

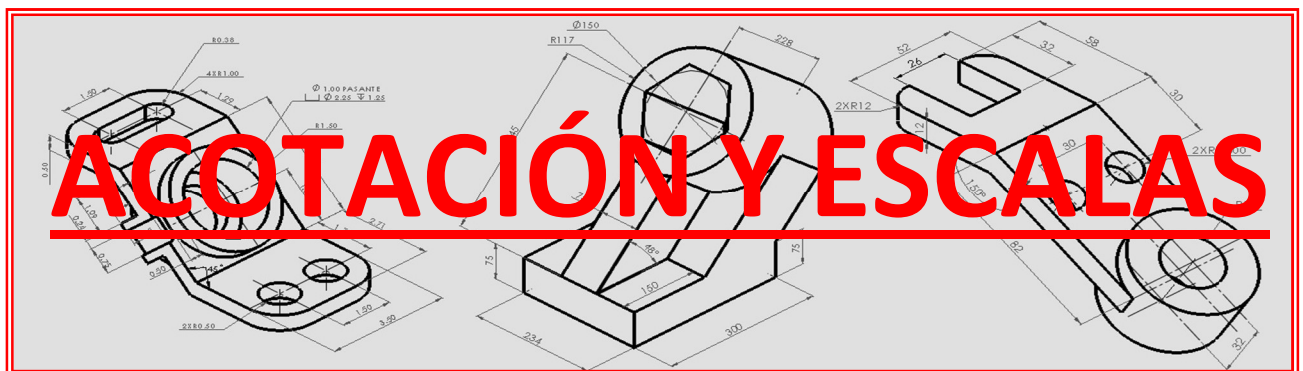
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA



DIBUJO Y DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA

ESPECIALIDADES: ELECTRÓNICA
 ELÉCTRICA
 ELECTROMECAÁNICA

UNIDAD IV



UNIDAD IV: ACOTACIÓN Y ESCALAS

ACOTACIÓN

Por medio de las **vistas** hemos aprendido una de las maneras de expresar la **forma y posición** de un objeto en el espacio. Hemos pasado **de las tres dimensiones** del espacio a **las dos dimensiones** del papel.

Haber **representado el cuerpo a través de sus vistas** es una parte importante en la **tarea de describir una idea o un concepto técnico**. Pero con ello no basta. Es necesario ahora **representar sus dimensiones** para describir totalmente el objeto. Esta labor se llama **ACOTACIÓN** y debe ofrecer **información clara, precisa y completa** sobre las dimensiones del cuerpo.

Para entender este proceso, se debe tener en cuenta que:

“ALGUIEN DEBE CONSTRUIR LO QUE USTED ESTA DISEÑANDO”

Ponernos en ese lugar, nos permitirá tener en claro la información necesaria para la construcción del elemento.

Por lo tanto, para **poder construir el cuerpo** necesitamos contar con toda la información necesaria para **definir su tamaño o dimensión**. Esta información se presentará a través de una tarea conocida como **Acotar o Dimensionar** el objeto (figura IV-1).

Además de las dimensiones, **la acotación también representa información adicional (distancias, texturas, materiales, referencias, etc.)** mediante el uso de **líneas, símbolos, figuras y notas**, de tal manera que la acotación debe proporcionar una descripción completa de los componentes del cuerpo.

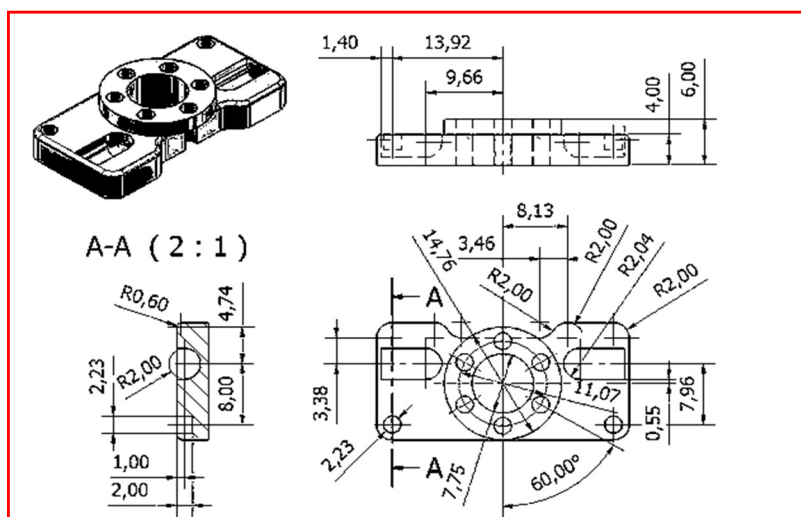


Figura IV-1

La Norma **IRAM 4513**, que integra las Normas para Dibujo Técnico, contiene **toda la información** necesaria **sobre acotación**. También se pueden consultar las Normas 4502, 4534, 5001, 5004, 5030.

ELEMENTOS DE LA ACOTACIÓN

Los elementos que intervienen en la acotación son (figura IV-2):

- **Cota**
- **Línea Auxiliar de Cota**
- **Línea de Cota**
- **Flecha**

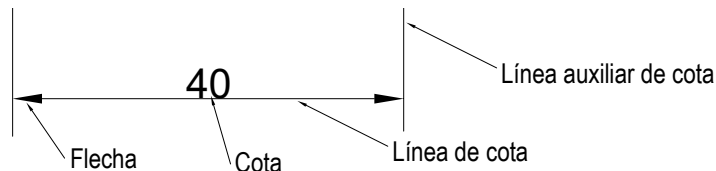


Figura IV-2

Cota: Expresión numérica del **valor de una medida**. Es el valor **que tiene la medida que estamos acotando**, en la unidad elegida (mm, cm, m, km, por ejemplo).

Unidad: Integra la Cota e indica en que unidad se está expresando la dimensión medida.

Como los objetos que **en general representaremos** en nuestros trabajos prácticos son **piezas mecánicas**, **las cotas se expresarán en milímetros**, por lo que **no se colocarán las unidades**, salvo que alguna cota en particular se exprese en otra unidad, por ejemplo cm, m, etc.

Línea de Cota: Línea con la cual se **indica** en el dibujo **la medida a la que corresponde una cota**. Se usará **línea tipo B** (IRAM 4502).

Línea Auxiliar de Cota: Línea que se usa en el dibujo para **indicar el alcance de la línea de cota**. Es decir, esta línea nos dice desde dónde y hasta dónde estamos midiendo. Se usará **línea tipo B** (IRAM 4502).

Flecha: Elemento escogido **para señalar los extremos de la línea de cota**, indicando su extensión. Se usan **distintos elementos para señalar los extremos de la línea de cota** (puntos, círculos, líneas inclinadas, etc.), pero **de acuerdo a las Normas IRAM, la flecha es de uso obligatorio en piezas mecánicas**. En la figura IV-3 se especifican las **proporciones** que se deben respetar al dibujar las flechas.

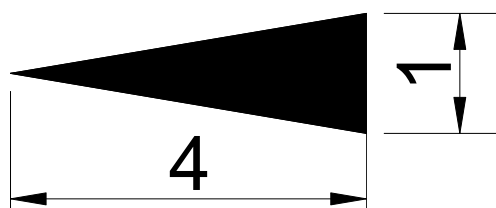


Figura IV-3

En la resolución de las prácticas de esta asignatura no se exigirá exactitud de las proporciones. Bastará con que **las flechas dibujadas se asemejen a la anterior y de ninguna manera a las de la figura IV-4.**

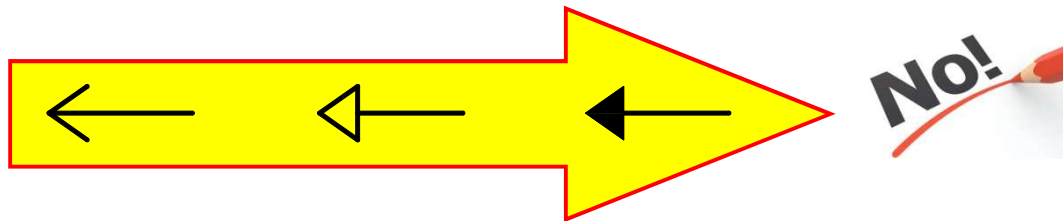


Figura IV-4

MÉTODOS DE ACOTACIÓN

1. **Acotación en Cadena:** Sistema de acotación en el que **las líneas de cotas se ubican una a continuación de la otra**, de manera que dos cotas consecutivas comparten una misma línea auxiliar de cota (figura IV-5).

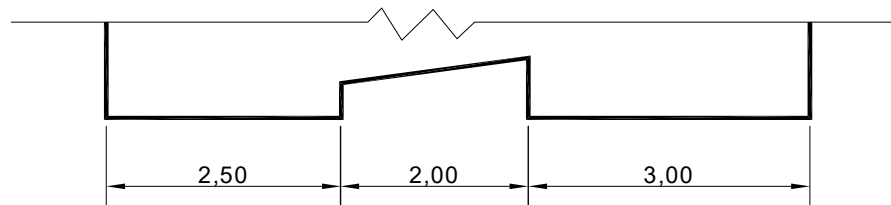


Figura IV-5

2. **Acotación en Paralelo:** Sistema de acotación en las cuales todas **las líneas de cotas parten de un mismo origen, siendo paralelas entre ellas** (figura IV-6).

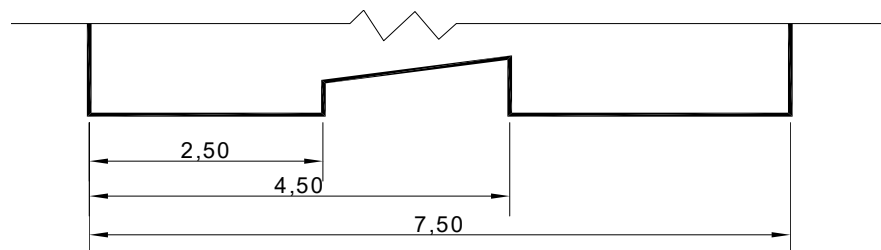


Figura IV-6

3. **Acotación Combinada:** Acotación que está formada por una **combinación** de las acotaciones en **cadena y paralelo** (figura IV-7).

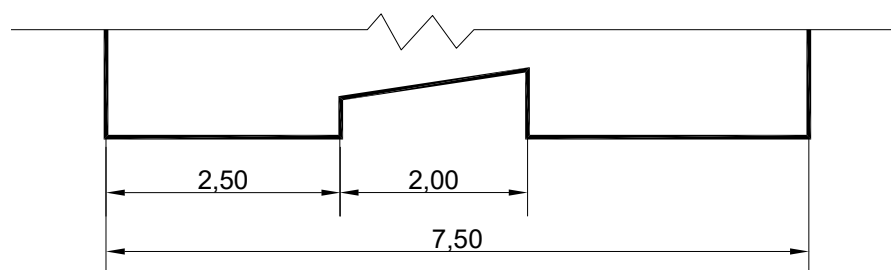


Figura IV-7

Ordenamiento de las Cotas

En la acotación en paralelo y en la acotación combinada, se debe **evitar la intersección entre líneas de cota y líneas auxiliares** de cota, pertenecientes a distintas cotas. Las **cotas parciales** se dispondrán **en orden creciente, evitando el cruce de las líneas auxiliares** (figura IV-8).

Por lo tanto, cuando se acoten medidas parciales y totales, **las cotas parciales deberán ir entre el dibujo y las cotas totales**, es decir las cotas **deberán ubicarse**, a medida que nos alejamos de la vista y según la longitud de las líneas de cota, **de menor a mayor**.

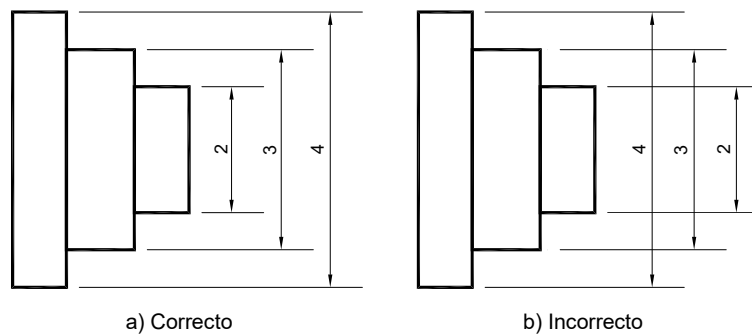


Figura IV-8

4. **Acotación Progresiva:** Acotación por la cual **la cota parte de una base de medida**, indicándose sucesivamente **la suma acumulada de las medidas** acotadas (figura IV-9).

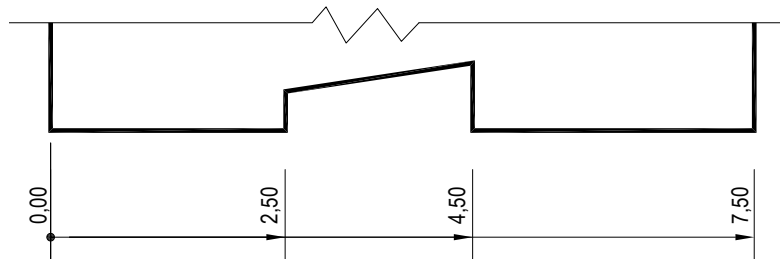


Figura IV-9

5. **Acotación por coordenadas cartesianas:** Sistema que, **mediante abscisas y ordenadas** que se cortan en un punto, determinan una medida (figura IV-10).

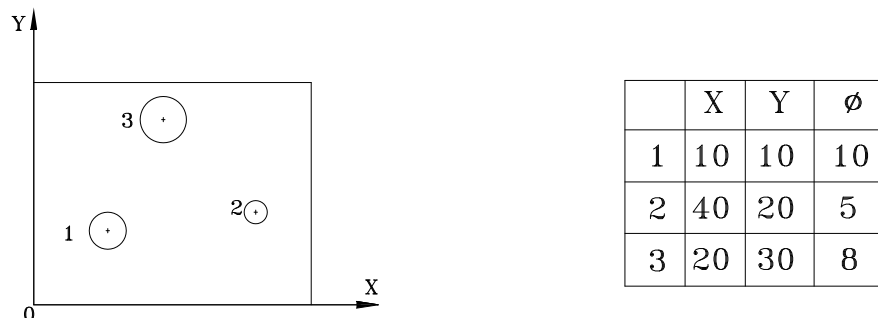


Figura IV-10

6. **Acotación por coordenadas polares:** Por semejanza con el sistema de coordenadas polares, **para definir la ubicación** de determinado detalle, en la vista de un objeto, **se utiliza el valor de un ángulo y un radio** (figura IV-11).

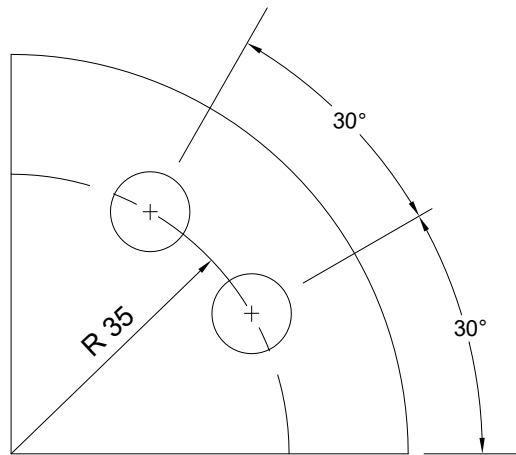


Figura IV-11

ACOTACIÓN DE LONGITUDES

La figura IV-12 muestra la **posición que debe tener la cota** (el número) respecto de la línea de cota.

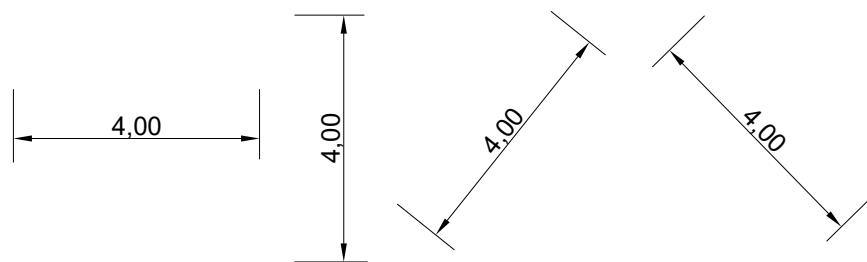


Figura IV-12

En general, todas las cotas que tengan sus **líneas de cota horizontales**, **se leen en ese sentido**. Todas las cotas que tengan sus **líneas de cota verticales** serán leídas **girando el dibujo en un único sentido** (figura IV-13).

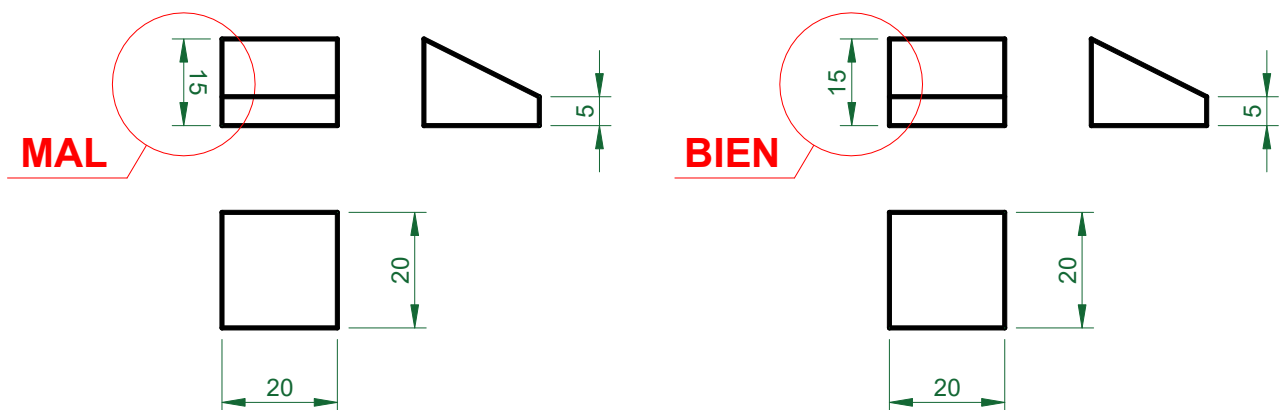


Figura IV-13

Las cotas **nunca** van debajo de la línea de cota, como muestra la figura IV-14.

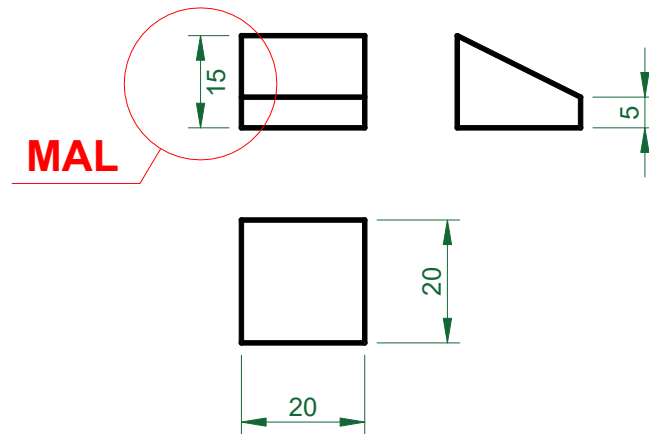


Figura IV-14

Si la longitud lo permite, se debe acotar según lo indicado en la figura IV-15, es decir que **la cota se ubique sobre la línea de cota y sin interrumpirla**, además debe ir **entre las líneas auxiliares** de cota.

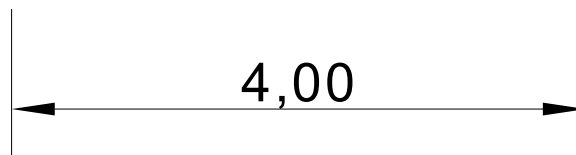


Figura IV-15

Aunque no es de uso frecuente, la Norma IRAM contempla la **alternativa de colocar la cota interrumpiendo la línea de cota** (figura IV-16).

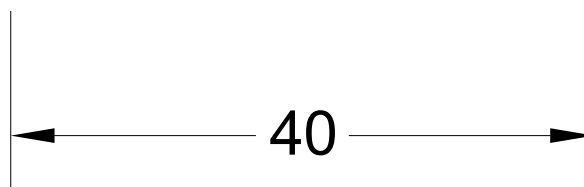


Figura IV-16

En cambio, **si el espacio disponible entre líneas de cota no es suficiente** para permitirlo, como se explicitó anteriormente, **se pueden adoptar cualquiera de las siguientes formas de acotar** (figura IV-17).

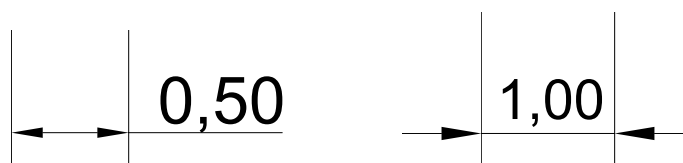


Figura IV-17

En general, y siempre **de acuerdo al tamaño del trabajo que debamos realizar**, se recomienda, de acuerdo a la figura IV-18:

- Separación de la línea de cota respecto de la arista y de líneas de cota paralelas: 10 mm.
- Separación de la línea auxiliar de cota del vértice: 1 a 2 mm.
- Extensión de la línea auxiliar de cota más allá de la línea de cota: 2 mm.
- Altura del texto de la cota: 4 mm
- Como deberá acotar en mm, la cota se colocará sin indicar la unidad empleada.
- Separación de la cota (número) y línea de cota: 2 a 3 mm.

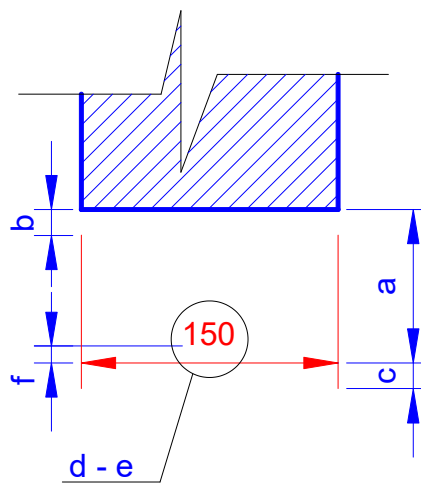


Figura IV-18

Cota de Posición y Cota de Dimensión

Cota de Posición

Se denomina cota de posición a la cota que **determina o define la ubicación de un detalle** del cuerpo representado (figura IV-19).

Cota de Dimensión

Se denomina cota de dimensión a la cota que expresa **una medida total o parcial del cuerpo** (figura IV-20).

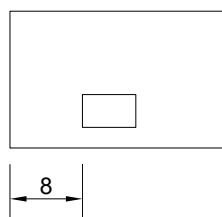


Figura IV-19

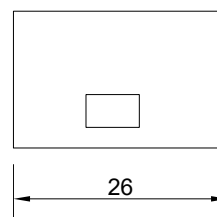


Figura IV-20

ACOTACIÓN DE ARCOS (figura IV-21)

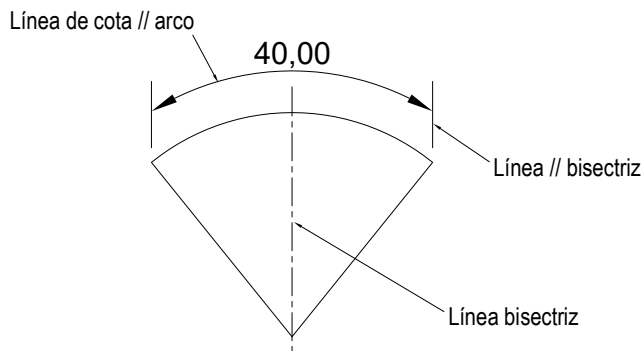


Figura IV-21

ACOTACIÓN DE CUERDAS (figura IV-22)

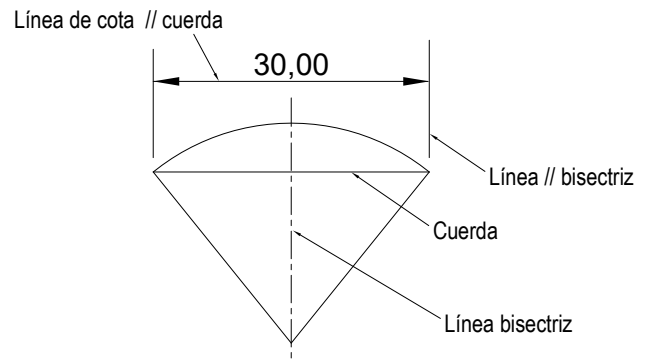


Figura IV-22

ACOTACIÓN DE ÁNGULOS

En la acotación de ángulos, independientemente de cuál sea el detalle que se está acotando, **SIEMPRE la cota (el número) se escribe en posición vertical** (figura IV-23). Cuando los **ángulos acotados son consecutivos**, las flechas deben dibujarse **evitando que sus puntos extremos coincidan** (figura IV-24).

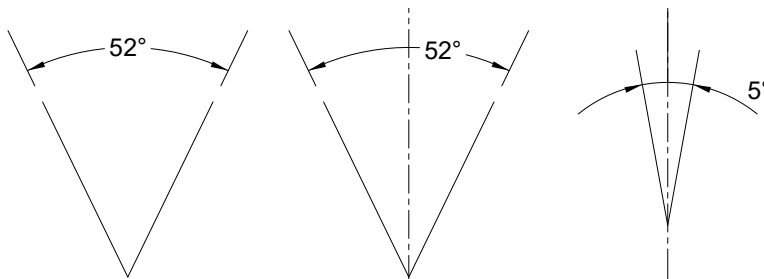


Figura IV-23

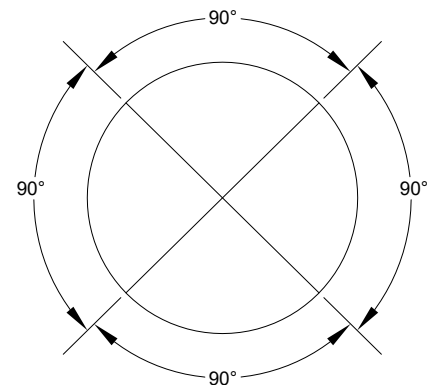


Figura IV-24

ACOTACIÓN DE RADIOS

En general, **los radios se acotarán** según lo indica la **figura IV-25**, mientras que para el caso de **pequeños radios** (llamados radios de acuerdo) se hará según lo muestra la **figura IV-26**.

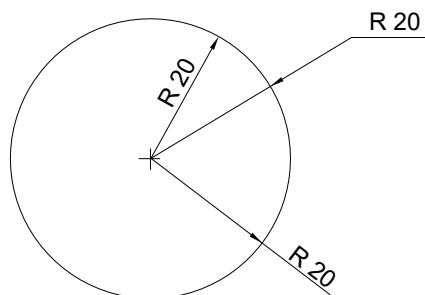


Figura IV-25

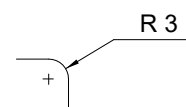


Figura IV-26

Para aquellos casos en que **el radio a acotar es muy grande**, excediendo los límites del espacio disponible para acotar, **se deberá adoptar lo ilustrado por la figura IV-27**.

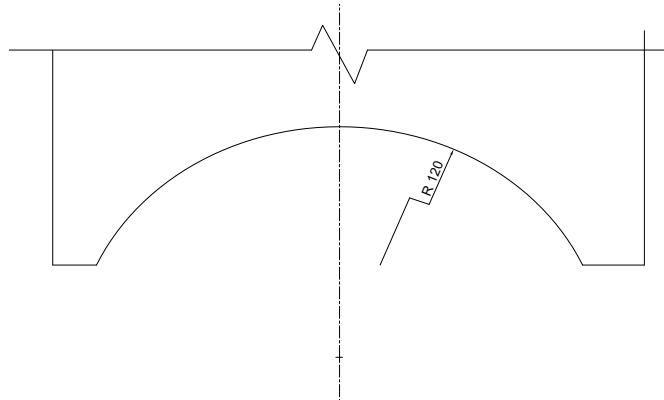


Figura IV-27

ACOTACIÓN DE DIÁMETROS

Los **diámetros** se acotarán según lo indica **la figura IV-28**.

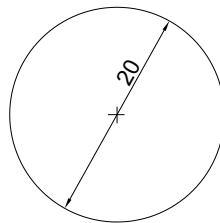


Figura IV-28

ACOTACIÓN DE PLANCHUELAS

En los cuerpos o piezas planas conformados por **planchuelas o perfiles**, para evitar el dibujo de otra vista, **las dimensiones y características** se consignarán de acuerdo a lo indicado en la **figura IV-29**.

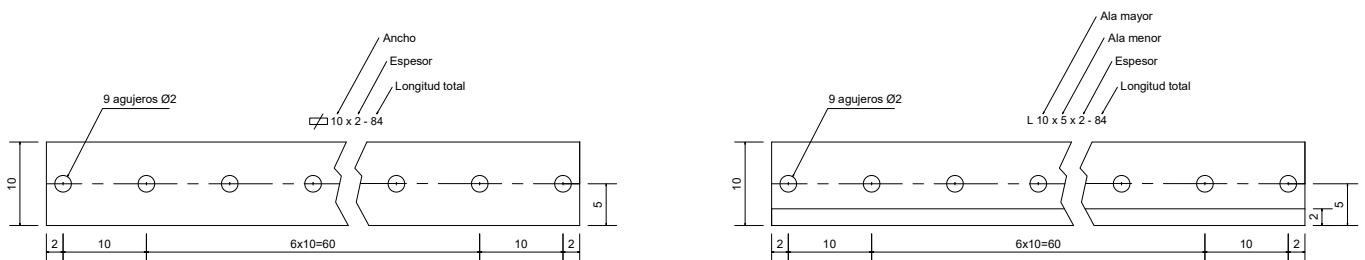


Figura IV-29

RECOMENDACIONES

El estudiante deberá **recurrir a las normas dadas por IRAM** desarrolladas en este apunte, pues éstas **son válidas para la ejecución de los trabajos prácticos de la asignatura**, y para gran parte de las tareas que desempeñará como profesional.

A continuación se dan **algunas recomendaciones** con el solo objetivo de conducir a una correcta y completa acotación.

- Se debe evitar que, **para conocer alguna dimensión que no haya sido acotada**, se requiera **realizar mediciones sobre el plano, aplicar escalas o la ejecución de algún cálculo**, como podría ser una suma o una resta. La responsabilidad de la persona que construye el objeto es sólo esa, **construir el objeto con calidad**. La **responsabilidad de ofrecer toda la información para la construcción del cuerpo será del profesional**.

- Se **debe acotar el cuerpo, no el dibujo**. El dibujo es la representación del cuerpo en un papel, y las medidas del mismo pueden ser mayores, menores o iguales a las del cuerpo, pero **la acotación SIEMPRE se refiere a las medidas del cuerpo**.
- En general, siempre existe la **posibilidad de acotar** un detalle de un cuerpo **en más de una vista**, por lo que se deberá hacer **la elección más apropiada** para acotarlo. Es mejor **acotar un detalle sobre la vista donde se vea la forma de ese detalle** y no donde se vea la proyección del detalle. Mejor acotar en **A** que en **B**; mejor acotar en **C** que en **D** (figura IV-30).

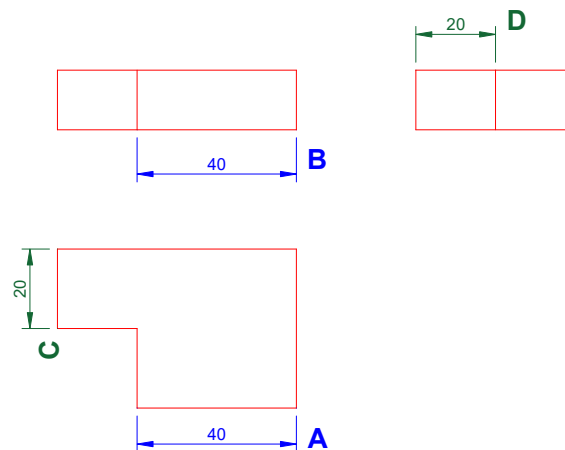


Figura IV-30

- Recordar que en la acotación de cualquier cuerpo o pieza, **siempre deben estar presentes**:
 - Las **cotas totales del cuerpo complejo**, pues ellas darán idea del **tamaño total del cuerpo** mediante una rápida observación;
 - Las **cotas totales de cada uno de los cuerpos simples** en los que el cuerpo complejo se podría descomponer;
 - Las **cotas de posición**, que son aquellas que **indican la posición de detalles varios del cuerpo**.

- **No deben usarse aristas del cuerpo como líneas auxiliares** de cota, salvo situaciones excepcionales que así lo requieran.
- Se debe **acotar por afuera de las vistas**. De no ser posible, se podrá acotar dentro de las mismas tratando de colocar las cotas imprescindibles, evitando crear confusión en la interpretación de las vistas.
- **No se acotará a arista no visible**. Sólo **se acotará** usando como referencia **aristas no visibles, cuando el elemento** que se desea acotar **no es visible en ninguna de las vistas** representadas.
- Para **definir un elemento** o detalle de un cuerpo, **las cotas** correspondientes, **se agruparán en una misma vista**.
- Si bien, y en general, **cada dimensión se puede acotar en más de una vista, sólo se acotará una vez**, por lo que **se debe escoger la vista más apropiada**, a fin de evitar reiterar las cotas.
- La **línea auxiliar** se dibuja **perpendicularmente al elemento a acotar** o, si es necesario, **oblicuamente**, con preferencia paralelas entre sí **formando un ángulo de 60°** (figura IV-31).

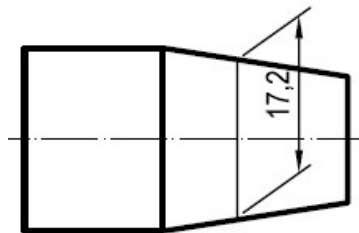


Figura IV-31

- Recordar que un objeto **estará correctamente acotado** si se ha ejecutado la **cantidad mínima y suficiente de cotas** como para que cada dimensión y detalle del objeto estén claramente especificados.
- **Si una parte del dibujo no está a escala, corresponde subrayar la cota**.
- Para una **mejor claridad del dibujo**, se deben **distribuir las cotas** entre las vistas representadas.
- **Nunca** utilizaremos **como línea de cota un eje o contorno de la pieza o una arista visible**.
- Las **cifras de cota no se cruzarán nunca con otras líneas del dibujo, aristas, ejes**, etc. Si fuera necesario, o, bien **se desplaza la cota, o se interrumpe la arista el eje o, el rayado de la sección**, dando preferencia a la cifra o a la flecha.
- La **prolongación de los ejes pueden utilizarse como líneas de referencia**, pero **no como líneas de cota** (figura IV-32).

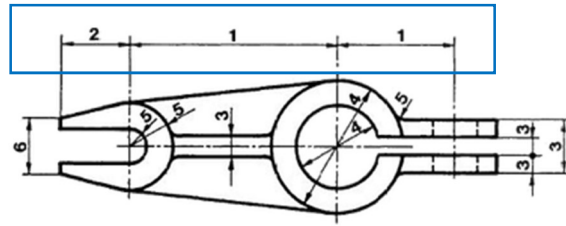


Figura IV-32

ACOTACIÓN EN PERSPECTIVAS

En el caso de los **dibujos en perspectiva** las **líneas auxiliares de cota** pueden tomar **la dirección de cualquiera de los dos ejes perpendiculares a la arista**. En ocasiones, para presentarlos con mayor claridad, se trazan con una inclinación de 60° (figuras IV-33, IV-34, IV-35 y IV-36).

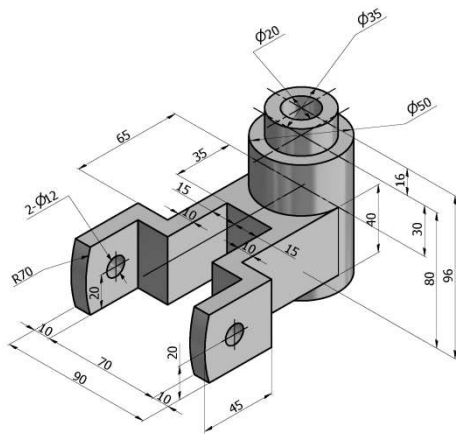


Figura IV-33

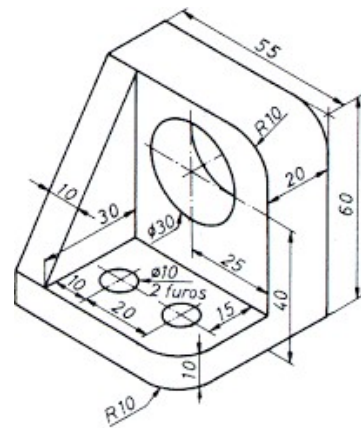


Figura IV-34

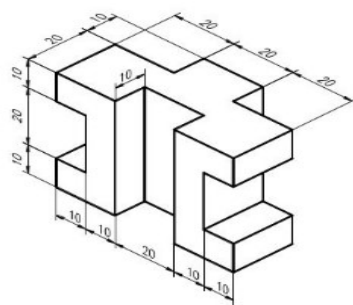


Figura IV-35

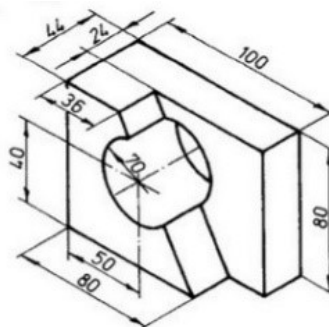


Figura IV-36

ESCALAS

CONCEPTO

La representación de **objetos a su tamaño natural no es posible** cuando éstos **son muy grandes o cuando son muy pequeños**. En el primer caso, porque requerirían formatos de dimensiones poco manejables y en el segundo, porque faltaría claridad en la definición de los mismos.

Esta problemática se resuelve con la ESCALA, aplicando **la ampliación o reducción necesarias** en cada caso para que los objetos queden claramente representados en el plano del dibujo.

Se define la **ESCALA** como la **relación aritmética entre las dimensiones del dibujo (T)**, que se indica en el numerador, **y las respectivas dimensiones del cuerpo o pieza (O)**, que se indica en el denominador.

$$E = \frac{T}{O}$$

o puesto de otra manera,

$$\text{Escala} = \frac{\text{Medida del dibujo}}{\text{Medida real del objeto}}$$

Si el numerador de esta fracción es mayor que el denominador, se trata de una **escala de ampliación**, y **será de reducción en caso contrario**. La **escala 1:1** corresponde a un objeto dibujado a su **tamaño real** (escala natural).

CLASIFICACIÓN DE ESCALAS

La Norma **IRAM 4505** clasifica las escalas en:

- **Escala Lineal**: Escala que relaciona dimensiones lineales del dibujo y del objeto.
- **Escala Natural**: Escala Lineal en la cual la **dimensiones del dibujo son iguales a las respectivas dimensiones del cuerpo**. Ejemplo: 1:1.
- **Escala de Reducción**: Escala Lineal en la cual las dimensiones **del dibujo son menores** que las respectivas dimensiones del cuerpo. Ejemplo: 1:2 ; 1:5 ; 1:10 ; 1:100.
- **Escala de Ampliación**: Escala Lineal en la cual las dimensiones **del dibujo son mayores** que las respectivas dimensiones del cuerpo. Ejemplo: 2:1 ; 5:1 ; 10:1 ; 100:1.

UNIDADES DE MEDIDA

La unidad utilizada para el **numerador (T)** será la misma que la utilizada para el **denominador (O)**. Ejemplos: [mm]; [cm]; [dm]; [m]; [km]

La escala queda indicada por la **relación entre dos números**, de manera tal que **el menor sea la unidad**, la que podrá estar ubicada como **numerador ($E = 1/5$)** o como **denominador ($E = 5/1$)**, determinando que **la escala sea adimensional**.

ESCALAS NORMALIZADAS

Aunque, en teoría, sea posible aplicar cualquier valor de escala, en la práctica **se recomienda el uso de ciertos valores normalizados** con objeto de **facilitar** la lectura de dimensiones mediante **el uso de reglas o escalímetros**.

De todas las escalas factibles de ser utilizadas, la Norma **IRAM 4505** contempla el empleo de las siguientes escalas, de acuerdo a la naturaleza del cuerpo u objeto a representar:

➤ Escalas de Reducción

Construcciones Civiles

1 : 5

1 : 10

1 : 20

1 : 50

1 : 100

1 : 200

1 : 500

1 : 1000

Construcciones Mecánicas

1 : 2,5

1 : 5

1 : 10

1 : 20

1 : 50

1 : 100

1 : 200

➤ Escala Natural

1 : 1

➤ Escalas de Ampliación

Construcciones Civiles

2 : 1

5 : 1

10 : 1

Construcciones Mecánicas

2 : 1

5 : 1

10 : 1

TIPOS DE ESCALAS

1. Escalas numéricas

Son las expresadas mediante la **relación numérica** antes definida, por ejemplo:

E: 1:2 ; E: 5:1 ; E: 1:10 ; E: 1:100

Y la notación puede hacerse así:

$$E = \frac{1}{100} = 1/100 \quad (\text{Notación quebrada})$$

$$E = 1 : 100 \quad (\text{Notación proporcional})$$

2. Escalas Gráficas

En una escala gráfica **las dimensiones reales del objeto son expresadas mediante un instrumento graduado** (generalmente una regla) que se **coloca en el dibujo o plano con el fin de apreciar directamente las dimensiones del objeto** en la realidad, sin necesidad de tener que calcular la escala mediante operaciones matemáticas.

Existen distintos tipos de escalas gráficas. Y si bien es cierto no serán de aplicación en la asignatura, no podemos dejar de presentarlas en este trabajo.

- **Escala gráfica común** generalmente presente en mapas (figura IV-31).

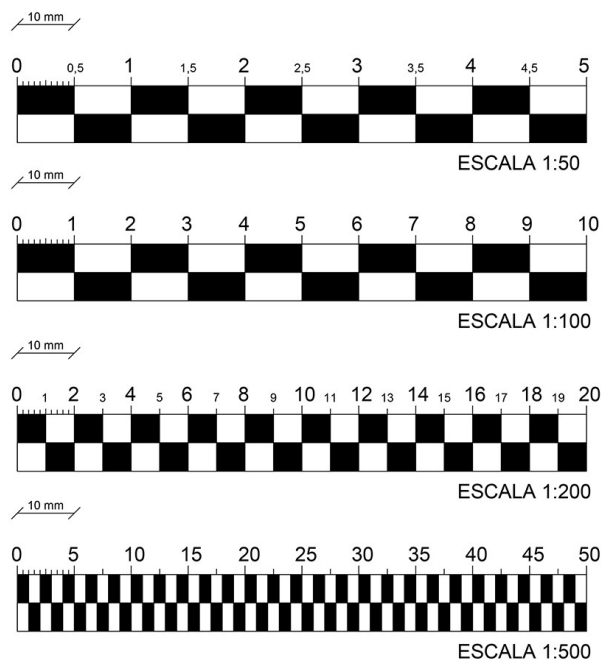


Figura IV-31

- **Escala gráfica basada en el teorema de Tales** (figura IV-32).

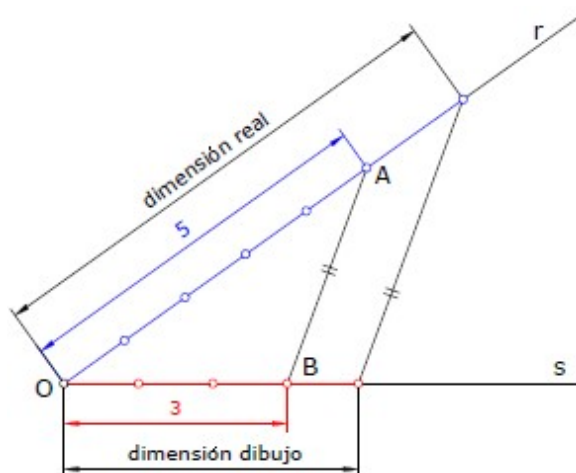


Figura IV-32

➤ **Triángulo Universal de escalas** (figura IV-33).

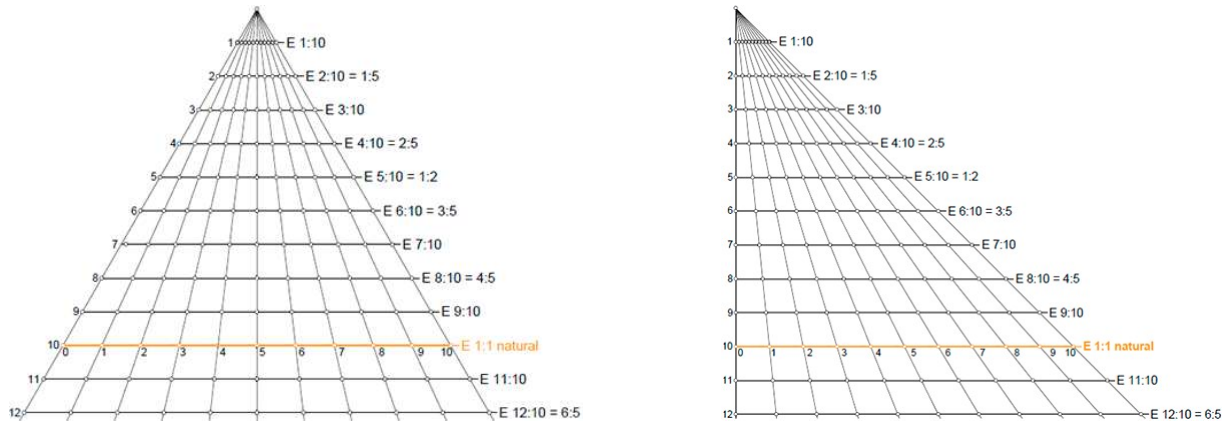


Figura IV-33

➤ **Escala decimal de transversal** (figura IV-34).

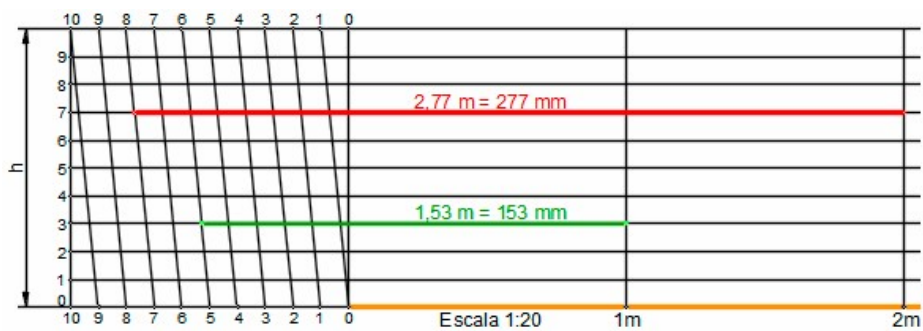


Figura IV-34

➤ **Escalímetros**

En la **práctica habitual del dibujo**, a la hora de trabajar con escalas, se utilizan los **escalímetros**. La forma más habitual del escalímetro es la de una **regla de 30 cm de longitud**, con sección estrellada **de 6 facetas o caras**. **Cada una de estas facetas va graduada con escalas diferentes**, que habitualmente son: 1:100, 1:200, 1:250, 1:300, 1:400, 1:500 (figura IV-35).

Estas escalas son válidas igualmente para valores que resulten de multiplicarlas o dividirlos por 10, así por ejemplo, la escala 1:200 es utilizable en planos a escala 1:20 ó 1:2000, etc.



Figura IV-35

Los colores identifican las siguientes escalas:

Rojo: 1:75, 1:750, 1:125, 1:1250.

Amarillo: 1:20, 1:200, 1:10, 1:100.

Verde: 1:50, 1:500, 1:25, 1:250.

En la imagen siguiente (figura IV-36), podremos ver un ejemplo de lectura en distintas escalas utilizando una medida base de 40 mm (4 cm), y su equivalencia en el escalímetro:

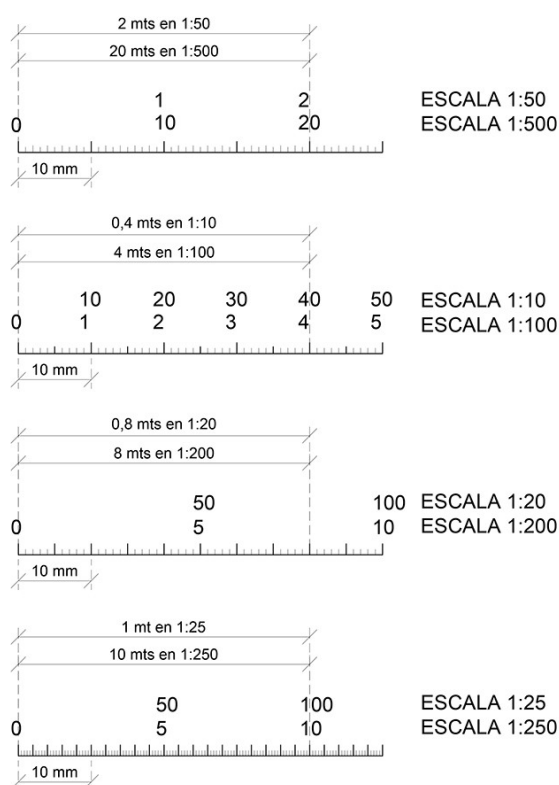


Figura IV-36

3. Escalas No Lineales

Por último, debemos mencionar aquellas escalas, usadas en otros ámbitos o campos de la ingeniería, que podrían definirse como **NO LINEALES**, y que son muy usadas comúnmente **para hacer gráficos** de distintos tipos.

Son las que **relacionan una dimensión lineal con dimensiones no lineales**, como fuerzas, velocidades, aceleraciones, esfuerzos en materiales varios, etc. Por ejemplo:

$$\begin{array}{lll}
 E = \frac{T}{P} & E = \frac{\text{Trazado}}{\text{Peso}} & E = \frac{cm}{Kg} \\
 E = \frac{T}{V} & E = \frac{\text{Trazado}}{\text{Velocidad}} & E = \frac{cm}{m/s} \\
 E = \frac{T}{A} & E = \frac{\text{Trazado}}{\text{Aceleración}} & E = \frac{cm}{m/s^2}
 \end{array}$$