

# 3- DIAGRAMAS, NOMOGRAMAS Y ECUACIONES EMPÍRICAS

## OBJETIVOS

- **Conocer** las principales formas de presentar y manejar la **información** relativa a **datos** de ingeniería de manera **gráfica** con objeto de mostrarlos, analizarlos y/o simplificar su interpretación.
- **Diferenciar** entre si los diferentes **tipos de gráficas** y conocer su principal utilidad práctica para los trabajos de **ingeniería, el diseño y la comunicación**.
- **Aprovechar** las posibilidades actuales de los **sistemas gráficos** para el almacenamiento, el manejo y la **visualización** de datos o la creación de *imágenes dinámicas interactivas*.

# INFOGRAFÍA ≈ graficar la INFO

ORIGEN: nació como un medio de *transmitir información gráficamente*.

▪ Los textos, mapas, gráficos, viñetas, diagramas, imágenes, iconos, figuras, etc. son infogramas.

ACTUALIDAD: Imágenes (realistas) generadas en el PC y de todo tipo.

Gráficos interactivos, vinculados s BD

▪ Resultados de ensayos MEF, diagramas de flujo, de barras, gráficos clásicos, etc.

## INFOGRAMA

Es un **gráfico** donde se representada la información que se desea transmitir, haciendo de esa forma que sea **clara, precisa, sintética y fácil de entender**.

## 3.2. GRÁFICAS DE INFORMACIÓN: elementos y características

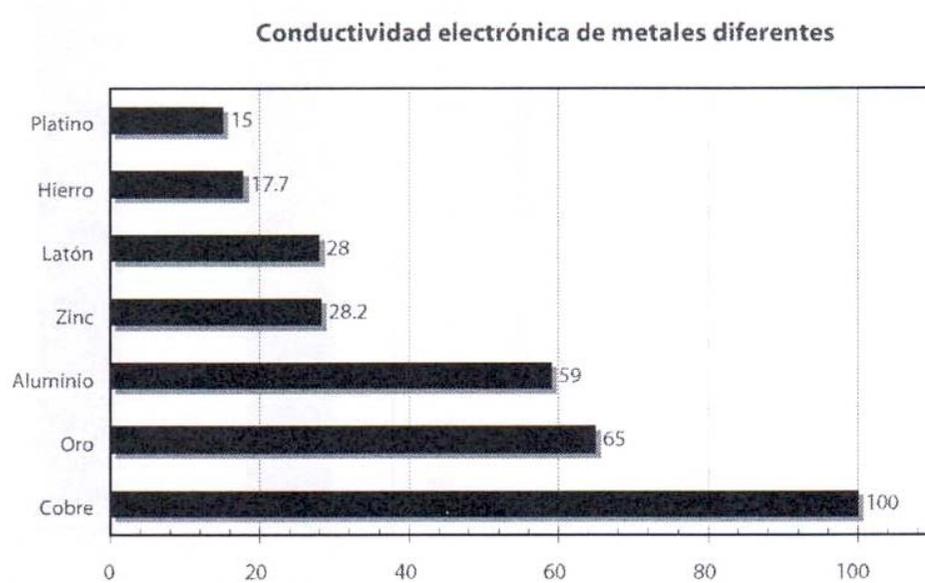
Pueden crearse para **interpretar** datos cualitativos, o para **mostrar** datos cuantitativos; se componen de las partes siguientes:

- *Título*, en la parte superior en minúsculas, breve y descriptivo del contenido.
- Las *líneas de tendencia* uniendo los puntos que representan datos, trazadas con el espesor más grueso de los empleados para la gráfica.
- Pueden usarse *diferentes tipos de línea* y combinaciones de trazos, o *colores* diferentes; en este caso incluir en la gráfica una leyenda explicativa de lo que representa cada trazo o color.
- El *eje horizontal (X)* es el eje independiente, donde se representarán los datos con valores constantes para todas las pruebas.
- El *eje vertical (Y)*, representar las variaciones a evidenciar mediante la gráfica.
- La escala puede ser continua o discontinua (para concentrar en un espacio/ tiempo menor los datos visualizados), pero siempre empezará desde cero, se leerá desde abajo y se construirá con números enteros.
- El texto de las escalas debe leerse desde abajo o desde la derecha de la gráfica, y contendrá las unidades de medida.
- Los *marcadores* (círculos, cuadrados, triángulos, ennegrecidos o huecos) se emplean para mostrar datos concretos con mayor interés.

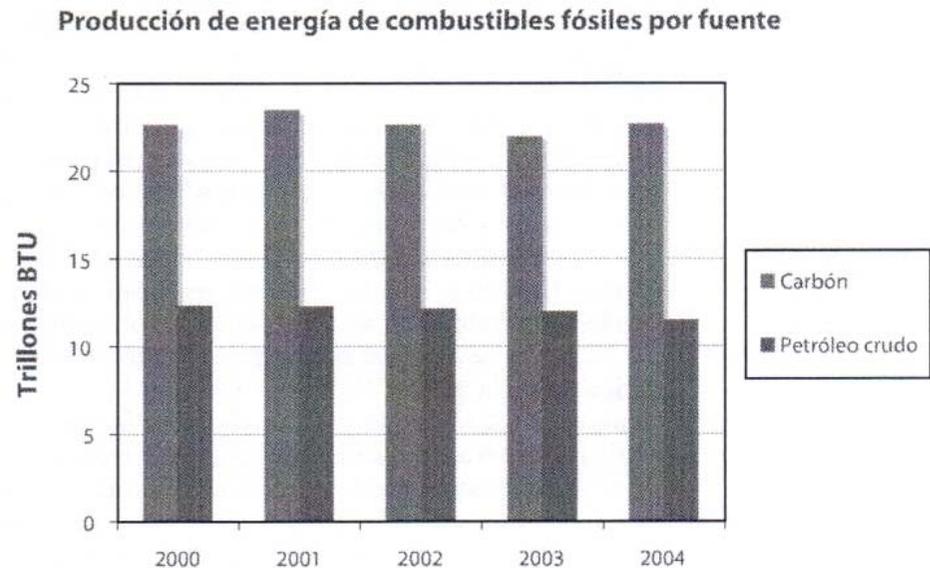
**Gráficas de barras:** son las más empleadas para *comparar* datos.

-Pueden visualizarse como barras horizontales o como columnas verticales. -

-También como gráficas de barras agrupadas para representar varios aspectos de un tema.



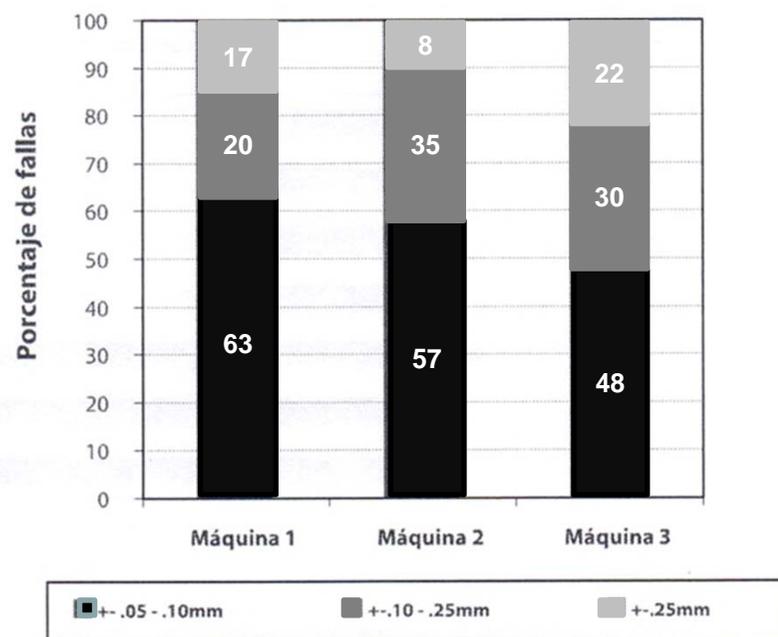
Gráfica elemental de barras, mostrando porcentajes de conductividad relativa respecto al cobre



Gráfica de barras agrupadas, agrupando dos elementos

**Gráficas de *barras apiladas*:** muestran las cantidades acumuladas por distintos factores, indicando dentro de la barra el valor o porcentaje atribuible a cada factor.

**Gráficas de *barras apareadas*:** son para comparar dos datos diferentes durante un período de tiempo.



Gráfica de barras apareadas mostrando el número de paradas acumulado en cada máquina por intervalos de tiempo de parada.

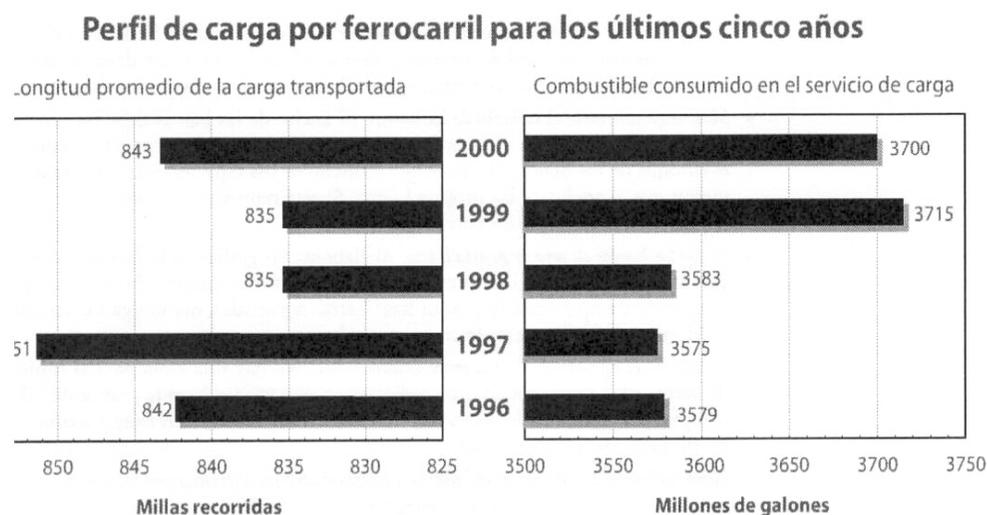


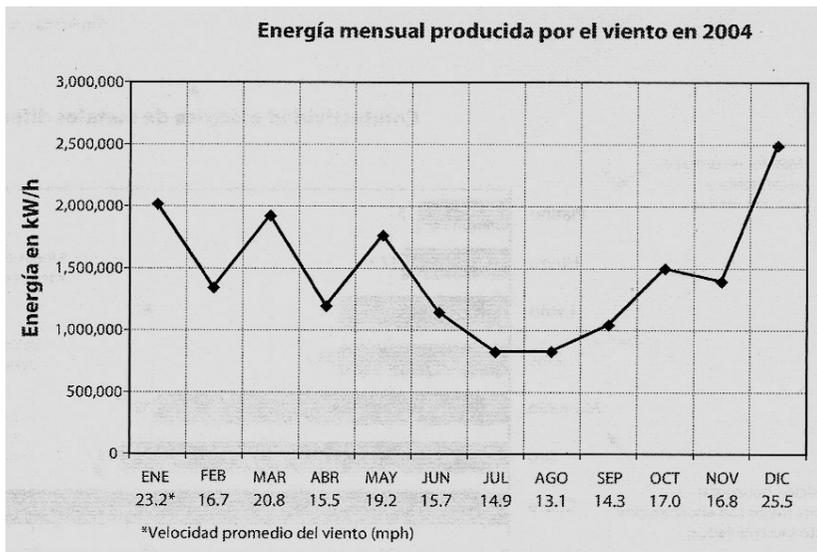
Gráfico de barras apareadas, comparando 2 datos distintos en sucesivos años

## **CRITERIOS COMPLEMENTARIOS para mejorar la presentación de las GRÁFICAS**

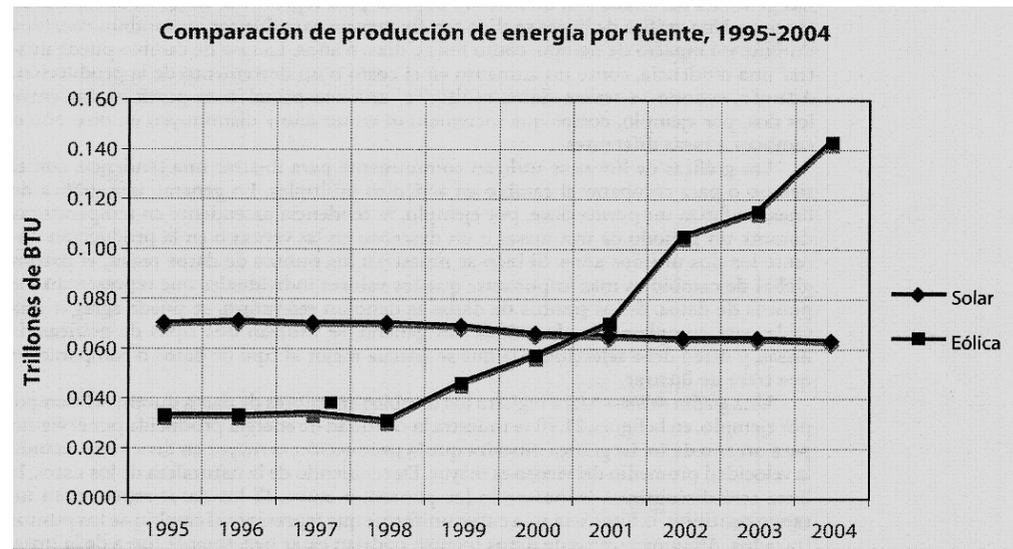
- Que las barras tengan todas la misma anchura.
- La dirección vertical u horizontal será aquella que mejor se asocie con la magnitud representada (distancias en horizontal, volúmenes en vertical, etc.)
- Ordenar las barras de la más corta a la más larga.
- Que el espacio entre las barras no sea superior al ancho de la barra.
- Que la diferencia de contraste entre barras adyacentes sea de aproximadamente un 30%; una diferencia excesiva de contraste crea ilusión óptica y puede confundir.
- Que el número total de barras no sea superior a ocho.
- En barras muy largas no recurrir al cambio de escala, emplear discontinuidades.

El *símbolo de discontinuidad* (2 líneas paralelas oblicuas o en zig-zag) debe aplicarse a la/s barra/s y a la escala.

**Gráficas de líneas:** constan de *puntos de datos* unidos entre sí, generalmente mediante segmentos. Son de gran utilidad para mostrar cambios y tendencias observadas por alguna variable en intervalos de tiempo, o para comparar datos. Se emplean mucho para representar series temporales. Las escalas elegidas para los ejes x e y influyen en la inclinación de la curva



Gráfica de líneas, a nivel básico



Gráfica de líneas representando dos variables

# Otras Gráficas

**Gráficas semilogarítmicas:** cuando la variable dependiente (eje Y), aumenta su valor bastante más deprisa que la variable independiente. En eje Y, no se pone el valor obtenido para  $f(x)$ , sino el valor de su logaritmo. Permiten mostrar si el índice de cambio aumenta y es constante en un tramo, o si decrece. Idem para las exponenciales

**Gráficas en coordenadas trilineales:** se construyen sobre un triángulo equilátero, resultando apropiadas para comparar tres variables (p. ej.: composición cuya suma es 100)

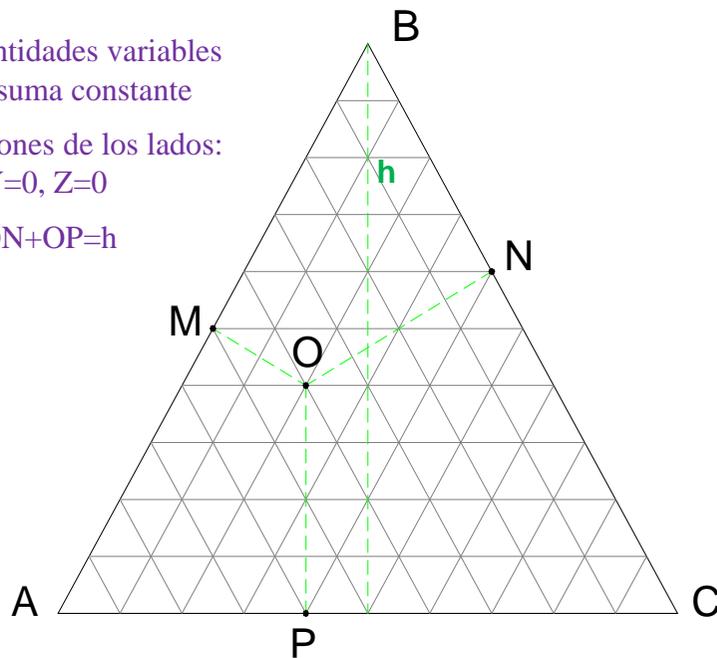
**Gráficas en coordenadas polares** permiten representar dos variables relacionadas, una es una magnitud lineal y la otra una variación angular

Las cantidades variables tienen suma constante

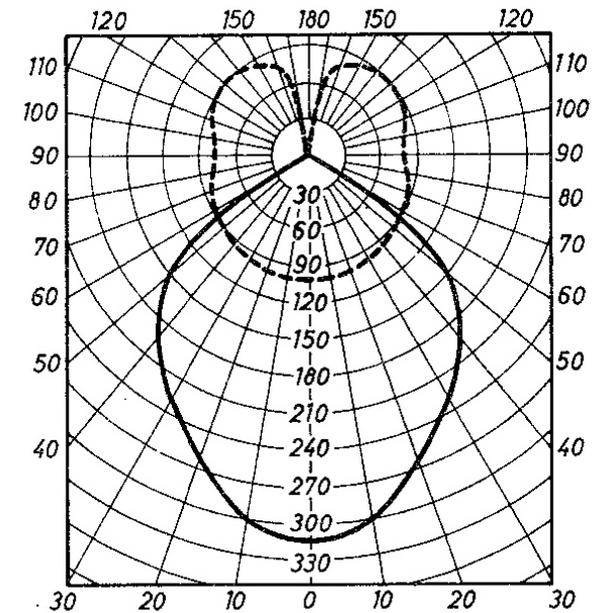
Ecuaciones de los lados:

$X=0, Y=0, Z=0$

$OM+ON+OP=h$

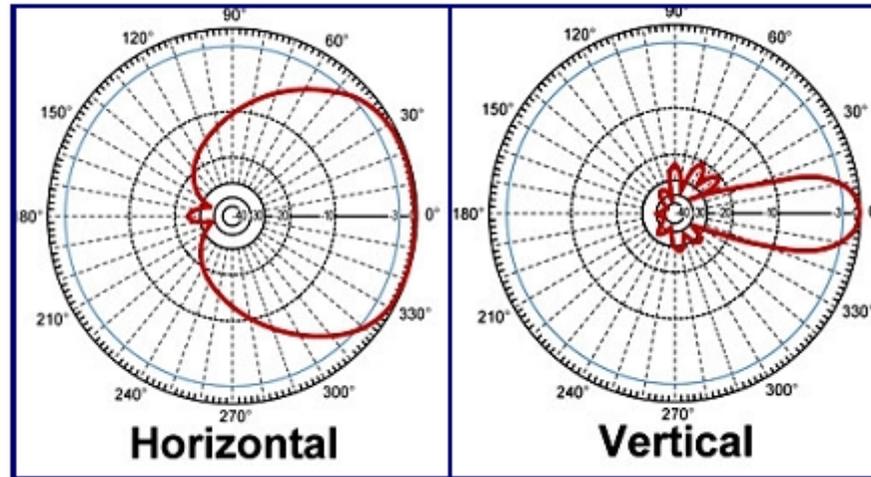
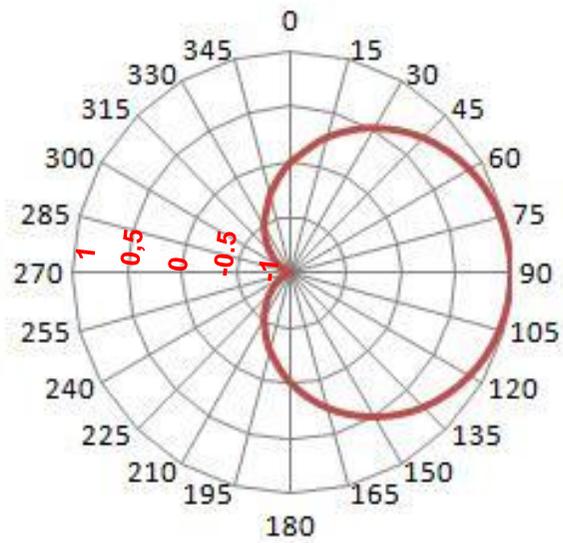


Gráfica en coordenadas trilineales (relaciona 3 variables)

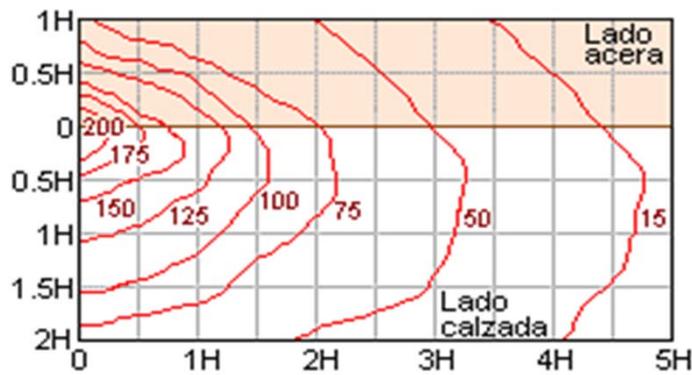


Gráfica en coordenadas polares

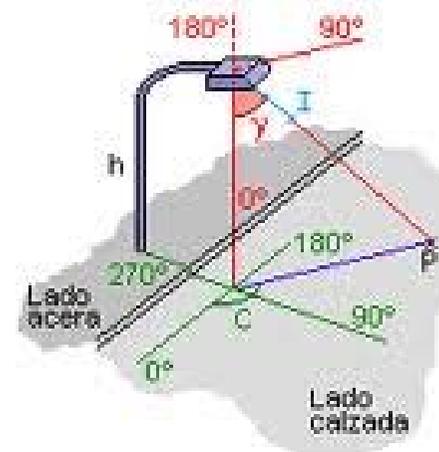
Función  $\text{sen}(x)$



Radiación de una antena



Curvas Isolux para 1000 lm y h=1 m



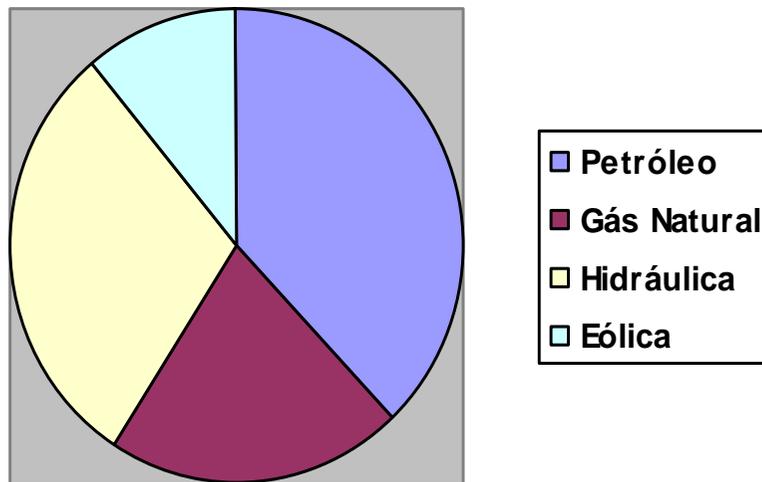
# Diagramas sectoriales o de tarta

Se emplean para comparar entre sí las partes que componen un todo.

Útiles en finanzas, demografía, ciencias sociales, etc., resultando de menor utilidad para ingeniería

Pueden ser de tres formas:

- *diagrama sectorial básico,*
- *diagrama sectorial desarrollado,*
- *diagrama sectorial tridimensional*



Gráfica sectorial básica

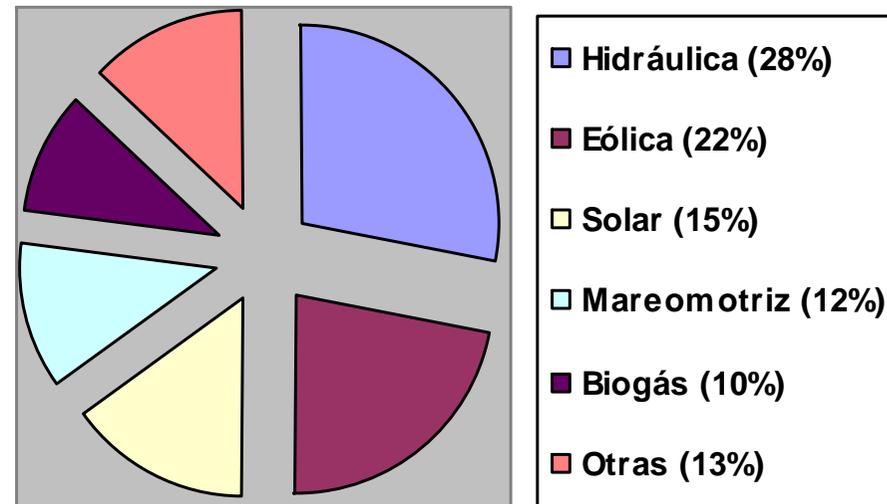
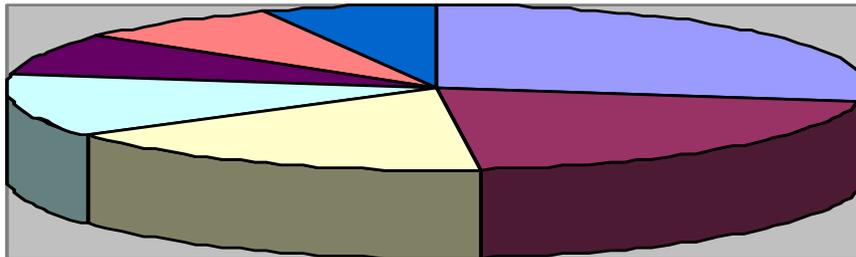
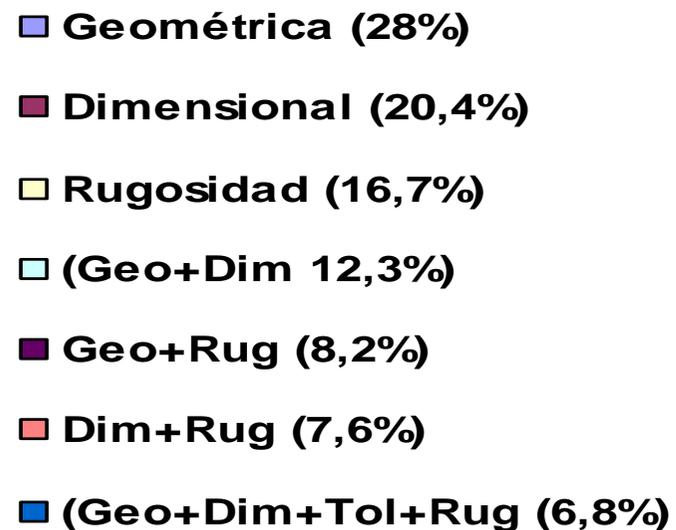


Gráfico sectorial desarrollado para porcentajes de producción en cada fuente de energía renovable.

- **Recomendaciones para elaborar diagramas sectoriales**
  - No es aconsejable representar más de 8 porciones.
  - Comenzar desde la posición horaria de las 12h con el mayor de los sectores y seguir en orden decreciente de porcentaje.
  - **Etiquetar** los sectores e incluir una leyenda explicativa de cada etiqueta.
  - **Diferenciar** los sectores con colores y/o puntos, nunca con rayados.
  - **Redondear** los porcentajes a números enteros.



Gráfica sectorial 3D:  
Tasa de fallos en tolerancias para cada tipo

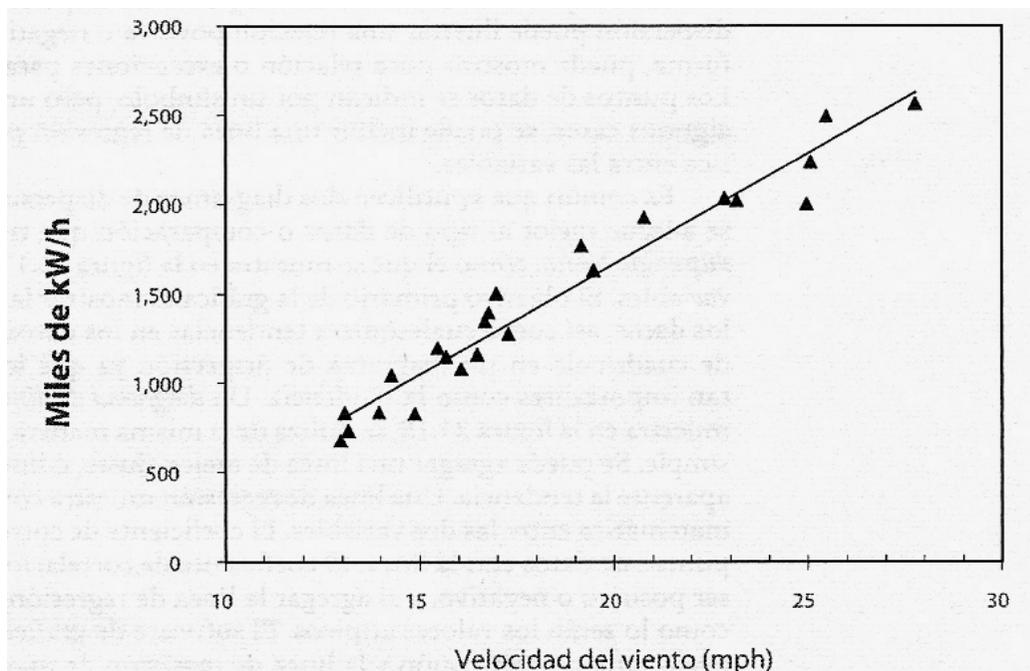


## Diagramas de dispersión:

Al representar datos técnicos en un diagrama **cartesiano** para mostrar la relación entre dos variables, pueden aparecer dispersos, de modo que no es posible unirlos con una línea recta continua.

El mayor interés de estos diagramas es visualizar la **dispersión** de los datos y apreciar su **tendencia**.

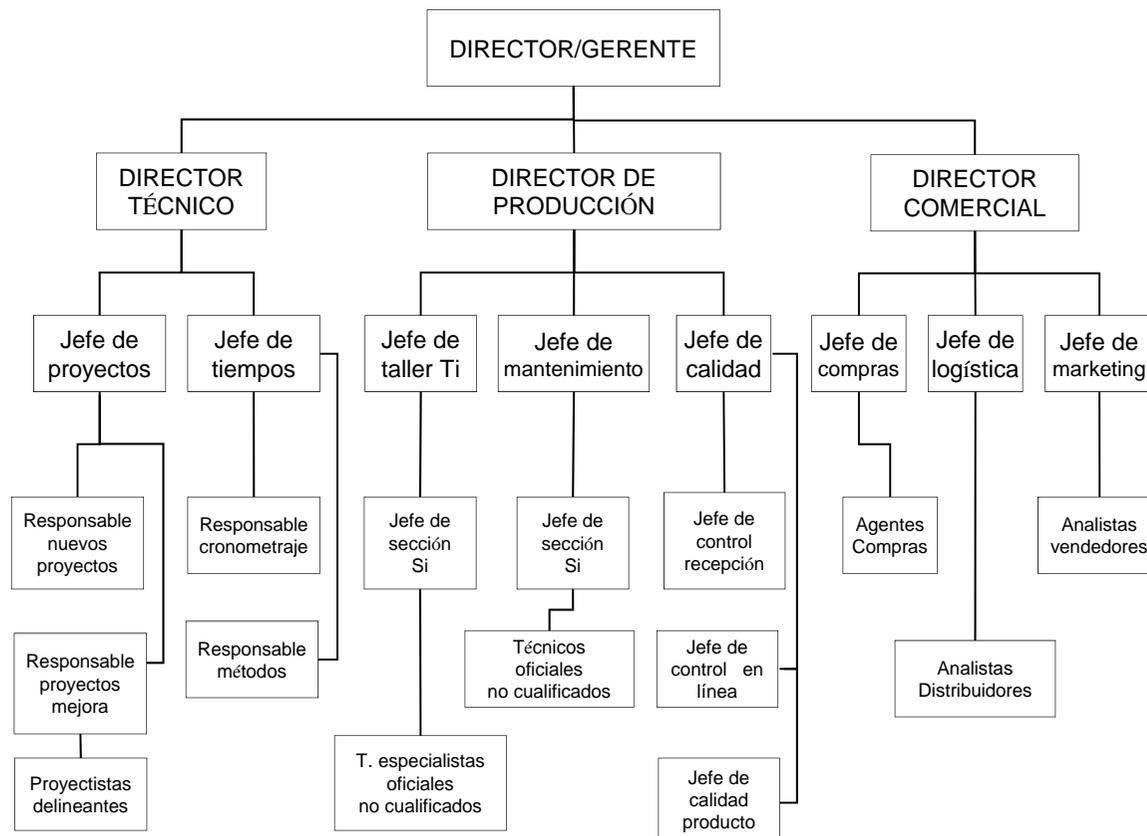
Excepcionalmente, se construye la **línea de regresión** que mejor se ajuste, para mostrar la relación estadística entre las variables



*Producción de energía eólica*

# Organigramas o diagramas organizacionales:

- Se usan para mostrar gráficamente la interrelación jerárquica entre los diferentes órganos y servicios de una organización y poner de manifiesto la dependencia entre personas o entre funciones (empresas, etc.)
- Cada función se representa dentro de un rectángulo y la de mayor jerarquía irá en la parte superior. Los rectángulos se unen con líneas; las descendentes indican relación de mando o de control y las ascendentes indican relación de información.



*Organigrama jerárquico-funcional en una empresa*

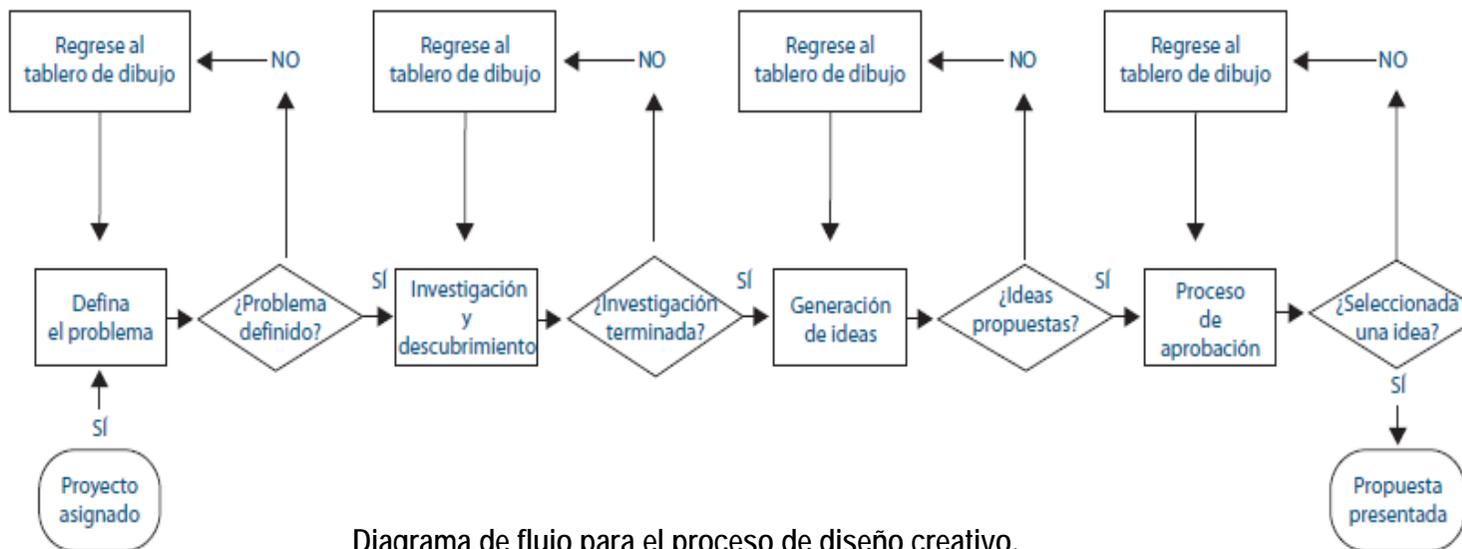
# Diagramas de flujo o de circulación

Ilustran un proceso paso a paso, empleando símbolos geométricos que representan alguna actividad concreta y tienen los significados siguientes:

- *Formas ovaladas*: comienzo y final del proceso.
- *Rectángulos*. Actividad a realizar en una etapa de trabajo.
- *Rombos*: puntos de decisión o evaluación de lo desarrollado.

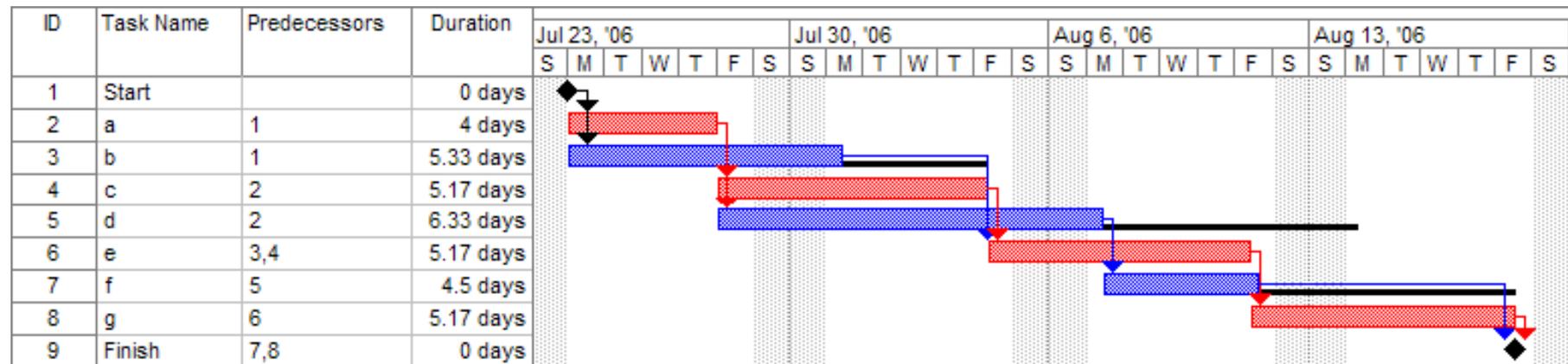
Presentan una imagen visual de un proceso, para facilitar su análisis y documentar las decisiones adoptadas mediante sucesivas iteraciones.

**Aplicaciones:** procesos de fabricación o de elaboración de productos, flujos de trabajo, diagramas de calidad, diagramas de procesos en la industria química



# Diagramas de Gantt (Gantt Chart):

- Son diagramas de **barras horizontales** => muestran gráficamente la planificación de proyectos; es decir, el tiempo dedicado a cada tarea dentro del tiempo total previsto
- Las tareas y subtareas en que se divide el proyecto se representan mediante una barra referida a una escala horizontal de tiempos.
- Si dos tareas se realizan simultáneamente, estarán parcial o totalmente solapadas en el tiempo (siempre que el objetivo sea realizar el proyecto en el menor tiempo posible => EC).

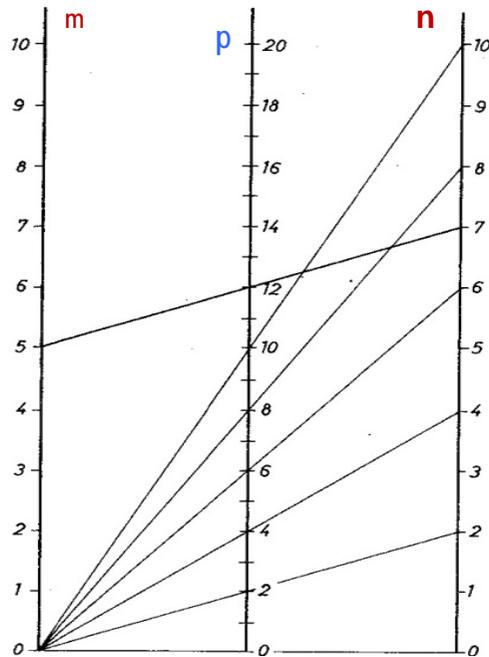


*Ej.: la tarea 4 no se inicia hasta finalizar la 2*

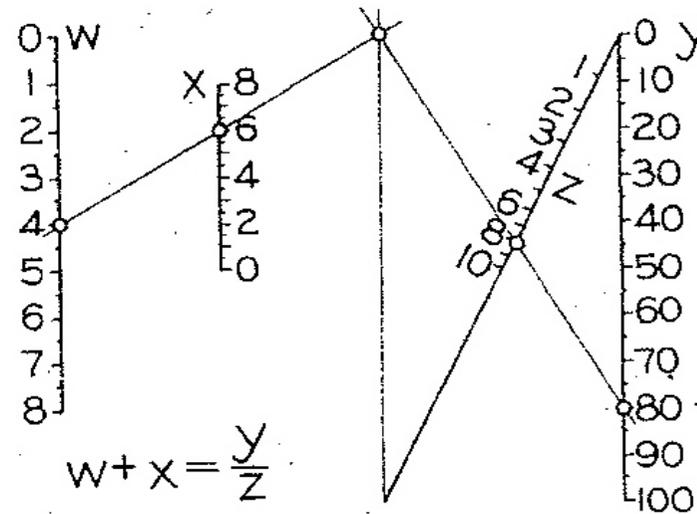
## Nomograma, ábaco o nomografo

RAE- “Representación gráfica que permite realizar con rapidez cálculos numéricos aproximados”.

- Instrumento gráfico de cálculo - un diagrama bidimensional que permite el cómputo gráfico (aproximado) de una función de cualquier número de variables (como una *regla de cálculo*)
- Combinación de diagramas que representan una ecuación mediante una *combinación de escalas*.
- Su principal aplicación es para obtener valores muy aproximados sin necesidad de realizar cálculos.
- No hace falta formación en matemáticas para determinar el valor de una variable dependiente.
- Se emplean los nomogramas para resolver una ecuación con tres variables.
- En ocasiones se combinan dos gráficas, o incluso más de tres variables.

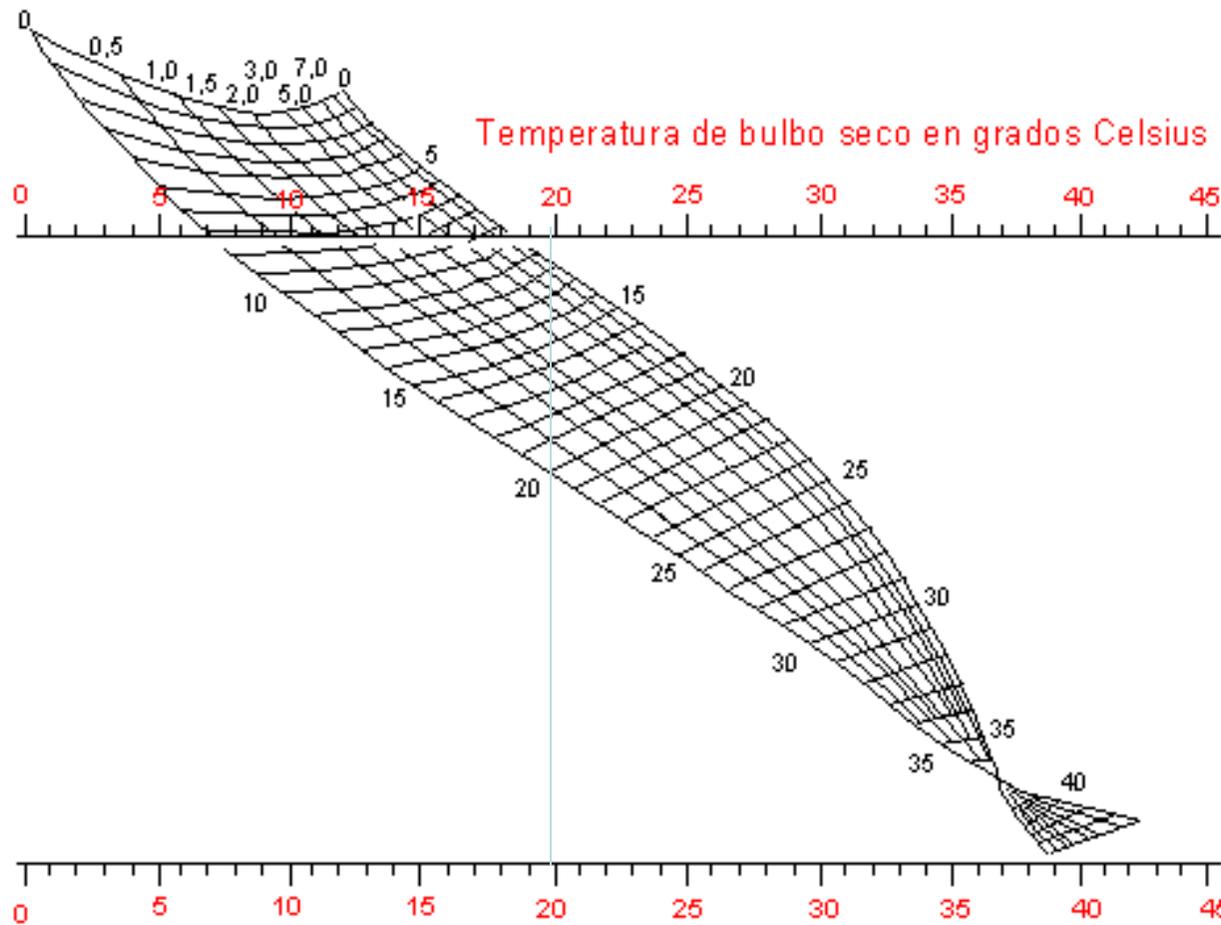


Nomograma para sumas:  $(m + n) = p$



Nomograma con 4 variables

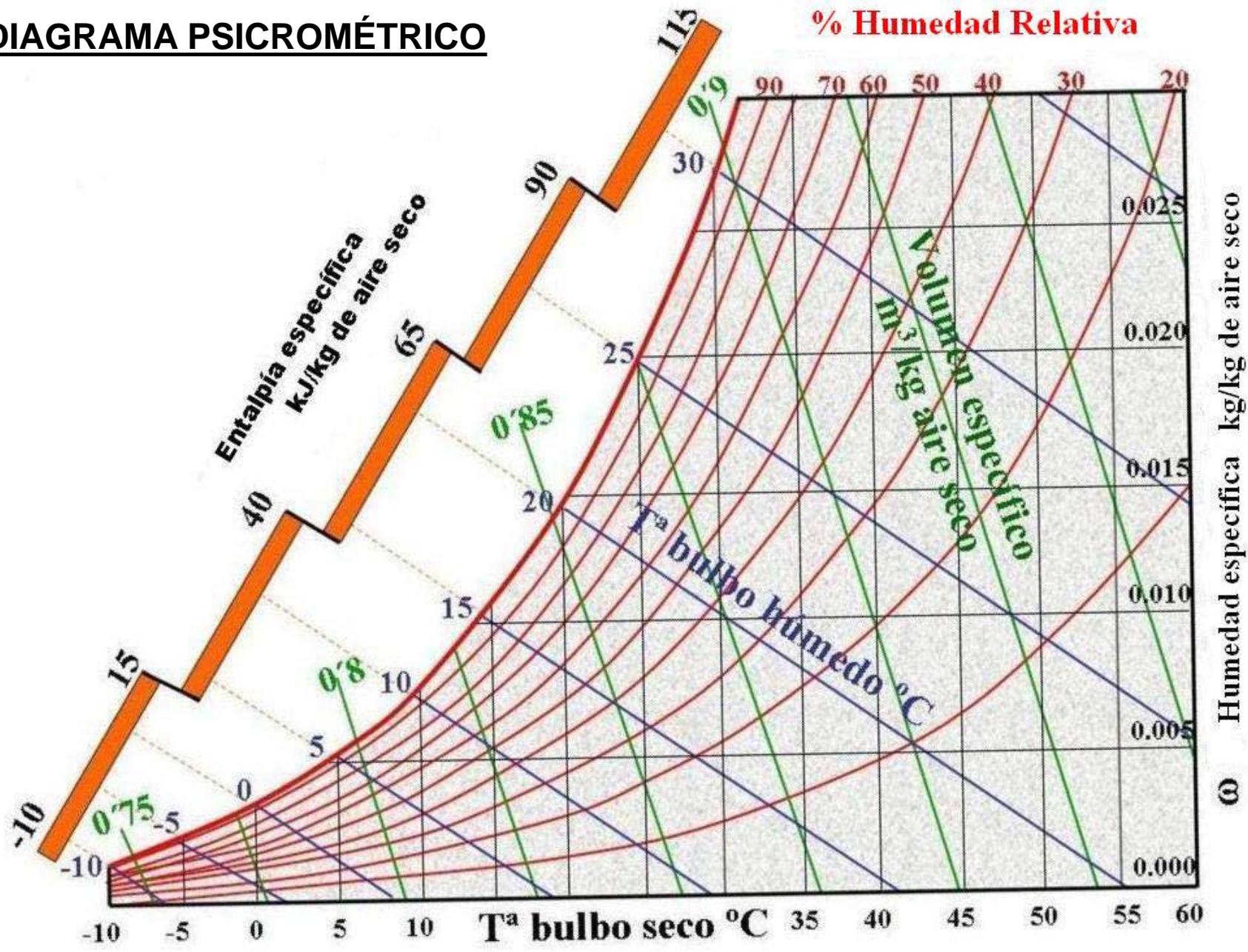
Velocidad del aire en metros por segundo



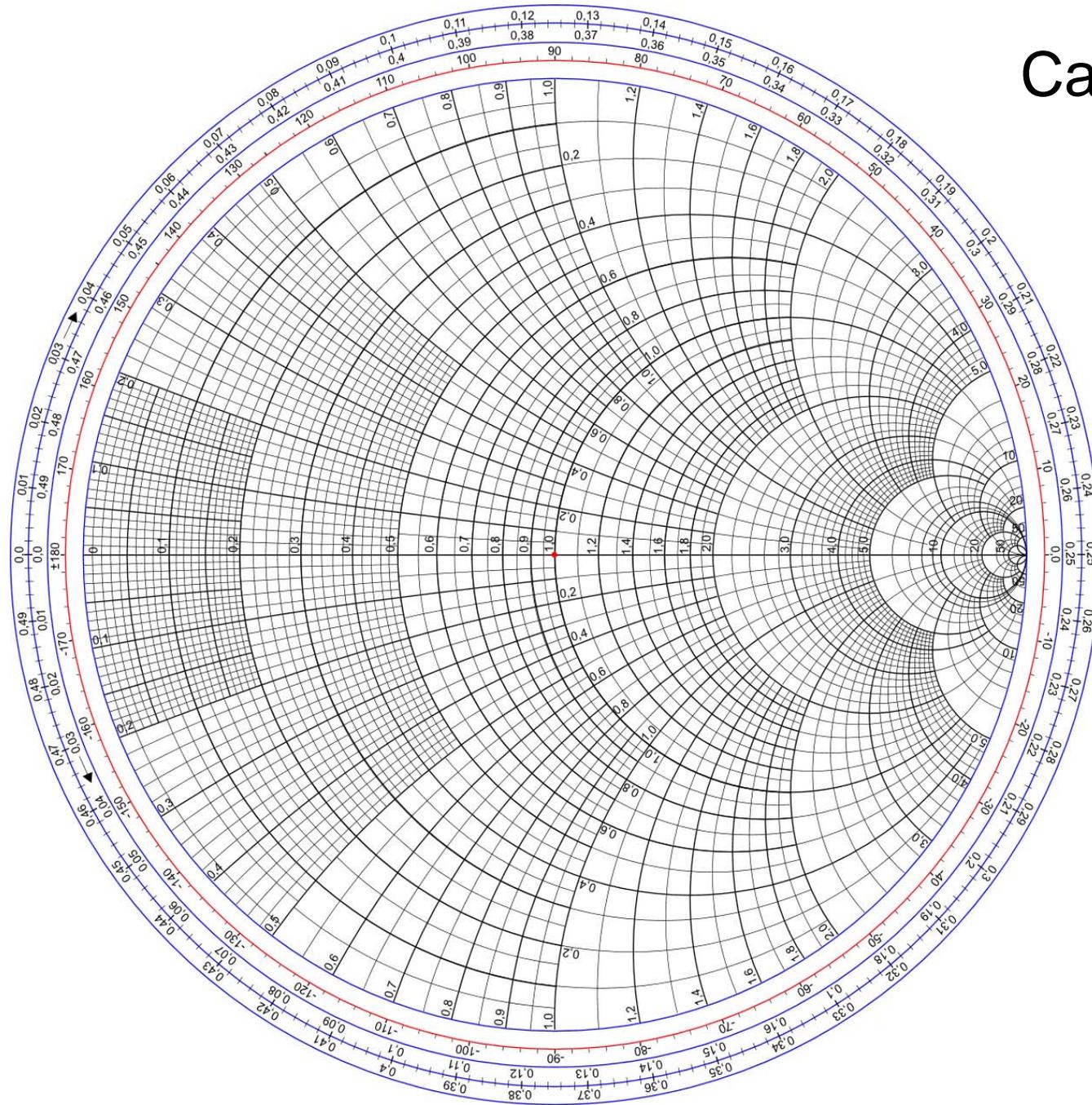
Temperatura de bulbo húmedo en grados Celsius

**NOMOGRAMA  
DE LA  
TEMPERATURA  
EFECTIVA  
CORREGIDA  
T.E.C.**

# DIAGRAMA PSICROMÉTRICO



# Carta de Smith



*Variación de la impedancia de línea, con la longitud*

## Trazado de escalas para los nomogramas

Expresar las funciones  $f(x)$  y  $f(y)$ ; llamando  $C_e$  al valor de una ud en eje X  
Longitud de escala para eje X ( $L_{ex}$ ):

$$L_{ex} = C_e[f(x_2) - f(x_1)] \quad (1)$$

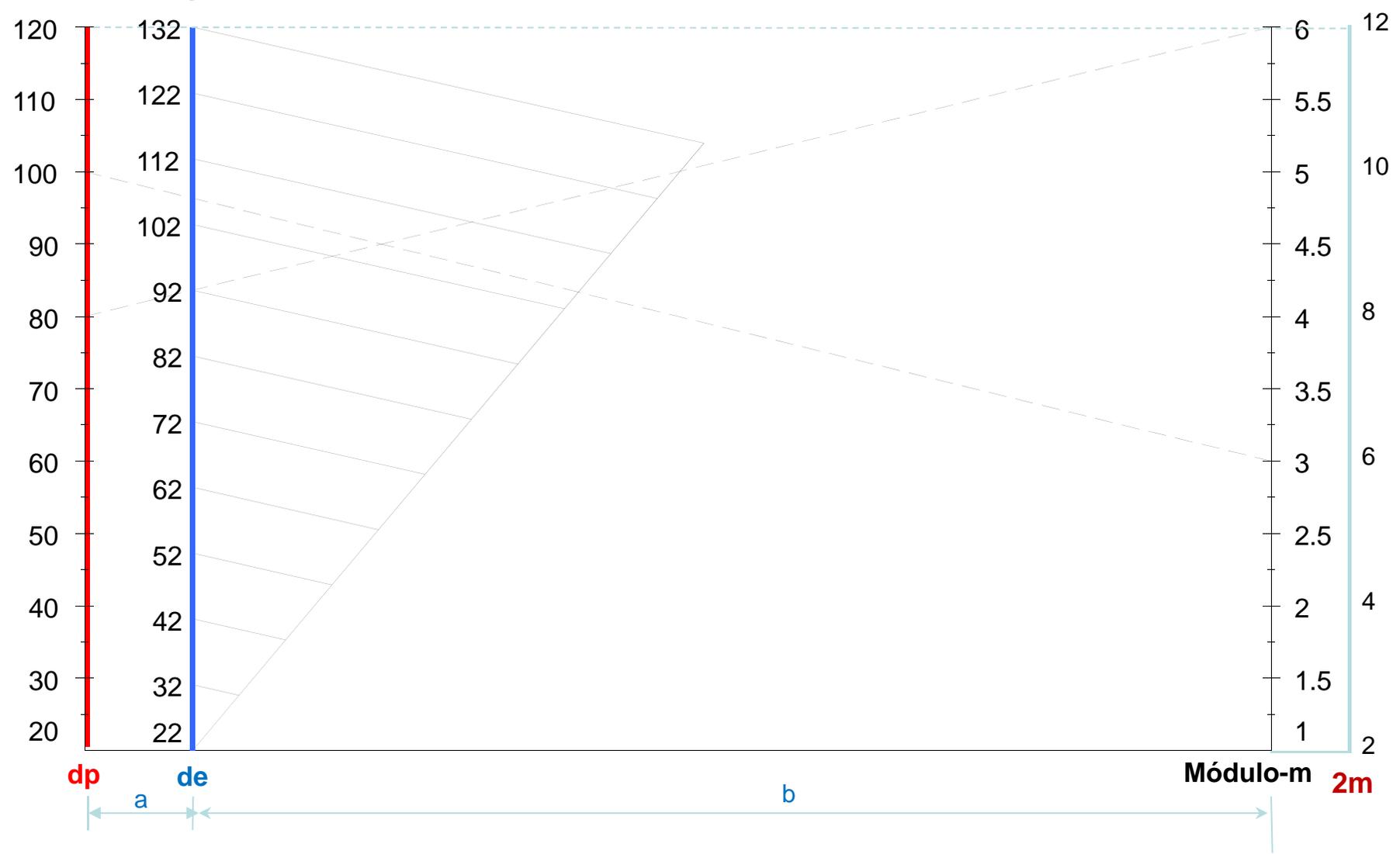
- **Trazado práctico de un nomograma:**

Caso práctico del trazado de un nomograma de escalas paralelas para obtener el “diámetro exterior de una rueda dentada de dientes cortos, a partir de módulo y diámetro primitivo”:

$$d_e = d_p + 2m \quad (\text{UNE 18066:61})$$

- 1- Establecer los límites para las variables:  $d_p$  y  $2m$ .
- 2- Adoptar una longitud de escala para el valor máximo de “ $d_p$ ”, que proporcione un valor de  $C_{e_{d_p}}$  de fácil manejo.
- 3- Obtener el valor de 1ud. en la escala de “ $d_e$ ”, suponiendo que  $L_{d_e} = L_{d_p}$
- 4- Situar como escalas exteriores las dos variables situadas al mismo lado de la igualdad.
- 5- Determinar la relación de distancias “ $a$ ” y “ $b$ ” a las que deben encontrarse las escalas exteriores de la escala central:  $a/b = C_{e_{d_p}} / C_{e_m}$
- 6- Para construir escalas con el valor de una ud. difícil de manejar, como “ $d_e$ ”, es recomendable apoyarse en una escala auxiliar.

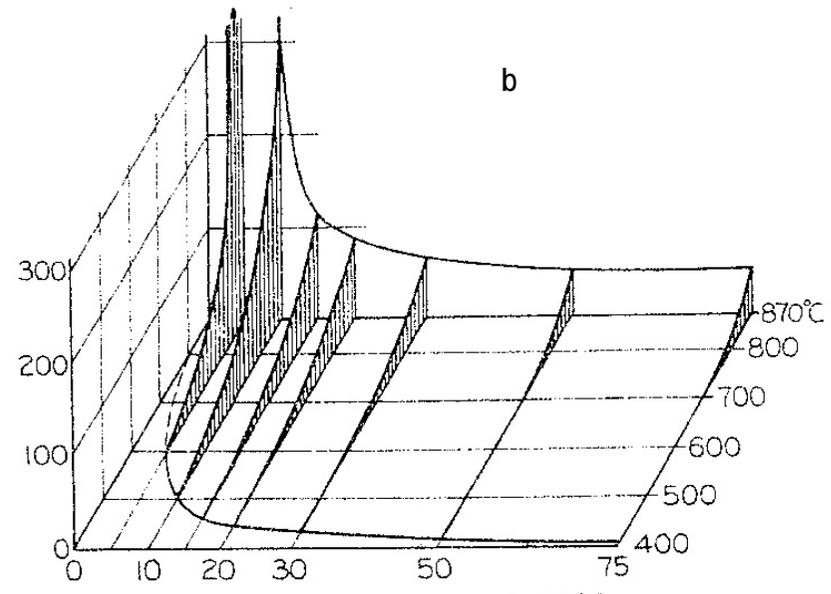
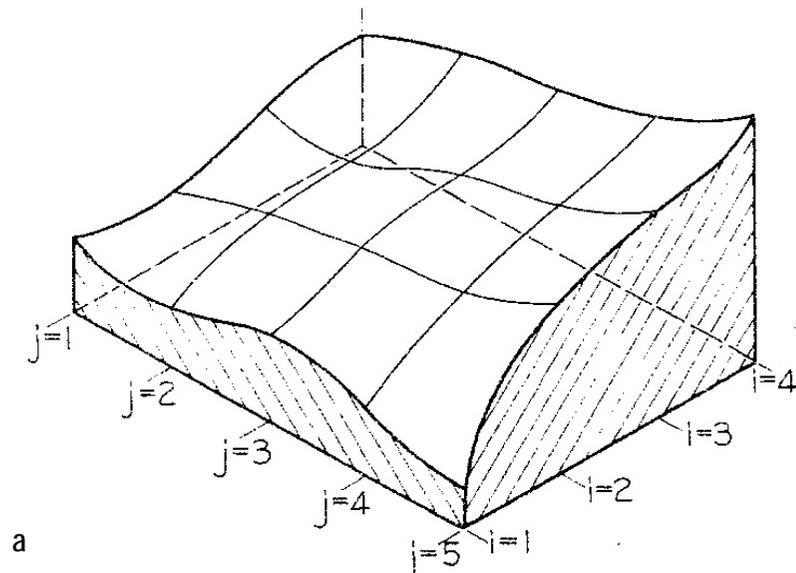
Si  $dp: 20-120$   $\Rightarrow$   $de: 22-132$   $\Rightarrow a/b = Ce_{2m}/Cedp = 10/100 = 1/10$   
 $2m: 2-12$



Nomograma para obtener el diámetro exterior de las ruedas dentadas de dientes cortos, a partir de su diámetro primitivo y su módulo.  $UNE\ 18066:61 \Rightarrow de = dp + 2m$

## Gráficas volumétricas

- Se emplean para representar tres variables relacionadas entre sí, representadas en tres ejes ortogonales.
- Pueden representarse en proyección ortogonal (isométrica) o en proyección oblicua (caballera).
- También admiten representaciones similares a las gráficas de barras.



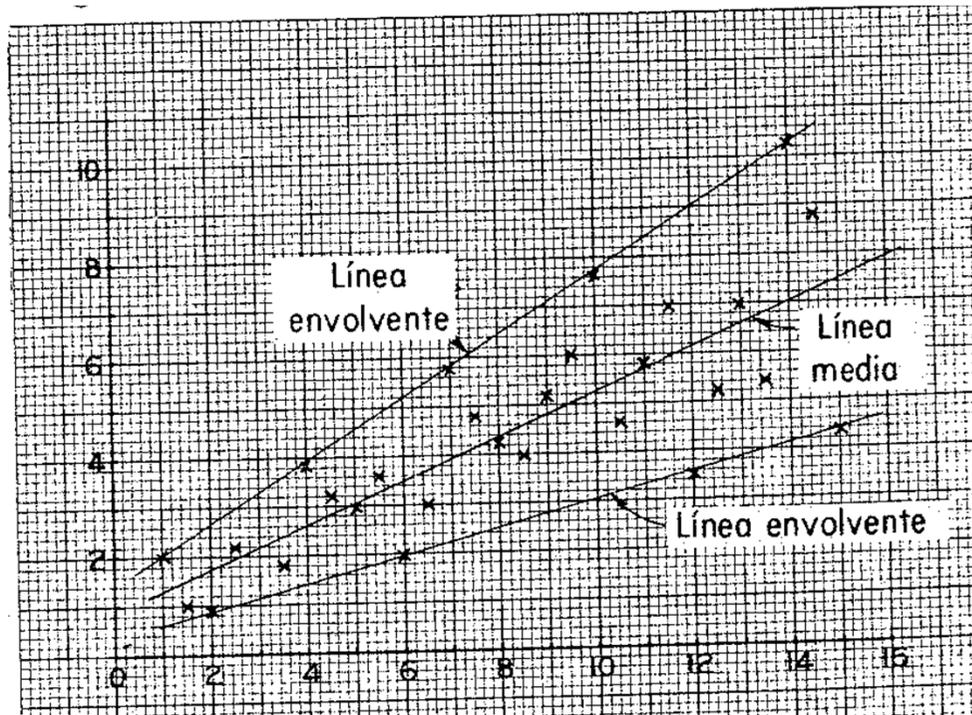
Gráficas volumétricas en proyección isométrica (a) y en proyección oblicua (b)

## **Ecuaciones empíricas**

- Se obtienen a partir de datos experimentales.
- En ocasiones los datos tabulados, o el análisis de la gráfica obtenida a partir de los datos, son insuficientes, precisándose de una *ecuación* que relacione los datos entre sí para a partir de ella poder hacer un cálculo estimado de los valores para otros experimentos de las mismas características para los que no se dispone de datos.
- Si al llevar los datos a una gráfica de coordenadas rectangulares, semilogarítmica o logarítmica, estos siguen aproximadamente una línea, aplicando principios geométricos y métodos algebraicos puede deducirse una ecuación empírica, que de forma muy aproximada generalice la relación existente entre los datos de las variables tratadas.
- Para ajustar una línea a los puntos de datos debe disponerse de un número amplio de puntos, y que aprox. queden el mismo número por encima y por debajo de la línea ajustada; un punto que quede sensiblemente más alejado de la línea que los otros, no debe ser tenido en cuenta.

## Ecuaciones empíricas (II)

- Si los puntos están bastante diseminados se trazan dos líneas envolventes que se ajusten a los puntos más alejados por arriba y por abajo, y se determina una línea media.
- La ecuación obtenida es válida dentro de los límites del experimento y para los datos observados; una extrapolación fuera de esos datos debe observarse con cautela, aunque puede servir como la orientación o tendencia predecible.
- Si existen defectos en los instrumentos de medición, o si están descalibrados, todos los datos serán mayores o menores y estas desviaciones no las corrige la gráfica.
- Para obtener la ecuación debe tenerse en cuenta la diferencia de escalas en ambos ejes



Ajuste de un conjunto de puntos de datos a una línea

## Ecuaciones empíricas en coordenadas semilogarítmicas

- Si los datos representados en coordenadas rectangulares no permiten ser ajustados a una recta, pueden ser objeto de una rectificación hasta que reproduzcan una recta en coordenadas semilogarítmicas, siempre que la curva original se aproxime a una exponencial, que cortará a uno de los ejes y será asintótica con el otro eje
- La escala logarítmica suele estar en el eje Y, y la ecuación de la recta será (1):

$$\log(y) = mx + \log(b)$$

- Siendo, para logaritmos decimales:

$$y = b \cdot 10^{mx} \quad m = \frac{\log y_2 - \log y_1}{x_2 - x_1}$$

- **Ecuaciones empíricas en coordenadas logarítmicas .**
- Si la curva resultante es una curva parabólica que pasa por el origen, o una hipérbola asintótica con los ejes, esas curvas de potencia pueden rectificarse para formar una recta en coordenadas logarítmicas. La ecuación ahora será (2):

$$\log(y) = m \cdot \log(x) + \log(b) \quad y = b \cdot x^m$$

- Determinar la pendiente “m” y la ordenada “b” en el origen cuando  $x=1$  [ $\log(1)=0$ ].
- A partir de (2), con las coordenadas de dos puntos  $(x_2, y_2)$ ,  $(x_1, y_1)$ , se obtienen “m” y b.

## Utilidad para el análisis de datos

- Hasta la aparición de las computadoras la resolución de muchos problemas matemáticos se apoyaba en estas técnicas gráficas.
- Actualmente, las gráficas se emplean mayoritariamente para hacer más interpretable una información basada en unos datos experimentales o sobre hechos que acontecen.
- En ciencias e ingeniería, es más sencillo realizar un análisis de los datos tras ajustar un conjunto de puntos de datos a una curva gráfica que facilita el analizar las tendencias, las dispersiones de los datos, y establecer comparaciones entre comportamientos de datos.
- Las gráficas de líneas y las gráficas de superficie o de volumen son una herramienta útil para la interpretación, la exposición y la síntesis simplificada de algún fenómeno complejo relacionado con un conjunto de datos.