD). Actualmente es empleado en el 95% de los países y por el 100% de las entidades del ámbito técnico y científico, aunque con algunas modificaciones y con el nombre de Sistema Internacional de Unidades (SI).

Chile fue uno de los primeros países en adoptar el SMD, a través de una ley del 29 de enero de 1848 bajo la presidencia de Manuel Bulnes. Su artículo 1º incluyó las unidades que se muestran en la tabla 1.

El SMD se siguió perfeccionando y en octubre de 1960 la XI Conferencia de Pesos y Medidas toma dos acuerdos trascendentales:

a. Se redefine la unidad metro patrón como la "distancia que cubren 1.658.763,73 longitudes de onda de la luz rojo-naranja emitida por el kriptón 86 en el vacío".¹

b. Se crea el Sistema Internacional de Unidades SI en base al SMD modificado.

TABLA 1. LEY DE PESOS Y MEDIDAS DE CHILE DEL 29/1/1848

TIPO	UNIDAD	SUBMÚLTIPLO	EQUIVALENCIA	MÚLTIPLO	EQUIVALENCIA
LONGITUD	metro	decímetro	1 m	decámetro	10 m
		centímetro	0,01 m	hectómetro	100 m
		milímetro	0,001 m	kilómetro	1.000 m
		-	-	-	-
SUPERFICIE	metro cuadrado	-	-	área	100 m ²
		-	-	hectárea	1.000 m ²
CAPACIDAD*	litro (1 dm ³)	decilitro	0,1 l	decálitro	10 l
ÁRIDOS	litro	-	-	decalitro	10 l
		-	-	hectolitro	100 l
		-	-	kilolitro	1.000 l
		-	-	-	-
PESO	kilogramo (peso de 1 dm ³ de agua a 4 °C)	hectógramo	0,1 kg	quintal métrico	100 kg
		decagramo	0,01 kg		
		gramo	0,001 kg		
		decigramo	0,1 g		
		centígrado	0,01 g		
		milígramo	0,001 g		

* En Capacidad, vale decir volumen, se introdujo una fila de "áridos", porque prácticamente no existían balanzas graduadas en kilogramos de modo que los sólidos (áridos) se transaban en volumen. Aún hoy en el sur del país, a falta de balanzas, se venden productos agrícolas tales como papas, granos y similares en decalitros. Para ello, se ofrecen en el comercio cubos de madera con capacidad de 10 litros.

SI: Unidades Fundamentales y Complementarias

El sistema SI se caracteriza por considerar siete unidades fundamentales y dos complementarias con las cuales se puede representar cualquier magnitud derivada. En la tabla 2 se presentan las unidades fundamentales y complementarias.

Unidades derivadas

La tabla 3A muestra las unidades más comunes derivadas del SI, cuyos símbolos se escriben con mayúscula.

La tabla 3B muestra las unidades más comunes derivadas del SI, cuyos símbolos se escriben con minúscula.

Por su parte, la tabla 3C muestra las unidades más comunes derivadas del SI, que no tienen nombre y se expresan por sus dimensiones.

Múltiplos y submúltiplos

Para no tener que escribir números en forma

excesiva, se emplean múltiplos o submúltiplos en progresión de 10³. Están normalizados como se indica en la tabla 4.

Alcances y recomendaciones

Para evitar errores no está nada mal hacer una serie de aclaraciones. Empecemos por las más relevantes:

- Los símbolos no son abreviaciones de las unidades, por tanto hay una sola manera de escribirlos. Es incorrecto pluralizarlos y escribirlos con mayúsculas o minúsculas cuando no corresponde. Es incorrecto escribir por ejemplo: seg, gr, mts, MM, Kg o kgs, M³, lts, kms y Ghz, entre otros, cuando la forma correcta es: s, g, m, mm, kg, m³, l, km y GHz, respectivamente.

- La temperatura termodinámica se mide en kelvin (K). Es incorrecto escribir °K. Las temperaturas corrientes o diferencias de temperatura se pueden escribir en °C (grados Celsius) dado que 1°C es igual a 1 K.



TermoWall y TermoRoof
Dánica. La solución termo
aislante para revestimientos
y cubiertas.

Un concepto en arquitectura y construcción, sea en proyecto, fabricación y montaje, que proporciona a la obra beneficios como:

- Calidad y durabilidad.
- Hermeticidad e impermeabilidad.
- Mayor confort térmico.
- Reducción de costos en energía eléctrica (climatización).
- Economía y rapidez en la construcción.
- Alto padrón estético.

Divisiones de Negocios:

- Supermercados y Cámaras Frigoríficas Comerciales
- Cámaras Frigoríficas Industriales
- Construcción Civil
- Salas Limpias
- Naval & Offshore

Dánica[®]
Chile

La solución en sistemas termo aislantes.
División Construcción Civil

www.danica.cl

TABLA 2. UNIDADES SI FUNDAMENTALES Y COMPLEMENTARIAS

MAGNITUD	NOMBRE UNIDAD	SÍMBOLO	
FUNDAMENTAL	longitud	metro	m
	masa	kilogramo	kg
	tiempo	segundo	s
	corriente eléctrica	amper	A
	temperatura	kelvin	K
	luminosidad	candela	cd
	cantidad sustancia	mol	mol
COMPLEMENTARIA	ángulo plano	radián	rad
	ángulo sólido	estéoradian	sr

TABLA 3A. UNIDADES DERIVADAS QUE SE ESCRIBEN CON MAYÚSCULA

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO	DIMENSIÓN
energía y trabajo	joule	J	N*m
electricidad, cantidad eléctrica, capacidad eléctrica, conductancia	coulomb	C	A*s
	farad	F	A* s/V
	siemens	S	A/V
eléctrica, inductancia eléctrica, diferencia potencial eléctrica, resistencia	henry	H	V*s/A
	volt	V	W/A
	ohm	Ω	V/A
frecuencia	hertz	Hz	1/s
fuerza	newton	N	kg*m/s ²
magnética, densidad magnético, flujo	tesla	T	Wb/m ²
	weber	Wb	V*s
potencia	watt	W	J/s
presión	pascal	Pa	N/m ²

TABLA 3B. UNIDADES DERIVADAS QUE SE ESCRIBEN CON MINÚSCULA

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO	DIMENSIONES
iluminancia	lux	lx	lm/m ²
volumen	litro	l	10 ⁻³ m ³
luminoso, flujo	lumen	lm	cd*sr
masa	tonelada	t	10 ³ kg

TABLA 3C. UNIDADES DERIVADAS SIN NOMBRE

MAGNITUD	NOMBRE	DIMENSIONES
aceleración	metros por segundo al cuadrado	m/s ²
aceleración angular	radianes por segundo al cuadrado	rad/s ²
área o superficie	metro al cuadrado	m ²
calor específico	joule por kilogramo kelvin	J/kg* K
capacidad calorífica	joule por kelvin	J/K
conductividad térmica	watt por metro kelvin	W/m* K
densidad	kilogramo por metro cúbico	kg/m ³
luminancia	candela por metro cuadrado	cd/m ²
magnética, intensidad	amperes por metro	A/m
radiación, intensidad	watt por estéreo radián	W/sr
velocidad	metros por segundo	m/s
velocidad angular	radianes por segundo	rad/s
volumen	metros cúbicos	m ³

Los símbolos no son abreviaciones de las unidades, por tanto hay una sola manera de escribirlos. Es incorrecto pluralizarlos y escribirlos con mayúsculas o minúsculas cuando no corresponde.

- Como la unidad de volumen es el m³ para volúmenes pequeños se usa el litro (l).
- Los símbolos de unidades fundamentales y derivadas que provienen de nombres propios se escriben con mayúscula pero sus nombres completos, sustantivos comunes, se escriben con minúscula. Ver tablas 2 y 3A. Por ejemplo: W (watt), J (joule), N (newton), Hz (hertz).
- Las unidades fundamentales y derivadas de nombres artificiales se escriben con minúscula. Ver tablas 2 y 3B. Por ejemplo: m (metro), kg (kilogramo), s (segundo).
- Todos los submúltiplos se escriben con minúscula. También los múltiplos hasta 10³, ver tabla 4.
- Las unidades se escriben sin punto. Es incorrecto escribir por ejemplo "Peligro a 20 m. de distancia".
- Está prohibido el uso de dos o más prefijos juntos como μμF en vez de pF, o kkg para la tonelada (t). También es incorrecto escribir tonelada como ton.
- Se prohíbe el uso de prefijos solos, como μ (micrón), en vez de μm.
- Debe desterrarse el uso de unidades antiguas tales como cm³ o c.c. en vez de ml.
- Las unidades anglosajonas y otras quedan obsoletas. En manuales hay extensas tablas de conversión.
- En especificaciones, planos o publicaciones deben elegirse las unidades, múltiplos y submúltiplos más adecuados a la precisión que desee obtenerse. Debe procurarse usar


 Barras
Anti.Pánico

 Cilindros
de Seguridad

 Quicios
y Cierra Puertas

 Cierres
Multi-Puntos

Sistemas de Seguridad Integral



Herrajes para PVC, Aluminio y Madera


 Muro vidriado
plegable

Giratorias

 Puertas
automáticas

 Control de accesos para
Centros Comerciales

G-U Herrajes Sud América Ltda.

 Visite nuestro sitio:
www.g-u.cl

 Patricia Viñuela 335-A
Lampa, Santiago

 713 1700 / Fax 713 1710

TABLA 4.
MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS DEL SI

MÚLTIPLOS	PREFIJO	SÍMBOLO
10^{21}	zetta	Z
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	h
10^1	deca	da
SUBMÚLTIPLOS		
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a
10^{-21}	zepto	z

Notas: Los múltiplos y submúltiplos entre 10^2 y 10^{-2} no son recomendables de usar.

múltiplos de 10^3 . Por ejemplo, es una exageración absurda que en una planta de 20 m se dimensione 20.000 milímetros.

- En áreas específicas se admiten otras unidades por ejemplo en astronomía el año-luz, en microscopía o nanometría el amstrong (Å) igual a 10^{-10} m, en el área energética el barril de petróleo (159 l), en navegación el nudo o la milla náutica, y en mecánica de fluidos la atmósfera, entre otros.

- El tiempo es la única magnitud a la cual no se le aplica el sistema decimal, salvo por debajo del segundo y por sobre el año. El año tiene 365 días y el día 24 horas; la hora (h) tiene 60 minutos (min) y el minuto 60 s.

- A veces, las dudas provienen de un hecho tan particular como la tipografía. Veamos, en la tipografía habitual el número uno (1) es muy similar a la letra ele minúscula (l), símbolo de litro. Por ello, suelen producirse confusiones que hay que evitar a la hora de escribir, por ejemplo un litro (1 l) que se confundiría con el número 11.

- Cuando se antepone una "m" a una unidad significa milésima parte. Cuando una "m" se pospone a un prefijo significa metro. Ejemplo milímetro "mm", la primera m significa milésimo y la segunda metro.

- La tonelada para diferenciarla de "otras toneladas" se le llama tonelada métrica correspondiendo a 1.000 kg. El nombre de tonelada se ha conservado para evitar el uso del múltiplo lógico que sería kilokilogramo (1.000 kg) cuyo símbolo sería kkg.

El Sistema Internacional de Unidades simplifica los cálculos y el intercambio global entre naciones, facilitando un sólo lenguaje a técnicos, científicos y al resto de la sociedad.

Conclusión

No cabe duda que el SI simplifica los cálculos y el intercambio global entre naciones, facilitando un sólo lenguaje a técnicos, científicos y al resto de la sociedad. Repercute positivamente en la industria, la construcción, las especificaciones y normas, la calidad, los gobiernos, la defensa, las leyes, la educación, el comercio, la seguridad, el trabajo y, en fin, la calidad de vida de los consumidores.

El esfuerzo y gigantesca inversión que han hecho los países industrializados, especialmente los anglosajones que cambiaron drásticamente su sistema de medidas, constituye un ejemplo histórico de igualdad y cooperación internacionales.

Así, el METRO, que nació en arduas discusiones en los postreros años del siglo XVIII, hoy, 200 años después, rinde sus frutos midiendo a todo el mundo con la misma vara. El sector construcción en particular se verá favorecido si decide tomar "buenas medidas" en sus multifacéticos ámbitos. ■

BIBLIOGRAFÍA

- Gabriel Rodríguez J. "El Sistema Métrico Decimal se hace universal" Rev. del IDIEM, Vol. 12, N° 1, pgs. 43-49.
- Ley de pesos y medidas para Chile, Santiago, 1848.
- Susan Lea y John Burke "Física I: La naturaleza de las cosas" Internacional Thomson Ed. 1999.

1. En la Conferencia General de Pesos y Medidas de 1983 se redefinió nuevamente el metro como "la distancia recorrida por la luz en el vacío en $1/299.792.458$ de segundo". Esto otorga mayor precisión y evita que los laboratorios deban copiar el metro patrón que se guarda en Sévres.