

Apuntes de metrología RA6

Grado medio de Soldadura y Calderería

Unidades y factores de conversión, operaciones con ángulos, trigonometría, áreas y volúmenes. Incluye ejemplos aplicados al taller, conversiones de velocidad y densidad y ejercicios con soluciones.

1 Magnitudes y unidades

Una magnitud es una propiedad que se puede medir. Toda medida se expresa con un número y una unidad, por ejemplo: 25 mm, 3 kg o 90°.

Magnitud	Unidad del SI	Unidades de taller
Longitud	Metro (m)	m, cm, mm
Superficie	Metro cuadrado (m ²)	m ² , cm ² , mm ²
Volumen	Metro cúbico (m ³)	m ³ , cm ³ , mm ³
Masa	Kilogramo (kg)	kg, g, t
Tiempo	Segundo (s)	s, min, h
Ángulo plano	Radián (rad)	Grados (°), minutos ('), segundos (")
Fuerza	Newton (Nw)	Kg-f o Kp

Masa y volumen son magnitudes distintas: los kilogramos indican masa y los metros cúbicos indican el espacio que ocupa un cuerpo.

Escala de longitud

$$km \rightarrow hm \rightarrow dam \rightarrow m \rightarrow dm \rightarrow cm \rightarrow mm$$

Cada salto hacia la derecha multiplica por 10; cada salto hacia la izquierda divide entre 10.

Equivalencia	Valor
1 m	100 cm = 1 000 mm
1 cm	10 mm
1 km	1 000 m
1 pulgada	25,4 mm

2 Factores de conversión

Un factor de conversión es una fracción formada por dos medidas equivalentes. Su valor es 1: cambia la unidad, pero no la cantidad.

Escribe la medida inicial y multiplica por los factores necesarios. Coloca las unidades de manera que se cancelen las que deseas eliminar.

Ejemplo de milímetros a metros

$$350 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ m}}{1\,000 \text{ mm}} = 0,35 \text{ m}$$

Ejemplo de pulgadas a milímetros

$$2,5 \text{ pulgadas} \times \frac{25,4 \text{ mm}}{1 \text{ pulgada}} = 63,5 \text{ mm}$$

Conversión de superficies

El factor de longitud se eleva al cuadrado. Por cada salto entre unidades contiguas de superficie se multiplica o divide entre 100.

$$1 \text{ m}^2 = (100 \text{ cm})^2 = 10\,000 \text{ cm}^2$$

$$2\,500 \text{ mm}^2 \times \frac{1 \text{ cm}^2}{100 \text{ mm}^2} = 25 \text{ cm}^2$$

Conversión de volúmenes

El factor de longitud se eleva al cubo. Por cada salto entre unidades contiguas de volumen se multiplica o divide entre 1 000.

$$1 \text{ m}^3 = (100 \text{ cm})^3 = 1\,000\,000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 \quad 1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3 \quad 1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ L}$$

$$0,025 \text{ m}^3 \times \frac{1\,000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 25 \text{ L}$$

3 Operaciones con ángulos

Sistema sexagesimal

$$1^\circ = 60' \quad 1' = 60'' \quad 1^\circ = 3\,600''$$

Los minutos y segundos angulares no son unidades de tiempo. Un ángulo recto mide 90° ; uno llano, 180° ; uno completo, 360° . Un ángulo agudo está entre 0° y 90° y uno obtuso entre 90° y 180° . Los ángulos interiores de un triángulo suman 180° .

Suma de ángulos

$$35^\circ 42' 48'' + 24^\circ 28' 35''$$

1. Segundos: $48'' + 35'' = 83'' = 1' 23''$.
2. Minutos: $42' + 28' + 1' = 71' = 1^\circ 11'$.
3. Grados: $35^\circ + 24^\circ + 1^\circ = 60^\circ$.

$$\text{Resultado} = 60^\circ 11' 23''$$

Resta de ángulos

$$72^\circ 15' 20'' - 38^\circ 42' 45''$$

Como $20''$ es menor que $45''$, se toma $1'$ y se transforma en $60''$: quedan $72^\circ 14' 80''$. Como $14'$ es menor que $42'$, se toma 1° y se transforma en $60'$: quedan $71^\circ 74' 80''$. Ahora se resta cada columna.

$$\text{Resultado} = 33^\circ 32' 35''$$

De grados minutos y segundos a grados decimales

$$\text{Grados decimales} = G + \frac{M}{60} + \frac{S}{3\,600}$$

$$25^{\circ} 30' 36'' = 25 + \frac{30}{60} + \frac{36}{3600} = 25,51^{\circ}$$

De grados decimales a grados minutos y segundos

Para convertir $42,375^{\circ}$: conserva 42° ; multiplica $0,375 \times 60 = 22,5'$ y conserva $22'$; multiplica $0,5 \times 60 = 30''$.

$$42,375^{\circ} = 42^{\circ} 22' 30''$$

Atención: $30,5^{\circ}$ equivale a $30^{\circ} 30'$, no a $30^{\circ} 5'$.

4 Trigonometría

La trigonometría relaciona los lados y los ángulos de un triángulo. Permite calcular diagonales, alturas, inclinaciones y longitudes de refuerzos.

El triángulo rectángulo

Tiene un ángulo de 90° . La hipotenusa es el lado opuesto al ángulo recto y el más largo. Respecto al ángulo elegido, el cateto opuesto queda enfrente y el cateto adyacente toca ese ángulo.

Teorema de Pitágoras

$$h^2 = a^2 + b^2 \quad h = \sqrt{a^2 + b^2} \quad a = \sqrt{h^2 - b^2}$$

Ejemplo: diagonal de un marco rectangular de 300×400 mm.

$$d = \sqrt{(300^2 + 400^2)} = \sqrt{250\,000} = 500 \text{ mm}$$

Razones trigonométricas

$$\begin{aligned} \operatorname{sen} \alpha &= \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{hipotenusa}} & \cos \alpha &= \frac{\text{cateto adyacente}}{\text{hipotenusa}} \\ \tan \alpha &= \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto adyacente}} \end{aligned}$$

Ejemplo de longitud y altura de un refuerzo

Un refuerzo forma 35° con la horizontal y su proyección horizontal mide 600 mm. La longitud L es la hipotenusa.

$$\begin{aligned} \cos 35^{\circ} &= \frac{600}{L} & L &= \frac{600}{\cos 35^{\circ}} \approx 732,46 \text{ mm} \\ \text{Altura} &= 600 \times \tan 35^{\circ} \approx 420,12 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ejemplo de cálculo de un ángulo

Una pieza sube 150 mm en una distancia horizontal de 400 mm. Se usa la función inversa de la tangente, que suele aparecer como $\tan^{-1}$ en la calculadora.

$$\tan \alpha = \frac{150}{400} \quad \alpha = \arctan(150/400) \approx 20,56^{\circ}$$

Calculadora: utiliza el modo DEG para trabajar en grados. Redondea al final. Comprueba que la hipotenusa sea mayor que cualquiera de los catetos.

5 Cálculo de áreas

El área mide una superficie y se expresa en mm^2 , cm^2 o m^2 . Todas las longitudes deben estar en la misma unidad antes de aplicar una fórmula.

Figura	Fórmula	Datos
Cuadrado	$A = l^2$	l: lado
Rectángulo	$A = b \cdot h$	b: base; h: altura
Triángulo	$A = (b \cdot h) / 2$	Altura perpendicular a la base
Paralelogramo	$A = b \cdot h$	Altura perpendicular a la base
Trapezio	$A = (B + b) \cdot h / 2$	B y b: bases paralelas
Círculo	$A = \pi r^2 = \pi D^2 / 4$	r: radio; D: diámetro
Corona circular	$A = \pi(D^2 - d^2) / 4$	D: diámetro exterior; d: interior

$$r = D/2 \quad \pi \approx 3,1416$$

Ejemplo de chapa rectangular

Una chapa mide 800×500 mm.

$$A = 800 \times 500 = 400\,000 \text{ mm}^2$$

$$A = 0,8 \times 0,5 = 0,4 \text{ m}^2$$

Ejemplo de chapa con un agujero

Una placa de 200×150 mm tiene un agujero de 40 mm de diámetro. Se resta el área del agujero a la del rectángulo.

$$A = 200 \times 150 - \pi \times 20^2 \approx 28\,743,36 \text{ mm}^2$$

En figuras compuestas, suma las superficies que forman la pieza y resta los huecos. No cuentes dos veces las zonas compartidas.

Longitud de una circunferencia

$$C = 2\pi r = \pi D$$

La longitud de la circunferencia se expresa en mm, cm o m. No debe confundirse con el área del círculo, que se expresa en unidades cuadradas.

6 Cálculo de volúmenes

El volumen mide el espacio que ocupa un cuerpo. Se expresa en mm^3 , cm^3 o m^3 . La altura h de las fórmulas es perpendicular a la base.

Cuerpo	Fórmula
Cubo	$V = l^3$
Prisma rectangular	$V = \text{largo} \cdot \text{ancho} \cdot \text{alto}$
Prisma de sección constante	$V = A \text{ de la base} \cdot h$
Cilindro macizo	$V = \pi r^2 h$
Tubo cilíndrico — material	$V = \pi(D^2 - d^2) \cdot L / 4$
Cono	$V = \pi r^2 h / 3$
Esfera	$V = 4\pi r^3 / 3$

Ejemplo de volumen de una chapa

Chapa de 500×300 mm y 8 mm de espesor.

$$V = 500 \times 300 \times 8 = 1\,200\,000 \text{ mm}^3 = 1\,200 \text{ cm}^3$$

Ejemplo de volumen de material de un tubo

Diámetro exterior $D = 60$ mm; diámetro interior $d = 50$ mm; longitud $L = 1\,000$ mm.

$$V = \frac{\pi(60^2 - 50^2)}{4} \times 1\,000 = 275\,000\pi \text{ mm}^3$$
$$V \approx 863\,937,98 \text{ mm}^3$$

El espesor de pared es la mitad de la diferencia entre diámetros:

$$e = \frac{D - d}{2} = \frac{60 - 50}{2} = 5 \text{ mm}$$

Capacidad interior del tubo

Para calcular el volumen del hueco se utiliza solo el diámetro interior. Este volumen es diferente del volumen de material.

$$V_{\text{interior}} = \frac{\pi d^2}{4} \times L$$

7 Conversiones de velocidad

La velocidad es el cociente entre distancia y tiempo. Puede ser necesario convertir tanto la unidad del numerador como la del denominador.

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}}$$

Ejemplo 1 De kilómetros por hora a metros por segundo

Un vehículo circula a 72 km/h. Como $1 \text{ km} = 1\,000 \text{ m}$ y $1 \text{ h} = 3\,600 \text{ s}$:

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1\,000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3\,600 \text{ s}} = 20 \text{ m/s}$$

Las horas se colocan arriba en el factor del tiempo porque están abajo en la medida inicial. Así se cancelan.

Ejemplo 2 De metros por segundo a kilómetros por hora

Una pieza se desplaza a 2,5 m/s.

$$2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ km}}{1\,000 \text{ m}} \times \frac{3\,600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 9 \text{ km/h}$$

Atajo: de km/h a m/s, divide entre 3,6. De m/s a km/h, multiplica por 3,6.

Ejemplo 3 Velocidad de avance en soldadura

La antorcha avanza a 450 mm/min. Expresa la velocidad en cm/s.

$$450 \frac{\text{mm}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ mm}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 0,75 \text{ cm/s}$$

La antorcha recorre 0,75 cm cada segundo. Se han convertido los milímetros a centímetros y los minutos a segundos.

Ejemplo 4 Cambiar solo una unidad

Una máquina avanza a 1,2 m/min. Para expresarlo en mm/min se mantienen los minutos y solo se convierten los metros.

$$1,2 \frac{m}{min} \times \frac{1\,000\,mm}{1\,m} = 1\,200\,mm/min$$

Regla general: no memorices la posición del factor; comprueba siempre que las unidades que quieres eliminar se cancelen.

8 Conversiones de densidad

La densidad relaciona la masa de un material con el volumen que ocupa. Se representa con la letra griega ρ .

$$\rho = \frac{m}{V} \quad m = \rho \cdot V$$

Ejemplo 5 De gramos por centímetro cúbico a kilogramos por metro cúbico

Para el ejercicio se toma una densidad del acero de 7,85 g/cm³. Recuerda: 1 kg = 1 000 g y 1 m³ = 1 000 000 cm³.

$$7,85 \frac{g}{cm^3} \times \frac{1\,kg}{1\,000\,g} \times \frac{1\,000\,000\,cm^3}{1\,m^3} = 7\,850\,kg/m^3$$

Los cm³ se colocan arriba en el factor para cancelar los cm³ del denominador inicial.

Ejemplo 6 De kilogramos por metro cúbico a gramos por centímetro cúbico

$$2\,700 \frac{kg}{m^3} \times \frac{1\,000\,g}{1\,kg} \times \frac{1\,m^3}{1\,000\,000\,cm^3} = 2,7\,g/cm^3$$

Atajo: de g/cm³ a kg/m³, multiplica por 1 000. En sentido contrario, divide entre 1 000.

Ejemplo 7 De kilogramos por litro a kilogramos por metro cúbico

$$0,85 \frac{kg}{L} \times \frac{1\,000\,L}{1\,m^3} = 850\,kg/m^3$$

Si cada litro tiene una masa de 0,85 kg, los 1 000 litros de un metro cúbico tienen una masa de 850 kg.

Ejemplo 8 Masa de una chapa

Una chapa tiene un volumen de 600 cm³ y una densidad de 7 850 kg/m³. Primero se convierte el volumen y después se calcula la masa.

$$600\,cm^3 \times \frac{1\,m^3}{1\,000\,000\,cm^3} = 0,0006\,m^3$$
$$m = 7\,850 \frac{kg}{m^3} \times 0,0006\,m^3 = 4,71\,kg$$

Errores frecuentes: invertir un factor; olvidar elevar al cubo el cambio de longitud; multiplicar densidad y volumen con unidades incompatibles; omitir la unidad del resultado.

9 Ejercicios de repaso

Bloque A Unidades ángulos y geometría

1. Convierte 1 250 mm a metros.
2. Convierte 0,035 m² a cm².
3. Convierte 250 000 mm³ a cm³.
4. Convierte 3 pulgadas a milímetros.
5. Suma 28° 45' 50" + 16° 25' 30".
6. Resta 65° 10' 15" – 27° 35' 40".
7. Expresa 18° 24' 36" en grados decimales.
8. Calcula la diagonal de un rectángulo de 600 × 800 mm.
9. Un refuerzo tiene una proyección horizontal de 500 mm y forma 40° con la horizontal. Calcula su longitud.
10. Calcula el área de un disco de 120 mm de diámetro.
11. Calcula el volumen de una chapa de 400 × 250 × 6 mm.
12. Calcula el volumen de material de un tubo con diámetro exterior de 40 mm, diámetro interior de 30 mm y longitud de 500 mm.

Bloque B Velocidad y densidad

1. Convierte 90 km/h a m/s.
2. Convierte 12 m/s a km/h.
3. Una antorcha avanza a 720 mm/min. Expresa su velocidad en cm/s.
4. Convierte 0,03 m/s a mm/min.
5. Convierte 8,9 g/cm³ a kg/m³.
6. Convierte 4 500 kg/m³ a g/cm³.
7. Convierte 1,2 kg/L a kg/m³.
8. Una pieza tiene un volumen de 250 cm³ y una densidad de 7 850 kg/m³. Calcula su masa en kg.

10 Soluciones

Intenta resolver los ejercicios antes de consultar los resultados. En las conversiones, escribe los factores y comprueba la cancelación de unidades.

Bloque A Unidades ángulos y geometría

Ejercicio	Resultado
1	1,25 m
2	350 cm ²
3	250 cm ³
4	76,2 mm
5	45° 11' 20"

Ejercicio	Resultado
6	37° 34' 35"
7	18,41°
8	1 000 mm
9	500 / cos 40° ≈ 652,70 mm
10	3 600π ≈ 11 309,73 mm ²
11	600 000 mm ³ = 600 cm ³
12	87 500π ≈ 274 889,36 mm ³

Bloque B Velocidad y densidad

Ejercicio	Resultado
1	25 m/s
2	43,2 km/h
3	1,2 cm/s
4	1 800 mm/min
5	8 900 kg/m ³
6	4,5 g/cm ³
7	1 200 kg/m ³
8	1,9625 kg