



Vive tu propósito

**DIBUJO**

**GUÍA DE TRABAJO**

**VISIÓN**

*Ser una de las 10 mejores universidades privadas del Perú al año 2020, reconocidos por nuestra excelencia académica y vocación de servicio, líderes en formación integral, con perspectiva global; promoviendo la competitividad del país.*

**MISIÓN**

*Somos una universidad privada, innovadora y comprometida con el desarrollo del Perú, que se dedica a formar personas competentes, íntegras y emprendedoras, con visión internacional; para que se conviertan en ciudadanos responsables e impulsen el desarrollo de sus comunidades, impartiendo experiencias de aprendizaje vivificantes e inspiradoras; y generando una alta valoración mutua entre todos los grupos de interés.*

## PRESENTACIÓN

El presente texto está diseñado para ayudar al estudiante en el desarrollo de cada uno de los temas del Silabo, así como, proporcionar al estudiante, las herramientas indispensables para expresar y representar gráficamente los trabajos a desarrollar en su carrera profesional.

La competencia a desarrollar es: Dibuja elementos y proyectos afines a su carrera, utilizando adecuadamente los instrumentos de dibujo y el lenguaje gráfico, demostrando un alto sentido técnico y creativo.

En general, los contenidos propuestos en el material de estudio, se dividen en cuatro unidades: Dibujo Instrumental, Dibujo Geométrico, Dibujo de Proyecciones y Secciones y Acotamiento, preparados a partir de la recopilación de conceptos aplicados al dibujo técnico de arquitectura e ingeniería.

Es recomendable que el estudiante desarrolle una permanente revisión del contenido del texto, para que pueda comprender los diferentes procedimientos de dibujo de geometrías y el uso de líneas normalizadas. El contenido del material se complementará con las prácticas presenciales que se desarrollan en cada clase.

Agradecemos al Arq. José Giraldo Rodríguez, al Arq. Saúl Medina Oré, al Arq. Jorge Revatta Espinoza y al Arq. Hugo Marroquín Quijandría, que trabajaron en la estructuración y compilación del presente texto.

Los compiladores

## ÍNDICE

	Pág.
PRESENTACIÓN	3
ÍNDICE	4
PRIMERA UNIDAD: Dibujo Instrumental	
Tema N° 1: Útiles de dibujo	5
Tema N° 2: Trazado de Paralelas y Perpendiculares	7
Tema N° 3: Construcción de Ángulos y Alfabeto de Líneas	9
Tema N° 4: Rotulación Normalizada	12
Tema N° 5: Teoría de escalas	16
SEGUNDA UNIDAD: Dibujo Geométrico	
Tema N° 6: Construcciones Geométricas Parte 1	18
Tema N° 7: Construcciones Geométricas Parte 2	22
Tema N° 8: Construcciones Geométricas Parte 3	25
TERCERA UNIDAD: Proyecciones Ortogonales	
Tema N° 9: Sistemas de Representación	33
Tema N° 10: El Punto y La Recta	44
Tema N° 11: El Plano	49
Tema N° 12: Proyecciones Ortogonales	53
CUARTA UNIDAD: Secciones y Acotación	
Tema N° 13: Secciones y roturas. Parte I	61
Tema N° 14: Secciones y roturas. Parte II	63
Tema N° 15: Acotaciones. Parte I	69
Tema N° 16: Acotaciones. Parte II	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

## PRIMERA UNIDAD DIBUJO INSTRUMENTAL

### Tema Nº 1

### ÚTILES DE DIBUJO

## ÚTILES DE DIBUJO

### **Tablero de Dibujo.**

Es un instrumento de dibujo sobre el que se fija el papel para realizar el dibujo. Por lo general se construye de madera o plástico liso y de bordes planos y rectos lo cual permite el desplazamiento de la regla T.

### **La regla T.**

La regla T recibe ese nombre por su semejanza con la letra T. Posee dos brazos perpendiculares entre sí. El brazo transversal es más corto. Se fabrican de madera o plástico.

Se emplea para trazar líneas paralelas horizontales en forma rápida y precisa. También sirve como punto de apoyo a las escuadras y para alinear el formato y proceder a su fijación.

### **Escalímetro**

Es un instrumento para medir y tiene en sus bordes grabaciones de decímetros, centímetros y milímetros. Por lo general son de plástico. Los más usuales son las de 30 centímetros.

### **Las escuadras.**

Las escuadras se emplean para medir y trazar líneas horizontales, verticales, inclinadas, y combinada con la regla T se trazan líneas paralelas, perpendiculares y oblicuas.

Las escuadras que se usan en dibujo son dos:

- La de 45° que tiene forma de triángulo isósceles con ángulo de 90° y los otros dos de 45°.
- La escuadra de 60° llamada también cartabón, cuyos ángulos miden 90°, 30° y 60°.

### **El compás.**

Es un instrumento de precisión que se emplea para trazar arcos, circunferencias y transportar medidas.

Está compuesto por dos brazos articulados en su parte superior donde está ubicada una pieza cilíndrica llamada mango por donde se toma y maneja con los dedos índice y pulgar.

### **Lápices.**

Los lápices son elementos esenciales para la escritura y el dibujo. Están formados por una mina de grafito y una envoltura de madera. Pueden ser de sección redonda o

hexagonal. Para dibujar son mejores los hexagonales porque facilitan la sujeción entre los dedos y evitan que se ruede al dejarlos sobre la mesa de dibujo.

### **Grados de dureza de la mina.**

La mina de los lápices posee varios grados desde el más duro hasta el más blando. Con los de mina dura se trazan líneas finas de color gris y las más blandas líneas gruesas y de color negro.

Están clasificados por letras y números. La H viene de la palabra hard que significa duro, la F significa firme y la B de bold que significa marcado.

Los más duros son: 9H, 8H, 7H, 6H, 5H, 4H, 3H, 2H y H. Los intermedios son: HB y F. Los más blandos son: B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 7B, 8B y 9B.

### **Portaminas.**

Los portaminas son de metal o plástico y aloja en su interior la mina o minas que se deslizan mediante un resorte hacia afuera, que han de servir para escribir o trazar. Las minas son de distinta dureza. Aventaja a los lápices por el afilado de la mina.

### **Goma de borrar.**

Las gomas de borrar se emplean para hacer desaparecer trazos incorrectos, errores, manchas o trazos sobrantes. Por lo general son blandas, flexibles y de tonos claros para evitar manchas en el papel.

### **Cartulina blanca para lápiz.**

La cartulina es una lámina fina que es utilizado en todo el mundo para escribir, imprimir, pintar, dibujar y otros. Es recomendable la cartulina Canson para lápiz color blanco.

### **Cinta Adhesiva (Masking Tape).**

El papel se fijará al tablero gracias a la cinta adhesiva, la cual, si es de buena calidad no dejará huella ni en el papel ni en el tablero. Cortamos cuatro pedacitos de cinta adhesiva, de longitud 2,5 aproximadamente, y los colocamos en el borde derecho de la mesa de dibujo, presionamos con los dedos de la mano izquierda la regla T y la lámina, pegamos en las esquinas superiores las cintas, de manera que queden perpendiculares a las esquinas, sin que la cinta llegue al margen de la lámina.

### **NORMAS DE ASEO**

Las normas de aseo en dibujo técnico, tienen como objetivo la obtención de trabajos exento de suciedades. Los elementos que pueden ocasionar dicha suciedad, pueden venir del ambiente de trabajo, del instrumental utilizado y del propio dibujante.

Por ello es recomendable tener siempre un trozo de franela que se utilizará en la eliminación de desperdicios, en la limpieza de los instrumentos y en la limpieza de las manos del dibujante.

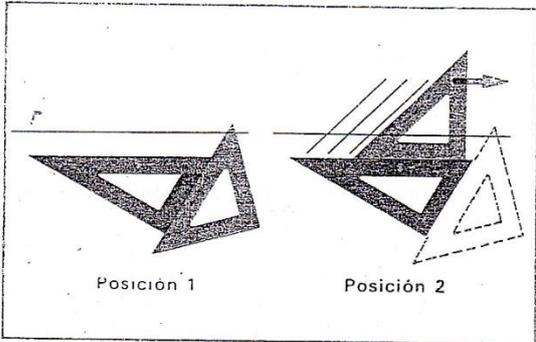
### **RECOMENDACIONES**

El lápiz no debe nunca apretarse sobre el papel de tal modo que lo raye y quede una hendidura. No hay necesidad de apretarlo. Si usted desea que una línea salga de un negro intenso y no lo consigue, lo que debe hacer, en lugar de apretar, es utilizar otro lápiz de mina más blanda, que le dará el resultado que desea sin necesidad de presionarlo.

**Tema N° 2  
TRAZADO DE PARALELAS  
Y PERPENDICULARES**

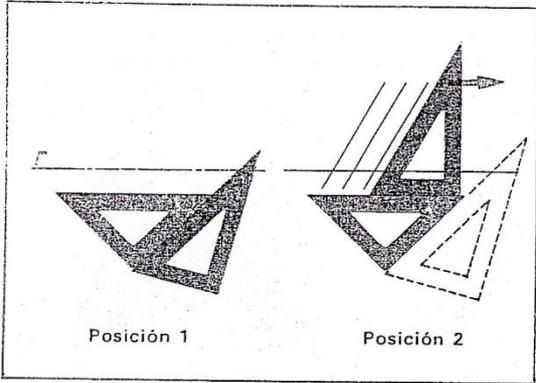
**TRAZADO DE PARALELAS Y PERPENDICULARES**

- 1.º Se colocarán la escuadra y el cartabón según la posición 1.
- 2.º Mantener inmóvil el cartabón y desplazar la escuadra haciendo que uno de sus catetos se deslice por la hipotenusa de aquélla.
- 3.º Deslizado la escuadra en la dirección que indica la flecha (posición 2). todas las rectas que se tracen por la hipotenusa de la escuadra formarán ángulos de 45° con la recta dada *r*.



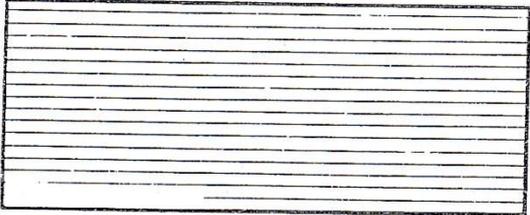
**3.4. TRAZAR RECTAS INCLINADAS QUE FORMEN ANGULOS DE 60° CON OTRA DADA *r***

- 1.º Se colocará la escuadra y el cartabón según se indica en la posición 1.
- 2.º Mantener inmóvil la escuadra (posición 2) y desplazar el cartabón para situarlo de tal forma que su cateto menor se deslice por la hipotenusa de la escuadra.
- 3.º Deslizado el cartabón en la dirección que indica la flecha, todas las rectas que se tracen por la hipotenusa de éste formarán ángulos de 60° con la recta dada *r*.

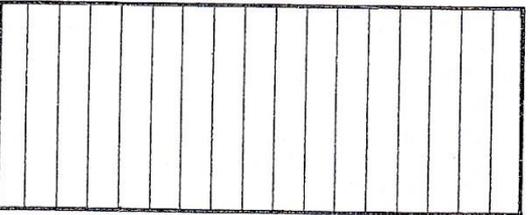


Obsérvense cinco ejercicios de rayado típicos para todo iniciado en el dibujo técnico. El lector procurará ejercitarse en ellos, ya que son básicos de todo dibujo industrial.

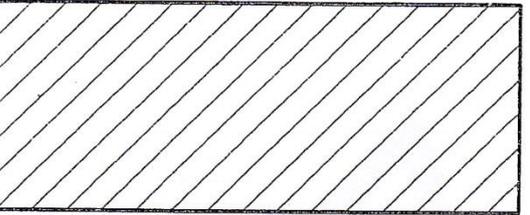
Rayado longitudinal, de interlineado 2 mm



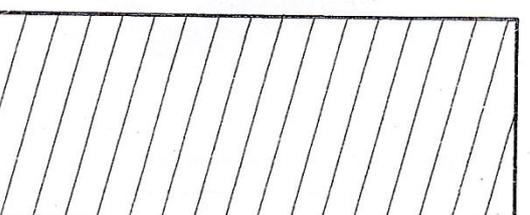
Rayado transversal, de interlineado 5 mm



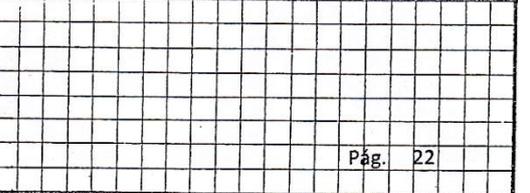
Rayado de 45, de interlineado 4 mm



Rayado a 75, de interlineado 5 mm



Cuadrícula de 4 mm

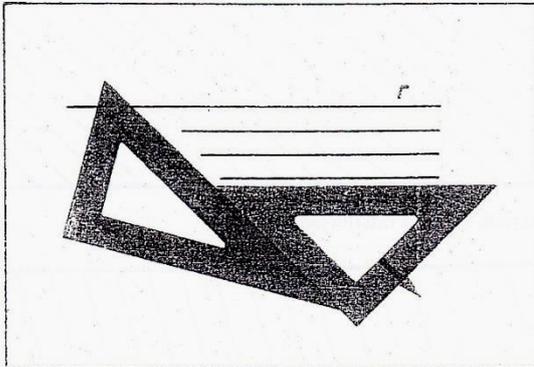


*En este tema se van a dar las instrucciones prácticas para el manejo de la escuadra y el cartabón, auxiliándonos, en ocasiones, de la regla graduada para situar las medidas correctas.*

**3.1. TRAZAR PARALELAS A UNA RECTA DADA  $r$**

Para realizar este ejercicio se operará de la siguiente forma:

- 1.º Se sitúan la escuadra y el cartabón de forma tal que la hipotenusa de la escuadra coincida con la recta dada.
- 2.º Manteniendo fija la posición del cartabón, con la mano izquierda, se hace deslizar la escuadra con

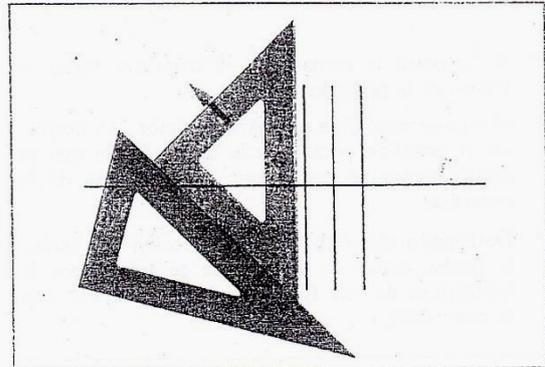


la mano derecha en la dirección que indica la flecha, obteniéndose rectas paralelas a la dada.

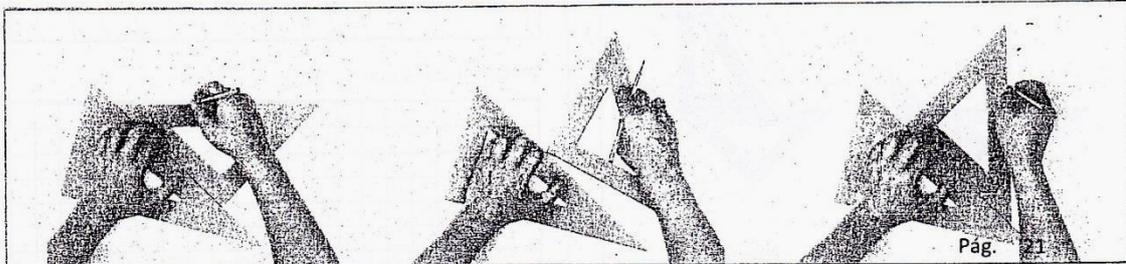
**3.2. TRAZAR PERPENDICULARES A UNA RECTA DADA  $r$**

Para realizar este ejercicio se operará de la siguiente forma:

- 1.º Se sitúan la escuadra y el cartabón como en el caso anterior.
- 2.º Manteniendo fija la posición del cartabón, se da un giro de 90º a la escuadra, haciendo que deslice ahora el otro cateto sobre la hipotenusa del cartabón, quedando la hipotenusa de la escuadra perpendicular a la recta dada, pudiéndose así trazar rectas perpendiculares a  $r$ .



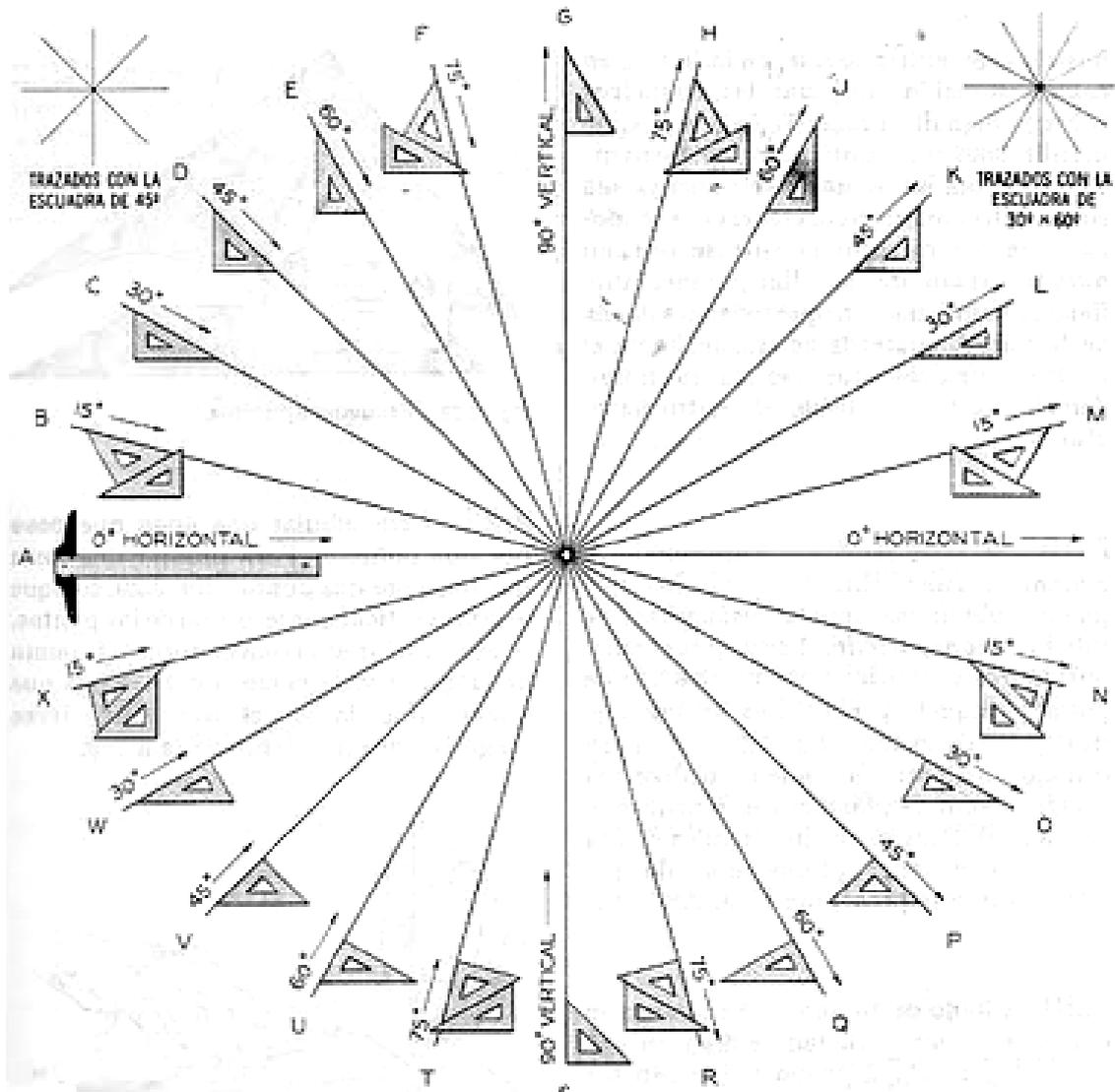
Véase ahora la forma correcta de manejar la escuadra y el cartabón para trazar una recta perpendicular a otra.



**Tema N° 3  
CONSTRUCCIÓN DE  
ÁNGULOS Y ALFABETO  
DE LÍNEAS**

**CONSTRUCCION DE ÁNGULOS**

Las escuadras nos sirven para hallar ángulos conocidos de acuerdo a la posición en la que se coloquen cada una de ellas con respecto a una horizontal formada por la regla T o regla paralela.



## ALFABETO DE LINEAS

Según el uso que se le va a asignar una línea puede tener diferentes modos de trazado, ello de acuerdo al siguiente referente:

Líneas Principales



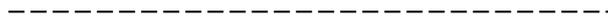
Líneas Generales



Líneas Auxiliares



Líneas de Referencia



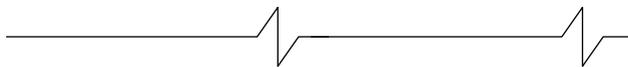
Líneas de Puntos



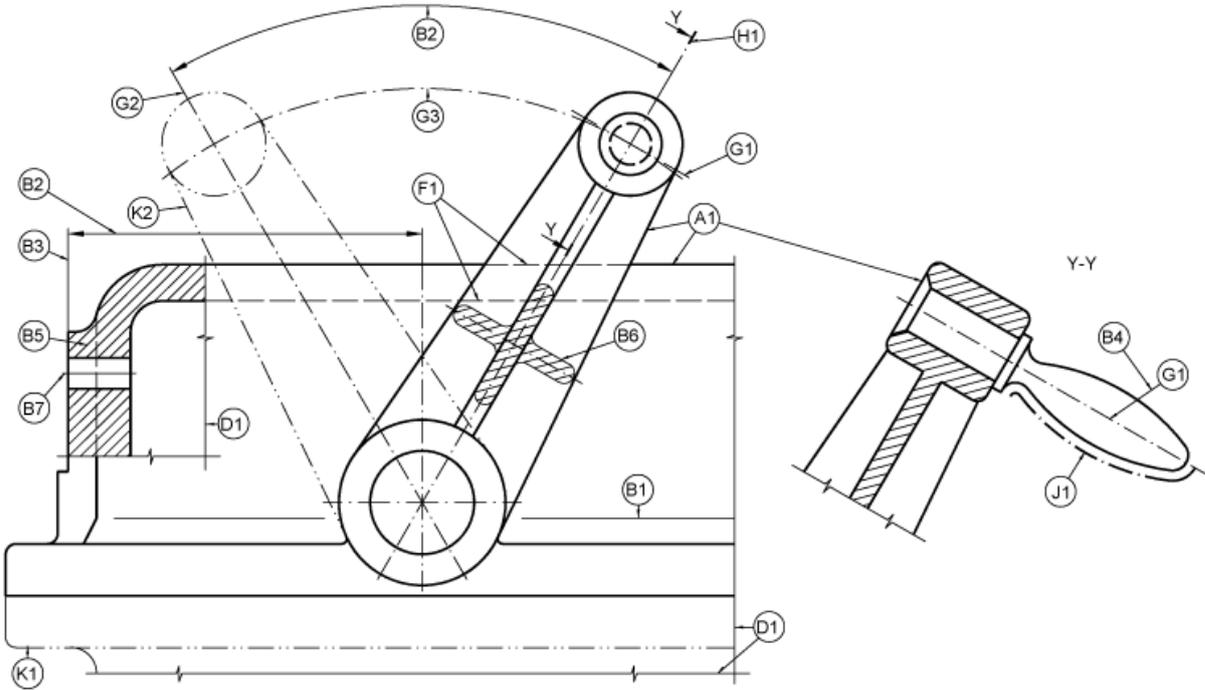
Líneas de centro y ejes



Líneas de corte



MODELO DE UTILIZACION DEL ALFABETO DE LINEAS



**Tema N° 4  
ROTULACIÓN  
NORMALIZADA**

## ROTULACIÓN NORMALIZADA

### OBJETIVO E IMPORTANCIA

El conocimiento y la práctica del trazado de letras y números, es de gran importancia en el estudio del dibujo, ya que de su buena ejecución depende en gran parte la correcta terminación de una lámina.

### PRINCIPIOS PARA UNA BUENA EJECUCION

#### LEGIBILIDAD

Constituye la condición más importante para las letras y números trazados a lápiz, que en definitiva nos evita los errores de interpretación.

#### RAPIDEZ

Exige simplicidad en las formas de las letras y números, para ello será necesario conocer el orden y dirección de los trazos.

#### APARIENCIA

En cualquier estilo de letra, la uniformidad en altura, la correcta proporción de sus elementos que la forman y el adecuado espaciamiento entre letras y palabras es esencial.

#### CARÁCTER

Los caracteres individuales deben encuadrarse en lo esencial de acuerdo al tipo de trabajo que se ejecute en los dibujos.

#### ESTABILIDAD

Una forma asociada de ilusión es el fenómeno de que una línea horizontal, trazada en el centro de una vertical, se ve aparentemente debajo del centro. Dado que las letras B, E, F, H, están sujetas particularmente a esta ilusión, el trazo horizontal debe ser trazado un poco por encima del centro de la vertical, a fin de que la letra tenga aspecto equilibrado y agradable.

Así por ejemplo, las letras K, X, S, Z y las cifras 2, 3 y 8 se estabilizan, haciendo que el ancho de la parte superior sea menor que el de la parte inferior.

De acuerdo a la relación entre su ancho y altura las letras se agrupan en:

- Letras que tienen el ancho igual a la altura

A M O Q T V W X

- Letras que tienen el ancho igual a 5/6 de la altura

B C D E F G H J K L N P R S U Z

- Excepción, I cuyo espesor es de 1/10 de la altura.

#### 4.1. ROTULACION NORMALIZADA

Las letras, números, signos, etc., que se emplean en los dibujos técnicos y que representan las cotas, nombre de las piezas, referencias, etc., están sujetas a las normas establecidas y fijadas por el Departamento de Normalización del Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo.

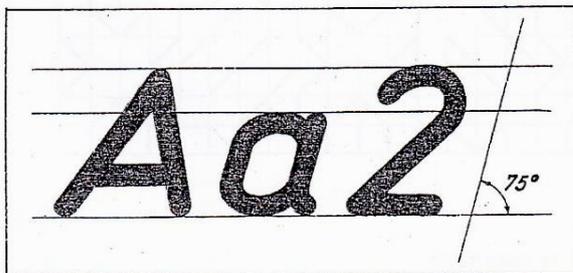
En consecuencia, en la confección definitiva de todo dibujo o plano técnico se utilizará la escritura normalizada que establece la Norma UNE 1.034-h1 y h2, siendo esta operación lo que se denomina "rotular" el plano o dibujo en cuestión.

#### 4.2. TIPOS DE ESCRITURA NORMALIZADA

Existen dos tipos de escritura normalizada:

##### a) *Escritura inclinada*

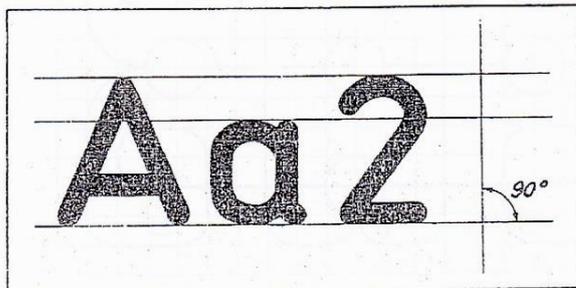
Cuando el ángulo de inclinación de las letras, números y trazos es de  $75^\circ$  con respecto a las horizontales de la pauta.



##### b) *Escritura vertical*

El ángulo de inclinación de las letras, números y trazos es de  $90^\circ$  respecto a las horizontales de la pauta.

De entre las dos, está más generalizado el uso de la rotulación inclinada.



#### 4.3. ALTURA NOMINAL

La altura nominal  $h$  es la altura de las letras mayúsculas, de las minúsculas altas y de los números.



Tabla de alturas nominales normalizadas en mm

2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	mm
---	-----	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Acotación y notaciones      Rotulos y denominación      Grandes rotulos

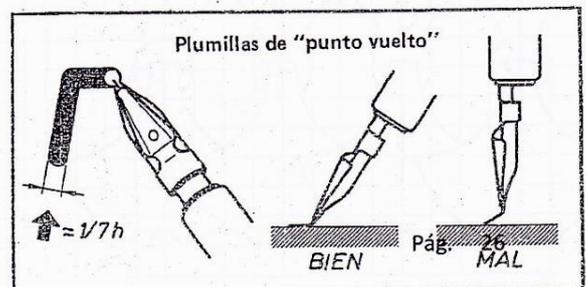
La altura de las letras minúsculas es de  $5/7$  de la altura nominal  $h$ .

#### 4.4. ESPESOR DEL TRAZO

El espesor del trazo, en la escritura normalizada, debe ser aproximadamente igual a  $1/7$  de la altura nominal con que se está rotulando.

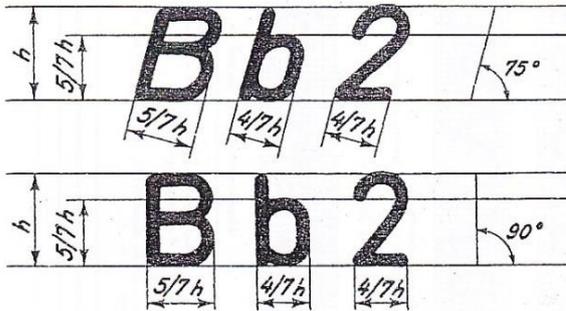
Las plumas empleadas en la rotulación pueden ser de diversos tipos, desde la llamada «plumilla», utilizada para trazar letras de altura nominal pequeña, hasta las denominadas plumas de «punto vuelto». Estas se deben manejar con una inclinación aproximada de  $60^\circ$  para que la presión sobre el papel sea la correcta. También se emplea mucho la pluma «de tubo» si se utilizan las plantillas para rotular.

Generalmente, con estos instrumentos de rotulación se obtienen espesores de trazo que no son  $1/7$  de las alturas nominales normalizadas; por consiguiente se deberá elegir, para cada altura nominal, el espesor más aproximado a su séptima parte.

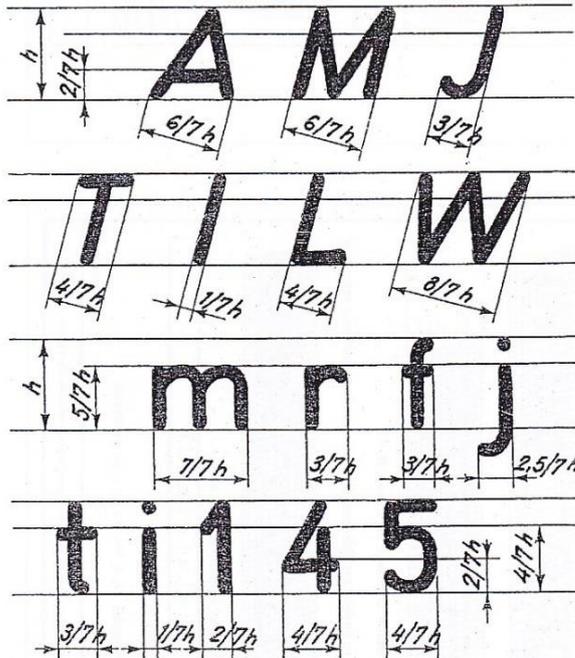


El ancho de las letras y de los números está normalizado así:

- Anchura letras mayúsculas:  $5/7 h$ .
- Anchura letras minúsculas:  $4/7 h$ .
- Anchura de los números:  $4/7 h$ .



Lógicamente, existen una serie de letras y números que son excepciones de esta anchura media. Por ejemplo:



#### 4.6. PAUTA Y DISTANCIA MEDIA ENTRE LINEAS

Es conveniente construir una cuadrícula, antes de dibujar las letras, para encajar en ella debidamente el rótulo correspondiente. La distancia media entre líneas o renglones debe ser de  $11/7$  de  $h$ .

Cuando se rotule utilizando la escritura cursiva de inclinación  $75^\circ$ , se debe tener en cuenta que la separación



#### 4.7. DISTANCIA ENTRE LETRAS

La distancia de separación entre letras suele ser de  $2/7$  ó  $1/7$  de  $h$ .



#### 4.8. ROTULACION DE SIGNOS Y SIMBOLOS

Existen algunos símbolos que son invariables tanto en rotulaciones verticales como en cursivas; por ejemplo, los signos de tanto por ciento (%), de diámetro ( $\Phi$ ), de infinito ( $\infty$ ), etc. A continuación se rotulan algunos de los más importantes, en donde se aprecia la tónica a seguir en la rotulación de los demás.



4.10. NORMALIZACIÓN UNE DE LETRAS Y NUMEROS PARA ESCRITURA VERTICAL. (90°)

CDU 003.3:744.42 Una Norma Española 5.50

**Dibujos** UNE 1034 h2

Escritura vertical para rotulaciones  
Ejemplos. Pauta

Escritura vertical medio, escrito con pauta

Para letras 5/8 pequeña tamaño podrá tomarse  $a = a$ .  
Los números romanos se podrán escribir también sin remates, por ejemplo, IV, X

Con ayuda de los mismos pautas se podrán escribir también letras verticales anchas o estrechas

Alturas nominales h, en mm											
2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25

Altura de las letras altas:  $1\frac{1}{2}h$   
 Altura de las letras bajas:  $\frac{1}{2}h$   
 Grosor de los trazos:  $\frac{1}{4}h$   
 Distancia entre las letras, según el caso disponible:  $\frac{1}{2}h$ ,  $1\frac{1}{2}h$ ,  $h$  o  $\frac{3}{4}h$  (de preferencia).  
 Distancia media entre las líneas:  $1\frac{1}{2}h$ .

Continúa

Esta Norma se publica con la autorización expresa del Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo.

4.9. NORMALIZACIÓN UNE DE LETRAS Y NUMEROS PARA ESCRITURA CURSIVA (75°)

CDU 003.3:744.42 Una Norma Española 5.50

**Dibujos** UNE 1034 h1

Escritura cursiva para rotulaciones  
Ejemplos. Pauta

Escritura cursiva media, escrita con pauta

Los números romanos se podrán escribir también sin remates, por ejemplo, IV, X.

Con ayuda de los mismos pautas se podrán escribir también letras cursivas anchas o estrechas

Alturas nominales h, en mm											
2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25

Altura de las letras altas:  $1\frac{1}{2}h$   
 Altura de las letras bajas:  $\frac{1}{2}h$   
 Grosor de los trazos:  $\frac{1}{4}h$   
 Distancia entre las letras, según el caso disponible:  $\frac{1}{2}h$ ,  $1\frac{1}{2}h$ ,  $h$  o  $\frac{3}{4}h$  (de preferencia).  
 Distancia media entre las líneas:  $1\frac{1}{2}h$ .

Continúa

Esta Norma se publica con la autorización expresa del Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo.

**Tema N° 5**  
**TEORÍA DE ESCALAS**

## TEORIA DE ESCALAS

### DEFINICIÓN DE ESCALA

Es una relación aritmética adimensional entre las unidades representadas en el dibujo y las unidades dadas en la realidad.

$E = d / D = \text{unidades en cm en el dibujo} / \text{unidades en cm en la realidad}$

E = escala

### NOTACIÓN

La escala se denota de la siguiente manera:

$E = 1 / 100$  o Escala 1:100 o Escala 1 / 100

Se lee: escala uno en cien, que significa que 1 cm dado en el dibujo representa 100 cm (1 metro) en la realidad.

### CLASES DE ESCALA

**LINEAL:** es la escala en que la cantidad a representar corresponde a una magnitud lineal.

**ESCALA NATURAL:** es la escala lineal en la que el segmento a representar y el que lo representa son iguales. Escala 1 : 1.

**DE REDUCCION:** es la escala lineal en la que el segmento a representar es mayor que el que lo representa. Escala 1 : 100, escala 1 : 50.

**DE AMPLIACION:** es la escala lineal en la que el segmento a representar es menor que el que lo representa. Escala 2 : 1, escala 10 : 1.

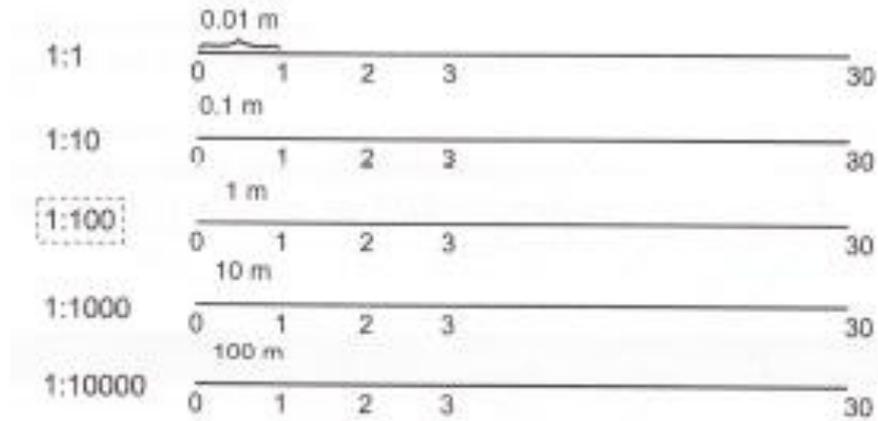
Escalas usuales en dibujo:

1: 10, 1: 25, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000, 1:5000.

### MULTIPLoS Y SUBMULTIPLoS

El instrumento que se utiliza sólo para medir se denomina "escalímetro", en donde, si tomamos la escala 1:100, sabemos que 1 cm en el dibujo representa 100 cm (1 metro) en la realidad.

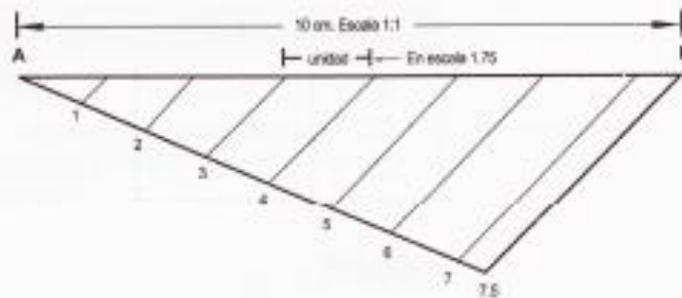
Sin embargo, a partir de una escala podemos hallar otras, por ejemplo: la escala 1:100, es la base para hallar las escalas 1:1, 1:10, 1:1000, 1:10000, etc. como podemos observar en el siguiente gráfico de escalas equivalentes:



### CONSTRUCCION DE ESCALAS

#### b) Construir la escala 1:75

Esto significa que 1 cm en el dibujo representa 75 cm en la realidad:



Las divisiones pueden ser en cualquier escala, normalmente en escala 1:1 o 1:100.

Se traza por A o por B una recta auxiliar y allí se miden 7 unidades y media uniéndolo el último extremo con B; luego, se trazan paralelas a este segmento por 7, 6, 5, 4, 3, 2, y 1 y se obtiene el segmento AB dividido en 7 partes y media, siendo cada parte la unidad en la escala 1:7.5, 1:750, 1:0.75, etcétera.

## SEGUNDA UNIDAD DIBUJO GEOMÉTRICO

**Tema N° 6  
CONSTRUCCIONES  
GEOMÉTRICAS 1**

### CONSTRUCCIONES GEOMETRICAS. PARTE 1

#### SEGMENTOS

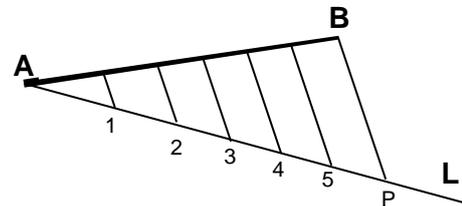
##### 1. DIVIDIR UNA RECTA EN "N" PARTES IGUALES.

**Datos:** Dada la recta **AB** y se la quiere dividir en 6 partes iguales ( $N=6$ ).

**Procedimiento:**

Por uno de los extremos (**A**) de la recta **AB**, se traza una recta "**L**", formando un ángulo cualquiera.

- a. Desde **A**, dividir a **L** en "**N**" partes.
- b. Se une **P** con **B**.
- c. Se trazan paralelas a **PA** por los puntos obtenidos en "**L**".

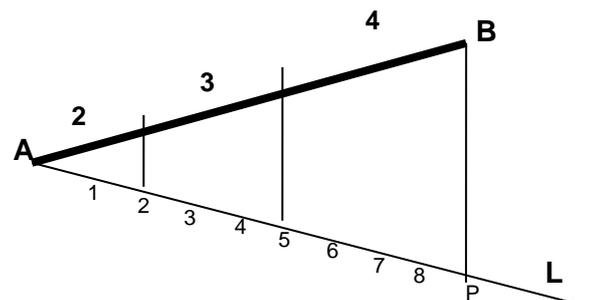


##### 2. DIVIDIR UNA RECTA EN PARTES PROPORCIONALES

**Datos:** Dada la recta **AB**. Se la dividirá en 2; 3 y 4 partes proporcionales.

**Procedimiento:**

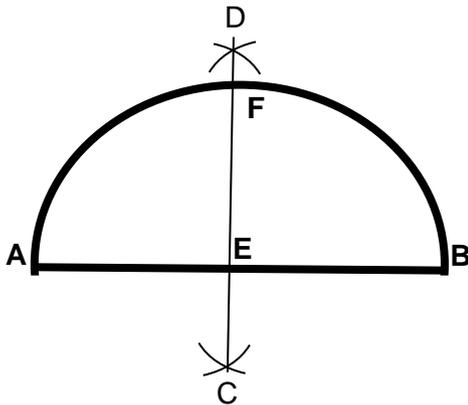
- a. Por uno de los extremos (**A**) de la recta **AB** se traza la recta "**L**" formando un ángulo cualquiera.
- b. A partir de "**A**" y sobre la recta "**L**" se toman **N** partes de la misma medida, igual a la suma de las partes proporcionales ( $2 + 3 + 4 = 9$ ).
- c. Se une **P** con **B**
- d. Trazar paralelas a **PB** por los puntos 2 y 5.



### 3. DIVIDIR UN ARCO CIRCULAR Y/O UNA RECTA EN DOS PARTES IGUALES (Mediatriz)

**Datos:** Dado el arco **AB** y/o la recta **AB**.

**Procedimiento:**



a. Haciendo centro en **A** y **B** y con un radio mayor que la mitad de **AB**, trazar dos arcos que se cortan entre sí, obteniendo **C** y **D**.

b. Unir **C** con **D** mediante una recta, obteniendo los puntos medios **E** y **F**.

### 4. TRAZAR UNA PERPENDICULAR POR EL EXTREMO DE UNA RECTA

**Datos:** Dada la recta **AB**.

**Procedimiento:**

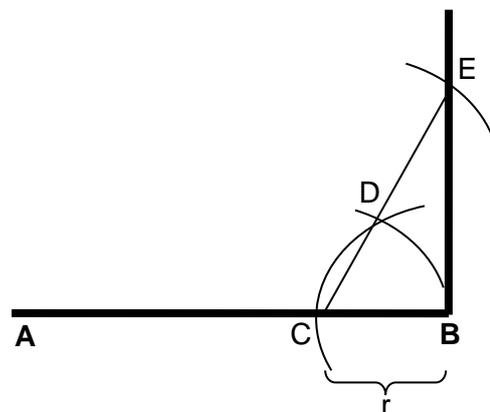
a. Hacer centro en uno de los extremos (**B**) y con una radio "**r**", trazar un arco que corta **AB** en el punto **C**.

b. Con radio "**r**" y centro en **C**, trazar un arco y obtener el punto **D** (sobre el arco trazado anteriormente).

c. Con "**r**" y centro en **D**, trazar otro arco.

d. Unir **C** con **D** y prolongar hasta cortar al último arco, obteniendo **E**.

e. Unir **B** con **E**, esa recta es perpendicular a **AB**.



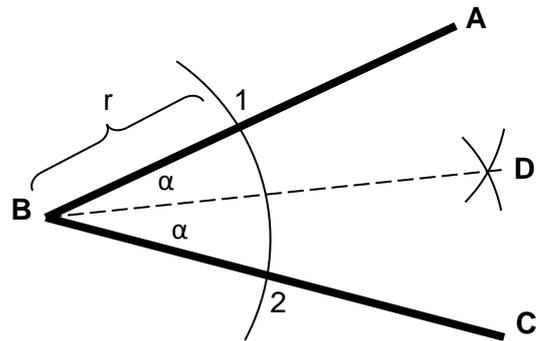
## ANGULOS

### 5. BISECAR UN ANGULO

**Datos:** Dado en ángulo **ABC**

**Procedimiento:**

- Con centro en **B**, y con un radio "**r**" cualquiera, cortar a **AB** y **BC** en los puntos **1** y **2** respectivamente.
- Con "**r**", hacer centro en **1** y **2**, trazando dos arcos que se cruzan entre sí, obteniendo el punto **D**.
- Unir **B** con **D**, bisecando al ángulo.

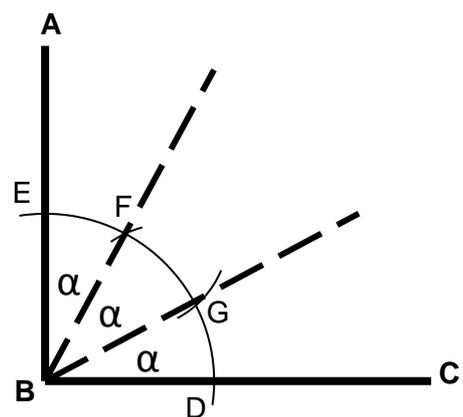


### 6. TRISECAR UN ANGULO RECTO

**Datos:** Dado en ángulo recto **ABC**

**Procedimiento:**

- Con centro en **B** y con un radio "**r**", trazar un arco que cortará a **AB** y **BC** en los puntos **E** y **D**.
- Con radio "**r**", hacer centro en **D** y **E**, trazar arcos que corten al arco del paso anterior, obteniendo **F** y **G**.
- Unir **B** con **F**, y **B** con **G** mediante rectas, trisecando al ángulo recto.



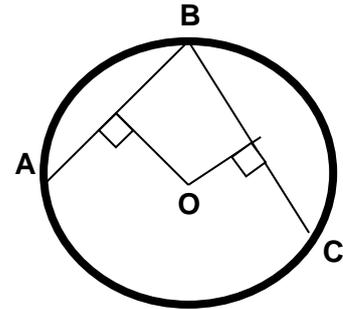
**CIRCUNFERENCIA**

**7. TRAZAR UNA CIRCUNFERENCIA QUE PASE POR TRES PUNTOS DADOS**

**Datos:** Dados los puntos **A**, **B** y **C**.

**Procedimiento:**

- a. Unir **A**, **B** y **C**.
- b. Trazar las mediatrices de **AB** y **BC**.
- c. La intersección de las mediatrices es el punto "**O**", centro de la circunferencia.
- d. Con radio **OA = OB = OC**, trazar la circunferencia.

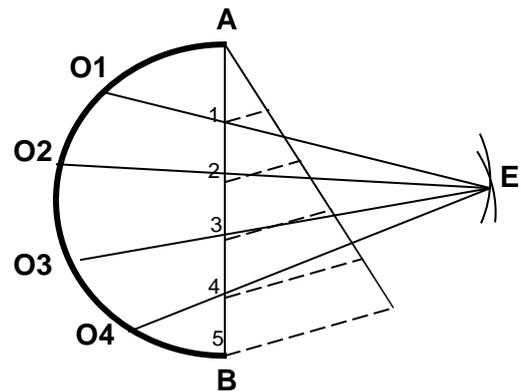


**8. DIVISION DE UNA SEMICIRCUNFERENCIA EN "N" PARTES IGUALES**

**Datos:** Dada la semicircunferencia de radio **r**.

**Procedimiento:**

- a. Dividir el diámetro **AB** en "**N**" partes (Ejemplo:  $N = 5$ ).
- b. Con centro en **A** y **B**, trazar arcos de radio **AB**, obteniendo el punto **E**.
- c. Unir **E** con cada uno de los puntos del diámetro, prologándose hasta cortar a la semicircunferencia.

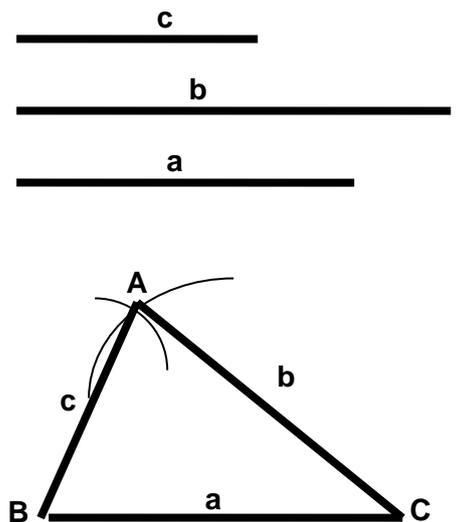


**Tema N° 7  
CONSTRUCCIONES  
GEOMÉTRICAS 2**
**CONSTRUCCIONES GEOMETRICAS. PARTE 2**
**POLIGONOS**
**1. CONSTRUCCION DE UN TRIANGULO**

**Datos:** Dados los lados  $a$ ,  $b$  y  $c$  del triángulo

**Procedimiento:**

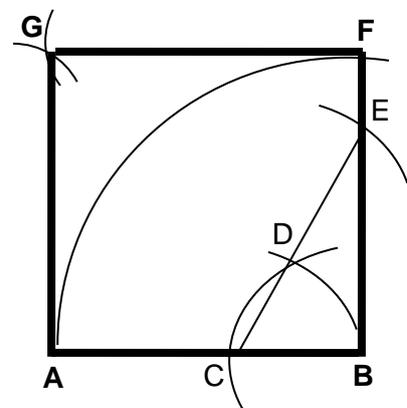
- Sobre una recta cualquiera se toma una distancia igual a uno de los lados ( $a$ ).
- Con radio igual al otro lado ( $b$ ) y con centro en uno de los extremos de ( $a$ ) se traza un arco.
- Con radio igual al lado ( $c$ ) y con centro en el otro extremo de ( $a$ ) se traza otro arco, obteniendo el punto **A**, vértice del triángulo.
- Unir **A** con los extremos del lado ( $a$ ), formando el triángulo **ABC**.


**2. CONSTRUCCION DE UN CUADRADO**

**Datos:** Dada la recta **AB** (lado del cuadrado)

**Procedimiento:**

- Por un extremo (**B**) de la recta **AB**, trazar una perpendicular.
- Con radio (**AB**) y centro en **B**, trazar un arco y cortar a la perpendicular en **F**.
- Con radio **AB** y centros en **F** y **A**, trazar arcos que se cortan, obteniendo **G**.
- Unir **A - B - F - G**, obteniendo el cuadrado

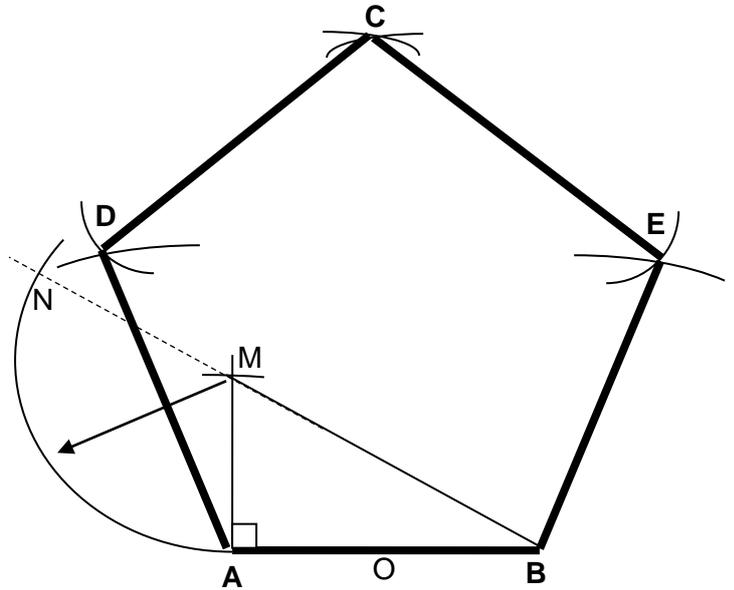


### 3. CONSTRUCCION DE UN PENTAGONO REGULAR

**Datos:** Dada la recta **AB** (lado del pentágono)

**Procedimiento:**

- Determinar el punto medio "**O**" de **AB**.
- Por uno de los extremos del lado (**A**), trazar una perpendicular.
- Sobre la perpendicular y a partir de **A**, se toma una distancia igual a **AO**, obteniendo **M**.
- Con centro en **M** y radio **MA**, trazar un arco y se obtiene el punto **N**, sobre la prolongación de **BM**. **BM** = diagonal del pentágono.
- Con centro en **A** y **B**, trazar arcos de radio **BA** que se cortan en el punto **C**.
- Con centro en **A**, **B** y **C**, trazar arcos de radio **AB** que se cortan en los puntos **D** y **E**.
- Unir **A - B - C - D - E**, obteniendo el pentágono regular.

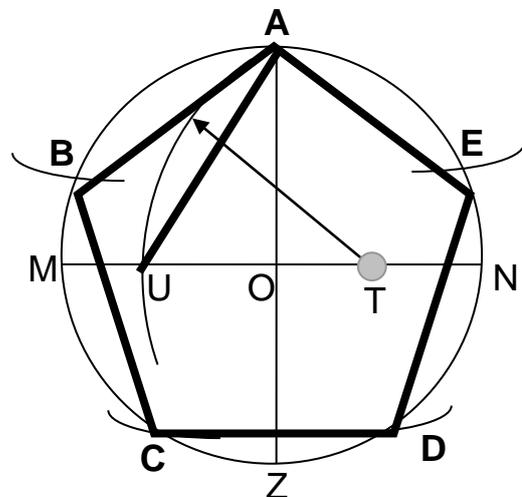


### 4. CONSTRUCCION DE UN PENTAGONO INSCRITO EN UNA CIRCUNFERENCIA

**Datos:** Dada la circunferencia de radio **r**.

**Procedimiento:**

- Trazar los diámetros **MN** y **AZ** de la circunferencia, determinando el centro **O**.
- Determinar el punto medio **T** de uno de los radios (**ON**).
- Con centro en **T**, trazar un arco de radio **TA**, cortando **MN** en **U**. La recta **AU** es lado del pentágono.
- Con centro en **A** y radio **AU**, cortar a la circunferencia en los puntos **B** y **E**.
- Con centro en **B** y **E** y radio **AU**, trazar arcos cortando a la circunferencia en **C** y **D**.



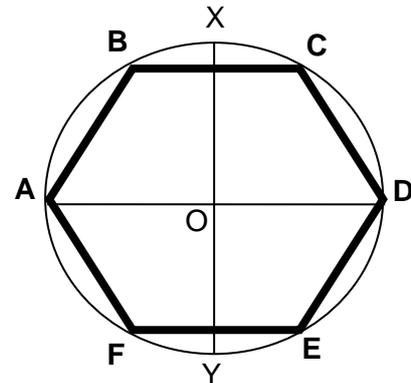
- f. Unir **A – B – C – D – E**, construyendo el pentágono.

## 5. CONSTRUCCION DE UN HEXAGONO

**Datos:** Dada la circunferencia de radio **r** (r lado del hexágono).

### Procedimiento:

- Trazar los diámetros **AD** y **XY**, determinando el centro **O**.
- Con centro en **A** y **D**, trazar arcos de radio **OA**, cortando a la circunferencia en los puntos **B, C, E, F**.
- Unir **A – B – C – D – E – F**, construyendo el hexágono.

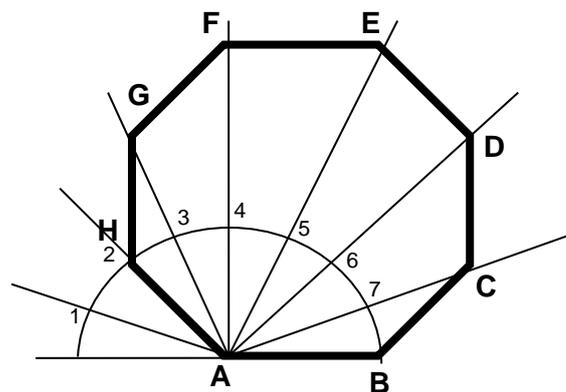


## 6. CONSTRUCCION DE UN POLIGONO DE "N" LADOS.

**Datos:** Dada el lado **AB**.

### Procedimiento:

- Con radio igual al lado **AB** y haciendo centro en uno de sus extremos (**A**) se traza una semicircunferencia.
- Se divide la semicircunferencia en **N** partes iguales (Ejemplo  $N=8$ ).
- El punto **2 (H)** es un vértice del polígono y la recta **A2** es uno de sus lados (**AH**).
- Con un radio igual a **AB** y con centro en **H** se corta a la recta que pasa por los puntos **A** y **3** obteniendo el punto **F**.
- Con el mismo radio y centro en **F** se obtiene **E** y así sucesivamente.
- Uniendo mediante rectas los puntos **A, B, C, D, E, F, G** y **H**, se obtiene el polígono.

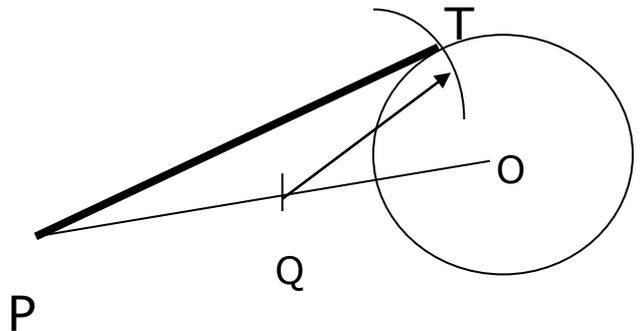


**Tema N° 8  
CONSTRUCCIONES  
GEOMÉTRICAS 3**
**CONSTRUCCIONES GEOMETRICAS. PARTE 3**
**TANGENCIAS**
**1. TRAZAR UNA RECTA TANGENTE A UNA CIRCUNFERENCIA Y QUE PASE POR UN PUNTO EXTERIOR**

**Datos:** Dada la circunferencia de centro **O** y el punto exterior **P**.

**Procedimiento:**

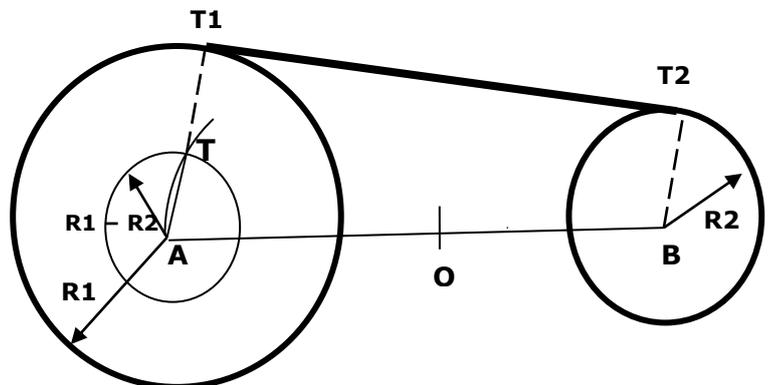
- Dada la circunferencia de centro "**O**" y el punto exterior "**P**".
- Unir **O** con **P**
- Bisecar el segmento **PO** y se obtiene el punto **Q**.
- Con centro en **Q** y radio **QO**, trazar un arco que corte a la circunferencia dada en el punto **T**.
- Unir **P** con **T**, la recta **PT** es una recta tangente.


**2. TRAZAR UNA RECTA TANGENTE A DOS CIRCUNFERENCIAS**

**Datos:** Dada la circunferencias de centros **A** y **B** y de radios **R1** y **R2**.

**Procedimiento:**

- Unir **A** y **B**, bisecar **AB** y se obtiene **O**.
- Con centro en **A** y radio **R1-R2**, trazar una circunferencia.
- Con centro en **O** y radio **OA**, trazar un arco que corte a la circunferencia del paso anterior en **T**.
- Unir **A** con **T** y prolongar hasta cortar a la circunferencia de radio **R1**, obteniendo el punto **T1**.
- Por **B** trazar una paralela a **AT1**, hasta que corte a la circunferencia de radio **R2** en el punto **T2**. La unión de **T1** y **T2** es la recta tangente.

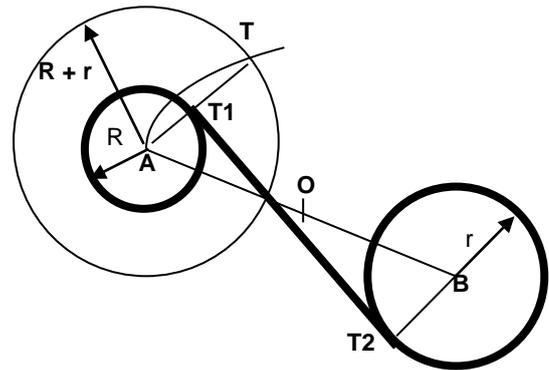


### 3. TRAZAR UNA RECTA TANGENTE (CRUZADAS) A DOS CIRCUNFERENCIAS

**Datos:** Dada la circunferencias de centros **A** y **B** y de radios **R** y **r**.

**Procedimiento:**

- Con centro en **A**, trazar la circunferencia de radio **R + r**
- Bisecar **AB**, obteniendo **O**; y trazar desde **O** y radio **OA** un arco que corte a la circunferencia construida en **T**.
- Unir **A** con **T**
- La recta **AT** corta a la circunferencia de radio **R** en el punto **T1**.
- Por **B** trazar paralela a **AT**, cortando a la circunferencia de radio **r** en **T2**
- Unir **T1** y **T2** la cual es paralela a **TB**.



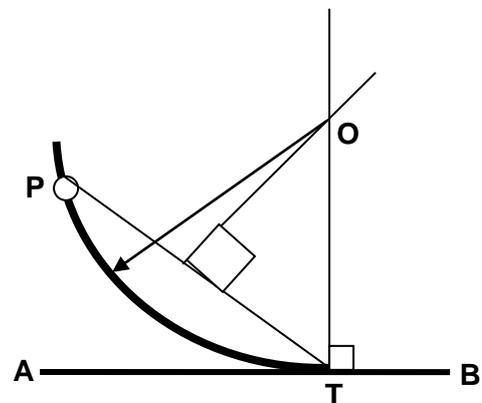
### ARCOS TANGENTES

#### 4. TRAZAR UN ARCO TANGENTE A UNA RECTA EN UN PUNTO DE LA RECTA Y QUE PASE POR UN PUNTO EXTERIOR

**Datos:** Dada la recta **AB**, punto **T** (punto de tangencia) y el punto exterior **P**.

**Procedimiento:**

- Unir **P** con **T**.
- Trazar desde **T** una perpendicular a **AB**.
- Trazar la mediatriz de **PT**.
- La intersección de la mediatriz de **PT** y la perpendicular a **AB**, obtenemos **O**.
- Con centro en **O** y radio **OT**, trazar un arco que pasa por **P** y **T**.

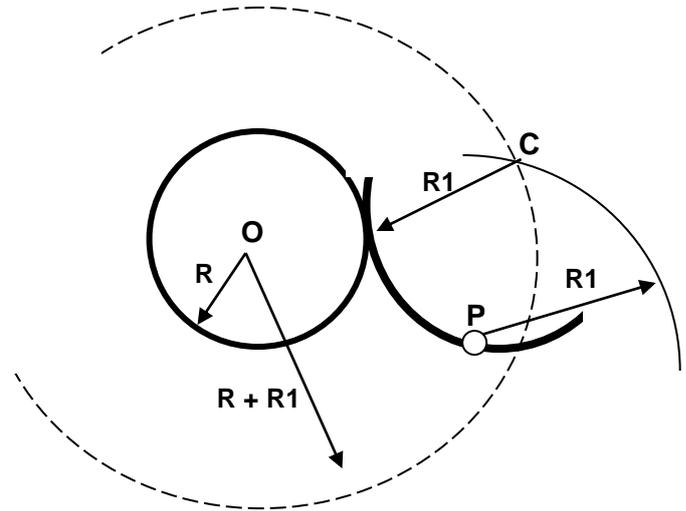


### 5. TRAZAR UN ARCO TANGENTE A UNA CIRCUNFERENCIA Y QUE PASE POR UN PUNTO EXTERIOR

**Datos:** Dada la circunferencia de radio  $R$  y centro  $O$ , y el radio  $R_1$  del arco por trazar u un punto exterior  $P$ .

**Procedimiento:**

- Con centro en  $O$  y radio  $R + R_1$ , se traza un arco.
- Con centro en  $P$  y radio  $R_1$ , se traza un arco que corte al arco anterior en un punto  $C$ .
- Con centro en  $C$  y radio  $R_1$ , se traza un arco que pasa por  $P$  y es tangente a la circunferencia.

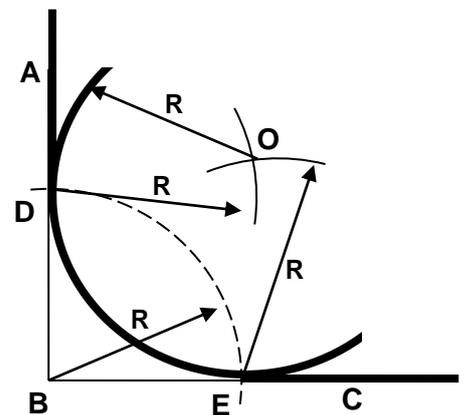


### 6. TRAZAR UN ARCO TANGENTE A UNA DOS RECTAS QUE FORMAN UN ANGULO RECTO

**Datos:** Dadas las rectas  $AB$  y  $BC$  que forman un ángulo recto.

**Procedimiento:**

- Con un radio  $R$  y con centro en  $B$ , trazar un arco que corta al ángulo  $ABC$  en  $D$  y  $E$ .
- Con centro en  $D$  y  $E$ , trazar un arco de radio  $R$ , que se cruzan en  $O$ . ( $D$  y  $E$  puntos de tangencia).
- Con centro en  $O$  y radio  $R$ , trazar el arco que es tangente a  $AB$  y  $BC$ .

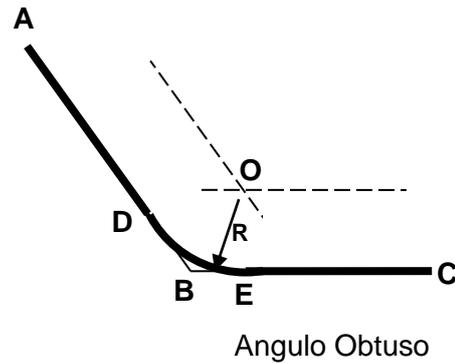
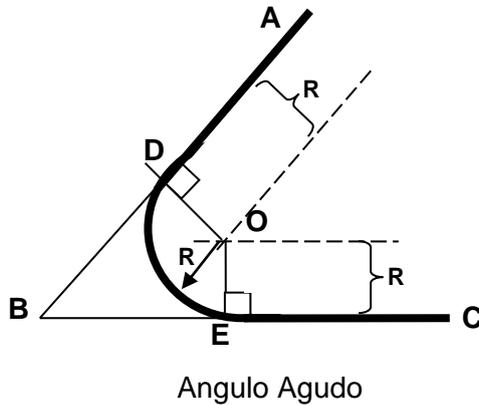


### 7. TRAZAR UN ARCO TANGENTE A UNA DOS RECTAS QUE FORMAN UN ANGULO RECTO

**Datos:** Dadas las rectas  $AB$  y  $BC$  que forman un ángulo (obtuso y agudo)

**Procedimiento:**

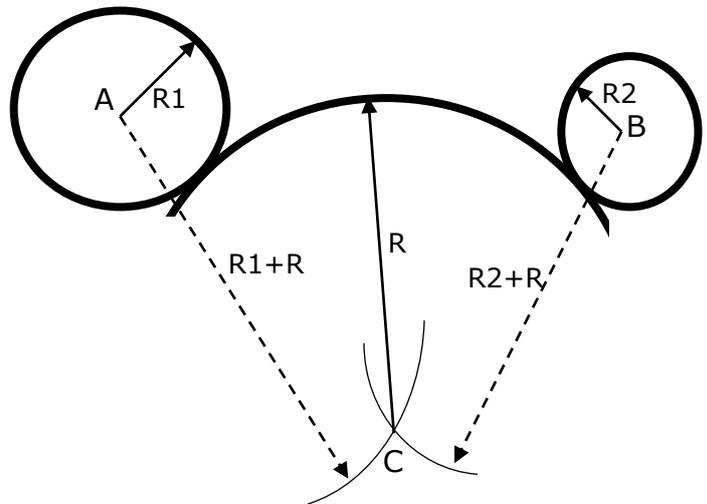
- A una distancia igual a **R** se trazan paralelas a **AB** y **BC**. Dichas rectas se cortan en el punto **O**.
- Con centro en **O**, trazar perpendiculares a las rectas dadas, obteniendo **T1** y **T2** (puntos de tangencia).
- Haciendo centro en **O** y radio **R** se traza el arco tangente.


**8. TRAZAR UN ARCO TANGENTE A DOS CIRCUNFERENCIAS EXTERIORES**

**Datos:** Dados dos circunferencias de radio **R1** y **R2**, y el arco a trazar (de radio **R**).

**Procedimiento:**

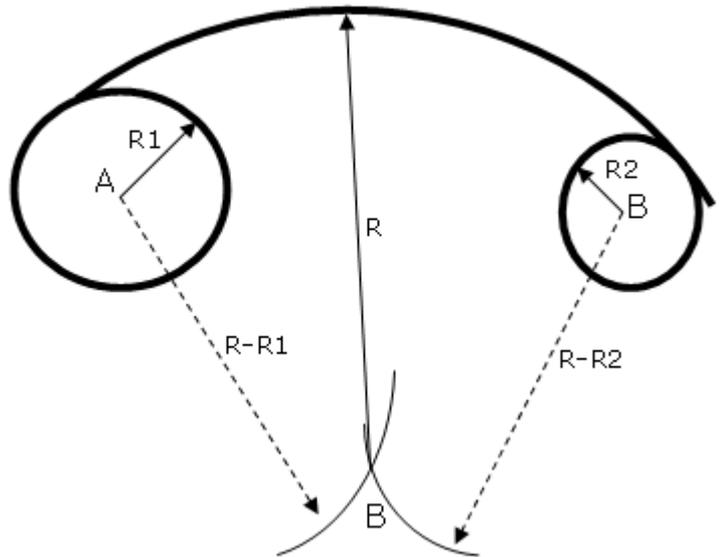
- Con centro en **A** se traza un arco **R1+R**.
- Con centro en **B** se traza un arco **R2+R**.
- Los dos arcos se cruzan en punto **C**.
- Con centro en **C** y radio **R**, se traza el arco tangente exterior a las dos circunferencias.


**9. TRAZAR UN ARCO TANGENTE A DOS CIRCUNFERENCIAS INTERIORES**

**Datos:** Dados dos circunferencias de radio **R1** y **R2**, y el arco a trazar (de radio **R**).

**Procedimiento:**

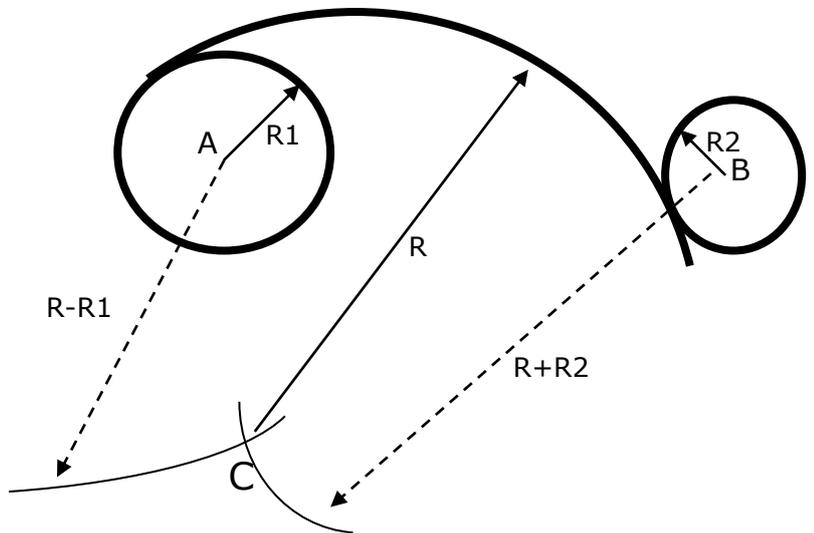
- a. Con centro en **A**, se traza un arco **R-R1**.
- b. Con centro en **B**, se traza un arco **R-R2**.
- c. Ambos arcos se cruzan en el punto **C**.
- d. Con centro en **C** y radio **R**, se traza el arco tangente a las 2 circunferencias.


**10. TRAZAR UN ARCO TANGENTE A DOS CIRCUNFERENCIAS, UNA INTERIOR Y OTRA EXTERIOR AL ARCO A TRAZAR**

**Datos:** Dados dos circunferencias de radio **R1** y **R2**, y el arco a trazar (de radio **R**).

**Procedimiento:**

- a. Con centro en **A** se traza un arco de radio **R-R1**.
- b. Con centro en **B** se traza un arco de radio **R+R2**.
- c. Estos arcos se cruzan en punto **C**.
- d. Con centros en **C** y radio **R** se traza un arco tangente a las dos circunferencias quedando una de ellas exterior y la otra interior al arco.

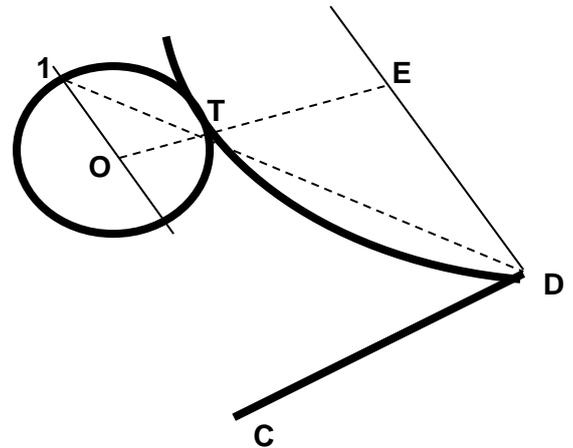

**11. TRAZAR UN ARCO TANGENTE A UNA CIRCUNFERENCIA Y A UNA RECTA, QUEDANDO LA CIRCUNFERENCIA EXTERIOR AL ARCO**

**Datos:** Dados una recta **CD** y una circunferencia de centro **O**.

**Procedimiento:**

Por el extremo **D** de la recta (**CD**), trazar una perpendicular a **CD**.

- Por **O**, trazar una paralela a la perpendicular, obteniendo el punto **1**.
- Se une **1** con **D**, obteniendo el punto de tangencia **T** sobre la circunferencia.
- Unir **O** con **T** y se prolonga hasta cortar a la perpendicular en **E**.
- Con radio **ED** y centro en **E**, trazar el arco el cual es tangente a la circunferencia en **T** y a la recta (**CD**).

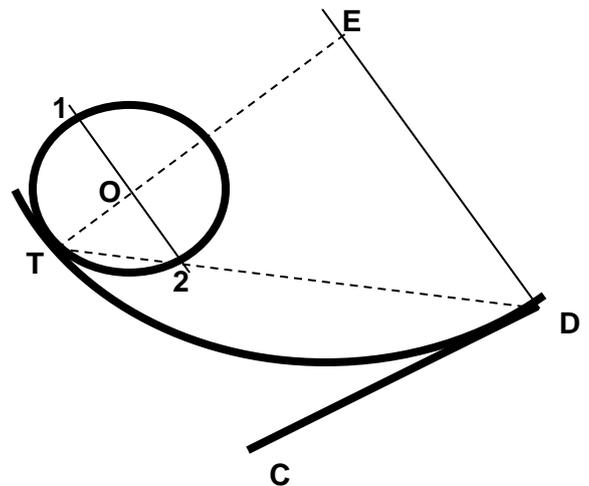


## 12. TRAZAR UN ARCO TANGENTE A UNA CIRCUNFERENCIA Y A UNA RECTA, QUEDANDO LA CIRCUNFERENCIA EXTERIOR AL ARCO

**Datos:** Dados una recta **CD** y una circunferencia de centro **O**.

**Procedimiento:**

- Por el extremo **D** de la recta, trazar una perpendicular.
- Por **O** se traza una paralela a la perpendicular, obteniendo el punto **2**.
- Se une **D** con **2** y se prolonga hasta cortar a la circunferencia en el punto de tangencia **T**.
- Se une **T** con **O** y se prolonga hasta cortar a la perpendicular en el punto **E**.
- Con radio **ED** y centro en **E**, se traza el arco, el cual es tangente a la circunferencia y a la recta.



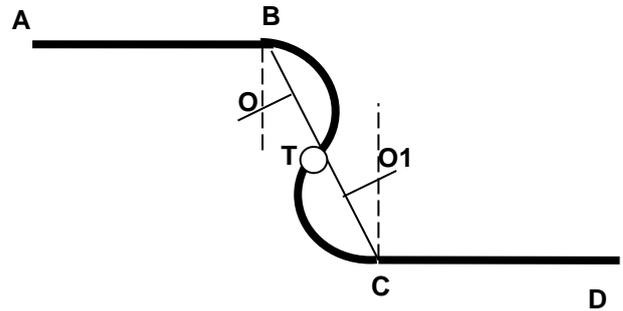
## ARCOS EN PERFIL DE GOLA

### 13. ENLAZAR DOS RECTAS MEDIANTE ARCOS TANGENTES DE CURVATURA INVERTIDA

**Datos:** Dadas las rectas paralelas **AB** y **CD** y arcos de igual radio **r**.

**Procedimiento:**

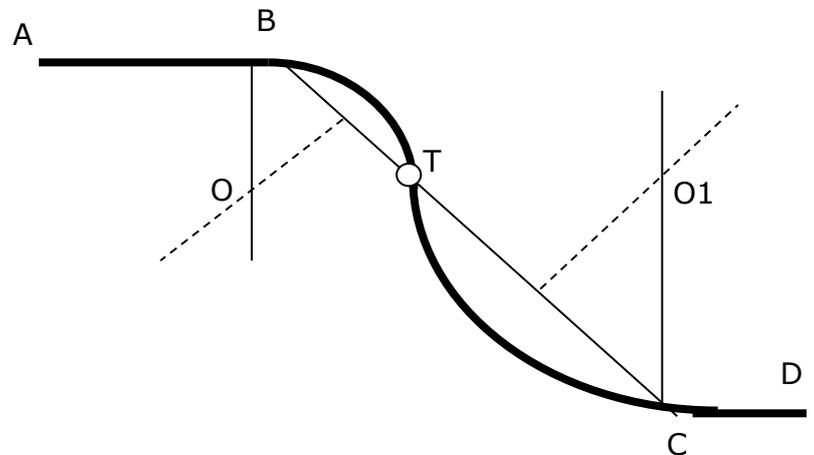
- Unir **B** y **C**.
- Bisecar el segmento **BC**, obteniendo el punto **T**.
- Trazar perpendiculares por **B** y **C**.
- Bisecar **TB** y **TC** y trazar mediatrices.
- Las mediatrices se intersecan con las perpendiculares, obteniendo **O** y **O1**.
- Con radio **OB = r**, se traza arcos con centro en **O** y **O1**.


**14. ENLAZAR DOS RECTAS MEDIANTE ARCOS TANGENTES DE CURVATURA INVERTIDA (de radios diferentes)**

**Datos:** Dadas dos rectas paralelas (**AB** y **CD**), arcos de radios diferentes y **T** (Punto tangencia).

**Procedimiento:**

- Se unen **B** con **C**.
- Se trazan mediatrices de **BT** y **TC**.
- Se trazan perpendiculares por **B** y **C**.
- Las mediatrices y perpendiculares se cruzan en **O** y **O1**.
- Con radio **OB** y centro **O** y radio **OC** y centro en **O1**, se trazan arcos cuyo punto de tangencia es **T**.

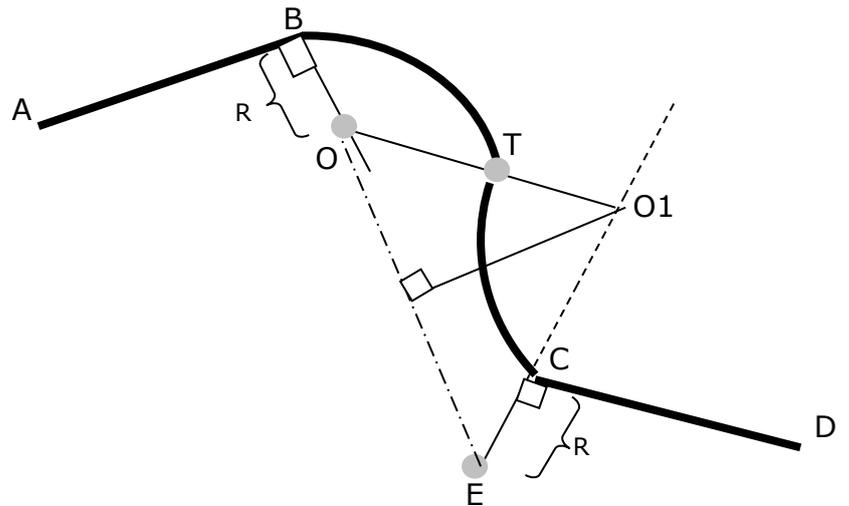

**15. ENLAZAR DOS RECTAS MEDIANTE ARCOS TANGENTES DE CURVATURA INVERTIDA**

**Datos:** Dadas dos rectas no paralelas (**AB** y **CD**), y el radio (**R**) de uno de los arcos.

**Procedimiento:**

- Por **B** y **C** trazar perpendiculares.
- Se traza sobre la perpendicular **B** una distancia **R**, hasta el pto **O**.

- c. Sobre la perpendicular en **C** se traza una distancia **R**, hasta el punto **E**.
- d. Se une **O** con **E**.
- e. Se traza la mediatriz **OE** que corta a la perpendicular de CD en **O1**.
- f. Con centro en **O** y radio **R** se traza el arco que corta al segmento **OO1**, obteniendo el punto **T**.
- g. Con radio **O1C** y centro en **O1** se traza un arco cuyo punto de tangencia con el arco anterior es **T**.



## TERCERA UNIDAD PROYECCIONES ORTOGONALES

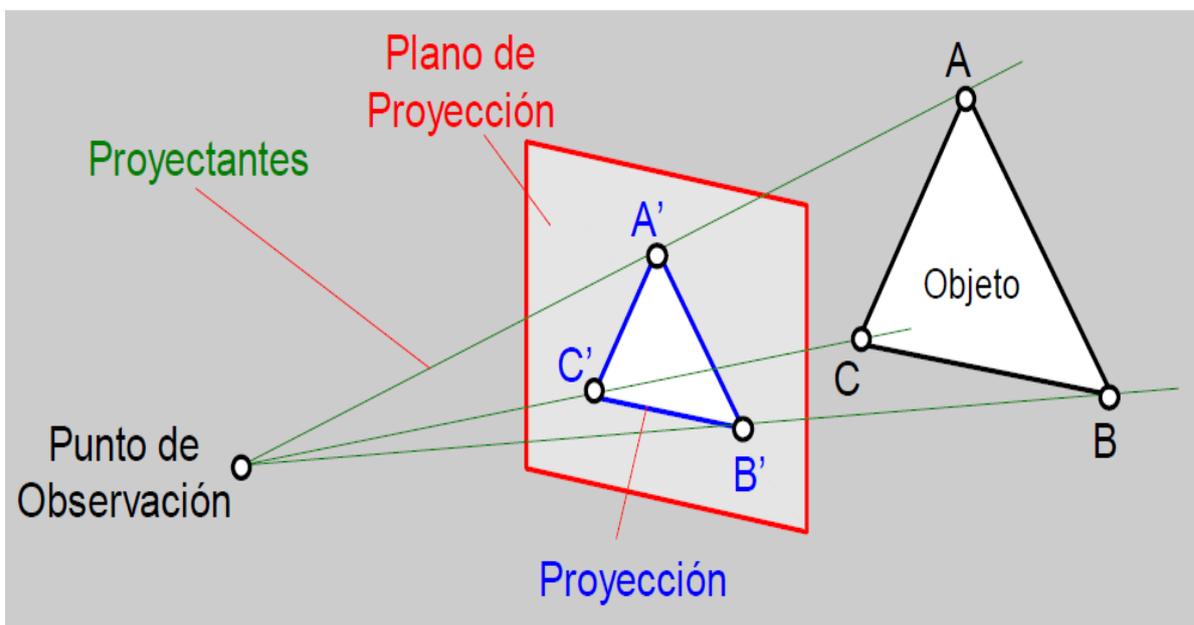
**Tema N° 9  
SISTEMAS DE  
REPRESENTACIÓN**

### SISTEMAS DE REPRESENTACION

Todos los sistemas de representación, tienen como objetivo representar sobre una superficie bidimensional, los objetos que son tridimensionales en el espacio. Con este objetivo, se han ideado a lo largo de la historia diferentes sistemas de representación. Pero los diferentes sistemas permiten una representación bidimensional de dicho objeto y de igual forma, dada la representación bidimensional, el sistema debe permitir obtener la posición en el espacio de cada uno de los elementos de dicho objeto.

Todos los sistemas, se basan en la proyección de los objetos sobre un plano, que se denomina **plano del cuadro o de proyección**, mediante los denominados **rayos proyectantes**.

El número de planos de proyección utilizados, la situación relativa de estos respecto al objeto, así como la dirección de los rayos proyectantes, son las características que diferencian a los distintos sistemas de representación.



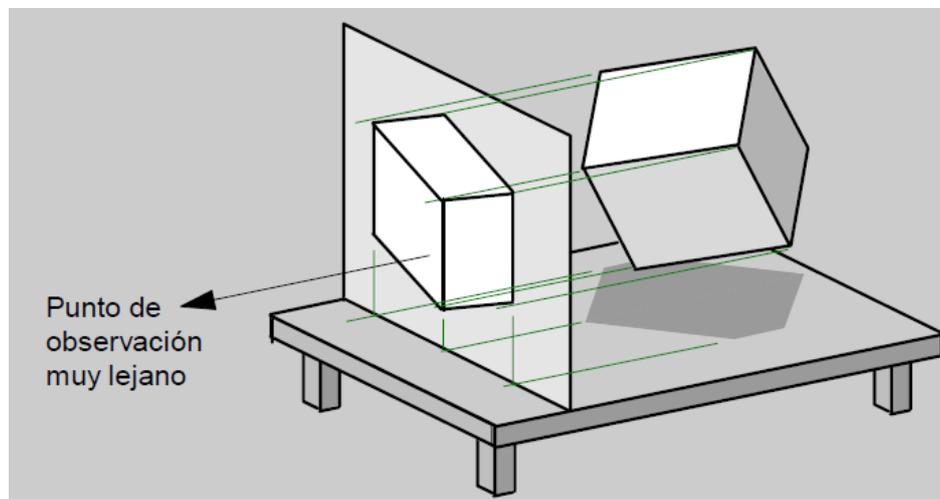
## PROYECCIONES CILINDRICAS Y CONICAS

### A. PROYECCIONES CILINDRICAS

#### A.1. PROYECCIONES CILINDRICAS ORTOGONALES

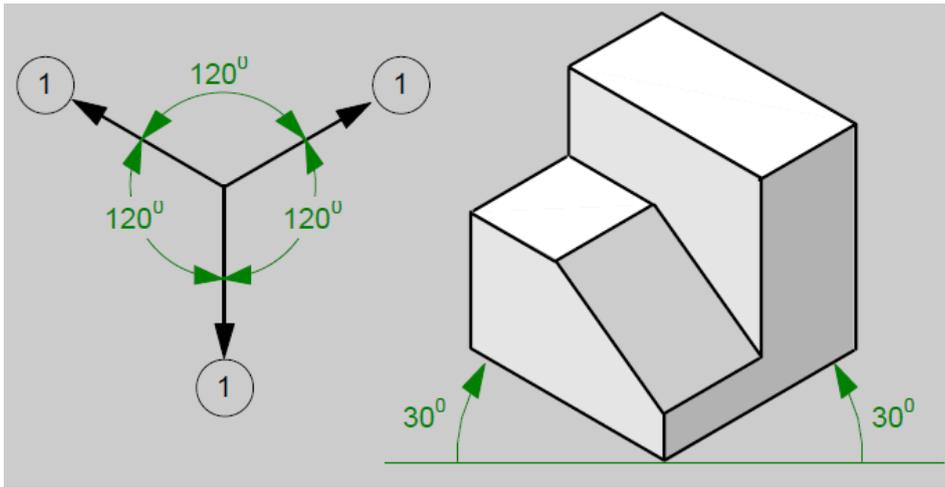
#### PROYECCIONES AXONOMETRICAS

Se obtiene cuando el plano de proyección no es paralelo a ninguno de los tres ejes principales del objeto.

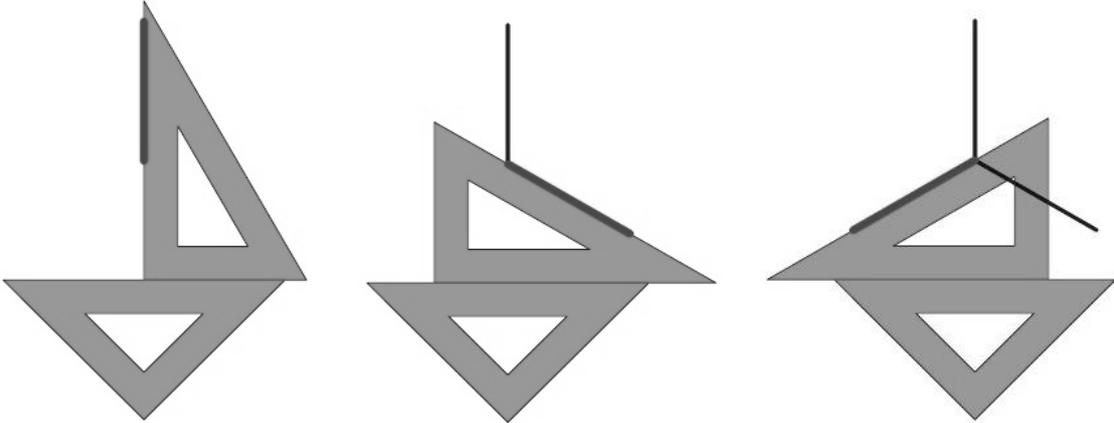


La proyección axonométrica, dependiendo de los ángulos que forman entre sí los ejes axonométricos (proyecciones de los ejes principales del objeto), se denomina:

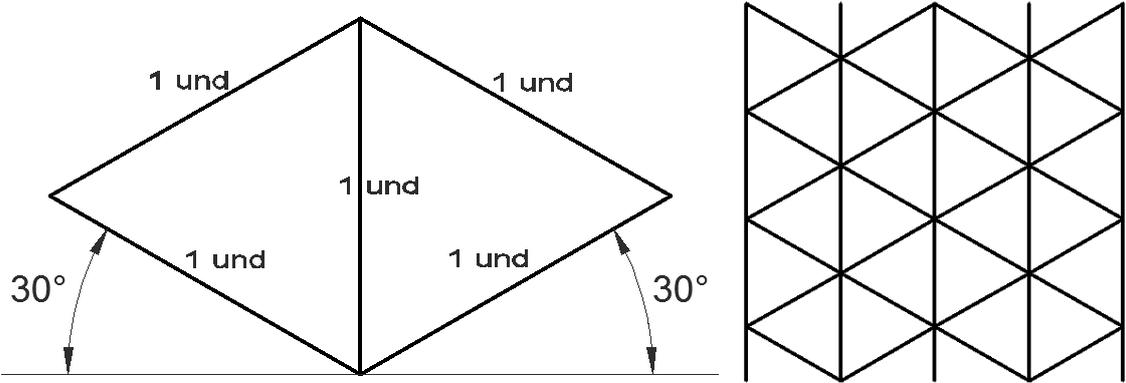
- a) **Proyección isométrica.**- Se obtiene cuando los tres ángulos que forman los ejes axonométricos son iguales.

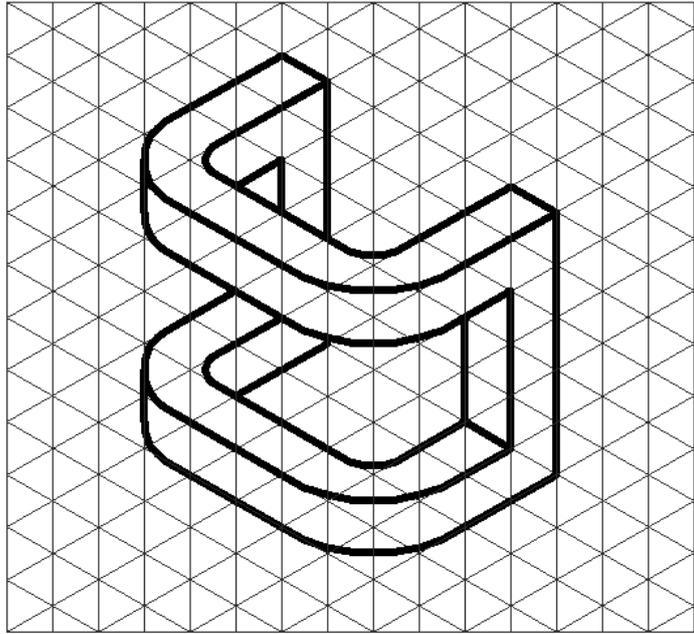


**Construcción de los ejes isométricos con la escuadra y el cartabón.**



**Construcción de la Malla Isométrica.**





**Isometría de la Circunferencia**

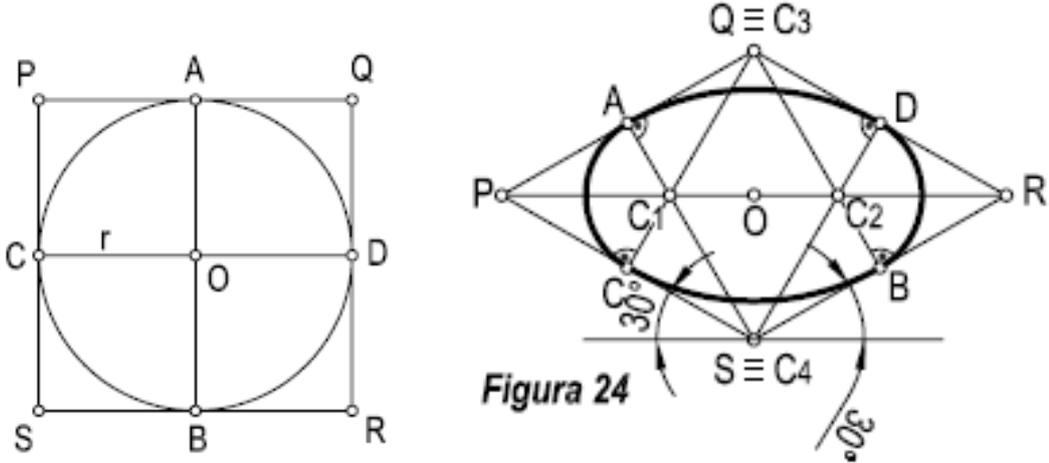


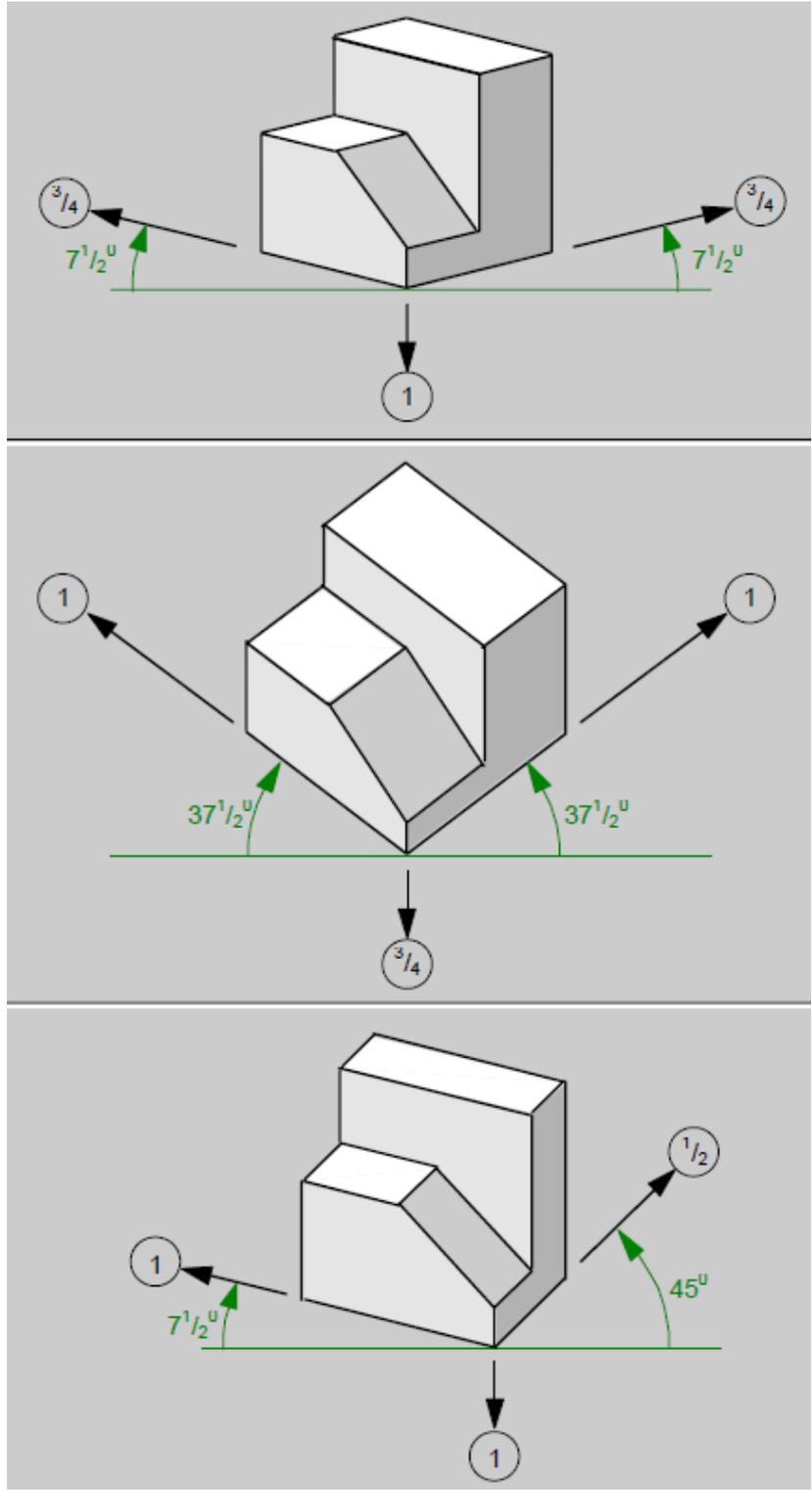
Figura 24

**Procedimiento (Fig 24)**

1. Transformamos un cuadrado en isométrico, resultando el rombo P, Q, R, S.
2. Por el punto Q, trazamos dos perpendiculares a los lados SR y SP, hallando los puntos C y B que a la vez son punto medio de cada lado.
3. Por el punto S, trazamos otras dos perpendiculares a las rectas PQ y QR, hallando los puntos A y D. A la vez dichas perpendiculares se cortan en los puntos C1 y C2.
4. Con centro en Q y radio QC o QB, se traza el arco BC.
5. Con centro en S y radio SA o SD, se traza el arco AD.
6. Con centro en C1 y radio C1A o C1C, se traza el arco AC, para cerrar un lado de la isometría.

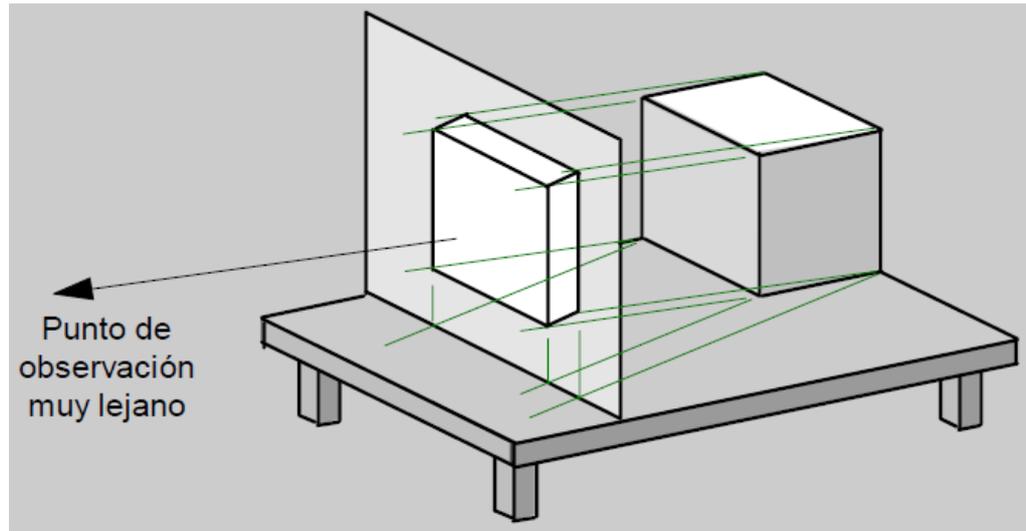
7. Finalmente con centro en C2 y radio C2D o C2B, se traza el arco DB, para cerrar totalmente la isometría de la circunferencia.

b) **Proyección dimétrica.**- Se obtiene cuando solo dos de los tres ángulos que forman los ejes axonométricos son iguales. en la figura 17, se muestran tres distribuciones muy usadas de ejes dimétricos con sus respectivas escalas.

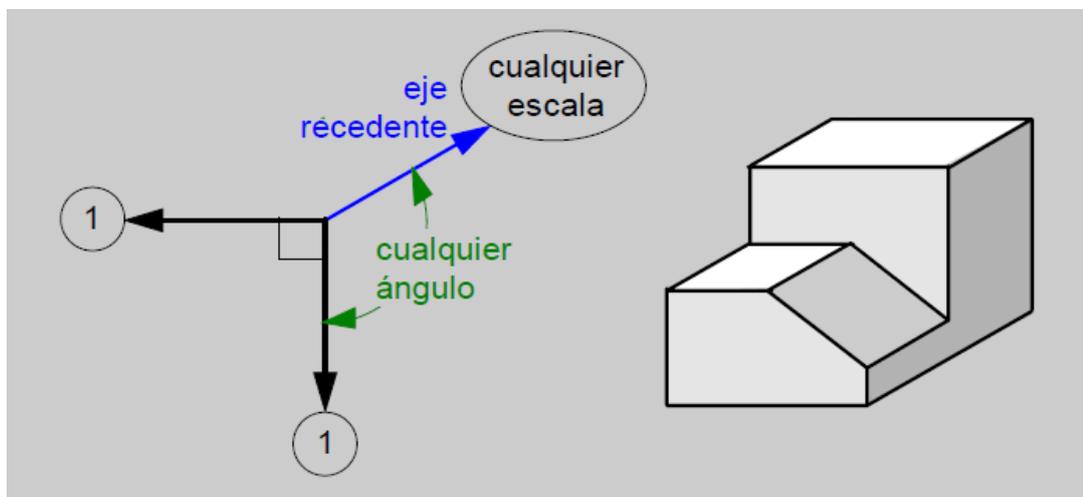


## A.2. PROYECCIONES CILINDRICAS OBLICUAS

Se obtiene cuando las proyectantes no son perpendiculares al plano de proyección. Preferentemente al dibujar en proyección oblicua se coloca el plano de proyección **paralelo a una de las caras principales del objeto**; ya que de esta forma dicha cara se proyectará en **verdadero tamaño**.

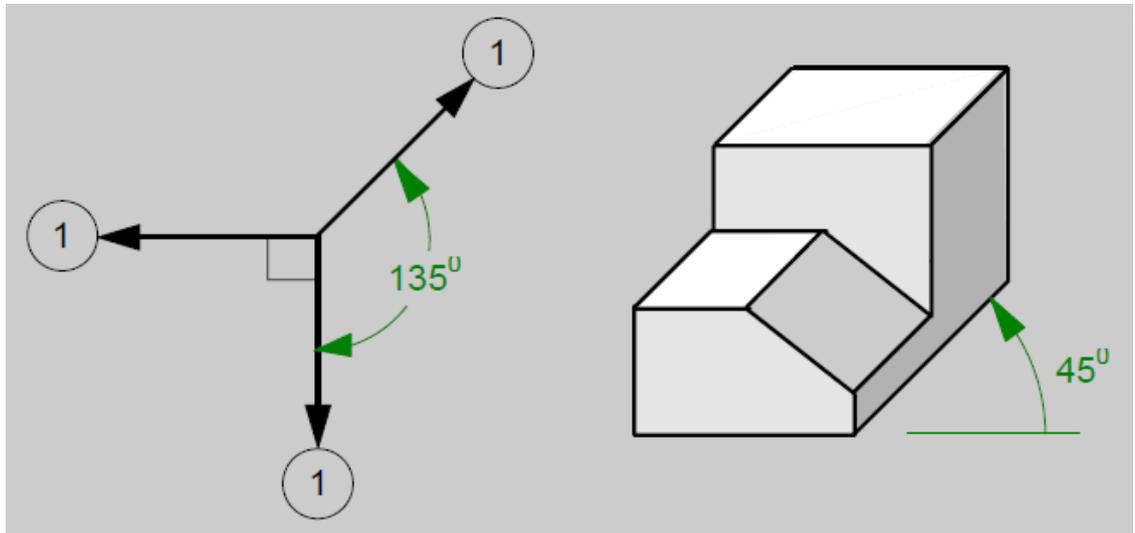


Sin embargo, la escala a utilizar para el eje recedente debe elegirse en forma intuitiva, en función del ángulo en que se dibuje, de modo que la representación del objeto muestre una apreciación real de su forma y proporciones



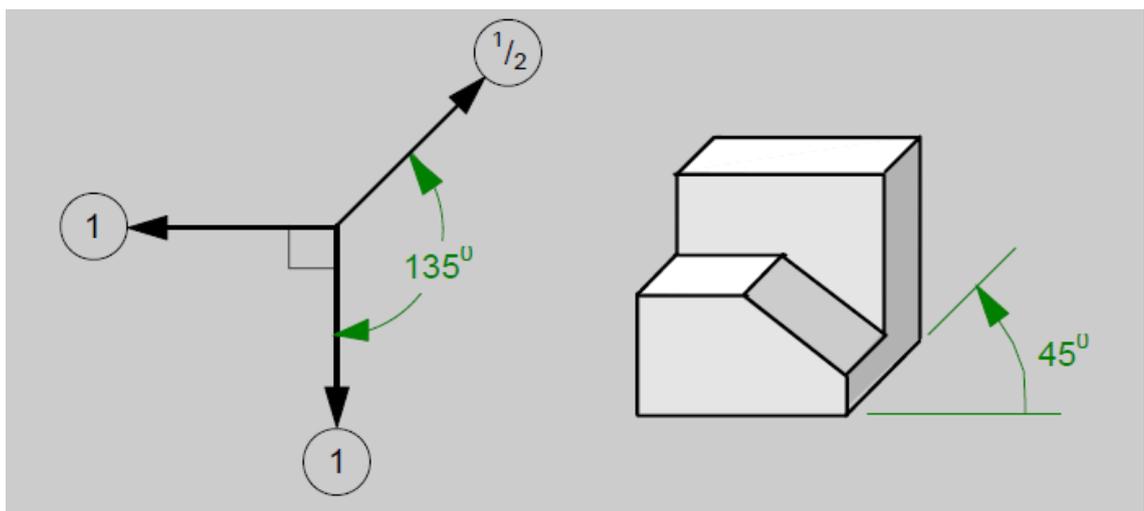
PROYECCIÓN CABALLERA:

Se originó en el dibujo de las fortificaciones medievales.



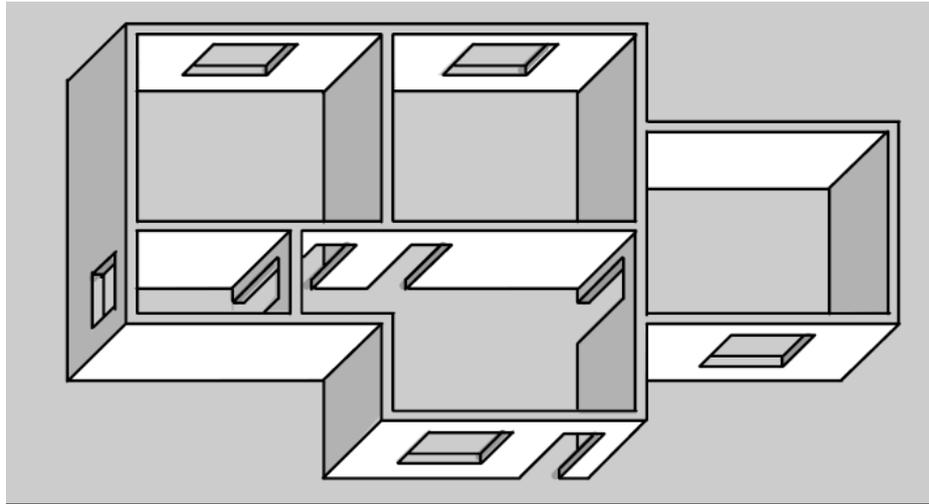
PROYECCIÓN DE GABINETE:

Recibe este nombre debido a que se usó grandemente en la industria del mueble.



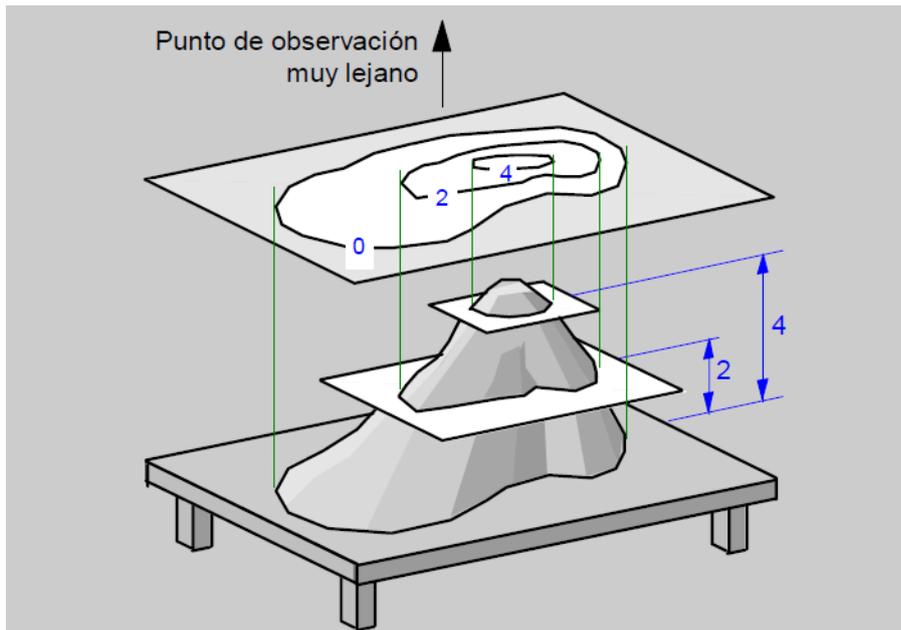
PROYECCIÓN OBLICUA AÉREA:

Es una proyección oblicua realizada sobre un dibujo en planta de una edificación, urbanismo, etc. con la finalidad de apreciar su forma tridimensional.



PROYECCION ACOTADA:

Es una proyección ortogonal sobre la que se acotan en cada punto, línea, u objeto representado la altura (cota) del mismo con respecto a cualquier plano de referencia que sea paralelo al plano de proyección.

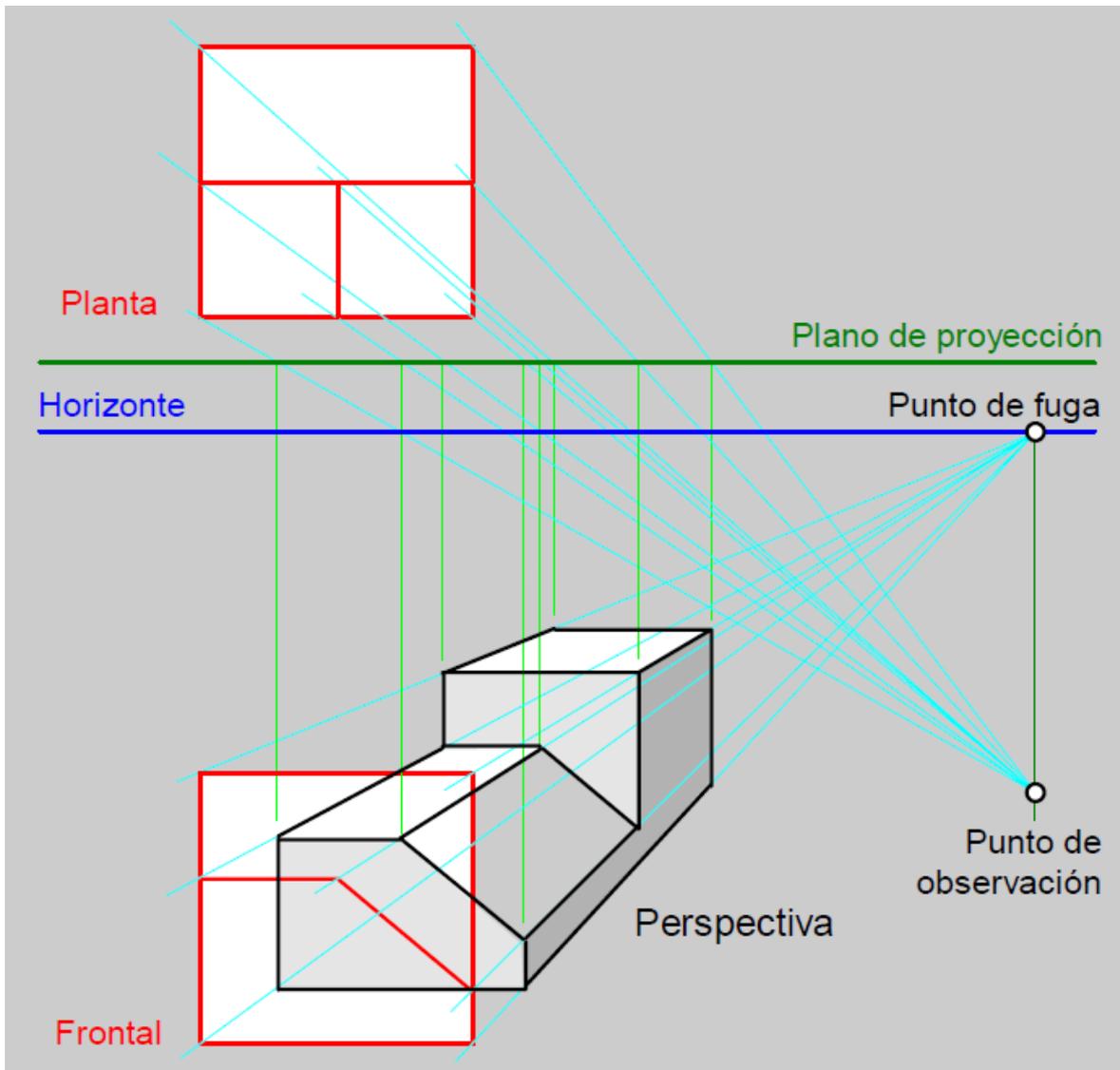


## B. PROYECCIONES CONICAS

Denominada también perspectiva. Se obtiene cuando el punto de observación y el objeto se encuentran relativamente cercanos. El dibujo en perspectiva es muy utilizado en el diseño arquitectónico, civil, industrial, publicitario.

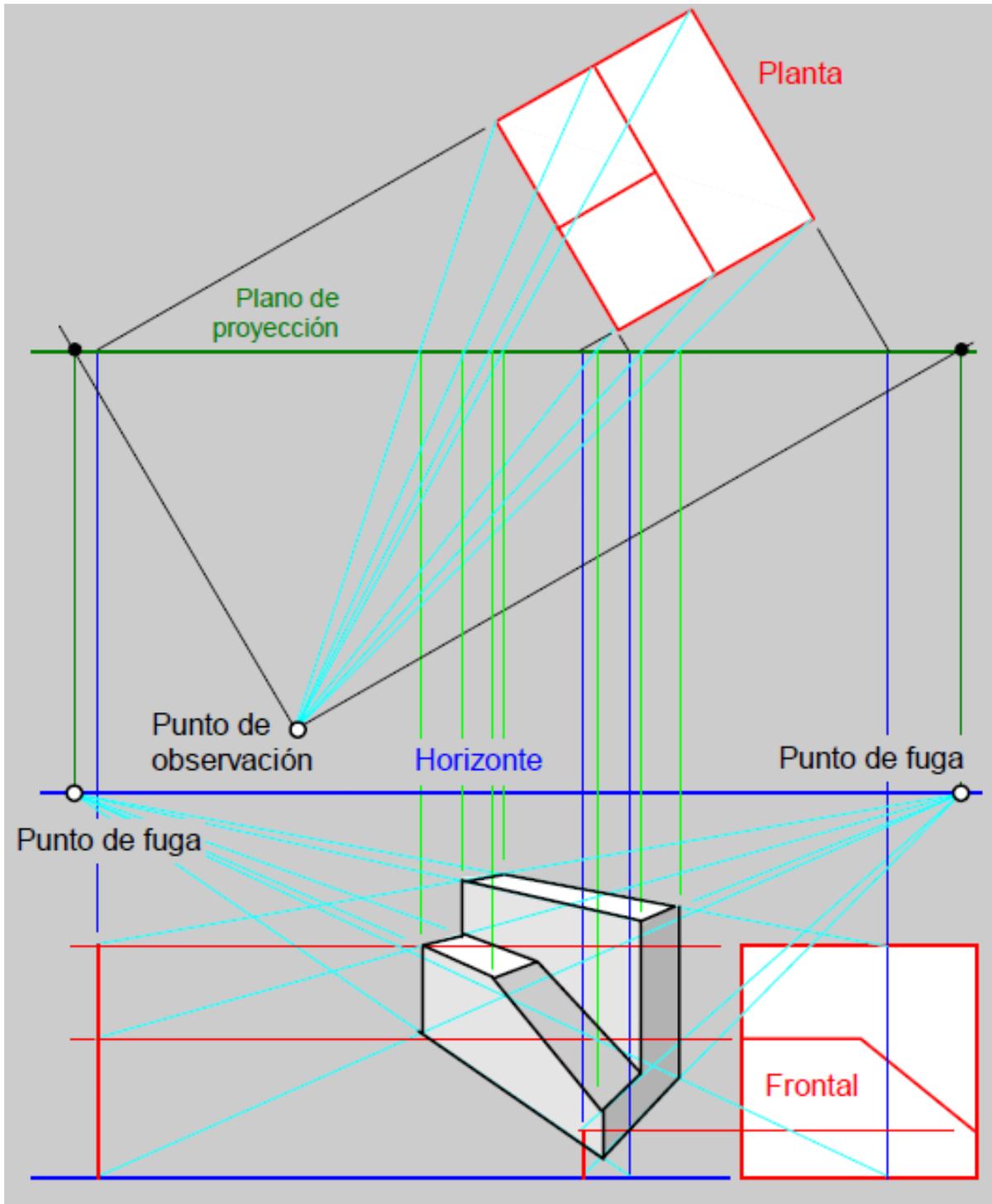
### PERSPECTIVA DE UN PUNTO DE FUGA.-

Se obtiene cuando el plano de proyección es paralelo a una de las caras principales del objeto (el plano de proyección es paralelo a dos de los tres ejes principales del objeto).



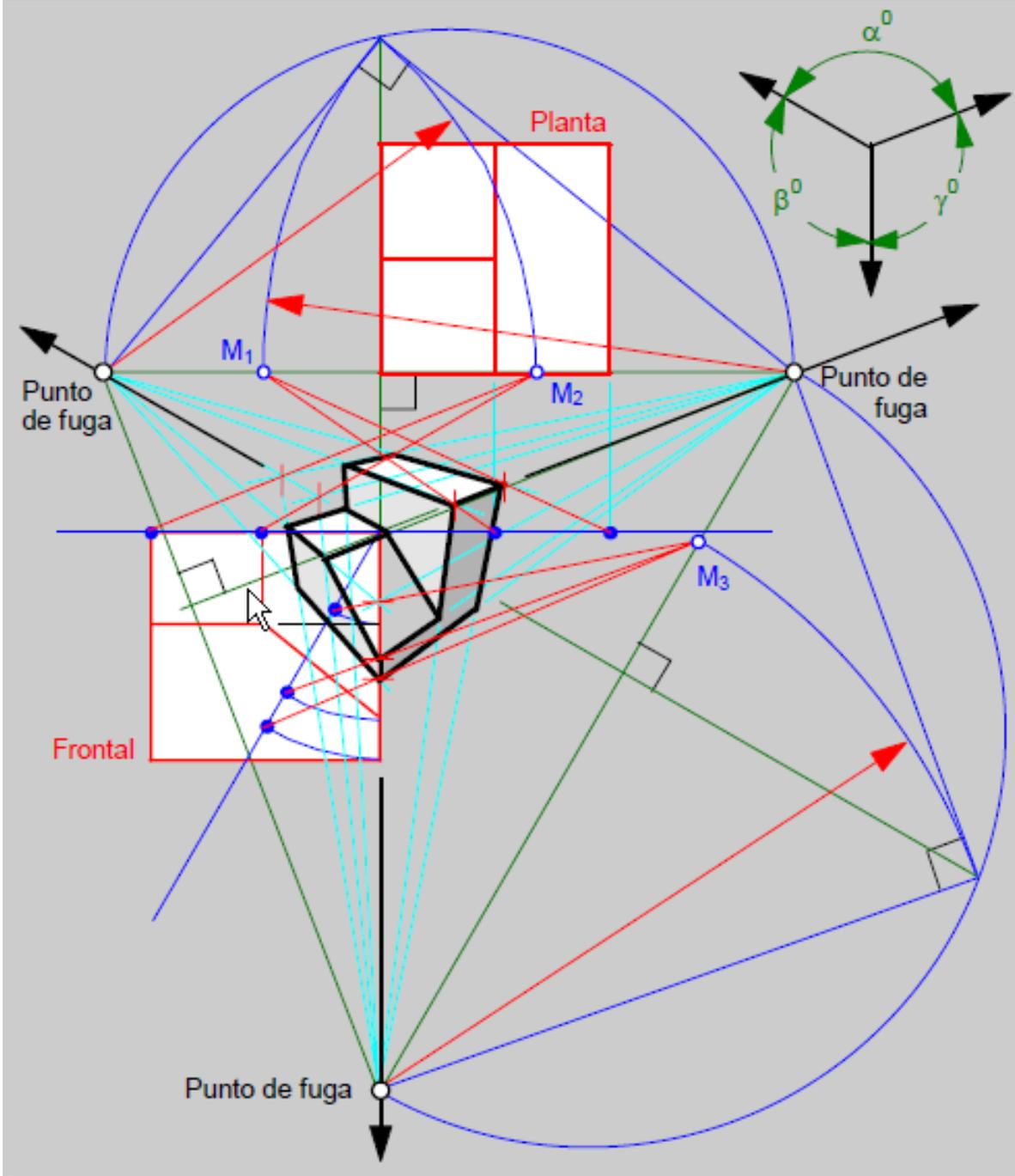
PERSPECTIVA DE DOS PUNTOS DE FUGA.-

Se obtiene cuando el plano de proyección es paralelo a solamente uno de los tres ejes principales del objeto.



PERSPECTIVA DE TRES PUNTOS DE FUGA.-

Se obtiene cuando ninguno de los tres ejes principales del objeto es paralelo al plano de proyección.



Nota.- Como se observa, las perspectivas de uno, dos y tres puntos de fuga, pueden dibujarse en forma sencilla a partir de las proyecciones en vistas múltiples.

**Tema N° 10**  
**EL PUNTO Y LA RECTA**

## EL PUNTO

En el sistema diédrico intervienen dos planos, el plano horizontal y vertical. Figura 1. Estos dividen al espacio en cuatro regiones, llamadas octantes o diedros. Se numeran en sentido contrario a las agujas del reloj.

La recta intersección de ambos planos, determinan la línea de tierra. Se representa por dos trazos más gruesos en sus extremos.

El plano horizontal lo dividiéremos en dos partes, **horizontal anterior (PHA)**, si se encuentra a la derecha de la línea de tierra, y **horizontal posterior (PHP)**, si se encuentra a la izquierda.

De igual forma el vertical se divide en **vertical superior (PVS)**, si se encuentra por encima de la línea de tierra, y **vertical inferior (PVI)**, si se encuentra por debajo de la misma,

Los planos se abaten de forma que el plano vertical superior y el horizontal posterior sean coincidentes, al igual que el plano horizontal anterior y el vertical inferior

Al abatir los planos se abaten los puntos contenidos en los mismos, de tal forma que la proyección vertical de punto **A''** queda por encima de la línea de tierra, y la horizontal **A'** por debajo de ella.

Los puntos se representarán por letras mayúsculas. Empleando para la proyección horizontal la misma letra acompañada de un comilla (p. e. **A'**), y para la proyección vertical y dos comillas **A''**, para la vertical. Figura 1.

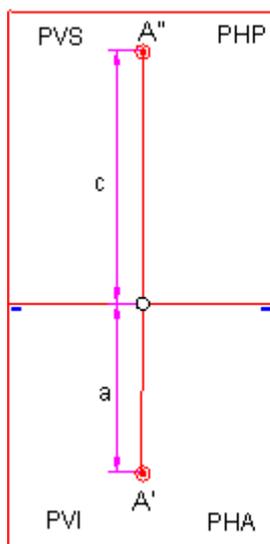
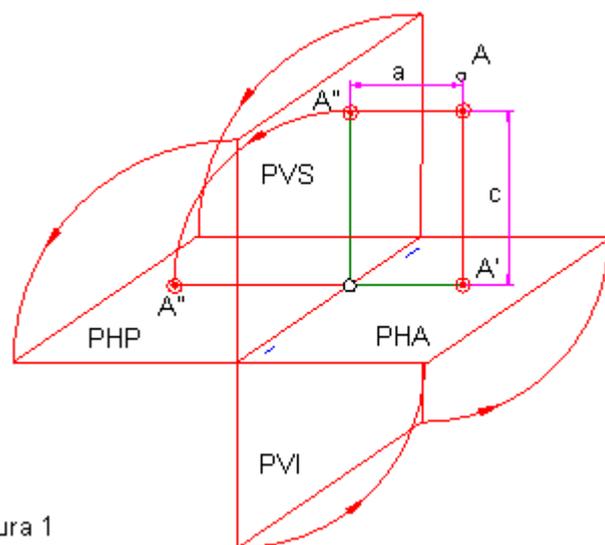


Figura 1



Se llama cota, a la distancia del punto al plano horizontal. El alejamiento será la distancia del punto al vertical.

Los puntos que están situados por encima del plano horizontal, **su cota es positiva**. Si se encuentra por debajo será **negativa**.

Los puntos a la derecha del plano vertical, el **alejamiento es positivo**. A la izquierda **negativo**. Figura 1.

El perfil **X** será un punto de referencia para situar el punto **O**. A la derecha será positivo y a la izquierda negativo

**PUNTOS SITUADO EN LOS CUADRANTES.** Figuras 3 y 4.

Punto **A**, situado en el primer cuadrante primer octante. Cota positiva. Alejamiento positivo. L acota será menor que el alejamiento.

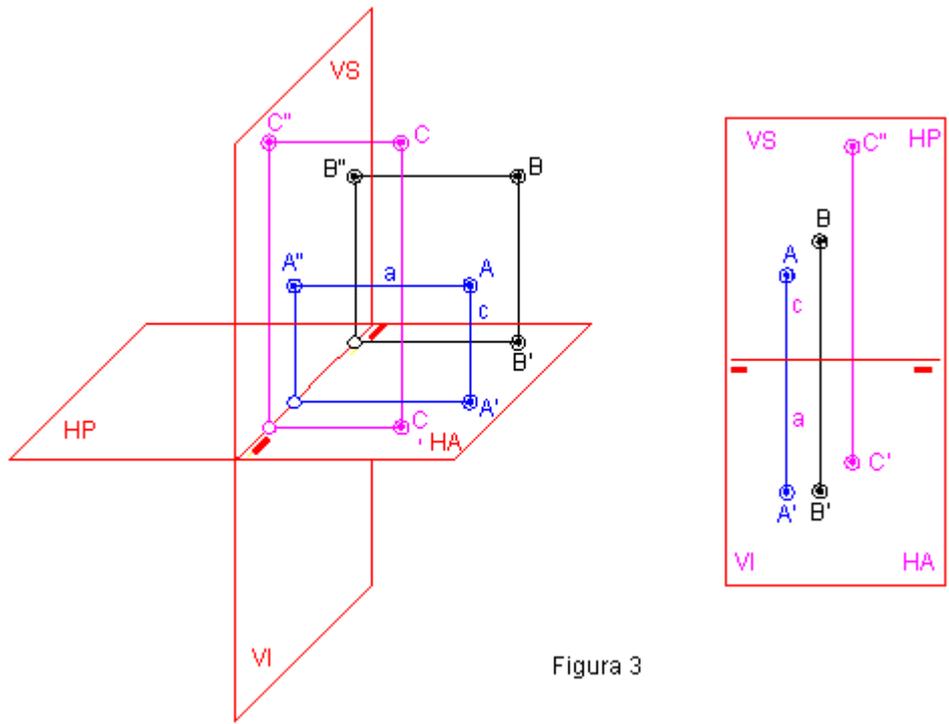


Figura 3

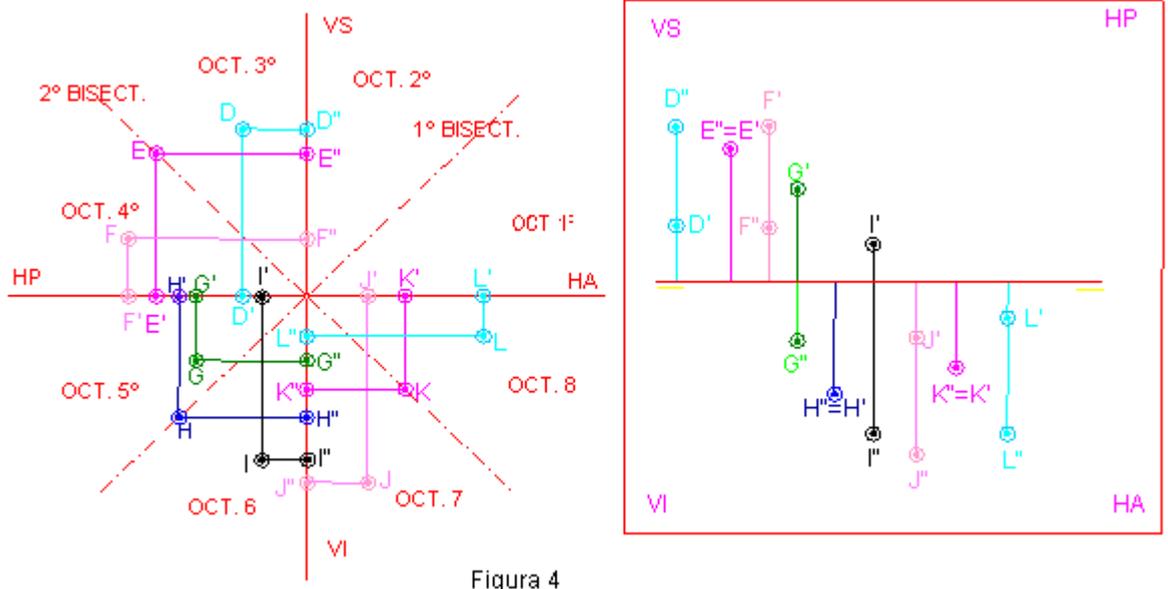
Punto **B** situado en el plano bisector. Cota igual al alejamiento, ambos positivos

Punto **C** situado en el primer cuadrante segundo octante. Cota y alejamiento positivos. L acota será mayor que el alejamiento.

Como puede observarse al abatir los planos, la proyección segunda de los puntos queda por encima de la línea de tierra y la primera por debajo. En consecuencia los puntos situados en el primer cuadrante su cota siempre estará por encima de la línea de tierra y el alejamiento por debajo, y ambos serán positivos.

Punto **D** situado en el segundo cuadrante tercer octante. Cota positiva. Alejamiento negativo. Ambas proyecciones por encima de la línea de tierra.

Punto **E** situado en el segundo bisector. Cota igual al alejamiento.



Punto **F**, situado en el segundo cuadrante cuarto octante. Alejamiento negativo y cota positiva, esta menor.

Los puntos **G, H, I**, situados en el tercer cuadrante son inversos a los del primero.

Los puntos **J, K, L**, situados en el cuarto cuadrante, son inversos a los del segundo.

## LA RECTA

Como decíamos anteriormente la recta nos muestra una dimensión ó una dirección y por esta razón, cobra importancia sus cualidades "relativas". Cuando decimos relativas nos referimos a posiciones o relaciones con algún elemento ubicado en el espacio. Dado su carácter unidimensional solo puede relacionarse el ángulo formado con otra línea o plano, por lo que existen posiciones relativas a lo Planos de Proyección o relativas a otras Rectas o Planos. Además la línea, sea o no recta, nos puede servir como eje y dirección.

Veamos específicamente la Recta en sus posiciones relativas a los Planos de Proyección que por convencionalismos llevan estos nombres.

### **POSICIONES RELATIVAS DE LAS RECTAS**

#### **HORIZONTAL.**

Se presenta paralela al PPH y en posición oblicua a los planos PPV y PPF. Su proyección vertical es una recta paralela a LT ya que todos los puntos pertenecientes a ella tienen la misma cota. Jamás toca o intercepta al PPH (NO TIENE TRAZA HORIZ.). Cuando se analizan las coordenadas de sus puntos observamos que el valor COTA es una constante.

#### **DE PUNTA.**

Se presenta paralela al PPH y al PPF; por lo que es perpendicular al PPV. Su proyección vertical se presenta como un punto. En cambio su proyección horizontal es una recta perpendicular a LT. Presenta la misma proyección que la Recta Horizontal en el PPF, y sólo tiene traza en el PPV ( Jamás intercepta a los PPH y PPF). Al analizar las coordenadas de sus puntos observamos que los valores de COTA y MARGEN ó PROFUNDIDAD son constantes entre si.

#### **FRONTO-HORIZONTAL.**

En pocas palabras es una recta paralela a LT, por lo tanto es también paralela a PPH y PPV; siendo perpendicular a PPF. Las proyecciones horizontales y verticales se presentan como rectas paralelas a LT, y en el PPF su proyección es sólo un punto. Solamente puede interceptar PPP o PPF.

#### **FRONTAL.**

Es una recta paralela al plano vertical, pero presenta inclinación hacia el PPH y el PPF. Su proyección horizontal se presenta como una recta paralela a LT; la proyección de perfil aparenta una recta vertical. Jamás intercepta al PPV (NO TIENE TRAZA VERTICAL). El análisis de las coordenadas de sus puntos nos permite concluir de que los valores de ALEJAMIENTO son una constante.

#### **VERTICAL.**

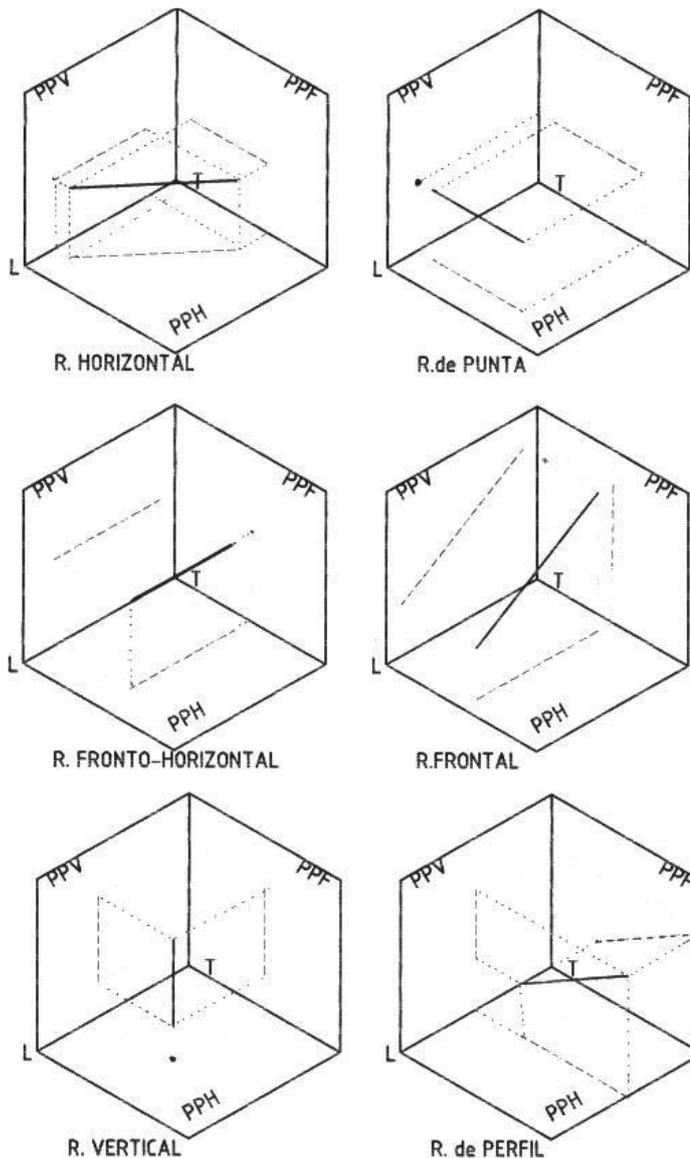
Básicamente es una recta perpendicular al PPH, por lo tanto paralela a los PPV y PPF. La proyección vertical y de perfil se presentan como rectas perpendiculares a LT, y en su proyección horizontal nada más es un punto. El único plano que intercepta es al PPH (SOLO TIENE TRAZA HORIZONTAL). En el análisis de coordenadas vemos que los valores de ALEJAMIENTO son una constante, así como los valores de MARGEN ó PROFUNDIDAD.

**DE PERFIL.**

Es toda recta paralela al PPF y oblicua a los PPV y PPH. Presenta sus proyecciones horizontales y verticales como rectas perpendiculares a LT. Hado que es una recta que presenta su verdadera magnitud (V.M.) en el PPF los ángulos respecto a los PPH y PPV se muestran aquí. A excepción de esta recta y la próxima a describir en todas las demás no es necesario recurrir al PPF, y este sólo se recomienda usarse como plano auxiliar, en especial cuando el elemento estudiado presenta paralelismo con éste. Cuando estudiamos las coordenadas de los puntos de la recta que nos ocupa observaremos que todos ellos tienen una constante: el MARGEN ó PROFUNDIDAD.

**PERPENDICULAR A LT.**

Se trata de una variedad de la recta de Perfil, y que presenta las mismas características que la anterior con la única salvedad de que cada punto perteneciente a ésta recta presenta el mismo valor numérico en el *ALEJAMIENTO* y la *COTA*. Esta recta forma parte de uno de los Planos Bisectores que veremos más adelante. Hemos descrito las posiciones relativas de la recta respecto a los planos de proyección, a continuación presentamos las posiciones relativas entre rectas. En nuestro caso iniciaremos con líneas rectas, pero debemos aprender a reconocer la posición relativa de la recta, mediante el análisis de las coordenadas de los puntos dados.

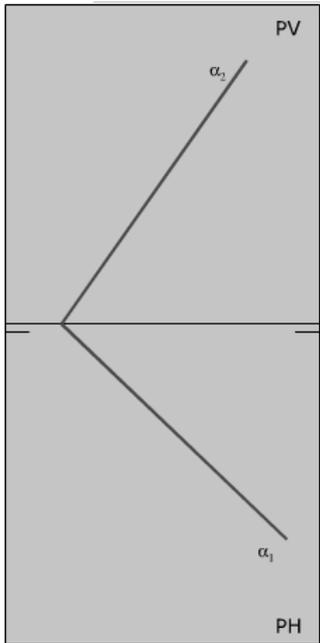
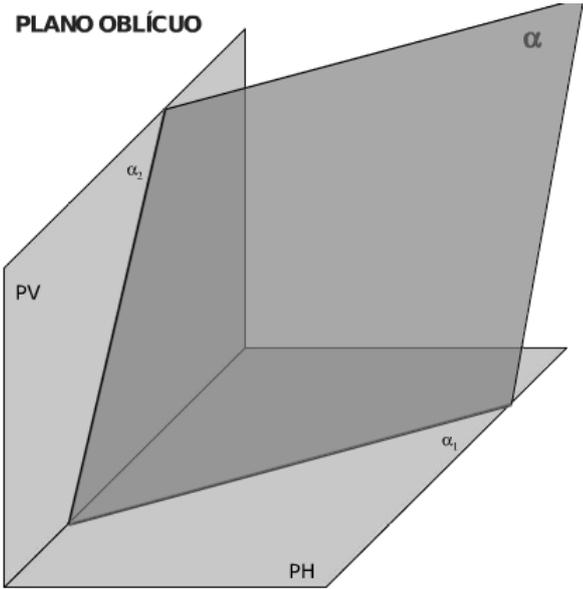


**Tema N° 11**  
**EL PLANO**

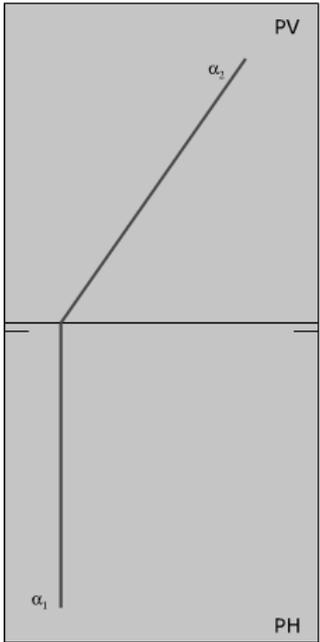
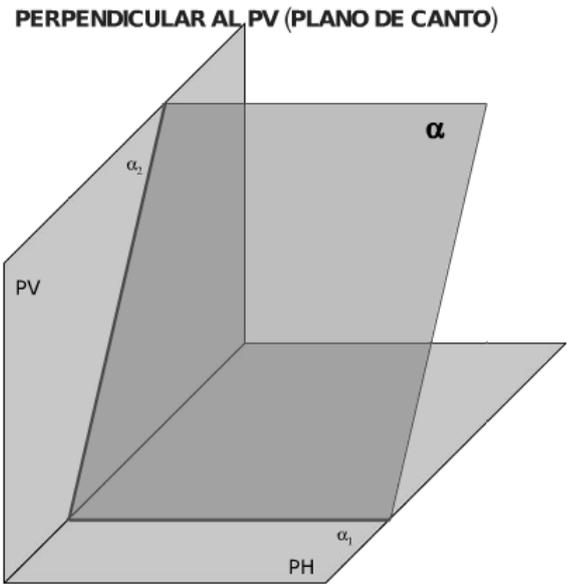
**EL PLANO**

**PROYECCIONES DEL PLANO**

PLANO OBLICUO

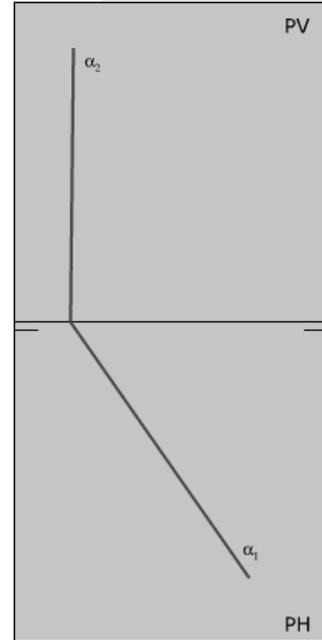
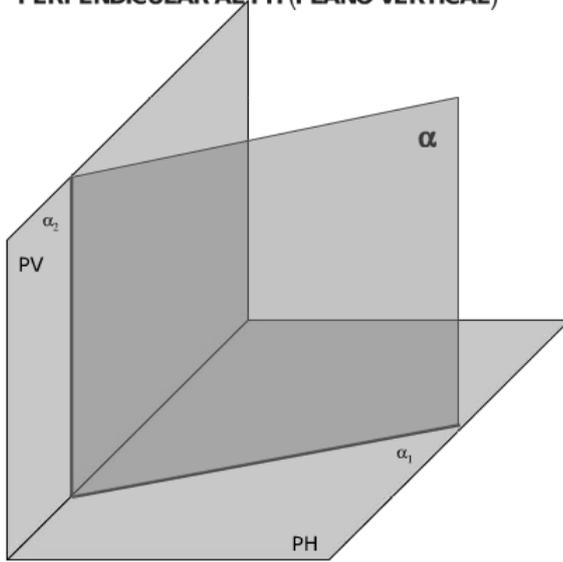


PLANO DE CANTO



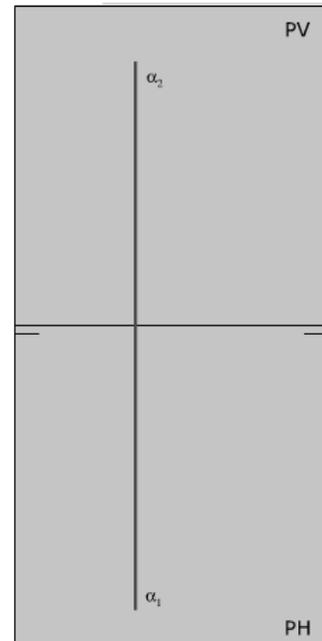
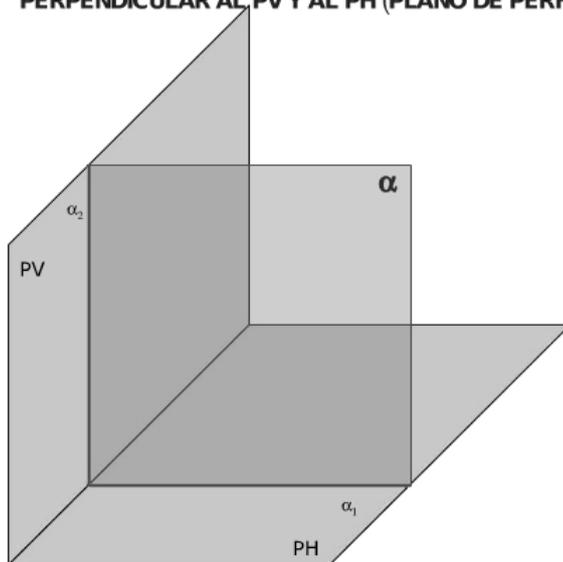
PLANO VERTICAL

PERPENDICULAR AL PH (PLANO VERTICAL)



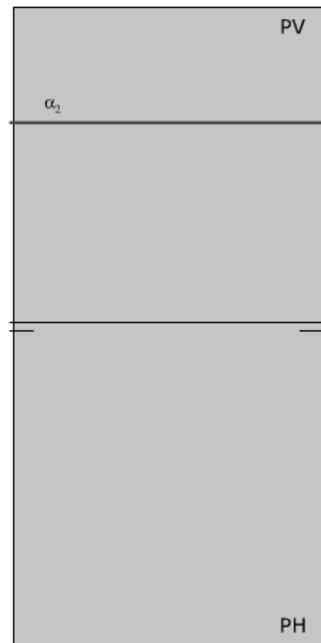
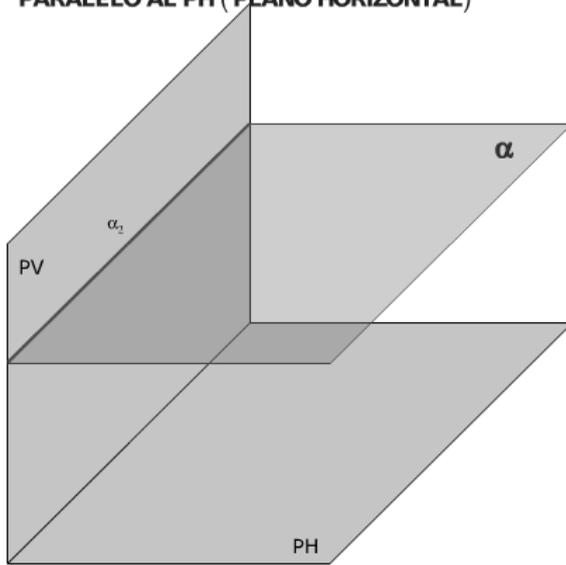
PLANO DE PERFIL

PERPENDICULAR AL PV Y AL PH (PLANO DE PERFIL)



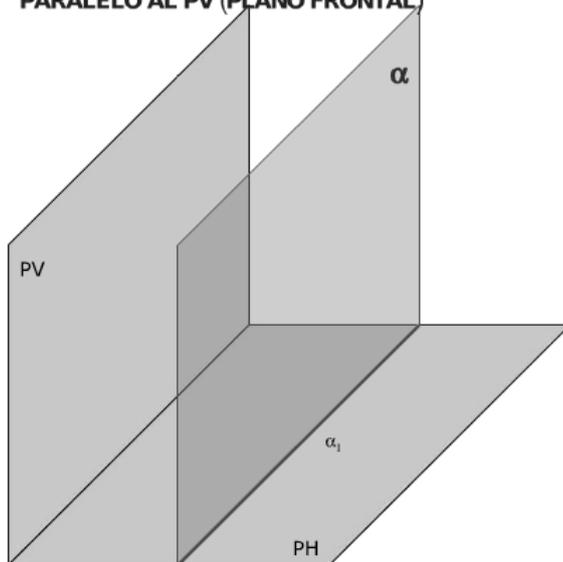
PLANO HORIZONTAL

PARALELO AL PH ( PLANO HORIZONTAL)



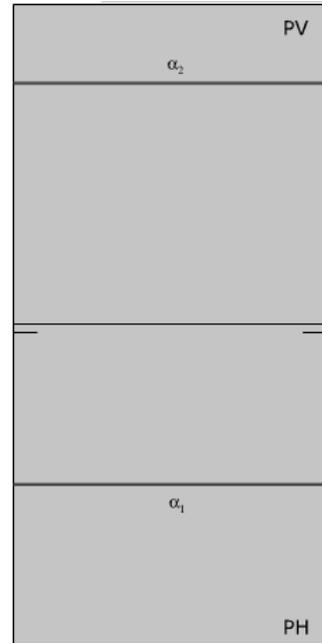
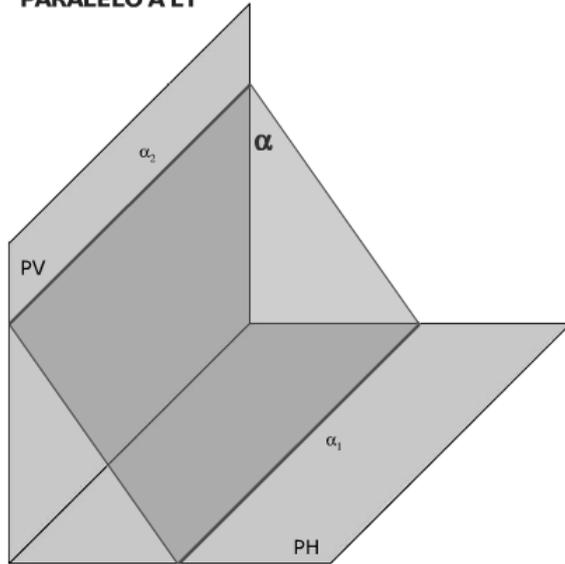
PLANO FRONTAL

PARALELO AL PV (PLANO FRONTAL)



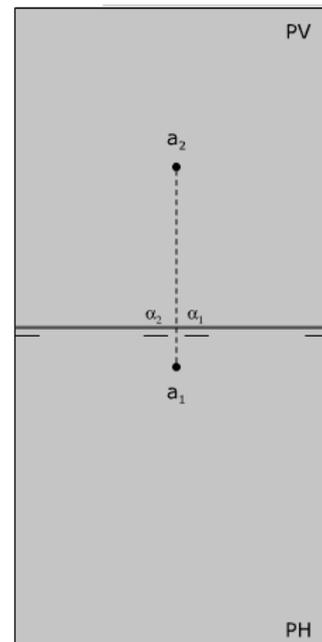
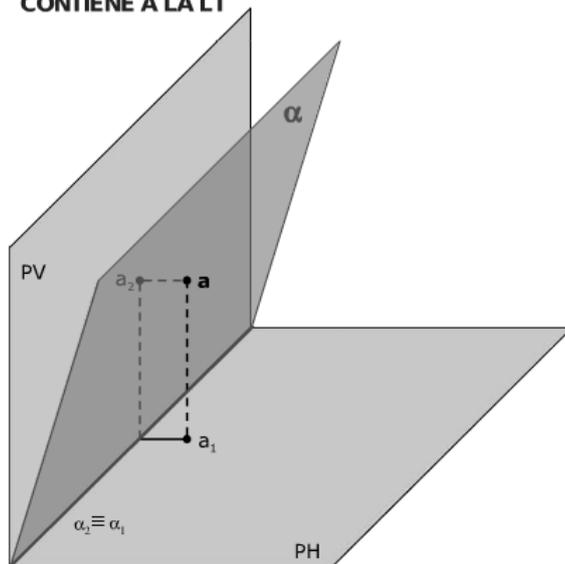
PARALELO A LA LINEA DE TIERRA

PARALELO A LT



CONTIENE A LA LINEA DE TIERRA

CONTIENE A LA LT



**Tema N° 12  
ORTOGONALES  
PROYECCIONES**

## PROYECCIONES ORTOGONALES

### GENERALIDADES:

El término proyección se refiere a la representación de objetos tridimensionales en un solo plano, tal como una hoja de papel; la palabra ortogonal y ortográfica se derivan de dos palabras de origen Griego como son:

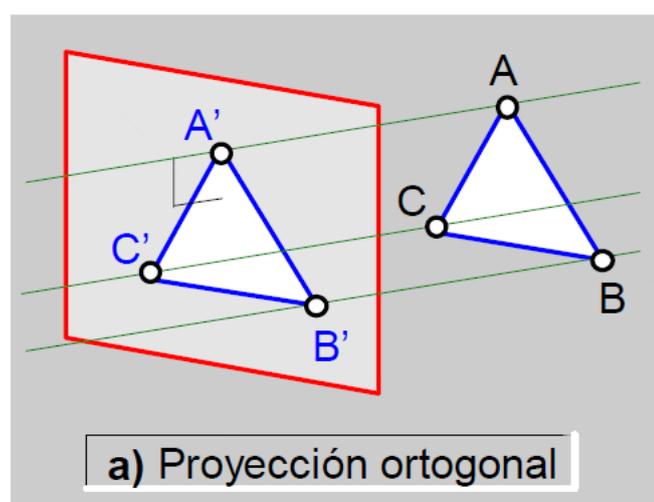
ORTHOS: Que significa recto, correcto o en ángulo recto.

GRAPHICOS: Que significa describir con líneas de dibujo.

Por lo tanto, el término "PROYECCIÓN ORTOGONAL U ORTOGRAFICA" se deriva de la interrelación de los vocablos.

### ELEMENTOS DE UNA PROYECCIÓN

- a) Punto de Observación o Foco:  
También llamado punto de Vista o punto central, es un punto imaginario en el espacio del que se supone parten líneas rectas que pasan por los diferentes puntos de la superficie de un cuerpo dado.
- b) Proyectantes:  
Son las rectas que partiendo del foco, van a un plano también dado y determinan la forma del objeto.
- c) Plano de Proyección o Superficie de Proyección:  
Es aquella superficie sobre la cual se efectúa la proyección.



## SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN ORTOGONAL

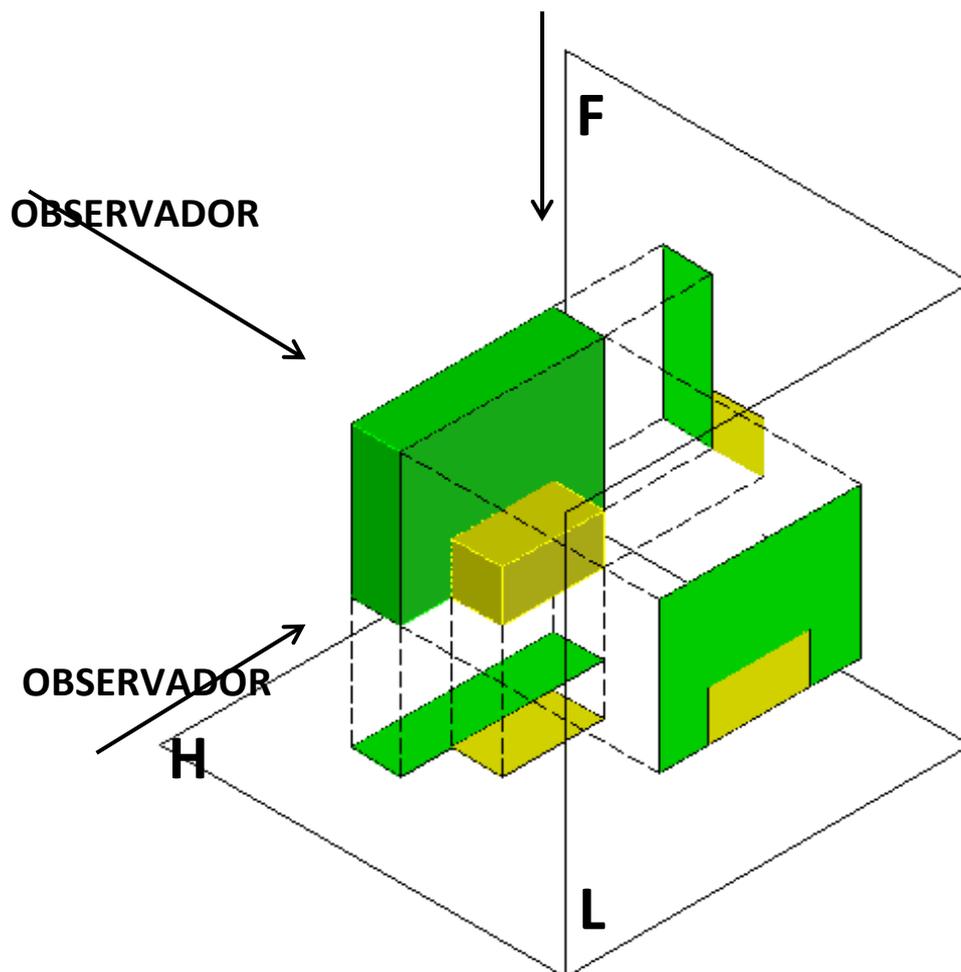
La intersección del plano vertical (PV.), el plano horizontal (PH.) y el plano lateral (PL.) en el espacio da origen, como se explicó anteriormente, a la formación de cuatro triedros o cuadrantes, como comúnmente se les llama.

Existen dos sistemas para la representación de las proyecciones ortogonales que están directamente relacionados con la ubicación del cuerpo o pieza a proyectar y el cuadrante donde se encuentra ubicada la misma, estos sistemas son el Sistema Europeo, contemplado en las Normas D.I.N. y el sistema Americano en las Normas A.S.A.

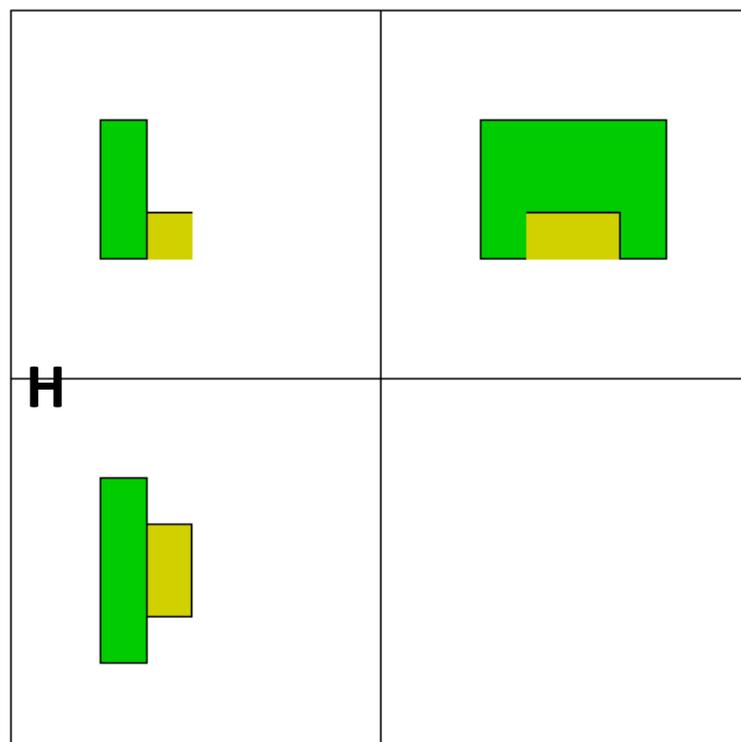
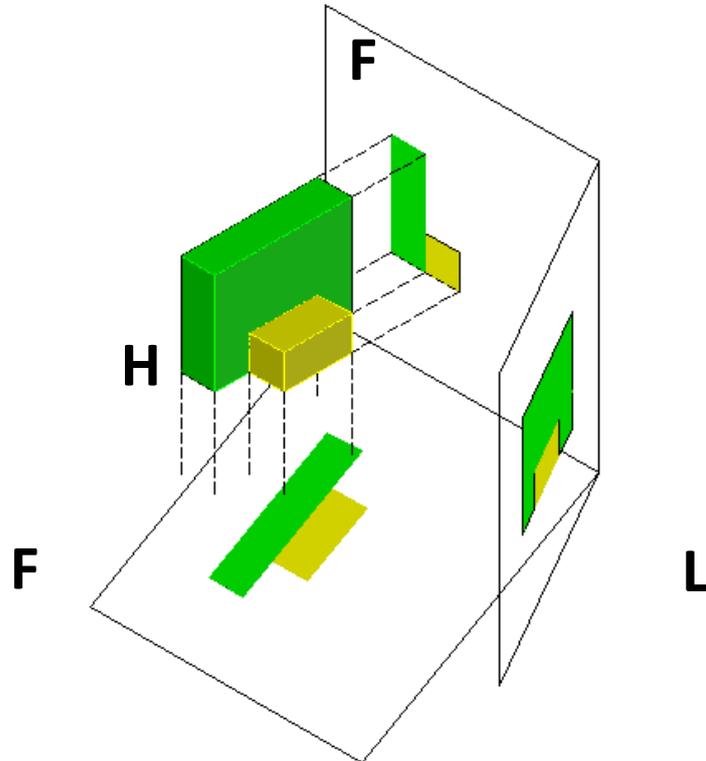
### Sistema Europeo (Normas D.I.N.)

Este método consiste en ubicar la pieza a proyectar en el **PRIMER CUADRANTE**, supone los planos de proyección están situados detrás del objeto. Este método de proyección es usado en los países europeos y se denomina primer cuadrante:

### OBSERVADOR

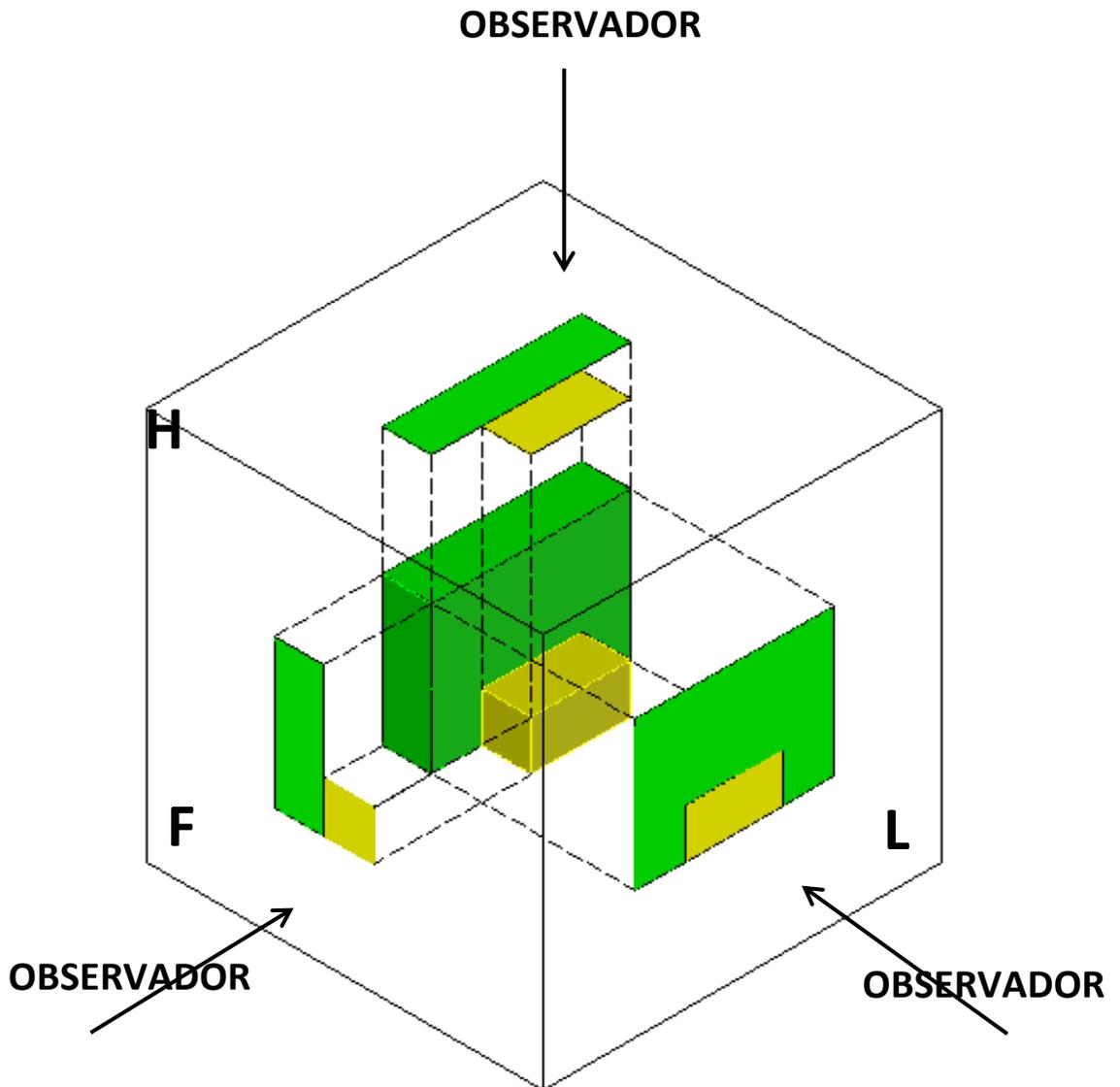


Al rebatir los planos laterales hacia la derecha y horizontal y hacia abajo respectivamente, con relación al plano frontal (o plano vertical) se obtiene la siguiente ubicación de las proyecciones:

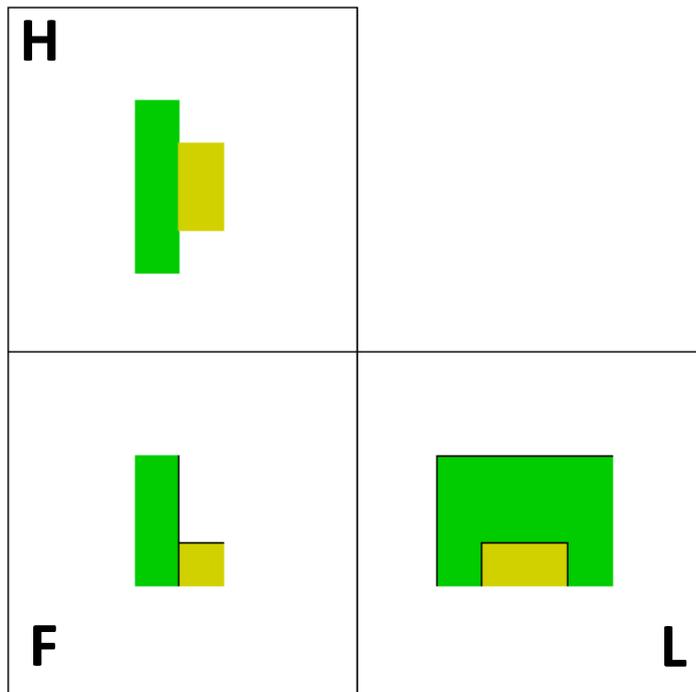
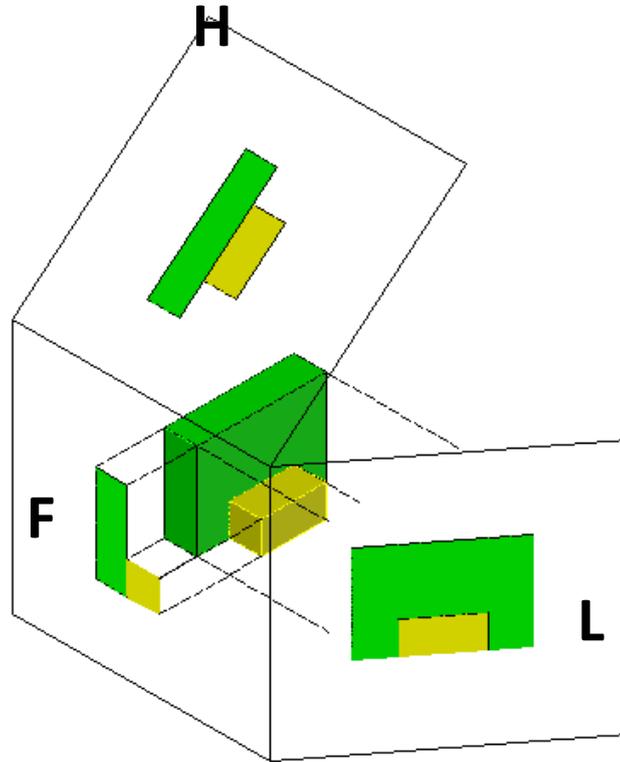


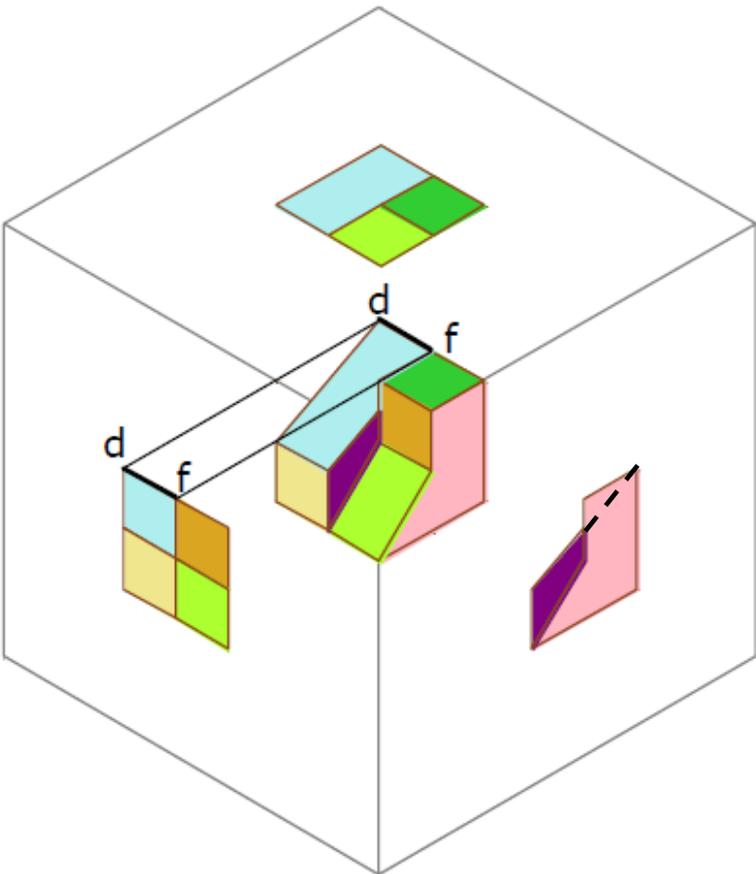
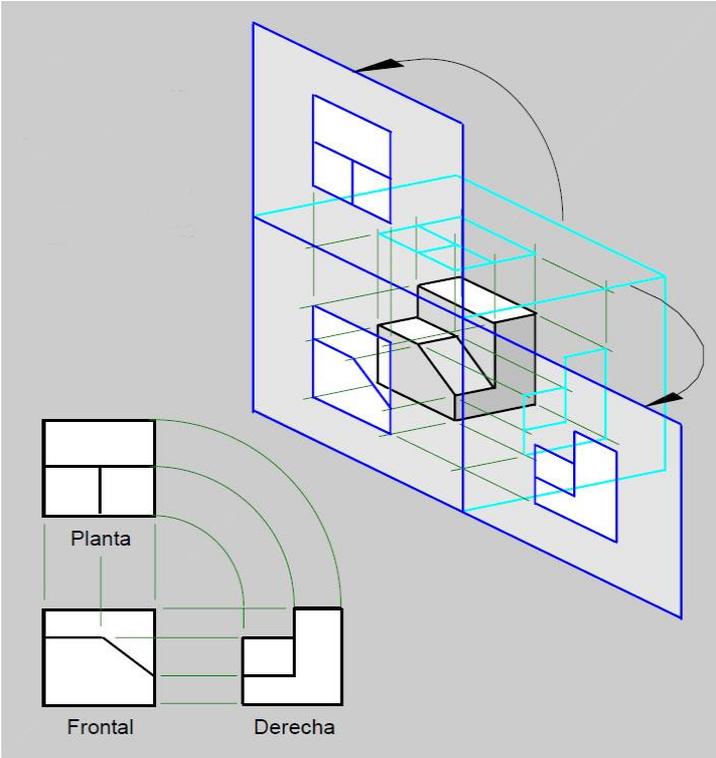
Sistema Americano (Normas A. S. A.)

Este sistema se fundamenta en ubicar la pieza a proyectar en el **tercer cuadrante**, en este tipo de proyecciones el plano de proyección se ubica entre el observador y el objeto, es usado en los Estados Unidos y en los países de América.

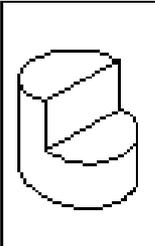
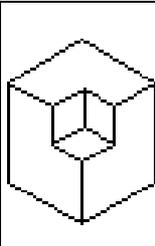
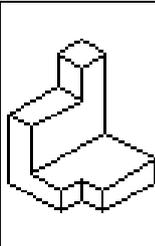
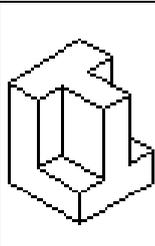
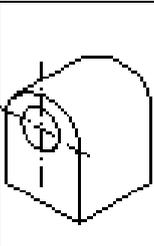
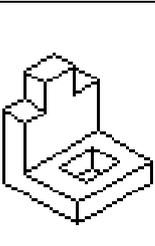


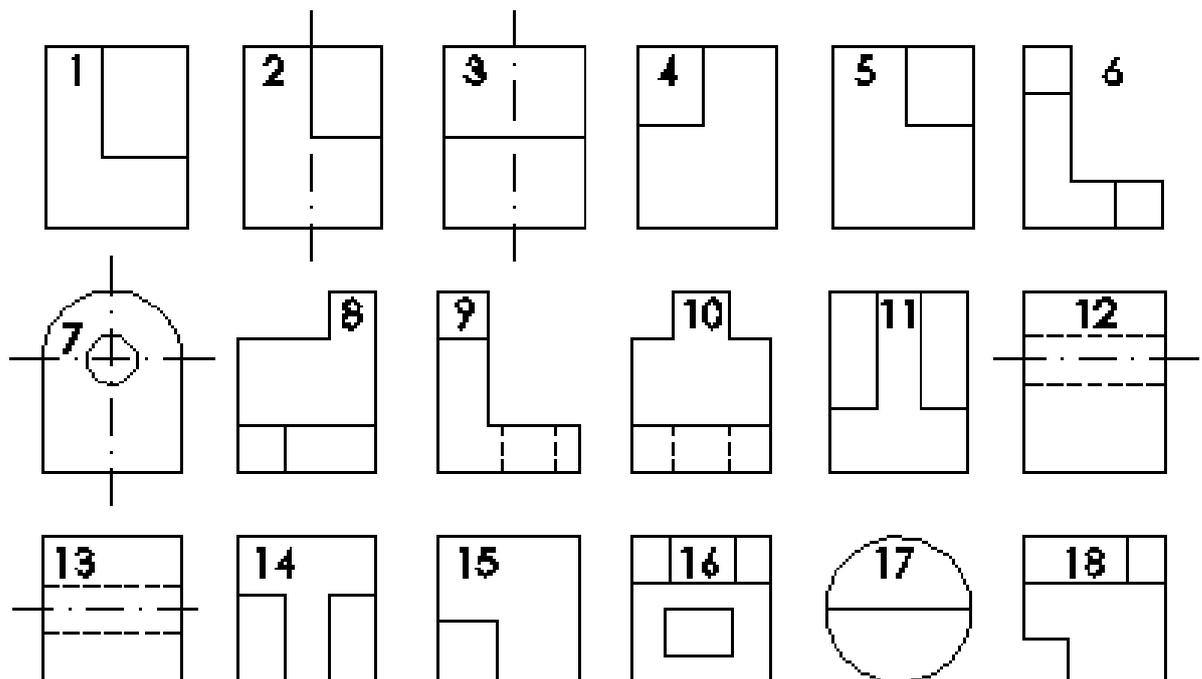
Al rebatir los planos laterales hacia la derecha y horizontal y hacia arriba respectivamente, con relación al plano frontal (o plano vertical) se obtiene la siguiente ubicación de las proyecciones:





**EJERCICIO PRÁCTICO N°01**

						
<b>H</b>						
<b>F</b>						
<b>L</b>						



**INDICACIONES PARA EL EJERCICIO PRÁCTICO:** En la figura superior se presenta 6 sólidos y en la parte inferior existen 18 proyecciones entre horizontales, verticales y laterales, las cuales corresponden a los seis sólidos, correlacione dichas proyecciones en cada casilla, de ser el caso coloree el sólido y las proyecciones ortogonales.

**EJERCICIO PRACTICO N° 02:** Dibuje las proyecciones en el depurado de la parte izquierda, de preferencia se deberá pintar los sólidos y las proyecciones.

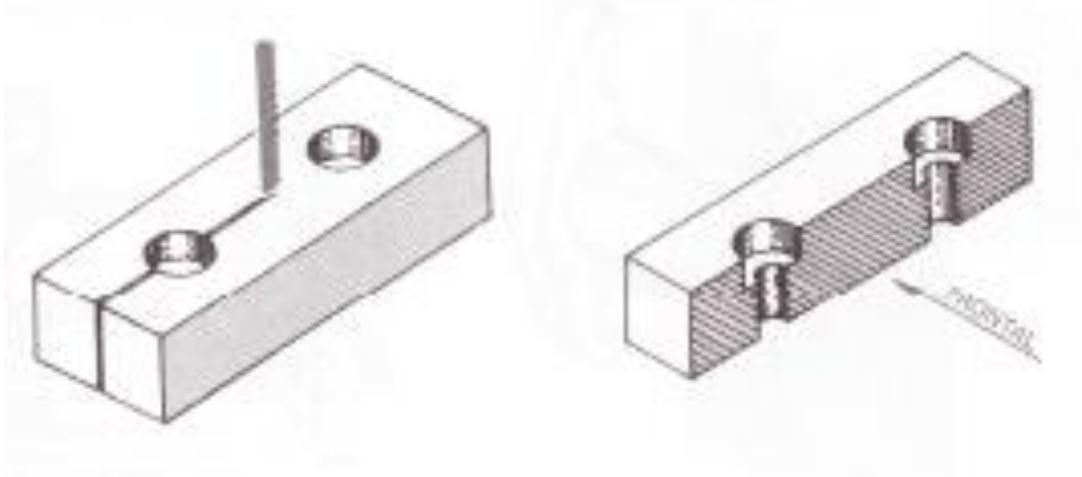

## CUARTA UNIDAD SECCIONES Y ACOTAMIENTO

**Tema N° 13  
SECCIONES Y  
ROTURAS. PARTE I**

### SECCIONES Y ROTURAS. PARTE I

La vista en corte, llamada sección, se usa para mostrar detalles interiores demasiado complejos, ya que contienen muchas líneas ocultas. Las superficies expuestas o cortadas se identificarán mediante líneas o texturas. Las líneas ocultas y detalles detrás de la línea de plano de corte se omitirán a menos que sean necesarias para la claridad o dimensionamiento. Se entenderá entonces que sólo en la vista en corte podremos encontrar secciones del objeto que han sido eliminadas.

En el presente ejemplo se puede apreciar el corte de un sólido

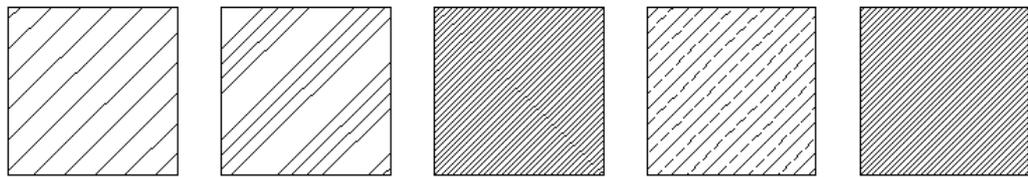


Pero es necesario señalar que para realizar un corte o sección es necesario indicar en primer lugar la línea o plano de corte y en los extremos de este plano de corte se deberá indicar las flechas que indican la dirección de la vista del corte o de la parte que se quedará.

**Línea de Plano de Corte.**- Es aquella línea que representa al plano de corte y logra recorrer el sólido de extremo a extremo indicando la dirección y el lugar del corte, existen diversos estilos, el primero compuesto por guiones iguales o pequeñas rayas de aprox. (10.0mm.) o más trazadas con un lápiz o pluma de punta media, el otro modelo se refiere a la compuesta por largos guiones alternados por guiones pequeños o cortos, existen los otros compuestos por guiones medianos como en el primer caso y entre los guiones se incorpora un punto. A los extremos de estas líneas se trazan líneas perpendiculares con cabeza de flecha la cuales indican el sentido ó dirección de la vista del corte,

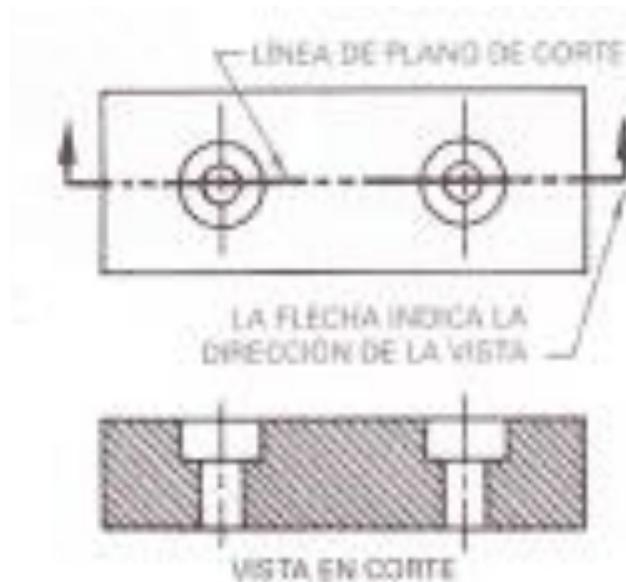
finalmente en los extremos de la línea de corte se rotula grandes mayúsculas identificando el nombre de la sección, ello se emplea preferentemente cuando se tiene varias secciones y es necesario identificar cada una de ellas.

**Líneas de seccionamiento o achurado de seccionamiento.**- Antiguamente existían diversa simbología para representar los diferentes materiales que se van cortando, sin embargo debido a la multiplicidad de materiales ello resulta tedioso y es necesario elegir un tipo de línea de seccionamiento o achurado y rotular la descripción del material que se está cortando. El método más adecuado para dibujar este achurado es usar el lápiz (2H) bien afilado y generar líneas a 45° respecto a la horizontal, estas líneas deberán tener un espaciamiento uniforme (3.0 mm.) o más dependiendo del tamaño del dibujo, pero no deberán ser muy tupidas ya que demorará su trazo y además resaltarán con facilidad los errores, estas líneas deberán ser delgadas y no podrán variar su grosor.



CORRECTO INCORRECTO INCORRECTOINCORRECTOINCORRECTO

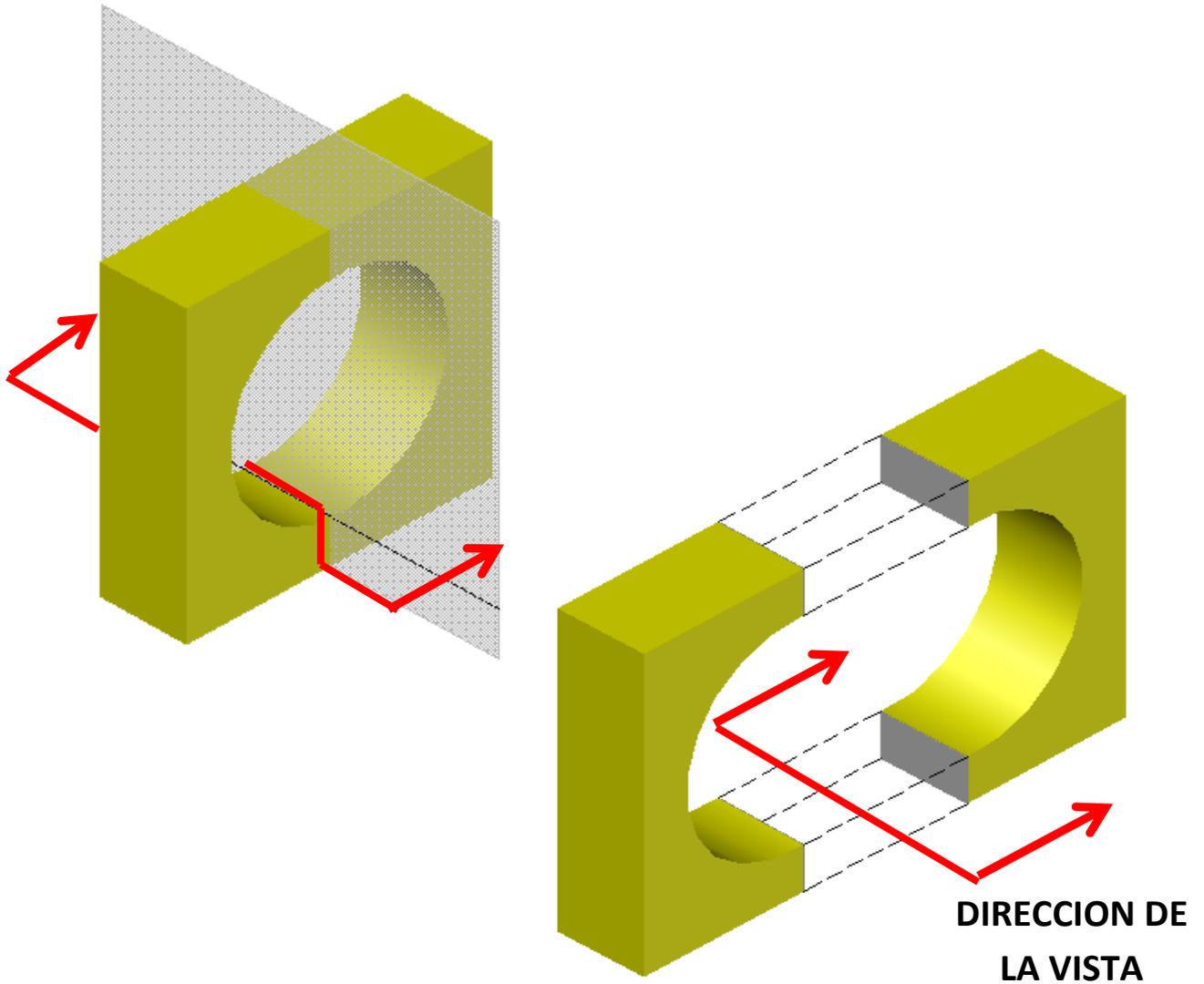
En la siguiente imagen se podrá identificar los componentes de un corte o sección.



**Tema N° 14  
SECCIONES Y  
ROTURAS. PARTE II**

**SECCIONES Y ROTURAS. PARTE II**

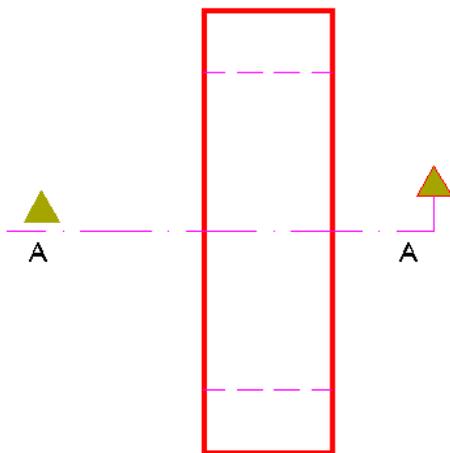
Ante la necesidad de mostrar partes interiores es que los cortes o secciones cobran especial importancia y para generar los cortes o secciones se tiene que tener UN PLANO DE CORTE que logre atravesar al sólido en una determinada parte de manera que logremos obtener dos componentes y que luego de obtener estos dos componentes quitaremos el plano de corte y separaremos estos componentes permitiendo ver la parte interior del sólido y que nos permita dibujar este interior, el proceso culmina cuando mentalmente descartamos uno de los componentes o partes de acuerdo a las flechas de dirección del corte, tal como se puede apreciar en las siguientes figuras:




**SÓLIDO RESULTANTE**

**VISTA FRONTAL DE SÓLIDO  
RESULTANTE**

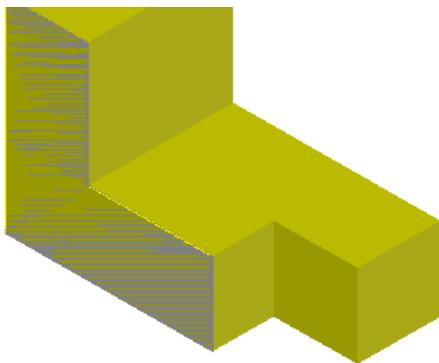
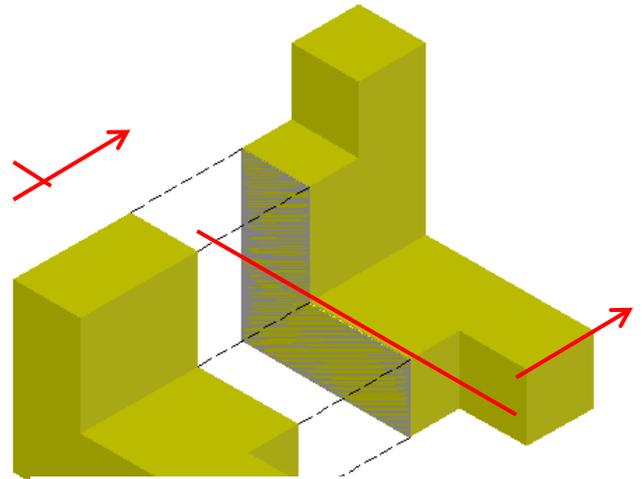
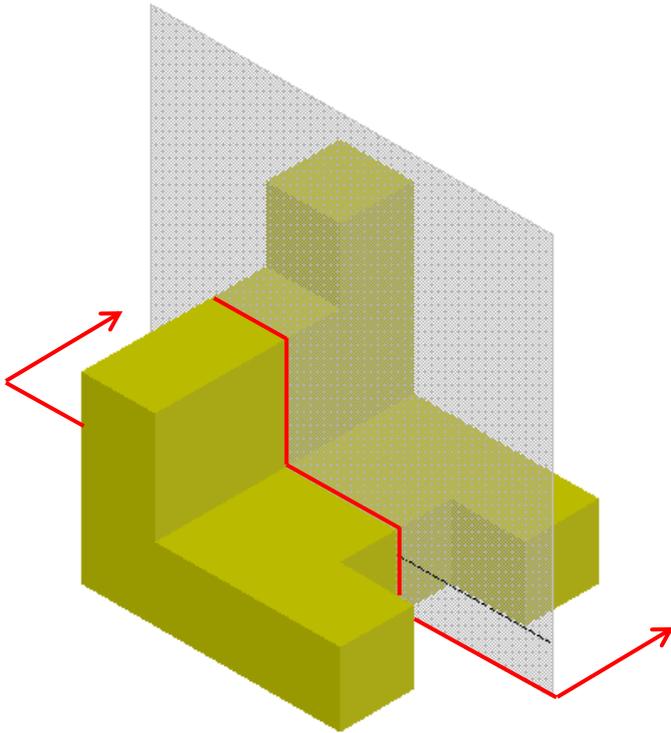
La representación de los sólidos a ser cortados, las líneas de plano de corte, las flechas de dirección de la vista y el achurado de seccionamiento no se representan mediante isometrías, todos estos componentes se expresan en una vista en planta o vista horizontal del sólido y el resultado del corte o sección se representa en una vista frontal o lateral del sólido resultante tal y como se visualiza en la siguiente imagen:


**VISTA HORIZONTAL**

**CORTE A-A**

En el proceso de elaboración de un corte o sección la flecha de dirección de la vista es fundamental ya que según esta dirección el corte resultara totalmente distinto el uno del otro, tal como se muestra en el siguiente ejercicio.

### EJEMPLO 1

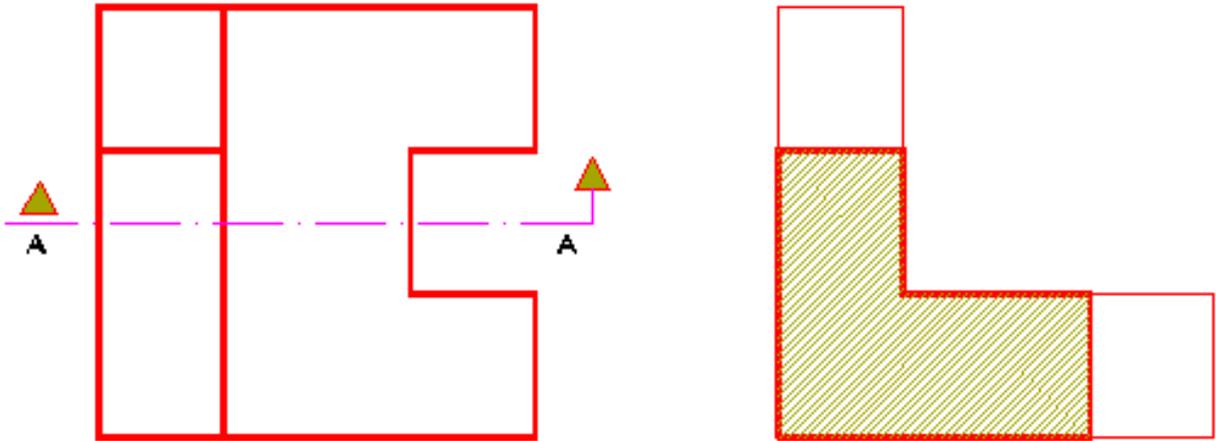


**SÓLIDO RESULTANTE**

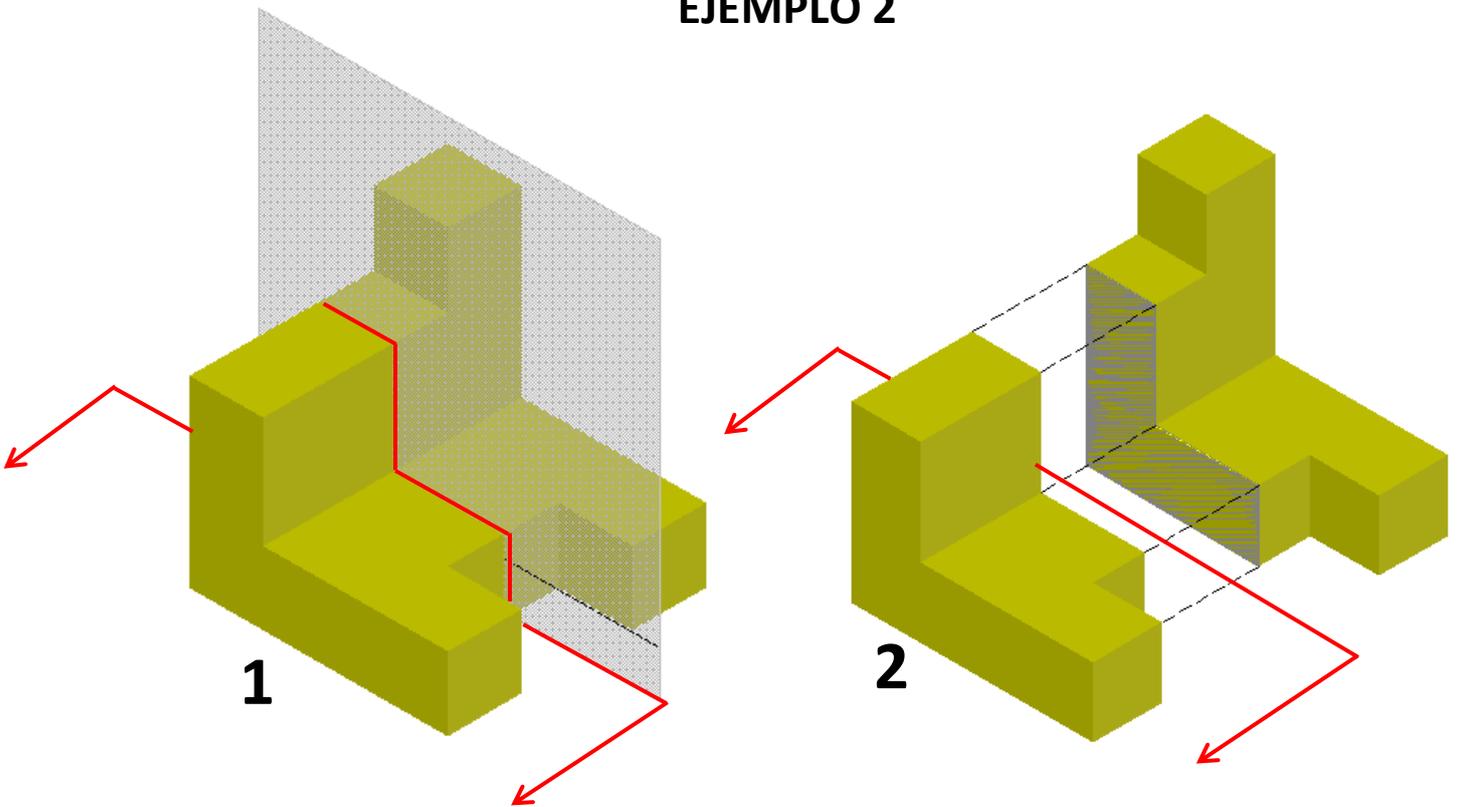


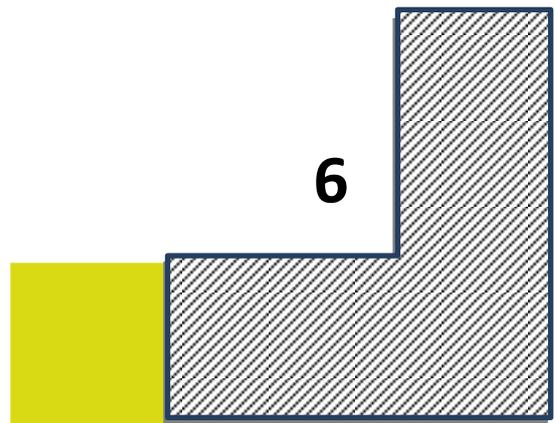
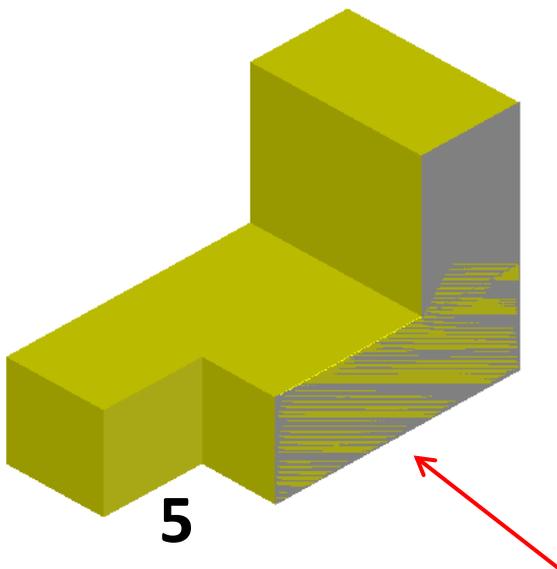
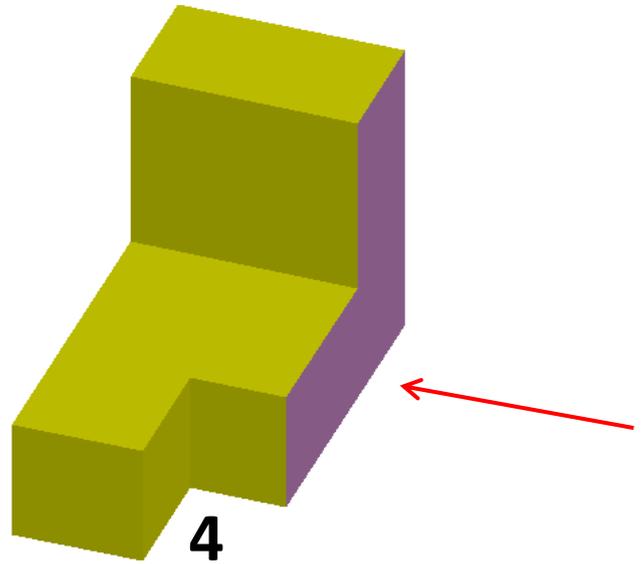
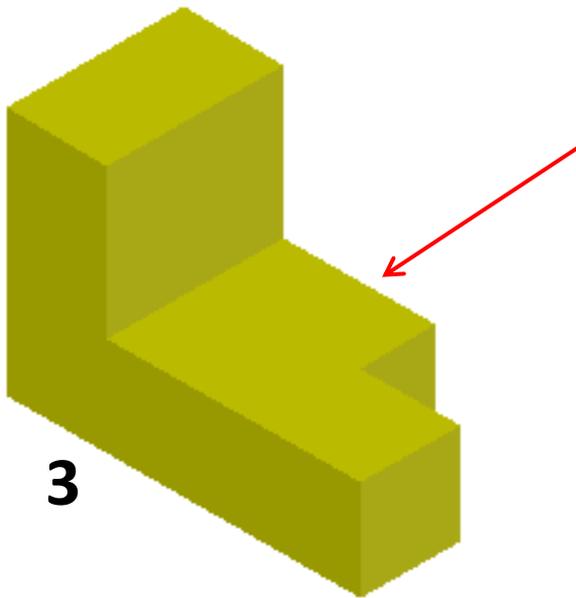
**VISTA FRONTAL DE SÓLIDO RESULTANTE**

### MODO DE REPRESENTAR EN PLANOS



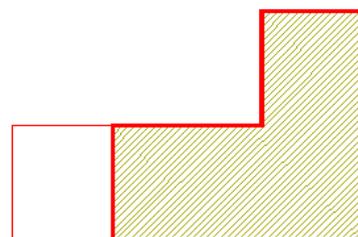
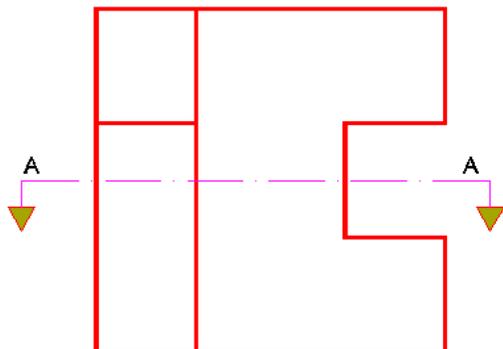
### EJEMPLO 2



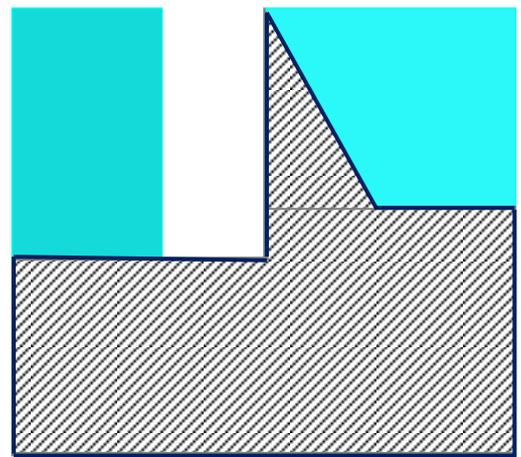
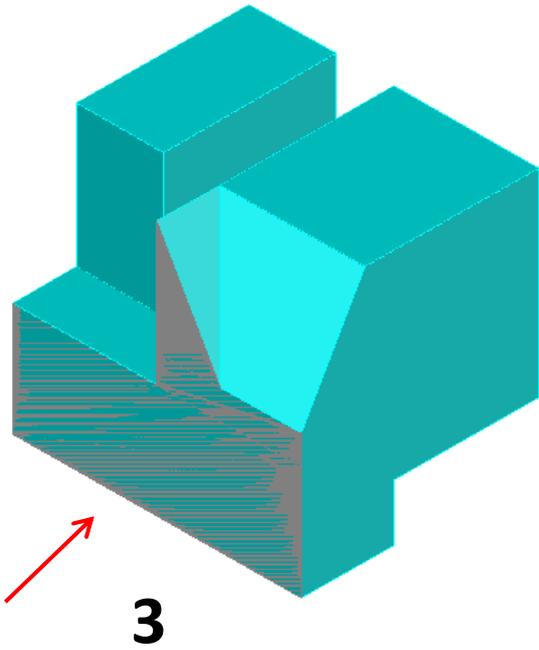
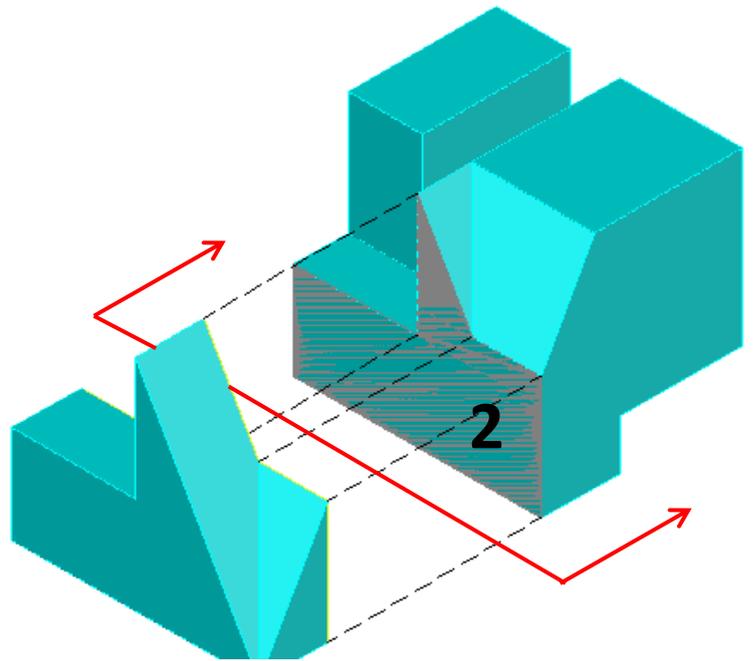
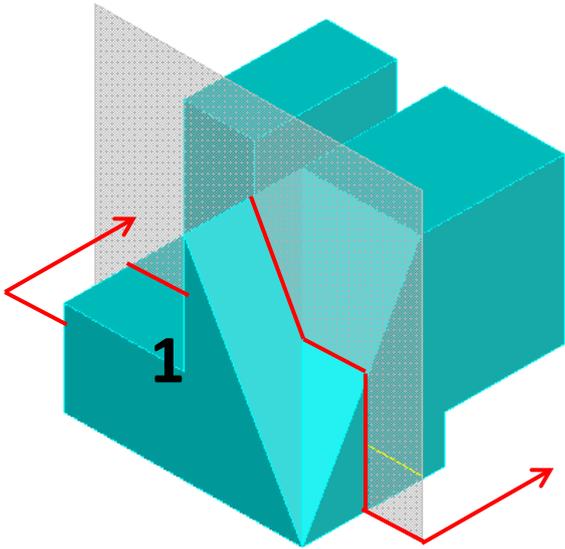


VISTA FRONTAL DE SÓLIDO RESULTANTE

MODO DE REPRESENTAR EN PLANOS



### EJEMPLO 3



**Tema N° 15**  
**ACOTACIONES - PARTE I**

## **ACOTACIONES. PARTE I**

### INTRODUCCION:

La acotación es el proceso de anotar, mediante líneas, cifras, signos y símbolos, las medidas de un objeto, sobre un dibujo previo del mismo, siguiendo una serie de reglas y convencionalismos, establecidos mediante normas.

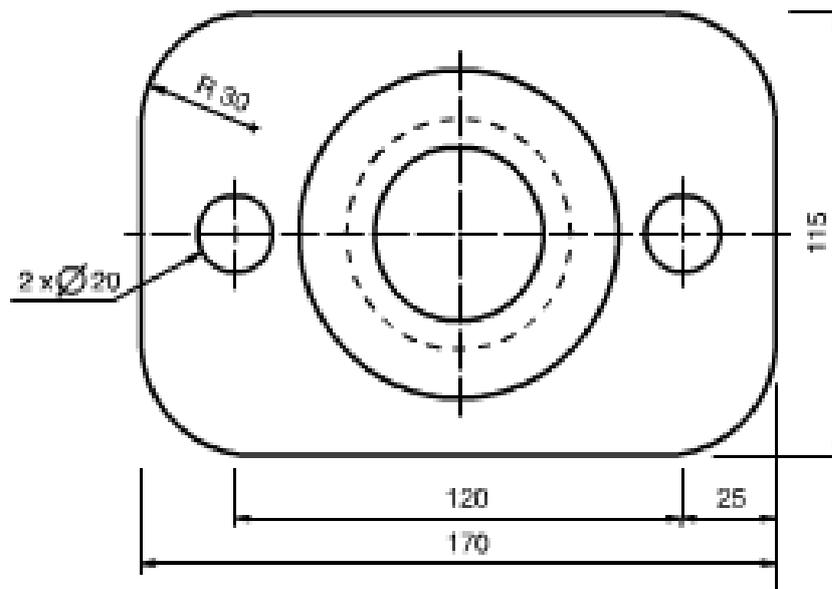
La acotación es el trabajo más complejo del dibujo técnico, ya que para una correcta acotación de un dibujo, es necesario conocer, no solo las normas de acotación, sino también, las características del plano o dibujo a acotar. Al acotar no se puede proceder de cualquier manera, la información que se representa en el acotado debe disponerse de tal modo que su lectura sea fácil y rápida.

Con carácter general se puede considerar que el dibujo de una pieza o mecanismo, está correctamente acotado, cuando las indicaciones de cotas utilizadas sean las mínimas, suficientes y adecuadas, para permitir la fabricación de la misma, de forma que el operario no tenga que efectuar medidas sobre el plano y menos aun realizar cálculos u operaciones, que supondrían riesgo de errores y pérdida de tiempo.

### PRINCIPIOS GENERALES DE LA ACOTACION:

- 1- Una cota solo se indicará una sola vez en un dibujo, salvo que sea indispensable repetirla.
- 2- No debe omitirse ninguna cota.
- 3- Las cotas se colocarán sobre las vistas que representen más claramente los elementos correspondientes.
- 4- Todas las cotas de un dibujo se expresarán en las mismas unidades, en caso de utilizar otra unidad, se expresará claramente, a continuación de la cota.
- 5- Las cotas se situarán por el exterior de la pieza. Se admitirá el situarlas en el interior, siempre que no se pierda claridad en el dibujo.

- 6- Las cotas se distribuirán, teniendo en cuenta criterios de orden, claridad y estética.
- 7- Las cotas relacionadas como el diámetro y profundidad de un agujero, se indicarán sobre la misma vista.



#### ELEMENTOS DE UNA ACOTACION:

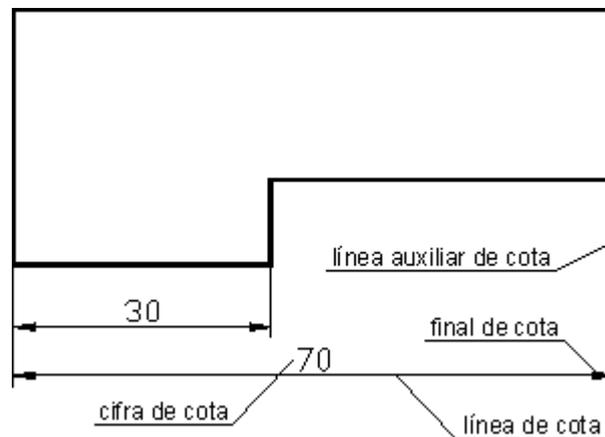
En el proceso de acotación de un dibujo, además de la cifra de cota, intervienen líneas y símbolos, que variarán según las características de la pieza y elemento a acotar. Todas las líneas que intervienen en la acotación, se realizarán con el espesor más fino de la serie utilizada.

Los elementos básicos que intervienen en la acotación son:

**1- Líneas Auxiliares de Cota:** Son líneas que parten del dibujo de forma perpendicular a la superficie a acotar, y limitan la longitud de las líneas de cota. Deben sobresalir ligeramente de las líneas de cota, aproximadamente en 2 mm.

**2- Líneas de Cota:** Son líneas paralelas a la superficie de la pieza objeto de medición, Se traza fina y continua.

**3- Cifras de Cota:** Es un número que indica la magnitud. Se sitúa centrada en la línea de cota. Podrá situarse en medio de la línea de cota, interrumpiendo esta, o sobre la misma, pero en un mismo dibujo se seguirá un solo criterio. Se deberá indicar en el plano en que unidades se está acotando (m, cm, mm) que a su vez irá en función del tamaño de la pieza o nivel de detalle del dibujo. La altura de la cifra de cota está condicionada por el tamaño del croquis o plano a escala y desde luego ha de ser fácil de leer. Se recomienda una altura entre 2 mm y 3,5 mm, procurando aplicar un mismo tamaño dentro de un mismo plano o conjunto de planos.



**4- Símbolo Final de Cota:** Las líneas de cota serán terminadas en sus extremos por un símbolo. Este símbolo puede ser muy variado, entre los distintos tipos de símbolos tenemos: punta de flecha, un pequeño trazo oblicuo a 45°, un pequeño círculo, etc. El símbolo más empleado en la definición de elementos arquitectónicos es la del trazo inclinado a 45°.

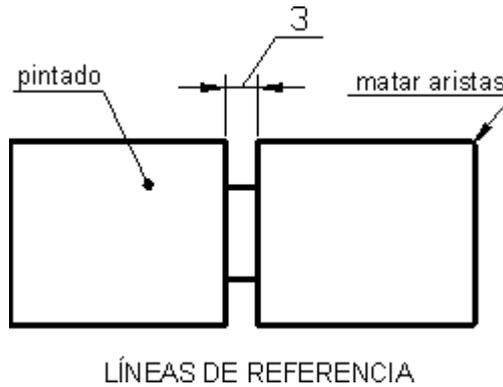


**5- Líneas de Referencia de Cota:** Sirven para indicar un valor dimensional, o una nota explicativa en los dibujos, mediante una línea que une el texto a la pieza. Las líneas de referencia, terminarán:

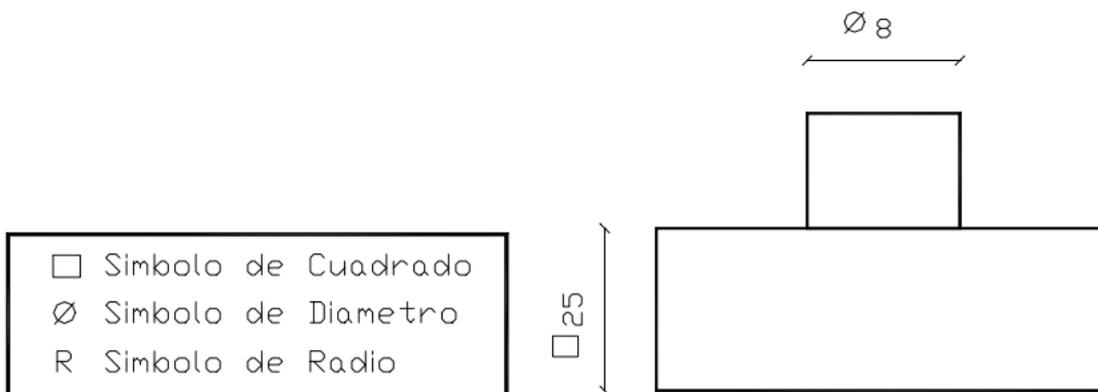
- **En flecha**, las que acaben en un contorno de la pieza.
- **En un punto**, las que acaben en el interior de la pieza.

- **Sin flecha ni punto**, cuando acaben en otra línea.

La parte de la línea de referencia donde se rotula el texto, se dibujará paralela al elemento a acotar, si este no quedase bien definido, se dibujará horizontal, o sin línea de apoyo para el texto.



**6-Símbolos:** En ocasiones, a la cifra de cota le acompaña un símbolo indicativo de características formales de la pieza, que simplifican su acotación, y en ocasiones permiten reducir el número de vistas necesarias, para definir la pieza. Los símbolos más usuales son:



ACOTACIONES  
Métodos

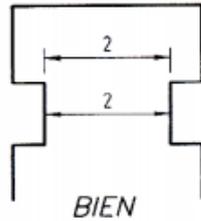
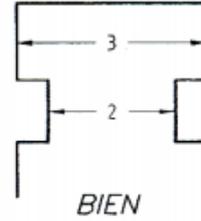


Fig. 1



BIEN

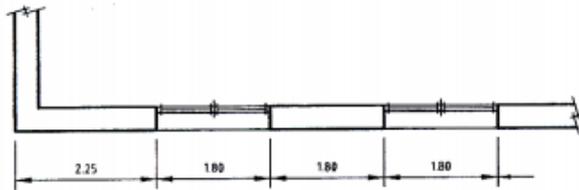


Fig. 2

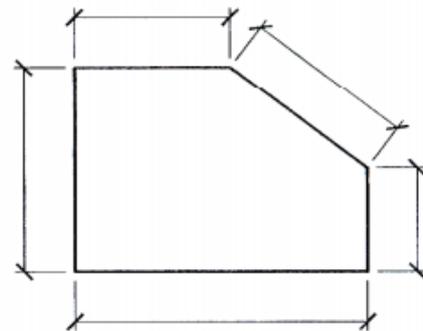


Fig. 3

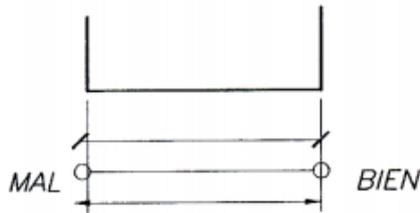


Fig. 4

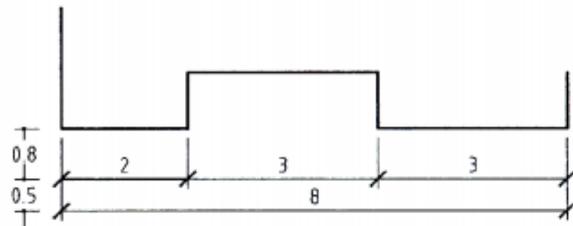


Fig. 5

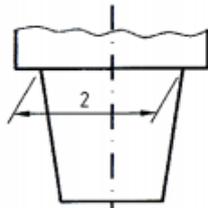


Fig. 6

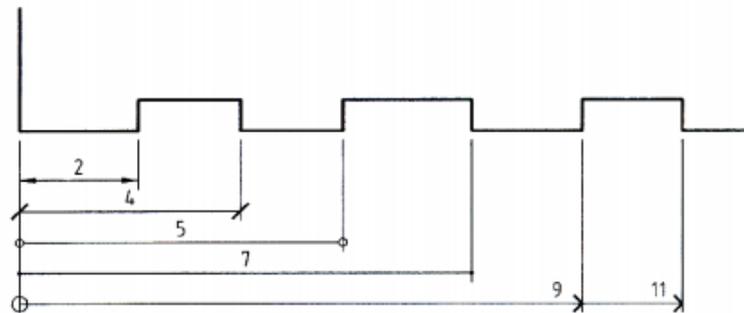


Fig. 8

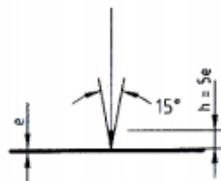
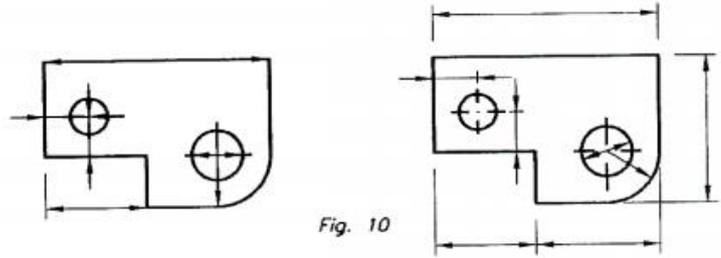
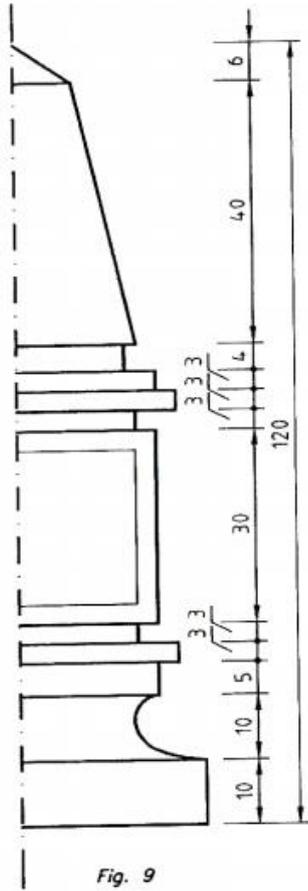


Fig. 7

ACOTACIONES

Métodos



MAL

BIEN

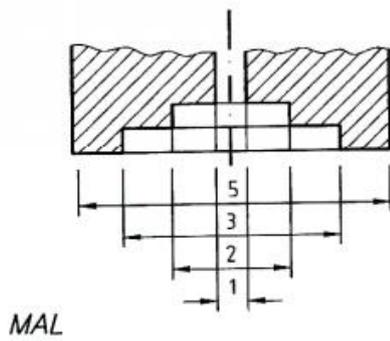
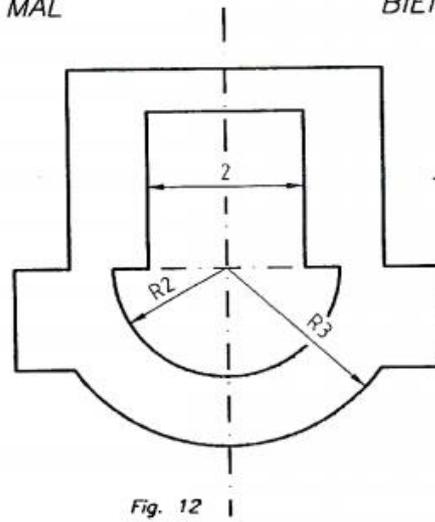
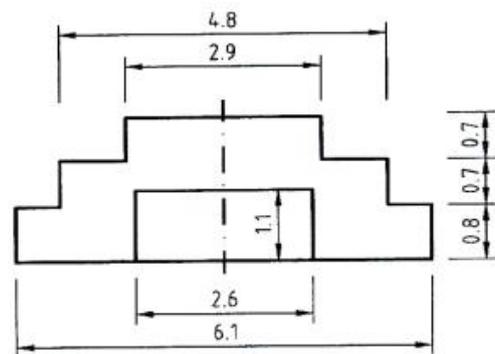
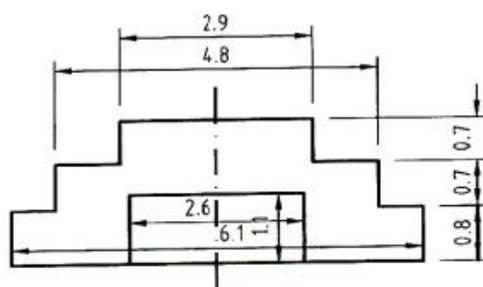
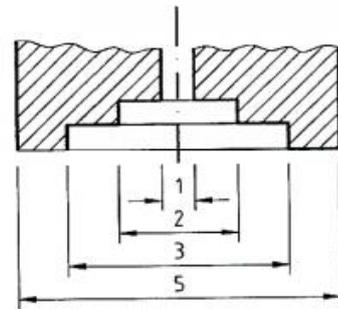


Fig. 11

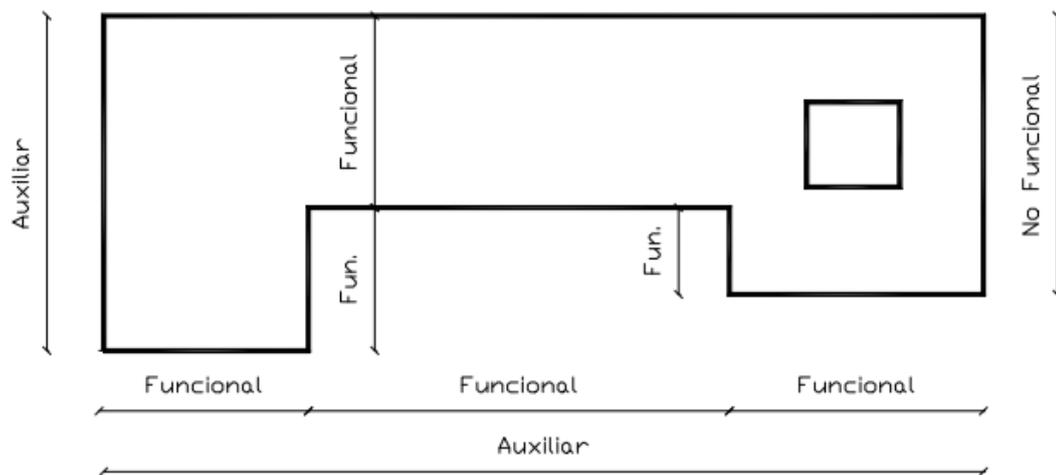


### CLASIFICACION DELAS COTAS:

Existen diferentes clasificaciones de cotas, las principales son las siguientes:

**1 - En función de su importancia:** las cotas se pueden clasificar en:

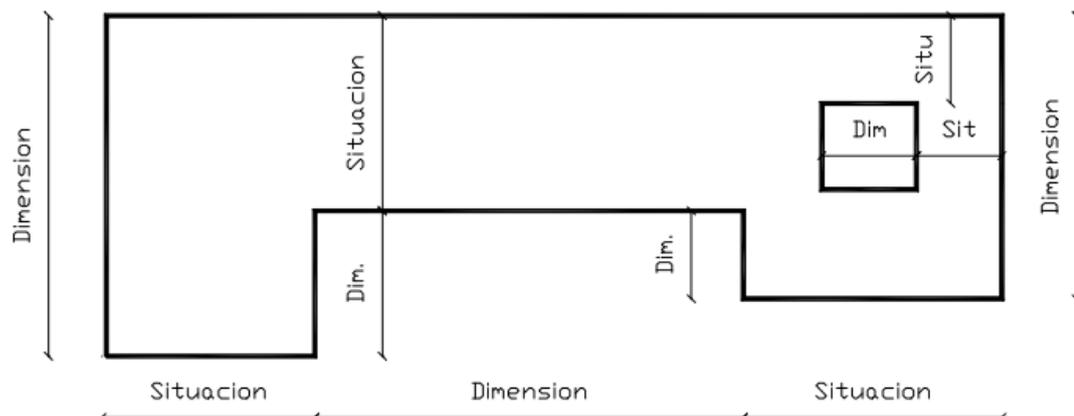
- 1- Cotas Funcionales: Son aquellas cotas esenciales.
- 2- Cotas No Funcionales: Son aquellas que sirven para la total definición de la pieza,
- 3- Cotas Auxiliares: Son las cotas que dan las medidas totales, como complemento a las parciales.



**2 - En Función de su Cometido en el Plano:**

Se pueden clasificar en:

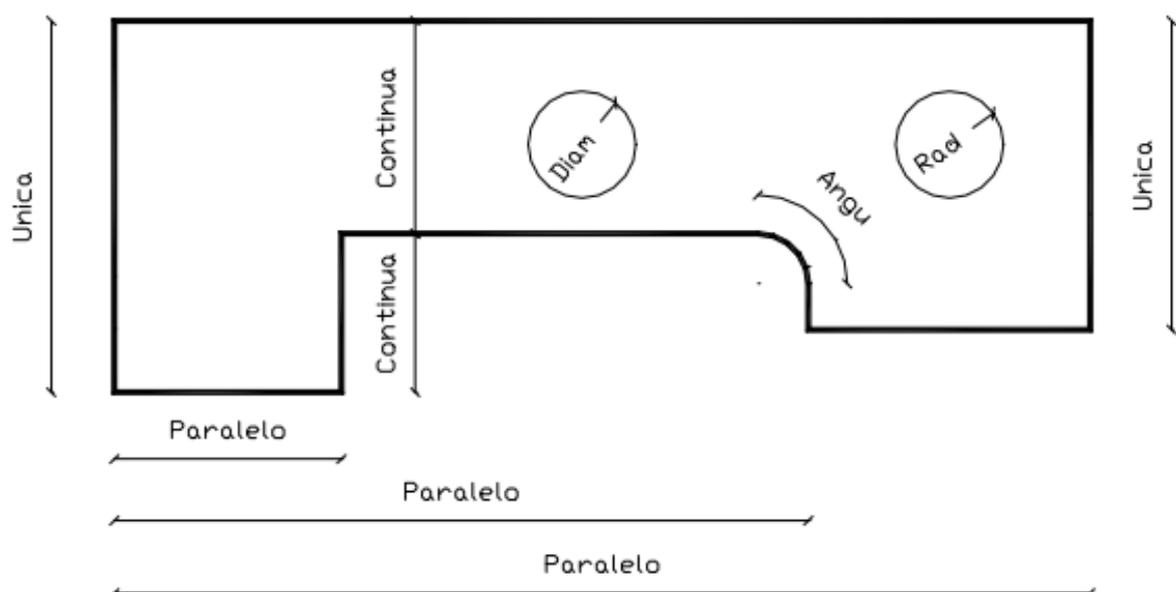
- 1- Cotas de Dimensión: Son las que indican el tamaño de los elementos de dibujo.
- 2- Cotas de Situación: Son las que concretan la posición de los elementos de la pieza.



### TIPOS DE ACOTACIONES:

Las Cotas se pueden disponer de diversas maneras: únicas, continuas, en Paralelo, al Origen, angulares, radiales, diametrales.

- 1- Únicas:** Se corresponde a la acotación de un único segmento.
- 2- Continuas:** Se corresponde a la colocación en cadena de toda una serie de cotas, referidas cada una de ellas a un contorno distinto.
- 3- Paralelo:** Son las cotas que nacen de un mismo lado y que miden vértices consecutivos de un perímetro.
- 4- Al Origen:** Parten de un origen común en la línea de cota, se indican mediante flechas a 90 y las cifras pueden colocarse horizontalmente o verticalmente.
- 5- Angulares:** Son aquellas que miden ángulos.
- 6- Radiales:** Son aquellas que miden radios de circunferencia.
- 7- Diametrales:** Son aquellas que miden diámetros de circunferencia.



ACOTACIONES

Métodos

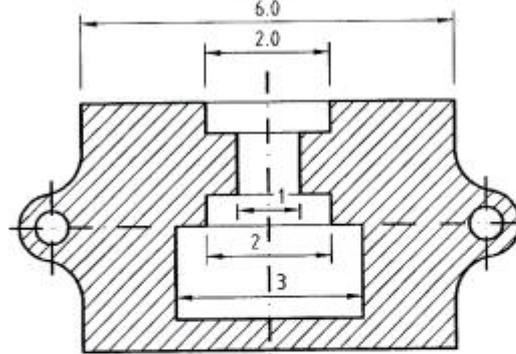


Fig. 13

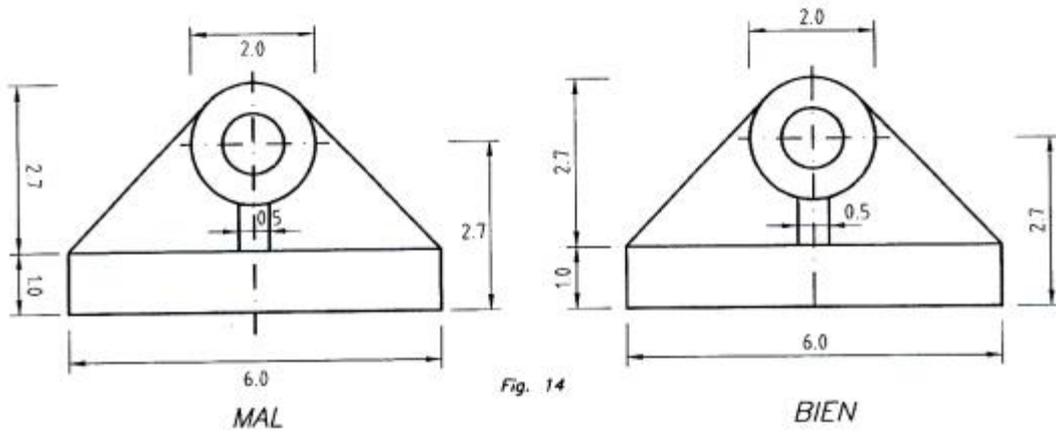


Fig. 14

MAL

BIEN

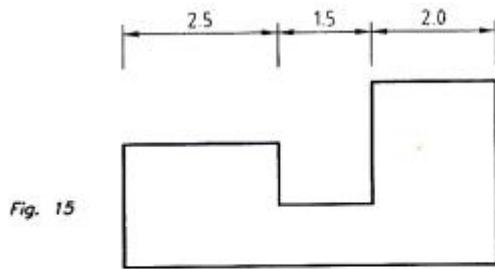


Fig. 15

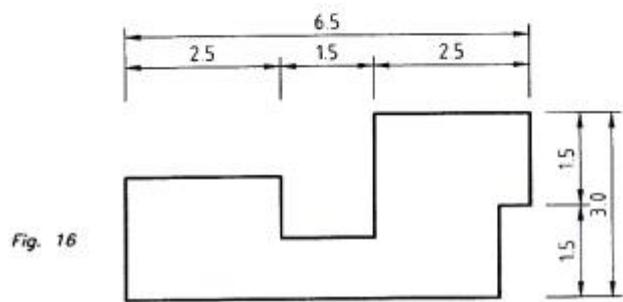


Fig. 16

### ACOTACIONES

Métodos

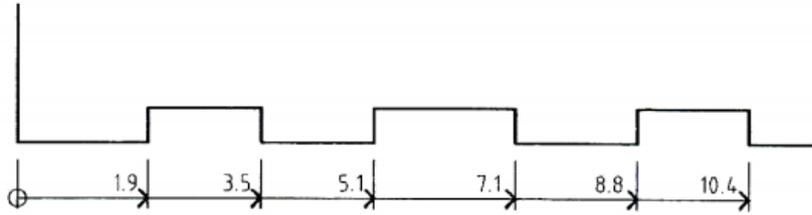


Fig. 17

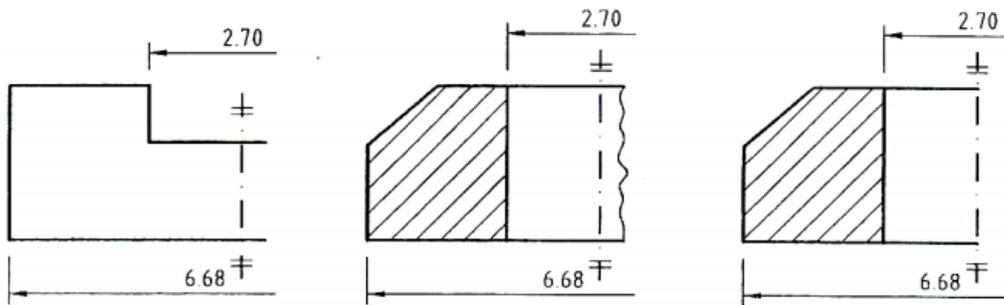


Fig. 18

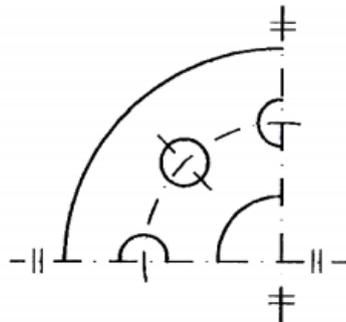


Fig. 19

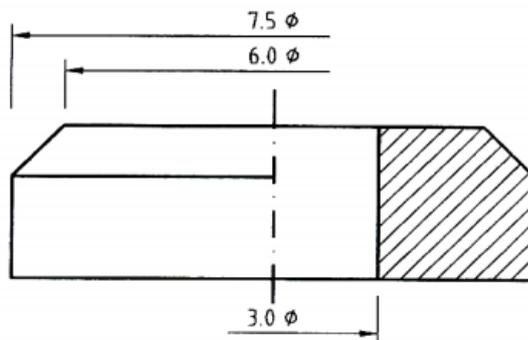


Fig. 20

ACOTACIONES  
Métodos

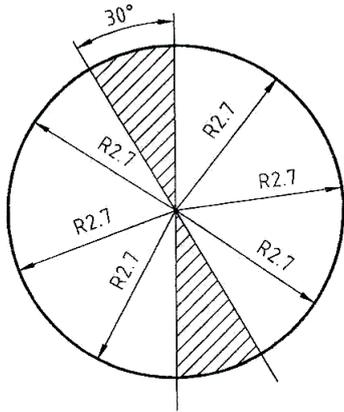


Fig. 21

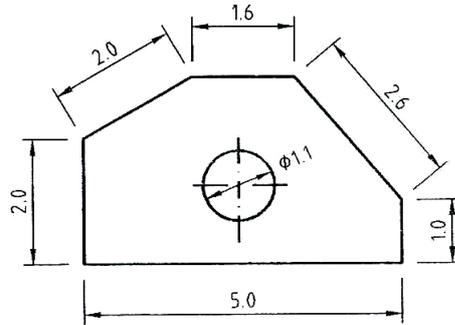


Fig. 22

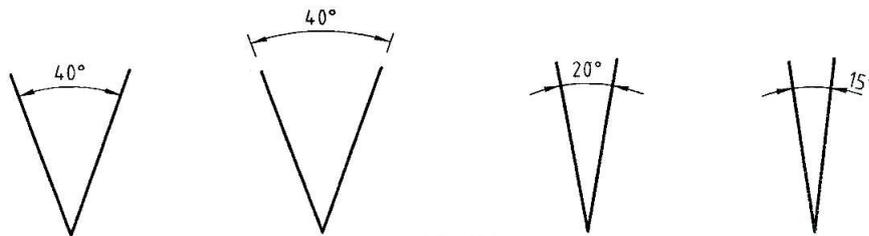


Fig. 23

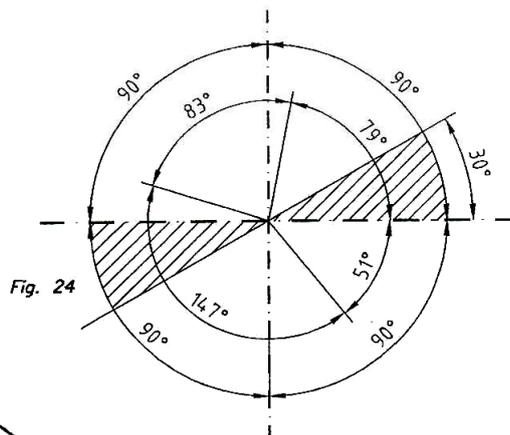


Fig. 24

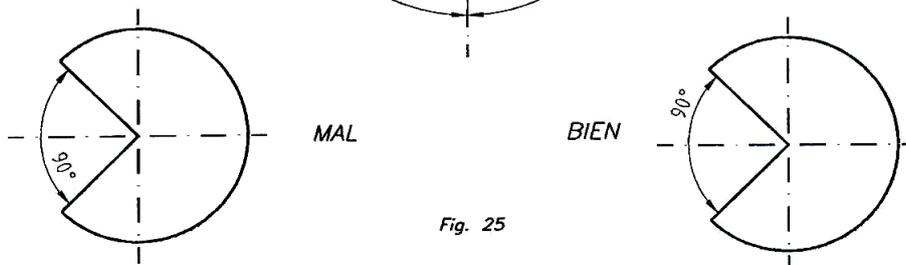


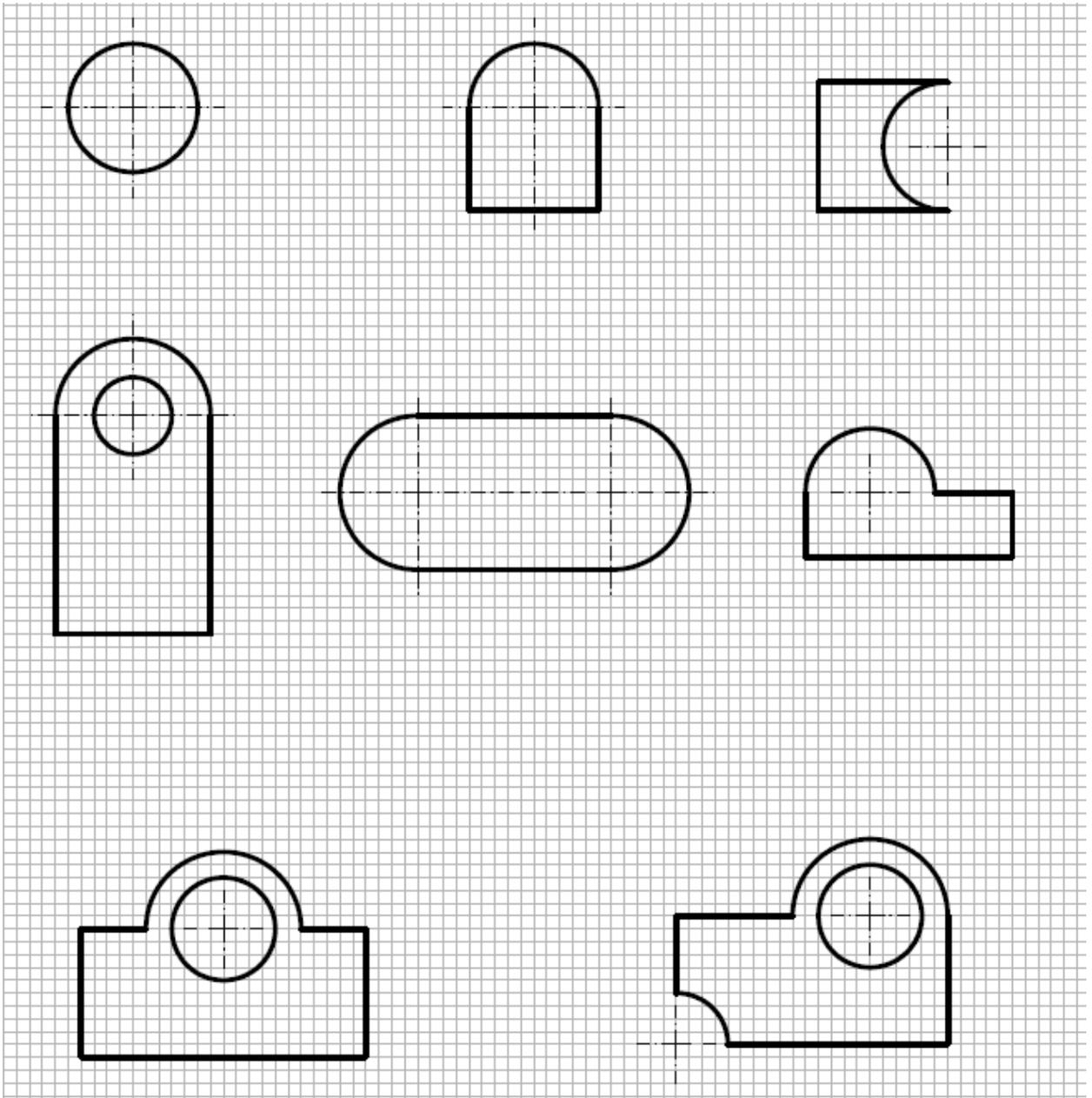
Fig. 25

**Tema N° 16  
ACOTACIONES  
PARTE II**

**ACOTACIONES. PARTE II**

EJERCICIO DE APLICACIÓN

Acotar los siguientes elementos considerando que la cuadrícula esta a cada 2 mm



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS, ENLACES Y DIRECCIONES ELECTRONICAS

### BASICA

- Spencer, Henry Cecil. Dibujo técnico. México. Ed. Alfaomega. 2009.
- Bertoline, Gary R. Dibujo en Ingeniería y Comunicación Gráfica. México. Ed. Mc Graw Hill. 1999.
- Tamez, Elias. Dibujo técnico. México. Ed. Limusa. 2009.

### COMPLEMENTARIA

- Jensen Cecil. Dibujo y Diseño en Ingeniería. México. Ed. Mc Graw Hill. 2004.
- Luzzader Warren J. Fundamentos de dibujo en ingeniería. México. Ed. Prentice Hall. 1994.
- Giesecke, Frederick E. Dibujo y comunicación gráfica. México. Ed. Pearson Educación. 2006.

### ENLACES Y DIRECCIONES ELECTRONICAS

- Sólidos a partir de sus vistas  
<http://www.youtube.com/watch?v=0A2Cfb6saZ0>
- Acotación:  
[http://www.ugr.es/~agomez/etsie\\_eg1/etsie\\_eg1\\_material\\_docente/t3\\_acotacion.pdf](http://www.ugr.es/~agomez/etsie_eg1/etsie_eg1_material_docente/t3_acotacion.pdf)
- <http://trazoide.com/index.html>
- <http://juanhernani.galeon.com/dibujo.html>
- <http://www.dibujotecnico.com>
- <http://www.educacionplastica.net/index.htm>
- <http://www.vitutor.com/geometria.html>